

Undersøkelse av sjøområdene i Arendal kommune, 2005 - 2007

Tilstanden i havneområdene og ved
utslippsstedene for kommunalt avløpsvann



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

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

Vestlandsavdelingen

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 23 24 95

NIVA Midt-Norge

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

Tittel Undersøkelse av sjøområdene i Arendal kommune, 2005-2007. Tilstanden i havneområdene og ved utslippsstedene for kommunalt avløpsvann.	Løpenr. (for bestilling) 5584-2008	Dato 16.4.2008
	Prosjektnr. Undemr. O-25157	Sider Pris 76
Forfatter(e) Tone Kroglund Eivind Oug Hans Christer Nilsson	Fagområde Marin eutrofi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Arendal kommune	Oppdragsreferanse 010976/05
-------------------------------------	--------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>På oppdrag fra Arendal kommune har NIVA gjennomført undersøkelser for å dokumentere miljøtilstanden i havnebassenget og deler av Tromøysund hvor det går mye kommunalt avløpsvann i overløp. Undersøkelsene har også omfattet oppfølgende overvåking av tilstanden ved tidligere og nåværende utslippspunkter i Flosta/Kilsund, Narestø og Utnes/Ærøybassenget. Undersøkelser av alger og dyr på grunt vann (22 stasjoner), bløtbunnsfauna (3 stasjoner) og av sedimentprofiler (25 stasjoner) ble gjennomført i 2005-2007. Tilstanden på grunt vann i havnebassenget var dårlig med fattig artsutvalg og stort innslag av forurensningstolerante arter. I bynære områder av Tromøysund var tilstanden bedre, men alle de undersøkte lokalitetene hadde stort innslag av trådformete hurtigvoksende alger. SPI- fotografering av bunnsedimentene viste <i>mindre god</i> eller <i>dårlig tilstand</i> i de samme områdene. Områdene ved Flosta og Kilsund hadde generelt <i>god tilstand</i>, men resultatene tydet også på næringsanrikning i strandsonen og <i>mindre god tilstand</i> i bunnområdene ved enkelte stasjoner. Ved Narestø var tilstanden god både i strandsonen og i bunnområdene, og resultatene samsvarer godt med tidligere undersøkelser. Ved Utnes viste undersøkelsene av bløtbunnsfauna at tilstanden ved det gamle utslippsstedet var ytterligere forbedret siden forrige undersøkelse i 2001 og nå kan karakteriseres som <i>god</i> i hele bassenget. Ved nåværende hovedutslippssted ved Ærøy var tilstanden <i>meget god</i> i bunnområdene.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Miljøtilstand Hardbunn (strandsonen) Bløtbunnsfauna Sedimentprofil (SPI) 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Quality status Rocky shore, littoral zone Soft bottom fauna Sediment profile images (SPI)
--	---



Tone Kroglund
Prosjektleder



Mats Waldøy
Forskningsleder



Jarle Nygard
Fag- og markedsdirektør

Miljøstatus Arendal

Undersøkelse av sjøområdene i Arendal kommune 2005-2007

Tilstanden i havneområdene og ved utslippsstedene for
kommunalt avløpsvann

Forord

Denne undersøkelsen er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) på oppdrag fra Arendal kommune i henhold til programforslag for perioden 2005-2007, datert 22. mars 2005. Rammene for undersøkelsesprogrammet ble fastlagt på møte mellom Arendal kommune og NIVA den 11. februar 2005.

Undersøkelsen inngår som et ledd i overvåkingen av vannkvalitet i Arendal kommune, som har som mål å karakterisere miljøtilstanden i sjøområdene, gi grunnlag for tiltak mot forurensninger og dokumentere forbedringer. Undersøkelsene i 2005-2007 har omfattet undersøkelser i havnebassenget, deler av Tromøysund, Narestø, Kilsund og Utnes.

Tone Kroglund har vært ansvarlig for hardbunnsundersøkelsene og har stått for rapportering av resultatene. Feltarbeidet ble utført av Frithjof Moy og Tone Kroglund i 2005, 2006 og 2007.

Eivind Oug har vært ansvarlig for bløtbunnsundersøkelsene og rapportering av resultatene, mens prøvetakingen ble foretatt av Jarle Håvardstun i 2005. Prøvene ble sortert av Jarle Håvardstun, og identifisering ble foretatt av Brage Rygg og Eivind Oug. Ved feltarbeidet ble fartøyet M/S "Risøy" benyttet. Kornfordelingsanalyser er utført av Geogruppen i Tromsø.

Fotografering av sedimentprofiler og vurdering av disse resultatene er utført av Hans Christer Nilsson.

Tone Kroglund har vært prosjektansvarlig hos NIVA.

Takk til alle for godt samarbeid!

Grimstad, 16. april 2008

Tone Kroglund

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	8
1.1 Bakgrunn og formål	8
1.2 Undersøkelsestyper	8
1.3 Områdebeskrivelser	9
1.4 Tidligere undersøkelser	11
2. Undersøkelse av gruntvannssamfunn	12
2.1 Stasjonsvalg og metodikk	12
2.2 Resultater	15
2.2.1 Havnebassenget	15
2.2.2 Tromøysund	21
2.2.3 Fløsta/Kilsund	25
2.2.4 Narestø	28
2.2.5 Artsutvalg, antall arter og fordeling mellom algegrupper	33
2.2.6 Utvikling over tid på stasjonene	37
2.3 Vurderinger	40
3. Bløtbunnsfauna	41
3.1 Stasjonsvalg og metodikk	41
3.1.1 Valg av prøvetakingslokaliteter	41
3.1.2 Prøvetaking	42
3.1.3 Analyser	42
3.1.4 Bedømming av miljøtilstand	42
3.2 Resultater	43
3.2.1 Prøvetaking	43
3.2.2 Bunnsedimenter	44
3.2.3 Bunnfauna	46
3.3 Vurdering av resultatene	50
4. Sedimentprofilografering (SPI)	51
4.1 Metodikk og stasjonsvalg	51
4.1.1 Metodikk	51
4.1.2 Feltarbeid og stasjonsvalg	52
4.2 Resultater	53
5. Referanser	58
Vedlegg A. Gruntvannssamfunn	61
Vedlegg B. Bløtbunnsfauna	70
Vedlegg C. Sedimentprofil-bilder (SPI)	75

Sammendrag

Rapporten inngår som et ledd i de løpende miljøundersøkelsene av Arendal kommunes sjøområder. Overvåkingen startet tidlig på 1980-tallet i forbindelse med oppbyggingen av kommunens hovedrenseanlegg på Utnes, og har siden 1990-tallet omfattet de fleste sjøområdene i kommunen. Undersøkelsene skal beskrive tilstand, være veiledende for tiltak og gi grunnlag for overvåking av effektene av tiltak.

For programperioden 2005-2007 har hovedfokus vært å dokumentere tilstanden i havneområdet og vestre del av Tromøysund hvor det i perioder går mye kommunalt avløpsvann i overløp. Deler av dette området skal saneres ferdig i løpet av de neste årene. Det var også et ønske å følge opp tidligere undersøkelser i Narestø og Kilsund, og ved utslippsstedet for renseanlegg på Utnes.

Undersøkellesprogrammet for 2005-2007 har hatt som formål å:

- beskrive dagens tilstand for gruntvannssamfunnet nær kjente overløp i havnebassenget og vestre deler av Tromøysund
- gi en oppdatering av tilstanden i Flosta/Kilsund, Narestø og Utnes/Ærøybassenget
- dokumentere eventuelle forbedringer som følge av saneringer i avløpsnett
- danne basis for senere undersøkelser

Gruntvannssamfunn

Det ble gjennomført undersøkelser av gruntvannssamfunn (fastsittende alger og dyr på hardbunn i strandsonen) på til sammen 22 lokaliteter (stasjoner):

- Havnebassenget: 6 stasjoner nær kommunale overløp i Strømsbubukt, Kittelsbukt og Barbu
- Tromøysund: 6 stasjoner nær kommunale overløp i vestre deler av sundet
- Flosta/Kilsund: 3 stasjoner som alle er undersøkt tidligere
- Narestø: 7 stasjoner som alle er undersøkt tidligere

Alle undersøkelsene ble gjennomført med standard metodikk (NS9424:2002). Samtidig ble det tatt video og bilder fra alle stasjonene. Undersøkelsene i havnebassenget, Tromøysund og Flosta/Kilsund ble gjennomført i både 2005 og 2006. I Narestø ble undersøkelsene gjennomført i 2007.

Det ble registrert flest arter i de ytre områdene ved Flosta og Narestø, mens havnebassenget ikke overraskende hadde færrest arter. Det var til dels stor forskjell i antall registrerte arter mellom 2005 og 2006 på flere av stasjonene.

Undersøkelsene viste at det var dårlig tilstand i havnebassenget (Strømsbubukt, Kittelsbukt og Barbu). Artstallet var lavt, artsutvalget var preget av forurensningstolerante arter og flerårig tang var overgrodd av hurtigvoksende trådformete alger. Mye avløpsvann går fremdeles i overløp i havnebassenget og de undersøkte stasjonene er preget av dette. I Kittelsbukt har det vært en svak negativ utvikling siden 1993 med økning i mengden hurtigvoksende alger og nedgang i både antall arter og mengden flerårige arter.

Stasjonene i bynære områder av Tromøysund (Fluet, Styrsvika, Songekilen) hadde også mye hurtigvoksende alger, spesielt i Styrsvika der det var store mengder trådformete grønn- og brunalger. Resultatene viser at deler av Tromøysund har næringsrike forhold som favoriserer hurtigvoksende arter. Mengden hurtigvoksende alger i Songekilen har økt noe siden 1993 og det har vært stor variasjon i antall arter på stasjonen.

Stasjonene ved Flosta/Kilsund hadde høyere artstall enn havnebassenget og Tromøysund, men var også preget av mange hurtigvoksende alger på tang og stein. Ved Store Klokkøy har det vært en økning i antall arter og i mengden flerårige arter fra 1993 til 2005, og stasjonen viser således en positiv utvikling. Det har ikke vært tilsvarende endringer på de to andre stasjonene i området.

Narestø hadde et annet artsutvalg enn de indre havneområdene og var preget av mange typiske arter fra ytre kyst. Det var også betydelig mindre begroing av hurtigvoksende alger på disse stasjonene. Sammenlignet med tidligere undersøkelser ved Narestø har det vært en positiv utvikling i stasjonen nærmest utslippspunktet. På de øvrige stasjonene har det vært en nedgang i hurtigvoksende arter, men ellers ikke sporbare endringer.

Bløtbunnsfauna

Prøver av bunnsedimenter og bløtbunnsfauna ble tatt på tre stasjoner i Utnes/Ærøy-området:

- Ved det tidligere utslippstedet i Utnesbassenget
- Ved nåværende utslippsted ved Ærøy og
- På størstedypet i Ærøydypet

Alle stasjonene er tidligere undersøkt. Prøvene ble tatt med standard bløtbunnsmetodikk og analysert for artsmangfold og artssammensetning. I tillegg ble det tatt delprøver til analyse av kornfordeling (leir-, silt- og sandpartikler), tørrstoff og organiske komponenter (TOC, TN). Prøvene er vurdert etter SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær mfl. 1997).

