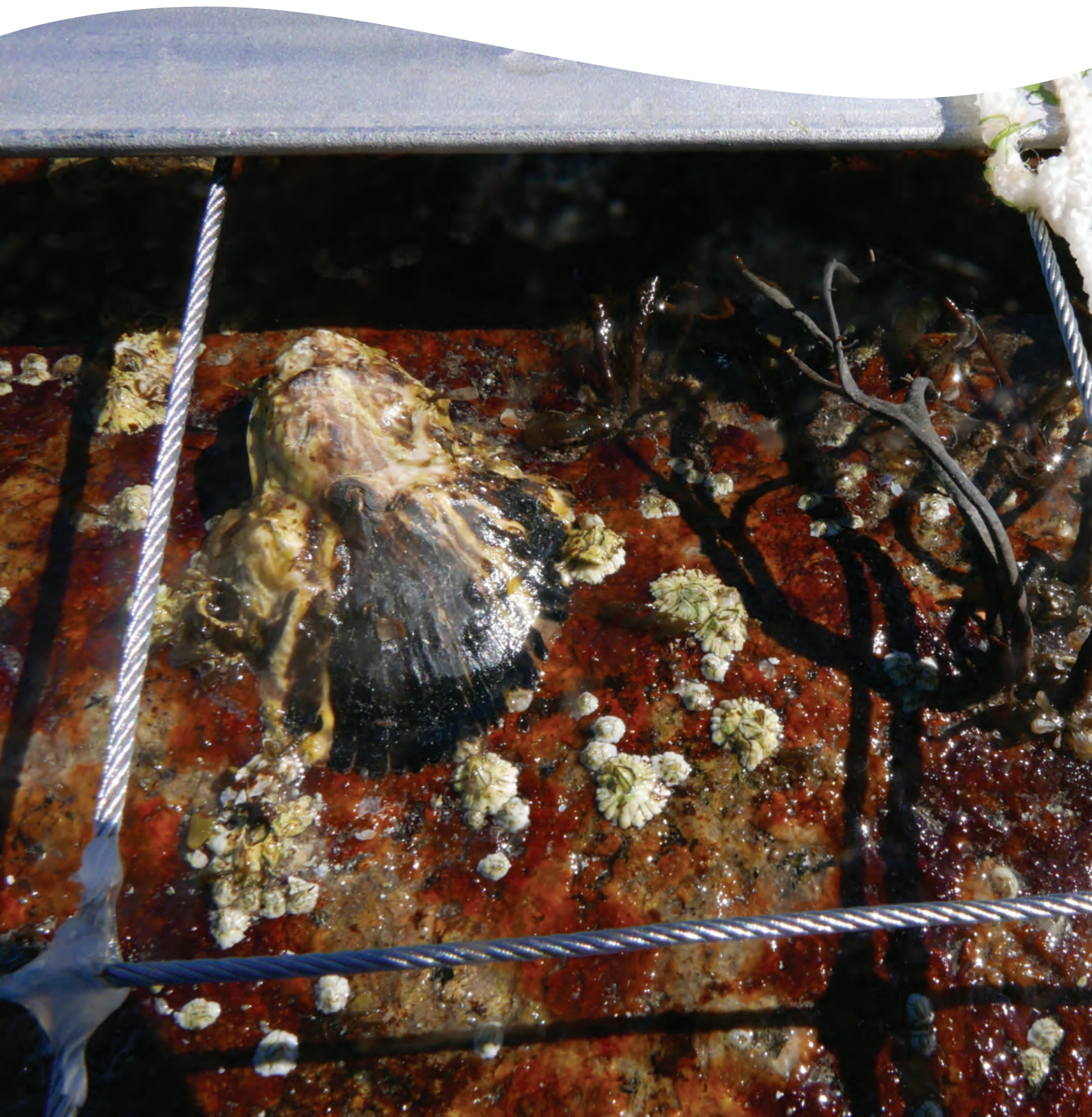


# Overvåking av Ytre Oslofjord 2014-2018

Årsrapport for 2016



## CORRIGENDUM

Korreksjon av den elektroniske versjonen av “Overvåking av Ytre Oslofjord 2014-2018. Årsrapport for 2016.” (RAPPORT L.NR.7169-2017).

Side 6: Figuren med kakediagrammer over tilførsler av nitrogen og fosfor er byttet ut med en tilsvarende figur hvor fargene stemmer overens mellom diagram og fargeforklaring. Verdiene i diagrammene er identiske.

Oslo, 08.08.2017

Mats Walday

**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 Ortestad  
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 2016.	Løpenr. (for bestilling) 7169-2017	Dato 16.06.2017
	Prosjektnr. Undernr. 16250	Sider Pris 51
Forfatter(e) Walday, M; Gitmark JK; Naustvoll, LJ (HI); Selvik, JR;	Fagområde Overvåking	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Oslofjorden	Trykket NIVA

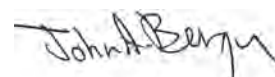
Oppdragsgiver(e) Fagråd for Ytre Oslofjord, ved Bjørn Svendsen	Oppdragsreferanse Journal.nr. 6991/2016
---	--

**Sammendrag:**

Rapporten beskriver tilførsler av nitrogen og fosfor i 2015 og resultater i 2016 for planteplankton, hydrofysikk og -kemi samt organismer på hardbunn. Jordbruk var største enkeltkilde for menneskeskapt fosfor og nitrogen. Industriutslippene har vært nedadgående for både fosfor og nitrogen i senere år. Befolkning er en vesentlig større nitrogenkilde enn industri og viser en økning siste to år. Det er signifikant økning i tilførslene av nitrogen fra Glomma, Drammenselva og Numedalslågen. I Drammenselva og Numedalslågen også for fosfor. Glomma har de klart største tilførslene av både fosfor og nitrogen. Bunnvannet er ikke skiftet ut i sidefjordene til Oslofjorden siden vinteren 2010. Det var en moderat vannutskiftning i Iddefjorden i november 2016. Mange stasjoner hadde lik *samlert* tilstand i vannmassene i 2016 og 2015. For de enkelte parametere var total-fosfor generelt bedret ved en rekke stasjoner, bortsett fra på OF-2 og OF-4. Sandefjordsfjorden hadde redusert sin tilstand grunnet nitrat og oksygen., mens stasjonene i indre Hvaler viste en forbedring ift. nitrat. Sett under ett var 2016, som 2015, dominert av fureflagellater i planteplanktonet. I Hvaler har man tidligere observert markant sommeroppblomstring av kiselalger, dette var ikke tilfelle i 2016. På hardbunn var det høy forekomst av kiselalger/blågrønnalger og mye tarmgrønse i fjæresonen på stasjon G9 ved Sandefjord, G10 ved Stavern og G21 ved Hvaler. Dette er en indikasjon på næringssaltpåvirkning, men det ble ikke funnet sammenhenger mellom artssammensetningen på stasjonene og næringssalter målt i vannmassene. Registrering av nedre voksegrense hos makroalger ga «god» økologisk tilstand på seks stasjoner, «moderat» økologisk tilstand på fem stasjoner og «dårlig» økologisk tilstand på stasjon Bevøya ved Son.

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

  
Mats Walday  
Prosjektleder

  
John Arthur Berge  
Kvalitetssikrer

Overvåking av Ytre Oslofjord 2014-2018

**Årsrapport for 2016**

## 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 2016.

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

Hardbunn i fjorden er undersøkt av Camilla With Fagerli, Janne Gitmark og Maia R Kile. Janne Gitmark har beregnet indekser og forfattet kapittelet om hardbunn.

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

Oslo, 16. juni 2017

*Mats Walday*

# Innhold

	<b>1</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>6</b>
<b>Summary</b>	<b>8</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>10</b>
<b>2. Program</b>	<b>11</b>
2.1 Tilførsler	11
2.2 Vannmasser	11
2.3 Hardbunnsundersøkelser	12
2.1 Andre undersøkelser i Ytre Oslofjord	14
<b>3. Klimatiske forhold</b>	<b>15</b>
3.1 Sjøtemperaturer	16
<b>4. Tilførsler</b>	<b>18</b>
4.1 Beregnede kildefordelte tilførsler	18
4.2 Målte tilførsler via elver	21
4.3 Tilførsler fra 5 mindre elver	22
4.3.1 Aulielva	23
4.3.2 Lierelva	24
4.3.3 Mosselva	25
4.3.4 Tista	26
4.3.5 Enningdalsvassdraget	27
<b>5. Vannkjemi og planteplankton</b>	<b>28</b>
5.1 Datagrunnlag	28
5.2 Tilstandsklassifisering av Ytre Oslofjord 2016	28
5.2.1 Frierfjorden og de vestlige deler av Ytre Oslofjord	29
5.2.2 TAU-undersøkelsene ved Vallø	31
5.2.3 Indre deler av Ytre Oslofjord	31
5.2.4 Hvalerområdet	32
5.2.5 Åpen fjord - Østfold	32
5.2.6 Sentrale åpne fjordområder	32
5.3 Planteplankton	33
5.3.1 Planteplankton i 2016	33
<b>6. Hardbunnsområder</b>	<b>34</b>
6.1 Rammeundersøkelser i fjæresonen	34
6.1.1 Øvre nivå av strandsonen	37
6.1.2 Nedre nivå av strandsonen	38
6.1.3 Sammenlikning med tidligere rammeundersøkelser	38
6.2 Undersøkelser av nedre voksegrense	41

<b>7. Oppsummering</b>	<b>44</b>
<b>8. Referanser</b>	<b>45</b>
<b>Vedlegg A.</b>	<b>46</b>
<b>Vedlegg B.</b>	<b>51</b>



## Sammendrag

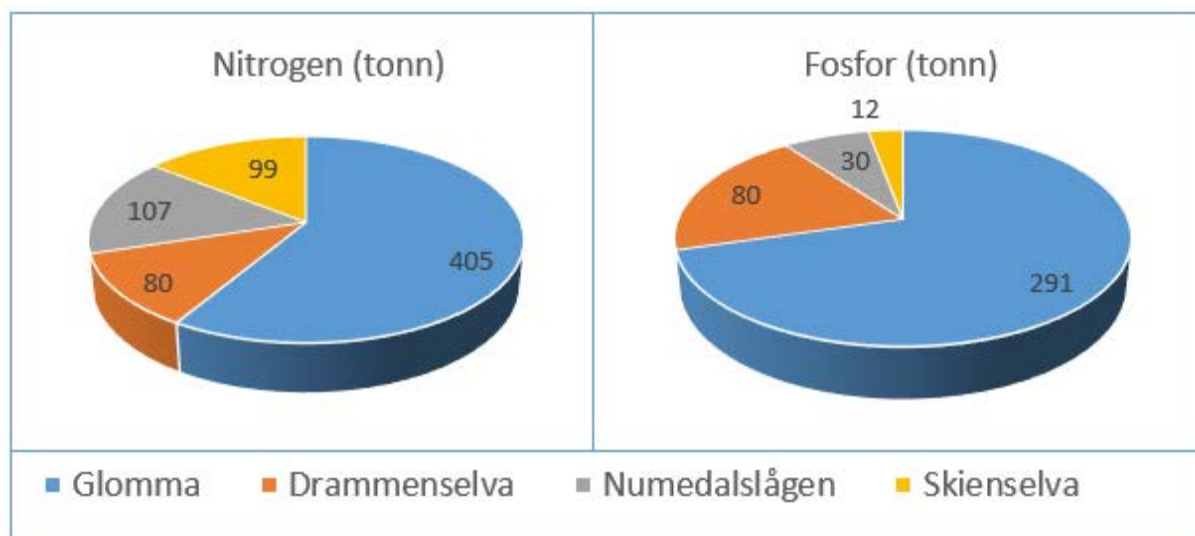
Overvåkningsprogrammet i Ytre Oslofjord skal fremskaffe informasjon om fjordens miljøtilstand og tilførslene til den fra landområdene og elvene rundt fjorden. Overvåkingen har fokus på tilstanden mht. nærings-salter og organiske tilførsler, det vil si eutrofieringstilstanden. Algene i fjorden trenger nærings-salter for å vokse. De trenger salter fra mange forskjellige grunnstoffer. De to kritiske er nitrogen og fosfor, fordi de trengs i ganske store mengder, men finnes naturlig i små konsentrasjoner i sjøvann. Økning i tilførselen av nærings-salter fører til økt algevekst og endringer i fjordens artssammensetning. Dette fordi enkelte såkalte opportunistiske arter raskere kan utnytte det økte nærings-salttilskuddet og få en oppblomstring på bekostning av andre arter. Unormalt store tilførsler av organisk materiale og sterk algevekst i vannmassene kan hver for seg, eller sammen lede til en unormalt høy grad av biologisk nedbryting av dødt materiale i bunnområdene. Nedbrytningen er oksygenkrevende og kan lede til oksygenmangel og fravær av bunndyr.

Denne rapporten beskriver og drøfter:

- tilførsler av nærings-salter som fjorden mottok via elver og fra andre kilder i 2015
- undersøkelser av planteplankton samt hydrofysiske og hydrokjemiske forhold i vannmassene i 2016
- miljøforhold på hardbunn i 2016

Jordbruk var i 2015 den største enkeltkilden for nærings-salttilførsler av både menneskeskapt fosfor og nitrogen. Befolkning og industri var nesten like store for noen år siden, men industriutslippene er nedadgående for både fosfor og nitrogen i de senere år. Befolkning er en vesentlig større nitrogenkilde enn industri og viser en økning siste to år, også når det er korrigert for endringer i SSBs beregningsmetoder. Informasjonen er basert på resultater fra Teotil-modellen som beregner årlige tilførsler av fosfor og nitrogen basert på opplysninger om arealtype, kommunalt avløp, industriutslipp m.m. innen hvert statistikkområde.

Målingene av nærings-salter i de store vassdragene Glomma, Drammenselva, Numedalslågen og Skienselva viser at det er en klar (statistisk signifikant) økning i tilførslene av nitrogen fra Glomma, Drammenselva og Numedalslågen til Oslofjorden. Drammenselva og Numedalslågen har dessuten en signifikant økende tilførsel av fosfor. Av de fire elvene er det Glomma som har de klart største tilførslene av både fosfor og nitrogen til Ytre Oslofjord (se figur). Fem mindre vassdrag - Aulielva, Lierelva, Mosseelva, Tista og Enningdalselva – bidrar i størrelsesorden 10% av tilførslene fra de store vassdragene. Landbruk er største kilde i disse vassdragene med unntak av Enningdalselva med en mer dominans av naturlige tilførsler.





For å opprettholde gode oksygenforhold er bunnvann i mange fjorder avhengig av at friskt tungt vann utenfor fjordterskelen jevnlig erstatter det gamle bunnvannet innenfor terskelen. Det har ikke funnet sted en større utskiftning av bunnvannet i sidefjordene til Oslofjorden siden vinteren 2010. I 2016 ble det heller ikke registrert noen utskiftning av bunnvannet på vinteren og våren 2016. Det ble derimot registrert en moderat utskiftning i Hvalerområdet i november 2016 som resulterte i forbedrede forhold i bunnvannet helt inn til Iddefjorden. For mange stasjoner var det ingen endring i miljøtilstanden i 2016 sammenlignet med 2015. Det ble imidlertid på to stasjoner sentralt i fjorden (OF-2 og OF-4) registrert en reduksjon i tilstanden på grunn av økning i mengden total-fosfor. Også i Sandefjordsfjorden ble det registrert en forverring på grunn av økning av mengden nitrat og nedgang i oksygen konsentrasjonen. Generelt er situasjonen for total-fosfor bedret ved en rekke stasjoner, samtidig som stasjonene i indre Hvaler har en forbedring i forhold til nitrat. Saltholdighetsdataene indikerer en lavere tilførsel av ferskvann til Oslofjorden og sidefjordene i 2016 sammenlignet med tidligere år. Dette har stor betydning for næringssaltkonsentrasjon og planteplanktonbiomasse i vannet.

Planteplanktonet på alle stasjoner sett under ett var både i 2016 og 2015 dominert av fureflagellater. I Hvalerområdet har man tidligere år observert markant sommeroppblomstring av kiselalger, men dette var ikke tilfelle i 2016.

Samlet tilstand for vannmassene på Fagrådets overvåkingsstasjoner, basert på næringsalter, klorofyll a og oksygen, vinter og sommer på hver stasjon i 2016 ses i tabellen nedenfor.:

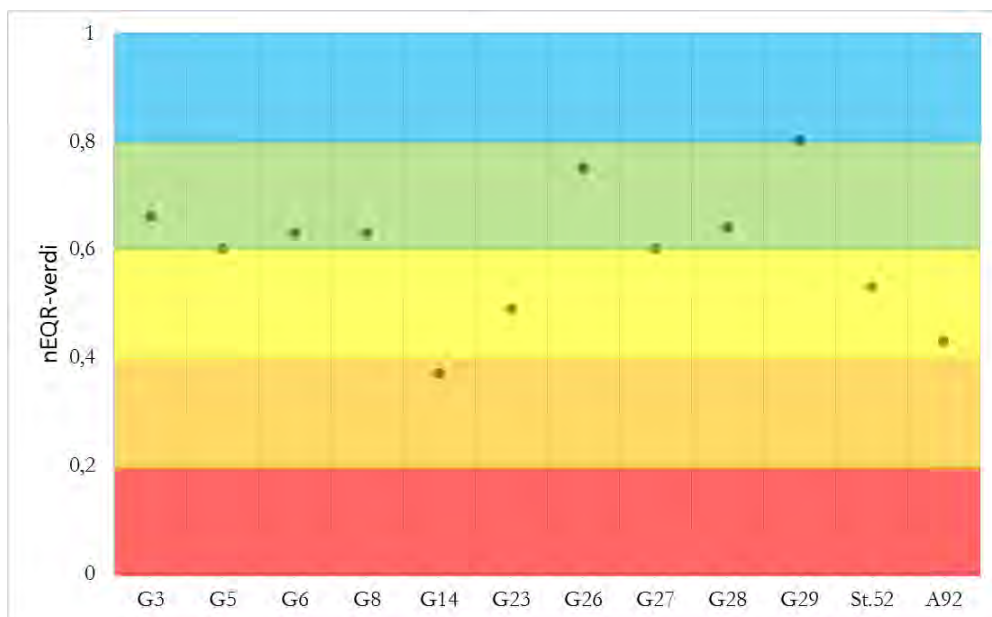
I - Svært god, II - God, III - Moderat, IV - dårlig og V - Svært dårlig, x – kan ikke klassifiseres. Fargen angir miljøklasse

Sentrale stasjoner			Indre stasjoner		
Bastø OF-4	Sommer	I	Indre Drammensfjord D-3	Sommer	V
	Vinter	III		Vinter	III
Missingen OF-2	Sommer	II	Midtre Drammensfjord D-2	Sommer	V
	Vinter	III		Vinter	II
Østlige stasjoner og Hvalerområdet			Vestlige stasjoner		
Rauerfjorden RA-1	Sommer	I	Kippenes MO-2	Sommer	III
	Vinter	x		Vinter	III
Krokstadfjorden KF-1	Sommer	III	Frierfjorden BC-1	Sommer	V
	Vinter	x		Vinter	II
Leira Ø-1	Sommer	II	Larviksfjorden LA-1	Sommer	II
	Vinter	II		Vinter	III
Ramsø I-1	Sommer	III	Sandefjordsfjorden SF-1	Sommer	III
	Vinter	II		Vinter	III
Haslau S-9	Sommer	III	Breviksfjorden FG-1	Sommer	III
	Vinter	II		Vinter	III
Ringdalsfjorden RA-5	Sommer	IV			
	Vinter	IV			
Midtre Iddefjorden ID-2	Sommer	V			
	Vinter	III			

I 2016 ble det på 15 stasjoner gjennomført undersøkelser av flora og fauna på hardbunn i fjæresonen (kvantitative rammeundersøkelser) og undersøkelser av nedre voksegrense for utvalgte makroalger på 12 stasjoner. Det ble også foretatt undersøkelser av flora og fauna på hardbunn i fjæresonen (semi-kvantitative fjæresoneundersøkelser) på 4 stasjoner i Hvalerområdet (finansiert av Borregaard AS)

I 2014 ble stillehavsøsters (*Crassostrea gigas*) registrert for første gang på 6 stasjoner. I 2016 ble det registrert stillehavsøsters på så mange som 11 rammestasjoner og 2 fjæresonestasjoner. Høy forekomst av kiselalger/blågrønn-alger og mye tarmgrønske (*Ulva intestinalis*) i fjæresonen på stasjon G9 ved Sandefjord, G10 ved Stavern, G21 ved Hvaler er en indikasjon på næringsaltpåvirkning. Det er derimot ikke funnet sammenhenger mellom artssammensetningen på stasjonene og næringsalter målt i vannmassene.

Beregninger av nedre voksegrenseindeksen ut fra registrering av nedre voksegrense for 9 arter, ga «god» økologisk tilstand på 6 stasjoner, «moderat» økologisk tilstand på 5 stasjoner og «dårlig» økologisk tilstand på stasjon G14, Bevøya ved Son:



I - Svært god, II - God, III - Moderat, IV- dårlig og V- Svært dårlig

## Summary

Title: Monitoring of the outer Oslofjord. Investigations in 2016

Year: 2017

Author: Walday, M; Gitmark JK; Naustvoll, LJ (IMR); Selvik, JR

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6904-8

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 of nutrients to the fjord in 2015 and the investigations and results for phytoplankton, hydro-physical and hydro-chemical conditions and hard bottom communities in 2016.

There has not been a major replacement of the bottom water in the side fjords to the Oslofjord since the winter in 2010. However, a moderate replacement in the Hvaler area was registered in November 2016, which resulted in improved conditions in the bottom water all the way to Iddefjorden. A similar replacement did not take place in the Drammensfjord and the Frierfjord.

Most stations showed no changes in overall environmental conditions between 2015 and 2016. There was a reduction in the environmental conditions at the mid-fjord stations OF-2 and OF-4 due to increased total phosphate and in the Sandefjordsfjord due to increase in nitrate concentration and reduction in oxygen. In general, total phosphate conditions are improved on many stations, while stations in inner Hvaler area showed an improvement environmental condition based on the amount of nitrate.

Based on salinity data, there was a lower supply of freshwater to the Oslo fjord and the side fjords in 2016 compared with previous years. This has an impact on nutrient concentrations and phytoplankton biomass in the fjord system.

Generally, dinoflagellates dominated the phytoplankton in 2016. In the Hvaler area, significant summer blooms of diatoms have been observed previous years. This was not the case in 2016.

Benthic investigations in Outer Oslo fjord included in 2016 surveys of hard bottom flora and fauna in the littoral zone (quantitative quadrat registrations) at 15 stations and surveys of lower growth limit for a selection of macroalgae at 12 stations. Semi-quantitative registrations of hard bottom flora and fauna in the littoral zone, financed by Borregaard AS, was conducted at 4 stations.

In 2014 the introduced species pacific oyster (*Crassostrea gigas*) was registered at 6 station, in 2016 it was registered at 11 of the 15 “quadrat-stations” and 2 of the 12 littoral zone stations.

