

Resipientovervåking i Kristiansandsfjorden. Marine undersøkelser ved Odderøya og Bredalsholmen 2008-2009



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

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

Vestlandsavdelingen

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

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

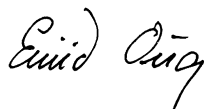
Tittel Resipientovervåking i Kristiansandsfjorden. Marine undersøkelser ved Odderøya og Bredalsholmen 2008-2009.	Løpenr. (for bestilling) 6200-2011	Dato 13. juli 2011
	Prosjektnr. Undemr. O – 28209	Sider Pris 69
Forfatter(e) Tone Kroglund Eivind Oug	Fagområde Marin eutrofi	Distribusjon Fri
	Geografisk område Vest-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Kristiansand kommune, Ingeniørvesenet	Oppdragsreferanse Bjørn Aurebekk / Steinar Børresen
---	---

Sammendrag

Kristiansand kommune har ett større renseanlegg for kommunalt avløpsvann på Odderøya ved sentrum og ett på Bredalsholmen i Vågsbygd. Renseanleggene har vært i drift siden tidlig på 1990-tallet. Renset avløpsvann føres i ledning til utslipp på henholdsvis 55 og 40 m i fjorden utenfor anleggene. Undersøkelsen beskriver miljøtilstanden i resipientene og vurderer eventuelle utviklingstendenser i forhold til tidligere undersøkelser. Ved Odderøya var det artsrike organismsamfunn i strandsonen (4 stasjoner) og på grunt vann hardbunn (1 stasjon) med omtrent normal fordeling mellom hovedgrupper av alger. Det var høyere artsrikhet enn ved tidligere undersøkelser og nedgang i andel grønnalger. På bløtbunn (1 stasjon) var det finkornet bunnsediment med forholdsvis høyt organisk innhold. Bunnfaunaen var svært artsrik med høye individtettheter. Ved Bredalsholmen var det artsrike organismsamfunn i strandsonen (3 stasjoner) og på grunt vann hardbunn (1 stasjon). Det var ikke vesentlige endringer fra tidligere undersøkelser. Bunnfaunaen (1 stasjon) var normalt artsrik. Resultatene viser at det var god tilstand i begge resipientene. Ved Odderøya syntes det å være lokalt forbedrete forhold i overflatevannet, mens det var tegn til økt påvirkning av bunnområdene fra avsetning av organisk materiale. Resipienten er trolig også påvirket av tilstanden i Kristiansands havneområde (Vesterhavn). Ved Bredalsholmen har det ikke vært endringer i resipienten som kan knyttes til utslippet av avløpsvann.

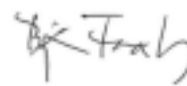
Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Miljøtilstand	1. Water quality status
2. Hardbunnsorganismer	2. Hard bottom organisms
3. Bløtbunn	3. Soft bottom
4. Overvåking	4. Monitoring



Eivind Oug
Prosjektleder



Mats Walday
Forskningsleder



Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

Resipientovervåking i Kristiansandsfjorden

Marine undersøkelser ved Odderøya og Bredalsholmen
2008-2009

Forord

I Kristiansandsfjorden er det tre større renseanlegg for kommunalt avløpsvann med utslipp til fjorden. Anleggene ligger henholdsvis i Korsvikfjorden i Randesund, på Odderøya og på Bredalsholmen i Vågsbygd. Avløpsvannet føres etter rensing i ledning ut til utslippspunkt på dypt vann i sjøområdet utenfor anleggene. I tillegg til kommunens anlegg er det et større utslipp av avløpsvann fra treforedlingsindustrien på Vennesla som føres i ledning i Otra til utslippspunkt i Østerhavn.

Kristiansand kommune gjennomfører i perioden 2008-2011 undersøkelser for å karakterisere miljøtilstanden i alle resipientene. Forslag til program for undersøkelsene ble utarbeidet av NIVA 22. juni 2007. Tilsagn til oppstart av første del av undersøkelsene ble gitt i brev fra Kristiansand kommune av 15. april 2008.

Undersøkelsene utføres i henhold til kravene i avløpsdirektivet hvor det heter at tilstandsvurdering skal foretas hvert fjerde år. Samtidig ønsker kommunen at undersøkelsene strekkes over flere år med ett utslippsområde av gangen slik at kostnadene kan fordeles mest mulig jevnt fra år til år. Under gjennomføringen av programmet holdes det årlige møter for å avtale programmet for hvert enkelt år.

Undersøkelser av Korsvikfjorden ble gjennomført i 2008 og 2009 og ble rapportert i 2008 og 2010. I 2009 har fokus vært på resipientene til Odderøya og Bredalsholmen renseanlegg. Detaljert program for undersøkelsene ble utarbeidet etter møte mellom Bjørn Aurebekk og Arild Schellhorn, Kristiansand kommune, og Eivind Oug, NIVA, 14. januar 2009. I 2010 og 2011 har kommunens kontaktperson vært Steinar Børresen.

Feltarbeidet i 2009 ble gjennomført av Tone Kroglund (strandsone), Lise Tveiten (strandsone, dykk), Janne Gitmark (strandsone, dykk) og Frithjof Moy (dykk). Bløtbunnsprøver ble samlet inn i 2008, samtidig med undersøkelsen i Korsvikfjorden. I feltarbeidet deltok Merete Schøyen, Jarle Håvardstun og Eivind Oug. Bløtbunnsprøvene er opparbeidet av Marijana Brkljacic, Gunhild Borgersen og Eivind Oug. Til rapporten har Monica Fredvik i Kristiansand kommune bidratt med tekniske opplysninger om avløpssystemer og renseanlegg.

Grimstad, 13. juli 2011

Eivind Oug

Innhold

Sammendrag	6
Summary	8
1. Innledning	9
1.1 Bakgrunn for undersøkelsen	9
1.2 Områdebeskrivelse	9
1.3 Tidligere undersøkelser	11
1.4 Mål	11
1.5 Faglig innhold i undersøkelsen	12
2. Undersøkelser i strandsonen	14
2.1 Metodikk	14
2.1.1 Valg av stasjoner	14
2.1.2 Prøvetaking	14
2.2 Resultater	17
2.2.1 Beskrivelse av stasjonene	17
2.2.2 Dagens tilstand	28
2.2.3 Sammenligning med tidligere undersøkelser	30
3. Organismer på grunt vann (dykketransjekter)	37
3.1 Metodikk	37
3.1.1 Valg av stasjoner	37
3.1.2 Prøvetaking	37
3.1.3 Bedømming av miljøtilstand	38
3.2 Resultater	38
3.2.1 Dagens tilstand	38
3.2.2 Vurdering av resultatene	42
4. Bløtbunnsfauna og bunnsedimenter	43
4.1 Metodikk	43
4.1.1 Valg av stasjoner	43
4.1.2 Prøvetaking	44
4.1.3 Analyser	45
4.1.4 Bedømming av miljøtilstand	45
4.2 Resultater	46
4.2.1 Bunnforhold og sedimenter	46
4.2.2 Bunnfauna	48
4.3 Vurdering av resultatene	53
5. Sammenfattende vurdering for resipientene	54
5.1 Odderøya	54
5.2 Bredalsholmen	54

6. Litteratur	55
Vedlegg A. Strandsone	56
Vedlegg B. Dykketransekter	63
Vedlegg C. Bløtbunnsfauna	67

Sammendrag

I Kristiansandsfjorden er det tre større renseanlegg for kommunalt avløpsvann med utslipp til sjø, henholdsvis i Korsvikfjorden, på Odderøya og på Bredalsholmen. I tillegg til kommunens anlegg er det et større utslipp av avløpsvann fra treforedlingsindustrien på Vennesla. Kristiansand kommune gjennomfører i perioden 2008-2011 undersøkelser for å karakterisere miljøtilstanden i alle resipientene. Foreliggende undersøkelse omfatter resipientene til renseanleggene på Odderøya og på Bredalsholmen. Renseanlegget på Odderøya har vært i drift siden 1993 og mottar avløpsvann fra ca. 45.000 personer. Renset avløpsvann føres i ledning til utslipp på omkring 55 meter dyp mellom Dybingen og Odderøya. Renseanlegget på Bredalsholmen har vært i drift siden 1990 og mottar avløpsvann fra ca. 35.000 personer. Renset avløpsvann føres i ledning til utslipp på omkring 40 meter dyp sørøst for Bredalsholmen. I begge utslippsområdene er det gjennomført undersøkelser av miljøtilstanden før oppstart av renseanleggene.

Undersøkelsen har hatt som mål:

- Beskrive dagens miljøtilstand i sjøresipientene
- Vurdere om tilstanden i resipientene påvirkes av utslippene av avløpsvann
- Fremskaffe datagrunnlag for senere oppfølgende undersøkelser i resipientene og som ledd i overvåking av miljøtilstanden i Kristiansandsfjorden

Undersøkelsen omfatter organismesamfunn i strandsonen, organismesamfunn på grunt vann (hardbunn), bunnsedimenter og bløtbunnsfauna. Undersøkelsen i strandsonen og på grunt vann er særlig rettet mot vannkvalitet i overflatevann og effekter av næringsalter, mens undersøkelsen av bunnsedimenter og bløtbunnsfauna er rettet mot effekter av organisk materiale og partikler som synker ned i vannmassene. Resipienten ved Odderøya er tidligere undersøkt i 1983-84 og 1992-93, mens resipienten ved Bredalsholmen ble undersøkt i 1990. Foreliggende undersøkelse ble gjennomført med det samme faglige innhold og på de samme prøvetakingspunkter (stasjoner) som de tidligere undersøkelsene.

Organismesamfunn i strandsonen (fastsittende alger og dyr)

Undersøkelsene omfattet fire stasjoner i resipienten til Odderøya, tre i resipienten til Bredalsholmen og fire referansestasjoner i ytre Kristiansandsfjorden. Totalt ble det registrert 72 arter, fordelt på 46 algearter og 24 dyr. De høyeste artstallene og største algemengdene ble funnet på referansestasjoner ved Kalvøya og Flekkerøya. To av stasjonene ved Odderøya hadde de laveste artstallene. Ingen av stasjonene i undersøkelsen var preget av store forekomster av hurtigvoksende grønn- og brunalger eller andre typiske indikatorer på store næringsaltbelastninger. Fordelingen mellom antall rødalger, brunalger og grønnalger var stort sett innenfor normal-intervallene på referansestasjonene mens enkelte av stasjonene ved Odderøya og Bredalsholmen hadde litt høyere grønnalgeandel enn normalt. Det konkluderes med at resultatene viser gode forhold i strandsonen.

Sammenlignet med tidligere undersøkelser har det vært en økning i antall arter ved to av stasjonene ved Odderøya og en nedgang i andel grønnalger. Trolig skyldes endringene lokalt forbedrede forhold i overflatevannet. Det ble ikke observert tilsvarende endringer på referansestasjonene.

Ved Bredalsholmen var tilstanden også god. En litt høyere andel grønnalger i 2009 sammenlignet med tidligere kan antyde svak negativ utvikling ved Bredalsholmen, men ellers var det ingen tydelige endringer fra forrige undersøkelser som kan knyttes til lokale forhold.

Organismesamfunn på grunt vann hardbunn (dykkertransekter)

Undersøkelsene omfattet en stasjon i hver resipient, samt en stasjon ved Myrodden i indre Vesterhavn som tidligere har hatt svært dårlig tilstand. Til sammen ble 96 arter registrert i dykkertransektene, fordelt på 82 alger og 12 dyr. Av dyr ble bare de vanligste formene identifisert.

Generelt var det økning i antall arter på alle stasjonene. Samtidig har nedre voksegrense for alger økt (dypere voksegrense) eller vært stabil. Ved Myrodden i Vesterhavn hadde antall arter økt vesentlig fra 1982 til 2009. Nedre voksegrense for alger hadde endret seg fra forholdsvis grunt (dårlig tilstand) til dypt (god tilstand). Også ved resipienten for Odderøya (stasjon Dybingen) var antall arter økt, mens det var mindre endringer ved Bredalsholmen. På alle stasjonene har den introduserte arten japansk sjølyng etablert seg på dypere vann og dominerer nå under tarebeltene.

Bunnsedimenter og bløtbunnsfauna

Bunnprøvene ble tatt på en stasjon i hver resipient, henholdsvis på 65 m dyp mellom Odderøya og Dybingen og på 62 m dyp sørøst av Bredalsholmen. Prøvetakingen ble foretatt 27. mai 2008. Stasjonen ved Odderøya har tidligere vært undersøkt i 1983 og 1993, mens stasjonen ved Bredalsholmen ble undersøkt i 1990.

Ved Odderøya bestod bunnsedimentet av finkornet mørk grå silt og leire. Organisk innhold var forholdsvis høyt og høyere enn i 1993. Bunnfaunaen var svært artsrik med over hundre registrerte arter og individtettheter på > 5000 individer per m². De viktigste organismegruppene var børstemark, båndmark, muslinger og slangestjerner som alle er vanlig forekommende på bløtbunn i kyst- og fjordområder. De mest markante artene var små børstemark av slektene *Prionospio* og *Heteromastus* og den røde slangestjernen *Amphiura*. Dette er arter som ofte øker i antall ved moderate organiske tilførsler. Artsantall og individtettheter var høyere enn i 1993. Etter Klifs (tidligere SFT) system for klassifisering av miljøkvalitet karakteriseres lokaliteten til 'meget god tilstand', mens den etter systemet som er under utvikling til Vanndirektivet karakteriseres til 'god tilstand'. Trolig var lokaliteten noe påvirket (stimulert) av tilførsler fra utslippet av avløpsvann, men det må også forventes at lokaliteten var påvirket av forholdene i Vesterhavn som fortsatt preges av organiske tilførsler.

Ved Bredalsholmen besto bunnsedimentet av finkornet grå silt og leire. Organisk innhold var normalt og nær det samme som i 1990. Bunnfaunaen var artsrik med over 80 registrerte arter og normale individtettheter på omkring 1700 individer per m². De viktigste organismegruppene var børstemark, båndmark, muslinger og slangestjerner. De dominerende artene var små børstemark og den røde slangestjernen *Amphiura*, men ingen arter hadde spesielt høye individtall. Artsantall og individtettheter var markert høyere enn i 1990, men bunnfaunaen var da sterkt redusert, mest trolig som følge av algeoppblomstringen i 1988. Etter Klifs system for klassifisering av miljøkvalitet karakteriseres lokaliteten til 'meget god tilstand', mens den etter systemet som er under utvikling til Vanndirektivet karakteriseres til 'god tilstand'. Det kan ikke påvises at utslippet har hatt noen effekter for bunnforholdene i resipienten.

Sammenfattende vurdering

Alle delundersøkelsene indikerte at det var god tilstand i resipienten ved Odderøya. Undersøkelsen i strandsonen og ved dykking indikerte at vannkvaliteten i overflatevannet var betydelig forbedret siden forrige undersøkelse. Trolig gjenspeiler dette hovedsakelig en generell forbedring av vannkvaliteten i Vesterhavn, og at avløpsvannet ikke har negativ effekt på overflatevannet. Det er beregnet at avløpsvannet innlagres dypere enn 20 m, som trolig fungerer tilfredsstillende. På dypere vann avsettes det organisk materiale til bunnsedimentene som kan komme fra utslippet.

I resipienten ved Bredalsholmen var det også god tilstand. Økt begroing av grønnalger kan tolkes som en svak negativ utvikling i overflatevannet, men dette kan ha flere årsaker. Undersøkelsen kan ikke påvise noen negative virkninger av utslippet.

Summary

Title: Environmental monitoring of Kristiansandsfjorden. Marine investigations at Odderøya and Bredalsholmen wastewater treatment plants 2008-2009

Year: 2011

Authors: Tone Kroglund and Eivind Oug

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-5935-3

In the city of Kristiansand (78.000 inhabitants) at the south coast of Norway there are three major treatment plants for purification of municipal wastewater. The treatment plants have been operative since early 1990s. Treated wastewater is discharged into the sea at 40-55 m depth through submerged pipelines. The present study reports on the environmental status in the receiving waters of two of the plants, located respectively at Odderøya near the city centre and Bredalsholmen west of the city. In both areas baseline environmental studies were carried out just prior to the establishment of the treatment plants. Odderøya is located close to the main harbour area of Kristiansand where the water quality is moderate to poor, but presently improving, after the closure of previous heavy discharges of organic matter and contaminants.

The main aims of the study:

- Describe the present environmental status in the receiving waters of the treatment plants
- Assess to which degree the receiving waters is influenced by the discharged effluents
- Provide data as a basis for future monitoring of the environmental status in the fjord area at Kristiansand

The study comprised rocky shore species assemblages, hard bottom shallow water species assemblages and soft bottom fauna. The studies in rocky shore and hard bottom shallow water were principally focused on surface water quality and effects of nutrients, whereas the studies of soft bottom were focused on effects of deposition of organic matter and particles in deep water. The field work was carried out in May 2008 (soft bottom) and July 2009 (rocky shore, shallow hard bottom).

At Odderøya the rocky shore (4 stns) and shallow hard bottom (1 stn; diving 0-30 m) species assemblages were diverse and had about normal components of red-, brown- and green algae. Typical rapid-growing species indicating excessive nutrient concentrations were not abundant. The number of species was somewhat lower than in outer fjord areas, but this could be due to reduced salinities in inner fjord areas. There were more species present compared to previous investigations. The soft bottom fauna (1 stn, 65 m depth) was characterised by high species numbers (> 100 species) and high total abundances (> 5000 ind m⁻²). The most important organisms were bristle worms, bivalves and brittle stars.

Also at Bredalsholmen the rocky shore (3 stns) and shallow hard bottom (1 stn: diving 0-26 m) species assemblages were diverse with about normal components of the major algal groups. The soft bottom fauna (1 stn, 62 m depth) was normal with regard to both species numbers, total abundances and diversity.

The results showed that the environmental status in the receiving waters of both treatment plants was generally good. At Odderøya surface water quality had improved compared to previous investigations, corresponding with the general water quality trend in the harbour area of Kristiansand. The deeper soft bottom areas, however, were somewhat affected from organic matter which stimulated the fauna. This could be due to the effluent discharges, but the bottom areas may also be influenced from still impacted bottom sediments in the harbour of Kristiansand.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for undersøkelsen

I Kristiansandsfjorden er det tre større renseanlegg for kommunalt avløpsvann med utslipp til fjorden. Anleggene ligger henholdsvis i Korsvikfjorden i Randesund, på Odderøya og på Bredalsholmen i Vågsbygd (**Figur 1**). Alle renseanleggene har høygradig rensing. Avløpsvannet føres etter rensing i ledning ut til utslippspunkt på dypt vann i sjøområdet utenfor anleggene. I tillegg til kommunens anlegg er det utslipp av avløpsvann fra treforedlingsindustrien på Vennesla som føres i ledning i Otra til utslippspunkt i Østerhavn. Alle utslippene er plassert så vidt dypt at utslippsvannet ikke skal trenge gjennom til overflaten, men innlagres i mellomsjikt i vannmassene.

Alle resipientene for kommunens renseanlegg og fra industrien på Vennesla har vært undersøkt tidligere. Kristiansand kommune gjennomfører i perioden 2008-2011 undersøkelser for å karakterisere miljøtilstanden i alle resipientene. Undersøkelsene gjennomføres i henhold til kravene i avløpsdirektivet hvor det også er fastsatt at tilstandsvurdering skal foretas hvert fjerde år. I Kristiansandsfjorden legges det derfor opp til et rullerende overvåkingsprogram hvor alle resipientene undersøkes over en fireårsperiode og hvor innsatsen utjevnes mellom årene.

I 2008 ble resipienten i Korsvikfjorden vurdert (Oug og Kroglund 2008). I tillegg ble det innsamlet bunnprøver også fra de andre resipientområdene. Dette ble gjort fordi det var ønskelig av kostnadmessige og faglige hensyn at all bunnprøvetaking ble gjennomført mest mulig samlet for alle resipientene.

Foreliggende undersøkelse omfatter resipientene til renseanleggene på Odderøya og på Bredalsholmen. For disse resipientområdene ble undersøkelser i strandsonen og på grunt vann gjennomført i 2009.

1.2 Områdebeskrivelse

Kristiansandsfjorden er en dyp fjord (260 m) med åpen forbindelse til Skagerrak i sørøst (**Figur 1**). I vest er det forbindelse til åpent hav gjennom Vestergapet med dyp til ca. 40 m. Dypområdet i fjorden strekker seg inn mot ytterenden av Odderøya og et stykke inn i Østerhavn på østsiden av Odderøya.

Vannutskiftningen i Kristiansandsfjorden er god. Midlere oppholdstid for overflatevann synes å være 0,5-1,5 døgn for selve fjorden og 1-2 døgn i indre og mer avgrensede områder. Dypvannet skiftes ut over 1-2 uker (Molvær mfl. 1986). Overflatevannet i Østerhavn er sterkt påvirket av elvetilførsler fra Otra.

Kristiansandsfjorden har vært betydelig forurenset av utslipp fra industri og kommunalt avløpsvann. Både Kristiansand kommune og industrien har satt i verk en rekke tiltak for å redusere utslippene og bedre vannkvaliteten i fjorden. For kommunens del omfatter dette at alt avløpsvann oppsamles i hovedledninger og ledes til renseanlegg. Utslippene fra industrien er i stor grad opphørt. Vannkvaliteten i fjorden er derfor blitt vesentlig forbedret, men fortsatt er deler av fjorden betydelig forurenset av miljøgifter fra tidligere utslipp (Berge mfl. 2007).

Renseanlegget på Odderøya ble satt i drift høsten 1993 for å behandle avløpsvann som til da ble sluppet ut i Vesterhavn og Østerhavn ved Kristiansand sentrum. Anlegget mottar avløpsvann fra de sentrale delene av Kristiansand samt store deler av nabokommunen Vennesla. Dagens tilknytning er på vel 45.000 personekvivalenter (pe). Renseprosessen er mekanisk forbehandling og kjemisk felling med jernklorid. Rensegraden ligger på ca 95 % for fosfor, ca 60 % for organisk stoff (BOF og KOF)

og ca 40 % for nitrogen. Anlegget har også et utråtningsanlegg for slam hvor organisk stoff blir brutt ned biologisk. Metangass som utvikles i prosessen benyttes til produksjon av varmeenergi, og anlegget er nesten selvforsynt med varmeenergi. Hele anlegget er plassert i fjell.