Undersøkelsen av bløtbunnsfauna viser at tilstanden i Utnesbassenget var *god* og ytterligere forbedret siden forrige undersøkelse i 2001. Over tid viser derfor overvåkingen av Utnesbassenget at tilstanden har gått fra *meget dårlig* på slutten av 80-tallet til *god* etter at tiltakene med flytting av utslippsted (1989) og høygradig rensing av avløpsvannet (2002) har blitt satt i verk. Fortsatt er området noe preget av organiske tilførsler, men det synes ikke å ha noen vesentlige negative effekter på bunnmiljøet. Mens det tidligere åpenbart har vært sterke gradienter fra det gamle utslippstedet og utover, er nå tilstanden mer lik i hele bassenget.

Ved nåværende utslippsted på Ærøy og i Ærøydypet var forholdene tilfredsstillende. Ved Ærøy var tilstanden *meget god*, men det kan synes som om området var utsatt for en viss organisk anrikning. I Ærøydypet var tilstanden som i tilsvarende dype områder på Skagerrak-kysten. Lokaliteten kan muligens være utsatt for dårlige oksygenforhold i enkelte år, men det var ved denne undersøkelsen ikke tegn til at slike episoder kan ha inntruffet.

Sedimentprofilkamera

Det ble foretatt fotografering med sedimentprofilkamera (SPI) på følgende stasjoner:

- Narestø: 7 fotostasjoner i et transekt fra innerst i bukta til Tromøysund.
- Kilsund: 6 fotostasjoner fra det gamle utslippspunktet til vest av Teineskjærene.
- Utnesbassenget, Ærøy og Ærøydypet: 12 fotostasjoner fordelt i området.

I tillegg er det presentert en kort sammenfatning av en tidligere rapportert undersøkelse ved Arendal havn og i Tromøysund (Nilsson og Næs 2005).

I Kilsund, Narestø og ytre Tromøysund var tilstanden best i åpne områder, mens *mindre god tilstand* ble observert i dypere og innelukkede områder. I Kilsund var tilstanden noe preget av lokale forskjeller, men tilstanden var generelt *god* i sentrale områder av Kilsund og bekrefter tidligere undersøkelser og vurderinger.

Resultatene for Narestø samsvarer også godt med tidligere undersøkelser. På dypere vann har en bunnsfaunastasjon blitt undersøkt flere ganger i perioden 1985-2003. Stasjonen har i hele perioden vist *meget god tilstand* for fauna, men har hatt høyt organisk innhold (Kroglund mfl. 2004). To fotostasjoner nær den tidligere undersøkte stasjonen indikerte begge *god tilstand* i denne undersøkelsen.

Det var store variasjoner i bunnmiljøet i Tromøysund og Arendal byområde. De fleste lokalitetene ble vurdert til *mindre god tilstand* og i flere trange vik og kiler nær land var tilstanden dårlig. I mer åpne områder var det *god tilstand*.

Alle prøvetakingsstasjonene i Utnesbassenget og Ærøydypet ble klassifisert som *god tilstand* i henhold til en beregnet miljøindeks (BHQ-indeks) og det var små variasjoner i bunnmiljøet. Det kunne ikke påvises gradienter i sedimentforholdene i Utnesbassenget. Bildet fra overvåkingsstasjonen ved det tidligere utslippsstedet (U5) viser et normalt sediment med flere centimeter tykt topplag. Dette indikerer at tilstanden ved det tidligere utslippsstedet nå er normalisert, samtidig som det ikke kan påvises tegn til overbelastning andre steder i Utnesbassenget.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Arendal kommune gjennomfører løpende miljøundersøkelser i kommunens sjøområder. Undersøkelsene skal beskrive tilstand, være veiledende for tiltak og gi grunnlag for overvåking av effektene av tiltak. Overvåkingen startet tidlig på 1980-tallet i forbindelse med oppbyggingen av renseanlegget på Utnes, men har siden 1990-tallet omfattet de fleste sjøområdene i kommunen. Foreliggende rapport inngår som et ledd i disse undersøkelsene.

Arendal kommune har over de senere år sanert mange mindre utslipp av kommunalt avløpsvann til sjøområdene. Mesteparten av avløpsvannet føres nå til renseanlegget i Saulekilen på Utnes (ca. 5 mill. m³ behandlet vann pr år), hvor det etter mekanisk og kjemisk rensing slippes ut på ca. 40 meters dyp i skråningen ut mot Ærøydypet. En mindre del av avløpsvannet (ca. 115.000 m³ behandlet vann pr år) går til renseanlegget i Narestø. Arbeidet med sanering av utslipp pågår fremdeles og formålet med disse tiltakene er å forbedre vannkvaliteten i sjøområdene. Selv om de fleste utslippene er sanert i de indre byområdene, skjer det periodevis større utslipp fra pumpestasjoner som går i overløp. For programperioden 2005-2007 ønsket Arendal kommune å dokumentere miljøtilstanden i havneområdet og vestre del av Tromøysund hvor det i perioder går mye i overløp. Det var også et ønske å følge opp tidligere undersøkelser i kommunens østregion og ved utslippsstedet for Saulekilen renseanlegg for å få en oppdatert vurdering av miljøtilstanden.

Undersøkellesprogrammet for 2005-2007 har hatt som formål å:

- beskrive dagens tilstand for gruntvannssamfunnet nær kjente overløp i havnebassenget og vestre deler av Tromøysund
- gi en oppdatering av tilstanden i Flosta/Kilsund, Narestø og Utnes/Ærøybassenget
- dokumentere eventuelle forbedringer som følge av saneringer i avløpsnett
- danne basis for senere undersøkelser

1.2 Undersøkelsestyper

For å beskrive dagens tilstand og følge opp tidligere undersøkelser har vi benyttet følgende undersøkelseelementer:

- Gruntvannssamfunn (fastsittende alger og dyr på hardbunn)
- Bløtbunnsfauna i bunnområdene
- Bilder av sedimentprofiler på bløtbunn (SPI)

Gruntvannssamfunn og bløtbunnsfauna har også inngått ved de tidligere undersøkelsene i kommunen.

Bilder av sedimentprofiler (SPI) er en forholdsvis ny teknikk for rask tilstandsvurdering i bløtbunnsområder. Ved denne metoden analyseres sedimentstrukturen i de øverste 10-20 cm av bunnlagene. Et større antall prøvepunkter kan undersøkes og tilstandsvurderes på kort tid. Ved de foreliggende undersøkelsene ble SPI koordinert med prosjektet 'Tiltaksplaner for forurenset sjøbunn' som ble gjennomført samtidig (Nilsson og Næs 2005).

1.3 Områdebeskrivelser

Undersøkelserprogrammet for 2005 – 2007 har omfattet områdene rundt havnebassenget og vestre del av Tromøysund, Narestø, Kilsund og Flosterfjorden i kommunens østregion og Utnes/Ærøy som mottar hoveddelen av løpsvannet fra Saulekilen renseanlegg. Bakgrunnen for valg av de enkelte områdene er gitt nedenfor. Oversiktskart over området er vist i **Figur 1**.

Havnebassenget og vestre del av Tromøysund

Det er tidvis problemer i havneområdet og vestre del av Tromøysund med periodevise utslipp fra overløp i pumpestasjonene. Strandsone rundt pumpestasjonene i Strømsbubukt, Kittelsbukt, Barbu, Fluett, Songekilen og Styrsvika ble undersøkt for å beskrive dagens tilstand og samtidig danne et nødvendig grunnlag for senere å kunne dokumentere forbedringer etter hvert som avløpssystemene saneres eller forbedres. Enkelte av lokalitetene er undersøkt tidligere. Fra de aktuelle områdene er det også benyttet allerede innsamlet sedimentprofildata for å vurdere tilstanden i bunnområdene. Dataene ble samlet inn gjennom prosjektet 'Tiltaksplaner for forurenset sjøbunn' (Nilsson og Næs 2005).

Kilsund og Flosterfjorden

Kilsund hadde tidligere et utslipp på 1240 PE (personequivallenter) i tillegg til flere mindre direkteutslipp i Flosta-regionen. Utslippene ble sanert i 2000 og øverført til nytt renseanlegg i Narestø. Det er over 10 år siden forrige undersøkelse av strandsone i Flosterfjorden og Kilsund (Jacobsen mfl. 1996) som ble gjennomført før sanering av kommunale utslipp. Det er derfor gjennomført nye undersøkelser av utvalgte strandsonestasjoner (Klökkøya, Sjøverstø og Kilsund) for å oppdatere tilstanden og kunne dokumentere eventuelle forbedringer i vannkvaliteten.

Bløtbunnsfaunaen i Kilsund ble undersøkt både før og etter sanering i hhv. 1993 og 2003 (Jacobsen mfl. 1996, Kroglund mfl. 2004) og foreliggende undersøkelse er gjennomført for å oppdatere tilstanden i bunnområdene.

Narestø

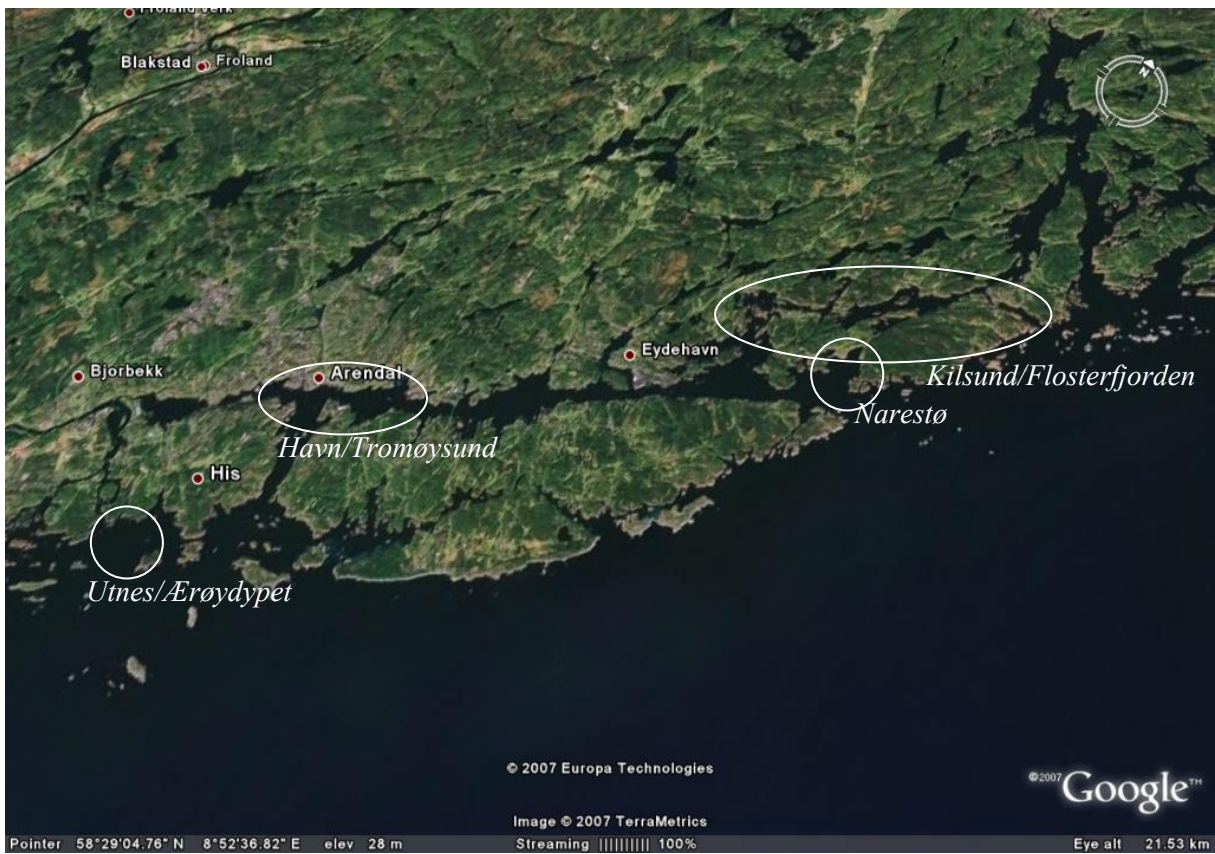
Renseanlegget i Narestø ble tatt i bruk i 2000 og er dimensjonert for 3250 PE (personequivallenter). Undersøkelser av strandsone og bunnforhold ble utført både før (Jacobsen m. fl. 1996) og tre år etter bygging av renseanlegget (Kroglund mfl. 2004). I forrige undersøkelse (Kroglund mfl. 2004) ble det påpekt at det var noe varierende tilstand i østre og vestre deler av Narestøfjorden, trolig som følge av ulike strømforhold.