High prevalence of diatoms- and blue-green algae and the opportunistic greenalgae, *Ulva intestinalis* was observed in the littoral zone at 3 stations (G9 by Sandefjord, G10 by Stavern and G21 by Hvaler) and indicate eutrophication. However, there are no obvious correlation between species composition at the stations, and nutrients measured in the surface water at nearby stations.

Using the Multi Species Macroalgae Depth Index (MSMDI), 6 stations were classified to be in “good” ecological condition, 5 stations in “moderate” condition and one station (G14) was classified to be in “poor” ecological condition.

## 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 miljøkvalitet (Veileder 1997:03). Det er i 2016 gjennomført undersøkelser av vannmasser på 17 stasjoner og hardbunnsundersøkelser med nedre voksegrense for utvalgte makroalger på 12 stasjoner og rammeregistreringer av dyr og alger i fjæresonen på 15 stasjoner. Tre ekstra innsamlinger i vannmassene på tre stasjoner i Hvaler er utført for Borregaard AS.

På grunn av funksjonssvikt på renseanlegget ved Tønsberg, Vallø var det urensset utslipp fra anlegget på ca. 35 m dyp øst for Vallø vinteren 2015/-16. Med bakgrunn i det ble det inkludert 4 stasjoner for undersøkelse av vannmasser utenfor Vallø i 2016. Resultatene fra den overvåkingen er rapportert her. Det vises i denne sammenheng også til NIVA-notatet «Utredning av utslipp fra Tønsberg renseanlegg» (journalnr. 0900/16).

Det produseres årlige fagrapporter fra undersøkelsene av vannmasser og beregning av tilførsler i Ytre Oslofjord. Det utarbeides også en egen fagrapport for bunnundersøkelsene. Rapporteringen er holdt i en enkel form med presentasjon av metodikk, omfang av prøvetaking og resultater. Nærmere vurdering og drøfting av resultatene for 2016 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 av næringssalter og organisk materiale med elvene i perioder av året med høy vannføring være styrende for miljøbetingelsene i Oslofjorden og tilstøtende fjorder.

## 2. Program

All metodikk som ble brukt ved overvåkingen er nærmere beskrevet i de to fagrapportene for hhv. vannmasse- og bunnundersøkelser (Naustvoll et al. 2017, Gitmark et al. 2017).

### 2.1 Tilførsler

På grunn av rutiner knyttet til datarapportering og bearbeiding av data er det kun data fra 2015 som er tilgjengelig for denne rapporten. Modellerte, kildefordelte tilførsler til Ytre Oslofjord 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).

Miljødirektoratets elvetilførselsprogram (Skarbøvik et al. 2016) 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.

### 2.2 Vannmasser

Innsamling er i hovedsak foretatt av Havforskningsinstituttet med FF G. M. Dannevig, mens den ekstra innsamlingen knyttet til opsjon i Hvaler for Borregaard AS, er foretatt av NIVA. Stasjoner og tidspunkter for undersøkelsene er gitt i Tabell 1, Tabell 2 og Figur 1. Ved stasjon ID-1 (Ytre Iddefjorden) var det en begrenset prøvetakning fra juni 2015 til mars 2016. Krokstadfjorden og Rauerfjorden ble begge inkludert i programmet fra og med juni 2016. OF-1 og OF-5 ble flyttet fra YO-programmet til ØKOKYST i 2016.

**Tabell 1.** Datoer for undersøkelser av stasjoner i Ytre Oslofjord-programmet 2016.

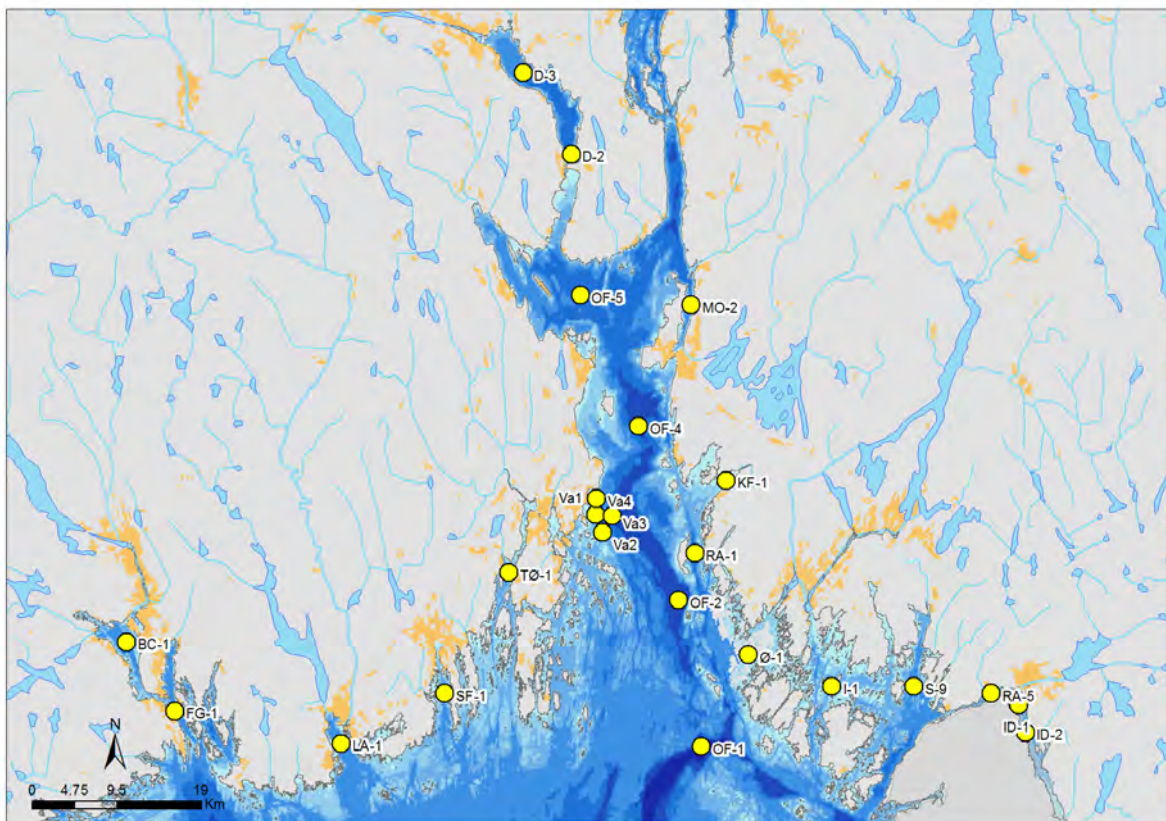
Stasjoner	Prøvetaking med FF G.M. Dannevig							
Rauerfjorden (RA-1)	-	-	-	11. jun	05.jul	14.aug	26.sept	13.nov
Krokstadfjorden (KF-1)	-	-	-	11.jun	05.jul	14.aug	26.sept	13.nov
Langesundsfjorden (FG-1)	17.jan	04. feb		10. jun	04.jul	12.aug	23.sept	11.nov
Frierfjorden (BC-1)	17.jan	04. feb		10. jun <sup>^</sup>	04.jul <sup>^</sup>	12.aug <sup>^</sup>	23.sept <sup>^</sup>	11.nov
Drammensfjorden (D-3)	(15.jan)*	02.feb	06.mar	11. jun	05.jul	13.aug	30.sept	12.nov
Drammensfjorden (D-2)	(15.jan)*	02.feb	06.mar	11. jun <sup>^</sup>	05.jul <sup>^</sup>	13.aug <sup>^</sup>	30.sept <sup>^</sup>	12.nov
Larviksfjorden (LA-1)	17.jan	04.feb		10.jun <sup>^</sup>	04.jul <sup>^</sup>	12.aug <sup>^</sup>	23.sept <sup>^</sup>	11.nov
Sandefjord (SF-1)	16.jan	04.feb		10.jun <sup>^</sup>	04.jul <sup>^</sup>	14.aug <sup>^</sup>	23.sept <sup>^</sup>	12.nov
Vestfjord (TØ-1)	16.jan	01.feb		10.jun <sup>^</sup>	04.jul <sup>^</sup>	14.aug <sup>^</sup>	30.sept <sup>^</sup>	12.nov
Kippenes (MO-2)	16.jan	02.feb		11.jun <sup>^</sup>	05.jul <sup>^</sup>	13.aug <sup>^</sup>	27.sept <sup>^</sup>	13.nov
Leira (Ø-1)	16.jan	03.feb		12.jun	06.jul	23.aug	25.sept	13.nov
Ramsø (I-1)	15.jan	03.feb		12.jun	06.jul	23.aug	24.sept	13.nov
Ringdalsfjorden (RA-5)	(15.jan)*	03.feb	05.mar	12.jun <sup>^</sup>	06.jul <sup>^</sup>	23.aug <sup>^</sup>	24.sept <sup>^</sup>	13.nov
Haslau (S-9)	15.jan	03.feb		12.jun <sup>^</sup>	06.jul <sup>^</sup>	23.aug <sup>^</sup>	24.sept <sup>^</sup>	13.nov
Kjellvik (ID-2)	(16.jan)*	(03.feb)*	05.mar	12.jun	06.jul	23.aug	24.sept	13.nov
Skysskaffern (ID-1)	(15jan)*	03.feb		-	-	-	-	-
Vallø 1-4 (4 stasjoner)	-	02.feb	06.mar	10.jun	04.jul	14.aug	26.sept	12.nov

Stasjoner og dato merket «<sup>^</sup>» er inkludert planteplankton. (\*) i januar og februar var det is ved stasjonen (dato gitt i parentes). Ved isdekke vil prøvetakning ikke kunne gjennomføres fordi skipet ikke er klasset for å gå i is. Beslutningen fattes av kapteinen i henhold til HMS-instruksene.

**Tabell 2.** I 2016 ble det på oppdrag fra Borregaard AS foretatt ekstra undersøkelser i Hvalerregionen ved 3 stasjoner. Undersøkelsene ble utført av NIVA.

Hvaler	NIVA		
Leira (Ø-1)	1.apr	26.mai	26.okt
Ramsø (I-1)	1.apr	26.mai	26.okt
Haslau (S-9)	1.apr	26.mai	26.okt

Sensordata fra Ferrybox er i 2016 samlet inn fra 4 meters dyp i området fra svenskegrensen og inn til Drøbak. Dataene er kvalitetssikret manuelt og klorofyll a-fluorescens ble kalibrert med vannprøver fra hele året der klorofyllkonsentrasjon ble bestemt både spektrofotometrisk og med HPLC. I tillegg er det innhentet vannprøver for kjemiske analyser og sammensetning av planteplanktonet ved OF-2 og OF-4 med samme frekvens og tidspunkt som i hovedprogrammet.



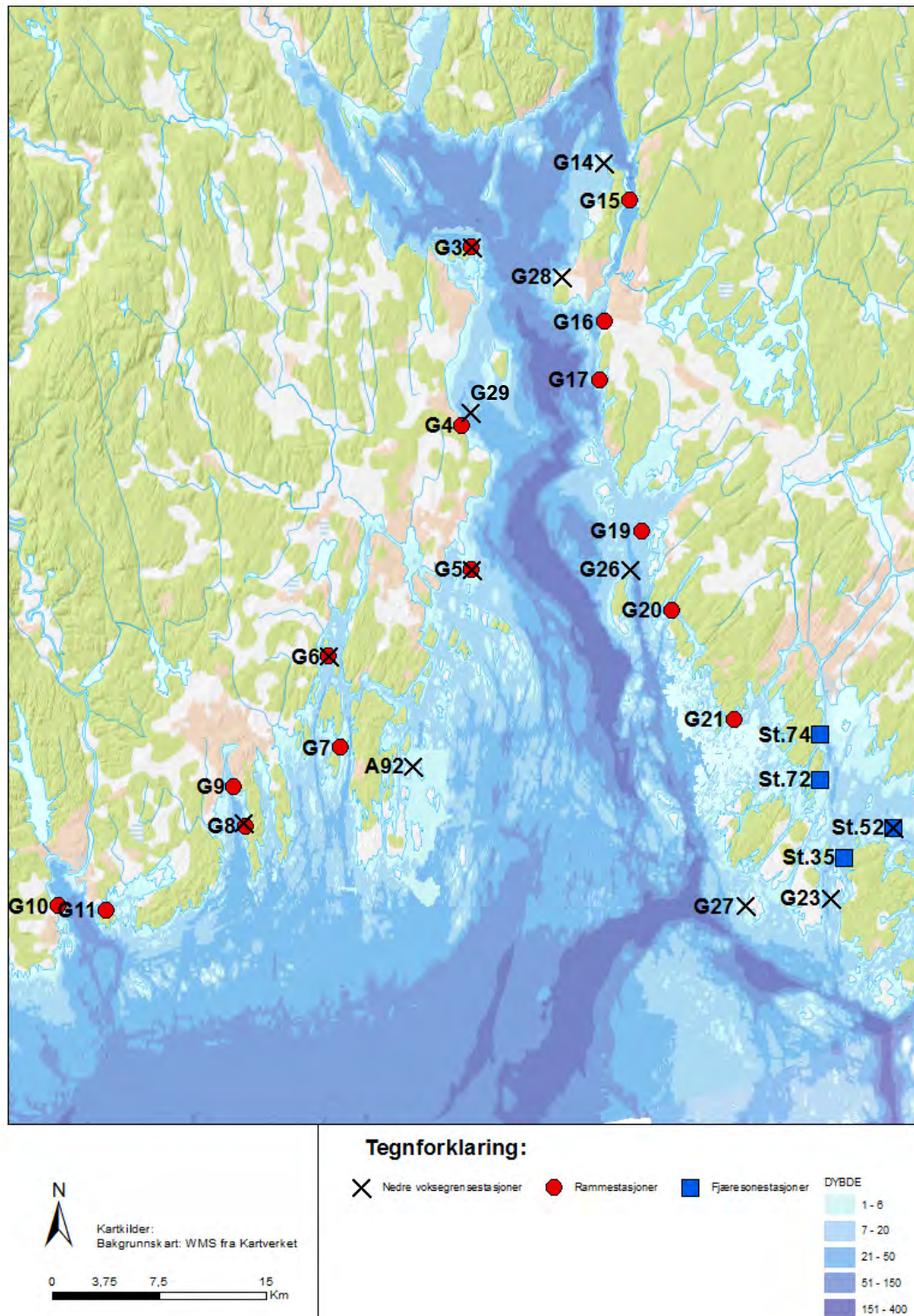
**Figur 1.** Vannmassestasjoner undersøkt i Ytre Oslofjord i 2016. På OF-2 og OF-4 er det samlet inn data fra 4 m dyp ved Ferrybox. OF-1 og OF-5 ble i 2016 overført til overvåkingsprogrammet ØKOKYST-Skagerrak. Stasjonene Va1 - Va4 er undersøkt for Tønsberg renseanlegg IKS.

### 2.3 Hardbunnsundersøkelser

I 2016 ble det foretatt registreringer av nedre voksegrense for utvalgte makroalger på 12 stasjoner og rammeregistreringer av dyr og alger i fjæresonen på 15 stasjoner i 2016 (Figur 2). Med fjæresonen menes her littoralsonen og øverst i sublittoralsonen (sonen under lavvannsmærket). Nedre voksegrensestasjonene er tidligere blitt undersøkt i 2010 og 2007 og metodikken brukes under Vanddirektivet og medfører dykking. Rammestasjonene er tidligere blitt undersøkt i 2014, 2010, 2009 og 2007 (ikke alle stasjonene er undersøkt hvert av årene). Det ble også foretatt undersøkelser av flora og fauna på hardbunn i fjæresonen (semi-kvantitative fjæreundersøkelser) på 4 stasjoner i Hvalerområdet.

Stasjonsoversikt og metodebeskrivelser er gitt i fagrapporten (Gitmark et al. 2017).





**Figur 2.** Kartet viser hardbunnstasjoner som ble undersøkt i 2016. Rammestasjonene er merket med røde sirkler. Nedre voksegrensestasjoner er merket med sorte kryss. Fjæresoneundersøkelser er merket med blå firkanter.

## 2.1 Andre undersøkelser i Ytre Oslofjord

Det ble i 2016 foretatt innsamlinger i vannmassene på 4 stasjoner ved Vallø grunnet uønskede utslipp i forbindelse med ombyggingen av Tønsberg renseanlegg. Undersøkelsene er finansiert av Tønsberg renseanlegg IKS og ble koordinert med de ordinære toktene i Fagrådets overvåking av Ytre Oslofjord. Resultatene er rapportert i kapittel 5.2.2 i denne rapporten, i et eget notat (Staalstrøm et al. 2016) samt i Fagrådets fagrapport for vannmasseundersøkelsene (Naustvoll et al. 2017).

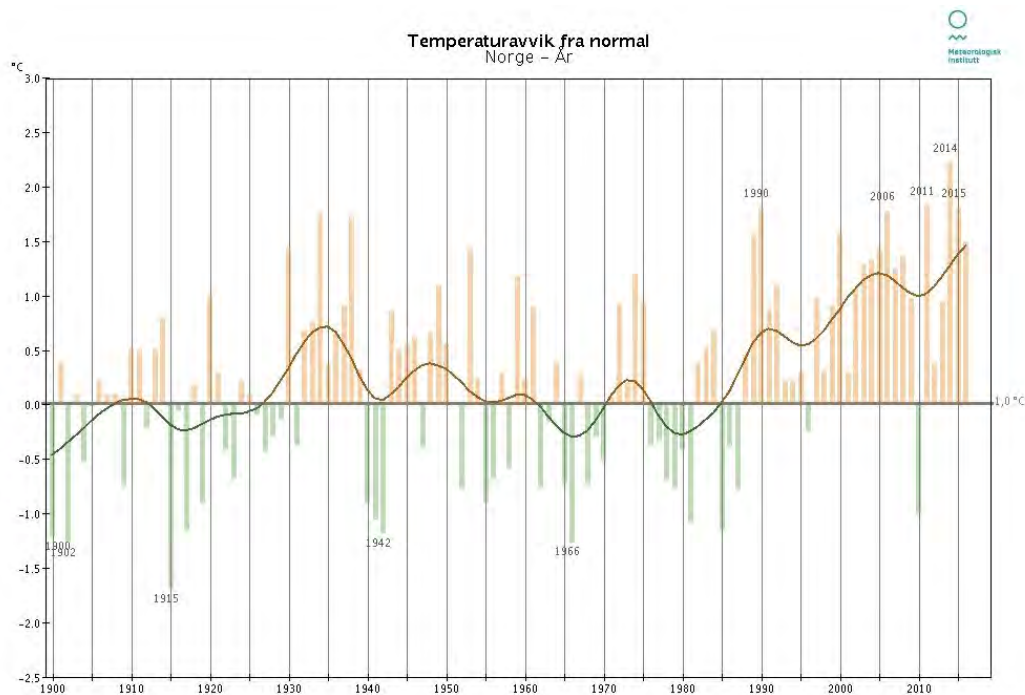
Miljødirektoratets ØKOKYST-program gjennomfører eutrofielatert overvåking i blant annet Skagerrak. Resultater fra flere av ØKOKYST-stasjonene i Ytre Oslofjord omtales i denne rapporten. Rapporter fra ØKOKYST-programmet kan lastes ned på Miljødirektoratets hjemmeside.

### 3. Klimatiske forhold

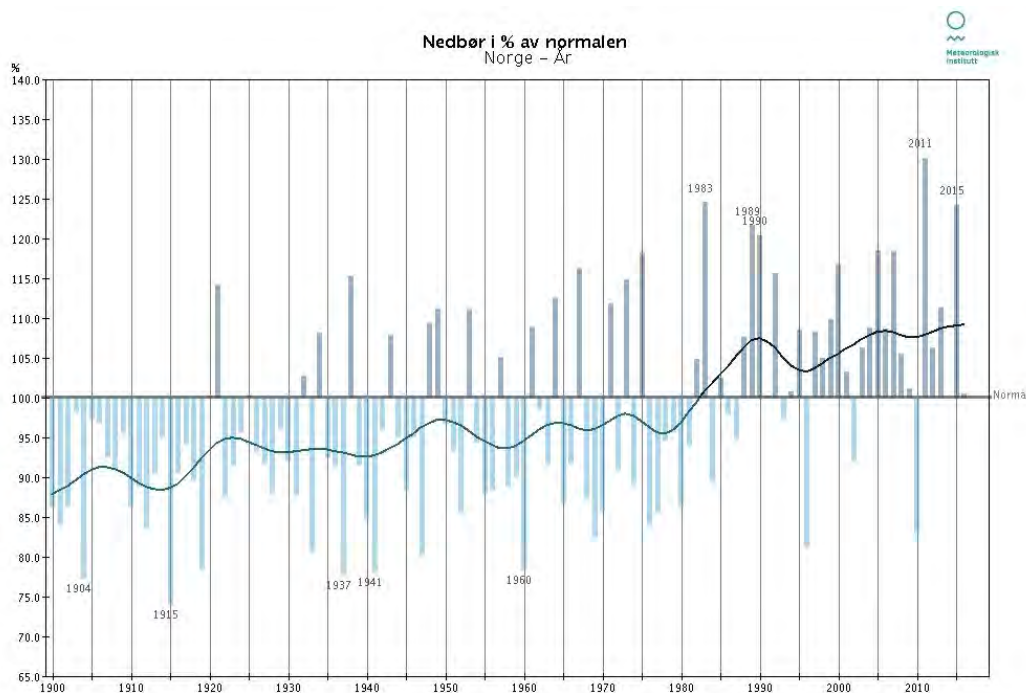
Informasjonen nedenfor er hentet fra [www.met.no](http://www.met.no). Året 2016 ble globalt sett det varmeste året siden moderne målinger startet på midten av 1800-tallet. Rekorden fra 2015 ble slått, som igjen slo rekorden fra 2014.

Hovedtendensen i temperaturutviklingen for Norge de siste drøyt 100 år er at det har blitt varmere. Fra 1900 frem til cirka 1985 lå temperaturen jevnt nær normalen, med en kortvarig varmere periode på 30-tallet. Etter 1985 og frem til i dag har temperaturen vært jevnt varmere enn normalen, med en tendens til fortsatt oppvarming (Figur 3). Færder fyr hadde en av landets høyeste temperaturer i 2015, med en gjennomsnittstemperatur på 9,4 °C, som er 2 °C over normalen for 1961-1990.

Hovedtendensen i utviklingen av nedbør i Norge de siste drøyt 100 år er at det har blitt våtere. Dette er en gjennomgående trend for hele perioden, men spesielt tydelig for de drøyt siste 20 årene Figur 4.



