

Overvåking av Ytre Oslofjord 2014-2018. Årsrapport for 2014



RAPPORT

Hovedkontor

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

NIVA Region Sør

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

NIVA Region Innlandet

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

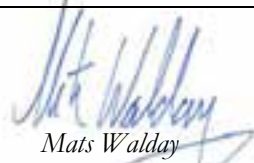
NIVA Region Vest

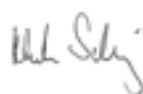
Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

Tittel Overvåking av Ytre Oslofjord 2014-2018. Årsrapport for 2014.	Løpenr. (for bestilling) 6823-2015	Dato 2015.05.13
	Prosjektnr. Undernr. 14250	Sider Pris 41
Forfatter(e) Walday, M; Beylich, BA; Fagerli, CW; Gitmark, JK; Naustvoll, LJ (HI); Selvik, JR	Fagområde Overvåking	Distribusjon
	Geografisk område Oslofjorden	Trykket NIVA
Oppdragsgiver(e) Fagråd for Ytre Oslofjord, ved Bjørn Svendsen		Oppdragsreferanse Journal.nr. 1234/14

Sammendrag: Rapporten beskriver tilførsler i 2013 og resultater i 2014 for planteplankton, hydrofysikk og -kjemi i vannmassene samt forhold i strandsonen og på bløtbunn. Jordbruk er største kilde for tilførsler av fosfor. Jordbruk er også størst for nitrogen, mens industri er minst. «Natur» er av samme størrelse som jordbruk. Det er tendens til økende vannføring i de store vassdragene. Numedalslågen viser oppadgående trend for transport av nitrogen, mens Skiensvassdraget viser motsatt. Selv om vanntemperaturen i 2014 var høy sommer og høst ble få varmekjære planteplanktonarter registrert. Tilførselen av næringssalter sommerstid ga høy biomasse av planteplankton som så resulterte i en lavere oksygenkonsentrasjon i bunnvannet enn i 2013. Sommer og høst var det ved noen stasjoner korte perioder med økning i nitrogen og silikat knyttet til avrenning og reduserte saltholdigheter i overflaten. Ved de indre og vestlige stasjonene var det korte perioder med innblanding av vann fra dypere lag som ga økning i fosfatkonsentrasjon. Frier-, Drammens- og Iddefjorden var i tilstandsklassen «dårlig» i 2014, mens flere stasjoner fikk miljøtilstand «moderat». Torbjørnskjær og Sandefjordsfjorden var de eneste med tilstand «god» både sommer og vinter. For flere stasjoner var tilstanden «god» om vinteren og «moderat» om sommeren. SPI-bilder ble tatt på bløtbunn på 29 stasjoner. De fleste hadde god tilstand, men tre i Hvalerbassenget hadde hhv. mindre god, dårlig og meget dårlig tilstand. To nye stasjoner i Ekse- og Melbyfjorden hadde hhv. meget dårlig og mindre god tilstand. Registreringer i strandsonen på 16 stasjoner viste liten grad av næringssaltpåvirkning. Generelt var det en nedgang i antall arter/taxa fra 2007 til 2014 ved Horten og sør for Moss, mens det ved Kambo og Hankø var en relativt jevn økning. Flere av stasjonene hadde et markant nedslag av stillehavsøsters.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Marin	1. Marine
2. Overvåking	2. Monitoring
3. Miljøtilstand	3. Environmental quality
4. Eutrofi	4. Eutrophication


Mats Walday
Prosjektleder


Morten Schaanning
Kvalitetssikrer/Forskningsleder

Overvåking av Ytre Oslofjord 2014-2018

Årsrapport for 2014

Forord

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 resultater fra undersøkelser som er blitt gjennomført i 2014.

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 gjennomføring og rapportering av vannmasseundersøkelsene.

Bløtbunnstoktet ble gjennomført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) med Universitetet i Oslo sitt fartøy "Trygve Braarud". Medyan Antonsen og Bjørnar Beylich har samlet inn og opparbeidet sedimentprofilbilder (SPI).

Janne Gitmark og Camilla With Fagerli har gjennomført strandsoneundersøkelsene og rapportert resultatene.

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

Bildet på forsiden er tatt av NIVAs SPI-kamera.

Oslo, 13. mai 2015

Mats Walday

Innhold

	1
Sammendrag	5
Summary	7
1. Innledning	8
2. Program	9
2.1 Tilførsler	9
2.2 Vannmasser	9
2.3 SPI-foto	10
2.4 Hardbunnsundersøkelser	10
3. Klimatiske forhold i 2014	10
3.1 Sjøtemperaturer	11
3.2 Vindforhold	13
3.3 Beregnede kildefordelte tilførsler	14
3.4 Målte tilførsler via elver	17
4. Næringsalter og planteplankton	21
4.1 Datagrunnlag	21
4.2 Tilstandsklassifisering av Ytre Oslofjord 2014	21
4.2.1 Frierfjorden og de vestlige deler av ytre Oslofjord	22
4.2.2 Indre deler av Ytre Oslofjord	23
4.2.3 Hvalerområdet	24
4.2.4 Ytre, åpne fjordområder	24
4.3 Planteplankton 2014	24
4.3.1 Frierfjorden og de vestlige deler av ytre Oslofjord	26
4.3.2 Indre deler av Ytre Oslofjord	27
4.3.3 Hvalerområdet	28
4.3.4 Ytre, åpne fjordområder	29
5. Bløtbunnsområder	31
5.1 Overflatebilder fra SPI-riggen i 2014	33
6. Strandsonen	35
6.1.1 Øvre nivå av strandsonen	36
6.1.2 Nedre nivå av strandsonen	37
6.1.3 Sammenlikning med tidligere rammeundersøkelser	38
7. Diskusjon	40
8. Referanser	41

Sammendrag

Overvåkningsprogrammet i Ytre Oslofjord skal fremskaffe informasjon om miljøtilstand og tilførsler, med fokus på næringssalter (eutrofiering). Rapporten beskriver tilførsler i 2013 samt presenterer undersøkelser og resultater i 2014 for planteplankton, hydrofysiske og hydrokjemiske forhold i vannmassene samt forhold i strandsonen og på bløtbunn.

Det er sammenstilt kildefordelte tilførsler av nitrogen og fosfor for nedbørsfeltet til Ytre Oslofjord for året 2013 med utgangspunkt i resultater fra Teotil-modellen. Jordbruk er den største enkeltkilde for tilførsler av fosfor. Befolkning, industri og «natur» er omtrent like store når det gjelder fosfor. For nitrogen er også jordbruk den største av de menneskeskapte kildene, mens industri er den minste kilden. «Natur» er av samme størrelsesorden som jordbruket.

Målingene av vannføring og stofftransport i de store vassdragene (Glomma, Drammenselva, Numedalslågen og Skienselva) viser en økende tendens for vannføring. Ingen av vassdragene har en synlig trend når det gjelder fosfor. Numedalslågen har en oppadgående trend for transport av nitrogen, mens Skiensvassdraget viser motsatt trend.

Vintertemperaturen i sjøen i 2014 var omtrent på samme nivå som i de senere årene. I 2014 ble det i Skagerrak registrert relativt høye temperaturer på våren. Temperaturer godt over langtidsgjennomsnittet ble målt på sommeren og godt utover høsten.

Det fant sted moderate utskiftninger av bunnvann i en rekke av sidefjordene i løpet av vinteren og våren 2014, men ikke i sidefjordene med grunne terskler eller flere bassenger (Iddefjorden, Frierfjorden). I flere av disse områdene har det ikke funnet sted utskiftninger av bunnvannet siden vinteren 2010. En sommer og høst med forholdsvis høy biomasse av planteplankton i Oslofjorden resulterte i minimumskonsentrasjoner av oksygen i bunnvannet som var lavere enn i 2013.

Konsentrasjon av nitrogen var omtrent som tidligere år for vinterperioden, med unntak av de vestlige stasjonene i ytre Oslofjord hvor tilstanden var noe dårligere. I løpet av sommeren/høsten var det ved en del stasjoner kortere perioder med økning i nitrogenkonsentrasjon og silikat som knyttet til perioder med avrenning og reduserte saltholdighet i overflaten. Ved de indre og vestlige stasjonene i Ytre Oslofjord var det kortere perioder med innblanding av vann fra litt dypere lag som resulterte i en økning i fosfatkonsentrasjonen. Tilførselen av næringssalter i sommerperioden resulterte i gode vekstbetingelser for planteplankton som igjen førte til økt sedimentasjon og forbruk av oksygen i bunnvannet.

Frierfjorden, Drammensfjorden, Iddefjorden er områder som har lave oksygenkonsentrasjoner i bunnvannet og alle disse stasjonene faller ut i tilstandsklassen «dårlig» (V) ved en samlet vurdering av alle parametre. I 2014 kom en rekke av stasjonene i Ytre Oslofjord i miljøtilstand «moderat» (III) ved en samlet vurdering. For de fleste av disse stasjonene var det forhøyede nitrat eller total nitrogen konsentrasjoner som forårsaket denne miljøtilstanden. For stasjonen Ramsø og Ringdalsfjorden var tilstanden «dårlig» (IV) i sommer-perioden på grunn av forhøyede nitrogenverdier. Stasjonen Torbjørnskjær og Sandefjordsfjorden var de eneste stasjonene som kom i tilstandsklassen «god» (II) både i sommer- og vinterperioden. For flere av de andre stasjonene (eks Leira, Larviksfjorden) er tilstanden «god» (II) i vinterperioden og «moderat» (III) på sommeren.

Planteplanktonbiomassen, målt som klorofyll a, var i 2014 høyest i de indre delene av Hvaler i august-oktober og i Drammensfjorden i august. De laveste konsentrasjonene av klorofyll a ble registrert ved Torbjørnskjær og indre Iddefjorden. Ved de fleste stasjonene var dinoflagellater den dominerende gruppen planteplankton på høsten (august-oktober), mens kiselalger var mer fremtredende på sommeren (juni-juli). Selv om det i 2014 ble målt vanntemperaturer over normale på sommer og høst var det få varmekjære arter registrert i Ytre Oslofjord.

Overvåkningsprogrammet for bunnområdene i Ytre Oslofjord skal fremskaffe informasjon om miljøtilstanden hos bunnsamfunn med fokus på eutrofiering. I 2014 inngikk undersøkelser på bløtbunn med SPI-kamera (Sediment Profile Imaging) og rammeundersøkelser i fjæra i programmet for bunnundersøkelser.

Det ble i august 2014 tatt SPI-bilder (Sediment Profile Imaging) av bløtbunn på 29 stasjoner i Ytre Oslofjord. De fleste av stasjonene hadde en god tilstand (tilstandsklasse 2) Men tre stasjoner i Hvalerbassenget hadde henholdsvis mindre god, dårlig og meget dårlig tilstand og to nye stasjoner i Eksefjorden og Melbyfjorden hadde henholdsvis meget dårlig og mindre god tilstand. Kun en stasjon hadde meget god tilstand.

Det ble foretatt rammeregistreringer i strandsonen på 16 stasjoner i august/september 2014. For de fleste gruntvannsstasjoner viser resultatene liten grad av næringssaltpåvirkning. Generelt har det skjedd en nedgang i antall registrerte arter/taxa fra 2007 til 2014 på stasjon G3 ved Horten, og G17 sør for Moss, mens det på G15 ved Kambo og G20 ved Hankø har vært en relativt jevn økning.

I strandsonen har det på flere stasjoner vært kraftige nedslag av blåskjell og den fremmede arten stillehavsøsters. Det har vært meldt fra om reduserte og dårlige forekomster av blåskjell flere steder i Oslofjorden, men overvåkingen viser at det i hvert fall er en god rekruttering av juvenile (unge) blåskjell.

Summary

Title: Monitoring of the outer Oslofjord. Investigations in 2014.

Year: 2015

Author: Walday, M; Beylich, BA; Fagerli, CW; Gitmark, JK; Naustvoll, LJ (IMR); Selvik, JR

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6558-3

Monitoring of the water column in the outer Oslofjord is done in order to obtain information about the environment and inputs, focusing on nutrients (eutrophication). The report describes the inputs to the fjord in 2013 and the performed investigations and results for phytoplankton, hydro-physical and hydro-chemical conditions in 2014.

Agriculture is the largest single source of input of phosphorus. Population, industry and "nature" are roughly equal in terms of phosphorus. Agriculture is the largest of anthropogenic sources for nitrogen, while industry is the smallest. River Numedalslågen has an upward trend for the transport of nitrogen while Skien river shows the opposite trend.

Winter temperature in the fjord was about the same level in 2014 as in previous years. Skagerrak had relatively high temperature during spring 2014. Temperatures well above long term average were measured during summer and early autumn.

There were moderate replacement of bottom water in some side fjords during winter and spring 2014. Side fjords with shallow thresholds had, however, no replacement of bottom water in 2014. These areas have not had any replacement of bottom water since the winter of 2010. A summer and fall with relatively high biomass of phytoplankton in the Oslofjord in 2014 gave minimum concentration of oxygen in the bottom waters that were lower than in 2013.

Concentration of nitrogen was about the same as previous years in the winter period, with the exception of a few stations. During the summer / autumn some stations experienced shorter periods of increasing nitrogen and silicate concentration associated with periods of runoff and reduced salinities in the surface waters. The upper water layers of inner and western stations had shorter periods of intervention by intermediate water that resulted in an increase in phosphate concentration.

Supply of nutrients in the summer period resulted in good growth conditions for phytoplankton in 2014, which in turn led to increased sedimentation and consumption of oxygen in bottom waters.

Benthic investigations included in 2014 surveys of soft bottom by SPI-sampling (Sediment Profile Imaging) and registrations of littoral communities by snorkeling:

In August 2014 SPI images (Sediment Profile Imaging) were taken of soft bottom at 29 stations in the outer Oslofjord. Most of the stations had a good condition (class 2), but three stations in the Hvaler area, as well as two new stations in Eksefjorden and Melbyfjord showed reduced conditions.

Frame registrations of littoral communities were undertaken at 16 stations in 2014. For most stations the results gave little evidence for enhanced levels of nutrients. Generally there has been a decline in the number of registered species/taxa from 2007 to 2014 at station G3 at Horten and G17 south of Moss, while at G15, Kambo and G20, Hankø there has been a relatively steady increase. At several of the stations there was a marked presence of the alien species Pacific oysters.

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 2014 gjennomført undersøkelser av vannmasser på 15 stasjoner og sedimentprofil-fotografering på bløtbunn på 29 stasjoner. På hardbunn er det gjort rammeregistreringer i strandsonen på 16 stasjoner og enklere strandsoneundersøkelser på 4 stasjoner i Hvalerområdet er utført for Borregaard AS.

Det produseres årlige fagrapporter fra undersøkelsene av vannmasser og beregning av tilførsler i Ytre Oslofjord. Det utarbeides også egne årlige fagrapporter for bunnundersøkelsene. Fagrapportene er holdt i en enkel form med presentasjon av metodikk, omfang av prøvetaking og resultater. Nærmere vurdering av resultatene for 2014 blir gjort i denne årsrapporten.

De fysiske og kjemiske forholdene i Oslofjordsystemet er i stor grad påvirket av prosesser utenfor området, hvor hendelser i Nordsjøen og Skagerrak i enkelte år og perioder av året kan ha stor betydning. Samtidig vil tilførsler med elvene i perioder av året med høy vannføring være styrende for miljøbetingelsene i Oslofjorden og tilstøtende fjorder. Til sammen er dette viktige forhold for den biologiske tilstanden og utviklingen i fjordsystemet.

2. Program

All metodikk som ble brukt ved overvåkingen er nærmere beskrevet i de to fagrapportene for hhv. vannmasse- og bunnundersøkelser (Naustvoll et al. 2015, Gitmark et al. 2015).

2.1 Tilførsler

Miljødirektoratets elvetilførselsprogram RID (Skarbøvik et al. 2014) har pågått siden 1990 og har fulgt 10 «hovedelver» i Norge med månedlige analyser av konsentrasjonene av ulike vannkjemiske komponenter i hele perioden. Trendene i elvetilførslene oppdateres årlig etter hvert som nye data kommer til. For Ytre Oslofjord er det rapportert data for Glomma, Drammenselva, Numedalslågen og Skienselva for 1990-2013.

Modellerte tilførsler til Ytre Oslofjord for 2013 er basert på resultater fra NIVAs TEOTIL-modell. Modellen benyttes hvert år i et prosjekt under Statlig program for forurensningsovervåking der man følger utviklingen i hva ulike kilder bidrar med når det gjelder utslipp til kystområdene. Modellen brukes også som et verktøy for å estimere tilførsler av næringssalter fra områder som ikke favnes av overvåkingen av elver i det statlige elvetilførselsprogrammet (RID).

2.2 Vannmasser

Innsamling innen hovedprogrammet er foretatt av Havforskningsinstituttet med FF G. M. Dannevig, mens innsamlingen av vannprøver for kjemiske og biologiske analyser knyttet til opsjon i Hvaler for Borregaard, er foretatt av NIVA. Stasjoner og tidspunktene for undersøkelsene er gitt i Tabell 1 og Tabell 2. Ved stasjon ID-3 (Gullvik i Iddefjorden) ble prøvetakningen startet i juni 2014.

Tabell 1. Datoer for undersøkelser av stasjoner i Ytre Oslofjord-programmet 2014.