Foreliggende undersøkelse i Narestø er en oppfølging av de to forrige undersøkelsene for å følge med på miljøtilstanden i Narestø. Det ble gjennomført strandsoneundersøkelser og fotografering av bunnsedimentene med sedimentprofilkamera for å grovklassifisere området.

Utnesbassenget og Ærøydypet

Fram til 1989 var Utnesbassenget ved Hisøy resipient for det kommunale hovedrenseanlegget som da hadde kun mekanisk rensing. Utslipet var på ca. 24.000 PE og ble ført til 30 meters dyp. Etter påvisning av en gradvis negativ utvikling i bunnområdene, ble utslippet flyttet litt lenger ut til skråningen ned mot Ærøybassenget. Samtidig ble det gjennomført saneringer av direkteutslipp i store deler av kommunen, slik at utslippet økte til 36.000 PE. I 1998 ble det satt i gang bygging av et nytt kjemisk-mekanisk rensetrinn med fosfor-felling. Anlegget ble satt i drift i januar 2002 og er dimensjonert for 45.000 PE. Etter tiltakene har tilstanden blitt bedre i Utnesbassenget. Siste undersøkelse ble gjennomført i 2001 (Moy mfl. 2002).

Foreliggende undersøkelse av bunnfauna og bunnsedimenter ble gjennomført på tre tidligere undersøkte stasjoner for å oppdatere miljøtilstanden ved både tidligere og nåværende utslippspunkt for kommunalt avløpsvann. Som et supplement til bløtbunnsprøvene er bunnsedimentene fotografert med sedimentprofil-kamera. Ved å ta mange bilder fordelt i hele influensområdet for utslippet, kan variasjonene i bunnforholdene beskrives samtidig som utstrekningen av eventuelt påvirket bunn kan kartlegges.



Figur 1. Oversiktsbilde av undersøkelsesområdet.

1.4 Tidligere undersøkelser

Utnesbassenget ble etablert som utslippssted for kommunens hovedrenseanlegg i 1978. Tidlig på 1980-tallet ble det startet en større overvåking av Utnes-området for å vurdere tilstanden og dokumentere eventuelle utviklingstendenser som følge av utslippet. Elementer som inngikk i undersøkelsene var hydrokjemiske målinger i vannmassene (Magnusson 1976, Boman 1982, Boman og Wikander 1983, Olsen 1984, Næs 1985, Wikander 1985b og Næs 1986), organismesamfunn på bløtbunn (Wikander 1985a, 1986, 1988, 1989, Moy og Wikander 1990), organismesamfunn på hardbunn (Moy og Wikander 1990) og innhold av miljøgifter i sedimentene (Wikander 1986, Boman og Wikander 1983).

På slutten av 1980-tallet ble det påvist en gradvis negativ utvikling i bløtbunnsfaunaen nær det opprinnelige utslippsstedet på innsiden av Ærøya. Dette dannet blant annet grunnlaget for flytting av utslippssted til utsiden av Ærøya i 1989.

I 1989-90 ble det også gjennomført en større undersøkelse i Tromøysund for å beskrive forurensningssituasjonen med hensyn på utslipp av kommunalt avløpsvann, sigevann fra Heftingdalen søppelplass og industritilførsler fra Nitriden og Arendal Smelteverk A/S (Næs mfl. 1991). Undersøkelselementer som miljøgifter i sedimenter og organismer, plante- og dyrelivet i strandsonen og dyrelivet på bløtbunn inngikk i undersøkelsen.

Arendal kommune ønsket å fortsette overvåkingen av Utnes-området og samtidig inkludere andre områder i kommunen. I 1992-1994 ble det derfor utført en større undersøkelse av hydrografi, bløtbunnsfauna og hardbunnsorganismer i indre og ytre kystområder av kommunen. Stasjoner ved Utnes, havnebassenget, Tromøysund, Narestø og Kilsund inngikk i programmet (Jacobsen mfl. 1996).

Undersøkelsen er i ettertid fulgt opp av flere nye undersøkelser. Under planleggingen av renseanlegget i Narestø ble det i 1996 gjennomført en undersøkelse av resipientforholdene med anbefalinger til utslippsdyp og utslippsløsninger. Undersøkelsen omfattet hydrografi, strømmålinger og hardbunnsundersøkelser på grunt vann i Narestø (Jacobsen mfl. 1997).

I 2001-2004 ble det gitt en oppdatert vurdering av miljøtilstanden i Arendal, basert på nye undersøkelser i Narestø (tre år etter igangsetting av renseanlegget), Kilsund, Tromøysund, Galtesund og Utnes/Ærøy. Undersøkelsen omfattet vannmasser (næringssalter), hardbunnsundersøkelser og bløtbunnsundersøkelser (Moy mfl. 2002, Kroglund mfl. 2004).

I tillegg til undersøkelser av ulike organismesamfunn er det foretatt mange miljøgiftundersøkelser i Tromøysund og havnebassenget. En oversikt og oppsummering over alle undersøkelser fram til 2003 finnes i rapporten *Tiltaksplan for forurensede sedimenter i Aust-Agder* (Kroglund mfl. 2003). Etter 2003 foreligger det flere nye undersøkelser av både båthavner, området rundt Nitriden, havneområdet m.m. (se blant annet Oug mfl. 2005, Nilsson og Næs 2005, Helland mfl. 2006, 2007).

I tillegg til de lokale undersøkelsene gjøres det hvert år undersøkelser av fastsittende alger og dyr, bløtbunnsfauna og hydrografi på utsiden av Tromøya som et ledd i det statlige overvåkingsprogrammet "Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Kystovervåkingsprogrammet" (Moy mfl. 2007). Dette undersøkelsesprogrammet har pågått siden 1990.

2. Gruntvannssamfunn

Hvilke arter som er til stede i strandsonen og i hvilke mengder, gjenspeiler miljøforholdene på stedet. Med strandsonen menes littoralsonen (fjæra) og øvre del av sublittoralsonen (sonen under lavvannsmærket). For eksempel vil utslipp av avløpsvann kunne gi endrete vekstforhold til fastsittende alger og dyr. En svak overkonsentrasjon av næringssalter kan virke gunstig på algesamfunnet og medføre at artsrikheten øker (gjødslingsseffekt). Høyere overkonsentrasjoner av næringssalter vil imidlertid gi redusert artsantall med dominans av noen få arter. Ofte vil det være små hurtigvoksende grønnalger og enkelte trådformete brunalger ("sly") som øker i mengde og dominerer strandsonen. De flerårige tangartene blir lett overgrodd av de hurtigvoksende algene og kan resultere i at tangen etter hvert forsvinner.

2.1 Stasjonsvalg og metodikk

Stasjoner og tidspunkt for undersøkelsen

Strandsoneundersøkelser ble foretatt på til sammen 15 stasjoner i havnebassenget, vestre del av Tromøysund og Flosta/Kilsund-området. Stasjonsplasseringen er vist i **Figur 2** og **Figur 3**. Stasjonene i havnebassenget og Tromøysund ble plassert i områder hvor det har vært problemer med periodevise utslipp fra overløp i pumpestasjonene. De tre stasjonene i Flosta/Kilsund-området er alle tidligere undersøkt og ble gjenbesøkt for å oppdatere tilstanden. Det er over 10 år siden forrige undersøkelse i Flosta/Kilsund-området. Strandsoneregistreringene ble gjennomført 29.-30. august 2005 og 12.-13. september 2006. Undersøkelsene ble gjennomført to år på rad for at man lettere skal kunne ta hensyn til årsvariasjoner ved vurdering av tilstanden.

I Narestø ble strandsoneundersøkelser foretatt på 7 stasjoner for å oppdatere tilstanden. Alle stasjonene er undersøkt tidligere. Stasjonsplasseringen er vist i **Figur 4**. Undersøkelsen i Narestø ble gjennomført 12. september 2007.

Tabell 1 viser oversikt over alle stasjoner med dato for feltinnsamling. De geografiske koordinatene er gitt i Vedleggstabell A1.

Feltinnsamling

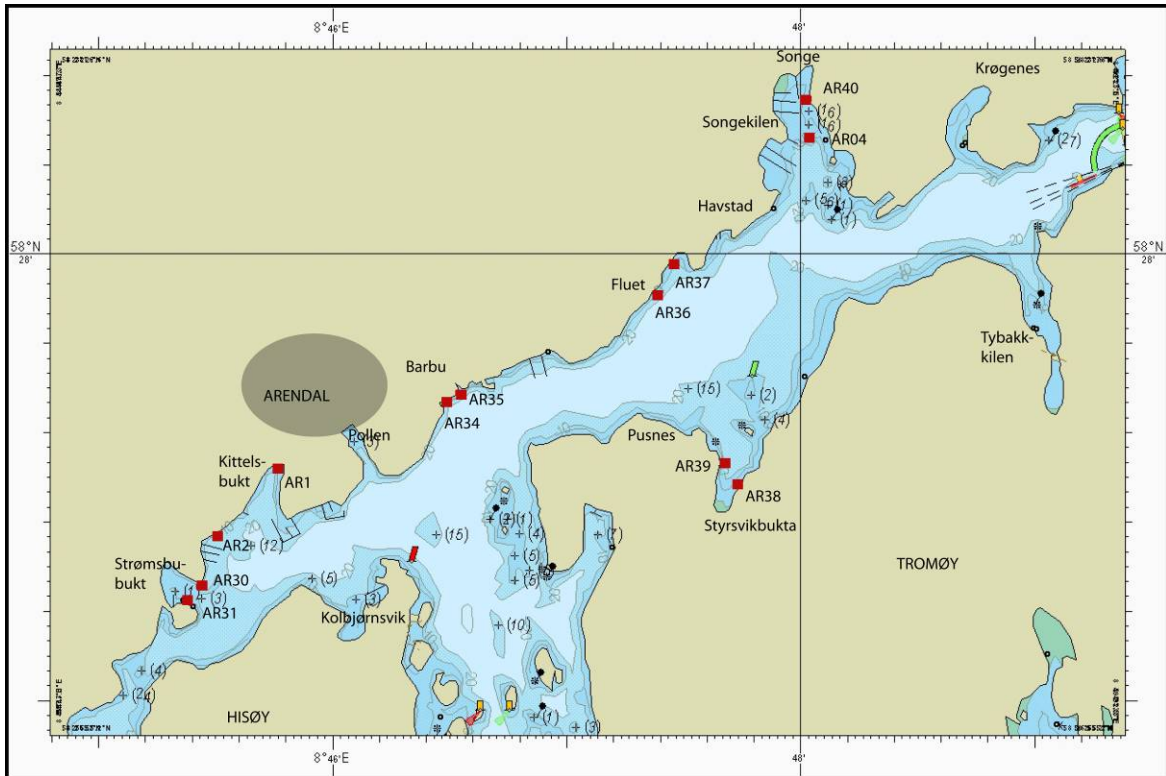
Strandsone - kvalitative undersøkelser

Organismesamfunnet i strandsonen (0-1 meters dyp) ble undersøkt ved å registrere alle makroskopiske alger og dyr (synlige i felt) i et ca. 8 meter langt belte langs stranden. Metoden innebærer registrering ved fridykking og er den samme metoden som er blitt brukt i tidligere undersøkelser i kommunen. Registreringen er kvalitativ og dels kvantitativ ved at artenes forekomst ble angitt etter en 4-delt skala basert på dekningsgrad: e = enkeltfunn, s = spredt, v = vanlig og d = dominerende (**Tabell 2**). Flora og fauna ble bestemt til art eller så nær art som mulig. Arter som ikke lot seg identifisere i felt, ble samlet inn for senere identifisering. Løstliggende/drivende alger og døde dyr ble utelatt.