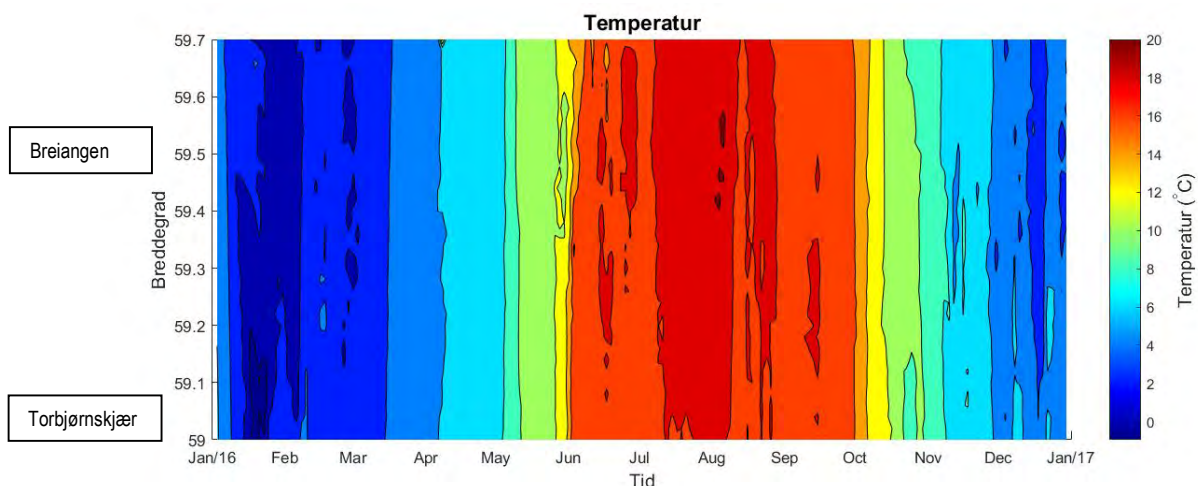
**Figur 3.** Lufttemperatur i Norge. Temperaturavvik fra normal for perioden 1900-2016. Fra met.no



**Figur 4.** Nedbør i Norge. Nedbør i % av normal for perioden 1900-2016. Fra met.no

### 3.1 Sjøtemperaturer

Gjennom hele 2016 har både overflatevannet i Nordsjøen og Skagerrak samt dypvannet i Skagerrak vært noe varmere sammenliknet med perioden 1981-2010, og spesielt i september og oktober ble det registrert unormalt høye overflatetemperaturer i hele området (imr.no). Skagerrak og nordlige Nordsjøen hadde vintertemperaturer rundt 1° C over normalen. I Ytre Oslofjord var overflatetemperaturen på 4 m dyp høyere enn 14° C i perioden juni til oktober i 2016 (Figur 5).



**Figur 5.** Konturplott av temperatur på 4m dyp i 2016. Data er vist for området fra grensen mot svensk farvann og opp til Drøbak. Data fra Ferrybox.

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

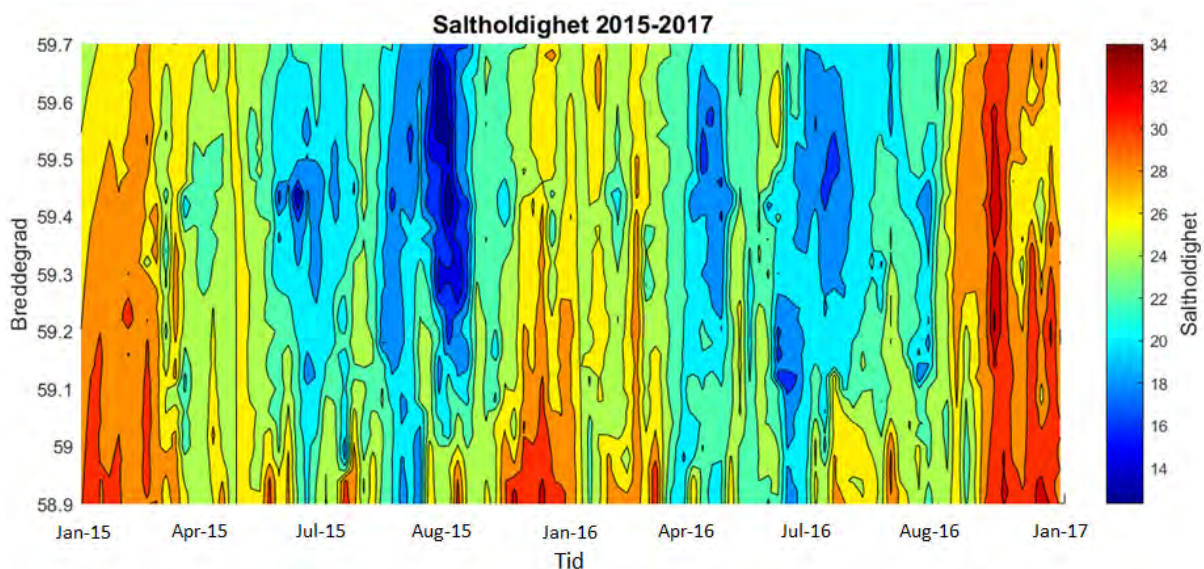


arter. Dersom klimaendringer gir økt stofftransport kan dette indirekte kamuflere effekten av kostbare utslippsbegrensende tiltak på landsida. Trendene for stofftransporten i elvene i vårt område gjennom de siste 20 år er nærmere omtalt i neste kapittel.

I Ytre Oslofjord vil stor avrenning og kraftige nedbørsperioder gi et ferskere overflatevann og en økning av næringssaltkonsentrasjonene i vannet. Fra Figur 6 kan vi se at vi i 2015 hadde slike perioder både juni/juli og september, men spesielt omfattende i oktober. Østfold, Vestfold, Akershus og Oslo var våtest i landet i oktober, med to til tre ganger den normale nedbøren (met.no). I 2016 ser vi et annerledes bilde; ferskere vann vinter, vår og sommer, men uten det kraftige ferskvannssignalet som var i oktober 2015.

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 vårflom enn normalt hvis det har kommet lite nedbør og moderat varme i smelteperioden (nve.no).



**Figur 6.** Saltholdighet på 4m dyp i 2015 og 2016. Data er vist for området fra grensen mot svensk farvann og opp til Drøbak. Data fra Ferrybox.

## 4. Tilførsler

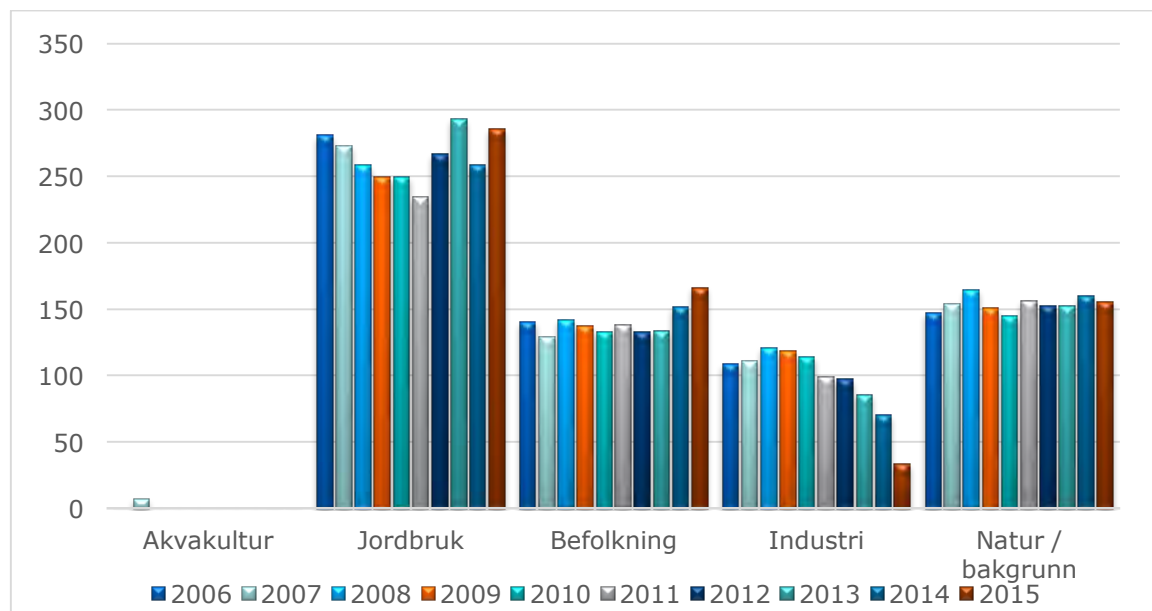
### 4.1 Beregnede kildefordelte tilførsler

På grunn av rutiner knyttet til datarapportering og bearbeiding av data er det kun data fra 2015 som er tilgjengelig for denne rapporten. Data fra kilderegistrene er som tidligere år bearbeidet i TEOTIL og viste ingen dramatiske endringer i 2015 i forhold til tidligere år (Selvik og Høgåsen, 2016). Flere nedleggelse av industrianlegg rundt Ytre Oslofjord de senere år har resultert i reduserte tilførsler av næringssalter fra industri. Det kan nevnes at området ved cellulosefabrikken på Tofte nå er ryddet og klargjort for eventuelle nye etableringer.

Jordbruk er den største enkeltkilden for tilførsler av både menneskeskapt fosfor og nitrogen (Figur 7 og Figur 8). I 2011 ble det i Stortingsmeldingen «Velkommen til bords» (nr. 9, 2011-2012) angitt at det var en ambisjon at landbruksproduksjonen skulle økes med 20 % innen 2030 og holde følge med befolkningsveksten nasjonalt og internasjonalt. Dersom dette gjennomføres vil også innsatsfaktorene i form av gjødsling og energiforbruk trolig måtte øke, men det er ikke gjort noen nærmere vurdering om det er eventuelle endringer i landbrukspraksis som gir effekt på tilførslene.

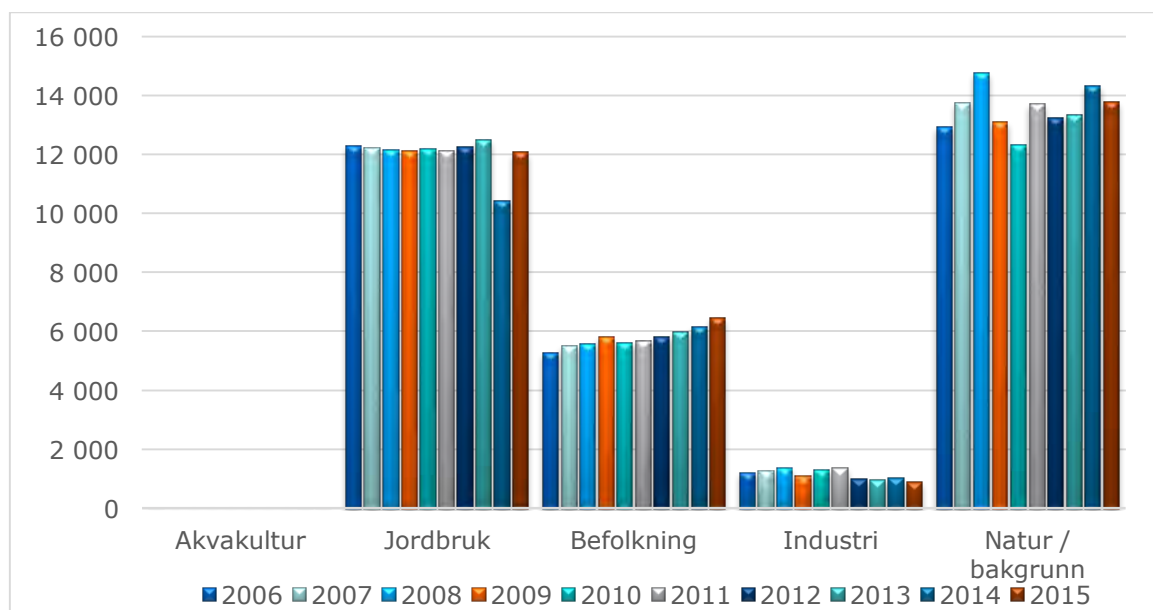
I årene fremover forventes en fortsatt befolkningsvekst rundt Ytre Oslofjord. Dette skyldes både tilflytting og innvandring og er en utfordring for håndtering av avløp fra befolkning fordi kapasitet må utvikles i takt med befolkningsutviklingen. Dersom netto tilførsel til fjordområdet ikke skal øke, må også anleggenes effektivitet økes. De fleste større renseanlegg har høy effektivitet for rensing av fosfor, men det er få anlegg som er bygget for nitrogensrensing. Figur 7 og Figur 8 indikerer at det er en økning i tilførslene av både fosfor og nitrogen fra befolkningen. SSB har gjennomført noen metodiske endringer og det har blitt gjennomført nye modellkjøringer tilbake til 2002 for å få mest mulig sammenlignbare tall.

Utslipp fra akvakultur har vært svært begrenset i Ytre Oslofjord. Det er under planlegging et nytt landbasert oppdrettsanlegg i Fredrikstad med moderne resirkuleringsteknologi som ble omtalt i fjorårets rapport (Walday m.fl. 2016), men det er ennå et stykke frem til dette kommer i drift.



**Figur 7.** 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.

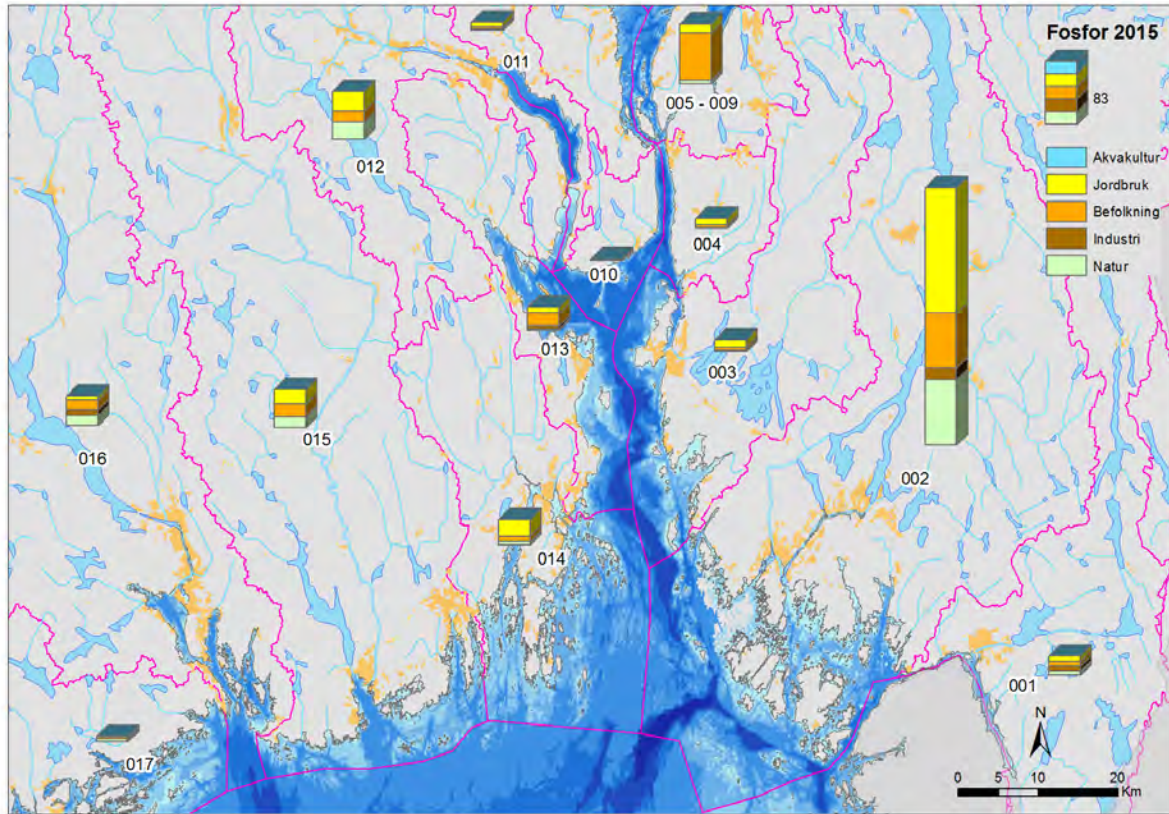




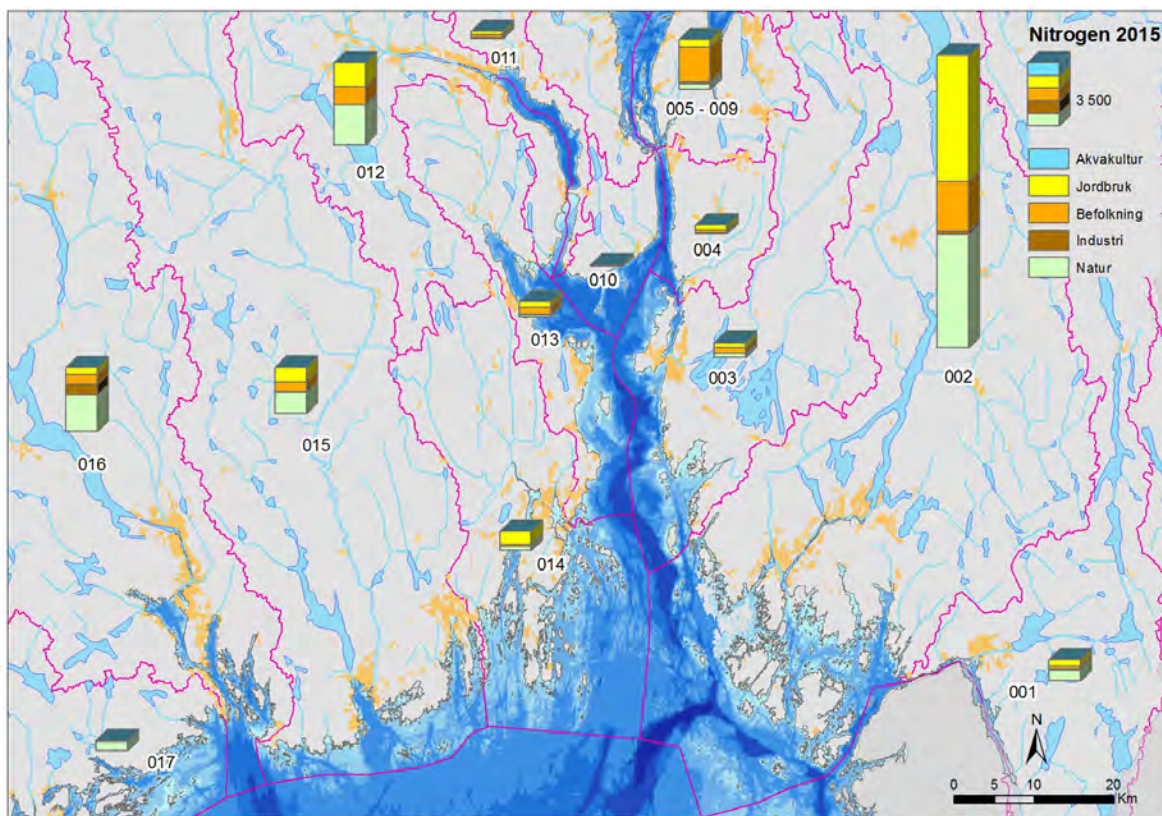
**Figur 8.** Teoretisk beregnede kildefordelte tilførsler av nitrogen (tonn/år) til Ytre Oslofjord fra landområdene som drenerer direkte til Ytre Oslofjord. Dette inkluderer avløpsanlegg og industrianlegg med direkte utslipp til fjorden, men tilførsler fra Indre Oslofjord og langtransport med havstrømmene inngår ikke.

Kartene (Figur 9 og Figur 10) viser kildefordeling av tilførsler via vassdragsområdene rundt Ytre Oslofjord. Glomma er åpenbart største bidragsyter. Kildefordelingen i de ulike vassdragsområdene reflekterer vassdragsområdenes størrelse og fordelingen av arealtyper (jordbruk, skog osv.), men gir i utgangspunktet ingen antydning om hvor det er mest hensiktsmessig å innføre utslippsbegrensende tiltak før man kobler dette nærmere med tilstanden i sjøresipientene.

Tilførslene til Indre Oslofjord er også vist på kartene. Kildene til tilførsler av næringssalter i Indre Oslofjord er dominert av avløp fra befolkning på grunn av relativt lite jordbruk og store befolkningskonsentrasjonene i nedbørfeltet (Figur 9 og Figur 10).



**Figur 9.** Fordeling av beregnede kildefordelte tilførsler av fosfor (tonn) i 2015 fra ulike kilder i de ulike vassdragsområdene som drenerer til Ytre Oslofjord. Tilførsler til Indre Oslofjord er også vist (område 005-009), men er ikke direkte relevant for hvor mye som transporteres ut til Ytre Oslofjord. Tilførsler med havstrømmer inngår ikke i denne figuren.



**Figur 10.** Fordeling av tilførsler av nitrogen (tonn) i 2015 fra ulike kilder i de ulike vassdragsområdene som drenerer til Ytre Oslofjord (angitt med nummer på kartet). Tilførsler til Indre Oslofjord er også vist (område 005-009), men er ikke direkte relevant for hvor mye som transporteres ut til Ytre Oslofjord. Tilførsler med havstrømmer inngår ikke i denne figuren.

## 4.2 Målte tilførsler via elver

Miljødirektoratets elvetilførselsprogram (Skarbøvik et al. 2016) 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.

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). Tabell 3 viser at vannføringen er signifikant økende i alle fire vassdrag som drenerer til Ytre Oslofjord. Hvis man analyserer tilførslene ved å fjerne effekten av vannføringen er det ingen påviselig trend i materialet utenom Numedalslågen, men det er jo de faktiske tilførsler til fjordområdet som er av interesse her.

Glomma, Drammenselva og Numedalslågen har en signifikant økende transport av total-nitrogen, men ingen trend er synlig for Skienselva. For nitrat er det bare Drammenselva som viser økende trend, mens Skienselva viser en nedadgående trend. Utenom Numedalslågen (ingen trend) viser vassdragene nedgang for ammonium. Alle unntatt Skienselva viser en økende transport av fosfat, mens det for total-fosfor kun er Drammenselva og Numedalslågen som øker. Drammenselva og Numedalslågen viser også økende partikkeltransport (SPM).

Glomma er den desidert største bidragsyter til transporten av fosfor og nitrogen til Ytre Oslofjord og fordelingen mellom elvene er vist i sammendragkapittelet.

**Tabell 3.** Trender i tilførsler til elver som overvåkes gjennom Miljødirektoratets elvetilførselsprogram (RID - Riverine inputs and direct discharges to Norwegian coastal waters) (etter Skarbøvik et al. 2016). Tabellen viser p-verdier og farge indikerer grad av statistisk signifikans. Q = vannføring, SPM = partikler.