Randsonen	FF G.M. Dannevig						
OF 5	16.jan	09.feb	16. jun	05.jun	18. aug	28. Sept	15. nov
OF-1	15.jan	08.feb	15.jun	04.jul	17.aug	25.sept	15.nov
Frierfjorden (BC-1)	14.jan	07. feb	14.jun	03.jul	16.aug	24.sept	13. nov
Drammenfjorden (D-3)	(16.jan*)	09. feb	16. jun	05. jul	18. aug	29.sept	15. nov
Drammensfjorden (D-2)	16.jan	09. feb	16.jun	05. jul	18. aug	29.sept	15. nov
Larviksfjorden (LA-1)	15.jan	07. feb	14.jun	03. jul	16. aug	24. sept	13.nov
Sandefjord (SF-1)	14. jan	07. feb	14.jun	03. jul	16. aug	24. sept	13.nov
Vestfjord (TØ-1)	16.jan	07. feb	15.jun	03.jul	16. aug	02.okt	13.nov
Kippenes (MO-2)	15.jan	08.feb	16.jun	04.jul	17. aug	28.sept	15.nov
Leira (Ø-1)	15.jan	08.feb	16.jun	04. jul	17.aug	30.sept	14.nov
Ramsø (I-1)	15.jan	08. feb	15.jun	04.jul	17.aug	30.sept	14.nov
Ringdalsfjorden (RA-5)	15.jan	08. feb	15.jun	04.jul	17.aug	01.okt	14.nov
Haslau (S-9)	15.jan	08.feb	15.jun	04.jul	17.aug	01.okt	14.nov
Kjellvik (ID-2)	15.jan	08. feb	15.jun	04.jul	17.aug	01.okt	14.nov
Mossesundet (MO-1)	15.jan	08.feb	15.jun	04.jul	17.aug	28.sept	15.nov
Gullvik (ID-3)	-	-	15. jun	04.jul	17.aug	01 okt	14.nov

(*) i januar var det problem med is ved stasjonen (dato gitt i parentes). Ved isdekke vil prøvetakning ikke kunne gjennomføres fordi skipet ikke er klasset for å gå i is.

Tabell 2. I 2014 ble det på oppdrag fra Borregaard AS foretatt 2 ekstra undersøkelser i Hvalerregionen ved 3 stasjoner.

Hvaler	NIVA	
Leira (Ø-1)	21 mai	23 okt
Ramsø (I-1)	21 mai	23 okt
Haslau (S-9)	21 mai	23 okt

Sensordata fra Ferrybox er samlet inn fra 4m dyp i området fra svenskegrensen og inn til Drøbak i 2014. I juli har vi ikke data grunnet en feil på vannpumpen ombord. Dataene er kvalitetssikret manuelt og klorofyll a fluorescens ble kalibrert med vannprøver fra hele året der klorofyllkonsentrasjon ble bestemt både spektrofotometrisk og med HPLC.

2.3 SPI-foto

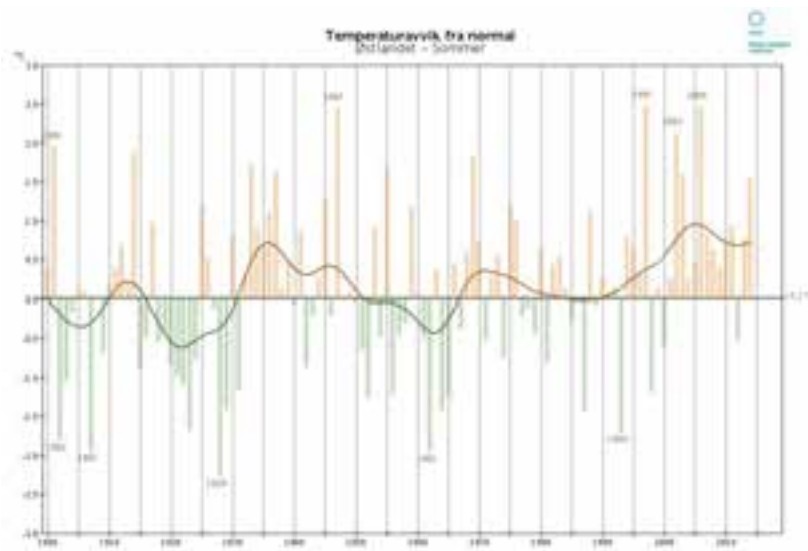
Feltarbeidet med sedimentprofil-fotografering (SPI) ble utført 19. til 21. august 2014. Til arbeidet ble UiO's forskningsfartøy «Trygve Braarud» benyttet. Det ble tatt SPI-bilder på 29 stasjoner i hele Ytre Oslofjord, hvorav noen stasjoner ikke er undersøkt tidligere. Den grunneste stasjonen var 22m dyp, mens den dypeste var 450m.

2.4 Hardbunnsundersøkelser

I alt ble det foretatt rammeregistreringer av dyr og alger på faste flater i strandsonen på 16 stasjoner i 2014. Med strandsonen menes littoralsonen (fjæra) og øverst i sublittoralsonen (sonen under lavvannsmærket). Stasjonene er tidligere blitt undersøkt i 2010, 2009 og 2007 (ikke alle stasjonene er undersøkt hvert av årene).

3. Klimatiske forhold i 2014

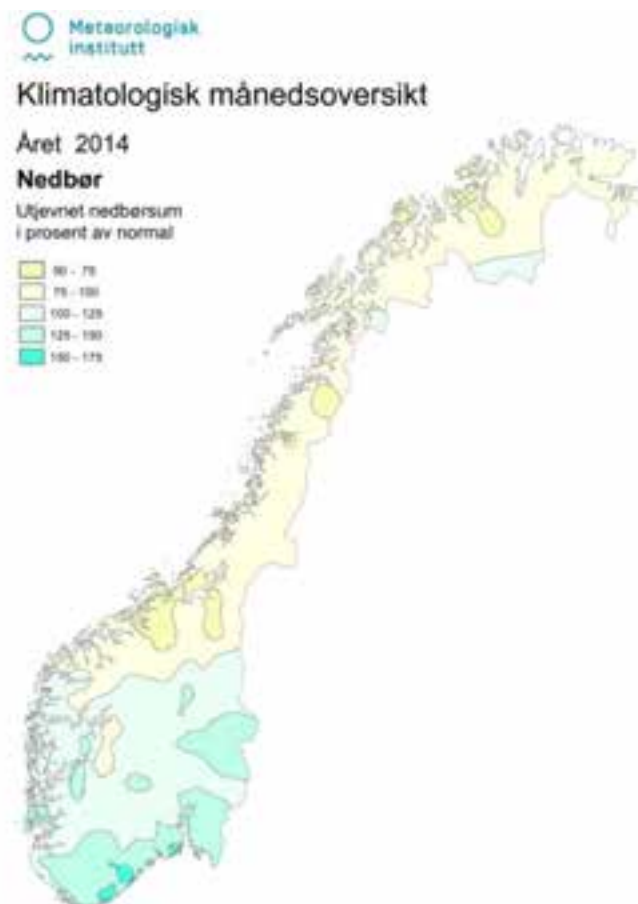
Gjennomsnittstemperaturen for hele landet i 2014 var 2,2 °C over normalen, og året ble det varmeste i en serie som går tilbake til 1900 (www.met.no). Met.no angir at det har vært en overordnet tendens til økende lufttemperatur på Østlandet de siste 20 år sammenlignet med gjeldende normalperiode (1961-1990). Det er store mellomårlege variasjoner og overordnede tendenser avtegnes kun ved å betrakte utviklingen over en lengere tidsperiode. Hele sommeren 2014, men spesielt juli, var varm på Østlandet (Figur 1).



Figur 1. Temperaturstatistikk for sommeren (1900-2014) på Østlandet, hentet fra met.no.

Nedbøren var svært nær normalen. Relativt våtest var det på Sørlandet og sørlige strøk på Østlandet med 140-170 % av normalen (Figur 2). Det var lite nedbør i juni, men i Oslo førte et kraftig regnvær den 27. juni til nye rekorder for området. Målingene startet på Blindern i 1937, og i løpet av døgnet 27. juni ble både den gamle døgnsrekorden og timesrekorden slått med god margin. På kysten var det lite nedbør i juli, men innlandet fikk ganske mye nedbør. I perioden september-november var deler av Østlandet våtest

med opp mot 175 % av normalen. Vinteren var varm på Østlandet og nedbøren var 120 % av normalen for hele landet. Klimastatistikken for sommeren på Østlandet angir at nedbøren i 2014 havnet på normalen.

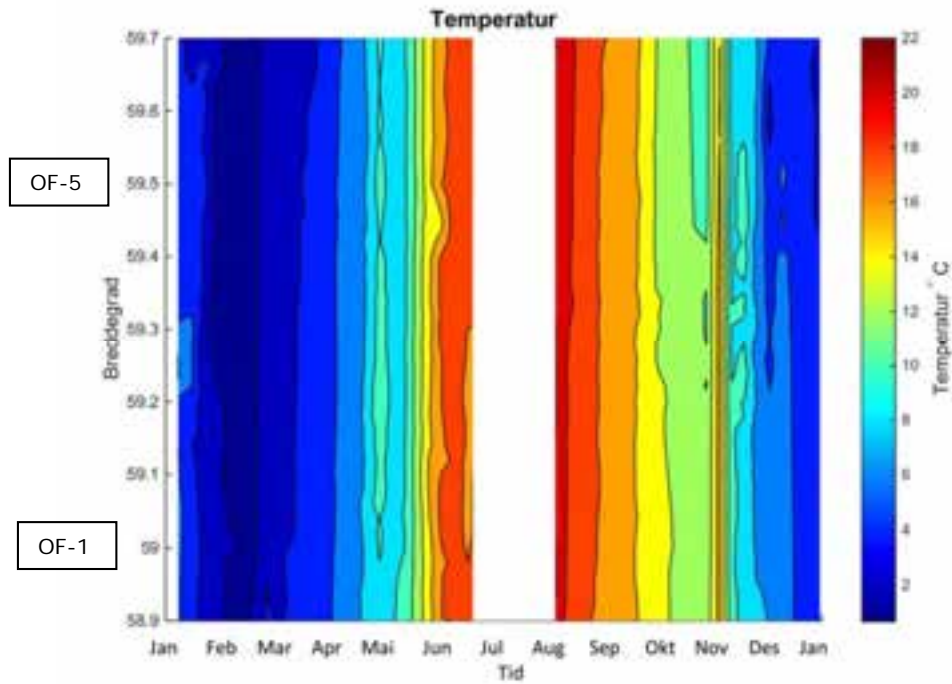


Figur 2. Nedbør i prosent i 2014 i forhold til normalen for 1961-1990 (met.no).

3.1 Sjøtemperaturer

Den varme sommeren i 2014 hadde naturlig nok effekter på sjøtemperaturen. Temperaturene i overflaten i Skagerrak og Nordsjøen lå over langtidsmiddelet (1970-90) gjennom hele 2014. I tillegg til at både Nordsjøen og Skagerrak har vært varmere enn normalt i alle årets måneder, så har det også vært spesielt varmt i enkeltmåneder. Juli hadde 2-3 grader over normalen for hele området sett under ett. I Skagerrak var spesielt perioden juli-november varm med opptil 5 grader over normalen. (kilde: Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie).

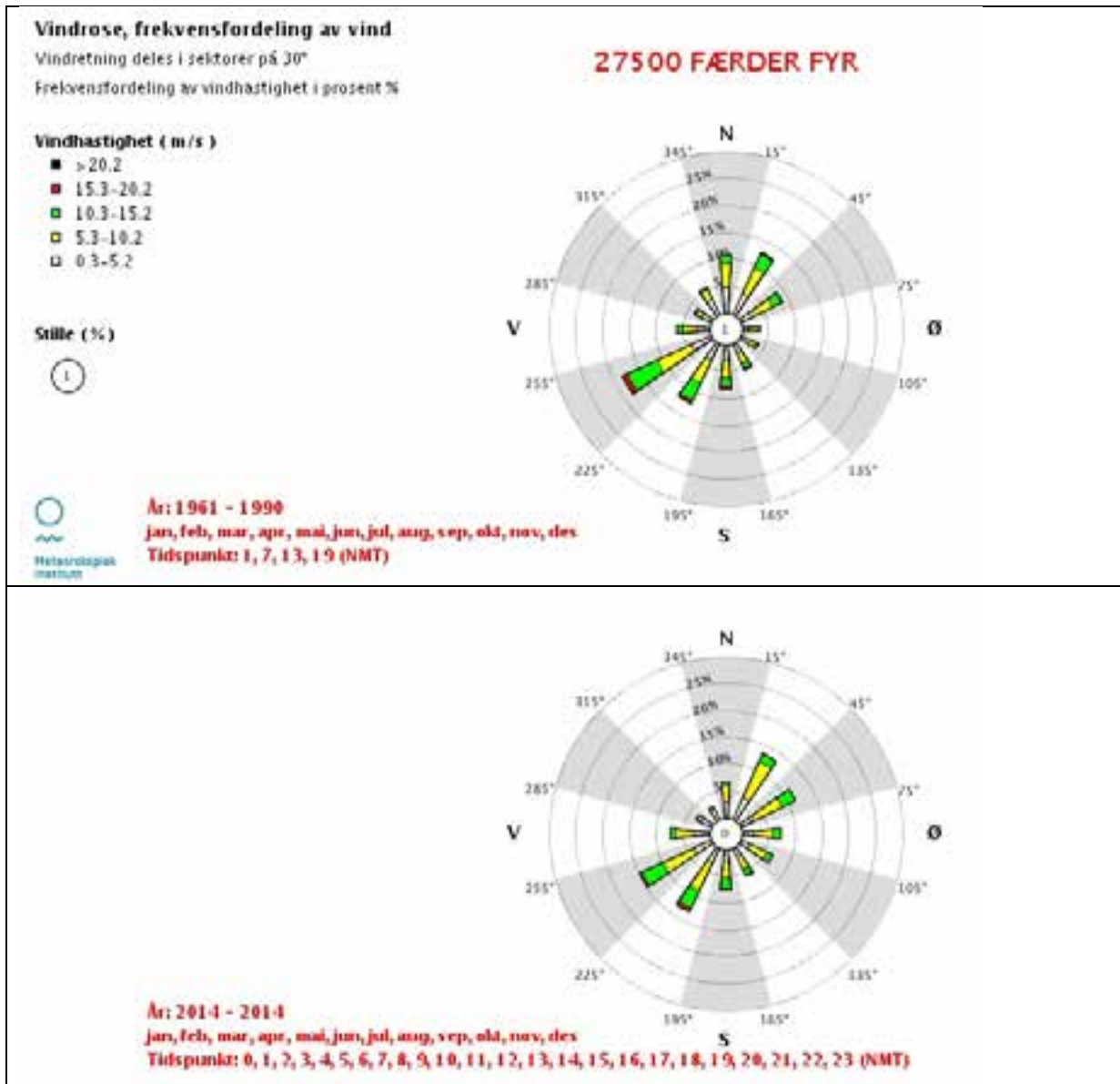
Havforskningsinstituttets daglige målinger av sjøtemperaturen på 1 m dyp i Flødevigen siden 1919 (og kontinuerlig måling siden 2009) gir en unik mulighet til å studere den langsiktige utviklingen. I juli 2014 ble det målt i overkant av 24 grader i sjøvannet om ettermiddagen, men dette er ikke direkte sammenlignbart siden man kun målte på formiddagen før 2009. Hvis vi sammenligner formiddagstemperaturene må man helt tilbake til 1953 for å finne en like høy temperatur, men det var flere varme dager i 2014 enn i 1953. I 1997 var det også ekstremt varmt sjøvann og da var den varme perioden svært lang med 63 dager over 18 grader i sjøen mot 28 i 2014. Beskrivelsen av ekstremt høye sjøtemperaturer i 2014 antas å være gyldig for hele Skagerrakkysten. Ferryboxmålingene gir et godt bilde av overflatetemperaturer (4m dyp) og den varme sommeren og høsten i overvåkingsområdet (Figur 3).



Figur 3. Konturplott av temperatur på 4m dyp i 2014. Data er vist for området fra grensen mot svensk farvann og opp til Drøbak. Data fra Ferrybox.

3.2 Vindforhold

Vindstatistikken (Figur 4) viser de typiske hovedretningene med vind fra sør/sør-vest eller nord/nordøst. Vindrosa for 2014 antyder noe mer innslag av østlige vinder i 2014 enn normalt. Lite vind fra nord, men desto mer fra nordøstlig/østlig/sørøstlig retning.