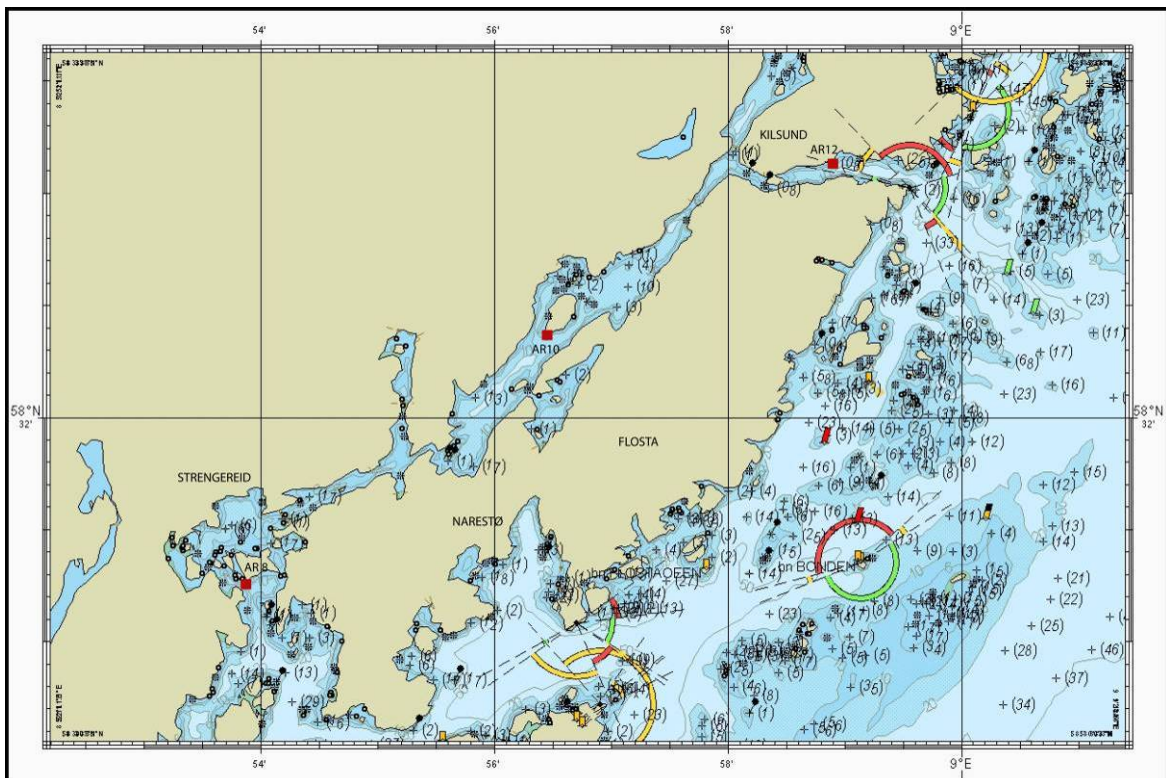
Valgt undersøkelsesmetodikk er i henhold til Norsk Standard for 'undersøkelser på litoral og sublitoral hardbunn' (NS9424:2002) og som vil gjelde for undersøkelser som skal rapporteres under vanndirektivet.

Sjøsonen – undervannsbefaring med videokamera

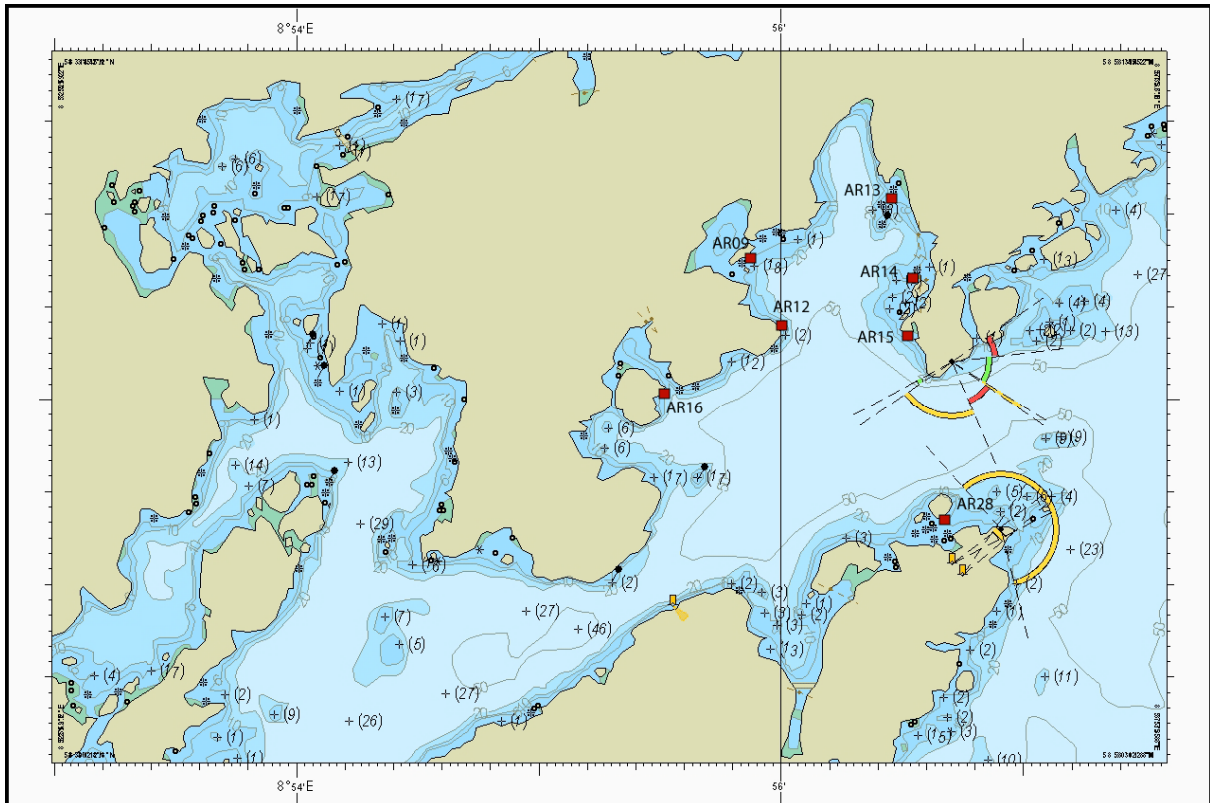
I tillegg til artsregistreringen, ble det tatt videofilming med undervannskamera av alle stasjonene. Metoden dekker også dypere områder enn det strandsoneundersøkelsene omfatter og er en rask og effektiv metode for visuell inspeksjon av tilstanden. NIVA har brukt metoden de siste årene bl.a. til kartlegging av sukkertaredød på Sør- og Vestlandet og til naturtypekartlegging for DN.



Figur 2. Strandsonestasjoner (røde punkter) i havneområdet og vestre del av Tromsøysund som ble undersøkt i 2005 og 2006.



Figur 3. Strandsonestasjoner (firkantede punkter) i Flosterfjorden og Kilsund som ble undersøkt i 2005 og 2006.



Figur 4. Strandsonestasjoner i Narestø, undersøkt i 2007.

Tabell 1. Undersøkte stasjoner i Arendal kommune, sommeren 2005-2007. Mange av stasjonene er undersøkt tidligere.

St.nr	Stasjonsnavn	Område	Himmel- retning	Substrat	Dato for feltarbeid		
					2005	2006	2007
AR31	Terneholmen	Havnebasseng	Ø	Rullestein, store stein	29.08.2005	12.09.2006	-
AR30	Svinodden	Havnebasseng	S	Stein, fjell	29.08.2005	12.09.2006	-
AR01*	Kittelsbukta	Havnebasseng	Ø	Steinfylling	29.08.2005	12.09.2006	-
AR02	Gard	Havnebasseng	S	Fjell	29.08.2005	12.09.2006	-
AR34	Barbu	Havnebasseng	SØ	Fjell, store stein	29.08.2005	12.09.2006	-
AR35*	Barbuelva, utløp	Havnebasseng	S	Steinfylling	29.08.2005	12.09.2006	-
AR36	Fluet 1	Tromøysund	S	Fjell, store stein	29.08.2005	12.09.2006	-
AR37	Fluet 2	Tromøysund	S	Fjell, enkelte store stein	29.08.2005	12.09.2006	-
AR38	Styrvika, indre	Tromøysund	NV	Fjell, sand lenger ned	29.08.2005	12.09.2006	-
AR39	Styrvika, ytre	Tromøysund	Ø	Fjell, store stein	29.08.2005	12.09.2006	-
AR04	Songekilen 1	Tromøysund	SV	Fjell	29.08.2005	12.09.2006	-
AR40	Songekilen 2	Tromøysund	SV	Fjell	30.08.2005	12.09.2006	-
AR08	Store Klokkøya	Flosta	S	Fjell	30.08.2005	13.09.2006	-
AR10	Sjøverstø	Flosta	S	Fjell	30.08.2005	13.09.2006	-
AR11	Kilsund	Flosta	S	Fjell	30.08.2005	13.09.2006	-
AR09	Langholmen	Narestø	SØ	Fjell	-	-	12.09.2007
AR12b	Helgetangen	Narestø	NØ	Fjell	-	-	12.09.2007
AR13	Nordstrand	Narestø	N, NV	Fjell	-	-	12.09.2007
AR14	Sandvigen	Narestø	N, NV	Fjell	-	-	12.09.2007
AR15	Skinnefeltangen	Narestø	S, SV	Fjell	-	-	12.09.2007
AR16	Dalsholmen	Narestø	SØ	Fjell	-	-	12.09.2007
AR28	Gaasholmen	Narestø	SØ	Fjell	-	-	12.09.2007

*Det ble kun tatt video av AR01 og AR35 i 2006. I indre Kittelsbukta (AR01) vokste det tilnærmet ingenting og ved AR35 ved utløpet av Barbuelva gikk det i 2006 såpass mye kloakk ut at det ble besluttet under felt at det ikke var forsvarlig å hoppe i vannet og gjennomføre full registrering.

