

Overvåking av Ytre Oslofjord – Bentosundersøkelser 2009

Fagrapport



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 2218 51 00
Telefax (47) 55 23 24 95

NIVA Midt-Norge

Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

| | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|---------------------|------|
| Tittel Overvåking av Ytre Oslofjord – Bentosundersøkelser 2009. Fagrapport | Løpenr. (for bestilling) 5949-2010 | | Dato 2010.03.18 | |
| | Prosjektnr. 27250 | Undernr. 6+7 | Sider 36 | Pris |
| Forfatter(e) Walday, Mats Gitmark, Janne Norling, Karl | Fagområde Overvåking | | Distribusjon Fri | |
| | Geografisk område Ytre Oslofjord | | Trykket NIVA | |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Oppdragsgiver(e) Fagrådet for Ytre Oslofjord, Klima- og forurensningsdirektoratet. Bjørn Svendsen er Fagrådets kontaktperson | Oppdragsreferanse J.nr. 596/09 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|


Sammendrag

Det ble i 2009 gjennomført undersøkelser på bløtbunn med SPI kamera og rammeundersøkelser i fjæra i Ytre Oslofjord. Generelt var bunnforholdene i de åpne delene av fjorden meget gode eller gode (tilstandsklasse I og II) og det er liten variasjon mellom årene 2007 til 2009 på de fleste stasjoner. Større problemområder er Drammensfjorden, Horten havn, Tønsberg, Frierfjorden og Iddefjorden. Til sammen ble det registrert 50 taksa av alger og 39 taksa av dyr på de 10 fjærestasjonene som ble undersøkt i 2009. I Larviksfjorden var det fattig med både alger og dyr, og det var her de største grønnalgeforekomstene ble registrert. Stasjonene i ytre Drammensfjord, i Larviksfjorden og i Løperen har lav saltholdighet i overflaten og det er sannsynligvis derfor de har få dyretaksa i det øvre nivået.

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



Mats Walday
Prosjektleder



Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

Overvåking av Ytre Oslofjord

Bentosundersøkelser 2009

Fagrapport

Forord

NIVA og Havforskningsinstituttet (HI) gjennomfører, på oppdrag fra Fagrådet for Ytre Oslofjord og Klima- og forurensningsdirektoratet (tidligere SFT), overvåking av det marine miljøet i Ytre Oslofjord. Den foreliggende rapport gir en kort beskrivelse av undersøkelser og resultater fra bentosundersøkelser som er blitt gjennomført i 2009. Resultatene vil bli nærmere omtalt og diskutert i årsrapporten for 2009-overvåkingen.

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

Ved bløtbunnsundersøkelsene ble Universitetet i Oslo sitt forskningsfartøy "Trygve Braarud" benyttet.

Karl Norling og Hans Chr. Nilsson har deltatt i SPI-undersøkelsene. Janne Gitmark, Pia Norling, Are Pedersen og Mats Walday har deltatt i fjæreundersøkelsene

Oslo, 15. mars 2010

Mats Walday

Innhold

| | |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| Sammendrag | 5 |
| Summary | 5 |
| 1. Innledning | 6 |
| 2. Metodikk | 7 |
| 2.1 Sedimentprofilfotografering (SPI) | 7 |
| 2.2 Rammeundersøkelser i fjæra | 8 |
| 3. Resultater | 10 |
| 3.1 Sedimentprofilfotografering (SPI) | 10 |
| 3.1.1 Sentrale deler av Ytre Oslofjord | 12 |
| 3.1.2 Vestlig del av Ytre Oslofjord | 13 |
| 3.1.3 Østlig del av Ytre Oslofjord | 14 |
| 3.2 Undersøkelser rundt Glommas munningsområde (Borregaard) | 15 |
| 3.3 Undersøkelser ved Langøya (NOAH) | 16 |
| 3.4 Rammeundersøkelser i fjæra | 17 |
| 3.4.1 Sammenlikning av de to rammeregistreringsmetodene | 20 |
| 4. Referanser | 23 |
| Vedlegg A. | 24 |
| Vedlegg B. | 25 |
| Vedlegg C. | 27 |

Sammendrag

Det ble i 2009 gjennomført bunnundersøkelser på bløtbunn med SPI-kamera på 51 stasjoner og rammeundersøkelser i fjæra på 10 stasjoner i Ytre Oslofjord.

Generelt var bunnforholdene i de åpne delene av fjorden meget gode eller gode (tilstandsklasse I og II) og det er liten variasjon mellom årene 2007 til 2009 på de fleste stasjoner. Større problemområder er Drammensfjorden, Horten havn, Tønsberg, Frierfjorden og Iddefjorden. I tillegg til stasjonene i det ordinære overvåkingsprogrammet beskriver rapporten også resultater fra SPI-undersøkelser i Hvalerområdet for Borregaard AS og rundt Langøya for NOAH AS.

Til sammen ble det registrert 89 taxa av alger og dyr på de 10 fjærestasjonene som ble undersøkt i 2009, 50 av disse var alger og 39 dyr. I Larviksfjorden var det fattig både med hensyn til alger og dyr, og det var her de største grønnalgeforekomstene ble registrert. Stasjonene i ytre Drammensfjord, i Larviksfjorden og i Løperen har lav saltholdighet i overflaten og det er sannsynligvis derfor de har få dyretaxa i det øvre nivået.

Summary

Title: Monitoring of the outer Oslofjord. Investigation of benthos in 2009.

Year: 2010.

Author: Mats Walday, Janne Gitmark and Karl Norling.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5684-0.

Investigations of sediments (Sediment Profile Imaging) and shallow water benthic communities (rocky littoral zone) were performed on respectively 51 and 10 stations in 2009. The investigations are part of the monitoring program of the Outer Oslofjord.

Conditions in the sediments were generally good or very good according to the Benthic Habitat Quality (BHQ) index (Nilsson & Rosenberg 2006), especially in the central parts of the fjord. Poorer conditions were found in the Drammensfjord, Horten harbour, Tønsberg, the Frierfjord and the Iddefjord.

Altogether there was found 50 taxa of algae and 39 of animals in the littoral zone. The Larviksfjord had low biological diversity and the highest abundance of green algae. Low animal diversity was found in the outer Drammensfjord, the Larviksfjord and in Hvaler estuary, probably due to low surface salinity in these areas of the Oslofjord.

1. Innledning

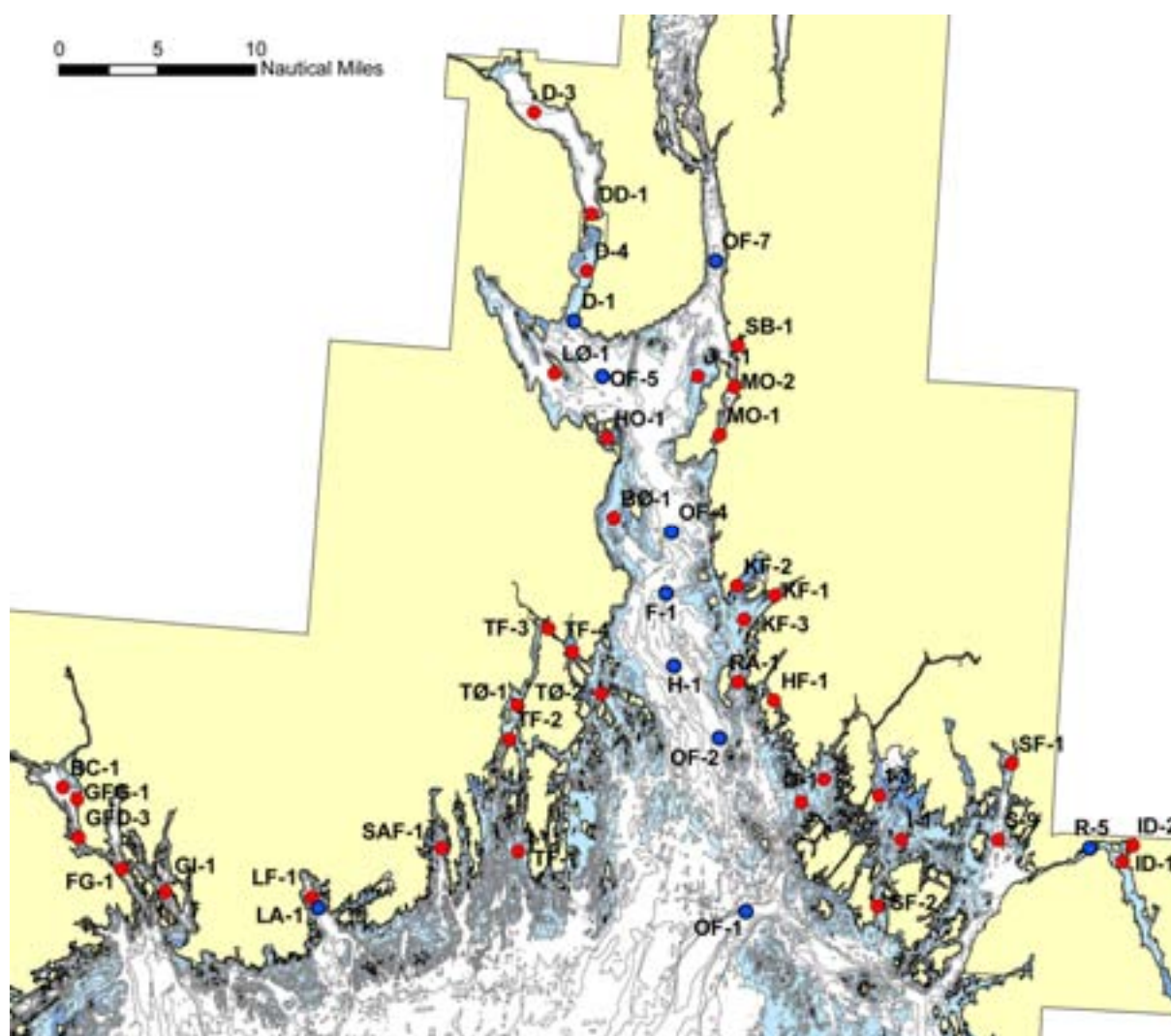
Overvåkningsprogrammet for bunnsområdene i Ytre Oslofjord skal fremskaffe informasjon om miljøtilstanden hos bunnsamfunn, med fokus på eutrofiering. I overvåkningsprogrammet er det tatt hensyn til krav i EU's vanddirektiv og SFT's klassifisering av miljøkvaliteten. Det er i 2009 gjennomført undersøkelser på dypere bløtbunnsområder og i fjæra på hardbunn.