Renseanlegget på Bredalsholmen har vært i drift siden desember 1990 og har kapasitet til å rense avløpsvann fra ca 35.000 personekvivalenter. Prosessen er den samme som for de øvrige anleggene – kjemisk felling med jernklorid som fellingskjemikalie. Anlegget betjener Vågsbygd og deler av Tinnheia og Vestheiene. Som en del av avløpssystemet tilknyttet renseanlegget er det to kommunale overløp til Hannevika i Vesterhavn.

Renseanlegget i Korsvikfjorden har vært i drift siden 1978. Anlegget mottar avløpsvann fra ca. 18.000 personer. Renseanlegget i Korsvikfjorden nedlegges våren 2011. Avløpsvannet vil etter nedstengning bli overført til Odderøya renseanlegg.



Figur 1. Oversiktskart med dybdeforhold i Kristiansandsfjorden. Plassering av utslippspunkter for avløpsvann fra kommunens renseanlegg og Otraledningen er markert med sorte piler.

Ledningsnettet i Kristiansand sentrum og på østsiden av Otra (Lund) består av såkalt fellessystem, dvs kloakk og overvann i samme rør. I perioder med store nedbørsmengder vil ledningsnettet gå fullt, med den følge at fortynnet avløpsvann vil slippes ut i havnebassenget og Otra via overløp. Resten av kommunen har i hovedsak separate systemer med egen kloakkledning, men også her forekommer det overvann i varierende grad. I kommunen er det totalt 130 overløp og driftstiden på disse varierer stort. I 2010 var den totale utslippsmengden fra alle kommunens overløp på ca 19 tonn organisk stoff (BOF5), som tilsvarer 1,1 % av belastningen (BOF5) inn på renseanleggene.

1.3 Tidligere undersøkelser

I Kristiansandsfjorden har det vært gjennomført et betydelig antall undersøkelser i forbindelse med tiltakene for å bedre miljøtilstanden i fjorden. De fleste undersøkelsene har vært rettet mot miljøgifter i bunnsedimenter og organismer i Vesterhavnområdet. Undersøkelser som spesifikt har omfattet utslippsområdene for kommunens renseanlegg omfatter:

- I 1977 ble Korsvikfjorden undersøkt før utslippet fra renseanlegget ble etablert (Rygg 1979). Undersøkelsen omfattet bløtbunnsfauna. Renseanlegget kom i drift i 1978.
- I 1983-84 ble det gjennomført en større basisundersøkelse av Kristiansandsfjorden. Ved denne undersøkelsen ble organismer på grunt vann og bløtbunnsfauna undersøkt på en rekke lokaliteter både i indre og ytre fjordområdet og i Topdalsfjorden (Green mfl. 1985, Rygg 1985). Korsvikfjorden var inkludert i undersøkelsen, hvor renseanlegget da hadde vært i drift i 4-5 år. Lokaliteter som nå er innenfor resipientene for Odderøya renseanlegg og Otraledningen ble også undersøkt.
- I 1990 ble det gjort oppfølgende undersøkelset i Fiskåbukta og forundersøkelser i resipienten til Bredalsholmen renseanlegg før utslippet ble etablert. Undersøkelsen omfattet organismer på grunt vann og bløtbunnsfauna (Oug og Moy 1991).
- I 1992-93 ble Korsvikfjorden, Østerhavn og Vesterhavnområdet undersøkt på nytt, 10 år etter basisundersøkelsen og før etablering av renseanlegget på Odderøya i 1993. Undersøkelsen omfattet organismer på grunt vann og bløtbunnsfauna (Oug mfl. 1994, Oug og Helland 1995).
- I 2008 ble Korsvikfjorden igjen undersøkt. Undersøkelsen omfattet organismer i fjæresonen og bløtbunnsfauna (Oug og Kroglund 2008).

Andre undersøkelser av betydning for kommunens resipienter omfatter en overvåking av algevegetasjon i Kristiansandsfjorden i perioden 1976 til 2005 (Åsen 2005, 2006a, b). I resipienten til Odderøya renseanlegg ble det foretatt en beregning av utslippsdyp for å sikre tilfredsstillende innlagring av avløpsvannet og unngå spredning inn i Vesterhavn (Molvær 1991).

Mange av prosjektene med fokus på miljøgifter har vært en del av den statlige satsingen på opprydding i forurensede sedimenter. Under "Pilotprosjekt Kristiansandsfjorden" er det gitt en oversikt over rapporter og undersøkelser (<http://www.fylkesmannen.no/enkel.aspx?m=33373>). Den siste større sammenfattende undersøkelsen ble gjennomført i 2006 (Berge mfl. 2007).

1.4 Mål

Undersøkelsen har hatt som mål:

- Beskrive dagens miljøtilstand i resipientene til Odderøya renseanlegg og Bredalsholmen renseanlegg
- Vurdere om tilstanden i resipientene påvirkes av utslippene av avløpsvann
- Fremskaffe datagrunnlag for senere oppfølgende undersøkelser i resipientene og som ledd i overvåking av miljøtilstanden i Kristiansandsfjorden

I tillegg har noen elementer av undersøkelsene omfattet områder som er avlastet ved sanering av tidligere utslipp.

1.5 Faglig innhold i undersøkelsen

I undersøkelsene inngår tre fagelementer:

- Organismesamfunn i strandsonen (fastsittende alger og dyr)
- Organismesamfunn på grunt vann (dykkertransekt fra strandsonen ned til omkring 30 m dyp)
- Bløtbunnsfauna og bunnsedimenter på dypere vann

Undersøkelsene av organismesamfunn i strandsonen og på grunt vann (dykkertransekter) er særlig rettet mot effekter av næringssalter og organisk stoff. Fastsittende alger opptar næringssalter til vekst og produksjon. Ved overkonsentrasjoner av næringssalter vil trådformede og hurtigvoksende arter begunstiges og overvokse eller fortrenge større flerårige arter. Dersom utslippene av avløpsvann fører til forhøyde konsentrasjoner av næringssalter i vannmassene, vil dette vise seg ved endringer i artssammensetning og mengdefordeling, ofte i kombinasjon med økt sedimentering.

Undersøkelsene av bløtbunnsfauna og bunnsedimenter vil indikere om tilførsler av organisk stoff og eventuell forsterket biologisk produksjon ved økte næringssalttilførsler belaster dypere områder. Ved høy belastning vil bare tolerante arter av bunndyr kunne leve i bunnsedimentene samtidig som det organiske innholdet øker. Ved svært dårlige forhold utvikles hydrogensulfidgass i bunnsedimentene ("råtten" tilstand), som er giftig for alle høyere organismer.

I undersøkelsen er det benyttet samme metodikk og samme prøvetakingslokaliteter som ved de tidligere undersøkelsene. Dette sikrer at resultater kan sammenlignes direkte med tidligere undersøkelser og derved gir grunnlag for å spore mulige endringer i tilstanden. Metodene er vanlig brukt ved miljøovervåking, og vil også, eventuelt med enkelte modifikasjoner, inngå i kravene til overvåking etter Vanndirektivet når disse er ferdig utformet.

Ved rapporteringen benyttes Klifs (tidligere SFT) system for klassifisering av miljøtilstand i fjorder og kystvann, kunnskap om forventet naturtilstand og foreløpige kriterier for økologisk status som utarbeides til Vanndirektivet.

En oversikt over prøvetakingsprogrammet, som bygger på tidligere undersøkelser i Kristiansandsfjorden, er vist i **Tabell 1**. De aktuelle tidligere undersøkelsene av rapportert av Green mfl. (1985), Rygg (1985), Oug og Moy (1991), Oug mfl. (1994) og Oug og Helland (1995).

Tabell 1. Oversikt over antall prøvetakingslokaliteter (stasjoner) som inngår i programmet for overvåking av resipienter i Kristiansandsfjorden.

Resipient/ område	Bløtbunns- fauna	Strand- sone	Dykker- transekt	Siste undersøkelse	Kommentar
Korsvikfjorden	1	4	1	1992 / 93	Utført i 2008, rapportert i 2008 og 2010 ¹⁾
Odderøya	1	4	1	1992 / 93	
Bredalsholmen	1	3	1	1990	Utført i 2009, rapporteres her
Otraledningen/Østerhavn	2	2	-	1993	
Vesterhavn/Fiskåbukta	2	3	1	1990	2008, 2009
Referanse ²⁾	-	4	-		
Sum stasjoner	7	20	4		

1) Dykkertransekt ble gjennomført i 2009 og rapportert i 2010

2) Det er ikke påkrevd med referansestasjon for bløtbunnsprøvetaking. For dykkertransekt benyttes stasjoner innsamlet under Klifs kystovervåkingsprogram som referanse. For strandsone må referansestasjoner innsamles ved hver prøvetaking.

2. Undersøkelser i strandsonen

Fastsittende alger benytter næringssalter i vannmassene til vekst og produksjon. Varige endringer i konsentrasjonsnivåene av næringssalter endrer vekstbetingelsene og kan være avgjørende for hvilke arter som er tilstede eller dominerer. Ved overkonsentrasjoner av næringssalter vil trådformede og hurtigvoksende arter begunstiges og kan etter hvert fortrengte større flerårige arter som ikke vokser like raskt. Dersom utslippene av avløpsvann fører til forhøyde konsentrasjoner av næringssalter i vannmassene, vil dette over tid vise seg ved endringer i arter og mengdefordeling i strandsonen.

I næringssaltpåvirkede områder vil det også være en høy produksjon av organisk materiale som medfører økt partikkelavsetning på vegetasjon og i bunnområdene.

Formålet med foreliggende undersøkelse har vært å beskrive tilstanden i gruntvannsamfunnet og vurdere eventuelle utviklingstendenser i forhold til tidligere undersøkelser.

2.1 Metodikk

2.1.1 Valg av stasjoner

Til sammen ble 11 stasjoner undersøkt i 2009, hvorav 4 stasjoner er referansestasjoner (**Tabell 2, Figur 2**). Fire stasjoner ble plassert ved Odderøya i Vesterhavn og tre stasjoner i ulik avstand til utslippspunktet på Bredalsholmen (**Figur 3**). Alle stasjonene er undersøkt tidligere i basisundersøkelsen i 1983-84 (Green mfl. 1985). Stasjonene ved Bredalsholmen ble i tillegg undersøkt i 1990 (Oug og Moy 1991) mens stasjonene i Vesterhavn ble undersøkt i oppfølgingsundersøkelsen i 1992-93 (Oug mfl. 1994). Det er ikke gjennomført undersøkelser ved stasjonene etter dette.

Alle referansestasjonene med unntak av F43 Flekkerøya er undersøkt tidligere (Green mfl. 1985, Åsen 2006 a, b). Alle referansestasjonene er undersøkt to år på rad (2008 og 2009).

2.1.2 Prøvetaking

Alger og dyr i strandsonen ble undersøkt med standard semi-kvantitative metoder (NS9424). Metoden går ut på å registrere alle fastsittende alger og dyr (> 1 mm) langs en strekning på ca. 8 meter og i 0-2 meters dyp ved snorkling. Artene kvantifiseres etter en 5-delt skala (**Tabell 3**). Arter som ikke kunne artsbestemmes i felt, ble samlet inn og senere identifisert i mikroskop eller lupe.

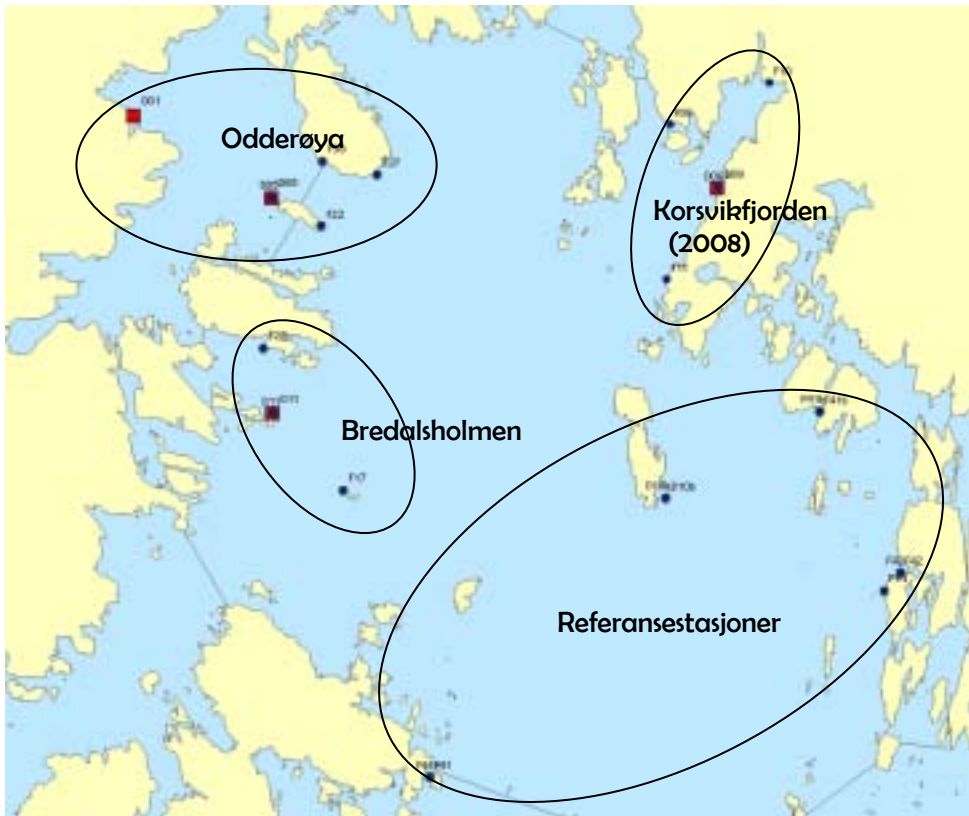
Undersøkelsen ble gjennomført 1. juli 2009 under gode registreringsforhold med sol, varmt og vindstille.

Tabell 2. Undersøkte stasjoner ved Odderøya, Bredalsholmen og referanselokaliteter i 2009. Stasjonenes koordinater er hentet fra GPS (WGS 84).

Stasjon	Dato i felt	Koordinater	
<i>Vesterhavn/Odderøya</i>			
F22 Dybingen sør	01.07.2009	58.07.535 N, 8.00.232 E	Sørspissen av Dybingen. Sørøstlig vendt.
F36 Odderøya fyr	01.07.2009	58.07.866 N, 8.00.170 E	Stasjonen ligger rett nedefor fyret. Sørvestlig vendt lokalitet.
F37 Odderøya sør	01.07.2009	58.07.827 N, 8.00.714 E	Sørspissen av Odderøya. Vest for liten vik.
D05 Dybingen	01.07.2009	58.07.656 N, 7.59.726 E	Nordlig vendt lokalitet på nordøstenden av Dybingen. Lite bølgeeksponert. Fjell.
<i>Bredalsholmen</i>			
F20 Bragdøya	01.07.2009	58.06.895 N, 7.59.779 E	Steinsundet sør på Bragdøya. Sørvestlig vendt.
D11 (F40) Andholmen	01.07.2009	58.06.560 N, 7.59.972 E	Nordøstlig vendt lokalitet på holme øst for Andøya.
F17 Skede	01.07.2009	58.06.210 N, 8.00.703 E	Regstreringen ble gjort rundt staken på vestsiden av Skede, mellom Bredalsholmen og Flekkerøya.
<i>Referansestasjoner</i>			
D10b Dvergsøya (ref.)	09.09.2008 01.07.2009	58.06.372 N, 8.03.793 E	Vestlig vendt lokalitet på liten holme ved sørøst-spissen av Dvergsøya. Moderat eksponert
F41 Herøya (ref.)	09.09.2008 01.07.2009	58.06.866 N, 8.05.185 E	Sørlig vendt lokalitet på utsiden av molo ved innseilingen til Herøyakanalen (fra sør). Moderat eksponert
F42 Kalvøya indre (ref.)	09.09.2008 01.07.2009	58.06.085 N, 8.06.118 E	Vestlig vendt lokalitet i liten bukt vest på Kalvøya. Beskyttet
F43 Flekkerøy (ref.)	09.09.2008 01.07.2009	58.04.821 N, 8.01.809 E	Vestlig vendt lokalitet på Senholmen, mellom Flekkerøy og Oksøy. Beskyttet

Tabell 3. Skala for estimering av dekningsgrad.

Mengde	Tallkode	Dekningsgrad i %	Antall individer per m ²
Dominerende	4	> 80	> 125
Vanlig	3	20-80	20-125
Spredt	2	5-20	5-20
Enkeltfunn	1	< 5	< 5
Ikke tilstede	0	ikke tilstede	ikke tilstede



Figur 2. Oversiktskart over stasjoner for strandsonen (blå punkter) og dykk (røde firkanter) i 2008 og 2009.



Figur 3. Strandsonestasjoner ved Odderøya og Bredalsholmen i 2009.

2.2 Resultater

2.2.1 Beskrivelse av stasjonene

Detaljerte kart over stasjonsplassering, samt fullstendige resultater, er gitt i Vedlegg A.

F22 Dybingen sør

Stasjonen ligger på sørenden av Dybingen og er ekponert for bølgeslag fra bl.a danskefergene. Det vokste et markert, bredt bredt belte av marebek (*Calothrix/Verrucaria maura*) over tidevannssonen. Det var også tette forekomster av fjæreblod (*Hildenbrandia rubra*) og rur (*Balanus sp*) i overflaten. De vanligste artene på grunt vann var rekeklo (*Ceramium nodulosum*), dokker (*Polysiphonia*-arter), bendelsleipe (*Dumontia contorta*), laksesnøre (*Chaetomorpha melargonium*) og grønndott (*Spongomorpha* spp.). Det vokste ikke tang eller tare på grunt vann. I tidligere undersøkelser (1982, 1983, 1992) ble det registrert tette forekomster av fingertare (*Laminara digitata*) på stasjonen.



Figur 4. Stasjonsfoto fra F22 Dybingen sør. Bildene viser fjæreblod (*Hildenbrandia rubra*) som rødt belegg samt hvite felter med rur.

F36 Odderøya fyr

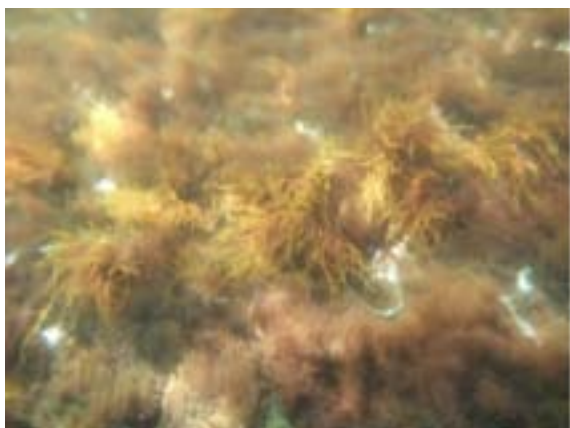
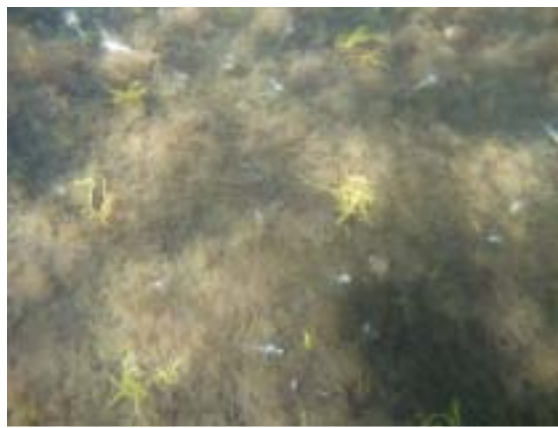
Stasjonen ligger rett nedenfor fartsskilt ved fyret. De vanligste artene var fjæreblood, rekeklo, dokker, rur og små blåskjell (*Mytilus edulis*). Det vokste spredt med blæretang (*Fucus vesiculosus*) men ingen andre tang og kun enkeltvis med stortare (*Laminaria hyperborea*). Ved tidligere undersøkelser ble det registrert tette forekomster av fingertare.



Figur 5. Odderøya fyr. Strandsonen var preget av tette forekomster av sjøris (*Ahnfeltia plicata*) (midterste venstre bilde) og andre rødalger det var kun spredte forekomster av tang på stasjonen.

F37 Odderøya sør

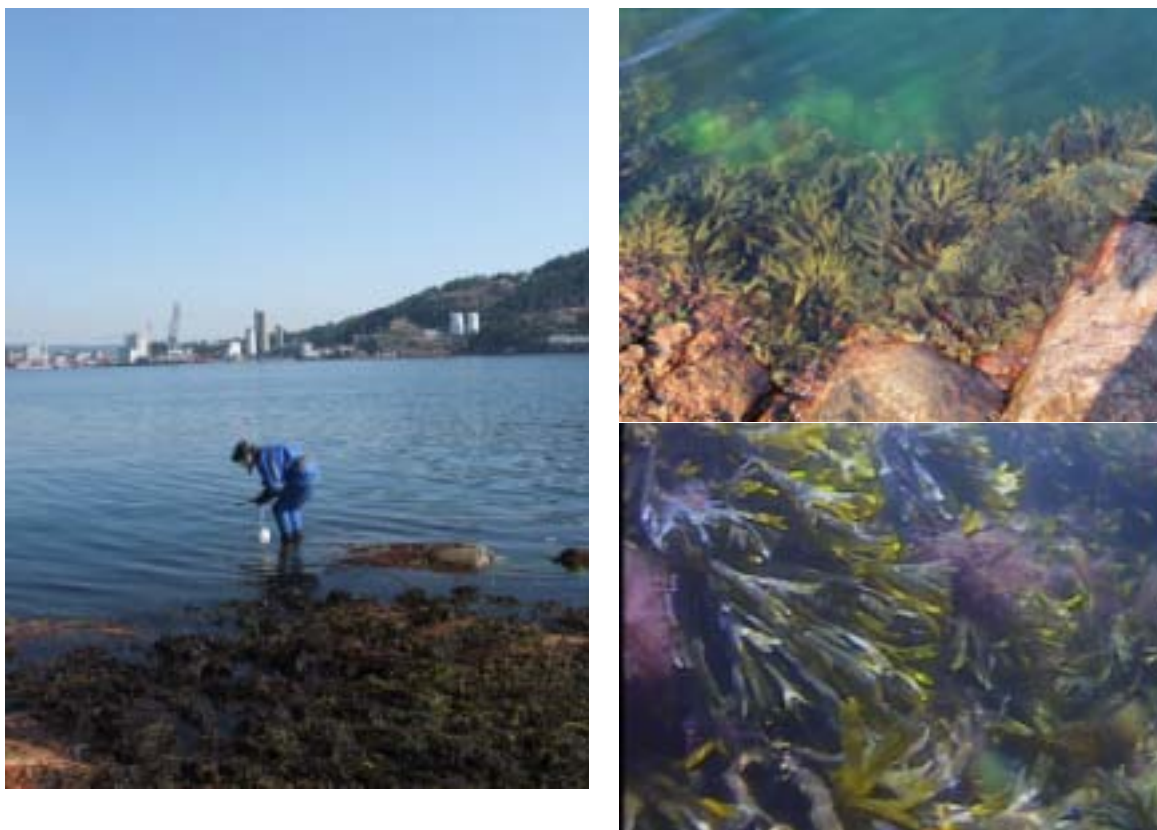
Heller ikke ved denne stasjonen vokste det tang eller tare på grunt vann. Stasjonen hadde glatt fjell og ligger utsatt til for bølgeslag. De vanligste artene var fjæreblood, rekeklo, dokker, sjøris (*Ahnfeltia plicata*), bendelsleipe, grønndott, rur og blåskjell. Tidligere har det vært registrert blæretang og tare ved stasjonen (1982, 1983).