Tabell 2. Skala for estimering av dekningsgrad.

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

Tallbehandling

Vurdering av miljøtilstand/kvalitet bygger på vurderinger av artsmangfoldet, artssammensetning, fordeling mellom de tre algegrupper og fordelingen mellom arter med ulik livsstrategi (langlivede, langsomtvoksende arter mot hurtigvoksende, ettårige og opportunistiske arter), samt en vurdering av eventuell forekomst av forurensningsindikatorer. Det eksisterer ingen enhetlige kriterier for klassifikasjon av tilstand.

På bakgrunn av flere undersøkelser fra norske fjorder og den svenske vestkyst, er det utarbeidet en fordelingsnøkkel for forholdet mellom antall rødalger (R), brunalger (B) og grønnalger (G) i uforurensede fjorder og kyststrøk. "Normalintervallene" er satt til

$$R:B:G = 45\% \pm 10\% : 35\% \pm 10\% : 15\% \pm 5\%.$$

Forholdet mellom de tre algeklassene endres med miljøforholdene (Bokn 1978).

2.2 Resultater

Nedenfor er det først gitt korte beskrivelser og bilder av gruntvannssamfunnet i hvert av de undersøkte områdene. Beskrivelsene er basert på feltregistreringer og videotransekt. Deretter kommer kapitler som omtaler tallmaterialet i dataene.

2.2.1 Havnebassenget**Strømsbubukt**

Innerst i Strømsbubukt var det ikke tegn til større alger og det ble kun funnet enkelte individer av blåskjell (*Mytilus edulis*) og sjøstjerner (*Asterias rubens*). Bunnen bestod av mørk mudderbunn med forråtnelsesbakterier og området synes å være sterkt preget av store kloakkutslipp. Det var lite eller ingen sikt i vannet mellom båtbryggene på undersøkelsestidspunktet. Registreringene av gruntvannssamfunnet ble gjort ytterst i Strømsbubukt der det er noe fjell og større steiner. Også her var inntrykket dårlig. Det vokste tang og flere arter i området, men tangen var dekket av tykke lag med sly og sleipt belegg. Området mottar også mye ferskvann som ytterligere bidrar til den dårlige tilstanden.

AR30 Svinodden

Stasjonen ligger på en gammel fylling mellom flytebryggene og kaien som omkranser Sørensenbygget (**Figur 5**). Sagtang (*Fucus serratus*) dominerte mens blæretang (*Fucus vesiculosus*) var vanlig. I 2005 ble det også registrert gjelvtang (*Fucus evanescens*) ved stasjonen. Gjelvtang vokser kun på forurensede steder og er ikke vanlig på Sørlandet. Tangen hadde mye påvekst av småvokste trådformete brunalger, grønnalger og rødalger som 'dokker' (*Polysiphonia* spp.), tanglo (*Elachista fucicola*), tarmgrønske (*Enteromorpha* spp.), blågrønnalger/diatomeetråder. Blåskjell var vanlig på stasjonen.

AR31 Terneholmen

Registreringen ble gjort utenfor en kunstig rullesteinstrand mellom husene og båthavna. Substratet bestod av stein, fjell og delvis sand. Også her vokste blæretang og sagtang men mye av tangen var i

dårlig forfatning og hadde tykke lag med sly og sleipt belegg (**Figur 5**). Andre vanlige og dominerende arter som ble funnet på stasjonen var 'dokker', grønndusk (*Cladophora* sp), tarmgrønnske, diatomeetråder, sjøstjerner, strandsnegl (*Littorina littorea*) og blåskjell. Enkelte sukkertareplanter (*Saccharina latissima*) ble observert i 2005, mens det ikke ble gjort registreringer av denne taren i 2006.

Kittelsbukt

Indre Kittelsbukt (AR01)

Ved begge undersøkelsestidspunktene var sikten innerst i Kittelsbukt så dårlig at det ikke var mulig å gjennomføre en ordinær registrering. Det ble imidlertid filmet på stasjonen i 2006. Det er etter all sannsynlighet lite eller ingenting som vokser i strandkanten innerst i Kittelsbukt. Bunnen består av gamle og nye steinfyllinger som er lite egnet som substrat og sikten er stort sett svært dårlig. Fra videofilmen kan det skimtes enkelte bestander av tarmgrønnske, ellers er det ikke vegetasjon på stedet (**Figur 6**).

Gard (AR02)

Stasjonen ligger i ytre del av Kittelsbukt mellom Gard-bygget og Sevan, på bratt skrånende fjell. Både sagtang, blæretang og gjelvtang ble registrert i øvre del av strandsonen og det synes å ha blitt mere tang enn ved tidligere registreringer. Det var også mye tarmgrønnske som vokste som relativt lange grønne tråder i øvre del av strandsonen. Andre vanlige arter var blåskjell og ulike påvekstalger som dokker, brunli (*Ectocarpus* spp.), grønndusk og tarmgrønnske (**Figur 6**).

Barbubukt

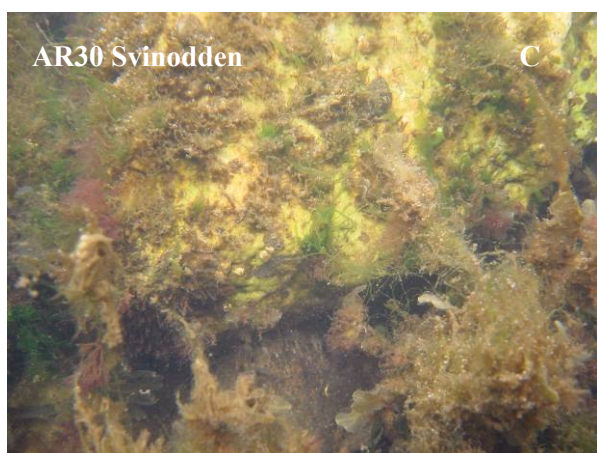
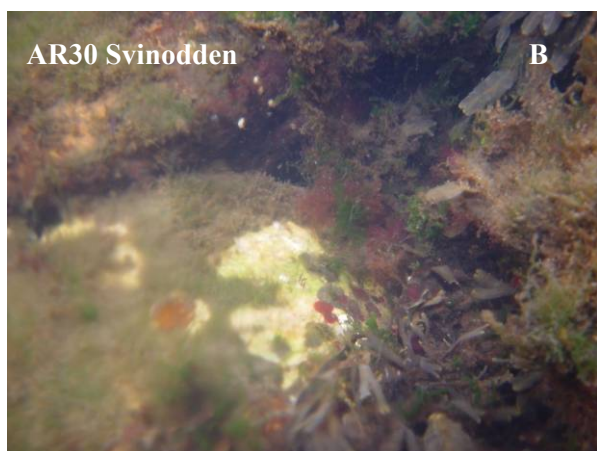
Barbu (AR34)

Stasjonen ligger ved enden av dypvannskaia, innerst i bukta mot dykkerbutikken. Det vokste tette bestander av sagtang og noe mer spredt med blæretang. Det vokste også gjelvtang på stasjonen. Andre vanlige arter var store eksemplarer av grønnsalgen havsalat (*Ulva lactuca*), dokker, strømgarn (*Dasya baillouviana*), brunli/perlesli (*Ectocarpus/Pylaiella littoralis*), sjøstjerner, mosdyr (*Bryozoa*) og blåskjell (**Figur 7**).

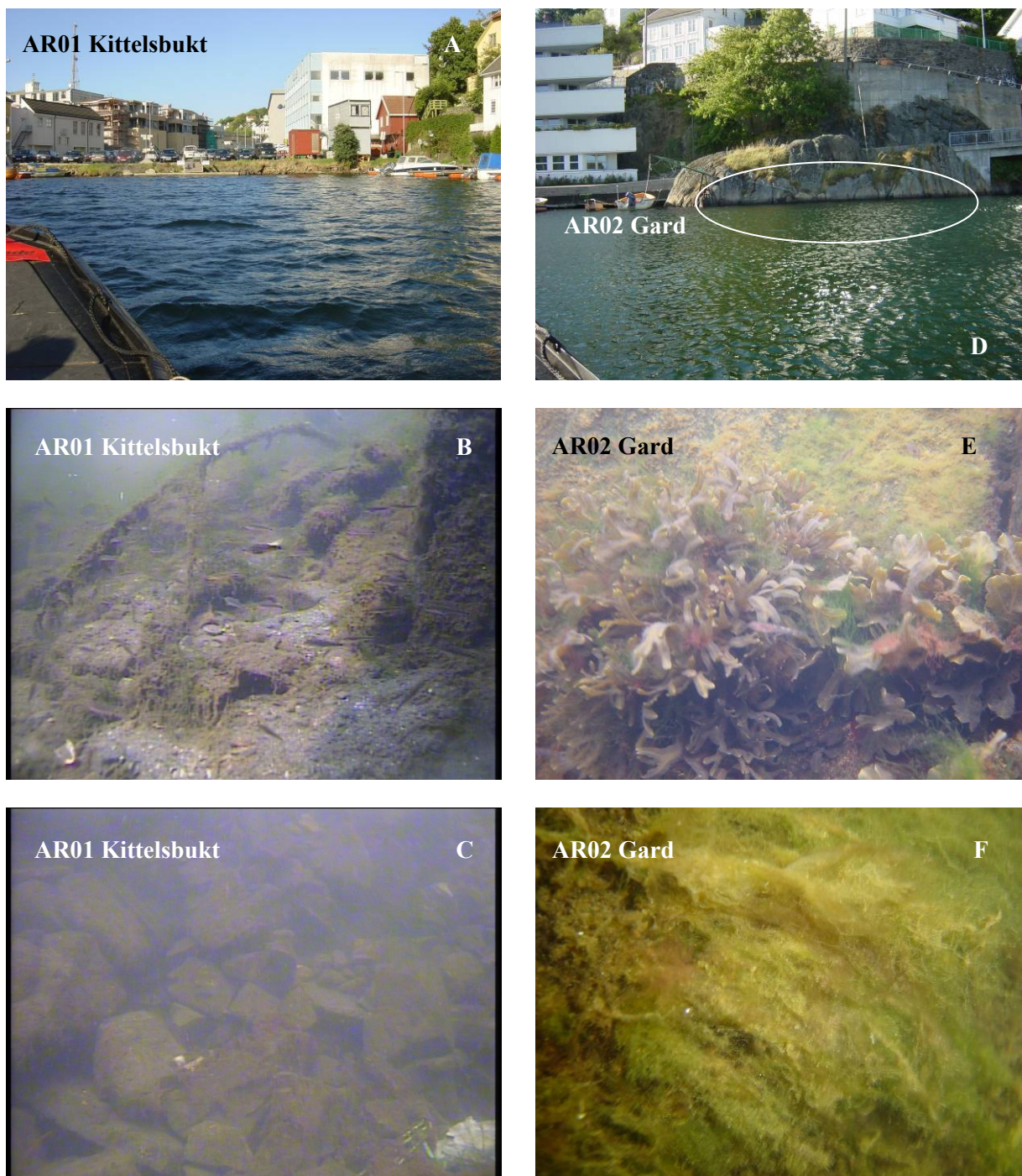
Barbuelva, utløp (AR35)

Begge stasjonene i Barbu var preget av dårlig vannkvalitet, spesielt stasjonen ved Barbuelvas utløp. Her luktet det sterkt av kloakk og det var liten tvil om at det var svært ferske utslipp. I 2006 gikk det såpass mye kloakk ut at det ble besluttet i felt at det ikke var forsvarlig å hoppe i vannet og gjennomføre full registrering av stasjonen. Det foreligger derfor kun registrering fra 2005 (**Figur 7**). Det vokste kun spredt med blæretang, sagtang og gjelvtang på stasjonen. De vanligste artene utenom tang var påvekstalger som rekeklo (*Ceramium* spp), strømgarn og grønndusk.