Det vil bli produsert årlige fagrapporter fra undersøkelsene av bunnsområdene i Ytre Oslofjord. Rapporteringen er holdt i en enkel form med presentasjon av metodikk, omfang av prøvetaking og resultater. Vurderingen av resultatene blir gjort i en årsrapport som ventes ferdigstilt i april 2010. Det blir også laget årlige fagrapporter for undersøkelsene av vannmasser og tilførsler.

2. Metodikk

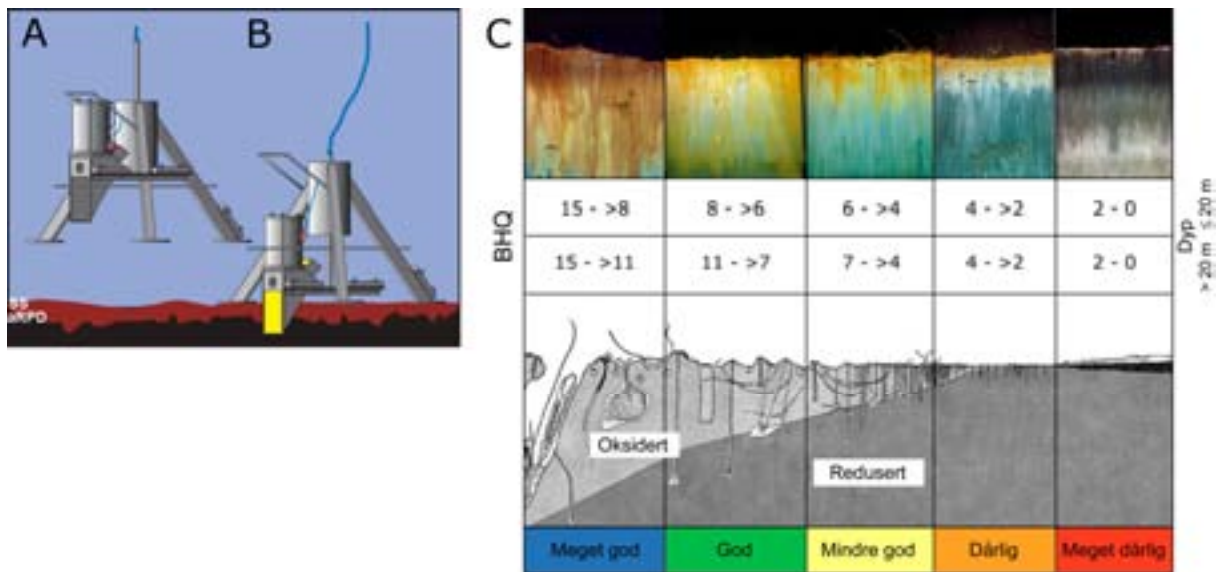
2.1 Sedimentprofilfotoografering (SPI)

Stasjonsplasseringen for bløtbunnsundersøkelsene er vist i Figur 1, mens posisjoner, vanddyb og analyse av SPI-bilder for alle 51 stasjoner i denne undersøkelsen er gitt i Vedlegg. Feltarbeidet ble gjennomført i juni 2009 fra 'Trygve Braarud' tilhørende Universitetet i Oslo. Utvidete områder med stasjoner i dybdeprofil ble i 2009 undersøkt i Drammensfjorden og Sandebukta.



Figur 1. Stasjonsplassering for SPI-undersøkelser (rødt markerte stasjoner). Blå markerte er grabbstasjoner (bløtbunnsfauna) som ikke ble prøvetatt i 2009. Det ble gjennomført utvidet prøvetaking i Drammensfjorden og i Sandebukta (ikke vist på kart).

Sedimentprofilfotografering (SPI) er en rask metode for visuell kartlegging og klassifisering av sediment og bløtbunnfauna. Teknikken kan sammenlignes med et omvendt periskop som ser horisontalt inn i de øverste dm av sedimentet. Bildet som blir 17,3 cm bredt og 26 cm høyt, tas nede i sedimentet uten å forstyrre strukturer i sedimentet. Et digitalt kamera med blits er montert i et vanntett hus på en rigg med tre ben, Figur 2. Denne senkes ned til sedimentoverflaten slik at en vertikal glassplate presses ca. 20 cm ned i sedimentet. Bildet tas gjennom glassplaten via et skråstilt speil hvilket til sammen utgjør prismet. Resultatet er digitale fotografier med detaljer både av strukturer og farger av overflatesedimentet. På hver stasjon ble det tatt tre parallelle SPI bilder.



Figur 2. Prinsippskisse for SPI-kamera og bildeanalyse. (A) Kamera og rigg over bunnen (SS = sediment overflate og aRPD = grense mellom det bioturberte oksiderte sediment lagret og reduserte sediment [apparent redox potential discontinuity]). (B) Kamera med prismet som har trengt ned i sedimentet og bildet eksponeres. (C) Figuren over viser en modell av endringer i faunatype fra upåvirkede bunnsedimenter med en rik, dyptgravende fauna (Meget god) til en gruntlevende, fattig fauna i påvirkede områder (Meget dårlig). Sedimentprofilbildet er vist i toppen av figuren, der brunt farget lag øverst er oksidert bioturbert sediment og sort lag under er sediment med reduserte oksygenforhold. BHQ-miljøkvalitetsindeks for vanddyb ≤ 20 meter og > 20 m er klassifisert i henhold til EUs vanddirektiv for marine sedimenter (Pearson & Rosenberg 1978, Nilsson & Rosenberg 1997, Rosenberg m. fl. 2004, Nilsson & Rosenberg 2006).

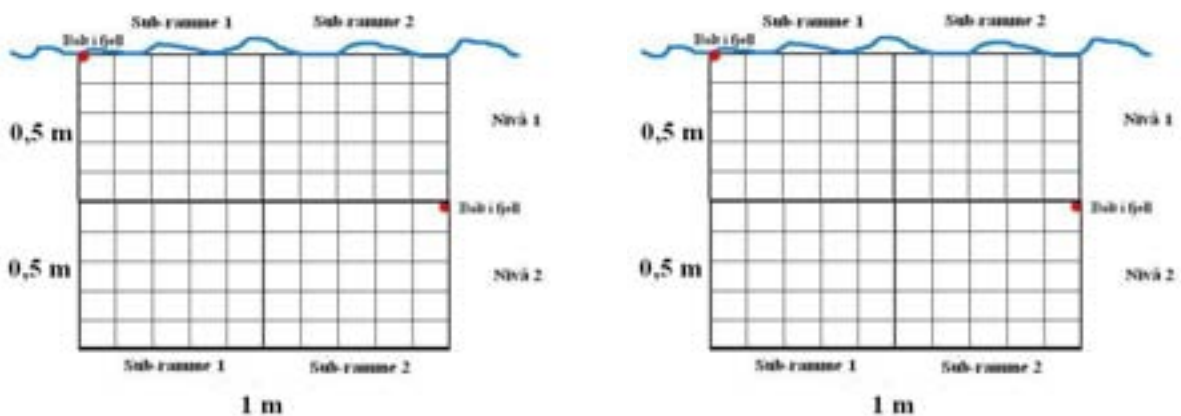
2.2 Rammeundersøkelser i fjæra

I alt ble det foretatt rammeregistreringer på 10 stasjoner (6 på vestsiden av Oslofjorden og 4 på østsiden (Figur 3) I Vedlegg er det gitt en oversikt over stasjonene inkl. posisjoner. På hver stasjon var det etablert to registreringsfelt som var markert med bolter. Der hvor boltene/feltene ikke ble gjenfunnet, ble det etablert nye registreringsfelt (stasjon G5 og G17).



Figur 3. Kartet viser plasseringen til hardbunnsstasjonene. De stasjoner som ble undersøkt i fjæra i 2009 er merket med en sort ring.

Registreringene foregikk på to nivåer. Nivå 1 var plassert i øvre del av rurbeltet og strakk seg 0,5m ned. Nivå 2 var plassert like under nivå 1. Det ble foretatt registreringer i 2 rammer på hvert nivå. Rammen har en størrelse på 1 x 0,5m og er inndelt i 50 ruter på 10 x 10 cm. Før registreringen ble rammen delt inn i to sub-rammer (0,5 x 0,5m, 25 småruter). Plasseringen av rammene ble merket, fotografert og registrert i forhold til retning og plassering. Fastsittende makroalger og dyr ble kvantitativt registrert ved å registrere tilstedeværelse/ikke tilstedeværelse for hver art innen hver av rutene. Forekomsten av artene betegnes som frekvensen, dvs andelen ruter den var til stede i. De artene som ikke kunne identifiseres i felt, ble tatt med til laboratoriet for nærmere artsbestemmelse.