Figur 6. Strandsonen ved Odderøya sør var preget av småvokste rødalger i strandsonen.

D05 Dybingen

De vanligste artene på grunt vann var blæretang og sagtang (*Fucus serratus*) med småvokste arter innimellom tangen. Den skorpeformede rødalgen fjæreblood dominerte på fjell under tangen, sammen med sjøris og rur. Tanglo (*Elachista fucicola*), rekeklo, brunslie (*Ectocarpus* spp.), grønn dusk (*Cladophora* spp) var vanlige på tangen.



Figur 7. Strandsone ved Dybingen. Øverste venstre bilde viser blæretangbeltet mens nederste venstre bilde er tatt fra sagtangbeltet.

F20 Bragdøya

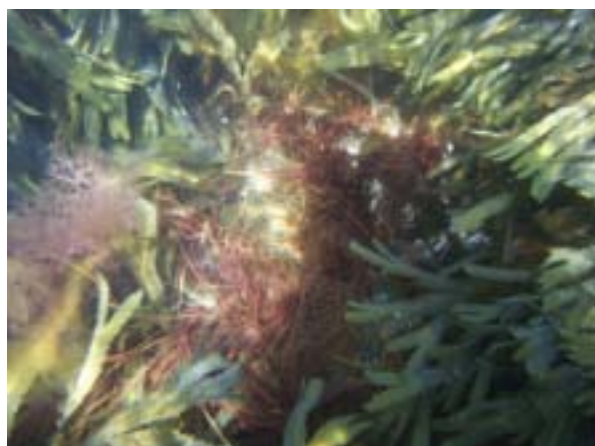
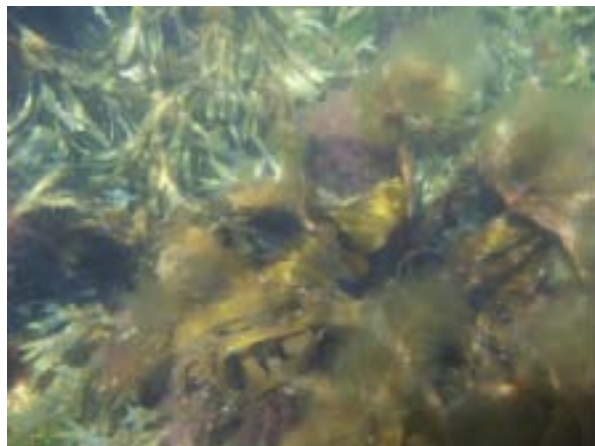
Jevnt skrånende fjell med tette, fine tangsoner av blåretang og sagtang (*Fucus serratus*). Det var lite påvekst på tangen, kun rekeklo og tanglo. Vanlige arter under tangdekket var fjæreblod, sjøris og rugl (*Corallinaceae*).



Figur 8. Stasjonsbilder fra F20 Bragdøya. Bildet til høyre viser tette forekomster av sagtang.

D11 Andholmen (= F40 i 1990)

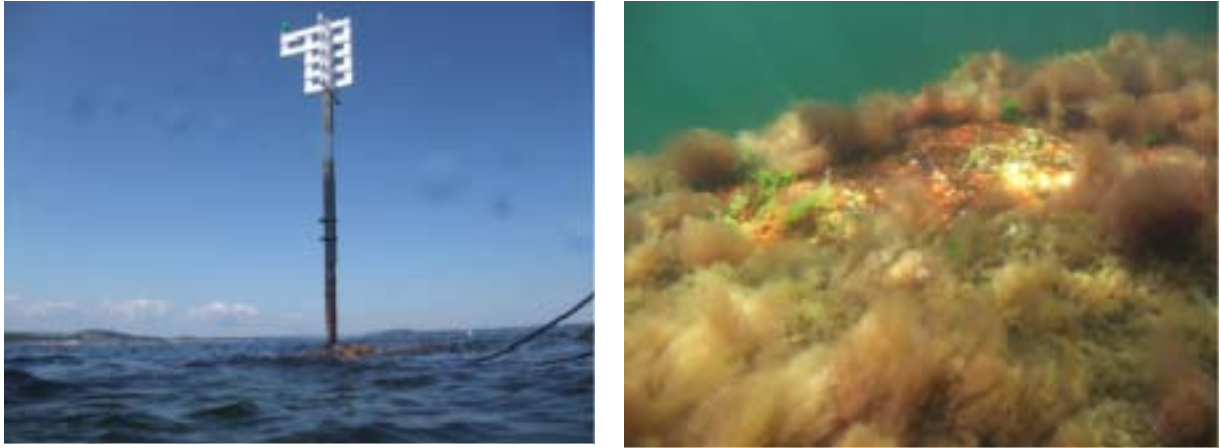
Stasjonen hadde svakt skrånende fjell med markert belte av marebek, men ingen rur. Det vokste et smalt og tett belte av blæretang, deretter bredt belte av sagtang. Det vokste mye tanglo på tangen. Fjæreblood, sjøris og blåskjell var vanlige arter under tangen. Brunslisli og tarmgrønske (*Enteromorpha* sp.) var vanlige påvekststalger på tangen mens stortare ble registrert nedenfor tangbeltene.



Figur 9. Stasjonsbilder fra D11 Andholmen.

F17 Skede

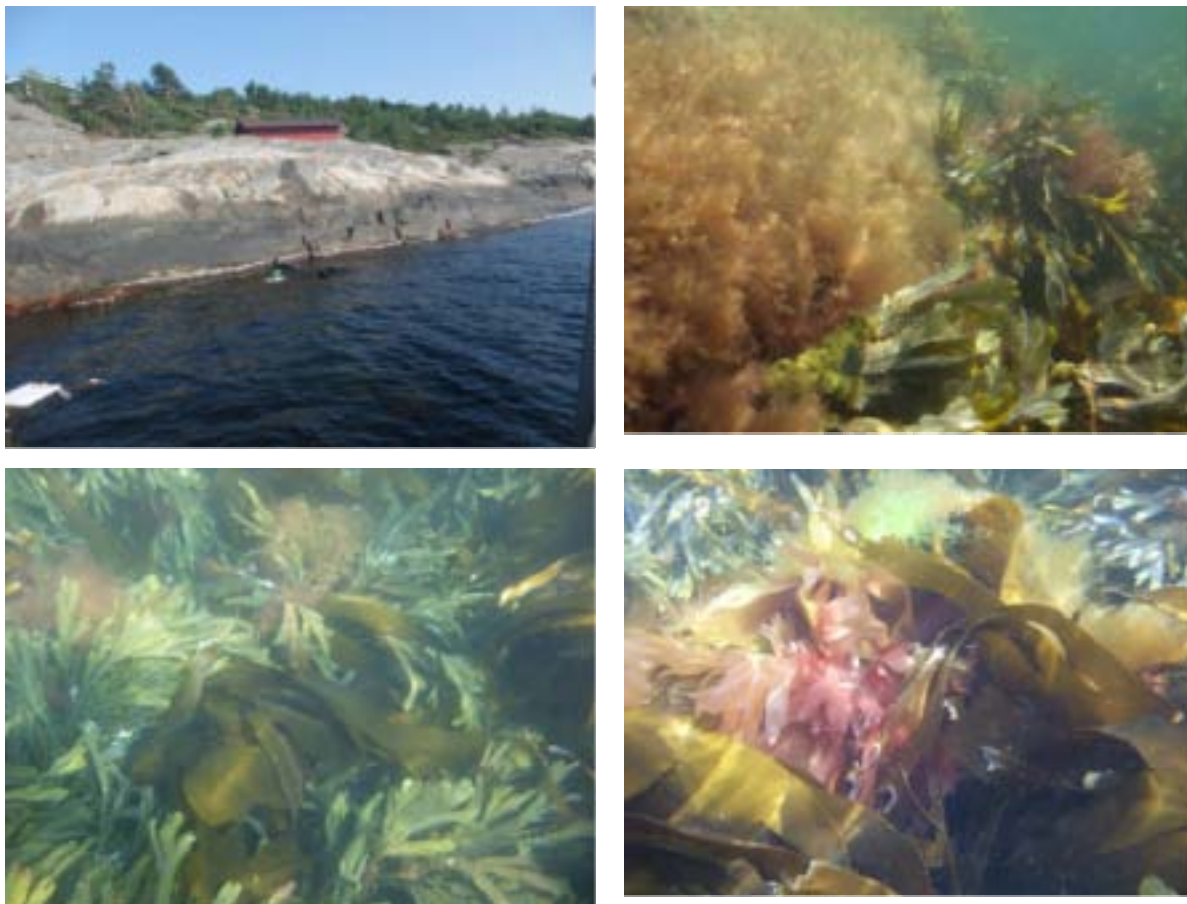
Eksponert lite skjær som er dominert av små dotter med trådformede rødalger i øverste meteren. Både rekeklo og dokker vokste i tette forekomster. Martaum (*Chorda filum*) var vanlig og stortare vokste spredt. Det vokste ikke annen tang eller tare ved stasjonen. Små grønne tuster med grønndusk vokste innimellom. Blåskjell var vanlig.



Figur 10. Bilder fra stasjon F17 Skede. Bildene viser tette forekomster av ulike rødalger.

F41 Herøya (ref.)

Stasjonen ble plassert på utsiden av moloen på Herøya. Bunnen bestod av store stein og fast fjell. Øverst i strandsonen vokste et tett dekke med penseldokke (*Polysiphonia brodiaei*) og med vanlig grønn dusk (*Cladophora rupestris*) og rekeklo innimellom. Litt lenger nede i sjøsonen dominerte sagtang og deretter tare. Tangen var begrodd med mosdyr og innimellom tangen vokste store busker av svartkluft (*Furcellaria lumbricalis*). Stasjonen bar preg av bølgepåvirkning.



Figur 11. Stasjonsbilder fra F41 Herøya. Stasjonen hadde tette fine forekomster av penseldokke (øverste høyre bilde), sagtang (nederst, venstre) og tare (nederst, høyre).

F42 Engelsboen N, indre Kalvøya (ref.)

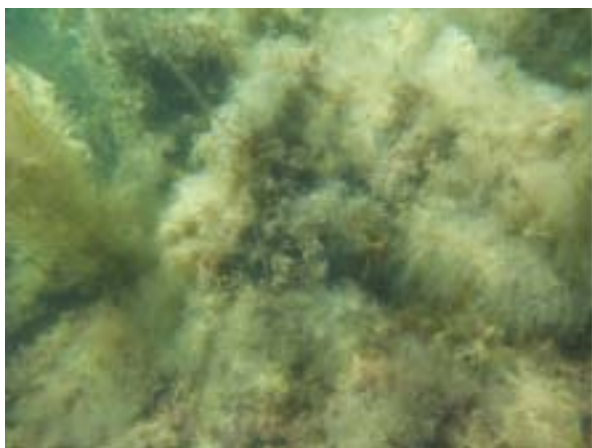
Stasjonen ligger beskyttet til i en liten bukt. Det var fin skjellsand på litt dypere vann. Stasjonen hadde mange arter og de mest vanlige/dominerende var fjæreblod, rugl, vanlig grønndusk, tanglo, vorteflik (*Mastocarpus stellatus*), sagtang, stortare og mosdyr. Vegetasjonen på stasjonen virket frisk og fin.



Figur 12. Bilder fra Indre Kalvøya.

F43 Flekkerøya (ref.)

Stasjonen ligger beskyttet til ved flere mindre skjær og holmer i ytre del av skjærgården. De vanligste artene var grisetang (*Ascophyllum nodosum*), blæretang, sagtang, martaum, rekeklo, rugl, krusflik (*Chondrus crispus*), tanglo og blåskjell.



Figur 13. Bilder fra F43 Flekkerøya. Øverste høyre bilde viser grisetang i strandsonen mens nedre venstre bilde viser tette forekomster av trådformete alger. Nedre høyre bilde: sagtang, pepperalge og den skorpeformete rødalgen rugl.

D10b Dvergsøya (ref.)

Stasjonen ligger på en liten holme SØ for Dvergsøy. Stasjonen er eksponert mot sør. De vanligste artene i strandsonen var røddlo (*Trilliella intricata*), rekeklo, krasing (*Corallina officinalis*), rugl, dokker, skolmetang (*Halidrys siliquosa*) og blåskjell. Stasjonen er den mest bølgeeksponerte av de undersøkte stasjonene og hadde en frisk og fin vegetasjon som skilte seg noe ut fra de øvrige stasjonene.



Figur 14. Stasjon 10B på Dvergsøya. Nederste høyre bilde viser skolmetang med påvekst av liten brunalge (*Sphacelaria*).

2.2.2 Dagens tilstand

Det foreligger pr. i dag ikke klassifikasjonssystemer eller indekser for fjæresamfunn på Skagerrakkysten. For å vurdere tilstanden er en rekke forhold vurdert, blant annet antall arter, mengder og fordeling mellom ulike algegrupper (rød/brun/grønnalger, ettårige/flerårige, ømfindtlige/opportunist) og artsutvalg.

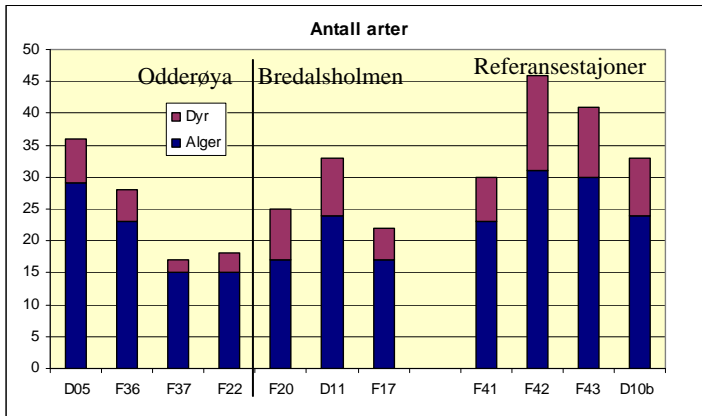
Totalt i undersøkelsen i 2009 ble 72 arter registrert, fordelt på 46 algearter og 24 dyr. De høyeste artstallene ble funnet på referansestasjonene F42 Kalvøya og F43 Flekkerøya med hhv 46 og 41 arter (**Figur 15**). Begge stasjonene er noe mer beskyttet enn de øvrige referansestasjonene. Ved utslippspunktene hadde D05 Dybingen og D11 Andøya de høyeste artstallene med hhv 36 og 33 arter, mens F37 Odderøya sør og F22 Dybingen sør hadde de laveste med hhv. 17 og 18 arter. Resultatene tyder på at de mest eksponerte stasjonene hadde de laveste artstallene. Antallet arter ved referansestasjonene var høyere i 2009 enn det som ble registrert i 2008. Dette skyldes vanskelige registreringsforhold i 2008 med mye vind og til dels dårlig sikt i sjøen. Ved sammeligning mot referansestasjoner er det derfor kun tatt med data fra 2009.

Mengden alger viser samme mønsteret, med størst mengde alger ved referansestasjon F42 Kalvøya og F43 Flekkerøya, og minst ved F37 Odderøya sør og F22 Dybingen sør (**Figur 16**). Dette har trolig sammenheng med eksponeringsgraden. F37 og F22 var preget av mye småvokste arter i overflaten og lite eller ingen tang eller tare.

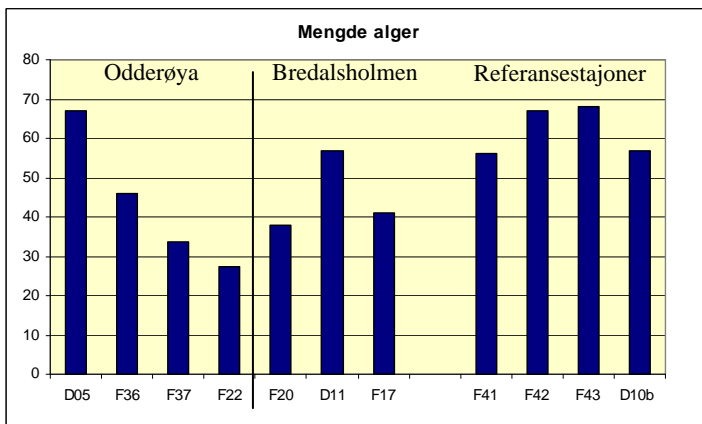
I **Figur 17** er det vist en prosentfordeling mellom antall arter rødalger, brunalger og grønnalger. Fordelingen var stort sett innenfor normal-intervallene på referansestasjonene. Stasjonene ved Odderøya (F36, F37) samt D11 ved Andholmen hadde litt høye grønnalgeandel enn referansestasjonene, mens F17 Skede hadde både høyere andel rødalger og grønnalger og lavere andel brunalger enn "normalt". På F17 Skede vokste det ingen tang og kun spredt med stortare. Stasjon F20 Bragdøya hadde normal fordeling mellom algegruppene.

Tabell 4 viser hvilke arter som ble registert som dominerende på de ulike stasjonene. Det var stort sett rødalger og flerårige brunalger som opptrådte som dominerende på stasjonene og i mindre grad hurtigvoksende trådformete alger. F37 Odderøya sør, F22 Dybingen og F17 Skede hadde dominerende forekomster av rekeklo og svartdokka (*Polysiphonia fucicola*) som er trådformete og relativt hurtigvoksende. Sammen med lave artstall på disse stasjonene kan det tyde på moderate næringssaltpåvirkninger ved disse stasjonene. Det var ingen av stasjonene i undersøkelsen som var preget av store forekomster av hurtigvoksende grønnalger/brunalger eller andre typiske indikatorer på store næringssaltbelastninger.

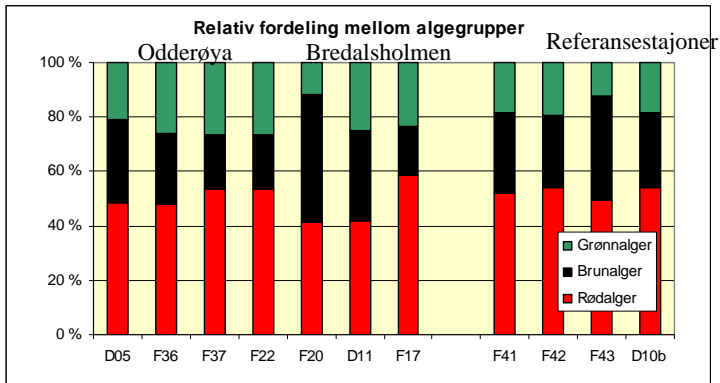
Det konkluderes med at resultatene viser gode forhold i strandsonen med kun mindre avvik fra referansestasjonene. Stasjonene F37 Odderøya sør, F22 Dybingen og F17 Skede viste noe reduserte forhold i forhold til de øvrige stasjonene.



Figur 15. Antall arter i strandsonen ved Odderøya, Bredalsholmen og referansestasjoner i 2009.



Figur 16. Mengde alger på fjærestasjonene i 2009.



Figur 17. Forholdet mellom antall rødalger, brunalger og grønnalger i strandsonen ved Odderøya, Bredalsholmen og på referansestasjoner i 2009.

Tabell 4. Arter som ble registrert med dominerende forekomst i strandsonen på stasjonene i 2009. R= rødalge, B= brunalge, D= dyr.

Odderøya	Bredalsholmen	Referansestasjoner
D05 Dybingen N Sjørøis (R) Fjæreblod (R) Tanglo (B) Sagtang (B)	F20 Bragdøya Fjæreblod (R) Sagtang (B)	F41 Herøya Rugl (R) Fjæreblod (R) Sagtang (B) Rur (D) Trekantmark (D)
F36 Odderøya fyr Sjørøis (R) Fjæreblod (R) Svartdokka (R) Rur (D) Blåskjell (små) (D)	D11 Andholmen Fjæreblod (R) Tanglo (B) Sagtang (B) Blæretang (B)	F42 Indre Kalvøya Sagtang (B) Stortare (B)
F37 Odderøya S Rekeklo (R) Fjæreblod (R) Svartdokka (R)	F17 Skede Rekeklo (R) Fjæreblod (R) Svartdokka (R)	F43 Flekkerøy Rekeklo (R) Fjæreblod (R) Sagtang (B)
F22 Dybingen S Rekeklo (R) Svartdokka (R) Rur (D)		D10b Dvergsøy Rekeklo (R) Krasing (R) Skolmetang (B) Rur (B)

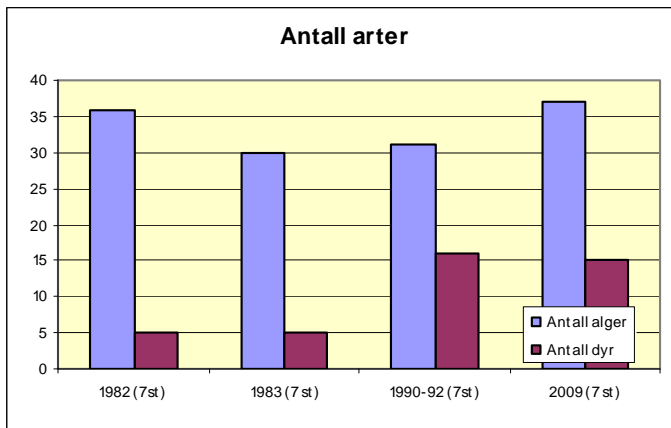
2.2.3 Sammenligning med tidligere undersøkelser

Før sammenligning med resultater fra andre undersøkelsesår, ble alle datasettene gjennomgått og detaljnivået tilpasset slik at årene blir mest mulig sammenlignbare. Det vil blant annet si at enkelte arter er slått sammen til grupper. Artstall vil derfor avvike noe (være lavere) enn det som er oppgitt i de enkelte rapportene og i kap. 2.2.2. I enkelte undersøkelser er kun et utvalg av de vanligste dyrene registrert og artstallene for dyr kan ikke sammenlignes mellom årene.