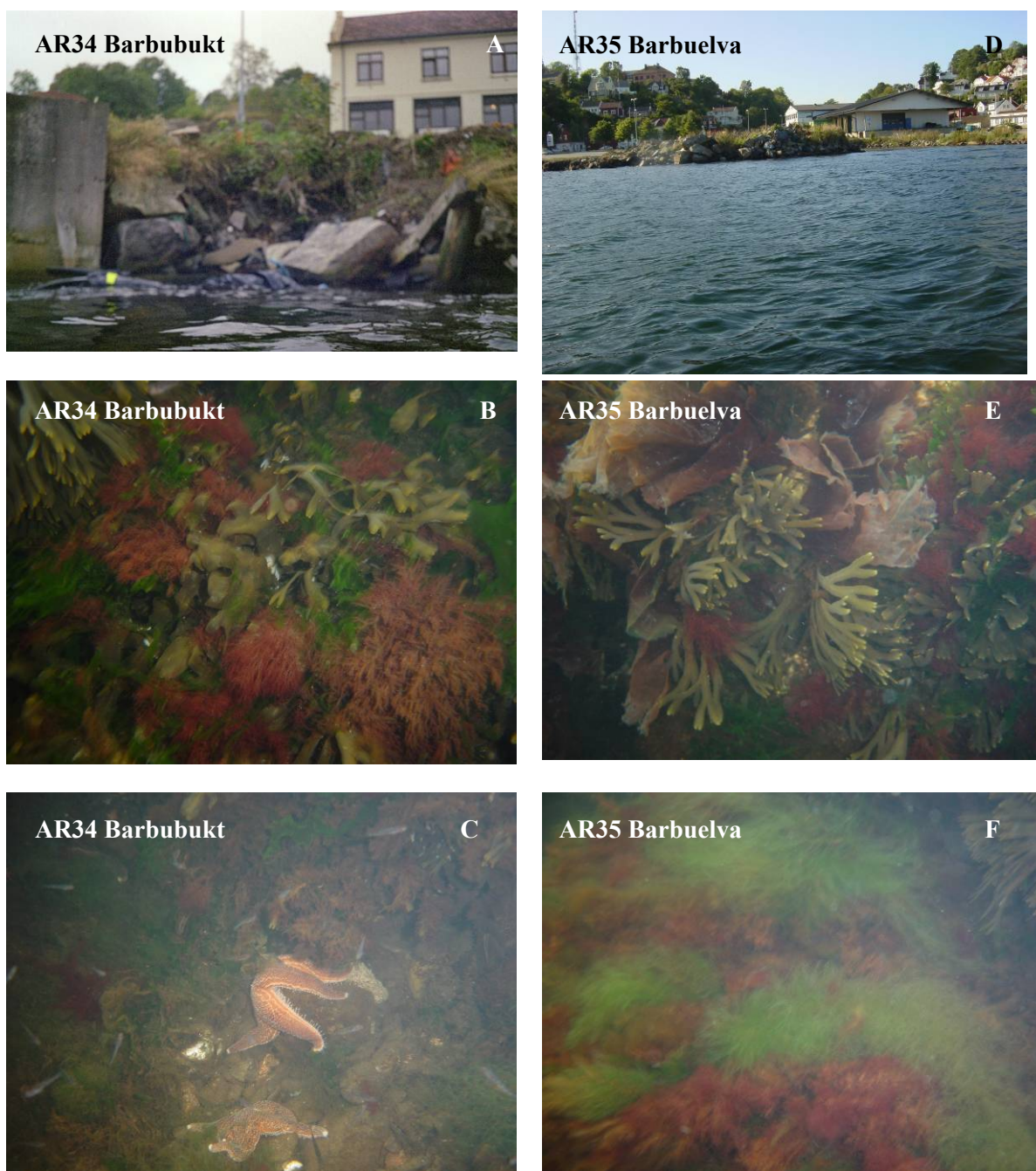
I 2006 ble det tatt videofilm av elveutløpet som viser store mengder forråtnelsesbakterier og ellers dårlige forhold (**Figur 8**).



Figur 5. Stasjon AR30 Svinodden: A = Stasjonsplassering, B og C = Gammel steinfylling med gjelvtang (*Fucus evanescens*), tarmgrønske (*Enteromorpha* sp.) samt trådformete brunalger. Stasjon AR31 Strømsbubukt: D = Stasjonsplassering, E = Tette masser av trådformete brunalger, rødalger, grønnalger, diatomeer og organisk materiale, F = Grisetang (*Ascophyllum nodosum*) fullstendig dekket av påvekstalgene.



Figur 6. Stasjon AR01 Indre Kittelsbukt: A = Stasjonsplassering. B = Tarmgrønnske (*Enteromorpha* sp.) på grunt vann, C = steiner og søppel. Det ble ikke gjort registreringer i Kittelsbukt pga svært liten sikt i vannet og ingen synlige fjæresamfunn. Stasjon AR02 Gard: D = Stasjonsplassering, E = Smal stripe med tangsamfunn, F = Trådformete algematter under tangsonen.



Figur 7. Stasjon AR34 Barbubukt: A = Stasjonsplassering ved kaianlegget, B = Gjelttang (*Fucus evanescens*), blæretang (*Fucus vesiculosus*), røde tuster av rekeklo (*Ceramium virgatum*) og tarmgrønske (*Enteromorpha* spp) i øvre del av strandsonen, C = Under tangsonen vokste småvokste arter. Stasjon AR35 Barbuelva: D = Stasjonsplassering ved munningen av Barbuelva, E = Gjelttang (*Fucus evanescens*) og fjærehinne (*Porphyra* sp), F = Tette dusker grønndusk (*Cladophora* spp), strømgarn (*Dasya baillouviana*) og dokke (*Polysiphonia* spp.).



Figur 8. Bilder fra utløpet av Barbuelva, tatt med videokamera. I selve innløpet var det kun brunt lurv på steinene og det var store felter med hvite forråtnelsesbakterier.

2.2.2 Tromøysund

Fluet

AR36 Fluet 1

Stasjonen ligger rett ved pumpestasjonen på Fluet. Stasjonen bar preg av mange arter i strandsonen men alt var veldig begrodd av påvekstalger. Det vokste mye trådformete rød- og brunalger (*Polysiphonia* spp., *Ectocarpus* sp.) på tangen og det ble observert tett dekke av rødalgen strømgarn fra 0,5 meters dyp. Dokker og strømgarn dominerte påveksten i 2006. På fjell og stein under tangen var rødalgene krusflik (*Chondrus crispus*), fjæreblood (*Hildenbrandia rubra*) og skorpeformete kalkalger (*Corallinaceae*) de vanligste artene. Bilder fra stasjonen er vist i **Figur 9**.

AR37 Fluet 2

Stasjonen ligger i bukta mellom Fluet og Havstad, nedenfor en stor sveitservilla (**Figur 9**). Stasjonen hadde mindre begroing av påvekstalger enn stasjon AR36. I nedre del av strandsonen vokste tett dekke av blæretang og sagtang. Det var også spredte forekomster av grisatang (*Ascophyllum nodosum*) og martaum (*Chorda filum*) på stasjonen. Andre vanlige arter på stasjonen var krusflik, fjæreblood, brunslisli, tarmgrønske, store fine busker av 'dokker' og strandsnegl.

Styrsvika

AR38 Styrsvika, indre

Stasjonen ligger på østre side av bukta. Fjellbunn. Under 1 meters dyp var området preget av myk mudderbunn med ålegras (*Zostera marina*). Blæretang og sagtang dominerte i strandsonen mens det var litt mer spredte forekomster av grisatang og martaum. Det var mye påvekst av en liten rødalge (rødpusling; *Audouinella* sp) som danner et velour-aktig belegg på tangen og andre alger. Det vokste også store mengder brunslisli og grønndusk på sagtangen (**Figur 10**).

AR39 Styrsvika, ytre

Det vokste en smal sone med grisatang, blæretang og delvis sagtang øverst i strandsonen. Under tangbeltene vokste tykke matter av den trådformete grønngalgen 'grønndusk' og av brunslisli (**Figur 10E**). Det var til dels vanskelig å gjennomføre en nøyaktig registrering på grunn av de enorme mengdene av grønndusk som dekket alt.