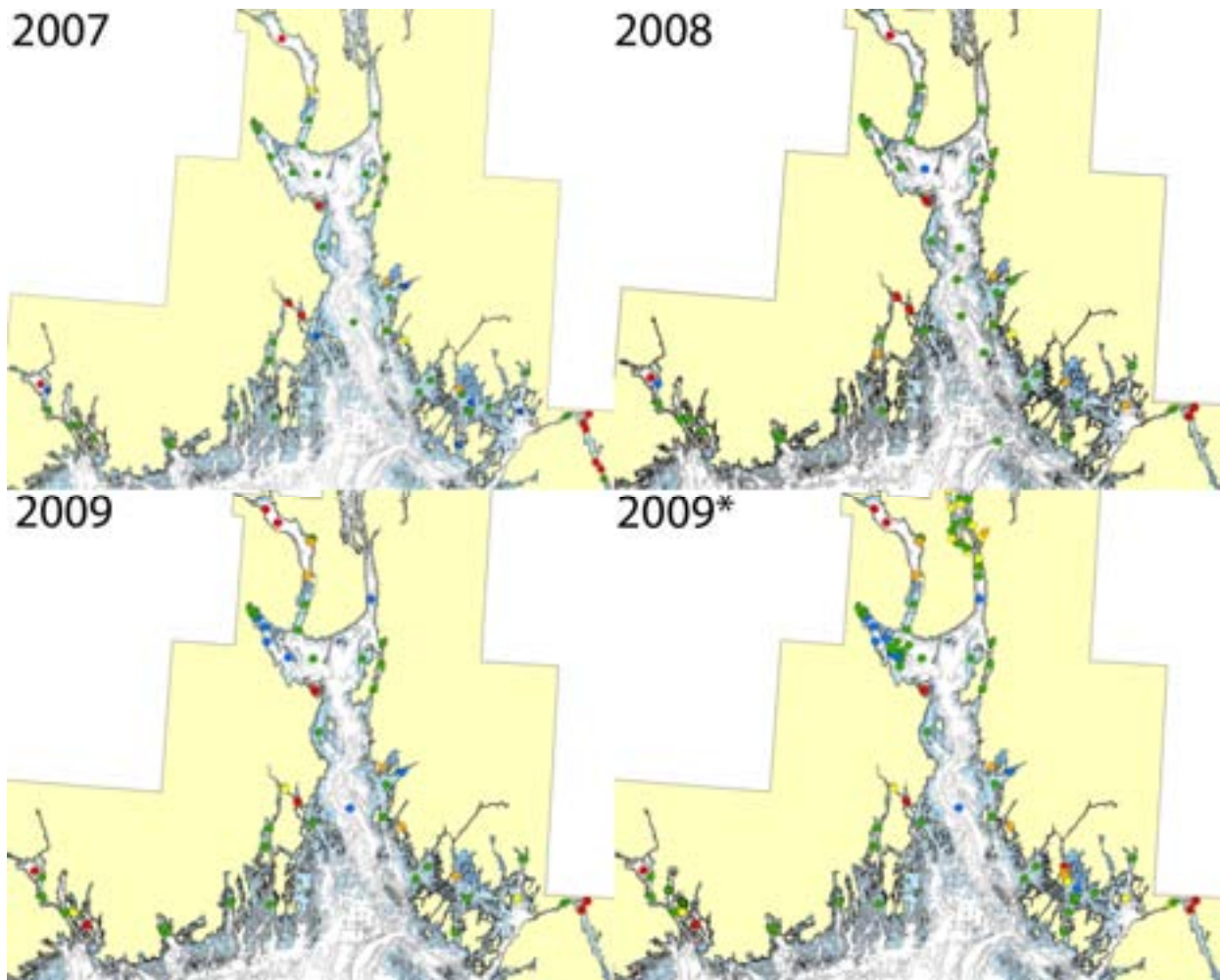
Figur 4. Skjematisk tegning av rammene og deres plassering i fjæra. Se tekst for nærmere beskrivelse.

3. Resultater

3.1 Sedimentprofilfotografering (SPI)

Analysen av sedimentprofilbilder i henhold til BHQ-indeksen er vist i Figur 5. (Oversikt Ytre Oslofjord år 2007, 2008 og 2009), Figur 6. (sentrale deler), Figur 7. (vestlig del), Figur 8. (østlig del), Figur 9. (detaljert kart munningsområde Glomma) og Figur 10. (detaljert kart Langøya).

Generelt var bunnforholdene i de åpne delene av fjorden meget gode eller gode (tilstandsklasse I og II) og det er liten variasjon mellom årene 2007 til 2009 på de fleste stasjoner. Større problemområder er Drammensfjorden, Horten havn, Tønsberg, Frierfjorden og Iddefjorden. Dårlig eller meget dårlig forhold (Tilstandsklasse IV og V) ble observert i følgende områder (stasjoner): Drammensfjorden (DF-06, D-3, DF-08, D1), Horten havn (HO-1 og ny stasjon HO-18,5), dypområder i Frierfjorden (BC-1) og Håøyfjorden (GI-1), ved Tønsberg (TF-4), grunnere områder nord Krokstadleira (Taralden KF-2), Hankøsund (HF-1), ved Glommas munningsområde sør for Fredrikstad (BG-01, BG-02, BG-03 og I-3) samt Iddefjorden (ID-1 og ID-2).

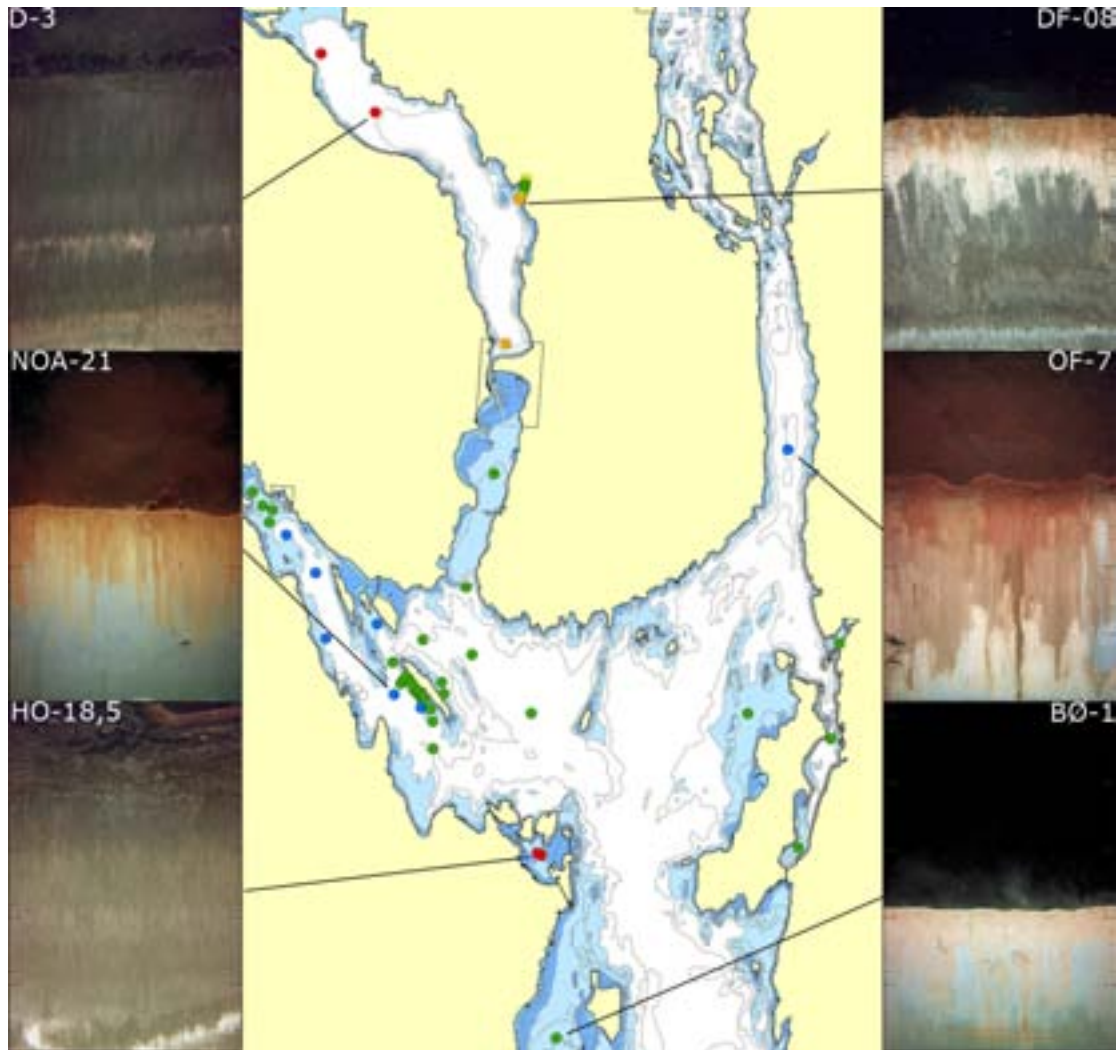


Figur 5. Tilstandsklasser av bløtbunn i henhold til BHQ-indeksen i 2007, 2008 og 2009 (SPI, Rosenberg m. fl. 2004). 2009* viser BHQ indeksen fra alle stasjoner i området som ble innsamlet i 2009 (Indre Oslofjord, NOAH, Borregaard, Thinc/Opticap). Tilstandsfarger: se Fig. 2

Negativ endring over tid fra 2007 eller 2008 har medført at tre stasjoner (DD-1 (ved Svelvik), GI-1, HF-1) har fått dårlig eller meget dårlig tilstand i 2009. Positiv endring fra 2007 til 2009 ble registrert i Tønsberg havn, sannsynligvis etter en bedring i oksygenforholdene. Hos de fleste stasjoner er det ingen trender som kan indikere at det har vært en forandring på en større romlig skala.

3.1.1 Sentrale deler av Ytre Oslofjord

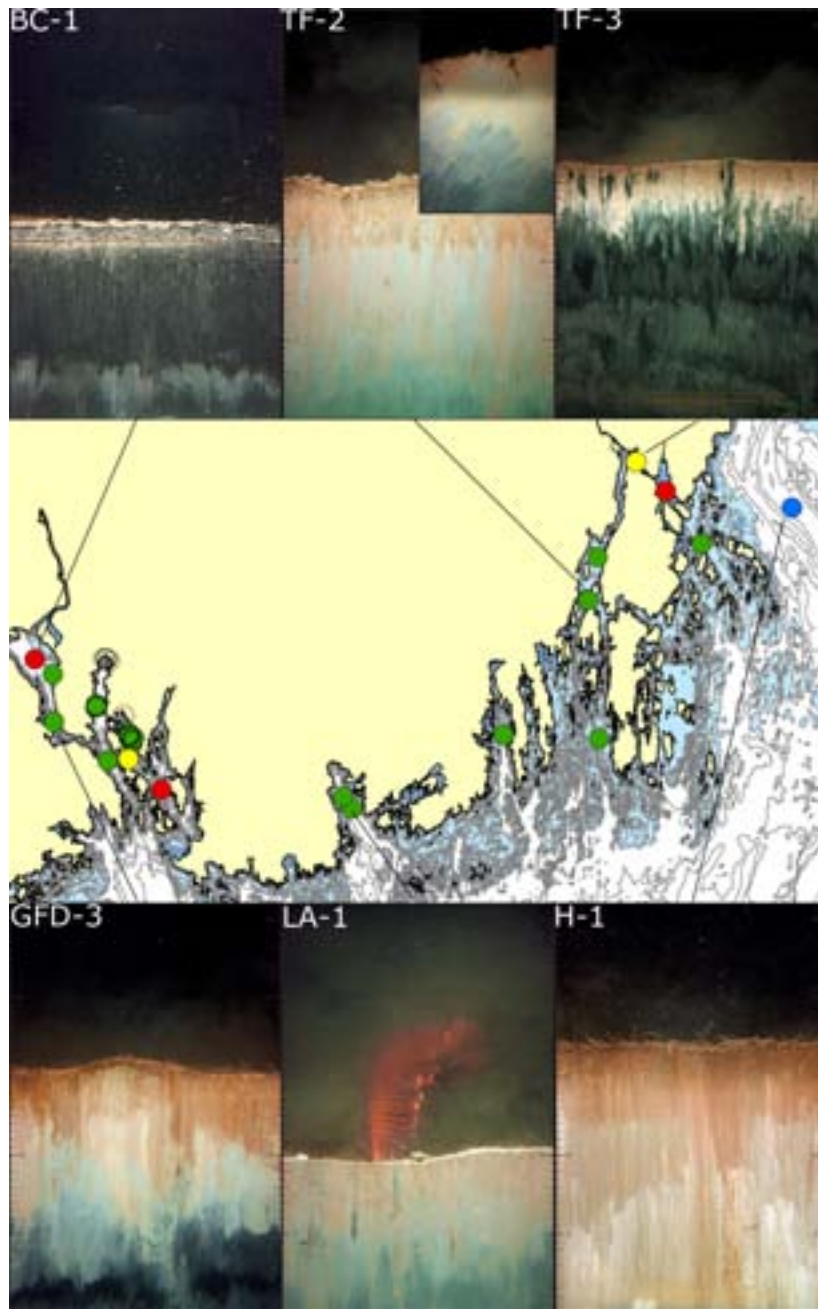
Figur 6 viser tilstandsklasse i henhold til BHQ indeksen og bilder fra utvalgte stasjoner i sentrale deler av Ytre Oslofjord. I de dypere delene av fjorden (OF-5 og OF-7) finnes oksiderte forhold dypt ned i sedimentene. Drammensfjorden og Sandebukta ble undersøkt med utvidet fotografering langs dybdegradienter som viste dårlige forhold fra 80m (DF-08) og dypere nedover 107m (DD-1) i ytre delen av Drammensfjorden. Ved stasjon D-3 i Indre Drammenfjorden var sedimentforholdene svært reduserte med meget dårlige forhold på 70m (DF-06) og dypere nedover på 94m (D-3). Samtlige stasjoner i Sandebukta viste gode eller meget gode forhold i sedimentene. Horten havn hadde meget dårlige forhold på både gammel stasjon på 25m (HO-1) på grunn av deponerte masser, og på ny stasjon 18,5m (HO-18,5 ekstra stasjon), sannsynligvis på grunn av dårlige oksygenforhold. Forbedring til gode forhold var det i Sandebukta (utvidet område) og rundt Langøya (NOA-21), og til meget gode forhold (LØ-1). NOA-05 ble ikke klassifisert pga. forstyrrelse.