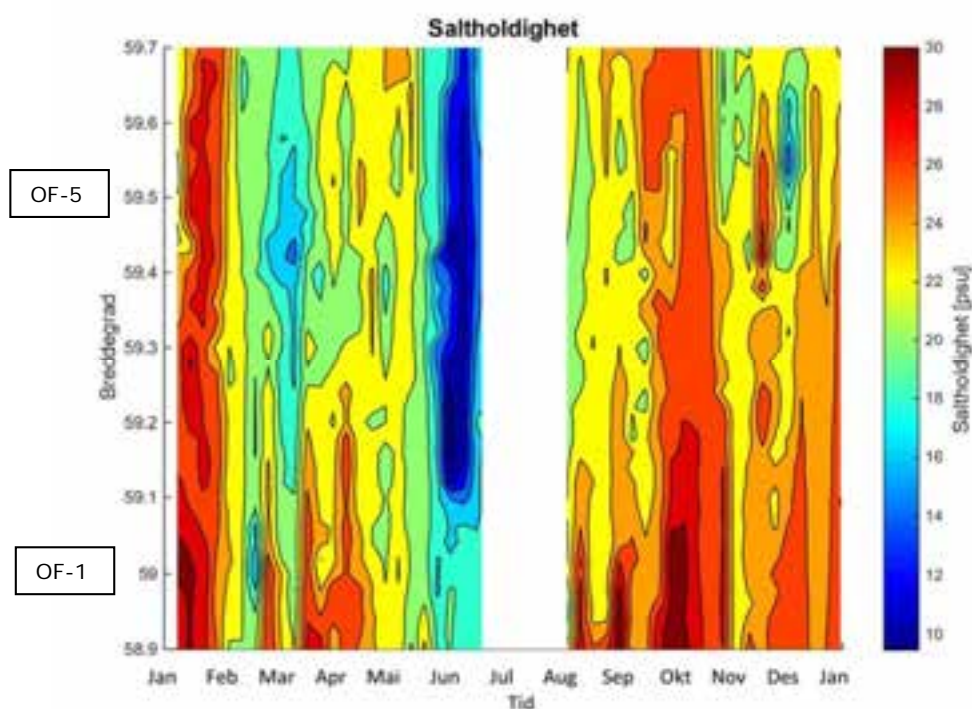
Figur 4. Vindrose for Færder Fyr viser fordelingen gjennom hele året.. Øverst vises 30 års normalen (1961-1990). Nederst viser statistikken for 2014.

Dersom klimatiske endringer gir endret stofftransport med elvene vil dette kunne ha effekter på produksjonsforholdene i sjøen. Endrede temperaturforhold i sjøen gir også endrede levekår for mange arter. Dersom klimaendringer gir økt stofftransport kan dette indirekte kamuflere effekten av kostbare utslippsbegrensende tiltak på landsida. Trendene for stofftransporten i elvene i vårt område gjennom de siste 20 år er nærmere omtalt i neste kapittel.

I Ytre Oslofjord vil perioder med ferskt overflatevann være knyttet til stor avrenning og kraftige nedbørsperioder, og en samtidig økning av næringssaltkonsentrasjonene i vannet. Fra **Figur 5** kan vi se at vi i 2014 hadde slike perioder både vår og høst, men spesielt omfattende i juni. Den kraftige vårflommen i 2014 er antagelig hovedårsak til det ferske overflatevannet i juni.

Normalt kulminerer vårflommen i første halvdel av mai i Skiensvassdraget og Numedalslågen. I Drammensvassdraget og Glomma kulminerer vårflommen normalt fra midten av mai og fram til slutten av juni måned (nve.no).

Værforholdene under snøsmeltingen er helt avgjørende for hvordan vårflommen utvikler seg. Det er de siste årene flere eksempler på at mye nedbør under snøsmeltingen, kan føre til skadeflom i vassdrag selv om det er lite snø. På den annen side er det også eksempler på at store snømengder ikke har medført større vårflokk enn normalt hvis det har kommet lite nedbør og moderat varme i smelteperioden (nve.no).



Figur 5. Saltholdighet på 4m dyp i 2014. Data er vist for området fra grensen mot svensk farvann og opp til Drøbak. Data fra Ferrybox.

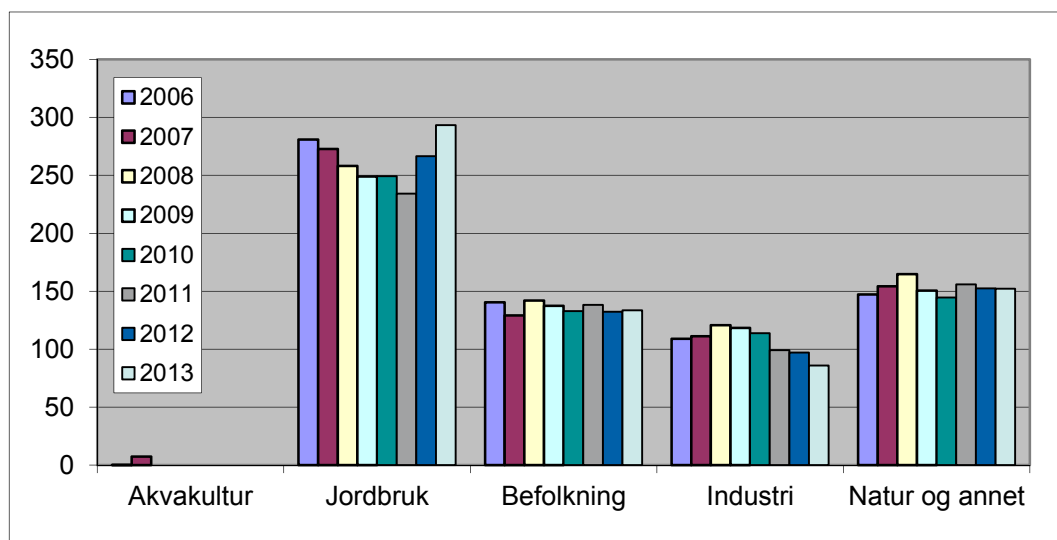
3.3 Beregnede kildefordelte tilførsler

På grunn av de bakenforliggende rutiner knyttet til datarapportering og bearbeiding av data er det kun data fra 2013 som er tilgjengelig for denne rapporten. Data fra kilderegistrene er bearbeidet i TEOTIL som tidligere år og viste ingen dramatiske endringer i 2013.

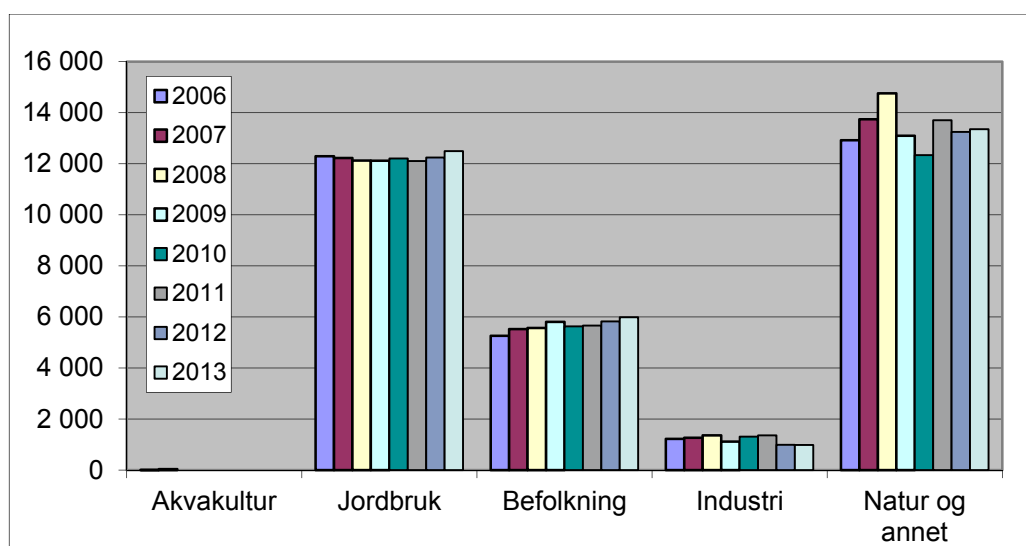
Jordbruk er den største enkeltkilden for tilførsler av både menneskeskapt fosfor og nitrogen (hhv. Figur 6 og Figur 7). Befolkning og industri bidrar nesten like mye til tilførslene av fosfor, mens befolkning er en vesentlig større nitrogenkilde enn industri. Dette bildet endrer seg ikke mye fra år til år selv om verdiene for de enkelte kildene varierer noe mellom de ulike årene.

Tilførsler fra industrien på Hurum (Vassdragsområde 010) er fortsatt relativt høye isolert sett når det gjelder fosfor selv om Sødra Cell Tofte AS stengte i august 2013. Sødra Cell rapporterte om tilsvarende utslipp av fosfor til vann i 2013 som i 2012 (Figur 8). Tilførslene til Indre Oslofjord er også vist på kartene

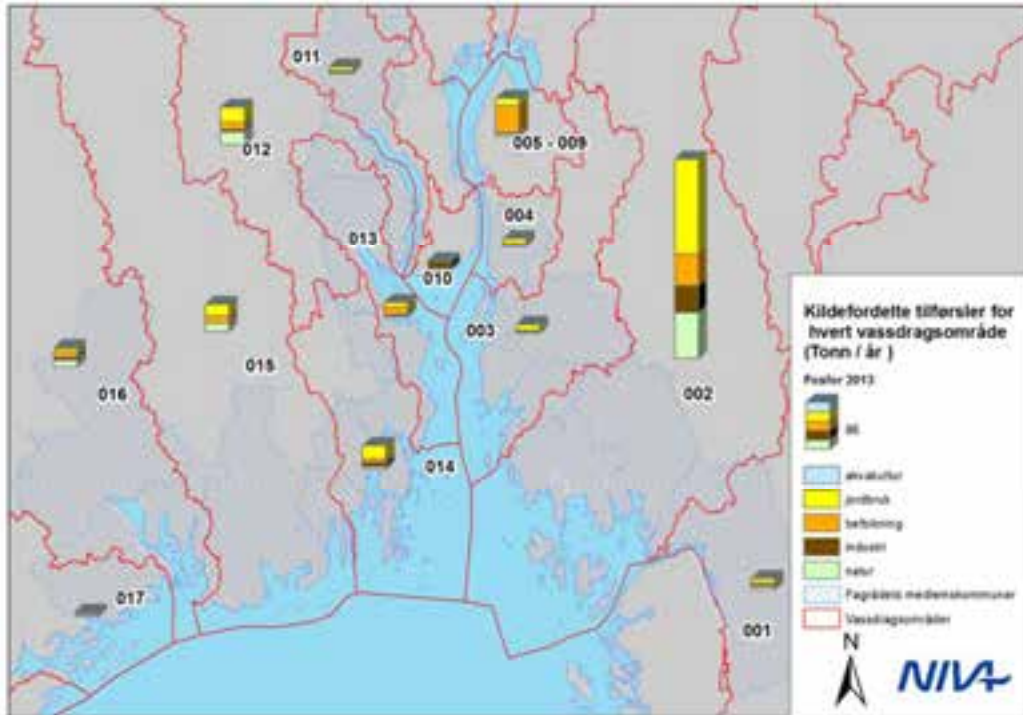
og er dominert av avløp fra befolkning på grunn av de store befolkningskonsentrasjonene i nedbørfeltet (Figur 8 og Figur 9).



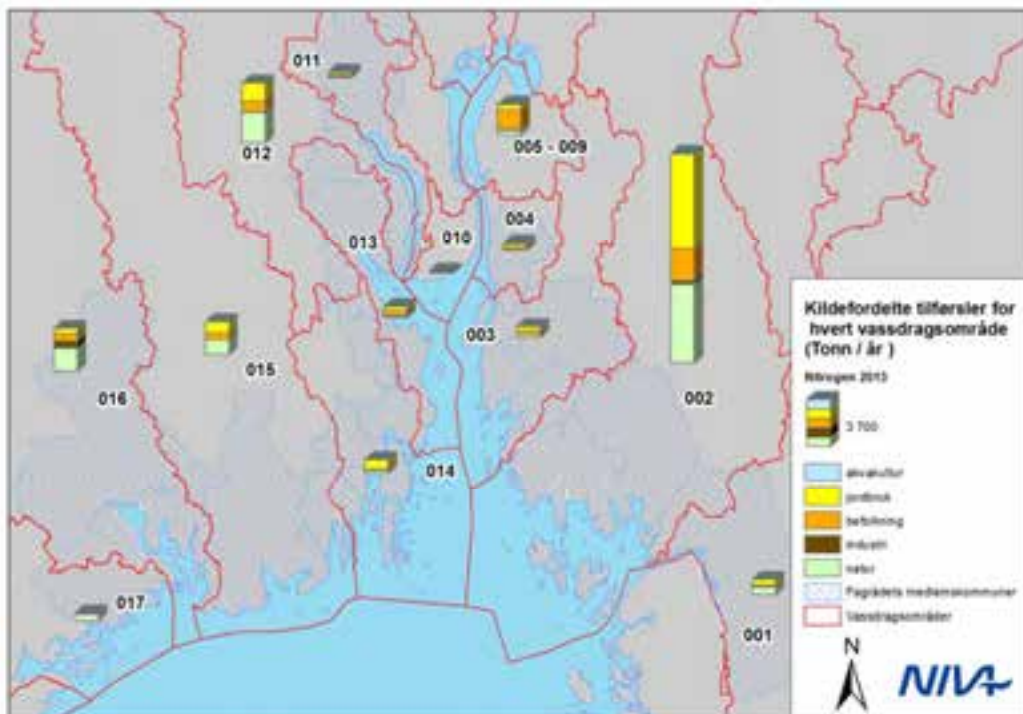
Figur 6. Teoretisk beregnede kildefordelte tilførsler av fosfor (tonn/år) til Ytre Oslofjord fra landområdene som drenerer direkte til Ytre Oslofjord. Dette inkluderer avløpsanlegg og industrianlegg med direkte utslipp til fjorden, men tilførsler fra Indre Oslofjord og langtransport med havstrømmene inngår ikke.



Figur 7. 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 8. 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 9. Fordeling av tilførsler av nitrogen 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.

3.4 Målte tilførsler via elver

Miljødirektoratets elvetilførselsprogram (Skarbøvik et al. 2014) har pågått siden 1990 og har fulgt 10 «hovedelver» i Norge med månedlige analyser av konsentrasjonene av ulike vannkjemiske komponenter i hele perioden. Trendene i elvetilførslene (Tabell 3) oppdateres årlig etter hvert som nye data kommer til.

Både Glomma, Drammenselva, Numedalslågen og Skienselva viser en økende tendens i vannføring, men det er kun for Glomma og Drammenselva at denne utviklingen er statistisk signifikant (Tabell 3).

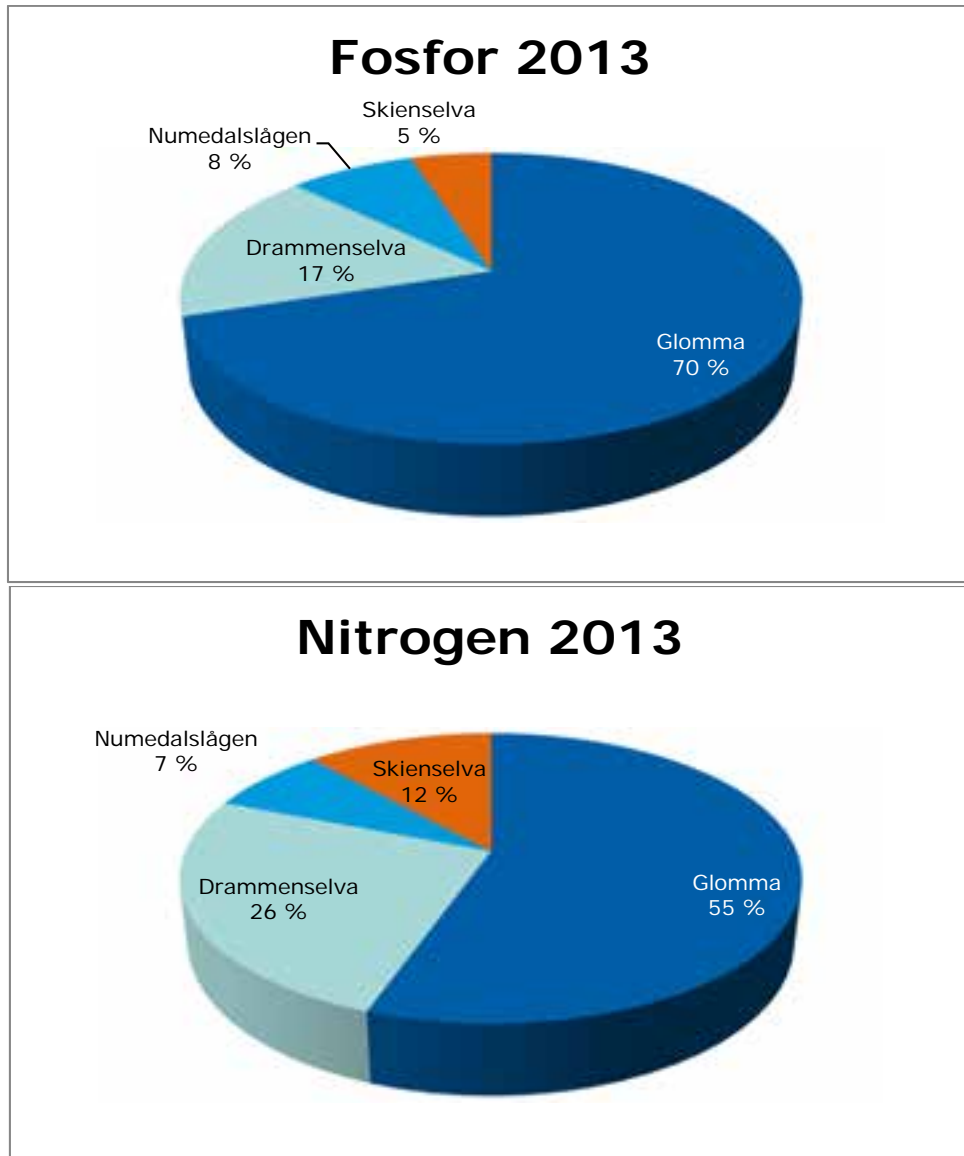
Tabell 3. Tilførsler til elver som overvåkes gjennom Miljødirektoratets elvetilførselsprogram (RID-Riverine inputs and direct discharges to Norwegian coastal waters) (etter Skarbøvik et al. 2014).