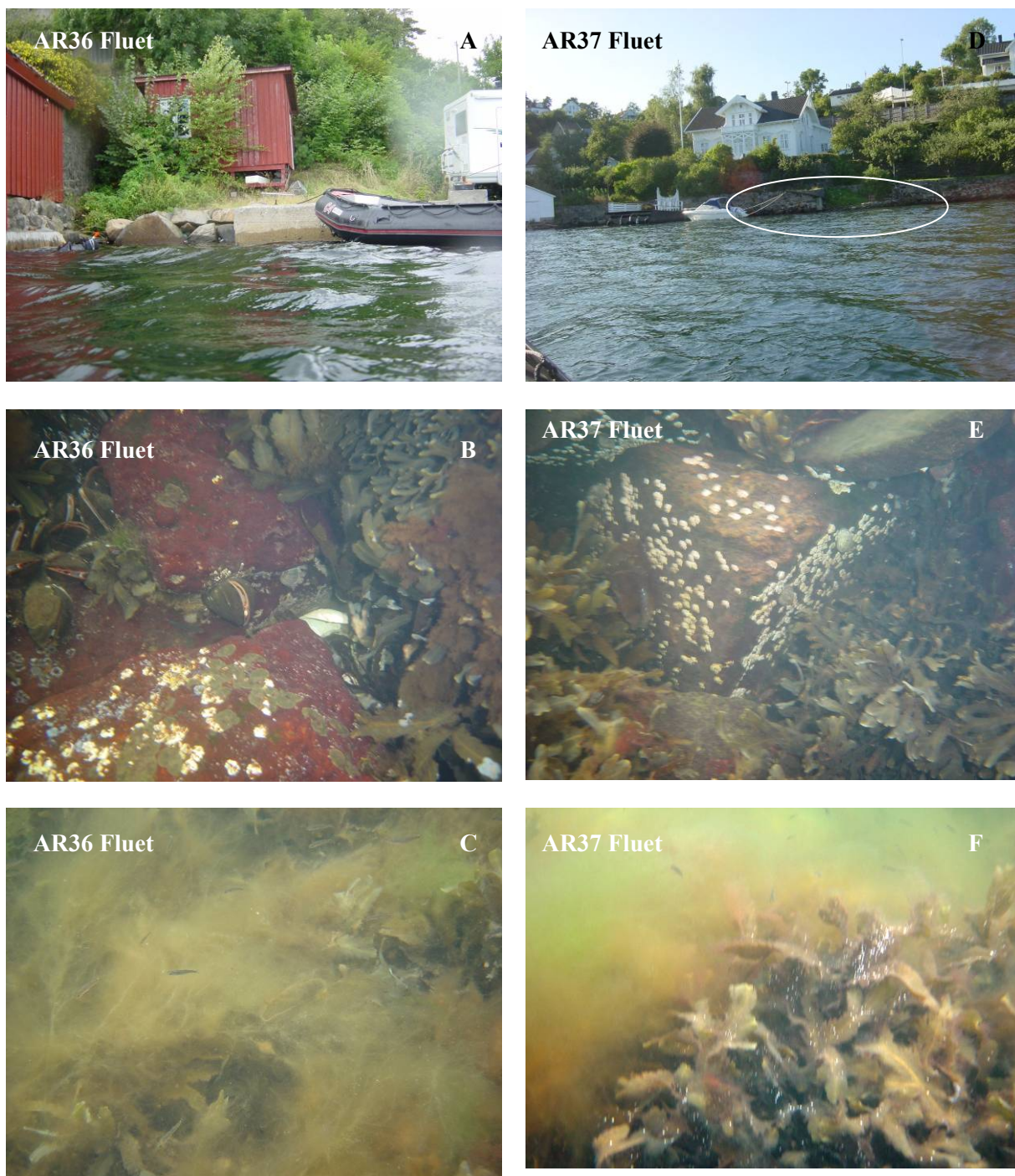
Songekilen

AR04 Songekilen 1

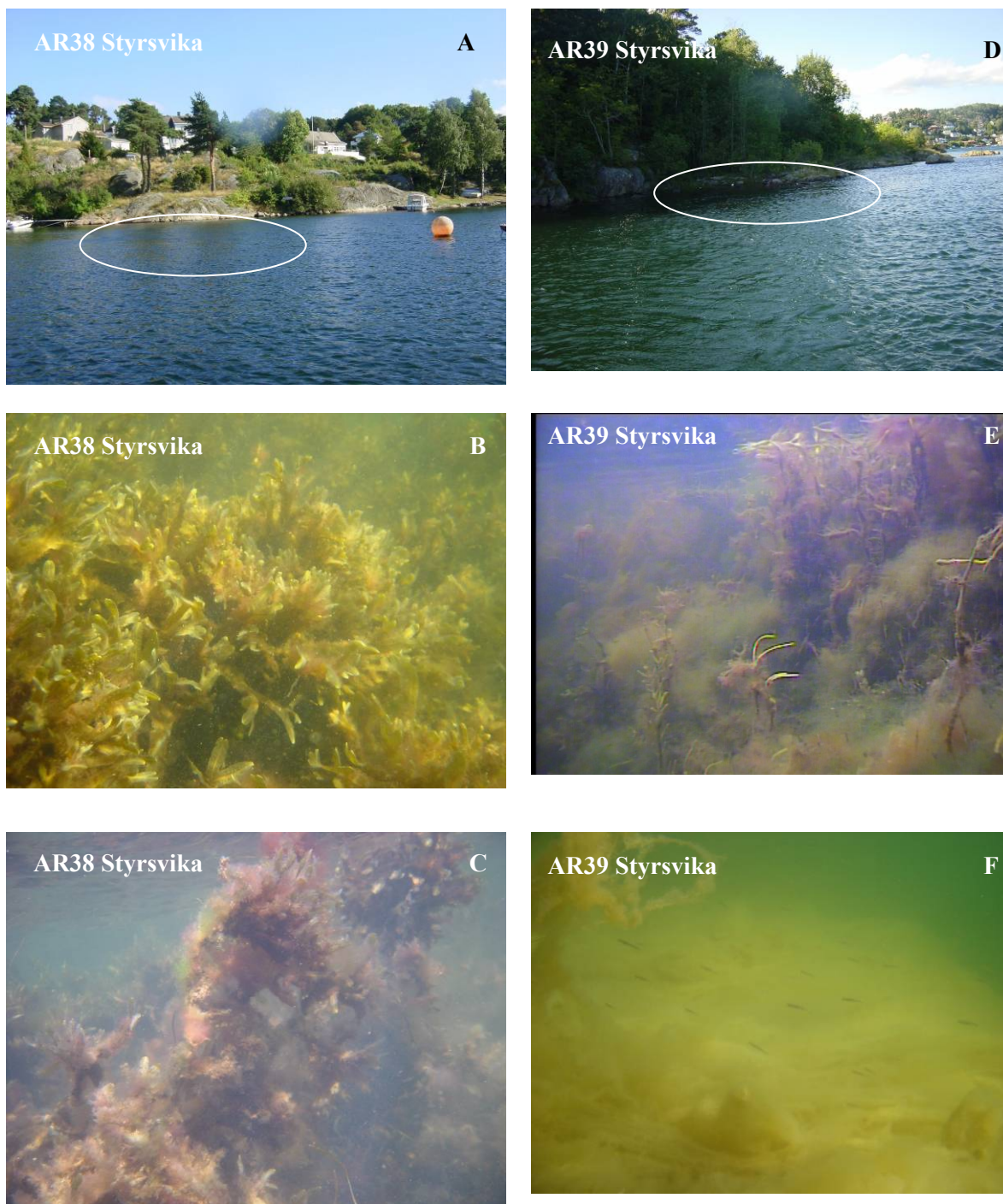
Stasjonen ligger på et lite skjær i båthavna og har fjellbunn med varierende helning. Registreringen ble gjort rundt hele skjæret. Det vokste tette bestander av blæretang og sagtang og spredte planter av grisatang på stasjonen (**Figur 11**). Tangen var sterkt bevokst med ulike røde, brune og grønne påvekstalger (*Polysiphonia* spp, *Ectocarpus* sp., *Cladophora* spp.). Både brunslisli og grønndusk vokste i uvanlig store mengder som svært lange og tynne tråder i nedre del av strandsonen. Skorpeformete alger som fjæreblood og kalkalger vokste på fjell under tangen.

AR40 Songekilen 2

Stasjonen ligger litt innenfor AR04, på en liten odde øst for flytebryggene (**Figur 11**). Stasjonen hadde stort sett samme artsutvalg og mengder som AR04, men hadde blant annet noe mindre mengder av enkelte påvekstalger. Grisatang og skorpeformete kalkalger ble ikke funnet på stasjonen. Det var fjellbunn i strandsonen, men ble avløst av myk mudderbunn ved ca 2 m dyp. På mudderbunnen vokste det spredt med ålegras og store flate "kaker" av blågrønnalger. Sedimentene luktet av hydrogensulfid (H_2S) og det var mye skrot på bunnen.



Figur 9. Stasjon AR36 Fluet 1: A = Stasjonsplassering, B = Stein øverst i fjæresonen dekket av den skorpeformete rødalgen ”fjæreblod” (*Hildenbrandia rubra*), blæretang (*F. vesiculosus*), gjelvtang (*F. evanescens*), rur (*Balanus* sp) og strandsnegl (*Littorina littorea*), C = Sagtang (*F. serratus*) med stor påvekst av brunsl (*Ectocarpus* sp.). Stasjon AR37 Fluet 2: D = Stasjonsplassering i bukta mellom Fluet og Havstad, E = Blæretang (*F. vesiculosus*) og rur (*Balanus* sp), F = Sagtang (*F. serratus*), brunsl (*Ectocarpus* sp.) og grønn dusk (*Cladophora* sp.).



Figur 10. Stasjon AR38 Styrsvika, indre: A = Stasjonsplassering, B = Tett tangvegetasjon i øvre del av strandsonen, C = Grisatang (*Ascophyllum nodosum*) bevest med mange epifytter. Stasjon AR39 Styrsvika, ytre: D = Stasjonsplassering i ytre del av Styrsvika, E = Grisatang begrodd med store mengder trådformete alger, F = Tette masser av lange *Ectocarpus*-tråder.



Figur 11. Stasjon AR04 Songekilen: A = Stasjonsplassering på lite skjær i ytre del av båthavna, B = Tang med svært mye påvekst av trådformete brunalger og rødalger, C = Mye sedimentering og dårlige vekstforhold for alger under tangbeltene. Stasjon AR40 i Songekilen: D = Stasjonsplassering, E = Store mengder påvekst på tangen, F = Flat mudderbunn med ålegras nedenfor tangbeltene.

2.2.3 Flosta/Kilsund

AR08 Store Klokkøya

Stasjonen hadde mye begroing. Tangvegetasjonen bestod av tette bestander av blæretang, grisetang og sagtang. Martaum var vanlig nedenfor tangbeltene (**Figur 12**). På fjell under tangen var krusflik, fjæreblood, kalkalger de vanligste artene. Dominerende påvekst på tangen var rødalgene rekeklo og havpyrd (*Callithamnion* spp) og brunalgen brunsl. Sagtangen var helt tilgrodd av epifytter og var døende flere steder. Stasjonen hadde svært mye trådformete alger (mye rekeklo) og sedimentert materiale nedenfor det øverste tangbeltet.

AR10 Sjøverstø

Stasjonen ligger inni Flosterfjorden og er beskyttet mot bølgeslag. Tangvegetasjonen bestod av tette bestander av blæretang, grisetang og martaum mens sagtang vokste mer spredt. Grisetangen var relativt kortvokst med mange smågrener. De vanligste artene foruten tang var skorpeformete kalkalger, pepperalger (*Osmundia*), bruntuste (*Spermatochnus/Striaria*) og brunsl. Brunsl vokste som små tette tuster på tang i tangbeltet og som lange tynne tråder under tangbeltene. Av fauna var strandsnegl, blåskjell, østers, trekantmark og kråkeboller de mest vanlige (**Figur 12**).

AR11 Kilsund

Tangvegetasjonen bestod av tette bestander av blæretang og grisetang. Sagtang vokste spredt til vanlig i 2005, men ble ikke registrert i 2006. Martaum vokste stort sett på dypere vann (nedenfor 2 meters dyp). De vanligste artene utenom tang var fjæreblood, skorpeformete kalkalger, røddokke (*Polysiphonia stricta*), perlesli (*Pylaiella littoralis*), grønndusk, rekeklo, rødlo (*Trailiella intricata*), teinebusk (*Rhodomela confervoides*), blåskjell og mosdyr. Rekeklo var den vanligste påveksten i 2005 mens dokker og teinebusk var de vanligste i 2006. Grønndusk vokste som lange tynne tråder og i store mengder, fra ca. 2 meters dyp. Bilder fra stasjonen er vist i **Figur 13**.



Figur 12. Stasjon 08 Store Klokkøya i Flosterfjorden: A = Stasjonsplassering, B = Gris tangbeltet, C = Tette forekomster av mar taum *Chorda filum* under tangbeltene. Stasjon AR10 Sjøverstø: D = Stasjonsplassering, E = Gris tangbeltet med påvekst av brun sli, F = Loddrett fjellvegg med blåskjell (*Mytilus edulis*), trekantmark (*Pomatoceros triqueter*) og østers (*Ostrea edulis*).



Figur 13. Stasjon AR11 Kilsund: A = Stasjonsplassering, B = Tett tangsamfunn i øvre del av strandsonen, C = Grisettang (*Ascophyllum nodosum*) med påvekst av perlesli (*Pylaiella littoralis*), D = Tarmgrønske (*Enteromorpha* sp) og rekeklo (*Ceramium virgatum*), E = Japansk drivtang (*Sargassum muticum*), F = Loddrett fjellvegg med trådformete alger.

2.2.4 Narestø

AR09 Langholmen

Det vokste tett fin tangvegetasjon av både blæretang og sagtang på stasjonen. Det var lite eller ingen påvekst på tangen (**Figur 14**). Andre vanlige arter var fjæreblood, kalkalger, penseldokke (*Polysiphonia brodiaei*), rødlo, sjøstjerner, mosdyr og blåskjell. Det vokste enkelte tareplanter på stasjonen og tette forekomster av martaum på litt dypere vann.