Figur 6. Tilstandsklasser hos bløtbunn i henhold til BHQ-indeksen i 2009 og bilder fra utvalgte stasjoner i sentrale deler av Ytre Oslofjord (SPI, Rosenberg m. fl. 2004).

3.1.2 Vestlig del av Ytre Oslofjord

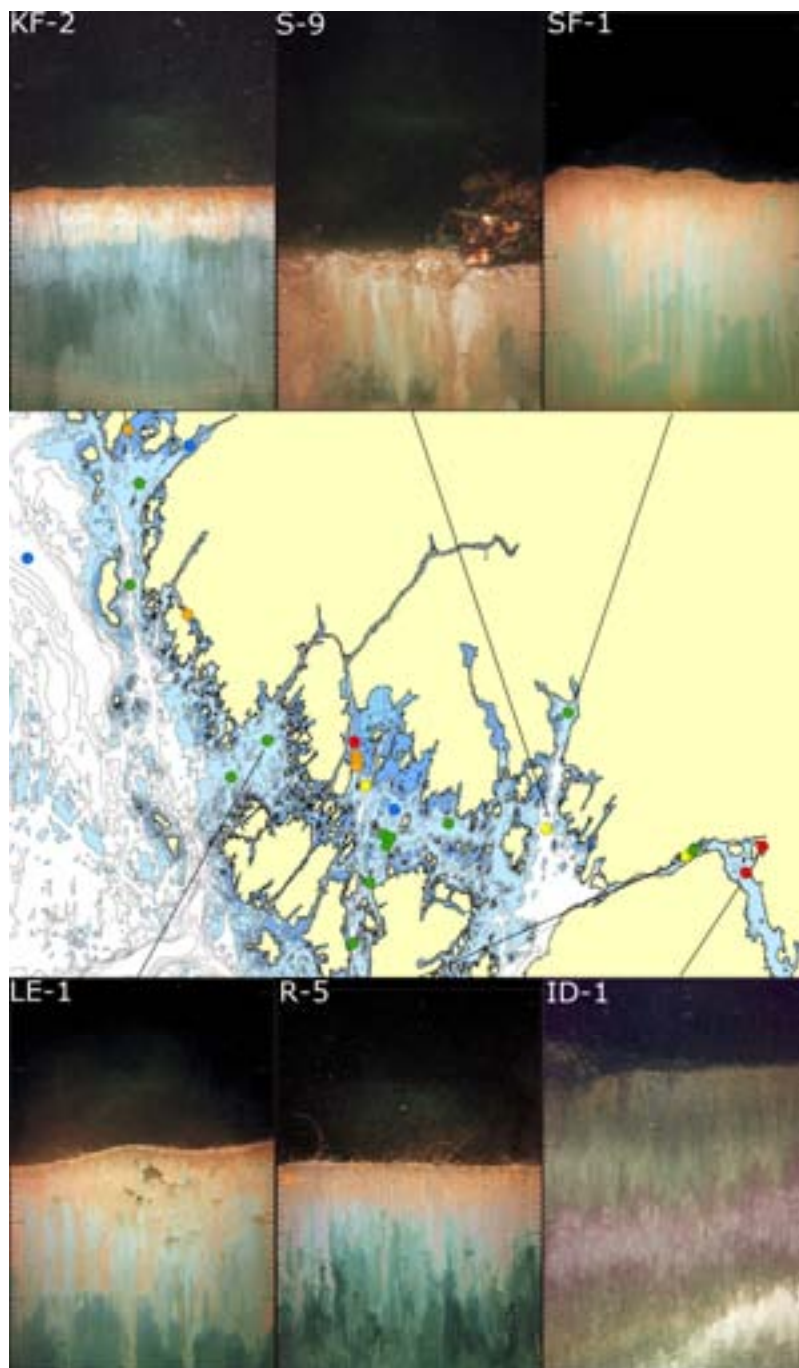
Figur 7 viser tilstandsklasser i henhold til BHQ-indeksen og bilder fra utvalgte stasjoner. Dårlige (reduerte) bunnforhold ble observert i de dypere delene av Frierfjorden (BC-1), Håøyfjorden (GI-1) og ved Trælekilen (TF-4). Bunnforholdene var bedre på grunnere områder i Frierfjorden (GFG-1 og GFD-3) med god tilstandsklasse. Larviksfjorden (LF-1 og LA-1) og ytre Sandefjordsfjorden (SF-1) hadde også god tilstandsklasse. Fysisk forstyrrelse av sjøbunnen er blitt observert ved stasjon TF-2 (lille bildet), mest sannsynlig grunnet deponering av masser i området. Stasjonen er nå flyttet 50m og forholdene der er bedre. Positiv endring siden undersøkelsene 2007 og 2008 ble registrert for i Tønsberg havn (TF-3), hvilket sannsynnligvis henger sammen med bedre oksygenforhold i området i 2009. Stasjonen i Ytre Oslofjords dypeste midtrenne (H-1) var i tilstandsklasse meget god.



Figur 7. Tilstandsklasser hos bløtbunn i henhold til BHQ-indeksen i 2009, og bilder fra utvalgte stasjoner vestlige deler av Ytre Oslofjord (SPI, Rosenberg m. fl. 2004). På LA-1 sees en sjøfjær (*Pennatula* sp.).

3.1.3 Østlig del av Ytre Oslofjord

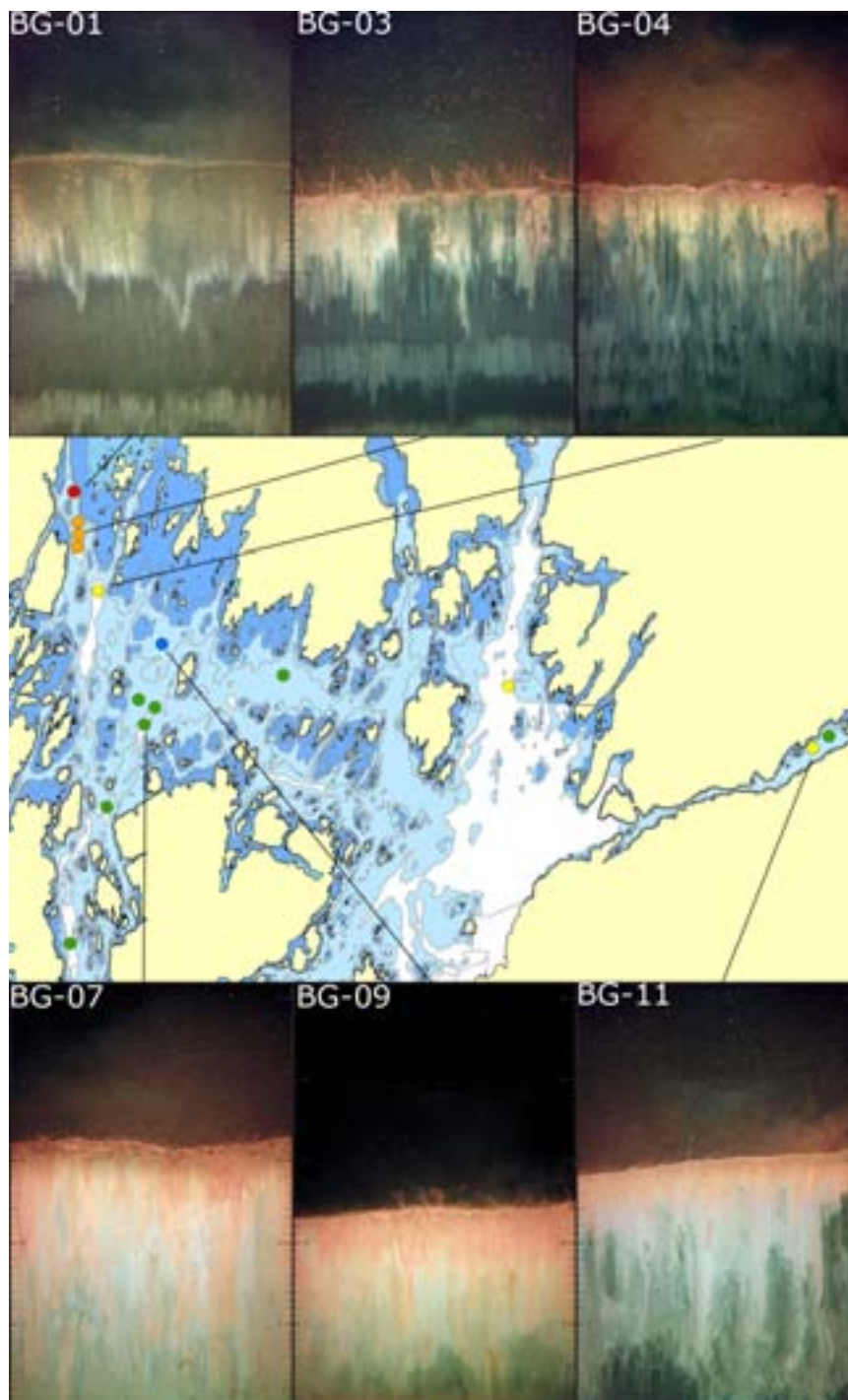
Figur 8 viser tilstandsklasser i henhold til BHQ-indeksen og bilder fra utvalgte stasjoner. Bunnforholdene var svært reduserte med meget dårlig tilstand i dypere deler Iddefjorden (ID-1) og utenfor Halden havn (ID-2), med uendrede forhold siden 2007. Det ble observert tydlige rester av treflis i sedimentene. Singlefjorden (S-9) viste tegn på dumpning i 2008 og 2009 og hadde mindre god tilstand. Ved Skjebergkilen (SF-1), Leira vest av Kråkerøy (LE-1) og Ringdalsfjorden (R-5) ble gode bunnforhold observert.