Tilførsler, langtids								
River	Q	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Tot-N	PO ₄ -P ⁽¹⁾	PO ₄ -P ⁽²⁾	Tot-P	SPM
Glomma								
Drammenselva								
Numedalslågen								
Skienselva								
	Nedadgående, signifikant ($p < 0.05$)							
	Nedadgående, men ikke signifikant ($0.05 < p < 0.1$)							
	Oppadgående, signifikant ($p < 0.05$)							
	Oppadgående, men ikke signifikant ($0.05 < p < 0.1$)							

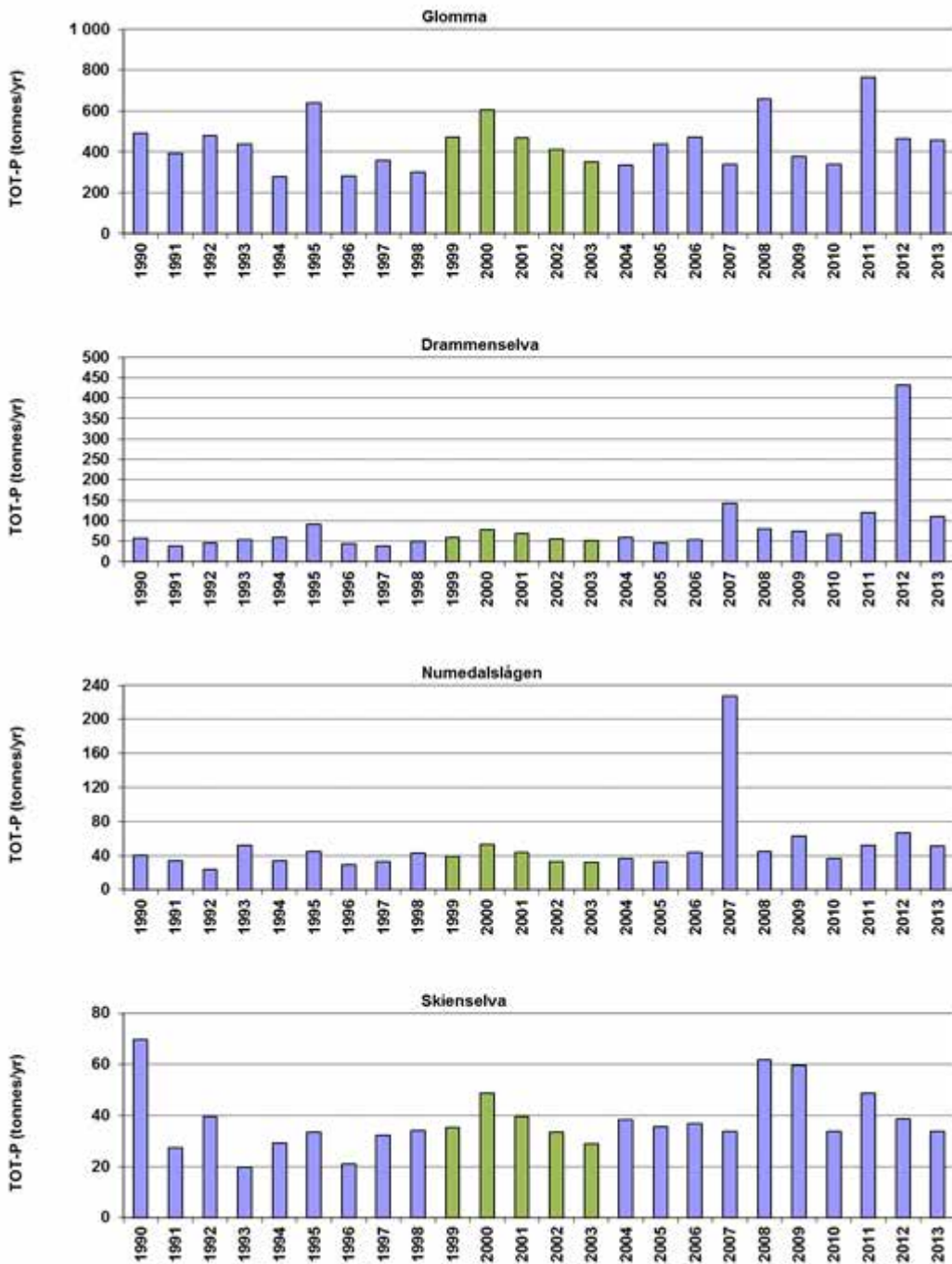
Tilførslene av totalfosfor og totalnitrogen er vist i Figur 11 og Figur 12 for alle de undersøkte årene. Det er få påvisbare trender når det gjelder tilførsler av fosfor i noen av disse elvene, men Numedalslågen viser en økende tendens for nitrogen, mens Skienselva viser en nedadgående tendens. For fosfor er det ingen påviselig trend i materialet. Variabiliteten i datamaterialet er stor slik at det blir vanskelig å påvise trender med månedlig prøvetaking.

Elvetilførselsprogrammet angir at de mellomårlege forskjeller i tilførsler av næringssalter og partikler i stor grad kan forklares med de mellomårlege forskjeller i vannføring (Skarbøvik et al. 2013).

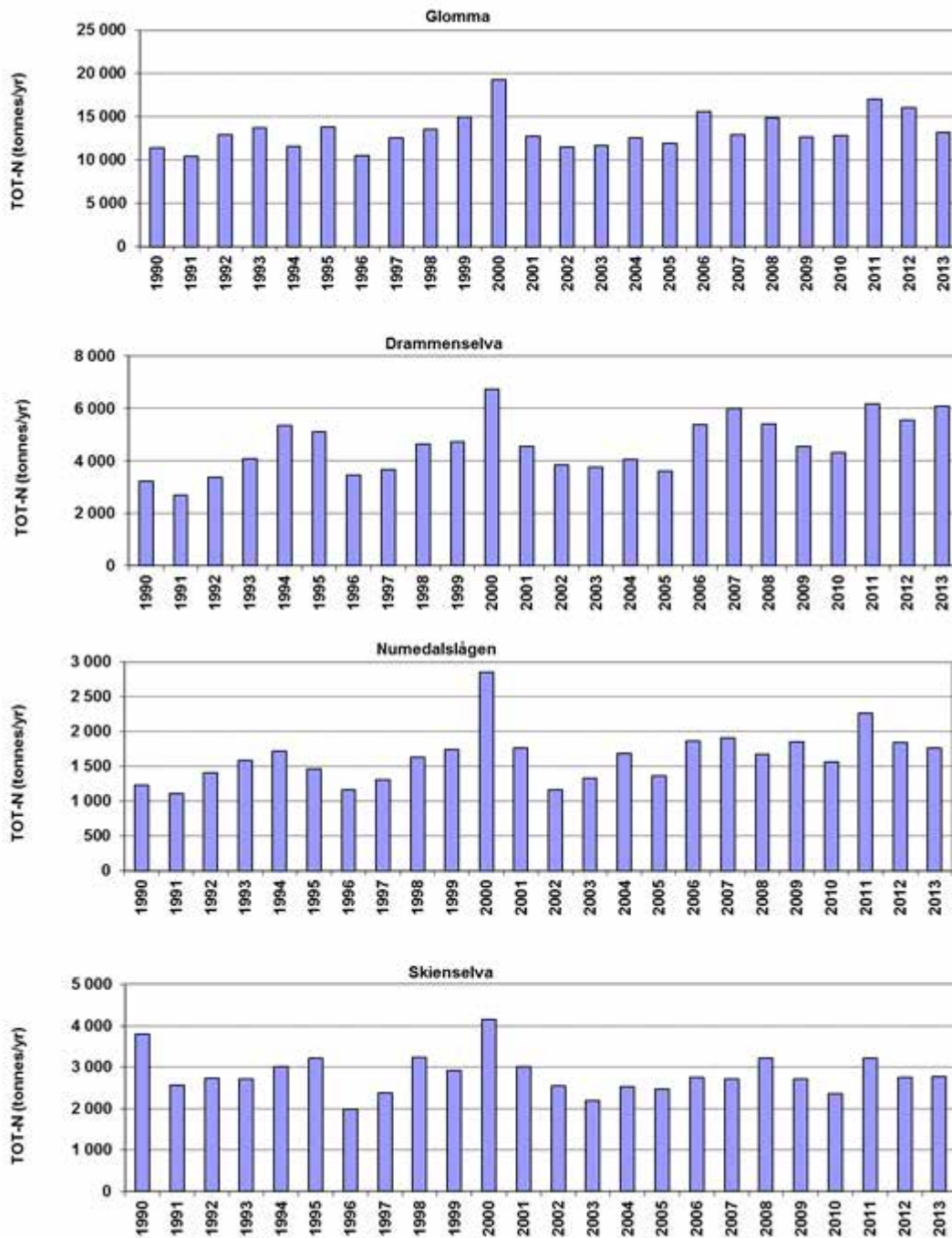
Glomma og Drammenselva er de største vassdragene og har også den største transporten av nitrogen og fosfor til Ytre Oslofjord (Figur 10). For fosfor dominerte Glomma fosfortransporten i 2013, men året før hadde Drammenselva og Glomma en mer likeverdig transport av fosfor (Skarbøvik et al., 2014).



Figur 10. Prosentvis fordeling av tilførsler av fosfor og nitrogen mellom de fire største vassdragene med avrenning til Ytre Oslofjord i 2013 (Data fra RID-programmet).



Figur 11. Tilførsler av total fosfor fra fire elver i perioden 1990 – 2013. Grønne kolonner angir år der opprinnelig datamateriale er erstattet med estimerte verdier pga. usikkerhet forbundet med de opprinnelige verdiene (sakset fra Skarbøvik et al. 2014). Merk ulik skala på y-aksene.



Figur 12. Tilførsler av total nitrogen fra fire elver i perioden 1990 til 2013. (sakset fra Skarbøvik et al. 2014). Merk ulik skala på y-aksene.

4. Næringsalter og planteplankton

4.1 Datagrunnlag

Ved tilstandsklassifisering av 2014-data er det i så stor grad som mulig fulgt de anbefalinger som er gitt i Veileder 02:2013 «Klassifisering av miljøtilstand i vann». For de fysiske/kjemiske parameterne tilfredsstiller 2014-programmet krav til data 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 2012-2014 som skulle vurderes samlet er det ulike innsamlingsdyp for de kjemiske parameterne. I 2012 ble kun 2 meters data innhentet og benyttet i klassifisering, mens man i 2013 og 2014 benyttet data fra 2 - 10 m. Ulike parameterdyp vanskeliggjør en samlet vurdering. Det er valgt å benytte 0 – 10 m data da dette er angitt dybdeintervall både i veileder 1997:3 (SFT) og Veileder 02:2013 og gir en mer robust tilstandsvurdering. Klassifiseringen som er gitt for 2014 anses som en foreløpig tilstandsvurdering i vente på 3 års sammenhengende data. I henhold til Veileder 02:2013 benyttes oksygendata fra dypeste dyp for tilstandsvurdering. Dataene skal samles inn i den perioden av året da oksygenkonsentrasjon er lavest. Når på året minimum inntreffer vil variere noe mellom fjordene, men er normalt på høsten, fra september til november.

For det biologiske kvalitetselementet klorofyll er det foretatt en klassifisering basert på SFT 1997:03. Årsaken til dette er at programmet for 2014 ikke tilfredsstiller de krav til data som er angitt i Veileder 02:2013, når det gjelder periode for innsamling og antall prøver som er nødvendig for de gitte statistiske beregningene. I år er det foretatt en samlet vurdering av stasjonene for de ulike periodene. Vurderingen er gjort i henhold til de kriterier som er gitt i SFT 1997:03 og Veileder 02:2013.

4.2 Tilstandsklassifisering av Ytre Oslofjord 2014

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 generelt bedre miljøforhold enn de som ligger lengre inn i sidefjordene. Klassifiseringen for stasjonene som inngikk i programmet for 2014 er gitt i Tabell 4.



Figur 13. Vannmassestasjoner som er undersøkt i 2014.

Tabell 4. Miljøklassifisering for stasjonene i Ytre Oslofjord basert på 2014 data. Data fra de øvre 10 meter er benyttet slik angitt i Veileder 02:2013. For oksygen er det benyttet høstverdier i henhold til anbefaling i Veileder 02:2013. For klorofyll a er klassifiseringssystem gitt i SFT 1997:03 benyttet. Det er foretatt korrigering for saltholdighet. «x» – ingen data pga. sen oppstart av stasjonen. Samlet vurdering er basert på kriteriet 'dårligste tilstand fastsetter samlet tilstand' (Veileder 02:2013, SFT 1997:03).

Stasjon	Sesong	Nitrat (µg/l)	Fosfat (µg/l)	Tot P (µg/l)	Tot N (µg/l)	Klorofyll a (µg/l)	Oksygen** (ml/l)	Siktdyp (m)*	Samlet vurdering
Torbjørnskjær OF-1	Sommer	22,3	2,8	11,6	291	1,5	4,4 (440)	9	II
	Vinter	105	15,1	21,4	301				II
Frierfjorden BC-1	Sommer	135,8	5,6	14	367	2,8	0,2 (90)	4,3	V
	Vinter	186	9,7	14,7	343				III
Larviksfjorden LA-1	Sommer	10,8	3	12,8	263	2,1	4,5 (100)	6	II
	Vinter	130	14,3	21,3	359				III
Sandefjordsfjorden SF-1	Sommer	7,5	3,5	12,5	285	2,2	3,9 (60)	6	II
	Vinter	118	15	20,8	314				II
Vestfjorden TØ-1	Sommer	37	7,7	14,6	339	2,7	3,6 (40)	6	III
	Vinter	148	17,7	22,5	309				III
Indre Drammensfj. D-3	Sommer	150,2	4,5	12,6	363	4,6	0,3 (90)	3,3	V
	Vinter	255,9	2,9	7,7	411,5				III
Midtre Drammensfj. D-2	Sommer	145,9	6,1	14,4	372	5,1	0,4 (115)	4	V
	Vinter	267,6	3,6	9,5	430				III
Breiangen OF-5	Sommer	32	3,7	11,7	251	3,1	3,1 (190)	5,7	III
	Vinter	131,7	13,4	17,4	271				III
Kippenes MO-2	Sommer	50,8	4,1	14	257	2,8	3,4 (95)	4,6	III
	Vinter	121,4	15,9	19,5	259				II
Leira Ø-1	Sommer	27,5	4,1	11,6	225	1,1	4,3 (45)	4,7	III
	Vinter	105,2	14,9	19,5	236				II
Ramsø I-1	Sommer	67,6	4,5	18,4	394	2,3	2,2 (50)	2,7	IV
	Vinter	120,8	14,4	19,2	288				II
Haslau S-9	Sommer	36,4	3,4	14,9	294	4,1	3,8 (90)	4	II
	Vinter	137,6	16	21,2	296				II
Ringdalsfjorden RA-5	Sommer	114,6	4,9	15,4	381	3,1	1,7 (30)	3	IV
	Vinter	286	10,8	21,3	565				IV
Iddefjorden/Kjellvig ID-2	Sommer	156,5	6,8	13	401	2	0,2 (30)	3	V
	Vinter	256	8,8	18,9	588				IV
Iddefjorden/Gullvik ID-3	Sommer	193,6	10,2	16,4	434	1,1	0,2 (25)	2,7	V
	Vinter	X	X	X					X

* resultatene vil være svært avhengig av lysforholdene den aktuelle dagen, blant annet tidspunkt på dagen for prøvetaking.

** i parentes er prøvetakingsdyp angitt

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

4.2.1 Frierfjorden og de vestlige deler av ytre Oslofjord

Inne i Frierfjorden har det over mange år blitt registrert noe forhøyede nitrogenkonsentrasjoner. I 2014 ble det målt konsentrasjoner av nitrat og total-nitrogen som resulterte i «moderat» (III) tilstandsklasse for nitrat både sommer og vinter og for total-nitrogen på sommeren. Sammenlignet med 2013 er tilstanden redusert med en klasse for nitrat i 2014. For fosfat og total-fosfor er det derimot en bedring i tilstandsklassen fra 2013 og den var i 2014 «svært god» eller «god» (I-II).

På grunn av flere terskler ut mot åpen kyst har Frierfjorden en utfordring når det gjelder oksygenkonsentrasjon i bunnvannet. Det ble ikke registrert noen utskiftning av bunnvann i 2013/2014 noe som resulterte i en reduksjon i tilstandsklassen for oksygen og i 2014 var den «svært dårlig» (V).