<i>Tilførsler 1990-2015</i>							
River	Q	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Tot-N	PO <sub>4</sub> -P	Tot-P	SPM
Glomma	0.0059	0.0002	0.1176	0.0077	0.0404	0.3213	0.4148
Drammenselva	0.0022	0.0325	0.0325	0.0022	0.0019	0.0009	0.0022
Numedalslågen	0.0206	0.3213	0.2254	0.0012	0.0077	0.0099	0.0184
Skienelva	0.0127	0.0552	0.0010	0.9824	0.1519	0.1283	0.3002

	Nedadgående, statistisk signifikant ( $p < 0.05$ )
	Nedadgående, ikke statistisk signifikant ( $0.05 < p < 0.1$ )
	Oppadgående, statistisk signifikant ( $p < 0.05$ )
	Oppadgående, ikke statistisk signifikant ( $0.05 < p < 0.1$ )

### 4.3 Tilførsler fra 5 mindre elver

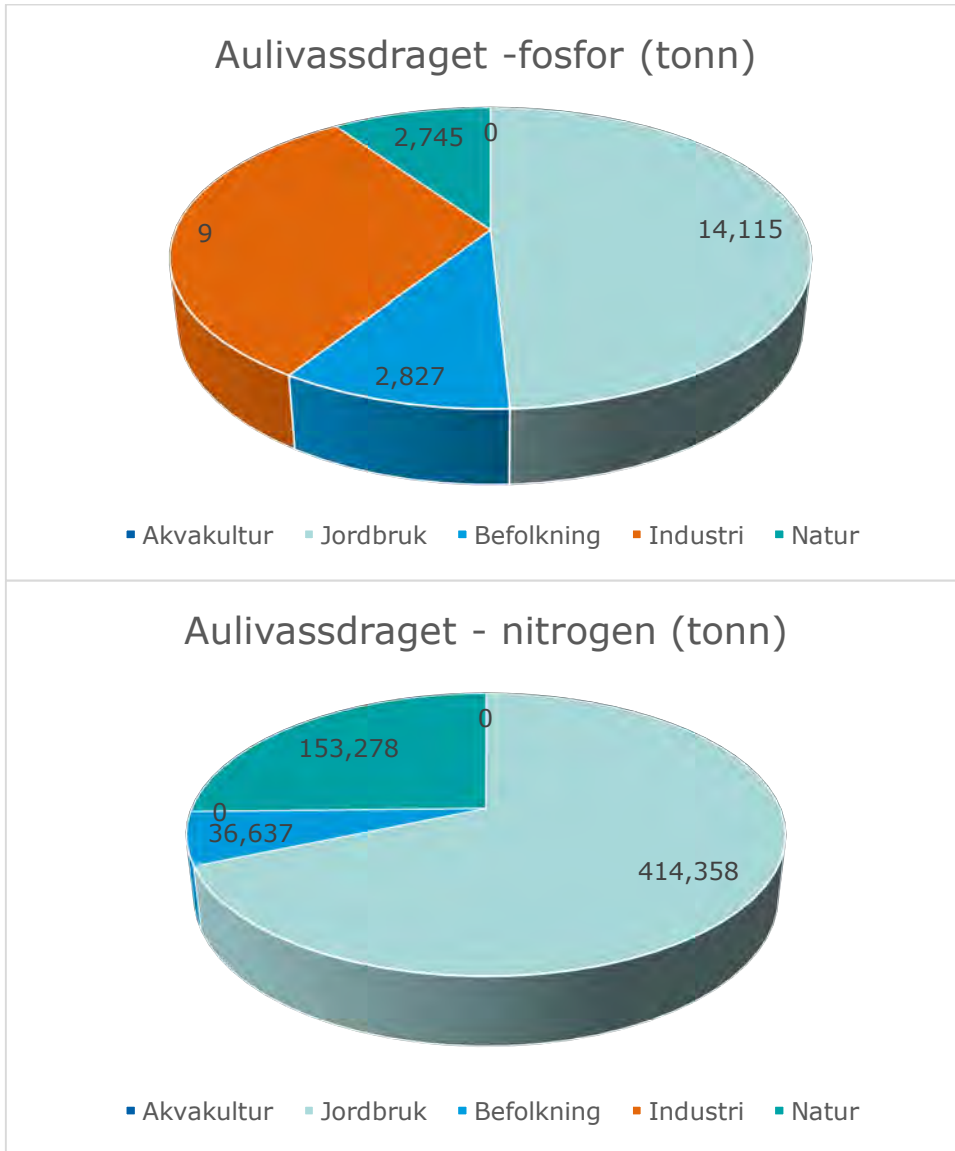
Data fra regionale/lokale overvåkingsaktiviteter i fem mindre vassdrag skal registreres i forvaltningens system «Vannmiljø». Dette gjelder Aulielva, Lierelva, Mosseelva, Tista og Enningdalselva. På det tidspunkt da data til denne undersøkelsen ble tatt fram var det registrert lite data fra disse vassdragene i vannmiljø og det ble besluttet å ikke inkludere tilførselsberegninger i årets rapport<sup>1</sup>. Det har imidlertid blitt satt opp en kildefordeling av de beregnede tilførsler fra Teotilmodellen for 2014 (sammenfallende med siste år for målte tilførsler).

<sup>1</sup> Senere er det registrert mer data for flere av vassdragene i Vannmiljø som vil kunne benyttes ved en senere beregning av tilførsler.



### 4.3.1 Aulielva

Fylkesmannen i Vestfold etablerte et forurensningsregnskap for Vestfold i 2011 og det angis at jordbruk er viktigste kilde for fosfor og nitrogen i Aulivassdraget, men spredt avløp er også viktig. Data fra Miljødirektoratets «Norske Utslipp» inngår som datagrunnlag i Teotil-modellen og indikerer også et betydelig fosforutslipp til vann fra industri, men nærmere vurdering av utslippspunkt etc. er ikke gjort her. For nitrogen er det landbruk og naturlig avrenning som dominerer.

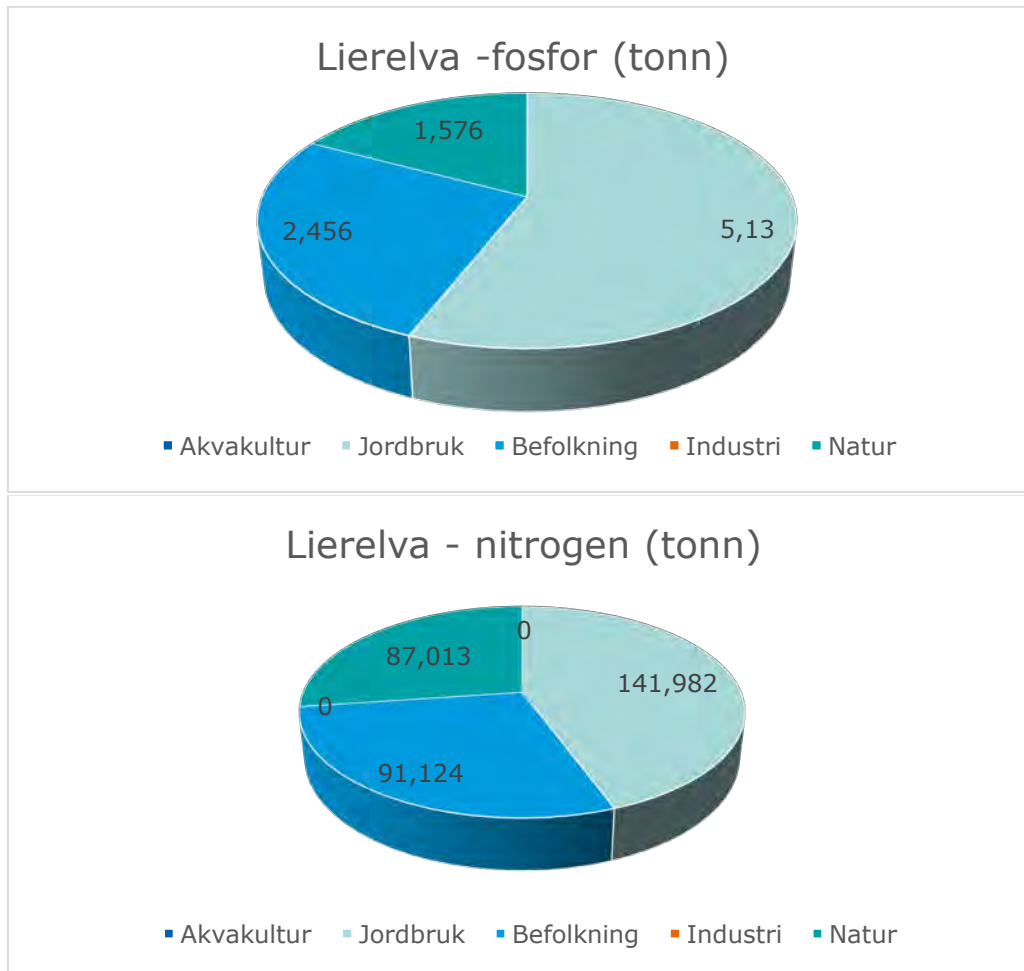


**Figur 11.** Kildfordeling av tilførsler av fosfor og nitrogen for Aulielva i 20xx basert på data fra Teotil-modellen og de nasjonale kildedata som ligger bak denne.

### 4.3.2 Lierelva

Teoretisk beregnet tilførsel av nitrogen var i størrelsesorden 320 tonn for 2014. Dette er nesten det dobbelte av hva som ble beregnet basert på målinger i 2014.

For nitrogen og nitrogen er fortsatt jordbruk største bidragsyter, men både befolkning og naturlig avrenning gir tydelige bidrag (Figur 12).

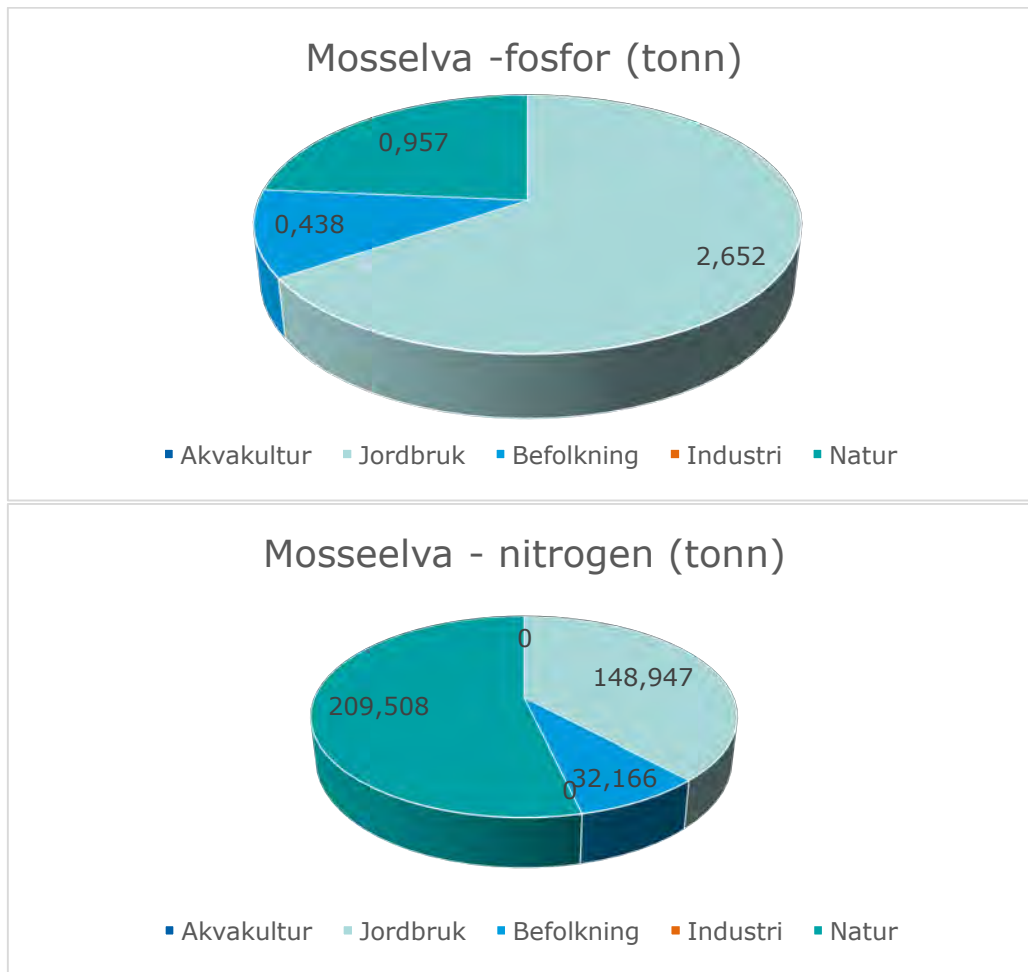


**Figur 12.** Kildefordeling av tilførsler av fosfor og nitrogen med Lierelva basert på data fra Teotil-modellen og de nasjonale kildedata som ligger bak denne.



### 4.3.3 Mosselva

Teoretisk beregnet tilførsel av fosfor via Mosselva ble beregnet å være i størrelsesorden 4 tonn i 2014, beregnet med Teotil-modellen. Dette er noe mindre enn målte tilførsler fra 2012 og tidligere (Naustvoll et al. 2017). Det må bemerkes at det er betydelig retensjon i Vannsjøsystemet og dette utgjør et viktig usikkerhetsmoment i transportmodelleringen. For fosfor er landbruk den største kilde i dette vassdraget (Figur 13). For nitrogen er fortsatt jordbruk en stor kilde, men naturlig bakgrunnsavrenning er noe større (Figur 13).

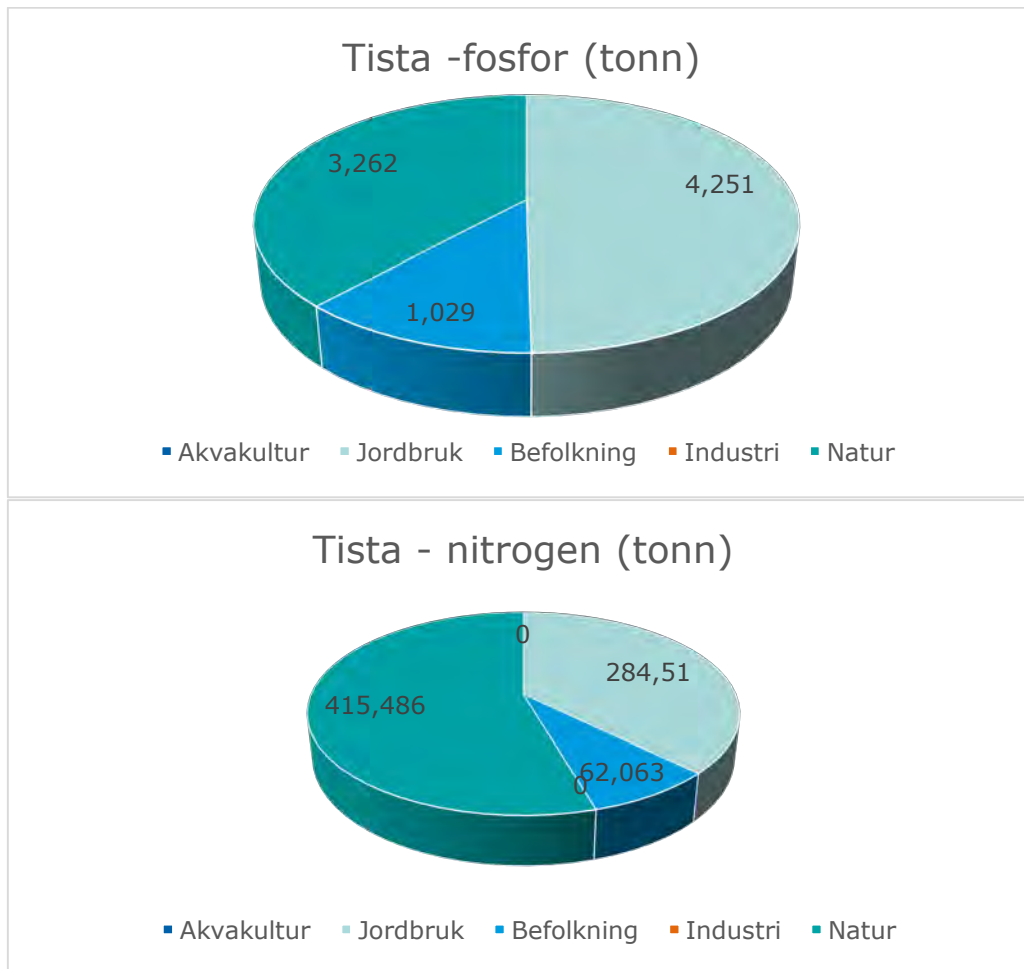


**Figur 13.** Kildfordeling av tilførsler av fosfor og nitrogen i Mosselva i 20xx basert på data fra Teotil-modellen og de nasjonale kildedata som ligger bak denne.

#### 4.3.4 Tista

Omtrent halvparten av fosforet synes å stamme fra jordbruk, mens naturlig avrenning utgjør den nest største andelen (Figur 14).

For nitrogen beregner modellen en transport ved målepunktet nær utløpet av Femsjøen til 763 tonn. Det er mer enn målt tilførsel i 2014 (beregnet til 560 tonn), men allikevel ganske likt det man har målt flere foregående år. Befolkning fremstår som den største kilden for tilførsel av nitrogen, men jordbruk har også en stor andel.

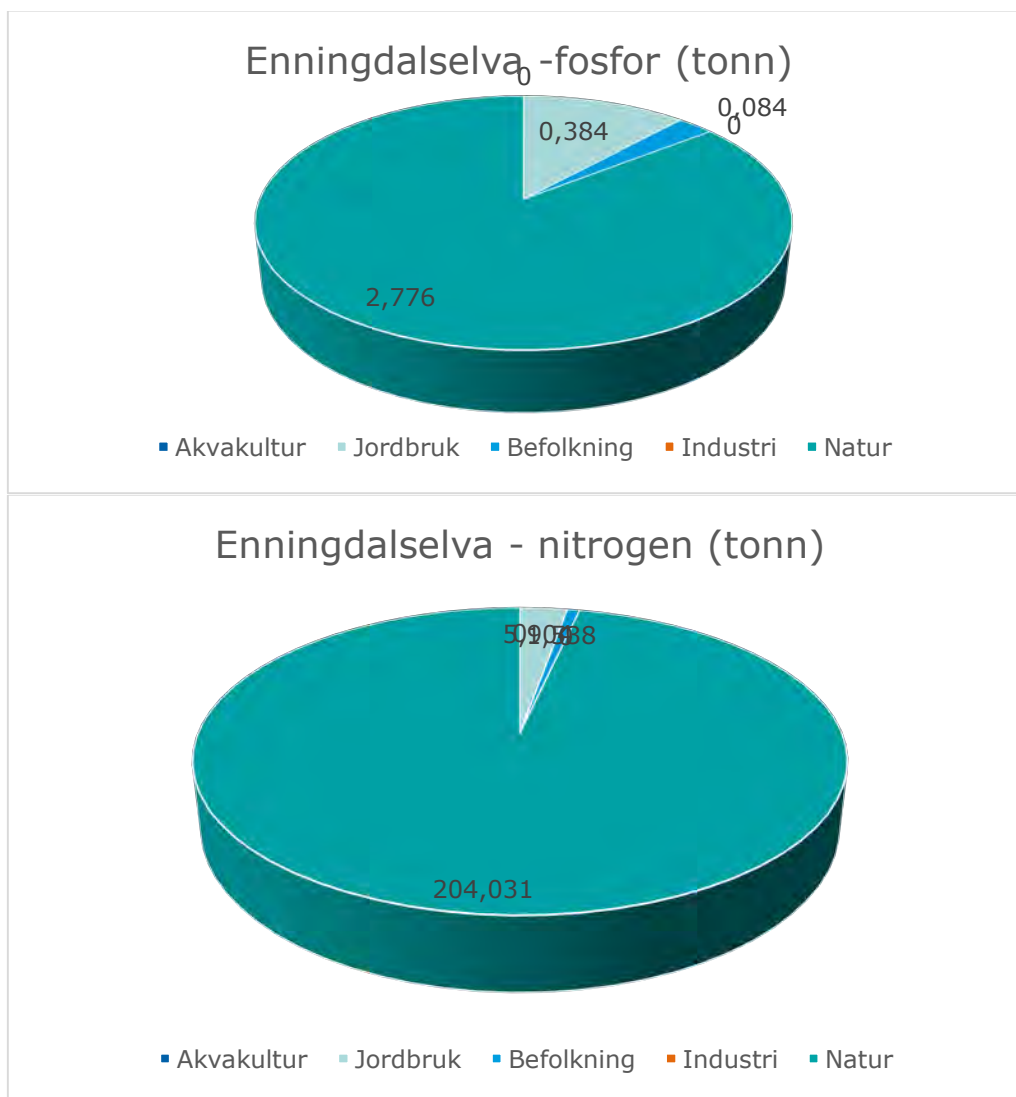


**Figur 14.** Kildfordeling av tilførsler av fosfor og nitrogen med Tista basert på data fra Teotil-modellen og de nasjonale kildedata som ligger bak denne.

#### 4.3.5 Enningdalsvassdraget

Både jordbruk og befolkning er kilder til utslipp av næringsalter som er gitt prioritet i vannområdeplanene for region Glomma, men kildefordelingen for Enningdalselva viser en dominans av fosfor- og nitrogen tilførsler fra upåvirkede områder (natur) (Figur 15).

Målingene i vassdraget indikerte en transport på 6,7 tonn fosfor i 2013, men varierer fra under 2 til nærmere 10 tonn/år i perioden 1991-2013 (Naustvoll et al. 2017). Teotil-beregningene lå noe lavere med 3,2 tonn transport av fosfor for 2014. Deler av vassdraget ligger i Sverige hvor vi ikke har kilde-data for Teotil, så det bidrar til å forklare forskjellene.



**Figur 15.** Kildefordeling av tilførsler av fosfor og nitrogen med Enningdalselva basert på data fra Teotil-modellen og de nasjonale kilde-data som ligger bak denne.

## 5. Vannkjemi og planteplankton

### 5.1 Datagrunnlag

Ved tilstandsklassifisering av 2016-data er det i så stor grad som mulig fulgt anbefalinger i Vannforskriften (Veileder 02:2013 – rev2015). For de fysiske/kjemiske parameterne tilfredsstiller 2016-programmet krav til data, med ett unntak: Veilederen anbefaler at man foretar en klassifisering basert på data samlet over 3 år. I årets rapport er det valgt å gi tilstandsvurderingen kun for 2016. Dette gjør det enklere å sammenligne med tidligere år. I overvåkingsperioden 2013-2016 er det benyttet ulike innsamlingsdyp for de kjemiske parameterne, noe som vanskeliggjør en samlet vurdering for 3-årsperioden 2014-2016. Det er benyttet data fra 0-10 m dyp da dette dybdeintervall oppgis både i SFT 1997:03 og Veileder 02:2013 -rev2015 og gir en robust tilstandsvurdering av overflatelaget. For data innhentet med Ferryboks-systemet, fra stasjon OF-2 og OF-4, foreligger kun data fra 4 m, som da er benyttet. For stasjonene RA-1 og KF-1 som ble igangsatt i løpet av 2016 er det kun datagrunnlag for en sommervurdering av tilstanden. Klassifiseringen som er gitt for 2016 anses som en foreløpig tilstandsvurdering i påvente på 3 års sammenhengende og sammenlignbare data.

I henhold til Veileder 02:2013 -rev2015 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 normalt er på høsten, i perioden 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 2016 ikke tilfredsstiller kravene i Vannforskriften når det gjelder periode for innsamling og antall prøver som er nødvendig.

### 5.2 Tilstandsklassifisering av Ytre Oslofjord 2016

Det foretas en samlet vurdering av stasjonene for vinter- og sommerperioden. Vurderingen er gjort i henhold til de kriterier som er gitt i SFT 1997:03 og Veileder 02:2013 – rev2015. Klassifiseringen for stasjonene som inngikk i programmet for 2016 er gitt i Tabell 4.