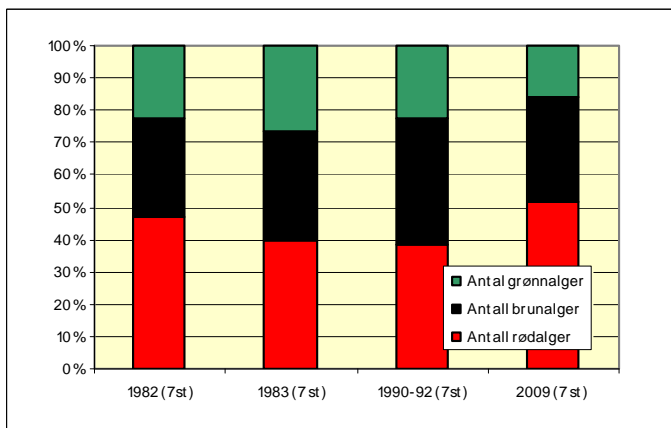
Generelt for området

Figur 18 viser antall arter som til sammen ble registrert på de 7 stasjonene ved Odderøya og Bredalsholmen i 2009, sammenlignet med antall arter som ble registrert i 1982, 1983 og 1990/92. Antall arter har variert lite. I 1982 og 1983 ble det registrert til sammen hhv. 36 og 30 alger. I 1990-1992 ble det registrert 31 arter og i 2009 36 arter. Dermed ingen tydelig endring i artstall for områdene som helhet mellom de tre undersøkelsene.

Figur 19 viser fordelingene mellom tre algegrupper ved de ulike undersøkelsene. Resultatene viser at andelen grønnalger generelt har blitt noe redusert og andelen rødalger har økt i undersøkelsesområdene fra 1982/93 til 2009. Endringene er små, men indikerer en svak positiv utvikling. For å tolke dette videre må man se nærmere på de enkelte år og stasjoner.



Figur 18. Antall alger og dyr som til sammen er registrert i strandsonen ved Bredalsholmen og Odderøya i de ulike undersøkelsesårene. Antall stasjoner som er med i datautvalget er vist. Kun stasjoner som også ble registrert i 2009 er med.



Figur 19. Relativ andel arter innen de tre algegruppene rødalger, brunalger og grønnalger i strandsonen ved Bredalsholmen og Odderøya. Samlede tall fra alle stasjoner innen hver undersøkelse.

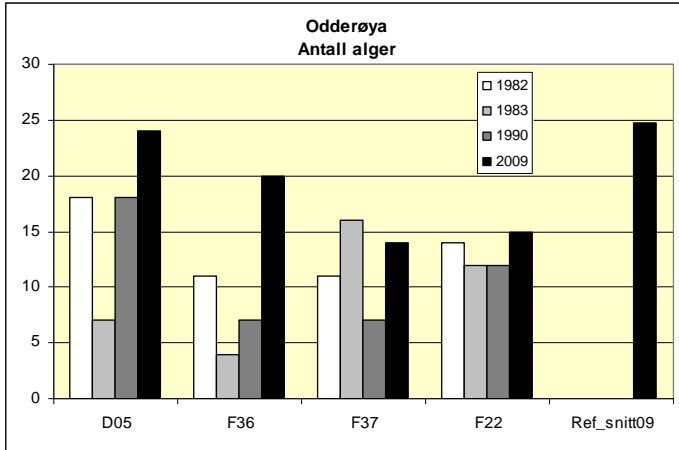
Odderøya

Det ble registrert flere arter ved D05 Dybingen N og F36 Odderøya S i 2009 enn i de tidligere undersøkelsene. Økningen har vært størst ved F36 Odderøya S hvor antall algearter har økt fra hhv. 11 og 4 arter i 1982 og 1983 til 20 arter i 2009 (**Figur 20**). Antall arter på referansestasjonene har ikke økt tilsvarende (**Figur 27**) og tyder på at endringene skyldes lokalt forbedrede vekstforhold.

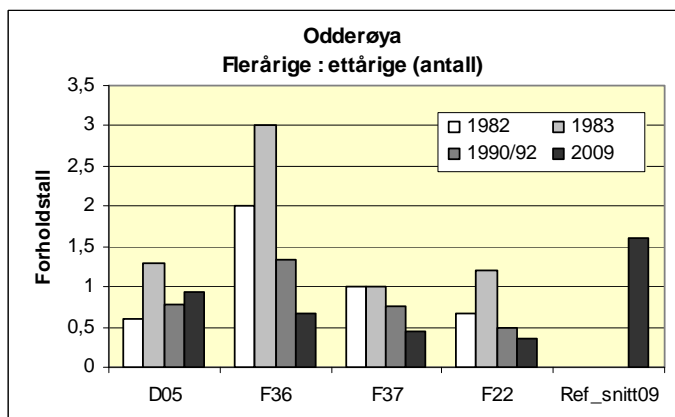
Andelen flerårige arter har blitt redusert på stasjon F36 Odderøya fyr fra 1982/83 til 2009 (**Figur 21**). Samme tendens, men ikke like tydelig, kan sees på stasjon F37 Odderøya sør og F22 Dybingen sør. En stor andel flerårige arter indikerer et stabilt samfunn. Ved større nærings盐påvirkninger vil andelen ettårige arter øke. På en av referansestasjonene har det også vært en reduksjon i andel flerårige arter samtidig som andelen opportunistarter har økt, som viser at dette er endringer som har skjedd i hele området (**Figur 28**).

Ved F22 Dybingen sør er det tendens til lavere andel grønnalger og høyere andel rødalger fra 1982 til 2009 (**Figur 22**). Denne positive tendensen kan også sees ved F37 Odderøya sør, om enn ikke like tydelig. Begge stasjonene på Odderøya (F36 og F37) har stor variasjon i forholdstallene mellom rødalger:brunalger:grønnalger de ulike årene. Ved referansestasjonene har forholdstallene mellom algegruppene vært mer stabile og har ikke vist nedgang i andel grønnalger (**Figur 30**).

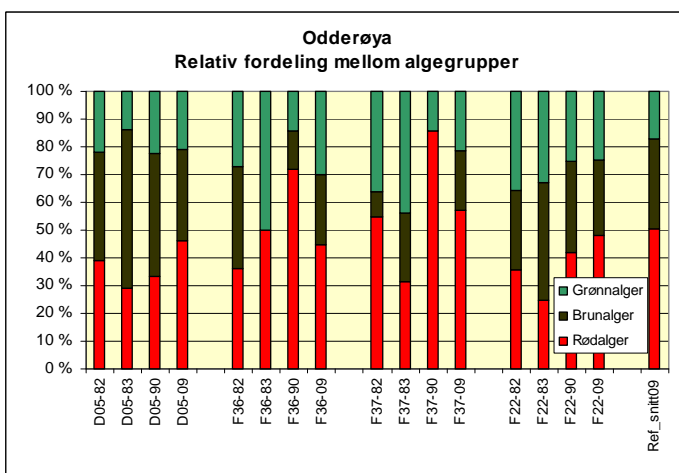
Alt i alt har det blitt større artsrikhet og noe mindre grønnalger i nærområdet til Odderøya renseanlegg som begge er positive endringer. Andelen flerårige arter har blitt redusert både på stasjoner ved Odderøya og på referansestasjoner som viser at endringen har skjedd i hele fjordsystemet eller regionalt.



Figur 20. Antall arter i strandsonen ved de fire stasjonene ved Odderøya fra 1982-2009.



Figur 21. Forholdstallet mellom antall flerårige vs. antall ettårige alger i strandsonen ved Odderøya de ulike undersøkelsesårene.

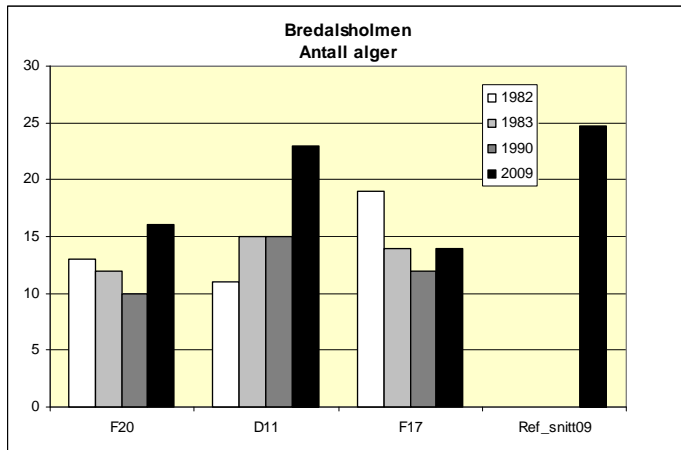


Figur 22. Relativ andel arter innen de tre algegruppene rødalger, brunalger og grønnalger i strandsonen på stasjoner ved Odderøya de ulike undersøkelsesårene.

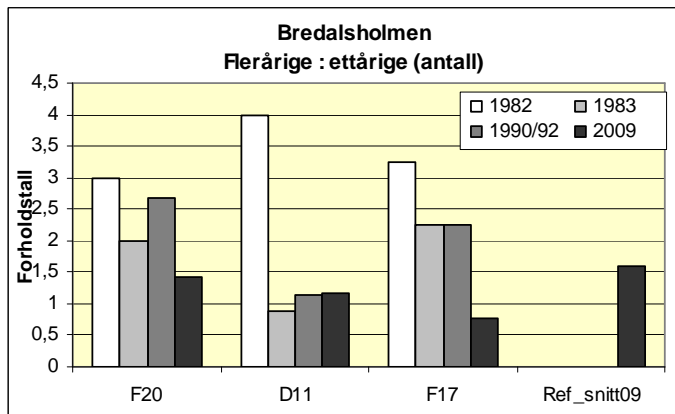
Bredalsholmen

Ved Bredalsholmen har det vært litt økt artsrikhet ved D11 Andholmen, mens det har vært mindre endringer eller nedgang i antall arter ved de andre stasjonene (**Figur 23**). Andelen flerårige arter har gått ned ved alle stasjonene i likhet med enkelte av referansestasjonene (**Figur 24**) samtidig som andelen opportunister har økt (**Figur 25**). Andelen grønnalger har økt noe (**Figur 26**).

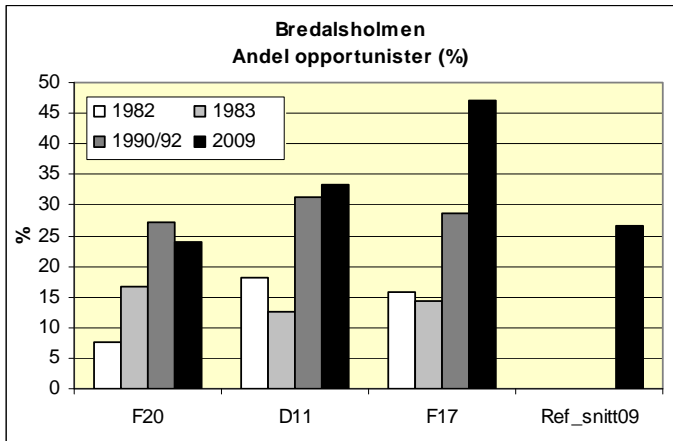
Resultatene viser svak negativ utvikling ved Bredalsholmen. Andelen grønnalger har økt, men ellers er det ingen tydelige endringer fra forrige undersøkelser som kan knyttes til lokale forhold.



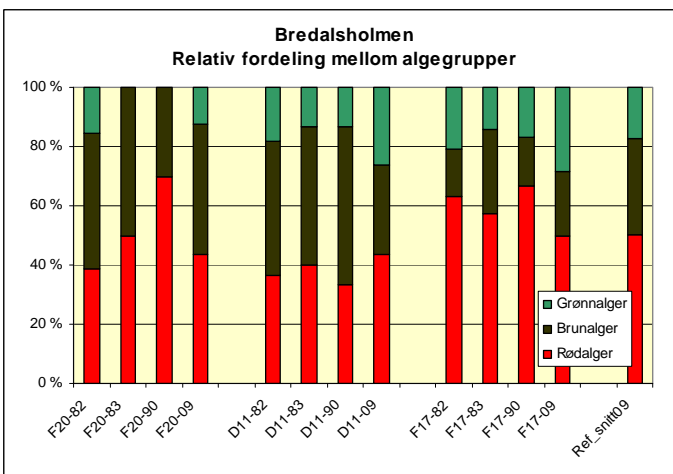
Figur 23. Antall arter i strandsonen ved de tre stasjonene ved Bredalsholmen fra 1982-2009.



Figur 24. Forholdstallet mellom antall flerårige vs. antall ettårige alger i strandsonen ved Bredalsholmen de ulike undersøkelsesårene.



Figur 25. Andel opportunister i strandsonen ved tre stasjoner ved Bredalsholmen fra 1982-2009.

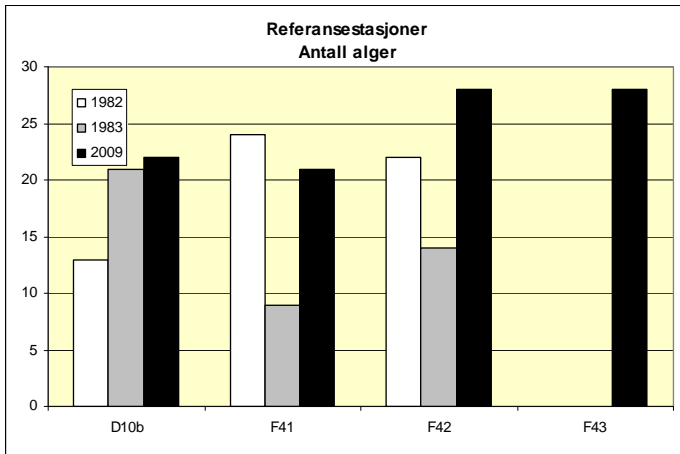


Figur 26. Relativ andel arter innen de tre algegruppene rødalger, brunalger og grønnalger i strandsonen på stasjoner ved Bredalsholmen de ulike undersøkelsesårene.

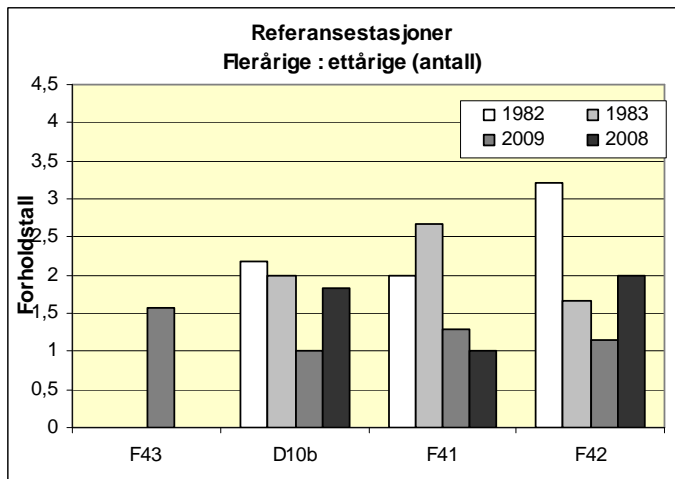
Referansestasjoner

Ved referansestasjonene var det store forskjeller i antall arter mellom 1982 og 1983. Hvis man sammenligner med høyeste artstall som ble registrert i 1982/83 med artstall fra 2009, har ikke antall registrerte arter endret seg nevneverdig.

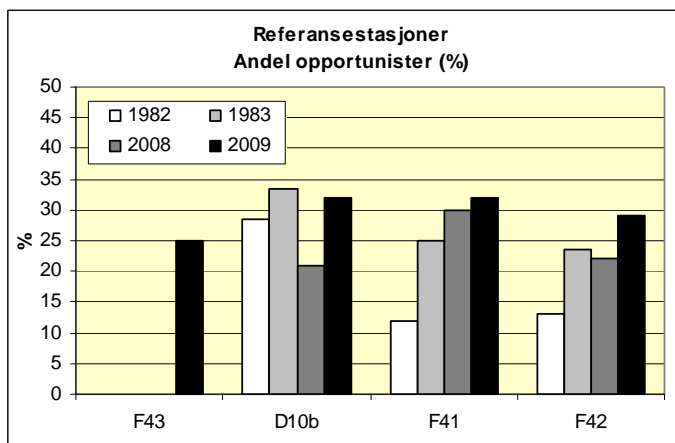
Andelen flerårige arter har blitt noe redusert fra 1980-tallet til 2009 på stasjon F41 Herøya. På de andre stasjonene har det ikke vært noen entydig utvikling. Andelen opportunister har økt litt på stasjon F41 og F42. Det har ikke vært entydig utvikling i forholdet mellom antall rødalger, brunalger og grønnalger på referansestasjonene.



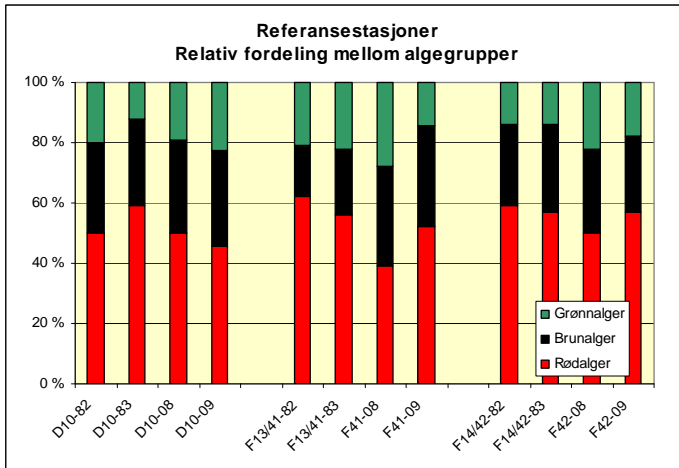
Figur 27. Antall arter i strandsonen på referansestasjonene i Kristiansandsfjorden fra 1982-2009



Figur 28. Forholdet mellom flerårige og ettårige arter i strandsonen på referansestasjonene i Kristiansandsfjorden fra 1982-2009



Figur 29. Andel opportunister i strandsonen på referansestasjonene i Kristiansandsfjorden fra 1982-2009



Figur 30. Relativ andel arter innen de tre algegruppene rødalger, brunalger og grønnalger i strandsonen på referansestasjonene i Kristiansandsfjorden fra 1982-2009.

3. Organismer på grunt vann (dykketransekter)

3.1 Metodikk

3.1.1 Valg av stasjoner

Organismer på hardbunn på grunt vann ble undersøkt ved dykking på fire stasjoner. Det er en stasjon i hver av de tre resipientene (Korsvikfjorden, Odderøya, Bredalsholmen). I tillegg ble en stasjon på Myrodden i indre Vesterhavn inkludert. Alle stasjonene er tidligere undersøkt. Stasjonsplasseringen er vist i **Figur 31** og i vedlegg.



Figur 31. Dykketransekter 2009.

3.1.2 Prøvetaking

Dykkertransekt. Dykkertransekt ble gjennomført fra strandsonen og ned til maksimalt 30 m dyp. Alle fastsittende alger (makroskopiske, > ca 1 mm) og utvalg av vanlige dyr ble registrert for annenhver meter langs transektet, med bredde på 4 m. Artene forekomst ble kvantifisert etter en femdelt skala tilsvarende som ved undersøkelsene i strandsonen (se **Tabell 3**). I tillegg ble nedre voksegrense for utvalgte arter registrert.

Prøvetakingen ble gjennomført i henhold til spesifikasjonene i norske standarder for undersøkelser av hardbunnsorganismer i marint miljø (NS 9424).

Feltarbeidet ble gjennomført 29. juni 2009.

3.1.3 Bedømming av miljøtilstand

Kriterier for vurdering av miljøtilstanden er under utvikling til Vanddirektivet. Foreløpig er det utviklet en klassifikasjon på basis av nedre voksegrense for alger med gyldighet for Skagerrak-kysten (Veileder 01:2009). Nedre voksegrense reduseres (grunnere dyp) i områder hvor algevekst i vannmassene stimuleres av økte næringssalttilførsler og fører til dårligere lysgjennomgang. I denne rapporten er dette systemet benyttet. Vurdering av tilstand er ellers foretatt på grunnlag av artsrikhet, artssammensetning og relative forhold mellom algegrupper.

3.2 Resultater

3.2.1 Dagens tilstand

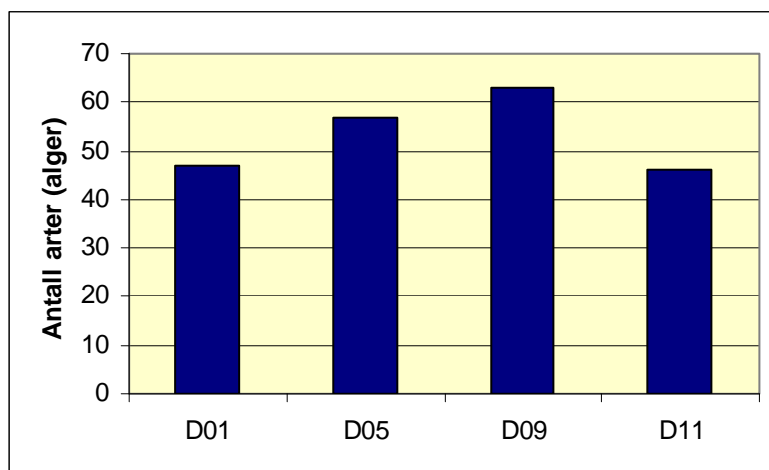
Fullstendige resultater fra prøvene er gitt i Vedlegg B.

Til sammen ble 96 arter registrert i dykkestransektene, fordelt på 82 alger og 12 dyr. Kun de vanligste dyrene ble identifisert; hovedvekten ble lagt på algene som ved tidligere undersøkelser.