Figur 8. Tilstandsklasser hos bløtbunn i 2009 i henhold til BHQ-indeksen, og bilder fra utvalgte stasjoner i østlige deler av Ytre Oslofjord (SPI, Rosenberg m. fl. 2004).

3.2 Undersøkelser rundt Glommas munningsområde (Borregaard)

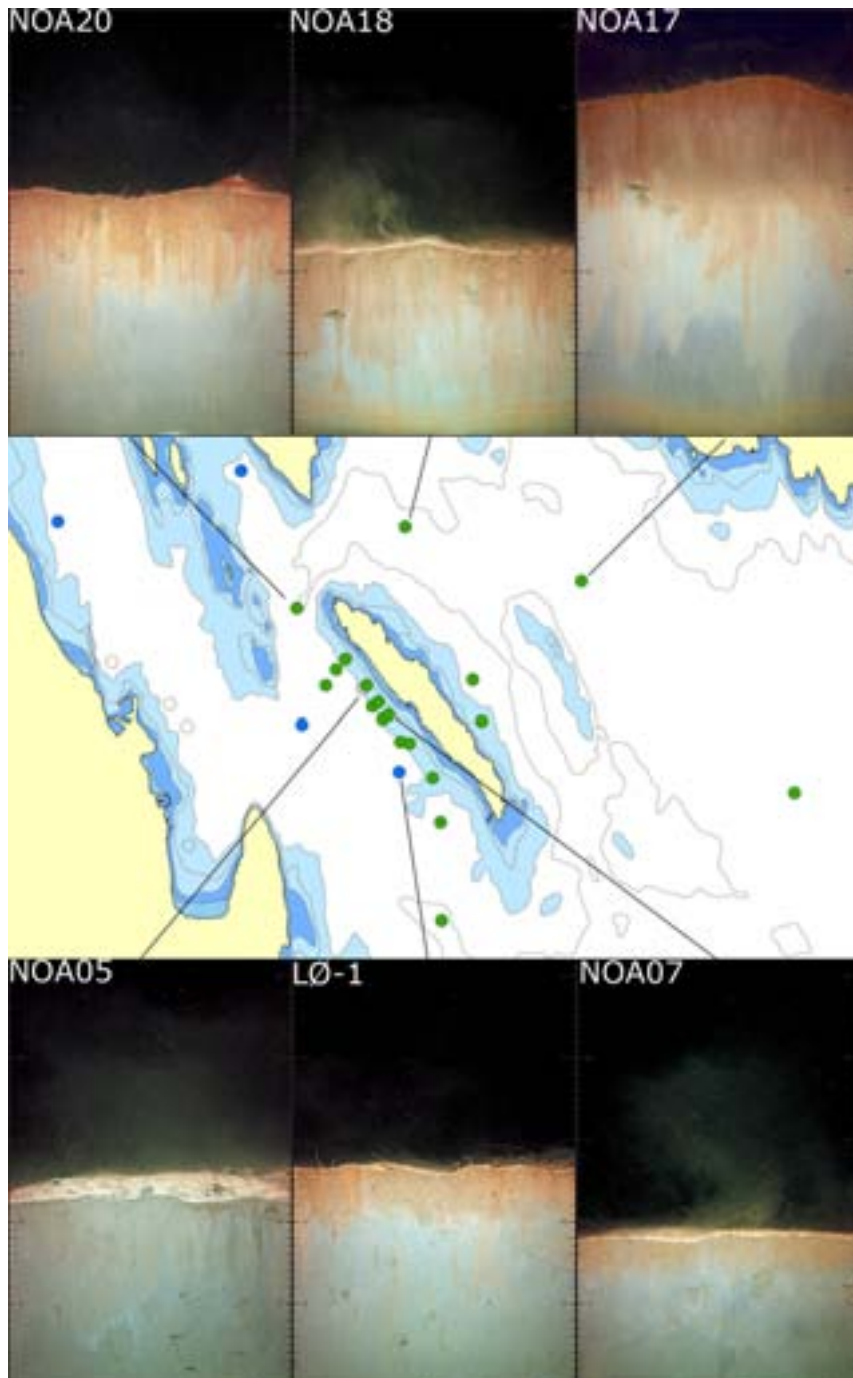
Figur 9 viser en tydelig gradient i Glommas munningsområde, fra meget dårlige (BG-01), dårlige (BG-02, BG-03, I-3) til mindre gode forhold (BG-04) til gode forhold (BG-06, BG-07, BG-08) og meget gode forhold (BG-09) i området mellom Hvaler og fastlandet. Den ekstra stasjonen (BG-11) ved utløpet fra renseanlegget i Ringdalsfjorden (BG-11) viste mindre gode forhold.



Figur 9. Tilstandsklasser hos bløtbunn i henhold til BHQ-indeksen i 2009 og bilder fra stasjoner i intensivområdet i munningsområdet til Glomma (bildene er fra de stasjoner som ble prøvetatt for Borregaard i 2009).

3.3 Undersøkelser ved Langøya (NOAH)

Ved SPI-prøvetaking for Fagrådet for Ytre Oslofjord ble det registrert en forbedring av stasjon Langøya (LØ-1) fra god til meget god tilstand, men samtidig viste den dypere stasjonen OF-5 nedgang fra meget god til god tilstand. Figur 10 viser et detaljert kart over de 22 stasjoner utenfor Langøya med gode og meget gode forhold (prosjekt for NOAH AS). NOA05 ble ikke klassifisert pga. forstyrrelse av bunnen. Det ble også samlet inn faunaprøver på LØ-1 og faunatilstanden har vært God her både i 2008 og 2009.



Figur 10. Kart viser tilstandsklasser hos bløtbunn i 2009 i henhold til BHQ-indeksen vest i Breiangeren, inkludert bilder fra stasjoner i intensivområdet rundt Langøya (prøvetas for NOAH).

3.4 Rammeundersøkelser i fjæra

Til sammen ble det registrert 89 taxa av alger og dyr på de 10 fjærestasjonene som ble undersøkt i 2010, 50 av disse var alger og 39 dyr. Artslister er gitt i Vedlegg. De fem vanligst forekommende alger og dyr på øvre- og nedre nivå for hele området er vist i Tabell 1.

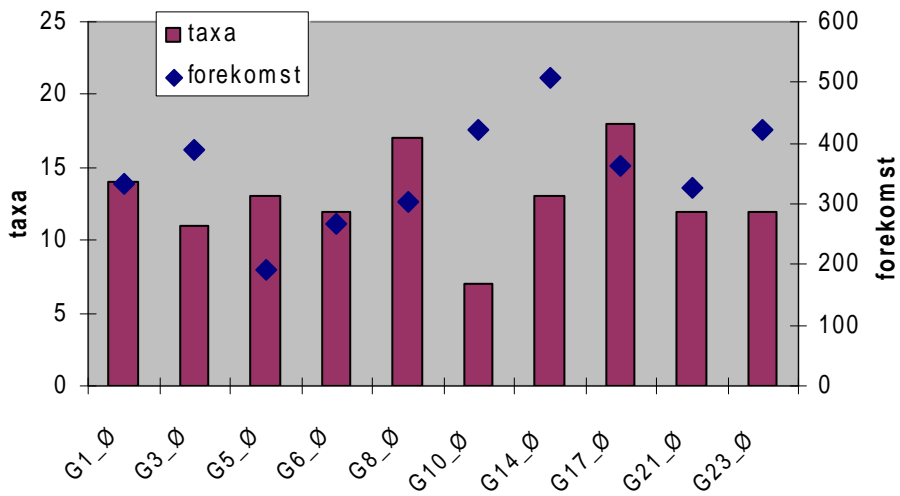
Vanligst forekommende alge i både øvre og nedre nivå var rødalgen Fjæreblod (*Hildenbrandia rubra*). I øvre nivå ble den funnet i 93% av alle undersøkte ruter. Fjæreblod danner et tynt rødt belegg på fjell og stein, nærmest som rødmaling. Andre skorpedannende røde og brune alger (hhv Corallinacea indet og Brunt på fjell – mørkt) var også vanlig forekommende, særlig i nedre nivå. Blant de større algene var blæretang (*Fucus vesiculosus*) den vanligste på stasjonene i området, men i øvre fjæra var det også en del grønnalger (*Enteromorpha intestinalis* og *Cladophora albida*).

Steinrur (*Balanus improvisus*) er det vanligst forekommende dyret i både øvre og nedre nivå. Den ble funnet i omtrent halvparten av rutene i både øvre- og nedre nivå. Steinrur er en introdusert art som har sin opprinnelse i Australia og som ble innført til Norge for drøyt 100 år siden. Fjærerur (*Balanus balanoides*) er også ofte tilstede i fjæra, men i mindre mengder enn steinrur. Blåskjell (*Mytilus edulis*) er en av de fem vanligste artene, noe vanligere i nedre enn øvre nivå. Strandsnegl (*Littorina littorea*) og mosdyrene *Electra pilosa* og *E. crustulenta* er også vanlige dyr i fjæra i Ytre Oslofjord.