Det er stor variasjon i miljøtilstand mellom de ulike stasjonene i Ytre Oslofjord. Stasjoner som ligger i de ytre delene av randsonen og på den vestre og ytre del av Oslofjorden har generelt bedre miljøforhold enn de som ligger lengre inn i sidefjordene. Ved «samlet vurdering» er ikke siktdyp inkludert i analysen. Dette er en parameter det er knyttet en del usikkerhet til og det er stilt spørsmål ved klassifiseringssystemene for denne parameteren. «Samlet vurdering» er kun basert på kjemiske parametere og klorofyll. Det kan nevnes at hvis siktdyp inkluderes vil alle stasjoner i Hvaler havne i tilstandsklasse IV (dårlig) eller lavere på sommerklassifiseringen og «Vestfjorden», «Rauerfjorden» og «Krokstadfjorden» ville fått én tilstandsklasse lavere i samlet vurdering.

**Tabell 4.** Miljøklassifisering av stasjonene i Ytre Oslofjord i 2016. Data fra de øvre 10 meter og høstverdier for oksygen i dypvann er benyttet. For klorofyll a er klassifiseringssystemet i SFT 1997:03 benyttet, med korrigering for saltholdighet. Samlet vurdering er basert på kriteriet 'dårligste parameter fastsetter samlet tilstand'. «x» – ingen data pga. sen oppstart av stasjonen. «nd» ingen data. For stasjon «Breviksfjorden» er kun data fra 2 m inkludert i YO programmet. For Ferrybox (OF-2 og OF-4) er det kun data fra 4 m. OF-1 og OF-2 undersøkes i programmet ØKOKYST-Skagerrak i regi av Miljødirektoratet

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
<b>Ferrybox/Sentrale fjordområder</b>									
Bastø OF-4	Sommer	7	1,7	9,7	202	1,7			I
	Vinter	101	19	27,5	248				III
Missingen OF-2	Sommer	5,7	1,7	10	258	1,2			II
	Vinter	107	18	26,5	202				III
<b>Vertikale profiler/sentrale fjordområder</b>									
Breiangen OF-5	Sommer	28	3,6	10,5	209	1,4	4,5	5,7	III
	Vinter	142	14,7	21,5	315				III
Torbjørnskjær OF-1	Sommer	2	1,7	10,6	192	1,2	5	7	I
	Vinter	132	16	23	341				III
<b>Frierfjorden og de vestlige deler av Ytre Oslofjord</b>									
Breviksfjorden FG- 1^	Sommer	48	3	11,4	301	4,9			III
	Vinter	138	12	18	283				III
Frierfjorden BC-1	Sommer	93	4	11,3	281	1,9	0,1	3,3	V
	Vinter	164	12	19	336				II
Larviksfjorden LA-1	Sommer	4,7	2,9	10,5	197	1,9	4	7	II
	Vinter	127	15	22,4	285				III
Sandefjordsfjorden SF-1	Sommer	3,5	2,5	11,9	216	1,6	3,4	6,7	III
	Vinter	132	15,6	22	308				III
Vestfjorden TØ-1	Sommer	10	4,2	12,2	237	3,7	2,6	3,7	III
	Vinter	143	15,7	22	335				III
<b>Indre deler av Ytre Oslofjord</b>									
Indre Drammensfjord D-3	Sommer	234	5,5	13	367	1	0,14	2,7	V
	Vinter	196	12	12,5	471				III
Midtre Drammensfjord D-2	Sommer	161	5,5	14	359	1,9	0,14	4	V
	Vinter	169	13,5	19,6	334				II
Kippenes MO-2	Sommer	32,5	4,6	13,8	280	3,8	3	4,7	III
	Vinter	145	14,7	23	345				III
<b>Hvalerområdet</b>									
Leira Ø-1	Sommer	18	3,3	11,7	219	2,7	4,2	3	II
	Vinter	119	15,7	22	291				II
Ramsø I-1	Sommer	62	5,3	15	331	4	2,6	2,7	III
	Vinter	116	16	22	297				II
Haslau S-9	Sommer	24	3,8	14	256	6,1	4,3	4	III
	Vinter	112	15,8	23	306				II
Ringdalsfjorden RA-5	Sommer	64	9,2	23	392	10,2	1,6	2,7	IV
	Vinter	234	17	26	634				IV
Midtre Iddefjorden ID-2	Sommer	115	16,4	18	357	8,8	0,1	3,2	V
	Vinter	207	19,5	24,6	406				III
<b>Åpen fjord, Østfold</b>									
Rauerfjorden RA-1	Sommer	7,7	2,5	11	194	1,6	4,6	4,7	I
	Vinter	x	x	x	x				X
Krokstadfjorden KF-1	Sommer	11	2,6	12,8	492	1,9	4,6	5	III
	Vinter	X	x	x	x				x

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

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

Inne i Frierfjorden har det over mange år blitt registrert noe forhøyede nitrogenkonsentrasjoner. I 2016 resulterte forhøyede konsentrasjoner av nitrat til «moderat» tilstandsklasse for denne parameteren. De øvrige kjemiske parametere var i tilstandsklasse «god» i sommerperioden. Forholdene på vinteren var

bedre i 2016 enn 2015 og samlet vurdering for Frierfjorden gir «god» tilstand i 2016. Dette er én tilstandsklasse bedre enn i 2015.

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 2015/2016, noe som resulterte i tilstandsklassen «svært dårlig» (V) for oksygen i 2016. Basert på alle kjemiske og biologiske data faller Frierfjorden ut i tilstandsklasse «svært dårlig».

For «Breviksfjorden» er det benyttet 2 m data for vurdering av tilstand i 2016. Både sommer- og vinter situasjonen havner i klasse «moderat». For sommerperioden er klorofyll utslagsgivende for tilstanden, mens det er forhøyede nitratkonsentrasjoner på vinteren. Breviksfjorden hadde også «moderat» tilstand i 2015.

To av Grenlandsfjordene, Håøyfjorden og Breviksfjorden, undersøkes i programmet ØKOKYST-Skagerrak i regi av Miljødirektoratet. Den samlede vurderingen av tilstanden i vannmassene i disse to fjordene er vist i Tabell 5. De dårlige oksygenforholdene i dypvannet i Håøyfjorden gir «svært dårlig» tilstand, mens forhøyede nitratverdier gir «moderat» tilstand i Breviksfjorden. Merk at denne klassifiseringen er basert på data fra 2014-2016.

**Tabell 5.** Tilstandsvurdering av «Håøyfjorden» og «Breviksfjorden» i 2016. Klassifiseringen er basert på data fra 2014-2016 fra det Nasjonale overvåkingsprogrammet ØKOKYST-Skagerrak i regi av Miljødirektoratet og fra overvåkingsprogrammet i regi av Fagråd for Ytre Oslofjord. Tabell fra ØKOKYST-rapporten (Moy et al. 2017). Stasjon VT67 er identisk med FG-1 i **Tabell 4**.

Samlet vurdering av tilstand for kjemiske parametere (vinter og sommer)				
Stasjon	Vannforekomst	År	Tilstands-klasse	Utslagsgivende parameter
VT66 Håøyfjorden	Håøyfjorden	2014-2016	V	Oksygen dypvannet
VT67 Breviksfjorden	Langesundsfjorden	2014-2016	III	Nitrat vinter/sommer

For Larviksfjorden er miljøtilstanden i 2016 «god» på sommeren med oksygen som utslagsgivende parameter. Alle næringssalter faller ut i tilstand «svært god» med en bedring i total-fosfor i forhold til 2015. For vinterperioden er tilstanden «moderat» der nitratkonsentrasjon er utslagsgivende. I 2015 var vurderingen også «moderat», men da var det total-fosfor som var forhøyet. Den samlede tilstandsvurderingen for Larviksfjorden er identisk i 2016 og 2015.

I Sandefjordsfjorden er tilstanden «moderat» på sommeren og vinteren. Sommertilstanden er dermed redusert med én klasse sammenlignet med 2015 og det var oksygenverdiene som førte til redusert sommertilstand. Som i Larviksfjorden er det nitrat på vinteren som resulterer i redusert tilstand i 2016. Også i Sandefjordsfjorden er det bedring i total-fosfor, men forhøyede konsentrasjoner av nitrat i 2016.

Basert på næringssalter er tilstanden «svært god» til «god» i Vestfjorden ved Tønsberg sommeren 2016, i likhet med 2015. Den samlede sommertilstanden blir likevel «moderat» grunnet lave oksygenkonsentrasjoner og høye klorofyllverdier. Som i 2014 og 2015 ble det registrert forhøyede konsentrasjoner av nitrat på vinteren i 2016. Den samlede vurderingen for vinterperioden gir tilstandsklasse «moderat», men som i andre vestlige områder i Ytre Oslofjord er det en bedring i total-fosfor i 2016.

For Grenland er det fortsatt utfordringer knyttet til forhøyet nitratkonsentrasjon både sommer og vinter, i tillegg til lav oksygenkonsentrasjon i Frierfjorden og Håøyfjorden. For de vestlige delene av Ytre Oslofjord er konsentrasjon av total-fosfor redusert i 2016 sammenlignet med 2015. I 2016 er det forhøyede nitratkonsentrasjoner på vinteren som medfører redusert tilstand.



### 5.2.2 TAU-undersøkelsene ved Vallø

Det ble i 2016 foretatt innsamlinger ved Vallø utenfor Tønsberg grunnet uønskede utslipp i forbindelse med ombyggingen av renseanlegget. Stasjoner ble plassert ved utløpet fra renseanlegget (1), sør for utslippet (2), sør-øst for utslippet (3) og nord for utslippet (4). Tilstandsklassifisering basert på kjemiske parametre er gitt i Tabell 6.

**Tabell 6.** Miljøklassifisering av stasjonene Ved Vallø utenfor Tønsberg i 2016. Data fra de øvre 10 meter og høstverdier for oksygen i dypvann er benyttet. For klorofyll a er klassifiseringssystemet i SFT 1997:03 benyttet, med korrigering for saltholdighet. Samlet vurdering er basert på kriteriet 'dårligste parameter fastsetter samlet tilstand'.

TAU-undersøkelsene ved Vallø									
	Sesong	Nitrat (µg/l)	Fosfat (µg/l)	Tot P (µg/l)	Tot N (µg/l)	NH4 (µg/l)	Klorofyll a (µg/l)	Oksygen (ml/l)	Samlet vurdering
Vallø – 1	Sommer	12,3	3,2	11	200	27	2,2	4,2	II
	Vinter**	139	15	21	291	11			III
Vallø – 2	Sommer	7,8	2,7	10,5	208	19	2,3	4,5	II
	Vinter**	117	15,5	24,7	403	51			III
Vallø – 3	Sommer	10	2,9	10	194	11	1,6	5,2	I
	Vinter**	119	15,5	23	342	13			II
Vallø - 4	Sommer	13,9	3,5	11	191	15,5	2	4,6	II
	Vinter**	133	15	22,5	293	9,6			III

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

\*\* «vinterklassifisering» er kun basert på 1 mnd prøvetaking

De fleste parametrene kom ut i «god» eller «meget god» tilstand. For stasjonene Vallø 1 og 2 er samlet miljøtilstand i vinterperioden «moderat», der nitrat og total-nitrogen er utslagsgivende. Dette er de to stasjonene der man forventet de høyeste verdier ved utslippet fra renseanlegget. Disse to stasjonene hadde også de høyeste konsentrasjonene av ammonium (tilstandsklasse «god»). Ved Vallø 3 er tilstanden «god» ved samlet vurdering for vinterperioden. Stasjonen ligger mer eksponert og forventes mindre påvirket av renseanlegget. For Vallø 4, som lå nord for utslippspunktet, var det forhøyede konsentrasjoner av nitrat i vinterperioden og samlet vurdering gir tilstandsklasse «moderat». Forhøyede konsentrasjoner av nitrat kan skyldes transport nordover fra utslippspunktet da stasjonen lå forholdsvis nært utslippet. Neste målepunkt nord for utslippet er ved Bastø (OF-4) der nitrat kom ut i tilstandsklasse «god». Ved sommermålingen er tilstanden bedre ved alle stasjonene. Stasjonene Vallø 1, 2 og 4 kom i klasse «god» og Vallø 4 i «svært god».

### 5.2.3 Indre deler av Ytre Oslofjord

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

Ved alle stasjonene kom nitrat i tilstandsklassen «moderat» eller dårligere sommer og vinter, med ett unntak: ved «Midtre Drammensfjorden» (Svelvik) var tilstanden «god» vinteren 2016. I Drammensfjorden viser flere av næringssaltparameterne «moderat» tilstand om sommeren og i vinterperioden ved Solumstranda. På grunn av den grunne terskelen ved Svelvik og stor tilførsel av ferskvann er det stagnasjon av bunnvannet inne i Drammensfjorden. Ved begge stasjonene er det svært lave oksygenkonsentrasjoner, noe som resulterer i at den samlede tilstanden i 2016 var «svært dårlig».

Ved Kippenes i Mossesundet ble det i 2016 målt forhøyede konsentrasjoner av nitrat både i vinter- og sommerperioden. Dette var tilfellet også i 2015. I tillegg fører redusert oksygenkonsentrasjon på høsten til at den samlede vurderingen for Kippenes gir «moderat» tilstand.

For de indre deler av Ytre Oslofjord er forholdene noe forbedret i 2016 sammenlignet med 2015 for fosfat, og delvis for total-nitrogen. Forhøyede nitratkonsentrasjoner og redusert oksygenkonsentrasjon fører til at alle stasjoner faller ut i samme tilstandsklasse i 2016 som i 2015.

#### 5.2.4 Hvalerområdet

I Hvalerområdet er det en gradient i miljøtilstanden fra de ytre og åpne områdene og innover mot Iddefjorden. Forholdene er som oftest bedre i de ytre delene av Hvaler for så å reduseres ettersom man beveger seg innover i fjordsystemene. På oppdrag fra Borregaard AS er det foretatt tre ekstra tokt på tre av stasjonene i Hvaler (Ramsø, Haslau og Leira, se Figur 1, Tabell 2).

For Leira (Ø-1) var den samlede vurderingen i 2016 «god» både for sommer- og vinterperioden. Stasjonen viser samme tilstandsklasse som i 2015, men en bedring siden 2014. På grunn av topografiske forhold og vannsirkulasjon er forholdene generelt dårligere ved Ramsø (I-1) enn Haslau (S-9), som er mindre påvirket av Glomma. I 2016 var samlet tilstandsvurdering identisk ved de to stasjonene; begge kom ut i tilstandsklasse «moderat» og «god», henholdsvis sommer- og vinterperioden. Ved begge stasjonene er nitrat og klorofyll utslagsgivende, men for Ramsø er også total-nitrogen og oksygen i tilstandsklasse «moderat» på sommeren.

For stasjonen i Ringdalsfjorden (RA-5) var samlet tilstand «dårlig» både i sommer- og vinterperioden. Sammenlignet med 2015 er tilstanden identisk for vinterperioden, men bedret med én tilstandsklasse for sommerperioden. For sommerperioden er tilstanden «moderat» for alle næringssaltparametere, mens klorofyll og oksygen kommer ut i «dårlig» tilstand. I Iddefjorden er samlet vurdering for sommerperioden «svært dårlig» på grunn av lave oksygenkonsentrasjoner. I tillegg viser alle næringssaltparametere «moderat» eller «dårlig» tilstand. Sammenlignet med 2015 er det først og fremst fosfat og total-fosfor som har endret seg mye; fra «god» tilstand i 2015 til «moderat» tilstand i 2016. For klorofyll kom begge stasjonene i «dårlig» tilstand, som er en betydelig reduksjon i tilstand sammenlignet med 2015.

Som man nå har registret over en lengre periode er det dårlig tilstand innover i Hvalerområdet. Som i tidligere år er det forhøyede næringssaltkonsentrasjoner, med først og fremst forhøyet nitrogenkonsentrasjon i de indre delene av området. I tillegg er det lengre perioder med vannstagnasjon i Iddefjorden, og til dels Ringdalsfjorden, som resulterer i lave oksygenkonsentrasjoner.

#### 5.2.5 Åpen fjord - Østfold

Dette området dekkes av stasjonene Rauerfjorden (RA-1) og Krokstadfjorden (KF-1), begge startet opp i juni 2016. Ved Rauerfjorden viser alle måleparametere, med unntak av siktdyp, «svært god» tilstand basert på sommerdata. For stasjonen «Krokstadfjorden» var den samlede vurderingen «moderat». Total-nitrogen var forhøyet i sommerperioden og førte til redusert tilstand. De øvrige parametere kom i tilstand «god» til «svært god».

#### 5.2.6 Sentrale åpne fjordområder

Dette området er dekket av Ferryboks med prøveuttak fra 4 m dyp ved Missingen (OF-2) og Bastøy (OF-4). Begge stasjonene viste som samlet vurdering «moderat» tilstand basert på vinterdata. Ved begge stasjonene var det forhøyede konsentrasjoner av total-fosfor som var utslagsgivende. Sammenlignet med 2015 er tilstanden identisk ved Missingen, men redusert ved Bastøy. I 2015 var nitrat utslagsgivende ved begge stasjonene. For sommerperioden er det en bedring av tilstanden i 2016 ved «Bastøy» fra «god» i 2015 til «svært god» i 2016. Bedringen skyldes reduserte nitratkonsentrasjoner. For Missingen var total-nitrogen utslagsgivende for tilstanden.

Fra 2016 er stasjonene OF-1 Torbjørnskjær og OF-5 Breiangen i den sentrale fjord overført til Miljødirektoratets overvåkings-program ØKOKYST-Skagerrak og blir følgelig rapportert av Miljødirektoratet. Vi gir her en oppsummering av resultatene for vannmasser i Ytre Oslofjord på disse to stasjonene (se også Tabell 4). For mer detaljer fra ØKOKYST-Skagerrak, se Moy et al. 2017.

Både OF-1 og OF-5 hadde forhøyede nitratverdier på vinteren (ikke OF-2 og OF-4). For OF-5 er dette i tråd med observasjonene fra den oppstrøms beliggende Drammensfjorden, mens OF-1 sine resultater kan tyde på at det er større bidrag fra underliggende vannmasser i dette ytre område, eller at det er mer nitrogen i kystvannet. Det kan heller ikke utelukkes at det er noe tilførsel fra Ringdals-/Iddefjorden.

## 5.3 Planteplankton

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 og åpent kystvann som følge av ferskvannstilførsel. Denne første oppblomstringen domineres av kiselalger som raskt reduserer mengden nitrogen, fosfat og spesielt silikat.
- I sommerperioden er det oftest lave tettheter og planteplanktonet er dominert av små flagellater. I enkelte år vil større former av fureflagellater være fremtredende i korte perioder. 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 drenerer til Oslofjorden. Dette er perioder da man registrerer økning i nitrogen- og silikatkonsentrasjonen, som er de viktigste næringsstoffene for kiselalger. I enkelte år vil det kunne tilføres nye næringssalter fra dypereliggende vannlag enten ved mye vind eller lav tilførsel av ferskvann. Slike situasjoner inntreffer oftere ved de eksponerte stasjonene enn inne i sidefjordene. Dette fører først og fremst til økning i fosfat- og nitrogenkonsentrasjon og vil stimulere vekst av 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 fureflagellater dominerende, avhengig av miljøforholdene.

### 5.3.1 Planteplankton i 2016

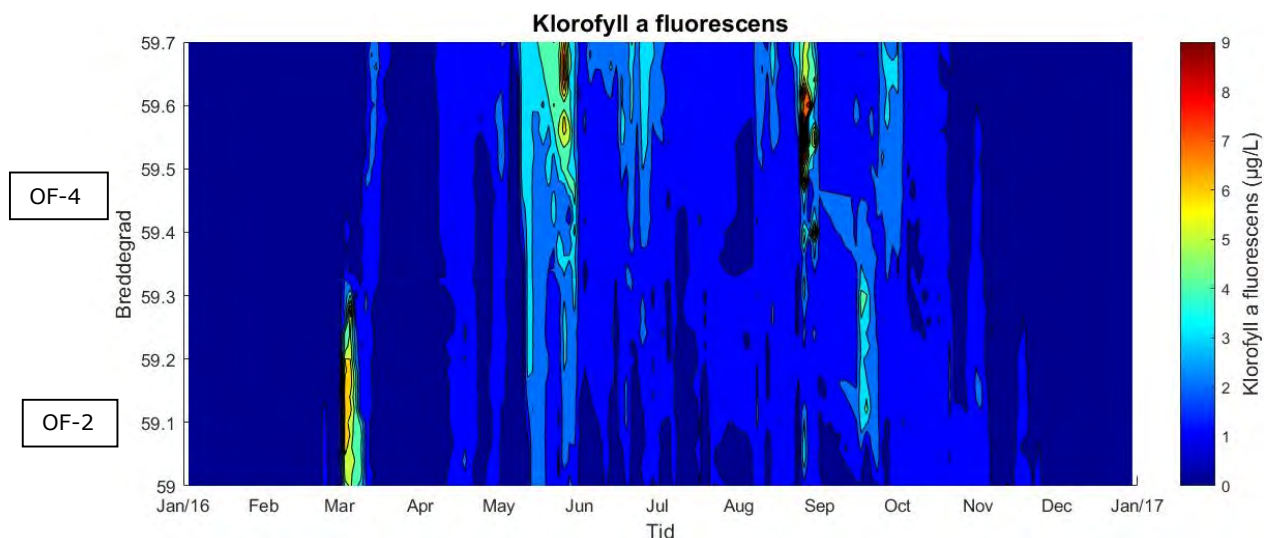
Det er ikke innsamling av kjemiske og biologiske parametere om våren i sidefjordene og det er dermed vanskelig å avgjøre når oppblomstringen finner sted i de ulike delene av undersøkelsesområdet. Basert på fluorescens-målinger fra Ferrybox-systemet var det en forholdsvis sterk oppblomstring i mars 2016 i de ytre delene av Oslofjorden. Lengre innover i fjorden var det en betydelig svakere våroppblomstring i midten av mars (Figur 16). Dette mønsteret var identisk med observasjoner i 2015, bare at det ble målt høyere fluorescens i 2016. Etter flere år med tidlige oppblomstringer (januar- februar), har oppblomstringen langs Skagerrakkysten i 2013-2016 vært innenfor den «historiske normalperioden» for våroppblomstringer.

I etterkant av våroppblomstringen er klorofyll a-fluorescensen lav til moderat til midten av mai. I siste halvdel av mai og inn i juni ble det derimot målt høy fluorescens fra Drøbak og ut forbi Bastø. Lengre ut var det derimot lavere verdier og det ble ikke målt høy klorofyllkonsentrasjon ved Leira i forbindelse med ekstra dekning av denne stasjonen.

Ferrybox viste også en økning i fluorescens i de indre delene, ca. ut til Bastø i slutten av juni og i september. Økningen i september var mest markant i de indre deler men strakte seg utover til de ytre delene, men der med lavere konsentrasjoner. Fra midten av oktober viser målingene lave konsentrasjoner av planteplankton i de sentrale delene av Oslofjorden.