I Sandefjordsfjorden er forholdene bra og de kjemiske parameterne er i klasse «god» eller «svært god». Sammenliknet med 2013 er det kun små endringer i tilstand. For Larviksfjorden og Vestfjorden er det en reduksjon i tilstandsklassen for nitrat, og for Vestfjorden også fosfat, i 2014. For begge fjordene kom

nitrat ut med «moderat» tilstand om vinteren og for Vestfjorden også om sommeren. I Vestfjorden var det «moderat» tilstand basert på fosfat, dårligere enn det som har vært registrert de tidligere årene.

Alle stasjonene viser bedring i siktdyp og tilstanden varierer i 2014 mellom «moderat» og «god». Foruten oksygenforholdene i Frierfjorden, viser de øvrige stasjonene i området «god» tilstand. Klorofylltilstanden i hele området var «god» i 2014.

I Grenlandsfjordene undersøkes vannmassene på 2 stasjoner under det nasjonale ØKOKYST-programmet. Resultater fra 2014 er ikke tilgjengelige ved utgivelsen av foreliggende rapport, men vi har her valgt å presentere resultater fra 2013 for disse stasjonene (Tabell 5).

Tabell 5. Tilstandsvurdering av «Håøyfjorden» og «Breviksfjorden» basert på 2013-data fra det nasjonale overvåkingsprogrammet ØKOKYST i regi av Miljødirektoratet. Tilstandsvurdering basert på 2014 vil foreligge i løpet av mai 2015. For tilstandsvurderingene er metode og kriterier i Veileder 02:2013 benyttet, med unntak av tidsperiode for tilstandsvurdering.

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)*	Samlet vurdering
Frierfjorden (2014)	Sommer	135,8	5,6	14	367	2,8	0,2	4,3	V
	Vinter	186	9,7	14,7	343				III
Håøyfjorden (2013)	Sommer	20	4,8	12,4	243	7,7	4,2	5,3	III
	Vinter	111	16,8	22,6	290				II
Breviksfjorden (2013)	Sommer	31	3,9	12,3	231	5,4	3,5	4,3	IV
	Vinter	125	15	21	305				II

For Håøyfjorden og Breviksfjorden var det en betydelig forbedring i oksygenforholdene i 2013. I Håøyfjorden var oksygenforholdene «svært dårlige» i 2012, men de i Breviksfjorden var «Moderate». For Breviksfjorden varierer forholdene mellom «god» og «moderat», mens det i Håøyfjorden forventes en betydelig forverring av forholdene i 2014, da denne fjorden ofte har dårlige oksygenforhold i bunnvannet på grunn av flere grunne terskler ut mot Skagerrak. SPI-undersøkelsene viste god tilstand på bunnen i 2014 (se kap. 5), noe som antagelig henger sammen med oksygenforholdene året før.

I Håøyfjorden var næringssaltforholdene på sommeren omtrent som tidligere og tilstanden anses som «god» (II) for næringssalter. I Breviksfjorden har man over flere år målt forhøyede nitrat-konsentrasjoner og forholdene i 2013 var «moderate». For øvrige næringssalter var tilstanden «god» og samlet sett var tilstanden i 2013 «god» også i Breviksfjorden. I både Breviksfjorden og Håøyfjorden har man enkelte år registrert forhøyede konsentrasjoner av total nitrogen, men det var ikke tilfelle i 2013.

Sammenlignet med stasjonen i Frierfjorden er forholdene bedre lengre ut i Grenlandsfjordene. Dette er normalt for området og skyldes forbruk av næringssalter etter hvert som vannet transporteres utover i fjordsystemet. Lengre oppholdstid av overflatelaget i vekstsesongen gir bedre forhold for biomasseøkning i planteplanktonet og et økt forbruk av næringssaltene.

4.2.2 Indre deler av Ytre Oslofjord

Den indre delen av Ytre Oslofjord består av stasjoner i Drammensfjorden, Breiangen og ved Kippenes nord i Mossesundet. Dette er svært ulike områder med hensyn til topografi, tilførsel av ferskvann og vannsirkulasjon.

Ved alle stasjonene kom nitrat i tilstandsklassen «moderat» sommer og vinter, med unntak av Kippenes der tilstanden vinterstid var «god». For total-nitrogen var tilstanden «moderat» i Drammensfjorden.

For fosfat og total fosfat var tilstanden «god» til «svært god», med unntak av sommerperioden i midtre Drammensfjorden der tilstanden for begge parameterne var «moderat».

Oksygenforholdene i Drammensfjorden er «svært dårlige» (V), en forverring av forholdene siden 2013. Ved de to øvrige stasjonene i området (Breiangen og Kippenes) var tilstanden «moderat» (III), også det en reduksjon i tilstand sammenlignet med 2013.

For det biologiske kvalitetselementet klorofyll var begge stasjonene i Drammensfjorden i «moderat» tilstand, mens de to andre stasjonene hadde «god» tilstand.

Siktdypet varierte mellom «dårlig» og «moderat» i de indre deler av Ytre Oslofjord.

4.2.3 Hvalerområdet

I Hvalerområdet er det en gradient i miljøtilstanden fra de ytre og åpne områdene og innover i Hvaler. Ved Leira var det «god» eller «svært god» tilstand for de ulike kjemiske og biologiske parameterne, med unntak av nitrat som i sommerperioden viste «moderat» tilstand. På oppdrag fra Borregaard AS er det foretatt to ekstra tokt på de tre stasjonene ved Hvaler (Ramsø, Haslau, Leira).

På grunn av topografiske forhold og vannsirkulasjon er forholdene generelt dårligere ved Ramsø enn Haslau, som er mindre påvirket av Glomma. I 2014 var den kjemiske tilstanden ved Ramsø «dårlig» på grunn av forhøyede nitratkonsentrasjoner på sommeren (juni). Total fosfat og nitrogen var i tilstandsklassen «moderat» i sommerperioden. Om vinteren varierte de kjemiske parametere mellom «svært god» og «god».

Ved Haslau var det konsentrasjonene av nitrogen som trakk ned tilstanden til «moderat» både i sommer- og vinterperioden. De øvrige kjemiske parameterne var i tilstandsklassen «god» til «svært god».

De tre stasjonene i Ringdalsfjorden og Iddefjorden hadde «dårlig» eller «moderat» tilstand for nitrat og total-nitrogen. For total-fosfat var det «moderat» tilstand i alle perioder med unntak av sommerperioden ved Kjellvig i Iddefjorden da det var «god» tilstand. For fosfat varierte forholdene mellom «svært god» og «moderat» for de tre stasjonene, med best tilstand ved Ringdalsfjorden. Sammenlignet med 2013 er nitrogenforholdene noe forverret i 2014 med reduksjon i tilstandsklassen for nitrat, mens fosfatforholdene generelt er bedre, spesielt i Ringdalsfjorden.

Oksygentilstanden i Iddefjorden var «svært dårlig», mens den var «dårlig» i Ringdalsfjorden og ved Ramsø. Sammenlignet med 2013 er det redusert tilstand for oksygen ved Leira og uforandret ved Haslau da begge stasjonene kom i tilstandsklassen «god» i 2014.

Klorofylltilstanden var «svært god» eller «god» med unntak for Haslau som var «moderat». Siktdypet var derimot «dårlig» i hele Hvalerområdet unntatt ved Leira hvor det var «moderat».

4.2.4 Ytre, åpne fjordområder

Ved Torbjørniskjær varierer tilstandsklassene mellom «svært god» og «god» for alle måleparametere. Sammenlignet med 2013 er det i 2014 en bedring i tilstandsklassen for total-fosfat på vinteren. For nitrat og total-nitrogen er det derimot en reduksjon fra «svært god» i 2013 til «god» i 2014. Dette er i samsvar med den generelle økningen i nitratkonsentrasjon i hele området i 2014.

4.3 Planteplankton 2014

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.

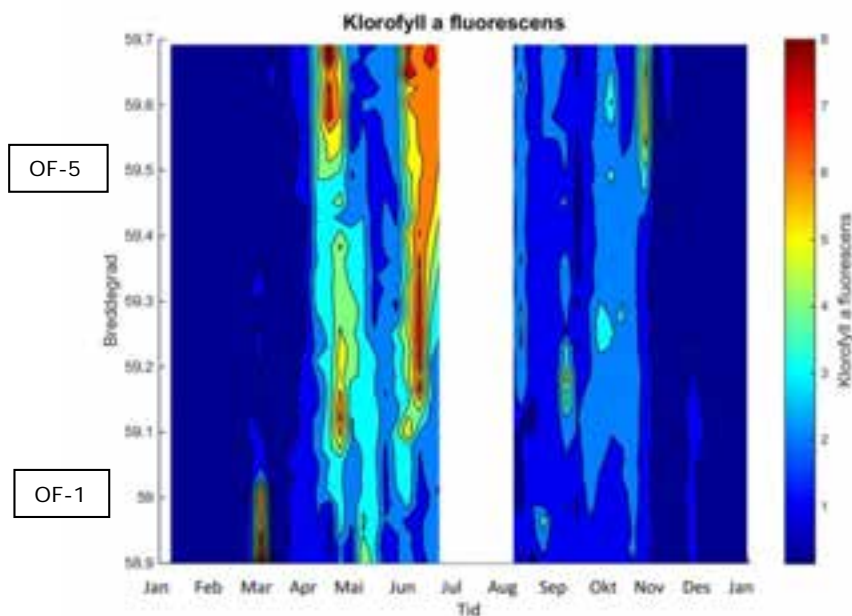
Våroppblomstringen finner sted så snart en har tilstrekkelig lagdeling i vannsøylen, for fjordsystemer som følge av ferskvannstilførsel. Denne første oppblomstringen domineres av kiselalger som raskt reduserer mengden nitrogen, fosfat og silikat.

I sommerperioden er det oftest lave tettheter av planteplanktonet, dominert av små flagellater. I enkelte år vil større former av dinoflagellater være fremtredende. I sommerperioden er det oftest lave tettheter av planteplankton, dominert av små flagellater. I enkelte år vil større former av dinoflagellater være fremtredende. I Oslofjordssystemet 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 økning i nitrogen og silikat mengden som er de viktigste næringsstoffene for kiselalger. I enkelte år vil det kunne tilføres nye næringsalter fra dypereliggende vannlag enten ved mye vind eller lav tilførsel av ferskvann. Dette fører først og fremst til økning i fosfat og nitrogen konsentrasjon og vil kunne stimulere flagellater og dinoflagellater i større grad enn 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 dinoflagellater dominerende, avhengig av miljøforholdene.

Det er ikke innsamling av kjemiske og biologiske parametere om våren og av den grunn gjør disse innsamlingene det vanskelig å finne tidspunktet for våroppblomstringen. Ferrybox-målingene og annen overvåkningsaktivitet i området viser imidlertid at den fant sted i siste halvdel av mars i 2014 og at den var begrenset til de ytre deler av Ytre Oslofjord (Figur 14). Vi vet at nedbørmengde og temperatur har stor innvirkning på oppblomstringens intensitet, varighet og områdedekning. Mars-oppblomstringen var markant i de ytre delene av fjorden, men kan ha kommet tidligere/senere lenger inn i fjorden uten at vi har observert den. Etter flere år med tidlige oppblomstringer, januar - februar måned, kom både 2013- og 2014-oppblomstringene langs Skagerrakkysten innenfor den «historiske normalperioden» for oppblomstringer. Ferrybox viste også en større oppblomstring lenger innover i fjorden i mai og relativt høye klorofyll a-verdier fra Fulehuk og innover i juni. Sistnevnte kan ses i sammenheng med lav overflatesaltholdighet i samme periode (konf. Figur 5). Redusert saltholdighet i overflaten indikerer avrenningsperioder med stor tilførsel av ferskvann. Elveavrenning er oftest rik på nitrogen og silikat og vil kunne resultere i oppblomstringer av planteplankton og da spesielt kiselalger.

Sommeren og høsten 2014 var sjøtemperaturen høy i overflaten, ikke bare i Oslofjorden men i hele Skagerrak og Nordsjøen. I slike varme år registrerer man normalt relativt mange varmekjære arter på høsten i ytre del av Oslofjorden. I 2014 derimot ble det ikke registrert mange arter eller høye tettheter av varmekjære arter, kun noen få celler av *Ceratium candelabrum* i de ytre delene av fjorden.



Figur 14. Konturplott av klorofyll a fluorescens på 4m dyp i 2014. Data er vist for området fra grensen mot svensk farvann og opp til Drøbak. Data fra Ferrybox.

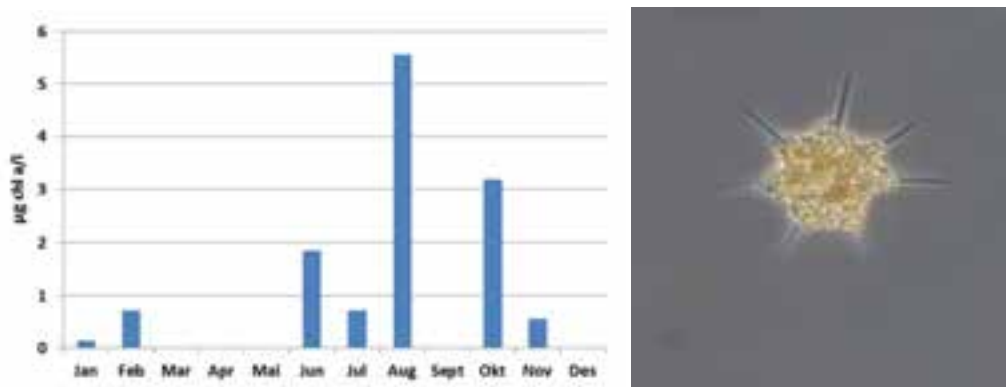
4.3.1 Frierfjorden og de vestlige deler av ytre Oslofjord

For de vestlige stasjonene er det stor likhet i planktonets mengde og artssammensetning, med unntak av stasjonen i Frierfjorden. Ved alle stasjonene ble det registrert maksimum klorofyll-a konsentrasjon i august, med den høyeste verdien i Vestfjorden ved Tønsberg (5,5 µg/l).

I Frierfjorden er arter som foretrekker lave saltholdigheter mest fremtredende. I 2014 var *Prorocentrum minimum* mest tallrik i august sammen med ulike arter av *Chaetoceros* (*C. subtilis*, *C. tenuissimus*, *C. thronsdeni*), alle vanlige i områder med lav saltholdighet.

I Sandefjordsfjorden og Larviksfjorden er det moderate mengder klorofyll-a om sommeren som kan deles i to perioder basert på artssammensetning. I begge fjordene er planteplanktonet i juni-juli dominert av kiselalgene *Dactyliosolen fragilissimus*, *Chaetoceros* spp. og *Pseudo-nitzschia* spp.. I august og september er det derimot dinoflagellatene *Prorocentrum micans*, *P. triestinum* og *Hetercapsa rotundata* som er mest fremtredende.

Vestfjorden hadde som nevnt de høyeste klorofyll-a konsentrasjonen i dette området. Planteplanktonet var på dette tidspunktet dominert av dinoflagellater, mange av de samme artene som i Larviksfjorden og Sandefjordsfjorden. I tillegg var *Ceratium* spp. tallrike i Vestfjorden i august. En økning i klorofyll-a i oktober sammenfaller med økningen av *Dictyocha speculum* og *D. fibula* (Figur 15). Begge er forholdsvis store kiselalger som i enkelte år kan være tallrike i området. Artene som var til stede ved stasjonene Larviksfjorden, Tønsbergfjorden og Vestfjorden er vanlige for mer eksponerte åpne områder i ytre del av Oslofjorden og artssammensetningen der skiller seg merkbart fra Frierfjorden som er dominert av arter som foretrekker lave saltholdigheter.

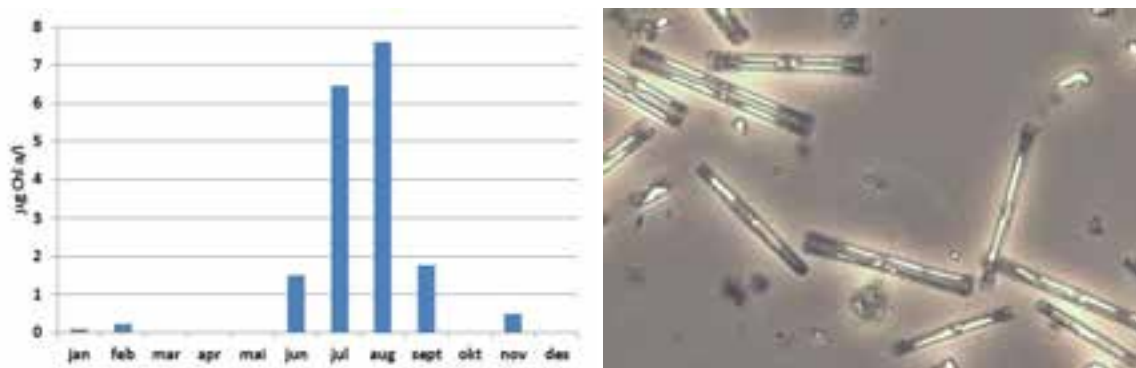


Figur 15. Mengden klorofyll-a ($\mu\text{g Chl a/l}$) ved stasjonen «Vestfjorden» Tønsberg. Kiselflagellaten *Dictyocha speculum* (til høyre) var en fremtredende art i Vestfjorden i oktober 2014. Foto: Havforskningsinstituttet.