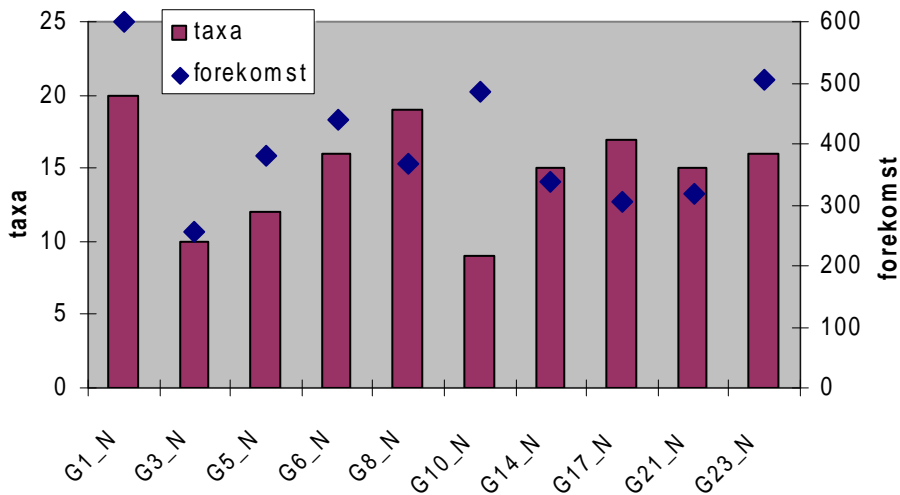
Tabell 1. De fem vanligst forekommende alger og dyr i fjæra på øvre- og nedre nivå for hele det undersøkte området (10 stasjoner). Forekomst (%) er %-andelen ruter arten ble registrert i – på hvert nivå på hver stasjon undersøkes 100 ruter.

| alger øvre | % | dyr øvre | % |
|----------------------------------|----|----------------------------|----|
| <i>Hildenbrandia rubra</i> | 93 | <i>Balanus improvisus</i> | 47 |
| <i>Fucus vesiculosus</i> | 58 | <i>Mytilus edulis</i> | 20 |
| <i>Enteromorpha intestinalis</i> | 24 | <i>Littorina littorea</i> | 13 |
| <i>Cladophora albida</i> | 22 | <i>Electra crustulenta</i> | 11 |
| Brunt på fjell - mørkt | 18 | <i>Balanus balanoides</i> | 10 |
| alger nedre | % | dyr nedre | % |
| <i>Hildenbrandia rubra</i> | 79 | <i>Balanus improvisus</i> | 51 |
| <i>Fucus vesiculosus</i> | 45 | <i>Electra crustulenta</i> | 30 |
| Brunt på fjell - mørkt | 26 | <i>Mytilus edulis</i> | 28 |
| <i>Ceramium rubrum</i> | 23 | <i>Electra pilosa</i> | 22 |
| Coralliniacea indet. | 23 | <i>Littorina littorea</i> | 12 |

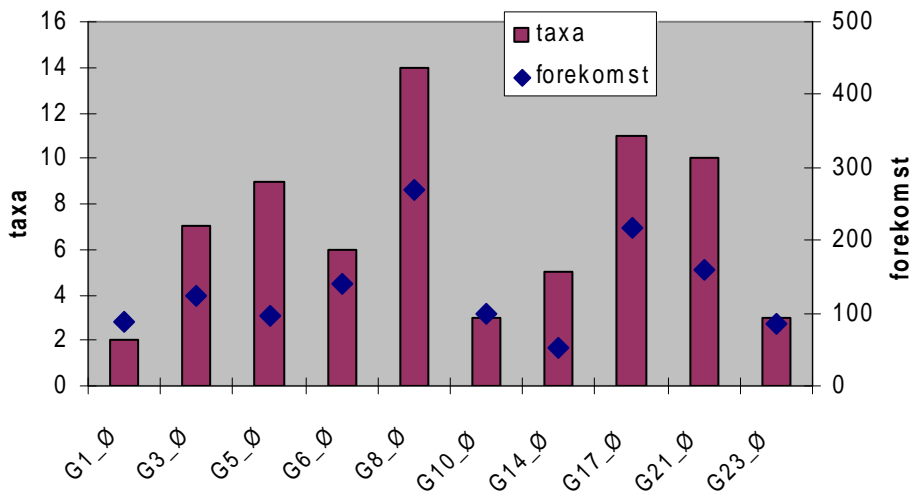
Generelt sett ble de fleste taxa og de største forekomster av alger og dyr registrert på det nedre nivået (Figur 11 - Figur 14). På stasjon G8 og G17, hhv Sandefjordsfjorden og Fuglevik var det også mange taxa i det øvre nivået. Stasjon G10 i Larviksfjorden (Figur 15) var fattig både med hensyn til alger og dyr, og det var her de største grønnalgeforekomstene (tarmgrønske - *Enteromorpha intestinalis*) ble registrert. Stasjonene G1 i ytre Drammensfjord, G10 i Larviksfjorden og G23 i Løperen har lav saltholdighet i overflaten og det er sannsynligvis derfor de har få dyretaxa i det øvre nivået.



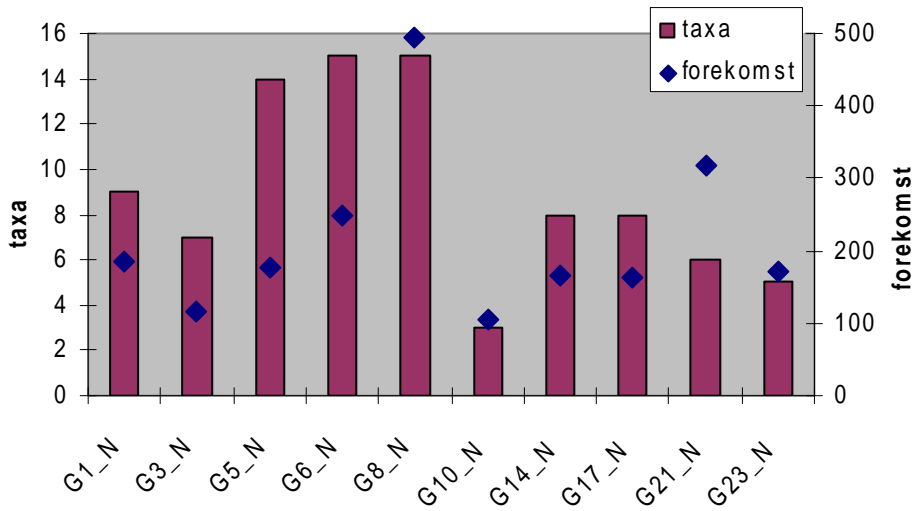
Figur 11. Antall taxa og samlet forekomst (antall ruter hver art ble funnet i) for alger på hver av fjærestasjonene på øvre nivå i 2009.



Figur 12. Antall taxa og samlet forekomst (antall ruter hver art ble funnet i) for alger på hver av fjærestasjonene på nedre nivå i 2010.



Figur 13. Antall taxa og samlet forekomst (antall ruter hver art ble funnet i) for dyr på hver av fjærestasjonene på øvre nivå i 2009.



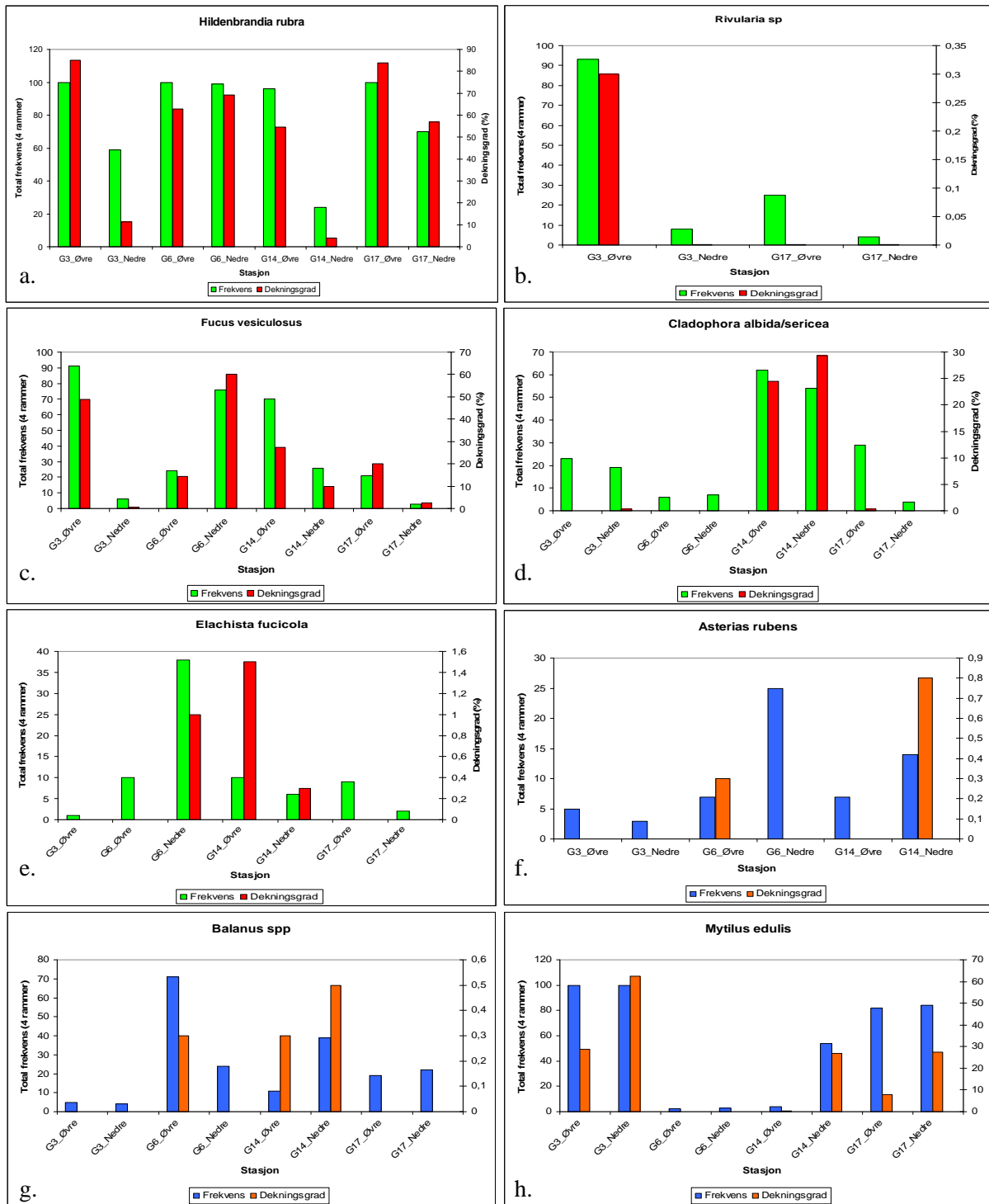
Figur 14. Antall taxa og samlet forekomst (antall ruter hver art ble funnet i) for dyr på hver av fjærestasjonene på nedre nivå i 2009.