Samtidig med økningene i fluorescens i juni og september var det en reduksjon i saltholdigheten i overflaten, med laveste verdier i de indre delene av fjorden. Ved begge disse tidspunktene ble det registrert en mindre økning av nitrogen ved OF-stasjonene.

Planteplanktonsamfunnet i de ulike delene av Ytre Oslofjord er nærmere beskrevet i Vedlegg A.



**Figur 16.** Konturplott av klorofyll a-fluorescens på 4m dyp i 2016. Data er vist for området fra grensen mot svensk farvann og opp til Drøbak. Data fra Ferrybox.

## 6. Hardbunnsområder

### 6.1 Rammeundersøkelser i fjæresonen

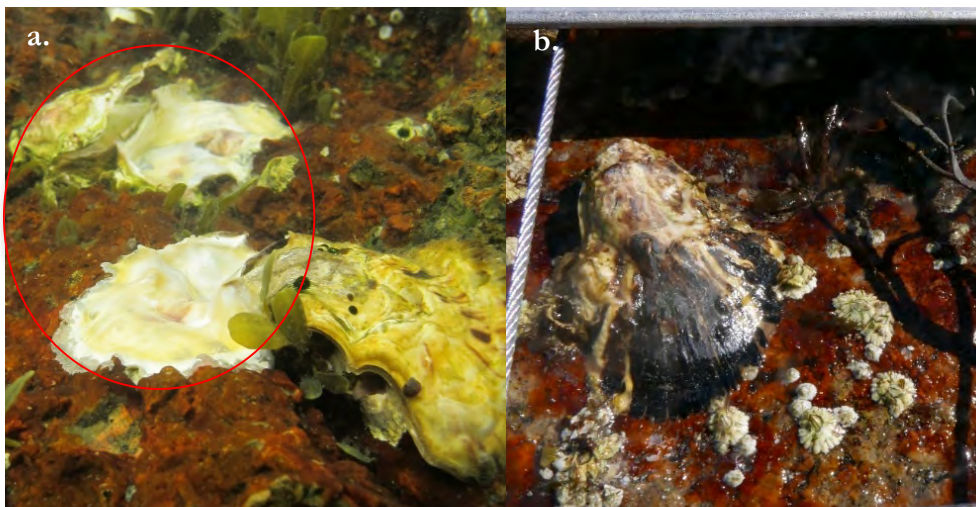
Dyr og alger i fjæra er utsatt for store svingninger i temperatur og saltholdighet, samtidig som de tørres ut i lavvannsperioder. Naturlige faktorer som f.eks. bølge-, strøm- og eksponeringsgrad, ferskvannspåvirkning, substrattypen og isskuring kan påvirke artssammensetningen lokalt. Forskjeller mellom 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 (ofte omtalt som "sly") som øker i mengde og dominerer fordi de raskt kan utnytte overskuddet av næringssalter. De flerårige algene blir lett overgrodd av de hurtigvoksende algene og kan resultere i at tang og tare reduseres og etter hvert forsvinner.

Til sammen ble det registrert 92 arter/taxa (heretter kalt taxa) av alger og dyr på de 15 rammestasjonene som ble undersøkt i 2016 (Figur 18b), av disse var 57 alger og 35 dyr. Det ble registrert flest algetaxa på

Hellsøy (G8, 30 taxa), og færrest på Hui og Åsnes (G7 og G9, 9 taxa). Av dyr ble det registrert flest taxa på stasjon Ravnøy og Hui (G6 og G7, 21 taxa), og færrest på Lillevikodden (G10, 3 taxa).

Stillehavsøsters (*Crassostrea gigas*) er en fremmed art som er i ferd med å etablere seg i Skagerak (Figur 17). Sommerens høye temperaturer har sannsynligvis medvirket til god rekruttering av arten og en høy overlevelse av østerslarver. Stillehavsøsters var ikke observert før den i 2014 ble funnet på 6 stasjoner (Figur 18a), spesielt var forekomsten av juvenile stillehavsøsters høy ved stasjon G6, G15 og G20. I 2016 ble det observert stillehavsøster på 11 stasjoner (Figur 18b). Spesielt på stasjonen i Tønsbergfjorden (G6) var forekomsten høy. På stasjon G15 på Jeløya ble det observert store forekomster av døde stillehavsøsters (kun nedre skall, eller tomme skall, er igjen på fjellet). På stasjon G8 i Sandefjordsfjorden ble det ikke registrert stillehavsøsters i rammene, men det ble observert stillehavsøsters i fjæra like ved. Det ble også registrert enkeltfunn av stillehavsøsters på fjæresonestasjon 35 og 74 i Hvaler. Stillehavsøsters er ikke tidligere observert på fjæresonestasjonene i Hvaler.



**Figur 17. a.** En levende stillehavsøsters (*Crassostrea gigas*) og tre døde (markert med rød ring) på stasjon G6. **b.** Stillehavsøsters på stasjon G7.





### 6.1.1 Øvre nivå av strandsonen

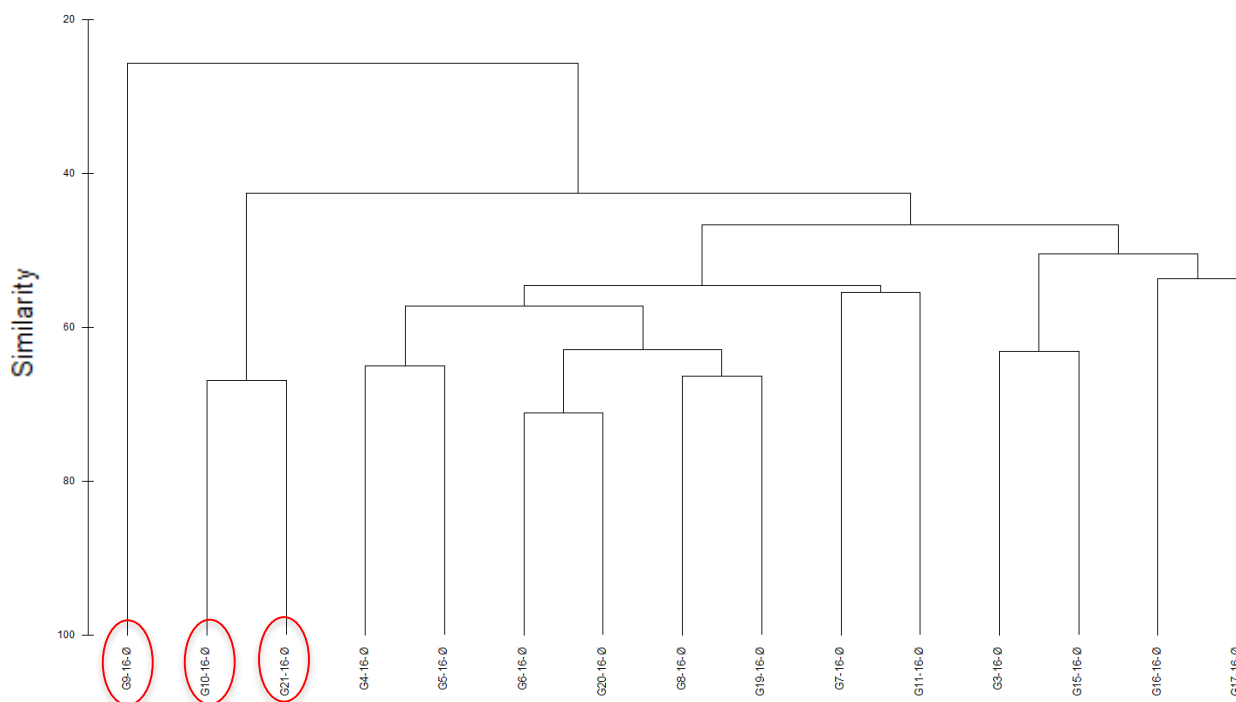
En likhetsanalyse av strandsamfunnene ble utført med den statistiske programpakken PRIMER 5.2 (Clarke & Gorley 2001). Resultatene fra øvre rammenivå viser at tre stasjoner (G9, G10, G21) hadde artsamfunn som skilte seg ut fra resten av stasjonene (Figur 19).

Det ble registrert få arter på stasjon G9 og G10. På alle de tre stasjonene ble det registrert høy forekomst av kiselalger/blågrønnalger og tarmgrønske (*Ulva intestinalis*) sammenliknet med de resterende stasjonene, mens det ble registrert lav/ingen forekomst av blåskjell (*Mytilus edulis*) og fjærerur (*Semibalanus balanoides*). På stasjon G10 ble det i tillegg registrert en høyere forekomst av hurtigvoksende brunalger i slekten *Ectocarpus* (sli) sammenliknet med de andre stasjonene. På stasjon G21 ble det registrert høye forekomster av brakkvannsrur (*Balanus improvisus*) og juvenil rur (*Balanus* sp. juvenil).

Kisel- og blågrønnalgene danner et glatt belegg på bunnen mens tarmgrønske er hurtigvoksende grønnalger som kan danne tette «tepper». Det er sannsynlig at stor vekst av disse algene hemmer veksten av andre alger og dyr.

Stasjon G10 ligger i nærheten av utløpet til Numedalslågen, mens stasjon G21 ligger sørvest for utløpet til Glomma. Det er sannsynlig at ferskvann- og næringstilførsel fra disse elvene fører til lavere artsantall og økt forekomst av hurtigvoksende alger som sli, tarmgrønsker og kisel- og blågrønnalger.

Øvre nivå på stasjon G9 ligger svært grunt, og har liten helningsgrad. Det er også observert mye andefugl på stasjonen, og i 2016 ble det registrert svært mye fugleavføring ved stasjonen. Det er sannsynlig at den store mengden fugleavføring gir økt næringstilgang, som igjen fremmer veksten av hurtigvoksende alger som tarmgrønske og kisel- og blågrønnalger. Det har tidligere vært endel tang i det øvre nivået på denne stasjonen. I 2014 ble det ikke registrert tang i øvre nivå og i 2016 ble det kun registrert tang i 10 av 100 ruter, og vi antar det er isskuring i de foregående vintre som har fjernet tangen.



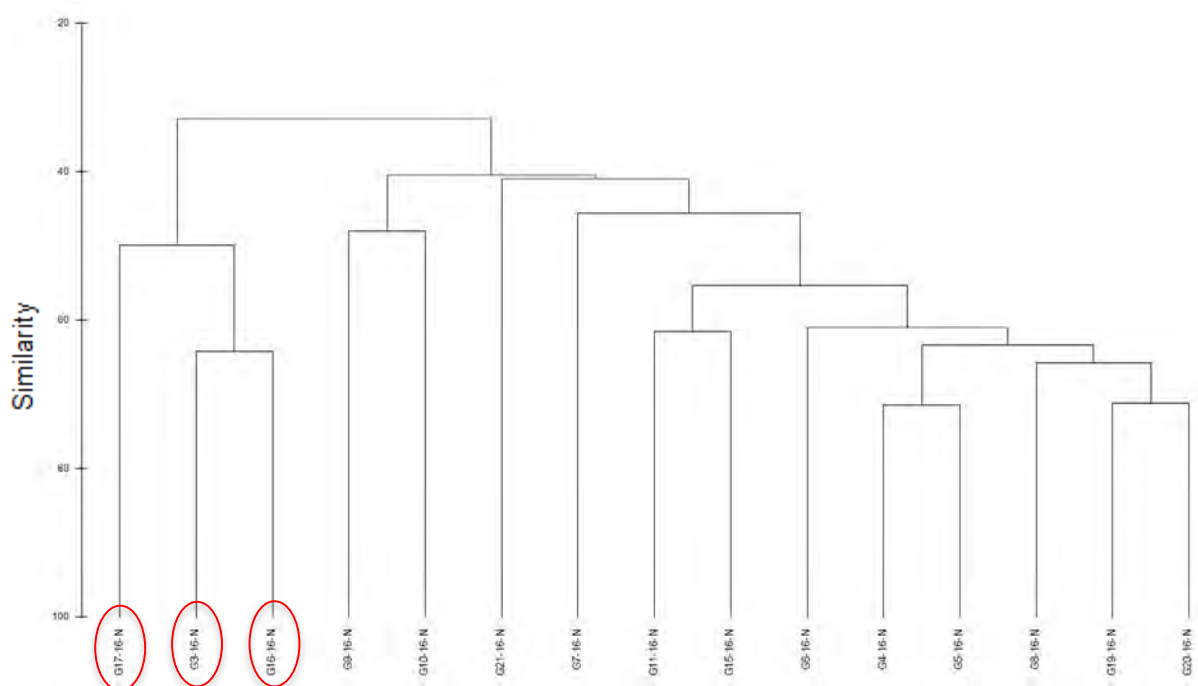
**Figur 19.** Klusteranalyse som viser likhet mellom de ulike ramkestasjonene i øvre nivå i fjæra i 2016. Røde sirkler markerer de tre stasjonene som skiller seg mest ut i undersøkelsen (G9 Sandefjordsfj., G10 Larviksfj. og G21 ved Leira).

### 6.1.2 Nedre nivå av strandsonen

Likhetsanalyse av resultatene fra nedre rammenivå på de ulike stasjonene viser at også her skiller artssammensetningen på tre stasjoner (G3, G16 og G17) seg ut fra de resterende stasjonene (Figur 20).

På alle tre stasjonene ble det registrert svært høye forekomster av juvenile blåskjell. På stasjon G3 ble det også registrert høye forekomster av den trådformete rødalgen rekeklo (*Ceramium* spp), mens det ble registrert svært lite fjærerur. På stasjon G16 ble det også registrert høye forekomster av brun skorpeformet alge på fjellet og den hurtigvoksende trådformete grønnalgen *Cladophora albida* (bleikgrønndusk), men ingen fjærerur. På stasjon G17 ble det registrert svært høye forekomster av rødalgen tangdokka (*Polysiphonia fibrillosa*), av juvenile blåskjell og fjærerur. Det ble ikke registrert blæretang eller tarmgrønsker på stasjonen.

Det er sannsynlig at den høye forekomsten av blåskjell på disse tre stasjonene foretrekker arter som i større grad er til stede ved de øvrige stasjonene. Stasjonene er relativt utsatt for bølgeeksponering, spesielt stasjon G17, og det er mulig dette gjør det vanskeligere for arter å etablere seg på stasjonene. Disse stasjonene ligger også geografisk nærme hverandre slik at hydrografiske forhold, som mengde næringsalter i vannmassene og grad av ferskvannspåvirkning, kan være felles for stasjonene og avgjørende for hvilke organismer som finnes der.



**Figur 20.** Klusteranalyse som viser likhet mellom de ulike ramkestasjonene i nedre nivå i fjæra i 2016. Røde sirkler markerer de tre stasjonene som skiller seg mest ut i undersøkelsen.

### 6.1.3 Sammenlikning med tidligere rammeundersøkelser

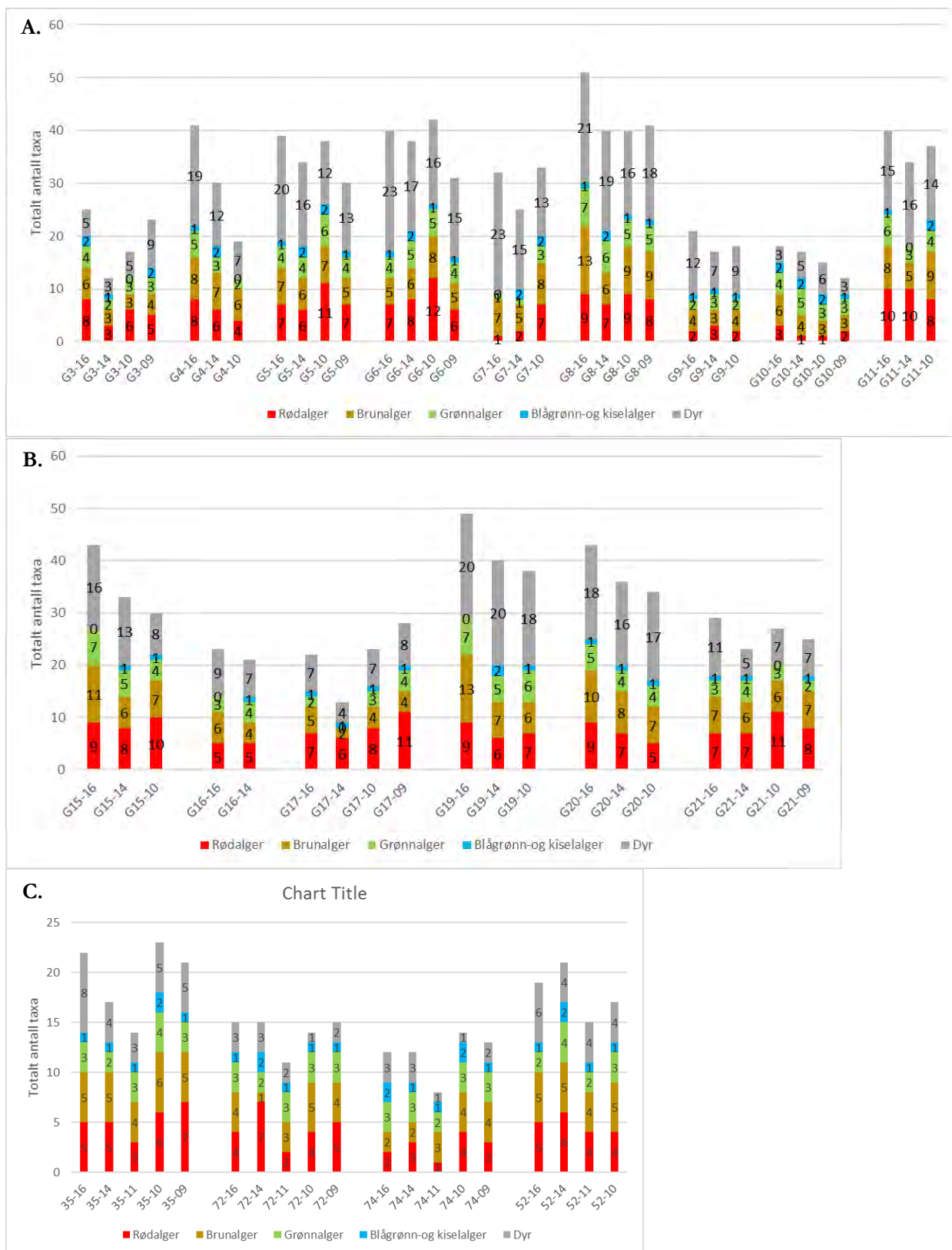
Figur 21 sammenlikner antall taxa på de 15 ramkestasjonene og 4 fjæresonestasjonene i 2016 med undersøkelsene utført på stasjonene i 2014, 2011, 2010 og 2009. I 2010 ble kun øvre nivå på stasjon G16 undersøkt, og stasjonen er derfor ikke tatt med for dette året i sammenlikningen mellom årene.

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 2014 til 2016 har det generelt skjedd en liten økning i antall arter registrert. På stasjon G3 ble det registrert størst økning i antall registrerte algetaxa (9 taxa), mens det ble registrert størst økning i antall registrerte dyretaxa på stasjon G7 (8 taxa). Det var størst nedgang i antall registrerte algetaxa på stasjon G6 (4 taxa), mens det ble registrert størst nedgang i antall registrerte dyretaxa på stasjon G10 (2 taxa).

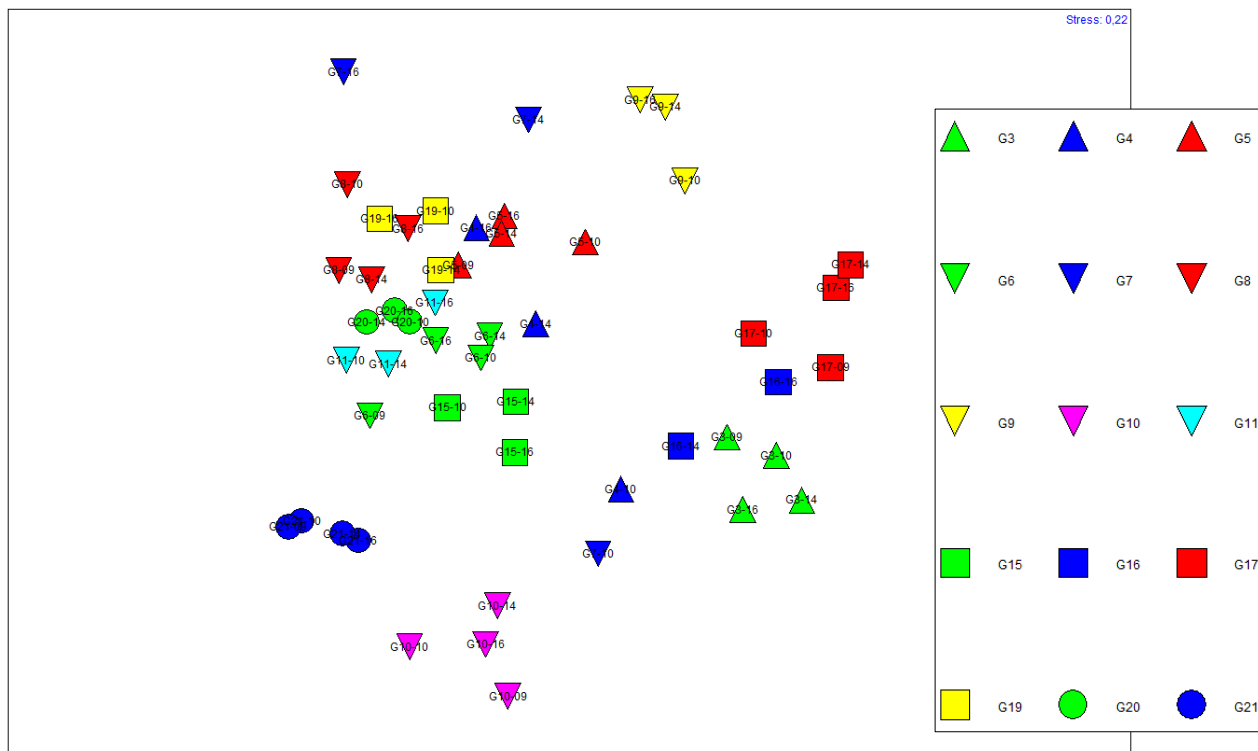
En likhetsanalyse av resultatene fra rammestasjonene de ulike undersøkelsesårene viser at det er to stasjoner (G4 og G7) hvor det har skjedd større endringer i artssammensetningen (Figur 22). På stasjon G4 har det vært en stor økning i antall registrerte dyretaxa (fra 7 i 2010 til 19 i 2016). I 2014 var det en stor økning av forekomsten av tarmgrønsker (*Ulva* spp), og i 2016 var det en økning av forekomsten av bleikgrønnduske (*Cladophora albidā*). På stasjon G7 har det skjedd en reduksjon i antall rødalgetaxa (fra 7 i 2010 til 1 i 2016), og i forekomst av hurtigvoksende, opportunistiske taxa som tarmgrønsker og kisel- og blågrønnalger. Det har også vært en økning i antall registrerte dyretaxa (fra 13 i 2010 til 23 i 2016).