4.3.2 Indre deler av Ytre Oslofjord

Vanligvis måles det relativt lave mengder klorofyll a i Drammensfjorden. Selv om tilførselen 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 planteplanktonbiomasse. I 2014 ble det målt høye konsentrasjoner av klorofyll-a på begge stasjonene, men høyest ved Svelvik i august med $7,6 \mu\text{g/l}$, men også i juli var det høye konsentrasjoner ved denne stasjonen (Figur 16). Dette skyldes antagelig lengre oppholdstid av overflatevannet i Drammensfjorden, noe som skjer de årene med lite avrenning og dermed mindre strøm ut av fjorden. I år med mye ferskvann ser vi ofte toppen i klorofyll ute i Breiangen. I tillegg var det i juli relativt høye saltholdigheter i overflatelaget som resultat av innblanding av intermedieære vannmasser opp i 10-5 m dyp. Innblandingen ga relativt høye nitrogenkonsentrasjoner og en markant økning i fosfat i de øverste vannmasser. I Breiangen var det i 2014 maksimum klorofyll-a konsentrasjon i juni ($4,5 \mu\text{g/l}$), mens det ved Kippenes i Mossesundet var maksimum i september ($4 \mu\text{g/l}$).

Artssammensetningen varierer mye i dette område på grunn av store forskjeller i mengde ferskvann som tilføres og grad av kontakt med de ytre delene av Oslofjorden. I Drammensfjorden var det typiske brakkvannstolerante arter som var fremtredende. Dinoflagellaten *Prorocentrum minimum* var tallrik i august, en art som er vanlig for områder påvirket av ferskvann (Hvaler og indre deler av Grenland). I juli dannet kiselalgen *Diatoma tenuis* (Figur 16) en oppblomstring ved Svelvik, også det en art som er knyttet til lave saltholdigheter. I Breiangen ble det registrert en blanding av arter. Arter som *Dactyliosolen fragilissimus* og *Cerataulina pelagica* var fremtredende i juni, disse arter er vanlige i sommerplanktonet i Skagerrak. Mens mer brakkvannstilknyttede arter som *Prorocentrum minimum* og *Dinobryon* spp. var vanlige i juli-august. En tilsvarende blanding av brakkvannstilknyttede arter og arter knyttet til åpen ble observert ved Kippenes i 2014. Andelen kyst-arter var noe høyere ved Kippenes enn i Breiangen.



Figur 16. Mengden klorofyll a ($\mu\text{g Chl a/l}$) ved stasjonen «Svelvik» i Drammensfjorden i 2014. Brakkvanns-kiselalgen *Diatoma tenuis* dannet oppblomstring i juli 2014 i Drammensfjorden. Foto: Havforskningsinstituttet.

4.3.3 Hvalerområdet

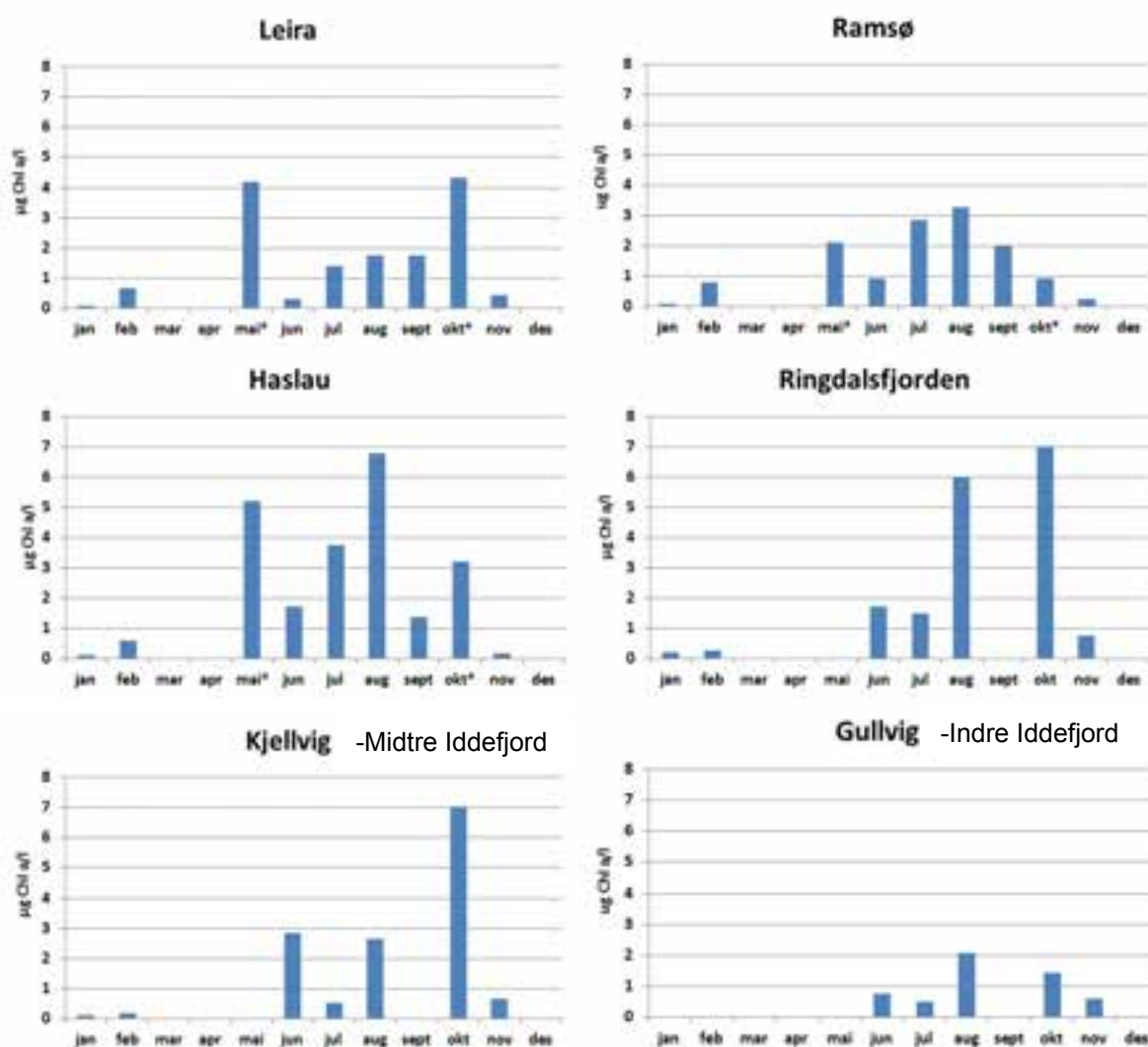
Planteplanktonbiomassen, som klorofyll a, er målt ved alle stasjonene i Hvalerområdet i 2014, mens planteplanktonets sammensetning og mengde kun er undersøkt ved stasjonene Haslau og Ringdalsfjorden.

I Hvalerområdet er det vanlig å registrere høyest konsentrasjon av klorofyll-a i de indre delene av Hvalerområdet, med avtagende mengder utover. I 2014 ble de høyeste konsentrasjonene registrert i Ringdalsfjorden og Iddefjorden (Kjellvig) i oktober (Figur 17), etterfulgt av Haslau i august.

Maksimumskonsentrasjoner målt ved Leira, Ramsø og Gullvik (indre Iddefjorden) var omtrent halvparten av maksimum ved de tre øvrige stasjonene i området. Forskjellene mellom Kjellvig og Gullvik er sannsynligvis forårsaket av vanntransport og oppholdstid for vannet i ulike deler av fjordsystemet. År med lav avrenning vil antagelig gi økt konsentrasjon nært utløp og lavere i distanse fra det.

Planteplanktonet var dominert av kiselalgene *Chaetoceros thronsenii* og *C. tenuissimus* ved Haslau og Ringdalsfjorden i august. Oppblomstringer av disse brakkvannsformene av kiselalger kan forklares med relativt høye konsentrasjoner av silikat og nitrat i de indre delene av Hvaler i juni og juli. Klorofylltoppen i oktober var dominert av dinoflagellaten *Prorocentrum minimum* ved Ringdalsfjorden, mens det ved Haslau var en blanding av kiselalger, dinoflagellater og små flagellater.

Mengden klorofyll-a ved Gullvik (indre Iddefjorden) var betydelig lavere enn ved Kjellvig (midtre Iddefjorden) selv om næringssalt-konsentrasjonen var høyere eller lik ved den indre stasjonen. Dette kan forklares med oppholdstiden av vannmassene i de indre delene og at mye av næringssalttilførselen i de indre delene medfører produksjon og omsetning lengre ut i systemet.

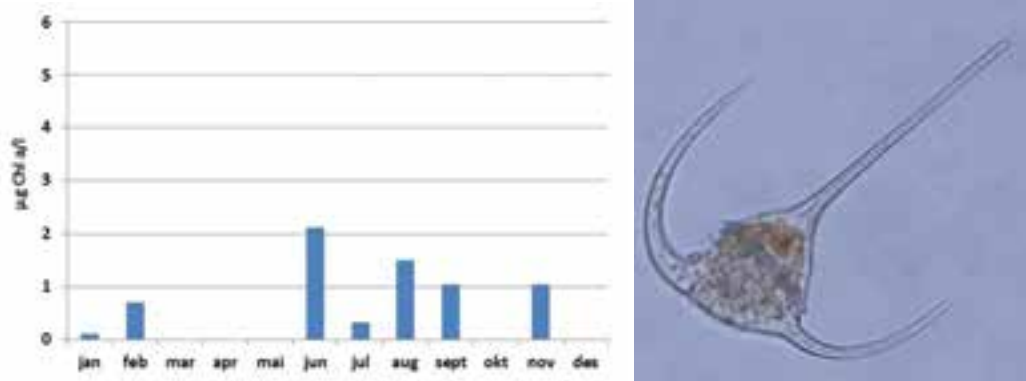


Figur 17. Mengden klorofyll a ($\mu\text{g Chl a/l}$) ved stasjonene i Hvalerområdet 2014. Måneder merket med * er ekstra prøvetaking i forbindelse med overvåking for Borregaard.

4.3.4 Ytre, åpne fjordområder

Stasjonen Torbjørnskjær ligger ytterst i Oslofjorden og representerer de ytre og åpne fjordområdene. Stasjonen er påvirket av produksjon i Skagerrak og transport av planteplankton og næringssalter fra Oslofjorden. Sammenlignet med de øvrige stasjonene i randsonen av Oslofjorden var biomassen av planteplankton (klorofyll-a) lav ved Torbjørnskjær i 2014 (Figur 18). Høyest biomasse ble registrert i juni, etterfulgt av august og september.

Planteplanktonet var i juni dominert av kiselalger der artene *Skeletonema costatum* og *Dactyliosolen fragilissimus* er mest fremtredende. Små monader og kalkalgen *Emiliania huxleyi* forekom i relativt høyt antall i juni. Høy forekomst av kiselalger i juni sammenfalt med høye konsentrasjoner av silikat, fosfat og nitrogen. I juli var biomassen av planteplankton lav og andelen dinoflagellater økende. I august og september var dinoflagellater den dominerende gruppen ved Torbjørnskjær. *Heterocapsa rotundata*, *Prorocentrum triestium* og *Ceratium* spp. var de mest tallrike arter/taxa i denne perioden.



Figur 18. Mengden klorofyll-a ($\mu\text{g Chl a/l}$) ved stasjonen «Torbjørnskjær» OF-1 ytterst i Oslofjorden i 2014. Dinoflagellaten *Ceratium tripos* (bilde) var den dominerende arten i slekten *Ceratium* i Oslofjorden i 2014. Foto: Havforskningsinstituttet.

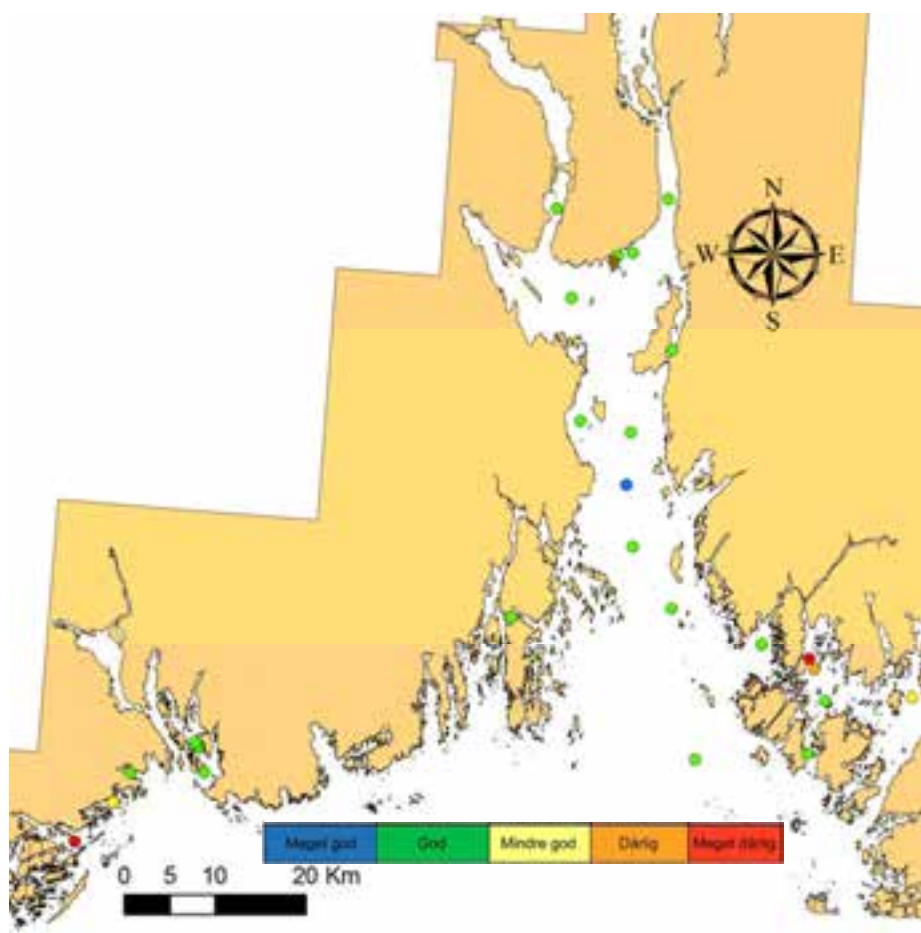
5. Bløtbunnsområder

SPI-undersøkelsene i Ytre Oslofjord 2014 viser stort sett god tilstand basert på analyser av SPI-bildene (Figur 19). I fagrapporten (Gitmark m.fl 2015) er det gitt kart med stasjonsnavn og nærmere beskrivelse av deres plassering. Det er vist eksempel på et SPI-bilde i Figur 20.

Stasjonene I-3 og S-9 som begge ligger i de dypere områder i Hvalerbassenget fikk imidlertid hhv. tilstandsklasse "meget dårlig" og "mindre god". Det var kun én stasjon som oppnådde «meget god» tilstand og det var stasjon F-1 på 290m dyp øst for Slagentangen.

Tre nye stasjoner sørvest i overvåkingsområdet ble undersøkt i 2014: Eksefjorden som er et dypt og relativt innestengt fjordområde ved Valle fikk tilstandsklasse "meget dårlig", Melbyfjorden, litt lenger nord, er mye grunnere og noe åpnere fikk "mindre god" tilstand. Aabyfjorden et par km lenger opp langs kysten hadde "god" tilstand. På de nye stasjonene utenfor Tofte på Hurum og i Vrengensundet mellom Tjøme og Nøtterøy var tilstanden "god"

Dybdegradienten i Håøyfjorden viste tilstandsklasse "god" på alle undersøkte dyp fra 120 meter ned til fjordens største dyp på 204 meter. Det er i de foregående år av overvåkingen påvist dårlige oksygenforhold i dypvannet i Håøyfjorden og det er derfor positivt å registrere at SPI-fotograferingen i 2014 viste gode forhold helt nede på de største dyp. Oksygenforholdene i Håøyfjordens bunnvann ble ikke undersøkt i Fagrådets overvåking i 2014, men er undersøkt i Miljødirektoratets ØKOKYST-program.



Figur 19. Kart over SPI-stasjoner i Ytre Oslofjord 2014. Fargen på punktene angir tilstandsklasse basert på SPI (brun farge angir at bildene ikke lot seg klassifisere).

Blant de stasjonene som tidligere er blitt undersøkt finner en både positive og negative endringer (Tabell 6). Tidligere nevnt er Håøyfjorden (GL-1) som etter fire år med reduserte forhold nå er tilbake i «god» tilstand slik den var i begynnelsen av overvåkingsperioden.

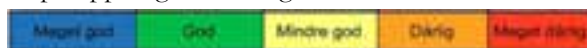
Kjøkøya (I-3) utenfor munningen av Glomma var i 2014 for første gang i «meget dårlig» tilstand, men har også i de foregående år hatt «mindre god» eller «dårlig» miljøtilstand. Belgen (GF-1) litt lenger sør i området ble undersøkt i 2007 og viste da «god» tilstand. Det var først i 2014 stasjonen ble undersøkt igjen og da var forholdene langt dårligere og miljøtilstanden ble klassifisert som «dårlig».

Tabell 6. Oversikt over SPI-stasjonene i 2014 med BHQ-analyser fra tidligere år. Fargen angir tilstandsklassen. Tilstanden på samtlige stasjoner som ble undersøkt i 2014 er vist i **Figur 19**.