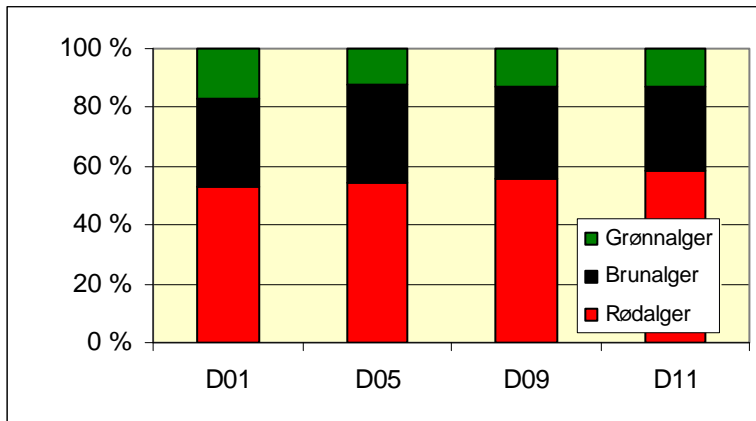
Figur 32 viser antall arter som ble registrert på de ulike stasjonene. Det ble registrert flest arter ved D09 Korsvik fjorden og færrest arter ved D01 Myrodden i Vesterhavn og D11 Andholmen.

Fordelingen mellom algegruppene varierte lite mellom stasjonene og viste ingen unormale forhold (**Figur 33**). D01 Myrodden hadde lavest andel rødalger og høyest andel grønnalger.

De mest dominerende artene ved stasjonene er vist i **Tabell 5**. Det ble observert tette bestander av stortare på alle stasjonene, men på litt ulike dybder.



Figur 32. Antall algearter ved dykkestasjonene 2009



Figur 33. Fordeling mellom algegruppene ved dykkestasjonene i 2009.

Tabell 5. De vanligste artene og deres voksedyp på de fire undersøkte stasjonene i 2009. Det er også angitt hvilket dyp de vokste som dominerende.

D01	Voksedyp, m	Dominerende (dyp)	D05	Voksedyp, m	Dominerende (dyp)
Fucus vesiculosus	0	0	Fucus serratus	0	0
Fucus serratus	0-1	0	Cladophora sp.	0-6	0
Mytilus edulis	0-1	0	Laminaria hyperborea	1-8	3-4
Enteromorpha sp.	0-3	0	Ectocarpus sp.	3-6	4-6
Chondrus crispus	0-6	2	Coralliniacea indet.	2-30	3-28
Ceramium rubrum	0-6	1	Laminaria saccharina	4-16	5-6
Ectocarpus sp.	1-6	2	Heterosiphonia japonica	6-22	7-18
Phyllophora pseudoceranoïdes	1-8	3	Ascidiacea indet.	16-30	21-22
Laminaria hyperborea	2-3	2			
Brongniartella byssoides	2-15	4-5			
Heterosiphonia japonica	2-17	6-15			
diatome-kjede på fjell	2-17	2			
D09	Voksedyp, m	Dominerende (dyp)	D11	Voksedyp, m	Dominerende (dyp)
Fucus vesiculosus	0	0	Hildenbrandia rubra	0	0
Fucus serratus	0-1	1	Fucus vesiculosus	0	0
Hildenbrandia rubra	0-2	0	Fucus serratus	0-1	0-1
Ectocarpus sp.	1-8	3-4	Ectocarpus sp.	0-8	5-6
Phyllophora pseudoceranoïdes	1-16	2	Ceramium rubrum	1-3	2
Bonnemaisonia hamifera: sporp.	1-24	2	Laminaria hyperborea	1-10	3-8
Coralliniacea indet.	1-24	2-10	Coralliniacea indet.	1-26	1-26
Laminaria hyperborea	2-16	2-5	Heterosiphonia japonica	6-22	10-18
Phycodrys rubens	2-24	19-20			
Delesseria sanguinea	3-24	9-10			
Heterosiphonia japonica	4-24	9-18			

D01 Myrodden

I 2009 dominerte blæretang, sagtang, krusflik og blåskjell i strandsonen sammen med påvekstalger som tarmgrønnske, rekeklø og brunsl. Fra 4-5 meters dyp dominerte de to rødalgerne *Brongniartella byssoides* og *Heterosiphonia japonica* (Tabell 5). Sistnevnt er en introdusert art som har spredt seg langs store deler av kysten og som nå danner tette tepper under tarebeltene. Til sammen ble det registrert 47 arter med alger, fordelt på 25 rødalger, 14 brunalger og 8 grønnalger.

I 1982 og 1983 var tarmgrønnske (*Enteromorpha intestinalis*), grønndusk (*Cladophora sp.*), diatomeekjeder og strandsnegl (*Littorina littorea*) de dominerende artene i strandsonen mens enkelte rødalger og sukkertare ble funnet i spredte forekomster. Det var få arter på stasjonen i 1982 og 1983.

Artsrikheten på stasjonen har økt betraktelig fra 1982 til 2009. Fra 9-10 arter i 1982/83 til 33 arter i 1992 og 47 registrerte arter i 2009 (**Tabell 6**). Blant arter som er etablert siden 1982 er det flere flerårige, stabile arter. Resultatene tyder på at det har skjedd en stor positiv utvikling på stasjonen siden 1982 (**Figur 34**). Dette henger mest sannsynlig sammen med reduserte utslipp fra industri og avløp og opprydning i forurensende sedimenter. Mengden sukkertare er redusert etter 1992.

Nedre voksegrense for alger har også økt ved stasjonen. I henhold til Vanndirektivets klassifisering har nedre voksegrense endret seg fra dårlig tilstand til god.

D05 Dybingen

I 2009 dominerte sagtang og grønndusk i strandsonen (se kap 2.2.1 for nærmere beskrivelser av strandsonen). Fra ca. 3-6 meters dyp dominerte sukkertare og stortare. Den introduserte arter japansk sjølyng dominerte på 7-18 m dyp (**Tabell 5**).

I 1982/1983 var blåskjell (*Mytilus edulis*), grønndusk og strandtagl (*Chordaria flagelliformis*) dominerende i strandsonen. Dypere ned dominerte sukkertare (*Saccharina latissima*) fra 3-10 m dyp mens det kun vokstre spredt med stortare. Transektet i 1982/83 ble tatt fra en litt annen fjellnabbe enn i 1992 og 2009 som kan være årsaken til at lite tang ble registrert i 1982/83.

Til sammen ble det registrert 26 algearter i 1982, 34 arter i 1983, 44 arter i 1992 og 57 arter i 2009 (**Tabell 6**). Antallet arter har økt frem til i dag og flerårige arter som stortare, krusflik og sagtang har blitt mer vanlig (**Figur 34**).

Stasjon D09 Korsvik

Blæretang og sagtang dominerte i strandsonen i 2009 mens stortare, rødlo, brunslil, rugl og krusblekke dominerte de øverste meterne nedenfor sagtangbeltet. Fra ca. 10 meters dyp var den mest framtrekkende arten japansk sjølyng (**Tabell 5**).

I 1982/83 ble fingertare registrert som dominerende og vanlig fra 0,5 til 3 m dyp mens både stortare og sukkertare ble registrert som vanlig/dominerende mellom 3 og 13 m dyp. Andre vanlige eller dominerende arter de øverste 10 meterne var sagtang, brunslil (*Ectocarpus siliculosus*), rekeklo, grønndott (*Acrosiphonia sp.*), grønndusk, skorpeformete kalkalger (*Corallinacea*), rødlo (*Trailliella intricata*), svartkluft og sjøris.

I dykkerundersøkelsen fra 1992 ble fingertare registrert som dominerende på 1m dyp, stortare som dominerende mellom 3m og 5m dyp og sukkertare var vanlig mellom 5m og 10 m dyp.

Som ved de øvrige dykkestasjonene har japansk sjølyng etablert seg på dypere vann og dominerer nå under tarebeltene (**Figur 34**). Antall arter ved stasjonen har økt fra 37/39 arter i 1982/83 til 51 arter i 1992 og 63 arter i 2009 (**Tabell 6**).

D01 Myrodden

		D01	D01	D01	D01
		1982	1983	1992	2009
Enteromorpha sp.	Tarmgrønnske	■			■
Cladophora sp	Grønn dusk		■		
Cladophora rupestris	Vanlig grønn dusk				■
Diatomee-kjede (Schizon.)	Diatomee-kjede	■	■		■
Ulva lactuca	Havsalat			■	
Ectocarpales	Brunsl				■
Ceramium rubrum	Vanlig rekeklo			■	
Cearmium strictum	Tynn rekeklo			■	
Saccharina latissima	Sukkertare			■	
Laminaria sp.	Tare			■	
Fucus serratus	Sagtang			■	
Corallinaceae	Rugl			■	
Trailiella intricata	Rødlo			■	
Chondrus crispus	Krusflik			■	
Polysiphonia elongata	Stilkdokka			■	
Phyllophora truncata	Hummerblekke			■	
Phyllophora pseudocer.	Krusblekke			■	
Laminaria hyperborea	Stortare			■	
Heterosiphonia japonica	Japansk sjølyng			■	
Broggiartella byssoides	Fagerdokka			■	

D05 Dybingen

		D05	D05	D05	D05
		1982	1983	1992	2009
Chordaria flagelliformis	Strandtagl	■			
Antithamnion boreale	Havdun	■			
Chorda tomentosum	Lodnetaum	■			
Desmarestia aculeata	Vanlig kjerringhå				■
Ectocarpales	Brunsl		■	■	■
Saccharina latissima	Sukkertare		■		■
Diatomee-kjede (Schizon.)	Diatomee-kjede	■		■	
Ceramium rubrum	Vanlig rekeklo			■	
Trailiella intricata	Rødlo			■	
Corallinaceae	Rugl			■	
Phyllophora truncata	Hummerblekke			■	
Phyllophora pseudocer.	Krusblekke			■	
Cladophora sp	Grønn dusk	■			■
Ulva lactuca	Havsalat			■	
Chondrus crispus	Krusflik			■	
Laminaria hyperborea	Stortare			■	
Fucus serratus	Sagtang			■	
Laminaria sp.	Tare			■	
Polysiphonia elongata	Stilkdokka			■	
Heterosiphonia japonica	Japansk sjølyng			■	

D09 Korsvik

		D09	D09	D09	D09
		1982	1983	1992	2009
Fucus serratus	Sagtang	■	■	■	■
Ectocarpales	Brunsl	■	■	■	■
Ceramium rubrum	Vanlig rekeklo	■	■	■	■
Trailiella intricata	Rødlo	■	■	■	■
Saccharina latissima	Sukkertare	■	■	■	■
Laminaria hyperborea	Stortare	■	■	■	■
Chondrus crispus	Krusflik	■	■	■	■
Laminaria digitata	Fingertare	■	■	■	■
Corallinaceae	Rugl	■	■	■	■
Cladophora rupestris	Vanlig grønn dusk		■	■	■
Phyllophora truncata	Hummerblekke		■	■	■
Phyllophora pseudocer.	Krusblekke		■	■	■
Enteromorpha sp.	Tarmgrønnske			■	■
Ulva lactuca	Havsalat			■	■
Cearmium strictum	Tynn rekeklo			■	■
Broggiartella byssoides	Fagerdokka			■	■
Cladophora sp	Grønn dusk				■
Polysiphonia elongata	Stilkdokka				■
Heterosiphonia japonica	Japansk sjølyng				■

D11 Andholmen

		D11	D11	D11	D11
		1982	1983	1990	2009
Laminaria digitata	Fingertare	■			
Chorda tomentosum	Lodnetaum	■			
Trailiella intricata	Rødlo		■		
Phyllophora truncata	Hummerblekke		■		
Fucus serratus	Sagtang	■	■		■
Saccharina latissima	Sukkertare	■	■		■
Laminaria hyperborea	Stortare	■	■		■
Corallinaceae	Rugl	■	■		■
Phyllophora pseudocer.	Krusblekke	■	■		■
Ceramium rubrum	Vanlig rekeklo	■	■		■
Ectocarpales	Brunsl	■	■		■
Laminaria sp.	Tare	■	■		■
Heterosiphonia japonica	Japansk sjølyng	■	■		■
Broggiartella byssoides	Fagerdokka	■	■		■

Figur 34. De mest vanlige og dominerende algene på dykkestasjoner fra 1982-2009.**D11 Andholmen:**

I 2009 hadde strandsonen tette belter av blæretang og sagtang. Fra ca. 2-6 meters dyp dominerte brunsl og rekeklo som begge er trådformete og ettårige alger. Fra 3-8 meter dominerte stortare mens fra 10-18 meters dyp var japansk sjølyng den mest framtreddende arten.

Endringer fra 1982-1992 er ikke like stor som for de øvrige stasjoner. Stortare vokser nå på flere dyp enn tidligere mens sukkertare har blitt redusert til en smal stripe. Antall arter har økt noe, fra 34/41 arter i 1982/83 til 34 arter i 1990 og 46 arter i 2009.

Nedre voksegrense har stort sett økt, eller ikke endret seg.

Tabell 6. Antall arter registrert ved dykkestasjonene 1982-2009

Stasjon År	D01				D05				D11				D09			
	1982	1983	1992	2009	1982	1983	1992	2009	1982	1983	1990	2009	1982	1983	1992	2009
Rødalger	5	5	20	25	12	13	22	31	21	24	21	27	23	25	32	35
Brunalger	1	2	9	14	10	16	16	19	11	15	11	13	11	10	13	20
Grønnalger	3	3	4	8	4	5	6	7	2	2	2	6	3	4	6	8
Antall alger	9	10	33	47	26	34	44	57	34	41	34	46	37	39	51	63

Tabell 7. Nedre voksegrense for utvalgte arter. Klassifikasjon av tilstanden er foretatt etter metodikk som er under utvikling til Vanddirektivet (Veileder 01: 2009)

	D01	D01	D01	D01	D05	D05	D05	D05	D09	D09	D09	D09	D11	D11	D11
	1982	1983	1992	2009	1982	1983	1992	2009	1982	1983	1992	2009	1982	1983	2009
Krusflik - <i>Chondrus crispus</i>			3	6			9	10	7	8	13	16		10	8
Fagerving - <i>Delesseria sanguinea</i>				15			10	15	25	20	14	24	16	20	20
Svartkluft - <i>Furcellaria lumbricalis</i>				6	3				5	1	2	10	10		
Skolmetang - <i>Halidrus siliquosa</i>									3	3		6			
Sukkertare - <i>Saccharina latissima</i>			7	16	17	10	10	15	17	17	22	14	16	10	15
Krusblekke/hummerblekke - <i>Phyllophora pseudoceranoides</i> + <i>Coccolytus truncata</i>				11	11	25	20	25	20	22	26	16	10	14	10
Eikeving - <i>Phycodrys rubens</i>	13							15	20	13	26	24	21	13	18
Teinebusk - <i>Rhodomela confervoides</i>				15				16	16	4	14	16	20	14	18
	Dårlig	Dårlig	Dårlig	God	Mindre	god	God	God	Meget	god	Meget	Meget	God	God	God

3.2.2 Vurdering av resultatene

Undersøkelsen av organismesamfunn på hardbunn viste at det var god tilstand i resipientene både ved Odderøya og utenfor Bredalsholmen. Ved Odderøya har det vært en økning i antall arter fra tidligere undersøkelser og en nedgang i andel grønnalger, som viser bedre forhold i overflatevannet. Spesielt har det vært en økning i antall arter på dypere vann. Tilstandsvurdering av nedre voksegrense har gått fra dårlig i 1982/83 til god i 2009.

Ved Bredalsholmen var tilstanden også god. En litt høyere andel grønnalger i 2009 sammenlignet med tidligere antyder svak negativ utvikling ved Bredalsholmen, men ellers er det ingen tydelige endringer fra forrige undersøkelser som kan knyttes til lokale forhold.

4. Bløtbunnsfauna og bunnsedimenter

Bløtbunn finnes på alle steder med lokal beskyttelse mot strøm og bølgepåvirkning og hvor finmateriale avsettes på bunnen. I forbindelse med avløpsvann vil bløtbunnsområdene være utsatt for avsetning av organisk stoff og små partikler fra utslippet. I tillegg vil materiale fra økt plantevekst i strandsonen og i vannmassene ved forhøyd næringssaltinnhold avsettes på fjordbunnen. Avsetningen har betydning for organisk innhold i bunnsedimentene, naturlig omsetning av materiale i bunnsedimentene, oksygentilstand og hvilke organismer som lever der.

Bunnfauna undersøkes med hensyn på antall arter, individtettheter og artssammensetning. Under normale forhold vil mange arter opptre, mens under dårlige forhold går antall arter ned samtidig som bare de mest tolerante kan finne livsbetingelser. Ved vurdering av tilstand tas derfor hele samfunnet av bunndyr i betraktning. Bunnsedimentene undersøkes med hensyn på kornfordeling (% silt og leire) og organiske komponenter (totalt organisk karbon, totalt nitrogen). Dette er støtteparametre som er viktige for tolkning av faunadata, samtidig som parametrene gir informasjon om graden av belastning på sedimentene.

4.1 Metodikk

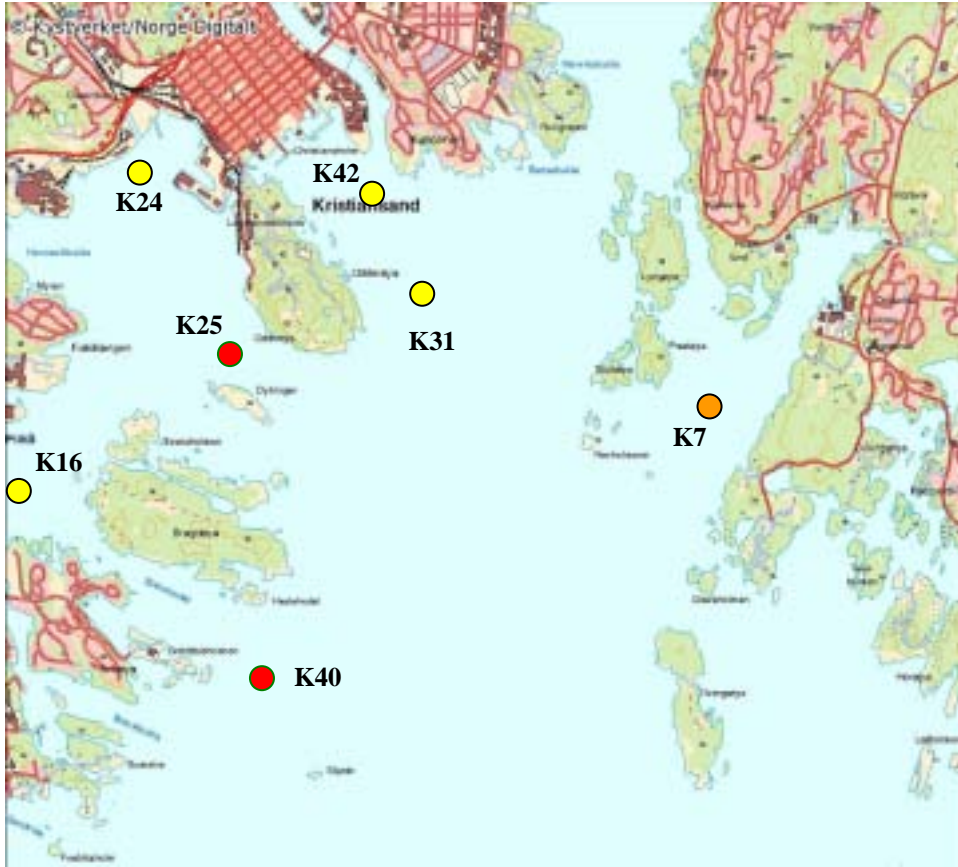
4.1.1 Valg av stasjoner

Det ble tatt bunnprøver på lokalitetene benevnt K25 på 65 m dyp ved Odderøya og K40 på 62 m dyp utenfor Bredalsholmen (**Figur 35**). Lokaliteten K25 ble etablert ved basisundersøkelsen av Kristiansandsfjorden i 1983 og ble undersøkt på nytt i 1993 ved forundersøkelsen for renseanlegget på Odderøya. Lokaliteten K40 ble etablert ved forundersøkelsen i 1990 til resipienten for renseanlegget på Bredalsholmen. Den er ikke senere undersøkt.

Samtidig med stasjon K25 og K40 ble det tatt prøver på fem andre stasjoner i Kristiansandsfjorden som inngår i undersøkelsene av sjøresipientene (**Figur 35**). Alle stasjonene har vært innsamlet tidligere. Stasjonsbenevnelser fra tidligere undersøkelser er beholdt ved den nye prøvetakingen.

I 2006 ble bunnfauna undersøkt på fire lokaliteter i Vesterhavn og Fiskåbukta som ledd i undersøkelser av miljøtilstanden i områder som har vært tungt forurenset av miljøgifter (Berge mfl. 2007). Undersøkelsen ble gjennomført med samme metodikk som foreliggende undersøkelse og resultatene kan derfor sammenlignes direkte.

Prøvetakingsprogram for innsamlingen, koordinater for stasjonene og observasjoner av bunnsedimentet er gitt i Vedleggstabell C1.



Figur 35. Stasjoner for prøvetaking av bløtbunnsfauna i Kristiansandsfjorden 2008. Stasjonene ved Odderøya (K25) og Bredalsholmen (K40) som her er rapportert er markert med rødt symbol. Stasjon K7 i Korsvikfjorden som tidligere er rapportert er markert med orange symbol, mens ikke opparbeidete stasjoner er markert med gult.

4.1.2 Prøvetaking

På begge stasjonene ble det tatt fire parallelle prøver med 0,1 m² van Veen bunngrabb. Fra en av prøvene ble det tatt en delprøve av overflatesediment til analyse av sedimentkomponenter. På de andre stasjonene i Kristiansandsfjorden ble det gjennomført et tilsvarende prøvetakingsprogram.

Til analyse av bunnfauna ble sedimentfanget i hver grabbprøve vasket på 5 mm og 1 mm sifter for fjerning av finmateriale. Sikteresten ble fiksert i 4-6 % nøytralisert formaldehydløsning og brakt til laboratorium for videre sortering og artsbestemmelse. Ved prøvetakingen ble sedimentet i alle prøvene inpsisert for lukt, farge, sjiktning og visuelle objekter.

Delprøvene av overflatesediment til analyse av sedimentkomponenter ble tatt med skje gjennom inspeksjonsluge på oversiden av bunngrabben. Delprøven representerer sjiktet 0-1 cm av overflatesedimentet. Prøvene ble analysert for innhold av finstoff (andel partikler < 0,063 mm) og organisk materiale, målt ved totalt organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN). Sedimentprøvene ble frosset ned fram til analyse.