På fjæresonestasjonene i Hvalerområdet (undersøkelser for Borregaard) har det vært små endringer i antall registrerte taxa. Det ble registrert 4 færre algetaxa på stasjon 52 i 2016 sammenliknet med 2014, mens på stasjon 35 ble det registrert 4 flere dyretaxa i 2016 sammenliknet med 2014 (Figur 21c). Fra 2010 til 2011 var det en større reduksjon i antall algetaxa registrert på alle stasjonene, mens det skjedde lite/ingen endring i antall dyretaxa registrert. Det er generelt registrert få taxa på stasjonene, og dekningsgraden av kisel- og blågrønnalger og tarmgrønsker og andre hurtigvoksende trådalger som *Cladophora* spp. og *Ectocarpus* spp/*Pylaiella littoralis*.



**Figur 21.** Fordelingen av antall arter/taxa av rød-, brun- og grønnalger, blågrønnalger/kiselalger og dyr registrert på de 15 rammestasjonene og 4 strandsonestasjonene for årene 2016, 2014, 2011, 2010 og 2009. **A.** Rammestasjonene på vestsiden av Oslofjorden. **B.** Rammestasjonene på østsiden av Oslofjorden. **C.** Fjæresonestasjonene i Hvalerområdet (undersøkelser for Borregard AS).





**Figur 22.** MDS plott som viser likhet mellom rammestasjonene de ulike undersøkelsesårene. Hvert symbol/farge viser ulike stasjoner. Størst endring har skjedd på stasjon G4 og G7 (blå trekkanter).

Data viser at det er en signifikant økning i tilførslene av totalnitrogen fra Glomma, Drammenselva og Numedalslågen, og en statistisk signifikant økende tilførsel av totalfosfor fra Drammenselva og Numedalslågen (Naustvoll et al. 2017). I teorien kan dette ha påvirket organismer på hardbunn. På stasjon G10 ved Stavern (sørvest for utløpet til Numedalslågen) er det registrert en reduksjon av forekomst til hurtigvoksende opportunistiske alger fra 2009 til 2016. På stasjon G21 ved Hvaler (sørvest for utløpet til Glomma) er det registrert en økning av forekomst til hurtigvoksende opportunistiske alger fra 2009 til 2016. Vi finner imidlertid ingen tydelige sammenhenger mellom forekomst av hurtigvoksende alger i fjæra på rammestasjonene og næringssalter målt i vannmassene (Naustvoll et al. 2017, 2015, 2011, 2010) og tilførsler av næringssalter fra Numedalslågen og Glomma.

## 6.2 Undersøkelser av nedre voksegrense

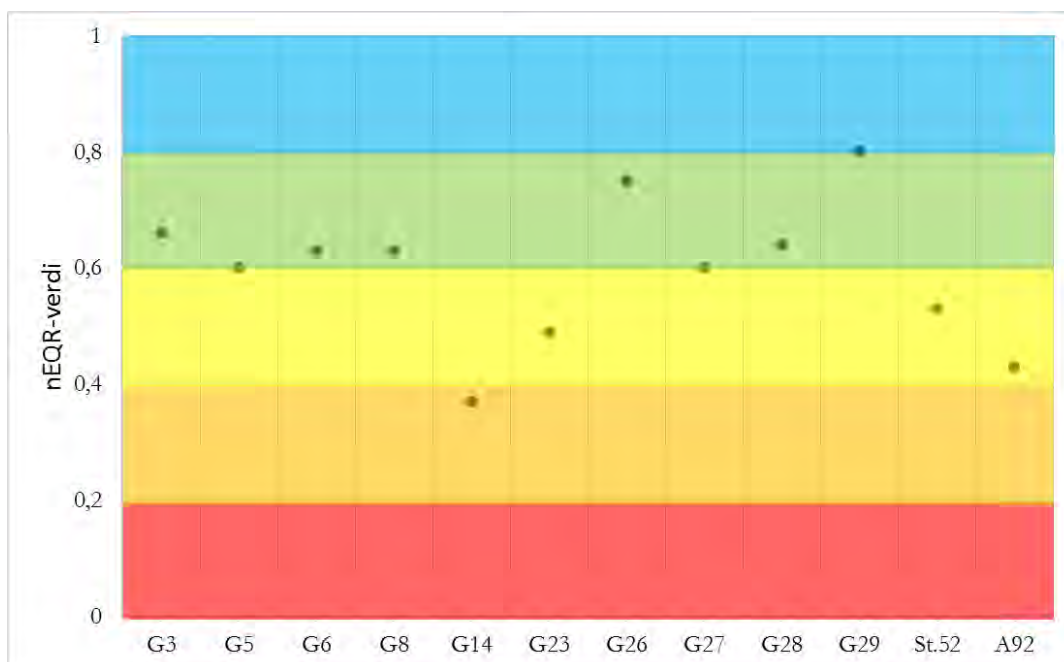
Registrering av nedre voksegrense for 9 utvalgte arter på 12 stasjoner ga «god» tilstand (nEQR-verdier mellom 0,61 og 0,80) på 6 av stasjonene, «moderat» økologisk tilstand (nEQR-verdier mellom 0,41 og 0,60) på 5 stasjoner og «dårlig» økologisk tilstand (nEQR-verdier mellom 0,21 og 0,40) på 1 stasjon (Figur 23). Stasjon G5 ved Tønsberg og G27 Akerøya har nEQR-verdi på 0,6; dette er øvre verdi for «moderat» økologisk tilstand, og på grensen til «god». Stasjon G29 ved Bastøy har nEQR-verdi på 0,8; dette er øvre verdi for «god» økologisk tilstand og på grensen til «svært god».

Tabell 7 viser nEQR-verdi og økologisk tilstand beregnet på de 12 stasjonene undersøkt i 2016, 2010 og 2007. Beregning av nEQR-verdi er vist i Vedlegg A. Det har generelt blitt en forverring i nedre voksegrense på de undersøkte stasjonene. På stasjon den nordligste stasjonen, G14 Bevøya ved Son, har økologisk tilstand gått fra «god» i 2007 til «dårlig» i 2016. På stasjon G23 i Løperen, G27 Akerøya og A92 Kongsholmen ved Tjøme har økologisk tilstand gått fra «god» i 2010 til «moderat» i 2016, og på stasjon G8 i Sandefjordsfjorden har den gått fra «svært god» i 2010 til «god» i 2016. Kun på stasjon G6 i Tønsbergfjorden har det vært en forbedring (fra «moderat» til «god») av økologisk tilstand.



Det er to ulike beregninger av nedre voksegrenseindeksen. En metode hvis det er første gang stasjonen blir undersøkt, og en annen dersom stasjonen er undersøkt tidligere. Ved første registrering blir ikke de artene (av de ni utvalgte makroalgene) som ikke observeres på stasjonen tatt med i summeringen av poengverdi. Ved gjenbesøk av en stasjon vil en art som tidligere har blitt observert, men ikke funnet i registreringsåret, få en poengverdi på 0, og dermed gi en dårligere poengsum (og dermed dårligere nEQR-verdi) (Veileder 02:2013-revidert 2015).

Årsaken til endringen i nEQR-verdiene er hovedsakelig at arter som tidligere er registrert på stasjonen ikke er gjenfunnet. F.eks. på stasjon G27 Akerøya ble det registrert eikeving (*Phycodryr rubens*) på 14 m dyp i 2010, men den bli ikke gjenfunnet i 2016. På flere av stasjonene hvor enkelte av nedre voksegrenseartene har ikke ble gjenfunnet i undersøkelsene gjort i 2016, ble det ikke registrert grunnere nedre voksedyp for de andre artene. Dette kan tyde på at det er andre årsaker enn eutrofi til at nedre voksegrenseindeksen har blitt dårligere på de fleste stasjonene.



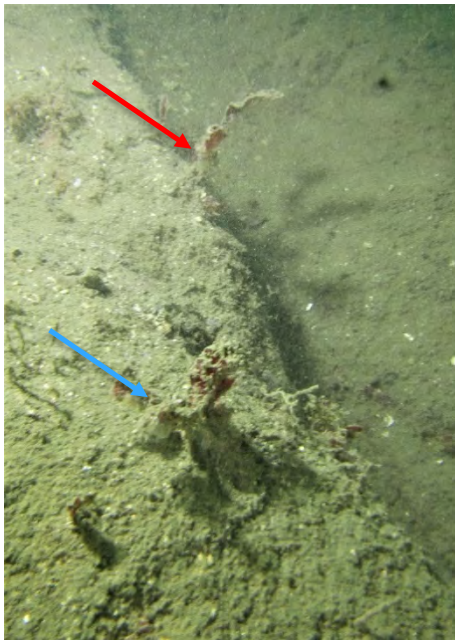
**Figur 23.** nEQR-verdi for kvalitetselementet makroalger basert på nedre voksegrenseindeksen (MSMDI) på de 12 stasjonene undersøkt i 2016. De ulike fargene indikerer økologisk tilstand. Rød = svært dårlig, oransje = dårlig, gul = moderat, grønn = god, blå = svært god.

**Tabell 7.** nEQR-verdi for kvalitetselementet makroalger basert på nedre voksegrenseindeksen (MSMDI) på de 12 stasjonene undersøkt i 2016, 2010 og 2007. De ulike fargene indikerer økologisk tilstand. Rød = svært dårlig, oransje = dårlig, gul = moderat, grønn = god, blå = svært god.

	G3	G5	G6	G8	G14	G23	G26	G27	G28	G29	St 52	A92
<b>2007</b>	0,76	0,83	0,50	0,68	0,68	0,60	0,75	0,63	-	-	-	-
<b>2010</b>	0,66	0,71	0,55	0,87	0,54	0,74	0,80	0,68	-	-	0,60	0,67
<b>2016</b>	0,66	0,60	0,63	0,63	0,37	0,49	0,75	0,60	0,64	0,80	0,53	0,43

Flere av nedre voksegrensestasjonene går over i bløtbunn før 20 m dyp, og stasjonene er generelt preget av sedimentert fjell (Figur 24). Sediment på bunnen (nedslamming) kan hindre alger og dyr i å feste og etablere seg, og nedslamming har vært antatt å være en viktig årsak til at f.eks. sukkertare ikke har reetablert seg på steder den har forsvunnet (Moy mfl. 2008). Det er ikke gjort kvantitative mål av graden av nedslamming på bunnen i 2016, men registreringene gjort i 2007 og 2010 viser at nedslamming dekker over 50 % av bunnen på de fleste stasjoner/dyp. Det er oftest noe lavere nedslamming i de øverste meterne hvor det er større vannbevegelse (bølgeeksponering) som vasker bort partikler.

Nedre voksegrenseartene blir oftest registrert i svært spredte forekomster i ytre Oslofjord, og det er mulig at mangel på egnet substrat er en viktig begrensende faktor for voksedypet.



**Figur 24.** Fjell dekket av sediment på 12 m dyp, på stasjon G23. Rød pil peker på rødalgen fagerving (*Delesseria sanguinea*) og blå pil peker på rødalgen hummerblekke (*Coccotylus tuncatus*).

## 7. Oppsummering

Undersøkelsene av vannmassene viser som tidligere år at fjorden er generelt påvirket av en betydelig tilgang på næringssalter og høy primærproduksjon som gir oksygenmangel i dypområder med utilstrekkelig vannutskifting. Overvåkingen av elvene som drenerer til Ytre Oslofjord viser stort sett økning i vannføring og stofftilførsel til fjorden. Samlet vurdering av vannkvalitet på hver av stasjonene varierer mellom «Meget god og «svært dårlig». De stasjoner som har «Meget dårlig» tilstand har det på bakgrunn av dårlige oksygenforhold i bunnvannet. Kombinasjonen av en bunntopografi med terskler som begrenser vannutskifting og høye tilførsler av organisk materiale og næringssalter er årsak til de dårlige oksygenforholdene ved bunnen.

Det har vært meldt fra om reduserte og dårlige forekomster av blåskjell flere steder i Oslofjorden. De varme vintre i de senere år kan antagelig påvirke oppbyggingen av kjønnceller hos skjellene og medføre dårligere rekruttering, men våre rammeundersøkelser viser at det er god rekruttering av juvenile (unge) blåskjell på stasjonene G3, G15, G16 og G16, dvs. i Horten-Moss området. Stillehavsøsters ble for første gang registrert i 2014, og undersøkelsene gjort i 2016 viser at arten har spredd seg hurtig. Høy forekomst av kiselalger/blågrønn-alger og mye tarmgrønske (*Ulva intestinalis*) i fjæresonen på stasjon G9 ved Sandefjord, G10 ved Stavern, G21 ved Hvaler er en indikasjon på næringssaltpåvirkning. Det er derimot ikke funnet sammenhenger mellom artssammensetningen på stasjonene og næringssalter målt i vannmassene.

I forbindelse med funksjonssvikt ved Tønsberg renseanlegg ble det igangsatt ekstra prøveinnsamlinger av vannprøver på fire stasjoner ved Valløy, nord for Bolærne ved Tønsberg i februar 2016. Det ble ikke registrert noen unormalt høye nitrogenkonsentrasjoner i overflatelaget. Det var heller ingen tegn på forhøyede næringssaltverdier i fjæra på stasjon G5 rett sør for renseanlegget. Nedre voksegrenseindeksen beregnet på fra registreringer på stasjonen, viser at tilstanden har gått fra «god» til grensen mellom og «moderat» og «god» i 2016. Dette skyldes hovedsakelig at rødalgen eikeving ikke ble gjenfunnet på stasjonen. Da det ikke var tydelig forverring i nedre voksegrense til de andre artene er det sannsynlig at det kan være andre grunner enn eutrofi som er årsaken til at eikeving var forsvunnet fra stasjonen.

Nedre voksegrenseindeksen viser en forverring i økologisk tilstand på de fleste stasjonene, fra 2007 til 2016. Men det er mulig at det er andre årsaker enn eutrofi som gjør at nEQR-verdien er blitt dårligere; f.eks. mangel på egnet substrat grunnet nedslamming på fjell, eller økt partikkeltilførsel til vannmassene.

## 8. Referanser

- Clarke, K.R. & R.N. Gorley 2001. PRIMER (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research ) v5; User Manual/Tutorial. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth. England.
- Gitmark et al. 2017 Overvåking av Ytre Oslofjord 2014-2018. Bentosundersøkelser 2016. Fagrapport. NIVA-rapport 7165-2017. 21s.
- Moy, F., Aure, J. (HI), Falkenhaus, T. (HI), Johnsen, T., Lømsland, E., Magnusson, J., Norderhaug, K., Omli, L. (HI), Pedersen, A., Rygg, B. 2008. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Kystovervåkingsprogrammet. Årsrapport for 2007. SPFO-rapport 1024/2008.
- FE Moy, HC Trannum, LJ Naustvoll, CW Fagerli, KM Norderhaug  
ØKOKYST – delprogram Skagerrak. Årsrapport 2016. Miljødirektoratet M727-2017. 60s
- Naustvoll et al. 2017, Overvåking av Ytre Oslofjord 2014-2018. Tilførsler og undersøkelser i vannmassene i 2016. Fagrapport. NIVA-rapport 7161-2017. 102s.
- Naustvoll, LJ, Norli, M, Selvik, JR, Walday, M. 2015. Overvåking Ytre Oslofjord - tilførsler og undersøkelser i vannmassene i 2014. Fagrapport. NIVA-rapport 6818-2015. 89s.
- Naustvoll, LJ, Selvik JR, Sørensen K. 2011. Overvåking Ytre Oslofjord - tilførsler og undersøkelser i vannmassene i 2010. Fagrapport. NIVA-rapport 6125-2011. 100s.
- Naustvoll, LJ, Selvik JR, Sørensen K, Walday M. 2010. Overvåking Ytre Oslofjord - tilførsler og undersøkelser i vannmassene i 2009. Fagrapport. NIVA-rapport 5934-2010. 86s.
- Selvik, J.R., Høgåsen, T., 2016. Kildefordelte tilførsler av nitrogen og fosfor til norske kystområder i 2015 - tabeller og figurer. NIVA-rapport 7106-2016. 57 s.
- Skarbøvik, E.; Allan, I.; Stålnacke, P.; Høgåsen, T.; Greipstrand, I.; Selvik, J.R.; Skancke, L.B.; Beldring, S., 2016. Elvetilførsler og direkte tilførsler til norske kystområder – 2015. NIVA-rapport 7098-2016. 86 s.
- Staalstrøm A, Ledang AB, Walday M, Vogelsang Chr. 2016. Utredning av utslipp fra Tønsberg rensesanlegg. NIVA-notat, journalnummer 0900/16. NIVA-prosjekt 16167. 22 s. + vedlegg
- Veileder 02:2013 – revidert 2015. 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).

## Vedlegg A.

### Planteplanktonsamfunnet i Ytre Oslofjord 2016

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

Stasjonene i vestlige deler av undersøkelsesområdet viste stor likhet i planktonets mengde og artssammensetning, med unntak av stasjonen i Frierfjorden. I Frierfjorden ble maksimum klorofyll-a konsentrasjon registrert i juli (ca. 2,6 µg/l), mens det i Sandefjordsfjorden ble målt et maksimum i september (ca. 3,5 µg/l). I Larviksfjorden var det maksimum i juli (ca. 2,8 µg/l). For stasjonen i Vestfjorden (Tønsberg) ble maksimum klorofyll a målt i september (ca. 8 µg/l) innen det ordinære programmet. Stasjonen ble dekket av et annet prosjekt i mars og det ble da målt 17 µg/l i våroppblomstringen (Figur 25).

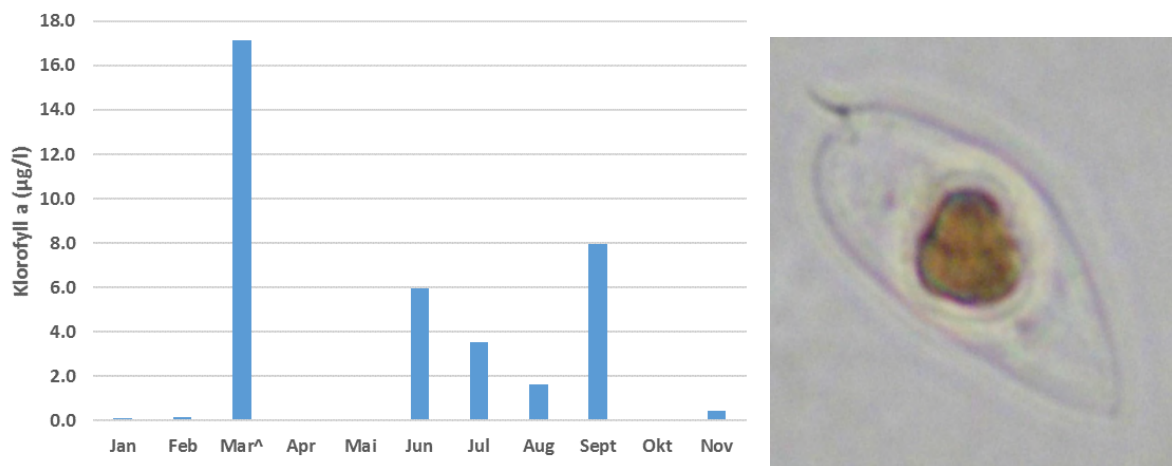
Artene som var til stede ved stasjonene Larviksfjorden, Sandefjordsfjorden og Vestfjorden er vanlige for mer eksponerte åpne områder i ytre del av Oslofjorden og artssammensetningen der skiller seg merkbart fra Frierfjorden som er dominert av arter som foretrekker lave saltholdigheter.

I 2016 var *Dinobryon* spp mindre tallrik enn vanlig i Frierfjorden. Kiselalgene *Diatoma* og *Asterionella* var derimot fremtredende i perioden august til oktober. I juni og juli var kiselalgen *Thalassionema nitzschioides* tallrik sammen med *Dactyliosolen fragilissimus*. Sistnevnte er mer vanlig lengre ut i Grenlandsfjordene. Av fureflagellater var *Lessardia elongata* tilstede hele måleperioden, men små *Gymnodinium* var mest tallrike. Som i 2015 ble brakkvanns-fureflagellaten *Prorocentrum minimum* kun sporadisk observert.

I Larviksfjorden er oftest planteplanktonsamfunnet sammenlignbart med det i åpne Skagerrak. I 2015 var *Tripos* spp (tidligere *Ceratium*) tilstede, men ikke tallrike hele måleperioden. I juni-juli var *Heterocapsa rotundata* tallrike sammen med *Gymnodinium* spp. Av kiselalgene var *Dactyliosolen fragilissimus* og *Proboscia alata* mest tallrike på sommeren. På høsten var derimot kiselalgen *Rhizosolenia* spp fremtredende i Larviksfjorden sammen med fureflagellaten *Heterocapsa rotundata*. I september ble det også observert relativt høye tettheter av flagellaten *Dinobryon* spp, som er knyttet til brakkvann.

I Sandefjordsfjorden var det i juni og juli flere arter innen fureflagellat-slekten *Tripos* tilstede, med *Tripos muelleri* mest fremtredende. Disse var også til stede utover høsten, men i reduserte mengder. I august-september var fureflagellatene *Alexandrium pseudogonyaulax*, *Dinophysis* spp, *Tripos* spp og *Prorocentrum triestinum* tilstede, der sistnevnte var mest tallrike. Av kiselalgene var *Proboscia alata* og *Dactyliosolen fragilissimus* tallrik i juni- juli og *Leptocylindrus danicus*, *Cerataulina pelagica* og *Chaetoceros* spp i august.

I Vestfjorden ved Tønsberg ble det ikke samlet inn planteplanktonprøver for kvantitative analyser i mars. Basert på forbruket av næringssalter (spesielt silikat) var klorofylltoppen i mars (Figur 25) dominert av kiselalger. Det var relativt høy tetthet av *Alexandrium pseudogonyaulax* i juli og *Tripos* spp i juni-juli. I sommerperioden var *Heterocapsa rotundata* den dominerende i antall celler. Som i Sandefjordsfjorden var *Prorocentrum triestinum* tallrik i september. Av kiselalgene var *Proboscia alata* og *Dactyliosolen fragilissimus* tallrik i juni-juli, og *Skeletonema* og *Chaetoceros* i juli og august.



**Figur 25.** Mengden klorofyll-a ( $\mu\text{g/l}$ ) på stasjon «Vestfjorden» ved Tønsberg i 2016. Data fra Havforskningsinstituttets program merket «^». Dinoflagellaten *Prorocentrum triestinum* (til høyre) var tallrik i Vestfjorden i september 2016. Foto: Havforskningsinstituttet.