Figur 15. Stasjon G10 i Larviksfjorden er en ferskvannspåvirket og relativt bølgebeskyttet stasjon. Pilene viser hvor rammene legges ut.

3.4.1 Sammenlikning av de to rammeregistreringsmetodene

I 2009 ble det testet ut en ny metode for rammeregistrering av marin flora og fauna. På alle de 10 stasjonene ble tilstedeværelsen av alle makroskopiske (>1 mm) fastsittende alger og dyr registrert i hver av de 50 rutene (frekvensregistrering). Organismen ble kun registrert som tilstede i den ruten hvor den har sitt festepunkt. Epifytter/epizoer (organismer dyr som vokser på andre alger/dyr) blir kun registrert som tilstede i den ruten hvor organismen den vokser på har sitt feste. På 4 stasjoner (G3, 6, 14,17) ble det, i tillegg til frekvensregistrering, utført samme rammeregistrering som i 2007. Det vil si tilstedeværelse og mengde (dekningsgrad) av artene ble anslått i hver av de fire sub-rammene.



Figur 16. Sammenlikning mellom frekvensmåling og måling av dekningsgrad, av alger (a-e) og dyr (f-h), på de stasjonene hvor begge metodene ble tatt i bruk (G3, G6, G14 og G17). Grønn og blå søyle viser den totale frekvensen til arten på hver stasjon, dvs. antall ruter arten ble registrert i. Rød og oransje søyle viser gjennomsnittlig dekningsgrad av arten i en sub-ramme (i de rammene hvor det ble registrert dekningsgrad <1 %, er det registrert som 0,001 %).

Figur 16 a-h viser en grafisk sammenlikning av de to ulike metodene for rammeregistrering av marin flora og fauna i strandsonen.

Vurderinger av de to ulike metodene

Figur 16 a og c viser at registreringene av den skorpeformede rødalgen, *Hildenbrandia rubra*, og blæretang (*Fucus vesiculosus*) viser stort sett samme mønster uavhengig av hvilken registreringsmetode som ble tatt i bruk.

De største ulikhetene mellom metodene blir synlig ved registrering av svært små og/eller store individer. Blågrønnalgen *Rivularia* sp., er en liten art som er ca. 1 mm i diameter. Figur x b viser at på stasjon G3 var den svært vanlig, og ble registrert i 93 av 100 ruter. Men fordi størrelsen på hvert individ er så liten, har den totale forekomsten av denne arten en dekningsgrad på under 0,5 % i hver sub-ramme. Mange av artene som ble registrert var i juvenil fase og var derfor svært små. I dette stadiet er det ofte mange små individer tilstede.

Figur 16 d, f, g og h viser forekomsten av grønnalgen grønnndusk (*Cladophora albida/sericea*), korstroll (*Asterias rubens*), rur (*Balanus* spp) og blåskjell (*Mytilus edulis*). Alle artene ble registrert i relativt mange ruter på de fleste stasjonene, men individene til sammen hadde liten dekningsgrad. Disse resultatene viser at det er en fare for at små arter/individer blir overrepresentert ved frekvensmåling, mens de blir underrepresentert ved mål av dekningsgrad.

Det motsatte kan sies om store individer. Når individene er store vil det være færre av dem og de vil dekke en større flate. Ved frekvensmåling telles individet kun i den ruten den har sitt feste/base i. En stor tangplante kan dekke nærmere hele sub-rammen, men ved frekvensmåling registreres den kun i den/de rutene den har sitt feste. Også epifytter/epizoer, dvs. arter som vokser på andre alger/dyr registreres også kun i den ruten hvor den organismen den vokser på har sitt feste. Et eksempel på dette er brunalgen tanglo (*Elachista fucicola*) som vokser på tangplanter (Figur 16 e.). Dersom det vokser svært mye av denne arten på en enkel tangplante kan det føre til at arten blir underrepresentert ved frekvensmåling.

Fordelen med frekvensmålingen er at det registreres kun de artene som har sitt feste i en av rutene. Ved måling av dekningsgrad legges rammen ut og alle arter som blir observert i rammen registreres. Det betyr at arter som vokser utenfor rammen ofte blir registrert, og registreringene er derfor svært påvirket av bølger og vind. Arter som vokser utenfor rammen, men sprer seg over rammearealet, vil ha stor effekt på organismene som vokser i rammen. Dette bildet kan forsvinne når man kun utfører frekvensmålinger.

Når målet med overvåkingen er å følge diversiteten og utbredelsen av arter i strandsonen på faste stasjoner, vil frekvensmåling gi det beste bilde av utviklingen gjennom tid da man fjerner den variasjonen bølger og vind kan gi ved måling av dekningsgrad. For å gi et best mulig bilde av stasjonen vil det være fordelaktig å separere juvenile og voksne (store og små) individer i registreringene.

4. Referanser

Nilsson HC, Rosenberg R (1997) Benthic habitat quality assessment of an oxygen stressed fjord by surface and sediment profile images. *Journal of Marine Systems* 11:249-264

Nilsson HC, Rosenberg R (2006) Collection and interpretation of Sediment Profile Images (SPI) using the Benthic Habitat Quality (BHQ) index and successional models. NIVA Report No. 5200-2006, Sidor 26

Pearson TH, Rosenberg R (1978) Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr Mar Biol Ann Rev* 16:229-311

Rosenberg R, Blomqvist M, Nilsson HC, Cederwall H, Dimming A (2004) Marine quality assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 49:728-739

Vedlegg A.

Tabell 2. SPI-stasjoner; posisjon, bunn-dyp, RPD (apparent Redox Potential Discontinuity), BHQ (Benthic Habitat Quality), TK (Tilstandsklasse i henhold til BHQ indeks) for åren 2007, 2008 og 2009 samt endring i BHQ mellom 2007 til 2008, 2008 til 2009 samt 2007 til 2009. Tilstandsklasse for stasjoner i utvidet område i 2009 (Drammensfjorden og Sandebukta) er presentert i **Figur 6**.