Prøvetakingen ble gjennomført i henhold til spesifikasjonene i Norsk Standard for undersøkelser av bløtbunnsfauna i marint miljø (Norsk Standard 1998). I standarden er fire prøver (0,1 m²) av

bunnfauna satt som minstekrav for undersøkelser av resipienter for kommunalt og industrielt avløpsvann.

Prøvetakingen ble foretatt 27. mai 2008. Under prøvetakingen var det pent vær, 15-20 °C og flau vind til lett bris.

4.1.3 Analyser

Sedimentets finfraksjon ble bestemt ved våtsikting på 0,063 mm sikt. Innhold av organisk materiale ble bestemt ved analyse for totalt organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN) i en elementanalytator. TOC ble bestemt etter at uorganiske karbonater var fjernet med saltsyre.

Prøvene for bunnfauna ble håndsortert under 4-6 x forstørrelse. Alle dyr ble identifisert og telt, og overført til 70 % etanol for oppbevaring. Identifiseringen ble i hovedsak utført til artsnivå. Samtidig med sorteringen ble det foretatt en visuell beskrivelse av siktematerialet.

Bunnfaunaen karakteriseres ved totalt antall arter, totalt antall individer for artene, artsmangfold (=diversitet) og artssammensetning. Artsmangfoldet kan uttrykkes matematisk ved indekser som beregnes på grunnlag av antall arter og de enkelte artenes individtall i prøvene. Indeksene for artsmangfold benyttes som parametre for klassifisering av miljøkvalitet etter systemer som er utarbeidet av Klif (SFT) og som er under utvikling til Vanndirektivet (Molvær mfl. 1997, Veileder 01:2009).

4.1.4 Bedømming av miljøtilstand

Klifs (SFTs) system for klassifisering av miljøtilstand har over flere år vært benyttet i resipientovervåking (Molvær mfl. 1997). Dette systemet benytter to indekser for artsmangfold (Shannon-Wiener H' og "rarefaction" ES_{100}) og har i tillegg en klassifisering av bunnsedimentene basert på innholdet av organisk materiale (**Tabell 8**). I mange tilfeller har det vist seg nødvendig å supplere med generell kunnskap om artene for å gi en tilfredsstillende vurdering av tilstanden i et undersøkelsesområde. I Vanndirektivets system (Veileder 01:2009) forsøkes det å gi en mer økosystembasert vurdering av miljøtilstanden ved å inkludere flere biologiske kvalitetselementer. Foreløpig er systemet utviklet for indekser for artsmangfold og arters følsomhet for forurensninger (**Tabell 8**). Begge systemer anvender fem tilstandsklasser fra beste til dårligste tilstand.

Indeksene H' og ES_{100} er begge indekser som uttrykker artsmangfoldet i faunaen, dvs hvor artsrik faunaen er og hvor 'normal' den er med hensyn på fordelingen mellom dominerende og individfattige arter. Disse indeksene inngår i begge systemer, men klassegrensene er ikke helt like. Indeksene ISI og NQI1 i Vanndirektivets system uttrykker henholdsvis arters følsomhet for forurensning og en kombinasjon av artsmangfold og følsomhet. Klassegrensene i Vanndirektivets system er foreløpige så lenge systemet er under utvikling. Her benyttes dette systemet for å vise hvordan resipientene vil bli klassifisert etter Vanndirektivets metodikk.

For sedimentene er det beregnet forholdstall mellom karbon (TOC) og nitrogen (TN). Forholdstallet vil avhenge av det organiske materialets art og indikere noe om hvilken opprinnelse materialet har.

Tabell 8. Oversikt over tilstandsklasser i systemer for klassifisering av miljøtilstand i kystvann. **A.** Klifs (SFTs) system for organisk innhold i sedimenter (TOC) og artsmangfold i bunnfauna (fra Molvær mfl. 1997). **B.** Foreløpig system som er under utvikling til Vanddirektivet for artsmangfold i bunnfauna og arters følsomhet for forurensninger (fra Veileder 01:2009).

A. SFT		Tilstandsklasser				
		I	II	III	IV	V
Parametre		Meget god	God	Mindre god	Dårlig	Meget dårlig
TOC (mg/g)	Organisk innhold sediment	<20	20-27	27-34	34-41	>41
H'	Artsmangfold fauna	>4	4-3	3-2	2-1	<1
ES100	Artsmangfold fauna	>26	26-18	18-11	11-6	<6

B. Vanddirektivet						
Parameter	Referanse-verdi	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
H'	4,4	>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
ES100	32	>25	17-25	10-17	5-10	<5
ISI	9	>8,4	7,5-8,4	6,1-7,5	4,2-6,1	<4,2
NQI1	0,78	>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31

4.2 Resultater

4.2.1 Bunnforhold og sedimenter

På stasjon K25 ved Odderøya bestod bunnsedimentet av mørk grå silt og leire med olivenfarget topplag (Tabell 9). På K40 ved Bredalsholmen var sedimentet lysere med brunlig topplag. Det var ikke lukt av hydrogensulfid eller synlige tegn til forurensninger i noen av prøvene. På begge stasjoner var det større organismer i prøvene. I sedimentet og i sikteresten etter vasking av faunaprøvene var det grus, sand og litt planterester. Ved Odderøya var det også litt vedbiter, kull og slagg. Kull og slagg er rester fra tidligere tiders skipsfart og er vanlig å finne i bunnsedimentene i havneområder og i hovedleia langs kysten. Resultatene for de andre stasjonene som ble innsamlet samtidig viste at ytre fjordområder var preget av lyse bunnsedimenter, mens det i indre områder av Kristiansandsfjorden var mørkere sedimenter (Oug & Kroglund 2008, Vedleggstabell C1).

Tabell 9. Visuelle observasjoner av bunnsedimenter ved prøvetakingen og innhold i restmateriale etter sikting på 1 mm sikt.

Stasj.	Dyp (m)	Observasjoner	Sikterest (materiale > 1 mm)	
K 25	Odderøya	65	Mørk grå klebrig silt og leire med en del sand, med ca 1 cm olivenfarget topplag. Sjøpinnsvin og børstemark. Kullbiter. Ingen lukt.	Volum 5-7 dl per hugg. Litt småstein, sand og grus, slagg, vedfibre og planterester. Sand- og mudderrør av børstemark
K 40	Bredalsholmen	62	Grå silt og leire med 0,5-1 cm brunlig olivenfarget topplag. Spredte orangerfargede flekker på overflaten. Ingen lukt.	Volum 1-1,3 liter per hugg. Fin grus og noe organisk materiale (platerester). Skallrester av skjell og snegl

Analysene av bunnsedimentet viste at dette besto av 60-90 % silt og leire (**Tabell 10**). På K25 ved Odderøya var organisk innhold (TOC) forholdsvis høyt og tilsvarte tilstandsklasse ”dårlig” etter Klifs system. Svært like verdier ble også registrert lenger inn i Vesterhavnen (K24) og i Østerhavnen (K31). På K40 ved Bredalsholmen var innholdet lavere og tilsvarte tilstandsklasse ”god”. Denne verdien var svært lik med Korsvikfjorden (stasjon K7). Generelt indikerer dette at det ikke var noen økt avsetning av organisk materiale til bunnen utover det som er naturlig i resipientene for Bredalsholmen og Korsvikfjorden, mens det var høyere avsetning ved Odderøya.

Vesterhavnområdet har generelt høyere organisk innhold enn fjorden utenfor. I 2006 ble det registrert verdier på 27-33 mg/g normert TOC i 20-40 m dyp (Berge mfl. 2007). Resultatet for K25, som var litt høyere, gjenspeiler nok belastningen på hele Vesterhavnområdet, men med et mulig lokalt tilskudd fra utslippet av avløpsvann. Samtidig er det et vanlig forhold i kystområdene på Sørlandet at organisk innhold øker innover i fjordene på grunn av naturlige tilførsler fra land. Erfaringsmessig gir Klifs kriterier derfor ofte for dårlig karakteristikk for indre kystområder.

Tabell 10. Finstoff (silt og leirpartikler) og organisk innhold (TOC) i sedimenter fra stasjonene ved Odderøya og Bredalsholmen 27. mai 2008. Resultater fra Korsvikfjorden, Østerhavnen og indre områder i Vesterhavnen er vist for sammenligning. Sedimentene er klassifisert i henhold til Klifs (SFTs) system for miljøkvalitet. Målte verdier for organisk innhold (TOC) er normert til 100 % finstoff i sedimentet (Molvær mfl. 1997).

Stasjon		Dyp	Andel silt-leir (<63µm)	TOC	Norm TOC	SFT klasse
		m	%, tørrv.	mg/g	mg/g	
K25	Odderøya	65	92	33,9	35,3	IV dårlig
K40	Bredalsholmen	62	66	13,9	20,0	II god
Ytre fjord						
K7	Korsvikfjorden	72	67	14,4	20,3	II god
K31	Østerhavnen	162	97	34,4	34,9	IV dårlig
Indre fjord						
K16	Fiskåbukta	17	92	53,2	54,6	V meget dårlig
K24	Vesterhavnen, KMV-tomta	23	65	29,0	35,3	IV dårlig

Ved Odderøya (K25) var det organiske innholdet høyere enn det som ble målt ved undersøkelsen i 1993 (**Tabell 11**). Partikkelsammensetningen viste imidlertid at det i 1993 ble målt fra et vesentlig grovere sediment. Forskjellen i sediment må skyldes lokale variasjoner i bunnforholdene på stedet. Ved normering til 100 % finstoff i sedimentet tilsvarer verdien i 1993 et TOC-innhold på 27 mg/g. Dette er noe lavere enn ved foreliggende undersøkelse og kan antyde et tilskudd av organisk materiale etter at renseanlegget ble etablert. Det er imidlertid svært usikkert å sammenligne resultater fra så vidt forskjellige sedimenter.

På K40 ved Bredalsholmen var det helt ubetydelige endringer i organisk innhold i forhold til undersøkelsen i 1990 (**Tabell 11**).

Forholdet mellom karbon og nitrogen i sedimentet (C/N-forholdet) var innen normale verdier for kystområder (**Tabell 11**). I sedimenter hvor det organiske materialet i hovedsak har marint opphav (f.eks. fra plankton-organismer) vil C/N-forholdet være 6-8, mens det i sedimenter som tilføres vesentlige mengder fra land, vil overstige 10-12. Resultatene tyder derfor på at materialet i hovedsak er av marin opprinnelse, men med noe tilførsler fra land. Verdiene var litt redusert i forhold til de

tidligere undersøkelser. Dette kan tyde på en noe større andel av marint materiale. I Korsvikfjorden var C/N-forholdet litt økt i 2008 (Oug & Kroglund 2008). Det ble der konkludert med at sedimentene ved tidligere undersøkelser kunne ha vært tilført mer marint produsert materiale, men at resultatene bør tolkes med varsomhet med hensyn på tidsutvikling fordi lokal stedlig variasjon også influerer på verdiene. Samlet sett er det ikke noe som tyder på at tilførsler fra land har endret seg i negativ retning.

Tabell 11. Innhold av organisk karbon (TOC) og nitrogen (TN) og forholdstallet mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet) ved Odderøya og utenfor Bredalsholmen. Resultater fra tidligere prøvetaking er vist for sammenligning (Oug & Moy 1991, Oug mfl. 1994).

Referanse	Dyp	Andel silt-leir ($<63\mu\text{m}$) %, tørrv.	TOC mg/g	TN mg/g	C/N	
K25 Odderøya						
2008	Denne undersøkelsen	65	92	33,9	3,6	9,4
1993	Oug mfl. (1994)	65	29	14,3	1,2	11,9
K40 Bredalsholmen						
2008	Denne undersøkelsen	62	66	13,9	1,7	8,2
1990*	Oug & Moy (1991)	62	-	13,7	1,2	11,4
				11,6	1,1	10,5

*analysert to parallelle prøver

4.2.2 Bunnfauna

I bunnprøvene fra K25 ved Odderøya ble det identifisert mer enn hundre arter mens det på K40 utenfor Bredalsholmen ble funnet mer enn 80 arter (**Tabell 12**). Dette er høye tall og viser at begge områder er preget av høy artsrikhet. På K25 var det også høye individtetteter, mens det var mer normale individtetteter på K40. Begge indeksene for artsmangfold (H' , ES_{100}), som reflekterer sammensetningen av organismesamfunnet, fikk høye verdier. I henhold til Klifs system for klassifisering av miljøkvalitet tilsvarer indeksverdiene klasse I 'meget god tilstand'. De høye arts- og individtallene på K25 ved Odderøya tyder imidlertid på at lokaliteten tilføres ekstra organisk materiale som gir grunnlag for en særlig rik produksjon av bunnorganismer.

Tabell 12. Sammenfattende data for bunnfauna ved Odderøya og utenfor Bredalsholmen i 2008. Verdiene er vist sammenfattende for stasjonen og for parallellprøvene enkeltvis (replikater I-IV). Prøvene er klassifisert i henhold til Klifs (SFTs) system for miljøkvalitet på basis av indekser for artsmangfold, H' og ES_{100} (Molvær mfl. 1997). Blå = klasse I 'meget god tilstand'.

Stasjon	Areal	Artstall	Ind.	Ind/m ²	H'	$E(S_{100})$	
Odderøya	K25	0,4	109	2039	5098	4,57	34,4
	repl I	0,1	65	632			
	repl II	0,1	66	441			
	repl III	0,1	65	381			
	repl IV	0,1	68	585			
Bredalsholmen	K40	0,4	83	679	1698	5,00	36,0
	repl I	0,1	52	240			
	repl II	0,1	10	35			
	repl III	0,1	56	199			
	repl IV	0,1	38	205			

I en av prøvene fra K40 (replikatprøve II) var det svært få arter og individer. Forskjellen til de andre prøvene fra stasjonen var langt større enn normal variasjon. På grunn av det avvikende resultatet ble prøven etterkontrollert spesielt, men det ble ikke funnet feil ved opparbeidingen eller analysene.

I henhold til kvalitetssystemet som er under utvikling til Vanndirektivet får begge lokalitetene karakteristikken 'god økologisk tilstand' (**Tabell 13**). I dette systemet beregnes flere indekser, og den som gir dårligst resultat, karakteriserer lokaliteten (Veileder 01:2009). I dette tilfellet gjelder det for indeksen NQI1, som sammenfatter artsmangfold og arters følsomhet for forurensning. "Svært god" og "god" er tilstandsklasser hvor økologisk status for vannforekomsten betraktes å ikke avvike særlig fra naturtilstanden. For å oppnå dette må både fordelingsmønstre mellom artene og forekomst av forurensningsømfintlige arter være som i et normalt organismsamfunn.

Tabell 13. Karakterisering av økologisk tilstand ved Odderøya og utenfor Bredalsholmen basert på indekser som inngår i foreløpig klassifikasjonssystem til Vanndirektivet. Indeksverdiene for stasjonene er beregnet som middelverdier for parallellprøvene (fire prøver per stasjon). Blå = svært god økologisk tilstand, grønn = god økologisk tilstand.

	Stasjon	H'	ES100	ISI	NQI 1
Odderøya	K25	4,33	32,51	9,08	0,71
Bredalsholmen	K40	3,99	28,24	9,79	0,70

De viktigste organismegruppene på begge stasjonene var børstemark, båndmark, muslinger og slangestjerner (**Tabell 14**). Dette er alle organismer som er normalt forekommende på bløtbunn i kyst- og fjordområder. De mest markante artene var små børstemark av slektene *Prionospio* og *Heteromastus* og den røde slangestjernen *Amphiura*. De fleste artene av børstemark er svært små. Artene som hadde høye individtall på K25 er kjent for å øke i forekomst ved moderate organiske tilførsler.

Ved undersøkelsene i 1983 og 1993 ble det observert at en del av bunndyrene på K25 var svertet på overflaten. Det ble antatt at dette skyldtes sot og partikler fra industrien som forurenset hele Vesterhavnområdet (Oug mfl. 1994). Ved denne undersøkelsen ble det ikke observert sverting på bunndyrene. Trolig er dette et signal om at tilstanden har blitt bedre også med hensyn til industriforurensningene etter at det ble satt i verk strenge restriksjoner på utslippene fra industrien.

Fullstendige resultater fra bunnfaunaprøvene er vist i Vedleggstabell C2.

Tabell 14. Dominerende arter på stasjonene K25 ved Odderøya og K40 utenfor Bredalsholmen 27. mai 2008. Alle arter med tetthet > 40 individer per m² er vist.

	Individer per m ²	K25 Odderøya	K40 Bredalsholmen
CNIDARIA (nesledyr)		85	-
NEMERTINEA (båndmark)		498	63
POLYCHAETA (flerbørstemark)			
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	175		8
<i>Abyssoninoe hibernica</i>	20		75
<i>Apistobranthus tenuis</i>	108		-
<i>Levinsenia gracilis</i>	-		68
<i>Prionospio fallax</i>	1585		100
<i>Prionospio steenstrupi</i>	-		298
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	78		103
<i>Cirratulidae</i> indet	100		-
<i>Tharyx</i> sp	82		90
<i>Chaetozone setosa</i>	13		53
<i>Cossura longocirrata</i>	38		-
<i>Polyphysia crassa</i>	40		10
<i>Heteromastus filiformis</i>	480		50
Euclymeninae indet	43		3
<i>Galathowenia oculata</i>	68		-
<i>Sabellides octocirrata</i>	125		10
<i>Eclysippe vanelli</i>	70		-
<i>Mugga wahrbergi</i>	60		-
<i>Pista lornensis</i>	95		3
<i>Paramphitrite tetrabranchia</i>	40		10
<i>Terebellides stroemi</i>	10		60
GASTROPODA (snegl)			
<i>Onoba vitrea</i>	90		13
BIVALVIA (muslinger)			
<i>Nuculoma tenuis</i>	53		13
<i>Thyasira cf flexuosa</i>	50		-
<i>Mysella bidentata</i>	63		-
<i>Abra nitida</i>	-		38
<i>Corbula gibba</i>	70		10
OPHIUROIDEA (slangestjerner)			
<i>Amphiura filiformis</i>	68		5
<i>Amphiura chiajei</i>	-		133

I **Tabell 15** er resultatene sammenlignet med de tidligere undersøkelsene på lokalitetene. På stasjon K25 ved Odderøya var det en markert økning i arts- og individtallene fra basisundersøkelsen i 1983 til forundersøkelsen i 1993. I 1983 ble lokaliteten karakterisert som moderat påvirket (Rygg 1985), mens tilstanden i 1993 ble betegnet som god, men noe stimulert av organiske tilførsler (Oug mfl. 1994). I 2008 var det en ytterligere økning i arts- og individtallene. De dominerende artene i 1983 var også blant de viktigste i 2008, mens det var litt større forandringer for de dominerende artene i 1993. Disse prøvene ble imidlertid tatt fra mer sandholdig sediment (Kap 4.2.1), som normalt vil være dominert av

andre arter. Økningen i arts- og individtallene kan tyde på at lokaliteten er noe mer anriket av organiske tilførsler enn i 1993, selv om tilstanden fortsatt karakteriseres som god.

På stasjon K40 utenfor Bredalsholmen var det en markert økning i arts- og individtallene fra 1990. Flere av de vanligste artene i 1990 var fortsatt blant de dominerende, men generelt var det tydelige forandringer i artssammensetningen. Individtallene i 1990 var spesielt lave. I langtidsovervåking av kystfarvannene på Sørlandet har det vist seg at tetthetene for bunnfauna i hele kystsonen var spesielt lave i årene 1990 og 1991 (Moy mfl. 2002). Det var trolig en ettervirkning etter oppblomstringen av den giftige algen *Chrysochromulina polylepis* i 1988. Tilstanden på lokaliteten ble i 1990 karakterisert som god. I 2008 viste artssammensetningen at tilstanden fortsatt var god. Nøkernt sett var den bedre, tatt i betraktning at lokaliteten nok var påvirket av giftalgeoppblomstringen i 1990.