Stasjon	Område	BHQ 2007	BHQ 2008	BHQ 2009	BHQ 2010	BHQ 2011	BHQ 2012	BHQ 2014
MO-1	Mossesundet	8.3	10.0	9.7	8.7	8.0	-	8.7
D-4	Y. Drammensfj.	8.7	9.0	8.0	9.0	7.3	-	7.7
OF-5	Breiangen	10.3	11.5	9.0	8.0	6.7	-	8.3
BØ-1	Bastøyrenna	11.0	10.7	10.0	12.3	8.0	-	7.8
GL-1*	Håøyfjorden	9.7	9.0	1.0	2.0	1.0	3.3	7.7
TC06	Helgerofjorden	10.7	-	-	-	-	-	7.6
OF-1	Torbjørnshjær	-	10.0	-	-	-	-	9.8
SF-2**	Løperen	11.3	8.3	8.3	9.0	8.3	-	10.3
BG-07**	Ramsø	-	-	9.7	-	-	-	9.3
S-9**	Singlefjorden	12.0	-	6.0	9.0	8.7	-	6.8
GF-1**	Belgen	7.7	-	-	-	-	-	2.8
I-3**	Kjøkøya	3.3	4.0	2.3	7.0	3.5	-	2.0
LE-1**	Leira	10.7	10.0	10.7	10.3	7.5	-	8.8
OF-2	Missingen	-	9.8	-	-	-	-	8.7
H-1	Rauer	10.0	9.8	10.3	9.8	6.3	-	9.5
F-1	Slagentangen	-	10.3	-	-	-	-	11.3
OF-4	Mefjordbåen	-	10.5	-	-	-	-	9.5
OF-7	Filtvet	9.7	10.0	12.0	10.0	7.3	-	9.5

* Stasjonen GL-1 er tidligere prøvetatt under navnene GL-1 og H-1.

** stasjonene er undersøkt på oppdrag fra Borregaard.





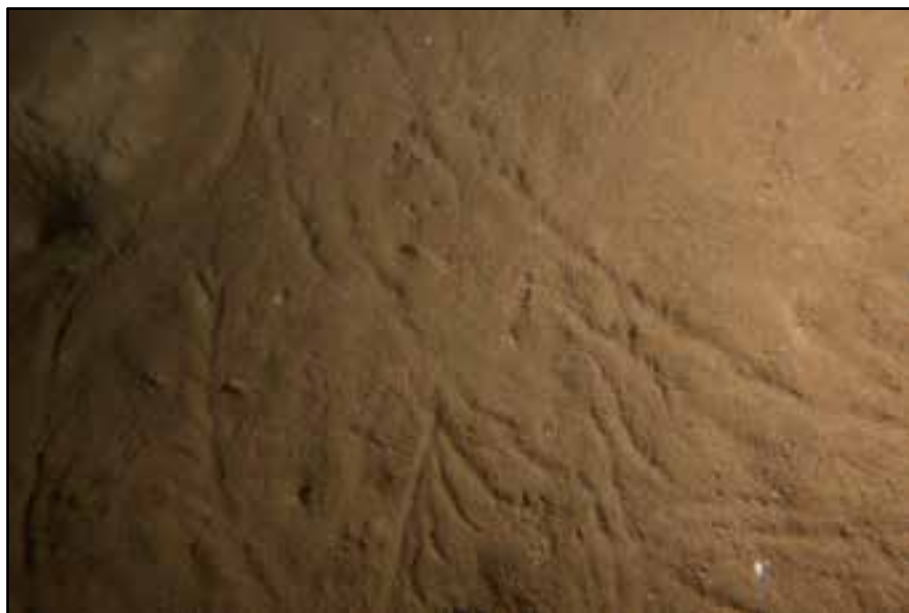
Figur 20. Sedimentprofilbilde fra 450 meters dyp på stasjon OF-1 Torbjørnskjær. Stasjonen ligger i Ytre Hvaler nasjonalpark og bildet viser god tilstand ned i sedimentet og en sjørose av ukjent art tett ved SPI-kameraets snittflate. Kameraet har penetrert ca. 15 cm ned i sedimentet.

5.1 Overflatebilder fra SPI-riggen i 2014

Nedenfor er det vist bilder av sedimentoverflaten på tre av stasjonene som ble undersøkt i 2014 (Figur 21 - Figur 23). Overflatebildene blir tatt samtidig med sedimentprofilbildene. Klassifiseringen som er angitt i figurtekstene er basert på profilbildene.



Figur 21. Håøyfjorden (H-120), Grenland 120m dyp. Klassifisert som 'god' bentisk habitat (i hht BHQ-indeks). Sedimentoverflaten er uforstyrret, og har brunlig farge, typisk for områder preget av sedimentering av organisk materiale. En liten reke ses på overflaten, som ellers er dekket av et løst lag, antagelig dannet av fekalier fra bløtbunnsorganismer.



Figur 22. Torbjørnskjær (OF-1) 450m dyp. Klassifisert som 'god' bentisk habitat (i hht BHQ-indeks). Sedimentoverflaten har brunlig farge, og er dekket av nylig sedimentert organisk materiale. På overflaten ser man spor av dyr som har beveget seg oppå sedimentet, og også noen få hull fra bløtbunnsorganismer som lever nede i sedimentet (antakelig børstemark og muslinger).



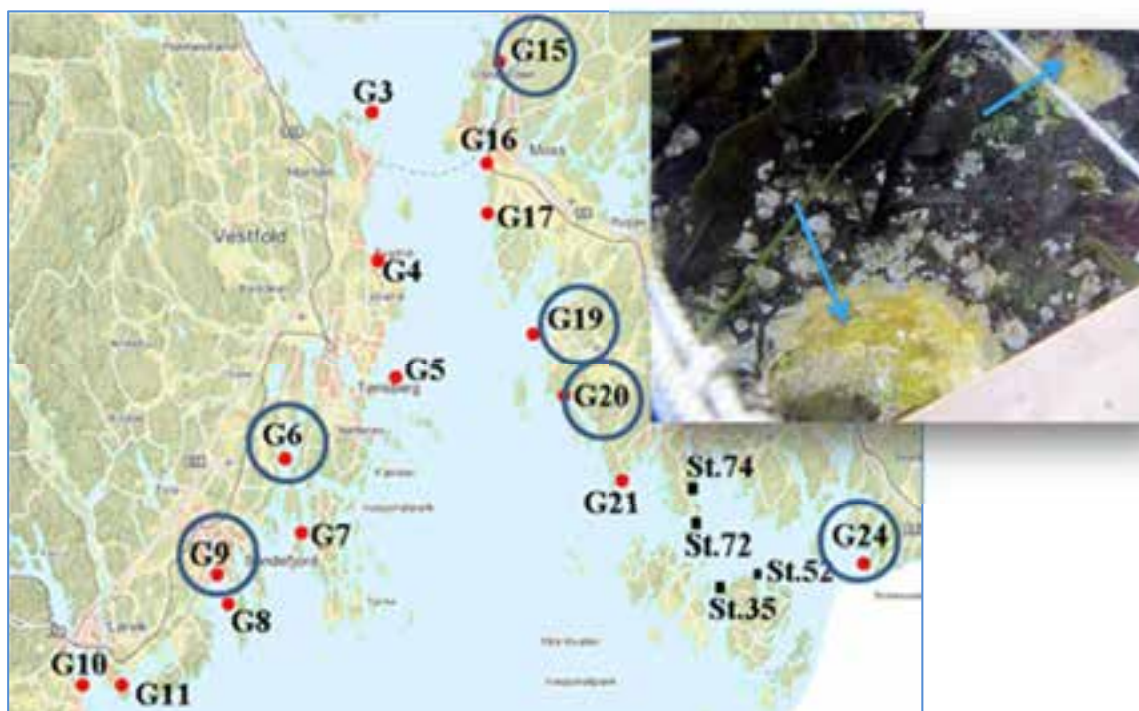
Figur 23. Filtvet (OF-7) 211m dyp. Klassifisert som 'god' bentisk habitat (i hht BHQ-indeks). Sedimentoverflaten er uforstyrret, og den brune fargen indikerer at det er dekket av organisk materiale. En slangestjerne ses øverst til venstre. Øverst til høyre ses åpningen til en gravegang, omringet av en haug lysere grått sediment som det gravende dyret har kastet opp på overflaten. For øvrig er det tydelig at sedimentlevende dyr har modifisert overflaten.

6. Strandsonen

Dyr og alger i fjæra er utsatt for store svingninger i temperatur og saltholdighet, samtidig som de tørres ut i lavvannsperioder. Naturlige faktorer som f.eks. bølge-, strøm- og eksponeringsgrad, ferskvannspåvirkning, substrattype og isskuring kan påvirke artssammensetningen lokalt. Forskjeller mellom stasjoner kan være naturgitte.

De arter av dyr og alger som er til stede på hardbunn, og mengdene av dem, gjenspeiler miljøforholdene på stedet. For eksempel vil utslipp av avløpsvann kunne gi endrete vekstforhold til fastsittende alger og dyr. En svak overkonsentrasjon av næringssalter kan virke gunstig på algesamfunnet og medføre at artsrikheten øker (gjødslingseffekt). Høyere konsentrasjoner av næringssalter vil imidlertid gi redusert artsantall med dominans av noen få arter. Ofte vil det være små hurtigvoksende grønnalger og enkelte trådformete brunalger ("sly") som øker i mengde og dominerer. De flerårige algene blir lett overgrodd av de hurtigvoksende algene og kan resultere i at tang og tare reduseres og etter hvert forsvinner.

Det ble observert stillehavsøsters (*Crassostrea gigas*) på flere av ramkestasjonene ved undersøkelsene i 2014. Stillehavsøsters er en fremmed art som er i ferd med å etablere seg i Skagerrak. Sommerens høye temperaturer har sannsynligvis medvirket til en høy overlevelse av østerslarver og en god rekruttering av arten. Stillehavsøsters har ikke blitt observert ved programmets tidligere rammeundersøkelser. I 2014 ble den imidlertid observert ved 6 stasjoner (Figur 24) og spesielt ved stasjon G6, G15 og G20 var forekomsten av juvenile stillehavsøsters høy.



Figur 24. Kartet viser plassering av hardbunnstasjoner i strandsonen i 2014. Ramkestasjonene er merket med røde sirkler. Det ble i tillegg foretatt strandsonundersøkelser ved 4 stasjoner, merket med sorte firkanter. Den fremmede arten stillehavsøsters (se blå pil på innfelt foto) ble observert ved stasjoner markert med blå sirkel. Foto fra stasjon G20.

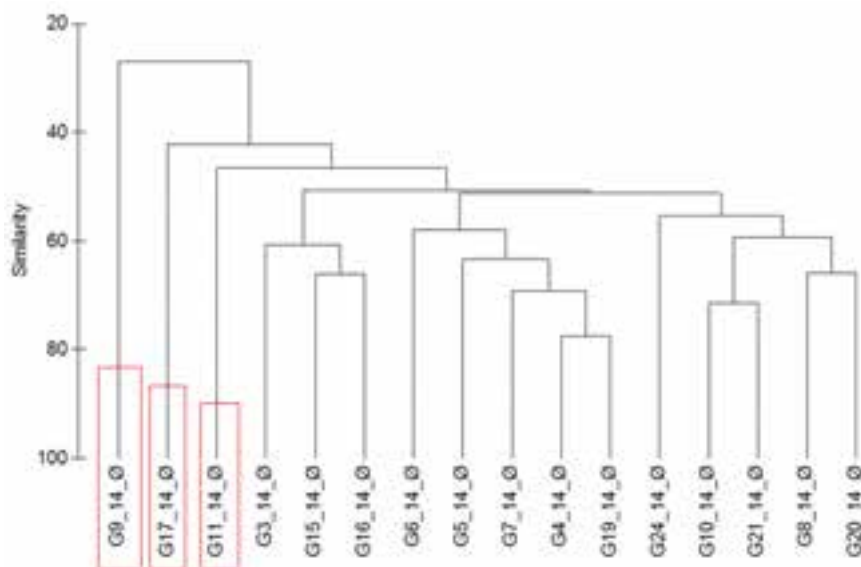
6.1.1 Øvre nivå av strandsonen

Likhetsanalyse av stasjonenes øvre rammennivå viser tre stasjoner (G9, G17, G11) som hadde artssamfunn som gjorde at de skilte seg ut fra resten av stasjonene (Figur 25). Det ble gjort en analyse (SIMPER) for å klargjøre hvilke arter som bidrar til at disse stasjonene skiller seg fra de resterende (Tabell 7).

En svært høy forekomst av kiselalger/blågrønnalger er årsaken til at stasjon G9 ved Sandefjord skiller seg tydelig ut fra de andre stasjonene. Det ble også registrert mye *Ulva* spp. («grønnske») på stasjonen, mens forekomsten av fjæreblood (*Hildenbrandia rubra*) derimot var lav sammenlignet med de andre stasjonene. Kisel- og blågrønnalgene danner et glatt belegg på bunnen mens *Ulva* spp er hurtigvoksende grønnaalger som kan danne tette «tepper». Det er sannsynlig at stor vekst av disse algene hemmer veksten av andre alger og dyr. Det har vært endel tang i det øvre nivået i de tidligere undersøkelsene på denne stasjonen og vi antar det er isskuring i de foregående vintre som har fjernet tangen.

Ved stasjon G17 sør for Moss ble det observert svært høye forekomstene av juvenile strandsnegl (*Littorina* sp) og tette forekomster av blåskjell (*Mytilus edulis*). Når juvenile (små) blåskjell danner tette «tepper» vil det være lite substrat tilgjengelig for vekst av andre alger og dyr. Det er sannsynlig at den høye forekomsten av blåskjell fortrenger arter som i større grad er til stede ved de øvrige stasjonene. Også en høyere forekomst av blågrønnalger (*Rivularia* spp.) ble registrert ved stasjon G17 sammenlignet med de andre stasjonene.

Ved stasjon G11 i Viksfjorden ved Larvik ble det registrert høy forekomst av blæretang (*Fucus vesiculosus*) sammenlignet med resten av stasjonene. Fjærerur (*Balanus balanoides*) som har høy representativitet ved de resterende stasjonene, ble ikke observert på stasjon G11.



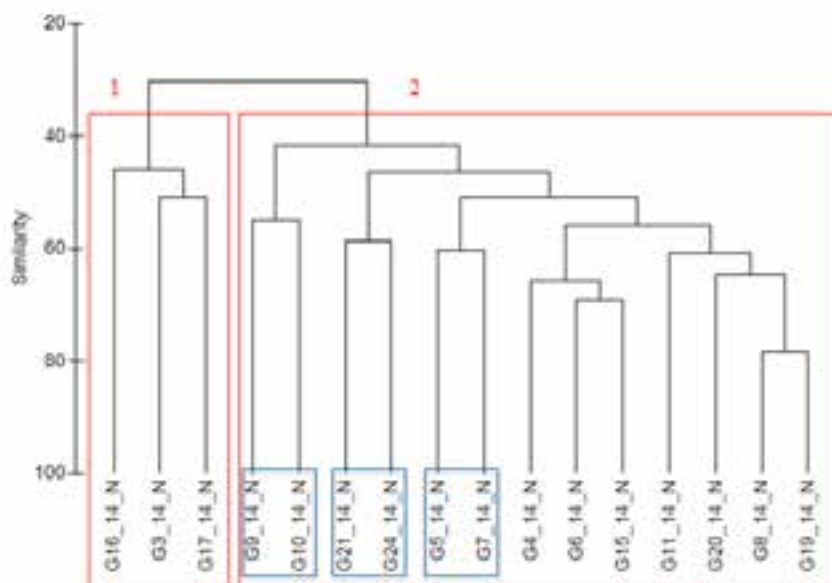
Figur 25. Klusteranalyse som viser likhet mellom de ulike rammestasjonene i øvre nivå i fjæra i 2014.

Tabell 7. SIMPER analyse – viser de 5 artene som bidrar mest til ulikheter mellom enkeltstasjoner (hhv. G9, G17 og G11) og resten av stasjonene («gjenværende stasjoner»). Kolonnen «Contrib%» angir hvor mye den enkelte av de 5 arter bidrar til ulikheten.

Average dissimilarity = 79,06 Gjenværende stasjoner G9						
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Hildenbrandia rubra	96,33	5,00	13,97	5,68	17,68	17,68
Kiselalger/Blågrønnalger	18,27	100,00	12,50	2,92	15,82	33,49
Fucus vesiculosus	55,80	0,00	8,77	1,90	11,09	44,58
Balanus balanoides	45,67	39,00	5,85	3,84	7,40	51,98
Ulva spp.	23,07	57,00	5,33	1,62	6,74	58,72
Average dissimilarity = 60,10 Gjenværende stasjoner G17						
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Littorina sp. juvenil	5,29	89,00	8,56	6,79	14,24	14,24
Mytilus edulis	14,36	90,00	7,65	3,07	12,73	26,97
Rivularia sp.	20,64	83,00	6,70	2,83	11,16	38,12
Fucus vesiculosus	59,21	8,00	5,30	2,08	8,83	46,95
Ceramium rubrum	4,43	55,00	5,20	5,29	8,65	55,60
Average dissimilarity = 50,81 Gjenværende stasjoner G11						
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Balanus balanoides	45,77	0,00	5,66	1,15	11,13	11,13
Fucus vesiculosus	56,54	94,00	4,78	1,83	9,40	20,54
Enteromorpha spp.	26,62	0,00	3,36	1,54	6,62	27,15
Ralfsia sp./Brunt på fjell	27,69	4,00	3,30	0,90	6,49	33,64
Laomedea geniculata	2,92	27,00	3,14	3,61	6,18	39,82

6.1.2 Nedre nivå av strandsonen

Likhetsanalyse av resultatene fra nedre rammenivå på de ulike stasjonene viser at de fordeler seg i to hovedgrupper, gruppe 1 og 2 (Figur 26).