### Indre deler av Ytre Oslofjord

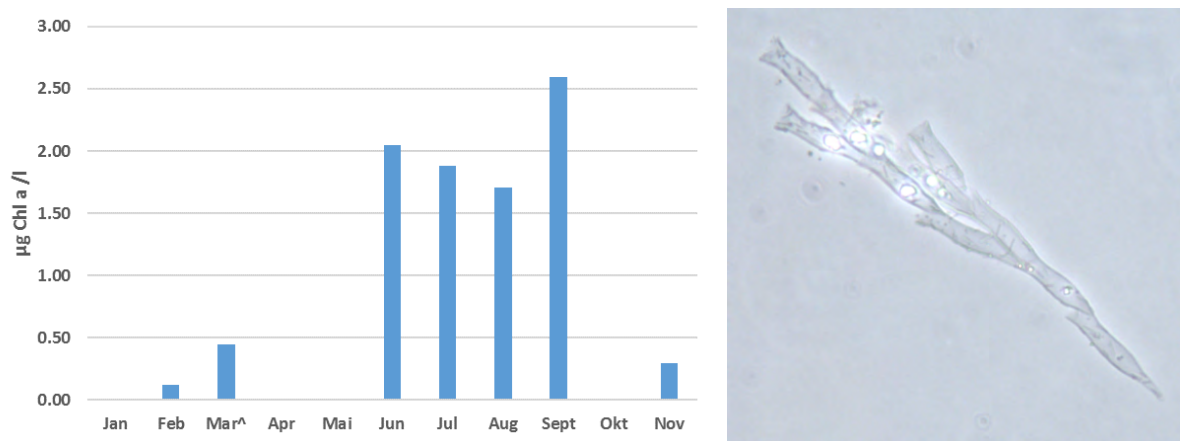
I de indre delene av Oslofjorden gjennomføres overvåkning i Drammensfjorden og Mossesundet. Tidligere år har man sett en gradient i klorofyll a fra indre Drammensfjorden (Solumstranda) og ut til Breiangen, med økende mengder utover fjorden. For nitrogen (næringssalter) er det normalt omvendt, med en gradient med avtagende konsentrasjoner ut mot Breiangen. Årsaken til gradienten i klorofyll er partikkeltilførsel og ferskvannsavrenning til Drammensfjorden. Ved stor avrenning vil vannets hastighet være så høy at planteplanktonet ikke klarer å bygge biomasse inne i fjorden før det transporteres ut. Samtidig fører ferskvannet til stor tilførsel av partikler som reduserer lysforholdene i fjorden. I år med redusert tilførsel av ferskvann vil derimot planteplanktonet være i stand til å bygge biomasse inne i fjorden, oftest med et maksimum ved Svelvik, der vannets oppholdstid er lengre og mengden næringssalter forholdsvis høy. I 2016 det ble målt høyere konsentrasjoner av klorofyll ved Svelvik enn ved Solumstranda. Høyest konsentrasjon ved Solumstranda ble målt i juni ( $1,8 \mu\text{g/l}$ ) og i september (ca.  $2,5 \mu\text{g/l}$ ) (Figur 17). I september ble det målt  $0,6 \mu\text{g/l}$  ved Solumstranda, fire ganger lavere enn ved Svelvik. Økningen ved Svelvik sammenfaller med økning i saltholdighet og innblanding av næringssalter fra dypereliggende vannlag. Maksimum biomasse ved Solumstranda sammenfaller med økning i fosfat og silikat, og noe høyere saltholdighet sammenlignet med juli.

Ved Kippenes i Mossesundet er det noe annerledes forhold enn i Drammensfjorden. Stasjonen påvirkes av både ferskvann og saltere vannmasser fra hovedfjorden. I 2016 ble maksimum klorofyll målt i juni (ca.  $4,6 \mu\text{g/l}$ ), samtidig med noe høyere silikat og fosfat-konsentrasjon. Sammenlignet med målingene før og etter var det en liten økning i saltholdigheten, og økningen i næringssalter skyldes mest sannsynlig innblanding av underliggende vannmasser.

Artssammensetningen varierer mellom områdene i de indre deler av fjorden på grunn av store forskjeller i mengde ferskvann som tilføres og graden av kontakt med vannmassene i de ytre delene av Oslofjorden. I Drammensfjorden er typiske brakkvannstolerante arter fremtredende. Som observert tidligere år er artsmangfoldet lavere inne i Drammensfjorden sammenlignet med utenforliggende områder og det er relativt få fureflagellater i løpet av sesongen. Dette var tilfellet også i 2016. Kiselalgen *Asterionella formosa* var tilstede hele sesongen, med økte tettheter på høsten. I tillegg var kiselalgene *Diatoma tenuis* og *Chatecoeros subtilis* fremtredende i perioder. I perioden juli til september var flagellaten *Dinobryon divergens* og *Dinobryon* spp tallrike i Drammensfjorden. Av fureflagellater var det kun *Prorocentrum minimum* som var tilstede i moderate mengder i juli.



Ved Kippenes er planteplanktonsamfunnet mer likt det man finner i hovedfjorden, med arter som er vanlige i kystvannet. I perioder vil man kunne observere mer brakkvannstolerante arter også ved Kippenes. I 2016 var fureflagellater forholdsvis vanlige ved stasjonen. *Alexandrium pseudogonyanlax* var tallrik i juli sammen med *Tripos* spp, *Dinophysis* spp og *Prorocentrum* spp. Kiselalgen *Skeletonema* var tallrik i september og juni, mens *Proboscia alata* og *Dactylosolen fragilissimus* var det i juni-juli og *Chaetoceros* spp og *Pseudonitzschia* spp i september. Av brakkvannsarter ble det registrert moderate mengder av *Prorocentrum minimum* i juni og *Dinobryon* spp i september.



**Figur 26.** Mengden klorofyll a ( $\mu\text{g Chl a/l}$ ) ved stasjon «Svelvik» (D-2) i Oslofjorden i 2016. Måned merket med «<sup>^</sup>» er data fra HI-program. Flagellaten *Dinobryon divergens* en brakkvannsart som var vanlig i Drammensfjorden i 2016. Foto: Havforskningsinstituttet.

### Hvalerområdet

Planteplanktonbiomassen, som klorofyll a, er målt ved alle stasjonene i Hvalerområdet i 2016, 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 innover Ringdalsfjorden, med avtagende mengder utover. Som oftest er konsentrasjonen også mer stabilt høyere i de indre delene, mest sannsynlig på grunn av jevn tilførsel av næringsalter fra avrenning.

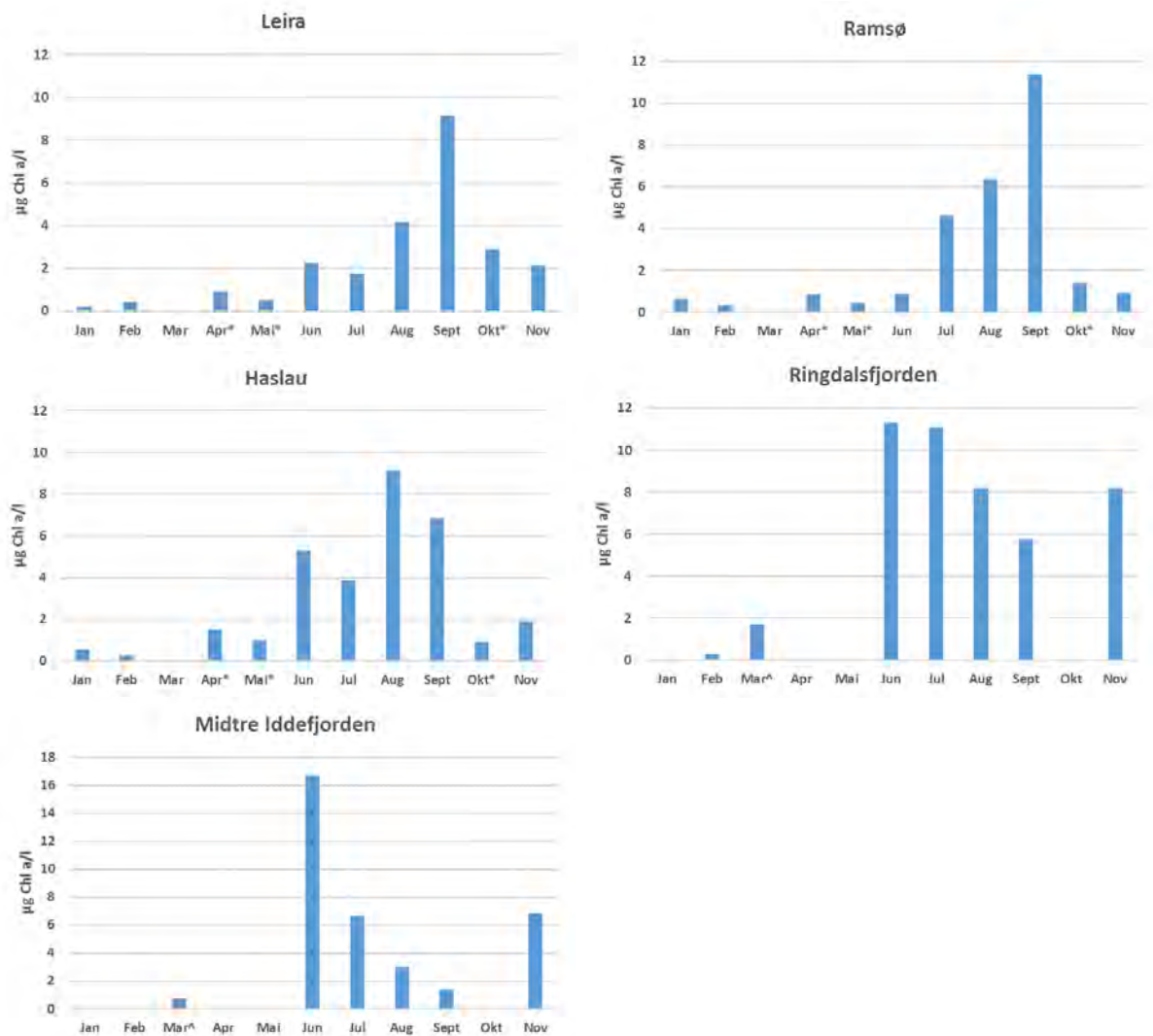
I 2016 var det høyest konsentrasjon i Iddefjorden i juni ( $16,5 \mu\text{g Chl/l}$ ), etterfulgt av Ringdalsfjorden i juni-juli (ca.  $11 \mu\text{g chl/l}$ ) og Ramsø i september (ca.  $11 \mu\text{g chl/l}$ ). Ved Leira ble maksimum klorofyll a målt i september (ca.  $9 \mu\text{g chl/l}$ ) og ved Haslau i august (ca.  $9 \mu\text{g chl/l}$ ) (Figur 27). Sammenlignet med 2015 var det høyere algebiomasse, målt som klorofyll, i 2016. Maksimum i de indre delene av Hvaler sammenfaller med liten økning i saltholdighet, og økt silikat og fosfat-konsentrasjon. Målingene av næringsalter og saltholdighet tyder på at det er innblanding av mer næringsrikt underliggende vannmasser som fører til økt algeproduksjon i overflatelaget ved Hvaler. Ved alle stasjoner med unntak av Haslau og Ringdalsfjorden er det en markant topp i planteplankton biomassen. Ved de to andre stasjonene er det noe jevnere produksjon gjennom sesongen, mest sannsynlig på grunn av stabil tilførsel av næringsalter.

### Haslau

I forbindelse med maksimum klorofyll var arten *Chaetoceros lorenzianus* den dominerende arten. Sammen med denne var *Pseudonitzschia*, *Chaetoceros* spp og *Leptocylindrus danicus* tallrike. Av dinoflagellater var *Prorocentrum triestium* fremtredende i august- september. Tidligere i sesongen var kiselalgen *Proboscia alata* og *Skeletonema* tallrike i juni-juli. Av fureflagellater var *Dinophysis acuminata* tilstede hele sesongen. *Heterocapsa triquetra* var tallrik i juni, mens *Heterocapsa rotundata* var tallrik i august-september. Slekten *Tripos* var tilstede mer eller mindre hele sesongen med en eller flere arter, men tettheten økte utover høsten.

### Ringdalsfjorden

Sammensetningen av planteplankton var noe annerledes i Ringdalsfjorden enn ved Haslau. For det første er tettheten av fureflagellater lavere og brakkvannsarten *Prorocentrum minimum* mer vanlig i Ringdalsfjorden enn lengre ut i Hvaler. Fureflagellaten *Scrippsiella trochoidea* og *Heterocapsa rotundata* var tallrike i juni. Blant kiselalgen var *Skeletonema* og *Cyclotella* tallrike i juni, for deretter å avta i mengde utover i sesongen. *Dactylosolen fragilissimus* var tallrik i august. Fra juli begynte tettheten av *Chaetoceros* å øke og i august-september var brakkvannsarten *Chaetoceros minimus* og *Chaetoceros thirindsenii* dominerende.



**Figur 27.** Mengden klorofyll a ( $\mu\text{g Chl a/l}$ ) ved stasjonene i Hvalerområdet 2016. Måneder merket med \* indikerer ekstra prøvetaking i forbindelse med overvåking for Borregaard AS. For «Midtre Iddefjorden» er y-aksen i annen skala enn øvrige figurer.

### Ytre, åpne fjordområder

Stasjon Missingen (OF-2) ligger moderat eksponert litt nord for Hvaler. OF-4 ligger ved Bastø i den midtre delen av fjorden. OF-2 er påvirket av produksjon i Skagerrak og transport av planteplankton og næringssalter fra Oslofjorden, men vil i perioder med mye avrenning fra Hvaler og langvarig sørlig vind påvirkes av utstrømmende vann i overflatelaget. OF-4 er noe mer beskyttet og vil i tillegg til Skagerrakvann i stor grad påvirkes av vann fra indre Oslofjord i perioder med avrenning.

I første del av overvåkningsperioden er sammensetningen og mengdene av planteplanktonet ved OF-2 og OF-4 ganske lik.

På OF-2 var planteplanktonet i juni, juli, august og september 2016 dominert av fureflagellater, men i juni ble det også registrert en del kiselalger hvor *Dactyliosolen fragelissimus* var den mest tallrike. Saltholdigheten var noe lavere denne måneden (18,8 psu) sammenlignet med perioden etter og også brakkvannsalgen *Calycomonas gracile* ble registrert i juni. *Tripos* spp. var tilstede hele perioden og var både tallrikest og artsrikest i september. *Dinophysis* spp. ble også registrert hele perioden. I juli, august og september ble *Prorocentrum micans* og *P. triestinum* observert, de var tallrikest i september. *Alexandrium pseudogonyaulax* ble observert i juni. Små tekate dinoflagellater ble registrert hele perioden, *Heterocapsa* i juli og august, og *Azadinium* i juni, august og september. Det samme gjelder små atekate fureflagellater og blant andre ble *Karlodinium* registrert i august. Kiselflagellatene *Dictyocha speculum* og *D. fibula* ble registrert i henholdsvis september og august. I perioden ble det også observert en del små ubestemte monader i tillegg til ubestemte kalk og svepeflagellater, svelgflagellater og olivengrønner. *Emiliania huxleyi* var tilstede i juli og august. Den høyest mengden klorofyll ble målt i september (3,2 ug /L) da totalt antall celler var lavest, det reflekterer forekomsten av store arter som f. eks. *Tripos furca* og *T. fusus* som bidrar med mye klorofyll. Den største celletettheten, ca 1,3 mill. celler/L ble observert i juni og tilsvarte en klorofyllmengde på 2,9 ug klorofyll/L.

På OF-4 var planteplanktonet i juni, juli, august og september 2016, i likhet med OF-2, dominert av fureflagellater, og i juni med en del kiselalger hvor *Dactyliosolen fragelissimus* var den mest tallrike. *Tripos* spp. var tilstede hele perioden og var tallrikest i september. *Dinophysis acuminata* ble observert i juni, august og september mens *D. acuta* og *D. norvegica* bare ble registrert i september. *Prorocentrum* spp. var tilstede hele perioden; *P. minimum* i juni, *P. micans* i juli, august og september, og *P. triestinum* i juli og september. Små tekate fureflagellater som f. eks. arter fra *Scrippsiella*-gruppen ble registrert i hele perioden og *Azadinium* bare i juni og juli. Små nakne fureflagellater var også vanlige i juni, juli og august, i juni ble både *Karenia* og *Karlodinium* observert. Kiselflagellaten *Dictyocha fibula* ble observert i juni, august og september. I perioden ble det også observert en del små ubestemte monader i tillegg til ubestemte kalk og svepeflagellater, svelgflagellater og olivengrønner. I september ble øyealgen *Eutreptiella* observert. Den høyeste konsentrasjonen klorofyll ble målt i juni (3,53 ug/L) og totalt antall celler/L (ca 1,1 millioner) var da det høyeste i perioden. I september ble det kun registrert totalt 37 tusen celler/L, mens klorofyllverdien var 2,5 ug/L. Det gjenspeiler forekomsten av store fureflagellater som bidrar mye til klorofyllmengden.

## Vedlegg B.

### Beregning av nedre voksegrenseindeks

STASJON	G27	Poeng	G27	Poeng	G27	Poeng	G3	Poeng	G3	Poeng	G3	Poeng	G5	Poeng	G5	Poeng	G5	Poeng				
DATO	3.10.07		30.9.10		5.9.16		30.8.07		19.8.10		24.9.16		7.9.07		18.8.10		27.9.16					
MAX DYKKEDYP	24		24		25		10		20		20		17		14		14					
VANNTYPE	1		1		1		2		2		2		2		2		2					
<b>Arter / Nedre voksedyp</b>																						
<i>Chondrus crispus</i>	10	4	10	4	7,4	3	5	3	3	2	4	3	8	4	8	4	1	2				
<i>Fuicellaria lumbicalis</i>			6	3	6	3	8	4	3	2	3	2	8	4	4	2	10,7	5				
<i>Halidrys siliquosa</i>			8	3	5	3	8	4	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
<i>Saccharina latissima</i>	6	3	8	3	8	3	10	4	3	2	6	3	6	3	8	4	7	3				
<i>Phyllophora pseudoceramoides</i> <i>/Coccolytus truncatus</i>	4	2	17	3	16,6	3	10	3	14	4	9	3	14	4	12	3	11	3				
<i>Rhodomela confervoides</i>	12	4	14	5	15,6	5	10	4	18	5	9	4	14	5	12	4	12	4				
<i>Delesseria sanguinea</i>	14	3	18	3	18,5	4	10	3	18	4	17	4	16	4	14	4	13,8	4				
<i>Phycodrys rubens</i>	12	3	14	3	-	0	10	3	12	4	11	4	16	5	14	4	-	0				
Sum	19		27		24		19		23		23		29		25		21					
Antall	6		8		8		5		7		7		7		7		7					
Giennomsnitt	3,17		3,38		3,00		3,80		3,29		3,29		4,14		3,57		3,00					
nEQR	0,63		0,68		0,60		0,76		0,66		0,66		0,83		0,71		0,60					
STASJON	G14	Poeng	G14	Poeng	G14	Poeng	G26	Poeng	G26	Poeng	G26	Poeng	G28	Poeng	G29	Poeng	G6	Poeng	G6	Poeng	G6	Poeng
DATO	12.10.07		10.9.10		26.9.16		25.10.07		29.9.10		2.6.16		26.9.16		27.9.16		7.9.07		16.8.10		28.9.16	
MAX DYKKEDYP	15		15		16		18		22		30		24		20		16		16		16	
VANNTYPE	2		2		2		2		2		2		2		2		3		3		3	
<b>Arter / Nedre voksedyp</b>																						
<i>Chondrus crispus</i>	6	4	6	4	1	2	10	5	10	5	6	4	2,2	2	1,1	2	6	3	6	3	3	2
<i>Fuicellaria lumbicalis</i>	-		3	2	-	0	4	2	3	2	6	3	9	4	8,6	4	3	2	1	2	2,2	2
<i>Halidrys siliquosa</i>	-		-	-	-	10	5	6	4	6	4	-	-	-	2	2	2	2	2	1,5	2	2
<i>Saccharina latissima</i>	-		8	4	3,8	2	12	5	10	4	9	4	9	4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phyllophora pseudoceramoides</i> <i>/Coccolytus truncatus</i>	8	3	3	2	10,7	3	12	3	18	4	14	4	9	3	13,6	4	8	3	10	4	13	5
<i>Rhodomela confervoides</i>	4	2	10	4	5	3	1	2	14	5	14	5	-	-	12,5	5	-	-	-	11	4	
<i>Delesseria sanguinea</i>	15	4	10	3	10,8	3	16	4	16	4	14	4	11	3	16,7	4	-	-	-	10,5	4	
<i>Phycodrys rubens</i>	15	4	-	0	-	0	12	4	12	4	2	2	-	-	16,7	5	-	-	-	-	-	
Sum	17		19		13		30		32		30		16		24		10		11		19	
Antall	5		7		7		8		8		8		5		6		4		4		6	
Giennomsnitt	3,40		2,71		1,86		3,75		4,00		3,75		3,20		4,00		2,50		2,75		3,17	
nEQR	0,68		0,54		0,37		0,75		0,80		0,75		0,64		0,80		0,50		0,55		0,63	
STASJON	G8	Poeng	G8	Poeng	G8	Poeng	G23	Poeng	G23	Poeng	G23	Poeng	St.52	Poeng	St.52	Poeng	A92	Poeng	A92	Poeng		
DATO	6.9.07		17.8.10		28.9.16		4.10.07		17.9.10		5.9.16		30.9.10		5.9.16		4.6.10		27.9.16			
MAX DYKKEDYP	10		18		17		14		14		15		18		16		30		20			
VANNTYPE	3		3		3		3		3		3		3		3		3		3			
<b>Arter / Nedre voksedyp</b>																						
<i>Chondrus crispus</i>	10	4	10	4	5	3	4	2	6	3	-	0	6	3	4	2	6	3	1	2		
<i>Fuicellaria lumbicalis</i>	3	2	*		11,1	4	4	2	4	2	6	3	-	-	7	3	2	2	-	0		
<i>Halidrys siliquosa</i>	8	4	9	4	9,7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	6,7	3	3		
<i>Saccharina latissima</i>	3	2	4	3	3	2	6	3	12	5	6	3	4	3	4	3	-	-	4	3		
<i>Phyllophora pseudoceramoides</i> <i>/Coccolytus truncatus</i>	10	4	*		5	3	10	4	12	5	12	5	10	4	12	5	-	-	15	5		
<i>Rhodomela confervoides</i>	10	4	16	5	11,9	4	2	2	12	4	-	0	6	3	6	3	12	4	-	0		
<i>Delesseria sanguinea</i>	10	4	18	5	15,2	5	10	4	12	4	12	4	-	-	-	-	12	4	13	4		
<i>Phycodrys rubens</i>	8	3	16	5	-	0	13	4	8	3	2	2	4	2	-	0	12	4	-	0		
Sum	27		26		25		21		26		17		15		16		19		17			
Antall	8		6		8		7		7		7		5		6		6		8			
Giennomsnitt	3,38		4,33		3,13		3,00		3,71		2,43		3,00		2,67		3,17		2,13			
nEQR	0,68		0,87		0,63		0,60		0,74		0,49		0,60		0,53		0,63		0,43			

- På stasjon G3 og G8 har arter som ble registrert i 2007 men ikke i 2010 ikke fått poengverdi 0 fordi transektreringen/plassering ble endret i 2010.

- På de stasjonene (G3, G5, G8, G14) hvor det er registrert spredt forekomst av enkelte av de utvalgte makroalgene på nederste dykkedyp er poengverdien tatt med i summering av poengverdi dersom poengverdien er 4 eller høyere.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

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