Tabell 15. Sammenlignende data for bløtbunnsfauna ved Odderøya og utenfor Bredalsholmen 1983-2008. Tabellen viser individtettheter for de viktigste artene (ind/ 0,4 m²), totale artstall, totale individtall og beregnede verdier for artsmangfold. Arter (taksa) som er sannsynlige synonymer mellom årene er slått sammen. Organismegrupper: b = børstemark, bm = båndmark, nd = nesledyr, s = snegl, sl = slangestjerne, m = musling

		K25 Odderøya			K40 Bredalsholmen			
		2008	1993	1983*	2008	1990		
<i>Prionospio fallax</i>	b	634	25	82	<i>Prionospio steenstrupi</i>	b	119	-
<i>Nemertinea indet</i>	bm	199	21	80	<i>Amphiura chiajei</i>	sl	53	21
<i>Heteromastus filiformis</i>	b	192	29	260	<i>Spiophanes kroeyeri</i>	b	41	3
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	b	70	62	-	<i>Prionospio fallax</i>	b	40	-
<i>Sabellides octocirrata</i>	b	50	7	-	<i>Tharyx</i> sp	b	36	9
<i>Apistobranchus tenuis</i>	b	43	-	-	<i>Abyssoninoe hibernica</i>	b	30	16
<i>Cirratulidae indet</i>	b	40	-	-	<i>Levinsenia gracilis</i>	b	27	-
<i>Pista lornensis</i>	b	38	9	-	<i>Nemertinea indet</i>	bm	25	-
<i>Onoba vitrea</i>	s	36	-	-	<i>Terebellides stroemi</i>	b	24	5
<i>Cnidaria indet</i>	nd	34	2	-	<i>Chaetozone setosa</i>	b	21	10
<i>Tharyx</i> sp	b	33	21	30	<i>Heteromastus filiformis</i>	b	20	2
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	b	31	3	-	<i>Abra nitida</i>	m	15	3
<i>Eclysippe vanelli</i>	b	28	-	-	<i>Nephtys ciliata</i>	b	14	-
<i>Corbula gibba</i>	m	28	9	-	<i>Phylo norvegica</i>	b	14	-
<i>Galathowenia oculata</i>	b	27	198	-	<i>Thyasira</i> sp	m	11	-
<i>Amphiura filiformis</i>	sl	27	8	-	<i>Glycera</i> sp	b	10	-
<i>Mysella bidentata</i>	m	25	3	-	<i>Polycirrus</i> sp	b	9	-
<i>Mugga wahrbergi</i>	b	24	-	8	<i>Polyphysia crassa</i>	b	4	12
<i>Nuculoma tenuis</i>	m	21	2	-	<i>Glycera rouxii</i>	b	3	13
<i>Thyasira cf flexuosa</i>	m	20	-	-	<i>Diplocirrus glaucus</i>	b	3	13
Antall arter		109	92	22			83	50
Antall individer (0,4 m ²)		2039	788	536			679	193
Artsmangfold H'		4,57	4,82	2,51			5,00	4,95

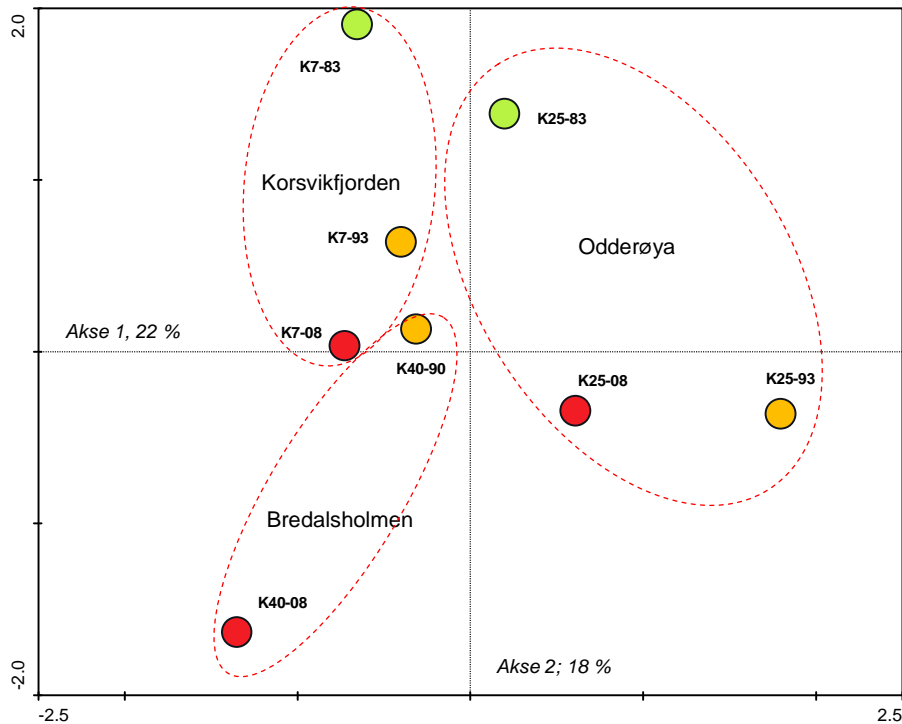
*tatt to grabbhugg, individtall omregnet til 0,4 m²

I **Figur 36** er det vist en analyse av grad av likhet i faunasammensetningen mellom stasjonene og prøvetakingsårene. I analysen er også Korsvikfjorden (stasjon K7) tatt med. Figuren viser at forandringene på hver av stasjonene over tid har vært relativt store og til dels større enn forskjellene mellom stasjonene. Det var størst likhet mellom prøvene fra Bredalsholmen i 1990 og Korsvikfjorden

i 1993 og 2008. Langs den horisontale akse (akse 1) er det et skille mellom Odderøya som ligger i høyre del av plottet og Bredalsholmen og Korsvikfjorden i venstre del. Dette indikerer at det var en generell forandring i faunaen fra ytre del av Kristiansandsfjorden og inn mot Vesterhavnområdet. Dette skillet ble tydelig påvist også ved tidligere undersøkelser og har sammenheng med den generelle tilstanden i Vesterhavn (Rygg 1985, Oug mfl. 1994).

Langs den vertikale akse (akse 2) ble prøvene lokalisert med de tidligste (1983) øverst og de siste (2008) nederst. Dette indikerer at det var forandringer i faunasammensetningen over tid som var av samme karakter på alle stasjonene. Slike endringer, som skyldes oppgang og nedgang for enkeltarter, er normale i bunnfauna og er også vist ved de tidligere undersøkelsene i Kristiansandsfjorden (Oug mfl. 1994). Mye av artsforandringene i resipientene må derfor tilskrives naturlige variasjoner i bunnfaunaen og ikke lokale forhold i de enkelte resipientene.

Undersøkelsene av bunnfauna i 2006 (Berge mfl. 2007) viste at faunaen på 20-40 m vest av Dybingen og sentralt i Vesterhavn var artsrik, men dominert av arter med høye toleranser for miljøpåvirkninger. Artstall og individtetheter var ikke like høye som på K25 i 2008. Trolig er K25 påvirket av tilstanden i Vesterhavn, men de høye arts- og individtallene kan indikere en lokal påvirkning.



Figur 36. Analyse for grad av likhet i sammensetningen av bunnfauna på stasjonene ved Odderøya, Bredalsholmen og Korsvikfjorden. I diagrammet er prøvene angitt ved punkter som plottes slik at avstanden mellom punktene representerer graden av ulikhet mellom prøvene; tett liggende punkter viser stor likhet. De tre resipientområdene er innsirklet, mens fargene angir år: grønn = basisundersøkelsen 1983, oransje = forundersøkelsene 1990/1993, rød = 2008. Analysen er utført som korrespondanseanalyse (CA) på logaritmetransformerte data, alle arter er inkludert, sannsynlige synonymmer er slått sammen.

4.3 Vurdering av resultatene

Undersøkelsen av sedimenter og bløtbunnsfauna viste at det var god tilstand i resipientene både ved Odderøya og utenfor Bredalsholmen. Ved Odderøya indikerte imidlertid innholdet av organisk materiale i bunnsedimentet og de høye arts- og individtallene for bunnfauna at resipienten var noe påvirket (stimulert) av organiske tilførsler. Påvirkningen var trolig sterkere enn i 1993 før utslippet av avløpsvann ble etablert. Dagens tilstand kan skyldes utslippet av avløpsvann, men lokaliteten ligger på overgangen mellom Vesterhavn og ytre fjord og må derfor forventes å være influert av tilstanden i Vesterhavn. Molvær mfl. (1986) viste at vannmassene i Vesterhavn står i åpen forbindelse med vannmassene i hovedfjorden og kan skiftes ut over 1-2 dager.

Ved Bredalsholmen var tilstanden god både med hensyn til sedimenter og bunnfauna. Det kan derfor ikke påvises at utslippet har noen effekter for bunnforholdene i resipienten.

5. Sammenfattende vurdering for resipientene

5.1 Odderøya

Alle delundersøkelsene indikerte at det var god tilstand i resipienten ved Odderøya, men dypområdene syntes å være noe påvirket (stimulert) av organiske tilførsler som avsettes på bunnen. I strandsonen og på grunt vann var tilstanden betydelig bedre enn ved de tidligere undersøkelsene. På bløtbunn var den organiske påvirkningen trolig noe sterkere enn tidligere.

Utslipet av avløpsvann er plassert i ytterområdet for Vesterhavn. Resipienten må derfor forventes å være påvirket av tilstanden i Vesterhavn. I de senere årene har tilstanden her blitt vesentlig forbedret, men området er fortsatt påvirket av organiske tilførsler. Rundt hele Vesterhavn og Fiskåbukta er det omfattende bebyggelse og større trafikkområder hvor det må påregnes et visst tilsig av organisk materiale i avrenningsvann. Den forbedrede vannkvaliteten i Vesterhavn var spesielt tydelig på dykkestasjonen ved Myrodden (D01), som også ble undersøkt i foreliggende undersøkelse.

I strandsonen var det stasjonene lengst inn mot Vesterhavn (D05, F36) som indikerte størst positiv endring i tilstanden. Det var også klart bedre tilstand på grunt vann (dykkestasjonen D05 Dybingen). Trolig gjenspeiler dette hovedsakelig forbedring av vannkvaliteten i Vesterhavn, men samtidig indikerer det at utslippet av avløpsvann ikke har negativ effekt for overflatevannet i resipienten. Ved plassering av utslippspunktet på 55 m dyp ble det beregnet at avløpsvannet normalt ville bli innlagret dypere enn 20 m (Molvær 1991). De foreliggende resultatene må kunne tolkes som en bekreftelse på at innlagringen fungerer tilfredsstillende. På dypere vann i resipienten indikerer resultatene at det avsettes organisk materiale (bløtbunnsstasjon K25). Dette kan komme fra utslippet, men også de dypere områdene vil være influert av tilstanden i Vesterhavn som fortsatt er preget av høyt organisk innhold i sedimentene.

Fortsatt overvåking bør omfatte de samme fagelementene som i denne undersøkelsen, kanskje med ekstra oppmerksomhet på avsetning av organisk materiale på bunnen. Det vil være en fordel å samordne overvåkingen med annen prøvetaking i Vesterhavn og Fiskåbukta for direkte sammenligning av resipienten med tilstanden i Vesterhavn.

5.2 Bredalsholmen

Alle delundersøkelsene indikerte at det var god tilstand i resipienten ved Bredalsholmen, men det var noe økt begroing med grønnalger i strandsonen og på grunt vann som kan tolkes som en svak negativ utvikling i overflatevannet. I dypområdene var det ingen tegn til avsetning av organisk materiale (bløtbunnsstasjon K40).

Resipienten ligger i et område som kan påvirket både av utstrømmende vann fra vestlige deler av Vesterhavn (Fiskåbukta) og fra elvestrømmen i Kristiansandsfjorden. Det kan derfor være flere årsaker til økt vekst av grønnalger. Undersøkelsen kan derfor ikke påvise noen negative virkninger av utslippet av avløpsvann.

Fortsatt overvåking bør omfatte de samme fagelementer som i denne undersøkelsen. Det kan være fordelaktig å avklare om resipienten påvirkes av tilførsler fra Fiskåbukta eller i elvestrømmen.

6. Litteratur

- Berge JA, Bjerkeng B, Næs K, Oug E, Ruus A. 2007. Undersøkelser av miljøtilstanden i Kristiansandsfjorden 2006. Miljøgifter i sediment og organismer og sammensetning av bløtbunnsfauna. NIVA rapport 5506-2007. 179 s.
- Green NW, Knutzen J, Åsen PA 1985. Basisundersøkelse av Kristiansandsfjorden. Delrapport 3; Gruntvannssamfunn 1982-1983. Statlig prog forurensningsovervåk 189/85 / NIVA rapport 1747.
- Molvær J. 1991. Utslipp fra Odderøya renseanlegg, Kristiansand. Vurdering av innlagring, spredning og miljøeffekter. NIVA rapport 2530. 26 s.
- Molvær J, Solheim HI, Källqvist T. 1986. Basisundersøkelse av Kristiansandsfjorden. Delrapport V: Vannutskiftning og vannkvalitet. Statlig prog. forurensningsovervåk 260/86. NIVA rapport 1993. SFT/NIVA. 78 s.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT Veiledning 97:03. Klif. 36 s.
- Moy F, Aure J, Dahl E, Green N, Johnsen T, Lømsland E, Magnusson J, Omli L, Oug E, Pedersen A, Rygg B, Walday M. 2002. Landtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Tiårsrapport 1990-1999. Statens forurensningstilsyn rapport 848/2002, TA 1883/2002. NIVA rapport 4543-2002. 136 s.
- NS 1998. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitative undersøkelser av sublitoral bløtbunnsfauna i marint miljø. Norsk standard 9423. Norsk Allmennstandardisering, NAS. Oslo. 16 s.
- NS 2002. Vannundersøkelse. Retningslinjer for marinbiologiske undersøkelser på litoral og sublitoral hardbunn. Norsk standard 9424. Norsk Allmennstandardisering, NAS. Oslo. 22 s.
- Oug E, Helland A 1995. Utslipp fra treforedlingsindustri til Kristiansandsfjorden. Rapport 2. Sedimentering av partikler og undersøkelser av bunnfauna. NIVA rapport 3255. 37 s.
- Oug E, Kroglund T 2008. Resipientovervåking i Kristiansandsfjorden. Korsvikfjorden 2008 – strandsone og bløtbunnsfauna. NIVA rapport 5711-2008. 29 s.
- Oug E, Moy F 1991. Overvåking av Kristiansandsfjorden 1990. Hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna ved Bredalsholmen og i Fiskåbukta. NIVA rapport 2651. 40 s.
- Oug E, Jacobsen T, Moy F 1994. Overvåking av Kristiansandsfjorden 1992-93. Hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna ved Odderøya, i Vesterhavn og i Korsvikfjorden. NIVA rapport 3075. 56 s.
- Rygg B 1985. Basisundersøkelse av Kristiansandsfjorden. Delrapport 1. Bløtbunnfaunaundersøkelser 1983. Statlig prog forurensningsovervåk 176/85 / NIVA rapport 1711.
- Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanddirektivet. Internett: www.vannportalen.no
- Åsen PA. 2005. Marin benthosalgvegetasjon i Vest-Agder. Artslister 1976. Natur i Sør. Agder Naturmuseums rapportserie 2005-1.
- Åsen PA. 2006a. Marin benthosalgvegetasjon i Vest-Agder (Hydra – Kristiansand) 2005. Oppdykking av 11 stasjoner fra 1976-1988 med spesiell referanse til sukkertare (*Laminaria saccharina*). Natur i Sør. Agder Naturmuseums rapportserie 2006-1.
- Åsen PA. 2006b. Utviklingen av marin benthosalgvegetasjon i Vest-Agder 1976-2005 med spesiell referanse til sukkertare (*Laminaria saccharina*). Natur i Sør. Agder Naturmuseums rapportserie 2006-2.

Vedlegg A. Strandsone

Vedleggstabell A1. Oversikt over prøvetakingslokaliteter (hardbunnstasjoner) som inngikk i programmet for overvåking av resipienter i Kristiansandsfjorden i 2008-2009.

Resipient/ område	Strandsone	Dykker-transekt	Tidligere undersøkt	Kommentar
Korsvikfjorden	2008:	2009:	82/83, 92/93	
	F09	D09 (25m)	82/83, 92/93	
	F10		82/83, 92/93	
	F11		82/83, 92/93	
	D09			
Odderøya	2009:	2009:	82/83, 92/93	
	F36	D05 (26m)	82/83, 92/93	
	F37		82/83, 92/93	
	F22		82/83, 92/93	
	D05			
Bredalsholmen	2009:	2009:	82/83	
	F20	D11 (20m)	82/83	
	D11		82/83	
	F17			
Referansestasjoner ²⁾	2008, 2009:	-	-	
	F41			
	F42			
	D10b			
	F43			
Vesterhavn/ Fiskåbukta	(planlagt i den videre oppfølgingen)	2009: D01 (16-18m)	1990	
Østerhavn/ Otraledningen			92/93	

Vedleggstabell A2. Hardbunnsstasjoner undersøkt i 2008 og 2009. Undersøkelsen i 2008 ble gjennomført 8. og 9. september. I 2009 ble dykkerundersøkelsene gjennomført 29. juni, strandsoneundersøkelsene 1. juli og videotransekter 2. juli.

Stasjon	Nordlig	Østlig	2008	2009
DYKK-/STRANDSONE-STASJONER				
D01 Myrodden	58.7.998	7.58.330		Dykk + Video
D02 Lagmannsholmen	58.8.374	7.59.419		Video
D03 Silokaia	58.8.120	7.59.929		Video
D04 Svensholmen	58.7.517	7.59.212		Video
D05 Dybingen	58.8.667	7.59.714		Dykk + strandsone + video
D06 Bragdøya	58.6.951	8.00.506		Video
D07 Gleodden/Bertesbukta	58.8.660	8.02.107	Video	Video
D08 Sjursøya	58.7.954	8.02.700		Video
D09 Valvika	58.7.938	8.03.984	Strandsone + video	Dykk
D10 Dvergsøya (ref.)	58.6.401	8.03.804		Video
D10b Dvergsøya (ref.)	58.6.340	8.03.797	Strandsone + video	Strandsone + video
D11 Andholmen, Andøya	58.6.564	7.59.957	Strandsone	Dykk + strandsone + video
D12 Flekkholmen	58.5.720	8.00.223		Video
F09 Rosenlund vest	58.8.238	8.03.460	Strandsone	Video
F10 Korsvik	58.8.497	8.04.366	Strandsone	Video
F11 Dvergsnes vest	58.7.448	8.03.586	Strandsone	Video
F14 Indre Kalvøya	58.5.983	8.05.973		Strandsone
F17 Skjede	58.6.210	8.00.703		Strandsone
F20 Bragdøya				Strandsone
F22 Dybingen sør	58.7.535	8.00.232		Strandsone
F28 Auglandsbukta	58.7.142	7.57.935		Video
F36 Odderøya fyr	58.7.866	8.00.170		Strandsone
F37 Odderøya sør	58.7.827	8.00.714		Strandsone
F41 Herøya	58.6.871	8.05.061		Video
F41b Herøya (ref.)	58.6.860	8.05.187	Strandsone + video	Strandsone + video
F42 Kalvøya indre (ref.)	58.6.083	8.06.111	Strandsone	Strandsone + video
F43 Flekkerøy1 (ref.)	58.4.803	8.01.813	Strandsone	Strandsone
F44 Fidjekilen indre	58.7.736	8.05.000	Video	
F45 Fidje midtre	58.7.356	8.04.640	Video	
F46 Fidje ytre	58.7.436	8.04.257	Video	

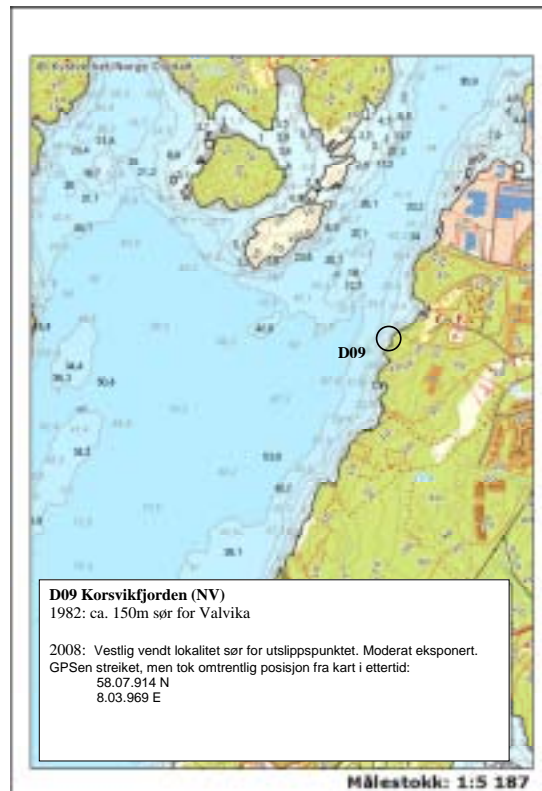
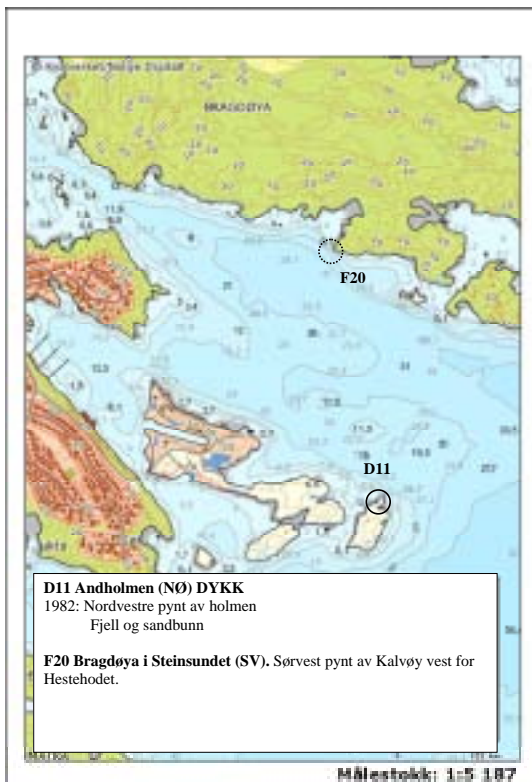
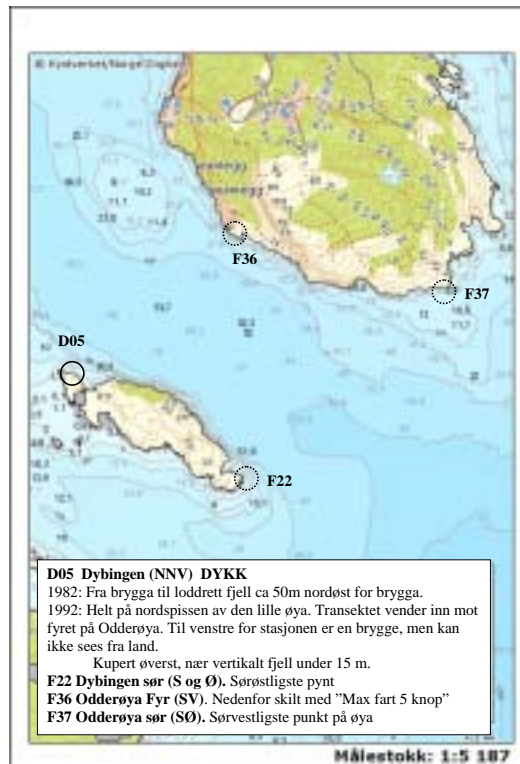
Vedleggstabell A3. Alle arter registrert i strandsonen i Kristiansandsfjorden 2008 og 2009.