Figur 26. Klusteranalyse som viser likhet mellom de ulike ramkestasjonene i nedre nivå i fjæra i 2014.

Artene som bidrar mest til ulikhetene mellom de to gruppene er vist i Tabell 8. Stasjonene G3 ved Horten, G16 og G17 ved Moss, som utgjør gruppe 1, er dominert av høye forekomster av juvenile (små) blåskjell og det er sannsynlig at tette tepper av blåskjell hindrer andre arter i å slå seg ned og vokse på fjellet.

Felles for stasjonene i gruppe 2 var en høy forekomst av algen fjæreblood (*Hildenbrandia rubra*). På tross av en del variasjon mellom stasjonene, var det ingen tydelige, større grupperinger innad i gruppe 2. Enkelte stasjoner fordelte seg imidlertid parvis ut fra visse fellestrekk (Figur 26):

- Stasjon G9 Sandefjord og G10 Larviksfjorden hadde begge en høy forekomst av grønske og kiselalger.
- Både stasjon 21 Leira og 24 Singlefjorden hadde en høy forekomst av grønnalgen vanlig grønn dusk og også høye forekomster av fjærerur.
- Felles for stasjon G5 og G7 på vestsiden av fjorden er høy forekomst av fjærerur samt et brunt algebelegg (*Ralfsia* sp) på fjellet.

Disse stasjonene ligger geografisk nærme hverandre slik at hydrografiske forhold, som mengde næringssalter i vannmassene og grad av ferskvannspåvirkning, kan være felles for stasjonene og avgjørende for hvilke organismer som finnes der.

Tabell 8. SIMPER analyse – viser de 5 artene som bidrar mest til ulikhetene mellom de to gruppene. Kolonnen «Contrib%» angir hvor mye den enkelte av de 5 arter bidrar til ulikheten

Average dissimilarity = 73,47	Gruppe 1		Gruppe 2			
	Av. Abund	Av. Abund	Av. Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum. %
<i>Mytilus edulis</i>	99,33	8,31	9,45	3,14	12,86	12,86
<i>Fucus vesiculosus</i>	2,67	55,85	5,50	1,94	7,49	20,35
<i>Balanus balanoides</i>	23,00	51,77	4,78	1,19	6,51	26,86
<i>Balanus improvisus</i>	1,67	47,31	4,73	1,13	6,44	33,30
<i>Ceramium rubrum</i>	46,33	15,23	3,89	1,33	5,29	38,59

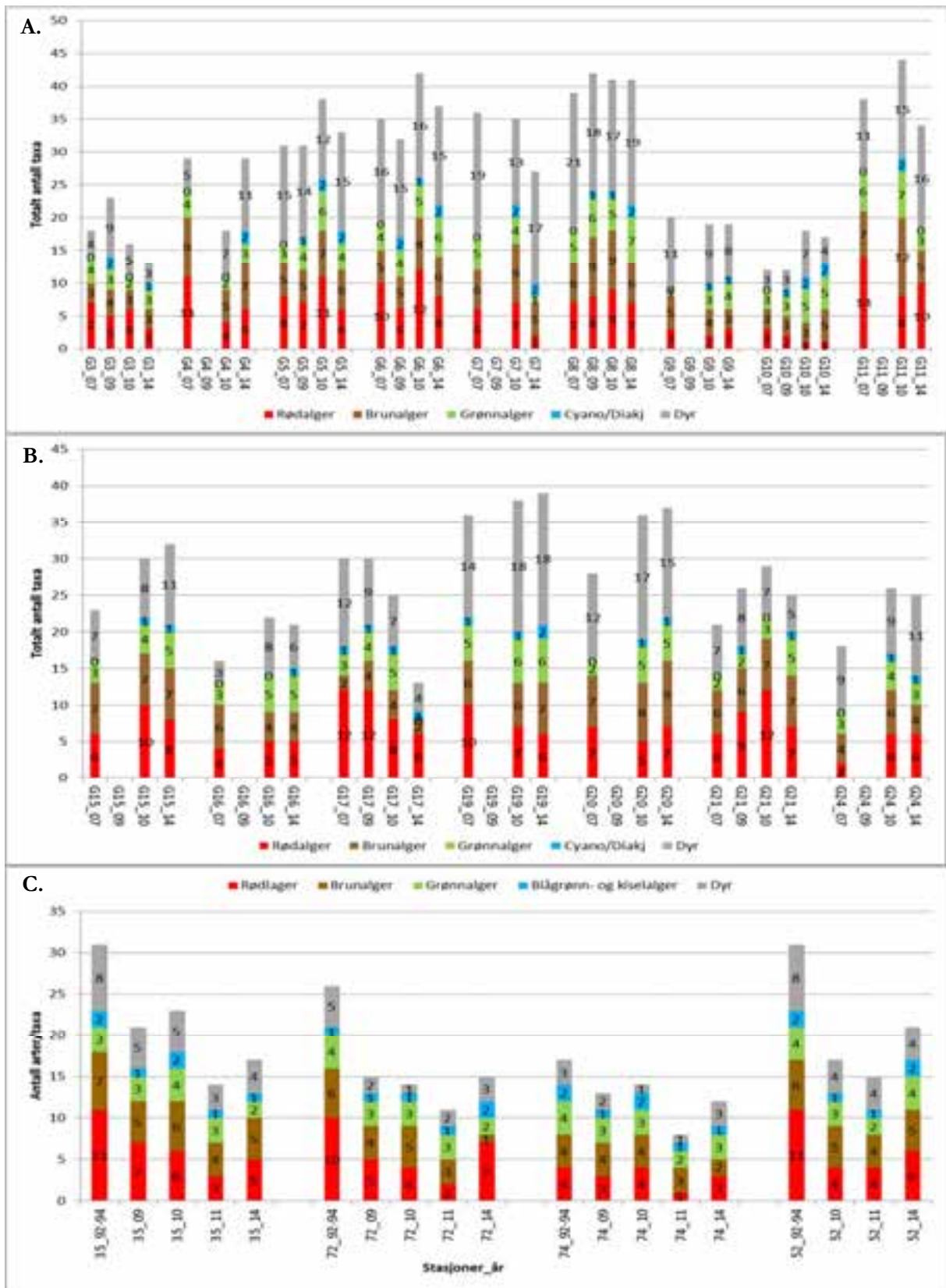
6.1.3 Sammenlikning med tidligere rammeundersøkelser

Figur 27 sammenlikner antall arter/taxa, heretter definert som arter, på de 16 fjærestasjonene i 2014, med undersøkelsene utført på stasjonene i 2007, 2009 og 2010. Fjæresamfunnet består av både ettårige- og flerårige arter, og utvalg og mengde av de ulike artene vil variere lokalt, regionalt og sesongmessig.

På de fleste stasjonene har det kun blitt registrert små variasjoner i antall arter registrert. Fra 2010 til 2014 har de største endringene, i antall registrerte arter, skjedd på vestsiden av fjorden samt på G17 ved Moss. For eksempel ble det på G5 utenfor Tønsberg og G7 vest for Tjøme registrert endel færre rødalgarter i 2014 sammenliknet med 2010. På G10 i Larviksfjorden ble det registrert noen flere brunalgarter i 2014 enn i 2010. På stasjon G17 sør for Moss ble det ikke registrert grønnalger i 2014, mens det i 2010 ble registrert 5 arter. På denne stasjonen ble det observert høyere forekomster av bl.a. fjærerur og juvenile blåskjell i 2014 sammenliknet med tidligere år. Når fjærerur og juvenile blåskjell danner tette «tepper» vil det være lite substrat tilgjengelig for vekst av andre alger og dyr. Det er sannsynlig at den høye forekomsten av blåskjell fortrenger arter som i større grad er til stede ved de øvrige stasjonene.

Generelt har det skjedd en nedgang i antall registrerte arter fra 2007 til 2014 på stasjon G3 ved Horten, og G17 sør for Moss, mens det på G15 Kippenes og G20 ved Hankø har vært en relativt jevn økning.

På strandsonestasjonene i Hvalerområdet (undersøkelser for Borregaard) ble det hovedsakelig registrert flere arter av både alger og dyr i 2014 enn i 2011 (Figur 27c). Det har vært sterkest nedgang i antall rødalgarter fra 1992-94 til 2011 undersøkelsene, men i 2014 ble det registrert flere rødalgarter på alle stasjonene sammenliknet med 2011. På stasjon 35 og 52 har det vært en større nedgang i antall dyrearter fra 1992-94 til 2014 undersøkelsene, enn på stasjon 72 og 74.



Figur 27. Fordelingen av antall arter/taxa av rød-, brun- og grønnalger, blågrønnalger/kiselalger og dyr registrert på de 16 rammestasjonene og 4 strandsonestasjonene som ble undersøkt i 2014. **A.** Rammestasjonene på vestsiden av Oslofjorden. **B.** Rammestasjonene på østsiden av Oslofjorden. **C.** Strandsone-stasjonene i Hvalerområdet (undersøkelser for Borregaard AS).

7. Diskusjon

Undersøkelsene av vannmassene viser at fjorden er generelt påvirket av god tilgang på næringssalter og høy primærproduksjon som gir oksygenmangel i dypområder med utilstrekkelig vannutskifting. Samlet vurdering av vannkvalitet på hver av stasjonene varierer mellom «god og «meget dårlig». De stasjoner som har «meget dårlig» tilstand har det på bakgrunn av dårlige oksygenforhold i bunnvannet. For øvrig er det forhøyede nivåer av nitrogen og nitrat som oftest reduserer miljøtilstanden. På mange av stasjonene er vannkvaliteten bedre vinterstid enn om sommeren og det vises også av at vi ofte registrerer økt næringssaltinnhold og dårligere vannkvalitet i forbindelse med nedbør og avrenning. Endret klima vil kunne forsterke dette bildet. Selv om det i 2014 ble målt høye vanntemperaturer sommer og høst var det få varmekjære planteplanktonarter registrert i Ytre Oslofjord.

Dersom man kun vurderer næringssaltkonsentrasjonene har flere områder tilstandsklasse «moderat» eller dårligere i 2014. Det er spesielt de indre delene av fjordsystemene som har redusert tilstand. Næringssaltforholdene vil imidlertid variere betydelig fra år til år og dataene bør ses over flere år for å avdekke trender i mengde og tilstand (Aure et al. 2014). Endringer i avrenningsmønster og mengde, for eksempel ved ekstrem nedbør, vil ha stor innvirkning på næringssaltnivåer i sidefjordene til Oslofjorden. År med mye nedbør eller intense nedbørsperioder fører til forhøyede nitrogenverdier. I Oslofjordens randsonen er som oftest ikke nitrogen eller fosfat begrensende faktor i de øvre vannlagene i sommerperioden på grunn av en jevn tilførsel fra omkringliggende landområder. Derimot vil silikat i perioder med lite avrenning være begrensende for kiselalgeproduksjonen i Oslofjorden.

Analyse av næringssaltdata fra OF-stasjonene i Oslofjorden for perioden 1995-2011 viser en svak økning i nitrogenkonsentrasjon vinter og sommer i de ytre deler, mens det i de indre delene var en liten reduksjon i sommerkonsentrasjon. I samme periode er det registrert en markant økning i fosforkonsentrasjon i de indre og ytre delene både sommer og vinter (Aure et al. 2014). Forholdet mellom nitrogen og fosfor benyttes i liten grad til å vurdere forholdene i kystnære områder for enkelt-år, da variasjon mellom årene er stor. Analyser basert på perioden 1995-2011 for-OF stasjonene viser avtagende N/P-forhold. Dette skyldes ikke at nitrogenkonsentrasjonen er redusert, men at fosforkonsentrasjonen har økt betydelig mer enn nitrogen. Det reduserte N/P forholdet har ikke resultert i noen betydelig endring i planteplanktonets biomasse eller sammensetning.

Bløtbunnsundersøkelsene med SPI-kameraet viste for det meste «god» tilstand i Ytre Oslofjords bunnområder. Områder med riktig dårlig tilstand er ofte innelukkede kjente problemområder i enkelte deler av Ytre Oslofjord. Det er imidlertid få stasjoner som viser bedre tilstand enn «god» hvilket indikerer noe påvirkning i hele Ytre Oslofjord. I 2014 var det kun én av 29 stasjoner som kunne klassifiseres til «meget god» tilstand. Vannkvaliteten ved Jomfruland tilfredsstiller Vanddirektivets krav hvis vi ser på resultatene fra makroalgens nedre voksegrense fra 2013. SPI-undersøkelsene i Eksefjorden ved Valle i 2014 ga imidlertid tilstandsklasse "meget dårlig" og viser at det også er utfordringer med vannkvaliteten i områdene rundt Jomfruland. Langs den svenske vestkysten har det under større delen av 2000-tallet vært en generell forverring av tilstanden på bløtbunnsområdene (Havsmiljöinstitutet 2014). I de senere år har imidlertid denne negative trenden snudd. I likhet med i Ytre Oslofjord er det langs svenskekysten store lokale variasjoner i de indre områdene.

I strandsonen har det på flere av stasjonene vært kraftig nedslag av blåskjell og den fremmede arten stillehavsøsters. Senere undersøkelser vil vise om disse skjellene vokser opp og dominerer strandsonen. Det har vært meldt fra om reduserte og dårlige forekomster av blåskjell flere steder i Oslofjorden, men overvåkingen viser at det i hvert fall er en god rekruttering av juvenile (unge) blåskjell. En svært høy forekomst av kiselalger/blågrønn-alger og mye grønske (*Ulva* spp.) i strandsonen på stasjon G9 ved Sandefjord er en indikasjon på næringssaltpåvirkning. Målingene av vannkvaliteten i Sandefjordsfjorden (stasjon SF-1) viser imidlertid «god» eller «meget god» tilstand for alle parametere som er undersøkt.

I den svenske delen av Skagerrak (Bohuslän) har den langsiktige utviklingen for makroalger vært negativ siden oppstart av overvåkingen i 1994 i de middels eksponerte delene av skjærgården (Havsmiljöinstitutet 2014). Det er redusert nedre voksegrense for flere algearter som er årsak til dette. Statusen er imidlertid fortsatt «god». De senere år er også karakterisert av en økning av variasjonen i tilstand mellom årene i disse områdene. I den ytre skjærgård har tilstanden vært «god» til «meget god» («hög»). Sukkertaren har redusert til dårlig tilstand på den svenske Skagerrakkysten, slik den også har på den norske delen av kysten. Tilstanden for sukkertaren i Ytre Oslofjordområdet har riktignok bedret seg i de senere år, men er fortsatt redusert og kan nå betegnes som moderat.

8. Referanser

- Aure J., Danielssen D.S. & Naustvoll L.J. 2014.** “Miljøundersøkelser i norske fjorder: Ytre Oslofjord 1937-2011. Fiske og Havet 5:2014.
- Gitmark, JK, Fagerli, CW, Beylich, B, Walday, M. 2015.** Overvåking av Ytre Oslofjord 2014-2018. Bentos-undersøkelser i 2014. Fagrapport. NIVA-rapport 6822-2015. 25s.
- Havsmiljöinstitutet 2014.** Havet – om miljötillståndet i svenska havsområden. ISBN 978-91-637-5737-2. 104 pp.
- Naustvoll, LJ (HI), Norli, M, Selvik, JR, Walday, M. 2015.** Overvåking av Ytre Oslofjord 2014-2018. Tilførsler og undersøkelser i vannmassene i 2014. Fagrapport. NIVA-rapport 6818-2015. 89s.
- Skarbøvik, E. (Bioforsk), Stålnacke, P. (Bioforsk), Austnes, K., Selvik, J.R., Pengerud, A. (Bioforsk), Tjomsland, T., Høgåsen, T., Beldring, S. (NVE), 2013.** Riverine inputs and direct discharges to Norwegian coastal waters – 2012. NIVA Report 6584-2013. 67 pp. plus append.
- Skarbøvik, E. (Bioforsk), Stålnacke, P. (Bioforsk), Austnes, K., Selvik, J.R., Pengerud, A. (Bioforsk), Tjomsland, T., Høgåsen, T., Beldring, S. (NVE), 2014.** Riverine inputs and direct discharges to Norwegian coastal waters – 2013. NIVA Report 6738-2014. 79 pp. plus append.
- Selvik, J.R., Høgåsen, T., 2014.** Kildefordelte tilførsler av nitrogen og fosfor til norske kystområder i 2013 - tabeller og figurer. NIVA-rapport 6753. 57 s.
- Veileder 02:2013.** Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Miljødirektoratet.
- Veileder 1997:03.** SFT Veileder 97:03. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. SFT-rapport TA-1467/1997. Miljødirektoratet (SFT).

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