| Navn | Stasjon | | 2007 | | | 2008 | | | 2009 | | | Δ BHQ indeks | | | |
|---------|----------|----------|------|-----|------|------|------------|------|------|-----|------|--------------|-----------|-----------|-----------|
| | Latitud | Longitud | Dyp | RPD | BHQ | TK | RPD | BHQ | TK | RPD | BHQ | TK | 2008-2007 | 2009-2008 | 2009-2007 |
| BC-1 | 59,10410 | 9,61720 | 94 | 0,3 | 1,3 | 5 | 0,0 | 1,0 | 5 | 0,0 | 0,7 | 5 | -0,3 | -0,3 | -0,7 |
| BØ-1 | 59,36650 | 10,49330 | 28 | 3,5 | 11,0 | 2 | 3,1 | 10,7 | 2 | 2,7 | 10,0 | 2 | -0,3 | -0,7 | -1,0 |
| D-1 | 59,53160 | 10,40470 | 85 | 3,0 | 9,5 | 2 | 3,2 | 10,3 | 2 | 2,7 | 10,0 | 2 | 0,8 | -0,3 | 0,5 |
| D-3 | 59,70580 | 10,31350 | 97 | 0,0 | 0,7 | 5 | 0,0 | 1,0 | 5 | 0,0 | 0,3 | 5 | 0,3 | -0,7 | -0,3 |
| D-4 | 59,57470 | 10,41990 | 22 | 2,6 | 8,7 | 2 | 2,8 | 9,0 | 2 | 2,3 | 8,0 | 2 | 0,3 | -1,0 | -0,7 |
| DD-1 | 59,62320 | 10,42130 | 107 | 0,8 | 4,7 | 3 | 2,6 | 8,0 | 2 | 0,2 | 2,3 | 4 | 3,3 | -5,7 | -2,3 |
| FG-1 | 59,03900 | 9,72350 | 105 | 2,8 | 9,0 | 2 | 2,3 | 8,3 | 2 | 3,0 | 9,5 | 2 | -0,7 | 1,2 | 0,5 |
| GFD-3 | 59,06280 | 9,64880 | 42 | 2,7 | 8,7 | 2 | 3,5 | 8,7 | 2 | 3,2 | 9,5 | 2 | 0,0 | 0,8 | 0,8 |
| GFG-1 | 59,09510 | 9,64130 | 17 | 2,7 | 8,3 | 1 | 2,8 | 9,0 | 1 | 2,5 | 8,0 | 2 | 0,7 | -1,0 | -0,3 |
| GI-1 | 59,02270 | 9,79830 | 205 | 5,0 | 9,7 | 2 | 3,0 | 9,0 | 2 | 0,0 | 1,0 | 5 | -0,7 | -8,0 | -8,7 |
| GKD-1 | 59,04140 | 9,75100 | 47 | 2,7 | 9,3 | 2 | 2,1 | 9,0 | 2 | 2,0 | 7,0 | 3 | -0,3 | -2,0 | -2,3 |
| H-1 | 59,24530 | 10,60940 | 343 | 3,7 | 10,0 | 2 | 4,9 | 9,8 | 2 | 4,2 | 10,3 | 1 | -0,3 | 0,6 | 0,3 |
| HF-1 | 59,22110 | 10,77790 | 7 | 1,3 | 5,0 | 3 | 1,0 | 4,3 | 3 | 1,0 | 3,3 | 4 | -0,7 | -1,0 | -1,7 |
| HO-1 | 59,43400 | 10,47270 | 25 | 0,0 | 0,0 | 5 | 0,0 | 0,0 | 5 | 0,0 | 0,0 | 5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| I-1 | 59,10950 | 11,00190 | 51 | 2,1 | 9,3 | 2 | 3,0 | 10,3 | 2 | 3,1 | 11,0 | 2 | 1,0 | 0,7 | 1,7 |
| I-3 | 59,14630 | 10,96190 | 54 | 0,3 | 3,3 | 4 | 0,5 | 4,0 | 4 | 0,0 | 2,3 | 4 | 0,7 | -1,7 | -1,0 |
| ID-1 | 59,10160 | 11,36910 | 29 | 0,0 | 0,3 | 5 | 0,0 | 0,3 | 5 | 0,0 | 0,0 | 5 | 0,0 | -0,3 | -0,3 |
| ID-2 | 59,11600 | 11,38460 | 8,1 | 0,0 | 0,0 | 5 | 0,0 | 0,0 | 5 | 0,0 | 0,0 | 5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| JØ-1 | 59,49180 | 10,61680 | 34 | 2,0 | 8,7 | 2 | 3,3 | 10,3 | 2 | 2,1 | 10,3 | 2 | 1,7 | 0,0 | 1,7 |
| KF-1 | 59,31010 | 10,76880 | 17 | 3,2 | 9,7 | 1 | 1,8 | 7,0 | 2 | 2,7 | 9,0 | 1 | -2,7 | 2,0 | -0,7 |
| KF-2 | 59,31620 | 10,70460 | 7 | 0,7 | 3,7 | 4 | 0,7 | 3,0 | 4 | 1,1 | 3,3 | 4 | -0,7 | 0,3 | -0,3 |
| KF-3 | 59,28830 | 10,72030 | 22 | 2,8 | 10,0 | 2 | 2,4 | 8,7 | 2 | 2,0 | 8,3 | 2 | -1,3 | -0,3 | -1,7 |
| LA-1 | 59,01930 | 10,05180 | 105 | 2,9 | 10,7 | 2 | 2,9 | 10,3 | 2 | 2,6 | 9,7 | 2 | -0,3 | -0,7 | -1,0 |
| LE-1 | 59,15680 | 10,86850 | 28 | 2,6 | 10,7 | 2 | 2,7 | 10,0 | 2 | 2,3 | 10,7 | 2 | -0,7 | 0,7 | 0,0 |
| LF-1 | 59,02720 | 10,03970 | 85 | 2,4 | 9,7 | 2 | 2,7 | 9,0 | 2 | 2,8 | 9,7 | 2 | -0,7 | 0,7 | 0,0 |
| LØ-1 | 59,48590 | 10,37820 | 66 | 3,7 | 10,7 | 2 | 3,0 | 10,0 | 2 | 3,2 | 11,3 | 1 | -0,7 | 1,3 | 0,7 |
| MO-1 | 59,44330 | 10,66020 | 46 | 2,9 | 8,3 | 2 | 2,9 | 10,0 | 2 | 3,0 | 9,7 | 2 | 1,7 | -0,3 | 1,3 |
| MO-2 | 59,48450 | 10,67840 | 105 | 2,6 | 10,3 | 2 | 3,0 | 9,7 | 2 | 2,6 | 10,3 | 2 | -0,7 | 0,7 | 0,0 |
| Ø-1 | 59,13650 | 10,83380 | 52 | 5,4 | 10,7 | 2 | 3,7 | 10,0 | 2 | 3,6 | 9,7 | 2 | -0,7 | -0,3 | -1,0 |
| OF-5 | 59,48660 | 10,45830 | 199 | 4,9 | 10,3 | 2 | 4,8 | 11,5 | 1 | 4,2 | 9,0 | 2 | 1,2 | -2,5 | -1,3 |
| OF-7 | 59,59070 | 10,63550 | 210 | 3,6 | 9,7 | 2 | 4,1 | 10,0 | 2 | 3,9 | 12,0 | 1 | 0,3 | 2,0 | 2,3 |
| R-5 | 59,11180 | 11,31370 | 33 | 2,4 | 7,7 | 2 | 2,5 | 10,0 | 2 | 2,0 | 7,3 | 2 | 2,3 | -2,7 | -0,3 |
| RA-1 | 59,23510 | 10,71710 | 120 | 3,2 | 10,3 | 2 | 4,5 | 11,0 | 2 | 2,8 | 9,7 | 2 | 0,7 | -1,3 | -0,7 |
| S-9 | 59,11430 | 11,16190 | 95 | 5,8 | 12,0 | 1 | Forstyrret | | 1,5 | 6,0 | 3 | | -6,0 | | -6,0 |
| SAF-1 | 59,07800 | 10,25000 | 55 | 4,0 | 9,3 | 2 | 3,5 | 9,5 | 2 | 2,8 | 9,5 | 2 | 0,2 | 0,0 | 0,2 |
| SAN-1 | 59,56170 | 10,24380 | 23 | 2,7 | 9,0 | 2 | 2,4 | 8,3 | 2 | 2,4 | 9,7 | 2 | -0,7 | 1,3 | 0,7 |
| SAN-3 | 59,55080 | 10,25760 | 47 | 3,7 | 11,0 | 2 | 3,0 | 9,7 | 2 | 2,9 | 10,7 | 2 | -1,3 | 1,0 | -0,3 |
| SAN-8 | 59,50910 | 10,30510 | 73 | 3,8 | 10,5 | 2 | 3,0 | 11,0 | 2 | 3,8 | 11,7 | 1 | 0,5 | 0,7 | 1,2 |
| SB-1 | 59,52010 | 10,68040 | 34 | 2,0 | 9,3 | 2 | 1,7 | 7,7 | 2 | 2,2 | 8,0 | 2 | -1,7 | 0,3 | -1,3 |
| SF-1 | 59,17980 | 11,17690 | 35 | 2,6 | 9,3 | 2 | 3,2 | 10,5 | 2 | 2,7 | 8,3 | 2 | 1,2 | -2,2 | -1,0 |
| SF-2 | 59,05230 | 10,96960 | 68 | 3,3 | 11,3 | 1 | 2,9 | 8,3 | 2 | 3,1 | 8,3 | 2 | -3,0 | 0,0 | -3,0 |
| TF-1 | 59,07910 | 10,37370 | 44 | 2,0 | 7,7 | 2 | 2,6 | 8,0 | 2 | 3,0 | 10,0 | 2 | 0,3 | 2,0 | 2,3 |
| TF-2 | 59,17350 | 10,34580 | 54 | 3,0 | 11,0 | 2 | Forstyrret | | 2,9 | 9,5 | 2 | | -1,5 | | -1,5 |
| TF-3 | 59,26980 | 10,39730 | 13 | 0,0 | 0,0 | 5 | 0,0 | 1,0 | 5 | 0,8 | 4,3 | 3 | 1,0 | 3,3 | 4,3 |
| TF-4 | 59,25110 | 10,43970 | 10,5 | 0,0 | 0,0 | 5 | 0,0 | 1,0 | 5 | 0,0 | 1,0 | 5 | 1,0 | 0,0 | 1,0 |
| TØ-1 | 59,20280 | 10,35460 | 74 | 1,7 | 9,0 | 2 | 3,4 | 11,0 | 2 | 2,6 | 8,3 | 2 | 2,0 | -2,7 | -0,7 |
| TØ-2 | 59,21690 | 10,49200 | 38 | 2,6 | 11,3 | 1 | 2,0 | 8,3 | 2 | 2,6 | 10,0 | 2 | -3,0 | 1,7 | -1,3 |
| GF-1 | 59,13620 | 10,97250 | 53 | 1,4 | 7,7 | 2 | 4,9 | 10,3 | 2 | 2,3 | 6,0 | 3 | 2,6 | -4,3 | -1,7 |
| GF-2 | 59,11100 | 10,99420 | 41 | 2,1 | 9,0 | 2 | 4,4 | 10,0 | 2 | 2,1 | 7,0 | 3 | 1,0 | -3,0 | -2,0 |
| GF-3 | 59,12460 | 11,00360 | 15,3 | 2,1 | 10,3 | 1 | 4,5 | 9,8 | 2 | 2,3 | 8,7 | 2 | -0,6 | -1,1 | -1,7 |
| GF-4 | 59,11880 | 11,06040 | 34 | 2,2 | 8,7 | 2 | 4,8 | 10,5 | 2 | 3,2 | 9,0 | 2 | 1,8 | -1,5 | 0,3 |
| Middels | | | | 2,4 | 8,0 | 2,4 | 2,6 | 7,9 | 2,5 | 2,2 | 7,4 | 2,6 | -0,1 | -0,5 | -0,5 |

Vedlegg B.

Rammestasjoner i fjæra undersøkt i 2010.

| Ytre Oslofjordstasjoner undersøkt høsten 2010 | | | | |
|-----------------------------------------------|--------------------------|--------------|----------|----------|
| Stasjon | | Undersøkelse | Nord | Øst |
| G1 | Ytre Drammensfjord | Ramme | 59.53864 | 10.41152 |
| | | Transekt | 59.53864 | 10.41152 |
| G3 | Østøya | Ramme | 59.45012 | 10.48281 |
| | | Transekt | 59.45012 | 10.48281 |
| G5 | Torgersøy | Ramme A | 59.14514 | 10.30231 |
| | | Ramme B | 59.14522 | 10.30296 |
| | | Transekt | 59.14508 | 10.30342 |
| G6 | Ravnøy i Tønsbergfjorden | Ramme | 59.18715 | 10.34173 |
| | | Transekt | 59.18715 | 10.34173 |
| G8 | Hellsøy | Ramme A | 59.07666 | 10.25511 |
| | | Ramme B | 59.07671 | 10.25509 |
| | | Transekt | 59.07844 | 10.25260 |
| G10 | Lillevikodden | Ramme A | 59.01825 | 10.03553 |
| | | Ramme B | 59.01825 | 10.03548 |
| | | Transekt | 59.01882 | 10.03892 |
| G14 | Bevøya S | Ramme A | 59.50882 | 10.63937 |
| | | Ramme B | 59.50875 | 10.63954 |
| | | Transekt | 59.50883 | 10.63941 |
| G17 | Fuglevik syd/Rumpa | Ramme A | 59.37210 | 10.65191 |
| | | Ramme B | 59.37200 | 10.65195 |
| | | Transekt | 59.37220 | 10.65171 |
| G21 | Hue | Ramme | 59.16452 | 10.84350 |
| | | Transekt | 59.16452 | 10.84350 |
| G23 | Kråka | Ramme A | 59.05491 | 10.97431 |
| | | Ramme B | 59.05492 | 10.97451 |
| | | Transekt | 59.05561 | 10.97483 |

NIVA 5949-2010

G1_01
G1_02
G1_03
G1_04
G3_01
G3_02
G3_03
G3_04
G5_01
G5_02
G5_03
G5_04
G6_01
G6_02
G6_03
G6_04
G8_01
G8_02
G8_03
G8_04
G10_01
G10_02
G10_03
G10_04
G14_01
G14_02
G14_03
G14_04
G17_01
G17_02
G17_03
G17_04
G21_01
G21_02
G21_03
G21_04
G23_01
G23_02
G23_03
G23_04

Rhizoclonium
tortuosum

1

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

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