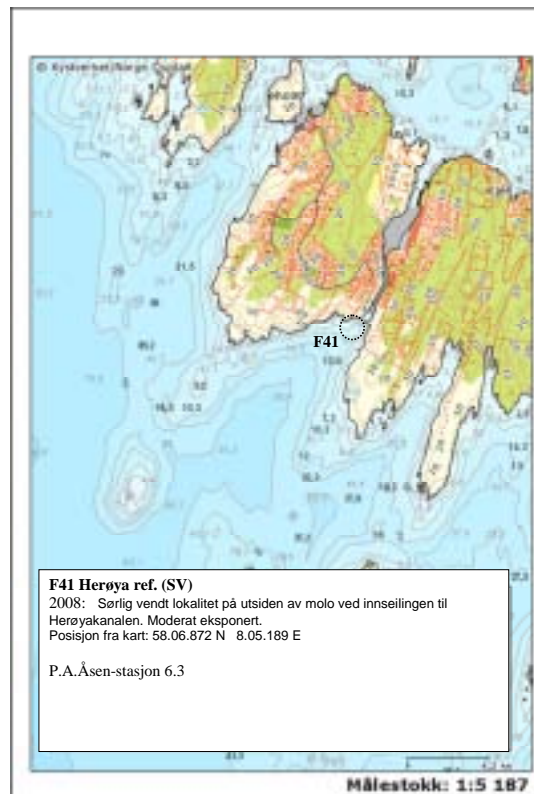
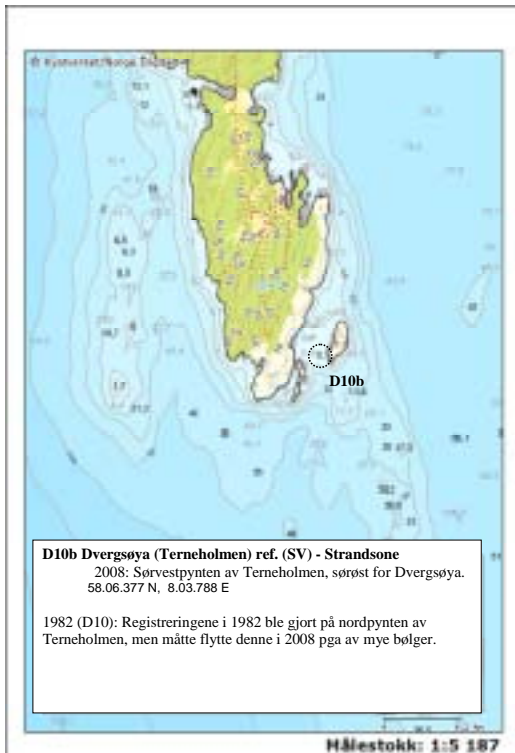
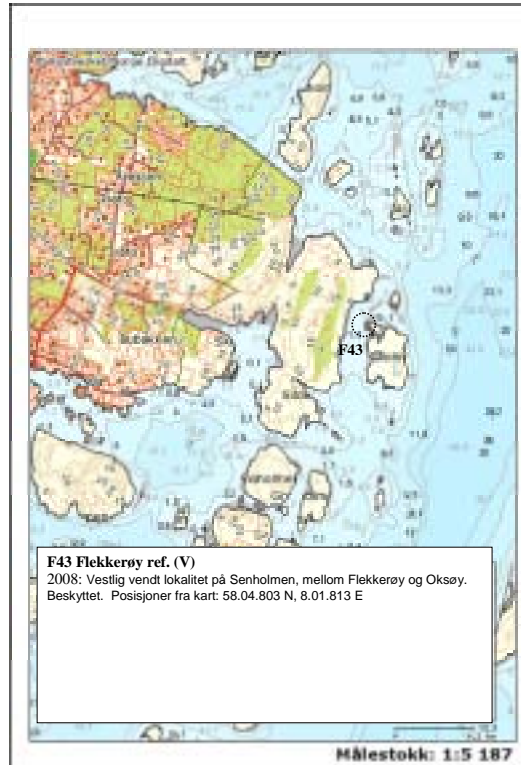
Stasjonsnavn	Odderøya				Bredalsholmen			Referansestasjoner												
	Dybingen	Odderøya fyr	Odderøya sør	Dybingen sør	Bragdøya	Andøya	Skjede	Herøya		I. Kalvøya		Flekkerøy		Dvergøya						
	D05	KR36	KR37	KR22	KR20	D11	KR17	KR41	08	09	KR42	08	09	KR43	08	09	D10b	08	09	
Rødalger																				
Ahnfeltia plicata	d	d	v	s	v	v	s		s	s	s	d	s							
Audouiniella sp.	s												e							
Bonnemaisonia hamifera: sporp.	s										s						d	v		
Callithamnieae indet		s																		
Ceramium rubrum (nodulosum)	v	s	d	d	v	s	d	v	s	v	s	v	d	v	d	v	d			
Ceramium strictum-gr		s	*				v						s						s	
Chondrus crispus	s			e	e	s		s	s	v	s	s	v							
Corallina officinalis	e																v	v-d		
Corallinaceae skorpeformet	s	s	s		v	s	s	s	d	v	v	d	v	d	v	d	v			
Cystoclonium purpureum				e					s		s									s
Dumontia contorta	s	s	v	v	e	s	s	s			e		s				s	s		s
Furcellaria lumbricalis				e				v	s	v	s	s	e-s							s
Hildenbrandia rubra	d	d	d		d	d	d		d	d	v	d	d	d	d	d				
Osmundia pinnatifida													s							
Mastocarpus stellata										v	s	*					s			
Membranoptera alata						e					s		e							
Palmaria palmata						s		s	s-v	e	s									
Phyllophora pseudoceranioides	s				e	s					s	v								
Plumaria elegans									s	e	s									
Polyides rotundus													e							
Polysiphonia brodiaei	s	s					s	d			s						d	s		
Polysiphonia elongata																	*			s
Polysiphonia fucoides (=nig.)	s	v-d	d	d			d	*	v		s	*	s	*	s	*	v			
Polysiphonia sp.								*				v					*			
Polysiphonia stricta (=urc.)	s					e-s	s		s		s									s
Polysiphonia fibrillosa (viol.)	s	0,5					*		*											
Porphyra umbilicalis			e	e					s		s									
Rhodomela confervoides		s						s												
Brunalger																				
Ascophyllum nodosum												v	v							
Brunt på fjell													d							
Chorda filum					s	s	v	e				s	v				e			
Chordaria flagelliformis	s	s	s		e		s	s	s								s			
Desmarestia viridis	s		s						s											
Dictyosiphon foeniculaceus			s										s							
Ectocarpus sp.	s-v	s		*	s	s			s	s	s	s	s							
Elachista fucicola	v-d	s		*	v	v-d		s	v	s	v		v							
Fucus serratus	d				d	d		d	d	d	d	d	d	d	d	d				
Fucus vesiculosus	v	s			v	d		s	s	d		s	v							
Halidrys siliquosa													s				d	d		
Laminaria digitata								s		d	s						v			
Laminaria hyperborea	v	e			s	s	s		v		d		s							s
Leathesia difformis		e																		s
Pilayella littoralis	s-v				s	v					s		s							
Ralfsia verrucosa																	s			
Sargassum muticum													s							
Spermatochneus paradoxus																				s
Sphacelaria cirrosa	s										*	*								
Sphacelaria sp.													s				s	v		
Spongonema tomentosum				*		s					s									

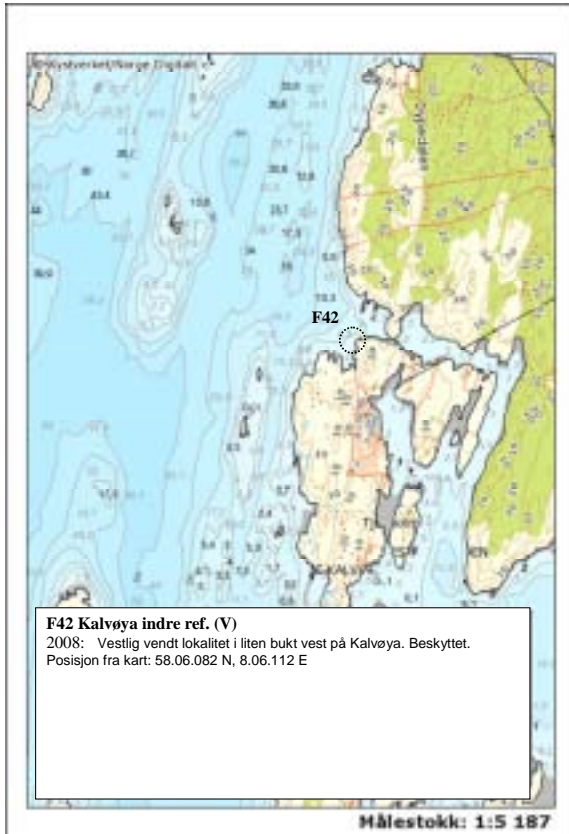
Vedleggstabell A3 forts.

Stasjonsnavn	Odderøya				Bredalsholmen			Referansestasjoner											
	Dybingen	Odderøya fyr	Odderøya sør	Dybingen sør	Bragdøya	Andøya	Skjede	Herøya		I. Kalvøya		Flekkerøy		Dvergsøy					
	D05	KR36	KR37	KR22	KR20	D11	KR17	KR41	08	09	KR42	08	09	KR43	08	09	D10b	08	09
Rødalger																			
Grønnalger																			
Chaetomorpha melagonium	s	s		v	s	s	s	s		e	s			s			s	s	
Chaetomorpha sp.														s					
Cladophora albida	*	*	*																
Cladophora rupestris						s		v	v	v	v			s			s	s	
Cladophora sp.	s-v	s	s	s		s	s				s			s				s	
Enteromorpha intestinalis	s	s	s	s		v	s	s	v	s	s			s					
Spongomorpha sp.	s	s	s	v		s	v	s						*			s	s	
Ulva lactuca	s	s			e	s		s	s	s	s			e				s	
Andre grupper																			
epifyttiske diatomeer							v												
Marebek								d		v				s	s		d		
Fjæredyr																			
Actinia sp.	e										s								
Alcyonidium hirsutum	v	e			s-v	s-v					s								
Asterias rubens	e					e			s		e			s				s	
Asterias rubens, juvenile											s-v								
Balanus balanoides	s-v	d	v	v-d	e-s	e-s	s		v-d		s			s				d	
Balanus sp.							s	s		s							d		
Bryozoa indet.																		s	
Bryozoa indet. skorp.				s	s	s													
Carcinus maenas														e	e				
Cerastoderma edule									d										
Clava spp.					e	e-s									s				
Dynamena pumila	v	s			s	s		s		v	s			v					
Electra pilosa										s	s							s	
Flustra foliacea								v		v								s	
Halichondria panicea										*	s-v			s				v	
Laomedea sp.		s				e	s				s								
Littorina littorea					e					s	s			s	s				
Littorina obtusata															e				
Littorina saxatilis											s								
Membranipora membranacea					s	s		d	v	d	s			s	s		v	s	
Mytilus edulis	s			v	v	v								s	v				
Mytilus edulis juv.	s	v-d	v				v											v	
Patella vulgata											s							s	
Porifera indet.											e								
Spirorbis sp.							s							s					

Detaljkart over plassering av alle hardbunnsstasjoner (strandsone og dykk)







Vertikalutbredelse for gruntvannsorganismer

Observatør **JKG**
 Skriver **MOY**

Tegnforklaring: - Enkeltpynn --- Spredt === Vanlig *** Dominerende

KRISTIANSANDESFJORDEN 2009

Sted: D11, ANDHOLMEN Dato: 29.06.2009 Nederste dyp: 26 DYKK: Start: Sluttt:

Helling: Langgrunt 1- 6m 45 80 bratt vegg/bratt vegg/bratt vegg/bratt vegg

Sted: Slett kruter Sjøkk kruter

TAXA	Dyp:	<1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	>30			
Alger %-dekke			100	100	100	100		100			95	90	80							60	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***				
Sediment: unclassified																																					
Corallimacea indet.		---	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***				
Brunt på fjell - mørkt		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
Cruoria pellita		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
Pterothamnion plumula																																					
Phyllophora sp.																																					
Heterosiphonia japonica									---	---	---	---	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***			
Brongiartella byssoides									---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
Spirulina sp.																																					
Delesseria sanguinea																																					
Phycodryd rubens																																					
Rhodomela confervoides																																					
diatome-kjede på fjell																																					
Pterosiphonia parasittica																																					
Desmarestia viridis																																					
Corallina officinalis																																					
Laminaria saccharina																																					
Polysiphonia urceolata																																					
Lomentaria clavellosa																																					
Laminaria sp. kimplanter																																					
Phyllophora truncata																																					
Odonthalia dentata																																					
Bonnemaisonia asparagoides: gamet.																																					
Laminaria hyperborea																																					
Phyllophora pseudoceranoides																																					
Dilsea carnosia																																					
Cystoclonium purpureum																																					
Desmarestia aculeata																																					
Polyides rotundus																																					
Chondrus crispus																																					
Ectocarpus sp.																																					
Ectocarpus fasciculatus																																					
Bonnemaisonia hamifera: sporp.																																					
Palmaria palmata																																					
Ulva lactuca																																					
Plumaria elegans																																					
Chaetomorpha melagonium																																					
Bryopsis hypnoides																																					
Ceramium rubrum																																					
Membranoptera alata																																					
Cladophora cf. albida																																					
Cladophora rupestris																																					
Fucus serratus																																					
Elachista fucicola																																					
Ahnfeltia plicata																																					
Fucus vesiculosus																																					
Pilayella littoralis																																					
Hildenbrandia rubra																																					
Enteromorpha sp.																																					
Asciacea indet.																																					
Hydroida indet.																																					
Flustra/Securiflustra grp																																					
Porania pulvillus																																					
Halichondria panicea																																					

Vedlegg C. Bløtbunnsfauna

Vedleggstabell C1. Prøvetaking av bunnfauna og sedimenter i Kristiansandsfjorden 27. mai 2008: koordinater, dyp, bunnsedimenter, prøvetakingsprogram og år for tidligere innsamling. Koordinater referert til WGS 84. Prøvetaking med van Veen grabb, tung type (APN-form) og lett (KC-Danmark) type. Kjerneprøver ble tatt med Gemini-corer for undersøkelse av foraminiferer (ikke rapportert i dette prosjektet).

Stasj.		Koordinater	Dyp (m)	Prøver	Sediment	Tidligere innsamlet
K 7	Korsvik-fjorden	58° 07,752 8° 03,393	72	4 vV (tung) (sed fra repl II), 4 kjerner	Grå til lysbrun leire med brunlig topplag med litt rødskjær. Spredte orangerfargede flekker på overflaten. Overflatefarge 5Y 4/2 (repl III). Ingen lukt. Fulle grabber (volum 18 liter)	1977, 1983, 1993
K 16	Fiskåbukta	58° 07,061 7° 58,227	17	4 vV (tung) (sed fra repl II), 4 kjerner	Mørk grå silt og leire med 0,5-1 cm gråbrunt topplag. Overflatefarge 2.5 Y 4/2 (repl.I). Ingen lukt. Fulle grabber (18 liter).	1983, 1990
K 24	KMV-tomta	58° 08,455 7° 59,026	23	4 vV (tung) (sed fra repl I), 5 kjerner	Veldig mørk grå silt og leire, svartaktig nedover, ca 1 cm gråbrunt topplag. Overflatefarge 2.5 Y 4/2 (repl I). Klebrig sediment. Dårlig lukt, men ikke H ₂ S. Delvis fulle grabber (13, 13,5, 14, 15 liter).	1983
K 25	Odderøya	58° 07,772 7° 59,839	65	4 vV (tung) (sed fra repl I), 4 kjerner	Mørk grå silt og leire med en del sand, med ca 1 cm olivenfarget topplag. Overflatefarge 5 Y 4/2 (repl I). Fulle grabber (18, 17, 16, 16 liter).	1983, 1993
K 31	Østerhavn	58° 08,040 8° 01,379	162	4 vV (tung I, II, IV, lett III) (sed fra repl III), 3 kjerner	Grå silt og leire med brunlig topplag. Overflatefarge 5Y 4/3 (repl III). Ingen lukt. Planterester (krypsiv) i grabbkjeft og på grabbarmer. Fulle grabber med tung vV (volum 18 liter), forsøkt lett vV og fikk ett hugg (repl III, 16 liter), men flere bomskudd.	1983, 1993
K 40	Bredals-holmen	58° 06,519 8° 00,340	62	4 vV (tung) (sed fra repl I), 4 kjerner	Grå silt og leire med 0,5-1 cm brunlig olivenfarget topplag. Spredte orangerfargede flekker på overflaten. Overflatefarge 5Y 4/3 (repl I). Ingen lukt. Fulle grabber (volum 17,5-18 liter).	1990
K42	Otra-ledningen	58° 08,443 8° 00,709	62	2 vV (tung), (sed fra repl I)	Mørk grå sandig silt med mye planterester. Flekkvis bakterievekst (Beggiatoa) på overflate. Overflatefarge 2.5 Y 3/1. Lukt av H ₂ S, moderat lukt (++) i repl II. Sterk klogging i sikt ved prøvevasking. Fulle grabber (18 liter).	1993

Vedleggstabell C2. Fullstendige resultater for prøver av bunnfauna ved Odderøya (st. K25) og Bredalsholmen (st. K40) 27. mai 2008. Tallene angir antall individer i prøvene.

	Stasjon Replikat	Odderøya				Bredalsholmen		K40	
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
HYDROZOA	Hydrozoa indet	8	3	15	8				
ANTHOZOA	Pennatula phosphorea					3		1	
NEMERTINEA	Nemertinea indet	51	40	43	65	9	2	9	5
POLYCHAETA	Paramphinome jeffreysii	34	10	11	15	1		1	1
	Aphrodita aculeata	2	2	2	5			1	
	Gattyana cirrosa	2	1	2	1				
	Harmothoe sp					1			
	Eteone sp					1			
	Eumida bahusiensis								1
	Phyllodoce cf. rosea							1	
	Phyllodoce mucosa							1	
	Phyllodoce rosea		2						
	Sige fusigera								1
	Pholoe baltica	2	4	2	3				
	Pholoe pallida				1				
	Pholoe sp					2		2	1
	Ophiodromus flexuosus	1	1	2				1	
	Podarkeopsis helgolandica		2						
	Glyphohesione kiatti	1							
	Nephtys ciliata							8	6
	Nephtys incisa	1	2	5		7			
	Glycera alba	4	3	2	5				
	Glycera capitata		1						
	Glycera lapidum	4							
	Glycera rouxii		1	4	4	2		1	
	Glycera sp					2		3	5
	Glycinde nordmanni		1			1			
	Goniada maculata	1	1	2	1	1		2	
	Abyssoninoe hibernica	2	5		1				
	Lumbrineridae indet					10	1	5	14
	Phylo norvegica					3		4	7
	Apistobranchnus tenuis	6	2	10	25				
	Levinsenia gracilis					10	1	11	5
	Paradoneis lyra	1			1				
	Polydora cf. caeca			1					
	Prionospio cf. fallax		1						
	Prionospio fallax	203	170	97	164	18		8	14
	Prionospio multibranchiata	2			1	1		2	
	Prionospio sp								5
	Prionospio steenstrupi					37		41	41
	Pseudopolydora paucibranchiata		4	1					
	Pseudopolydora sp							1	3
	Scolecopsis korsuni	5	3	4	2				
	Scolecopsis sp					1		6	
	Spiophanes bombyx	1							
	Spiophanes kroeyeri	8	15	1	7	21		7	13
	Magelona minuta					1		2	2
	Aphelochaeta sp			1	1				
	Chaetozone setosa	2		1	2	12		4	5
	Cirratulidae indet	21	3	8	8				
	Cirratulus sp								1
	Macrochaeta clavicornis				1				
	Macrochaeta polyonyx				1				
	Macrochaeta sp								1
	Tharyx sp	14	2	2	15	18		7	11
	Cossura longocirrata	6		2	7				
	Diplocirrus glaucus		1		1	1		1	1
	Polyphysia crassa	3	2	7	4	1	2	1	
	Scalibregma inflatum	2	1		3				
	Ophelina acuminata				1				
	Ophelina modesta							1	
	Ophelina sp							4	
	Heteromastus filiformis	97	13	22	60	8		3	9
	Notomastus sp							1	
	Euclymene sp								1
	Euclymeninae indet	4	5	3	5				
	Praxillella affinis					1	1	4	2
	Praxillella sp		2						
	Rhodine gracilior	3	1	3	3				
	Rhodine loveni					1			
	Galathowenia oculata	16	3	3	5				

Vedleggstabell C2 fortst.

		Stasjon Replik	Odderøya		K25		Bredalsholmen		K40		
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	
POLYCHAETA	Mugga wahrbergi		1	1	5	17					
	Sabellides octocirrata		12	12	13	13	3			1	
	Samytha sexcirrata				2	3					
	Sosane sulcata		1			1					
	Sosanopsis wireni		2	5	5	2					
	Lysilla loveni		1								
	Paramphitrite tetrabranchiata		5		6	5	2	1	1		
	Phisidia aurea		2	1							
	Pista cristata				1			1			
	Pista lornensis		8	5	13	12					
	Polycirrus plumosus		2	2		1					
	Polycirrus sp						3		2	4	
	Scionella lornensis								1		
	Streblosoma bairdi		3		1						
	Terebellides stroemi				1	3	10		10	4	
	Trichobranchus roseus			2	2						
	Chone sp			1	3	3					
	Euchone sp		1				1				
	Sabellidae indet		1				1				
	PROSOBRANCHIA	Hyalia vitrea						1		4	
		Onoba vitrea		6	21		9				
Trophonopsis sp					1						
Thesbia nana							1				
CAENOGASTROPODA	Caenogastropoda indet							1			
OPISTHOBANCHIA	Acteon tornatilis		2	6	2	1					
	Cylichna alba		2	2	2	3					
	Cylichna cylindracea		1			1					
	Cylichna sp						1				
CAUDOFOVEATA	Caudofoveata indet		1			1		2			
BIVALVIA	Bivalvia indet								1		
	Ennucula tenuis						3			2	
	Nucula sulcata						1	1	3	4	
	Nuculoma tenuis		4	9	4	4					
	Menicula ferruginosa								1		
	Thyasira cf. equalis		9	3							
	Thyasira cf. flexuosa			2		18					
	Thyasira flexuosa			2	7						
	Thyasira sp			1	2	4	8		2	1	
	Kurtiella bidentata						1				
	Montacuta cf. ferruginosa		2								
	Montacuta cf. tenella		2								
	Mysella bidentata		21	2		2					
	Tellimya tenella						3		5		
	Cerastoderma exiguum				1						
	Parvicardium minimum						1		2		
	Abra nitida						5		3	7	
	Arctica islandica				1						
	Mysia undata					2					
	Corbula gibba		4	4	10	10	3		1		
	Thracia cf. villosiuscula				1						
Cuspidaria obesa					3						
Dentalium entale			2								
Philomedes globosus				1	1						
CUMACEA	Eudorella cf. hirsuta									1	
	Eudorella cf. truncatula			1		1			1		
	Diastylodes sp						1				
AMPHIPODA	Ampelisca cf. macrocephala								1		
	Ampelisca tenuicornis			4	1	4					
	Leucothoe imparicornis		1								
	Westwoodilla caecula			5	1	2					
Harpinia sp									3		
Caprella sp				1							
DECAPODA	Decapod juvenil								1		
	Caridea indet					1					
	Pagurus bernhardus				1						
SIPUNCULIDA	Golfingia sp		1				1		2		
	Phascolosoma sp							1			
PRIAPULIDA	Priapulid caudatus		1								
ASTEROIDEA	Asterias sp								1	1	
OPHIUROIDEA	Ophiurida indet						1		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