AR12 Helgetangen

Stasjonen ligger nordøstlig vendt og er eksponert for bølgeslag. Med unntak av et par blæretangplanter øverst i tidevannssonen, vokste det ikke tang på stasjonen (**Figur 14**). I bølgeslagssonen ble det registrert enkelte albuesnegl (*Patella vulgata*). Denne sneglen har vært borte fra Sørlandet i mange år, men er i ferd med å etablere seg igjen. Det var også mange purpurnegl (*Nucella lapillus*) på stasjonen som beitet på blåskjell og rur. Det svakt skrånende fjellet var dekket av tette forekomster av penseldokke, blåskjell, rødlo, fjæreblood og kalkalger. På litt dypere vann vokste lange martaum og japansk drivtang (*Sargassum muticum*). Andre vanlige arter på stasjonen var krasing (*Corallina officinalis*) og stilkdokke (*Polysiphonia elongata*).

AR13 Nordstrand

Stasjonen ligger på et lite skjær innerst i Nordstrand. Registreringen ble gjort på vest- og nordsiden av skjæret. I 2003 var det svært mye påvekst på stasjonen, men dette ble ikke funnet i 2007. Det vokste tett fin tangvegetasjon av både blæretang, grisetang og sagtang på stasjonen. Under tangbeltene vokste rødlo, fjæreblood og kalkalger. Martaum vokste i svært tette bestander på litt dypere vann. De vanligste fjæredyrene var strandsnegl, blåskjell og sjøstjerner. På innsiden av skjæret ble det observert ålegraseng.

AR14 Sandvigen

Stasjonen ligger nordlig vendt på lite skjær med stor jernpåle midt på skjæret. Blæretang vokste i tette bestander og det var også noe sagtang og grisetang. De vanligste artene foruten tang var fjæreblood, rødlo og bruntufs (*Sphacelaria cirrosa*), blåskjell, strandsnegl og sjøstjerner. Under tang- og rødlobeltene vokste svært tette bestander av martaum.

AR15 Skinnfelltangen

Stasjonen ligger sørlig vendt på Skinnfelltangen. Blæretang og sagtang vokste i tette fine bestander mens det kun var enkelte grisetangplanter innimellom. Under tangvegetasjonen dominerte fjæreblood, kalkalger og rødlo, mens rekeklo var vanlig påvekst på tangen. Stasjonen virket svært frisk og fin med lite påvekst. De vanligste dyrene var blåskjell, sjøstjerner, mosdyr, strandsnegl og tanglopper. Fra ca. 2 meters dyp vokste svært tette bestander av martaum. Mange steder lå martaumen i store dynger på bunnen.

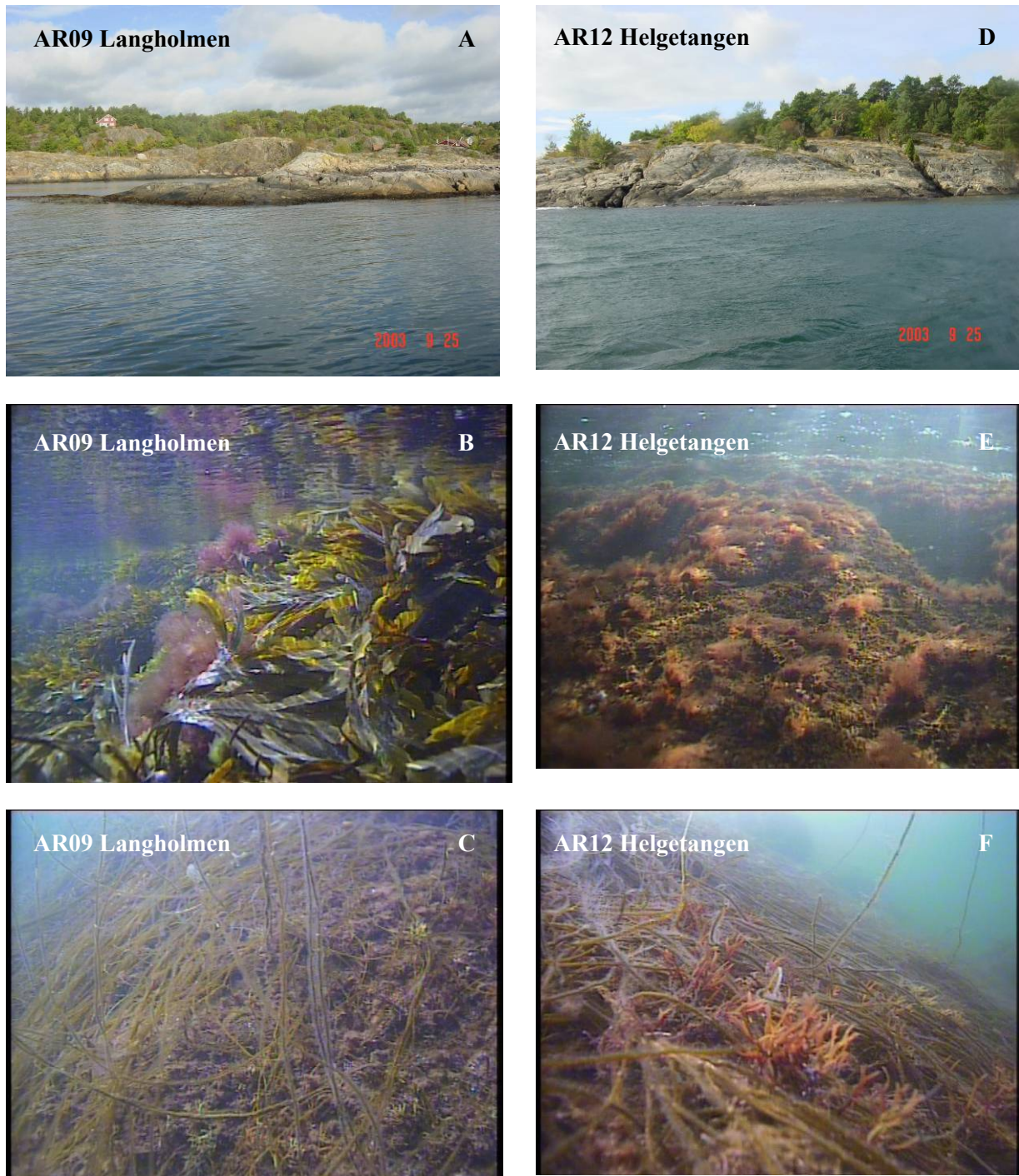
AR16 Dalsholmen

Stasjonen ligger ved innløpet til Dalskilen, på sørsiden av liten odde med jernpåle. Det vokste tette bestander av sagtang og blæretang i et smalt belte øverst i strandsonen. Nedenfor tangbeltene vokste store mengder juvenile blåskjell, rødlo, kalkalger og enkelte fingertareplanter (*Laminaria digitata*). Vanlige påvekstlger var rekeklo (*Ceramium virgatum*) og 'dokker'. I bukta like bak stasjonen (innover i Dalskilen) vokste spredte forekomster av grisetang. Bukta er noe mer beskyttet for bølgeslag enn selve stasjonen.

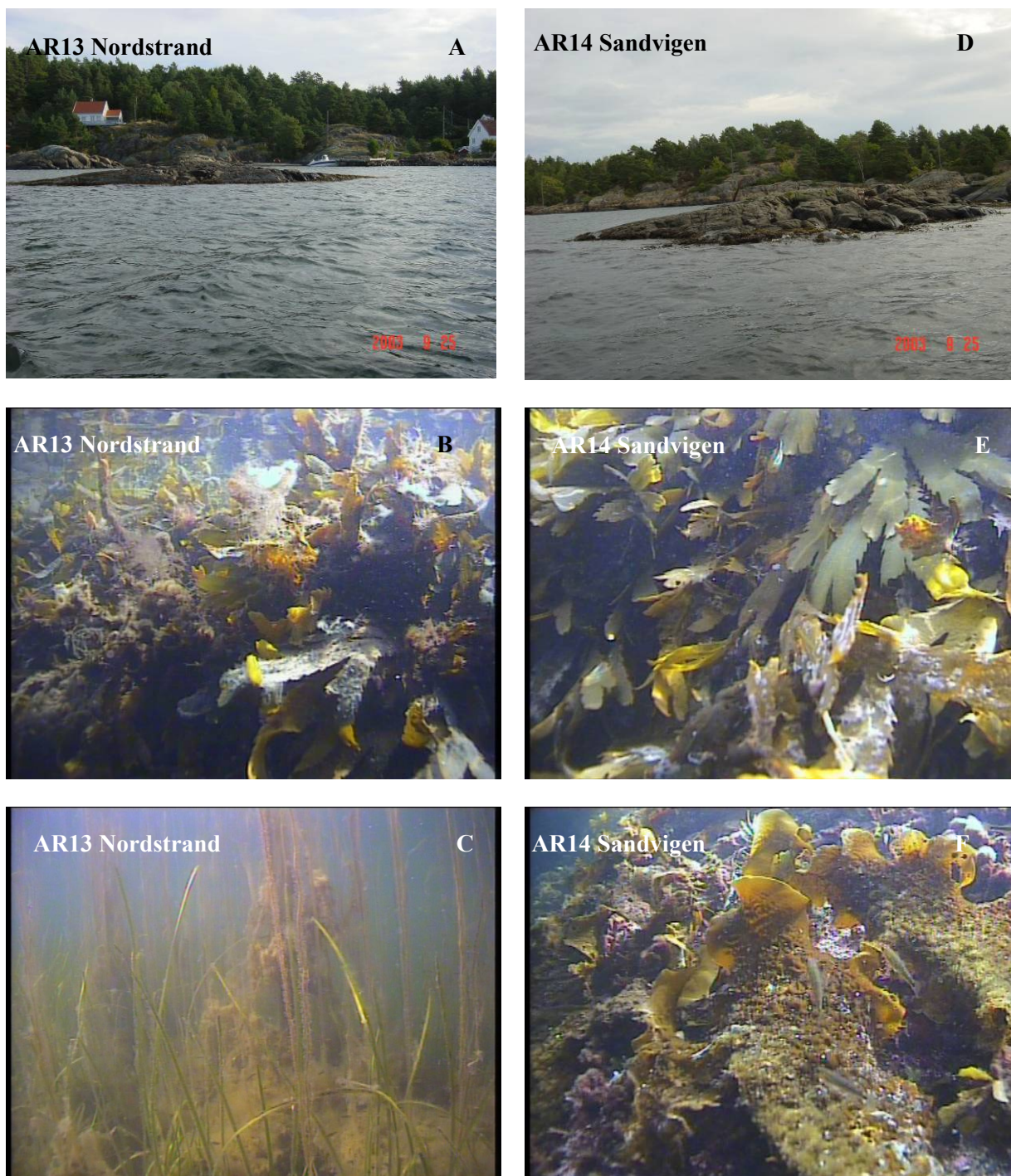
AR28 Gaasholmen

Stasjonen ligger på Trømøysiden av Tromøysund og ble opprettet som en referansestasjon i 2003. Vegetasjonen bestod av stort sett de samme artene som i Narestø. Det vokste tette bestander av blæretang og sagtang og kun spredte planter av grisetang i strandsonen. Japansk drivtang og martaum var vanlige. Rødlo, fjæreblood, skorpeformete kalkalger, fiskeløk (*Cystoclonium purpureum*) og

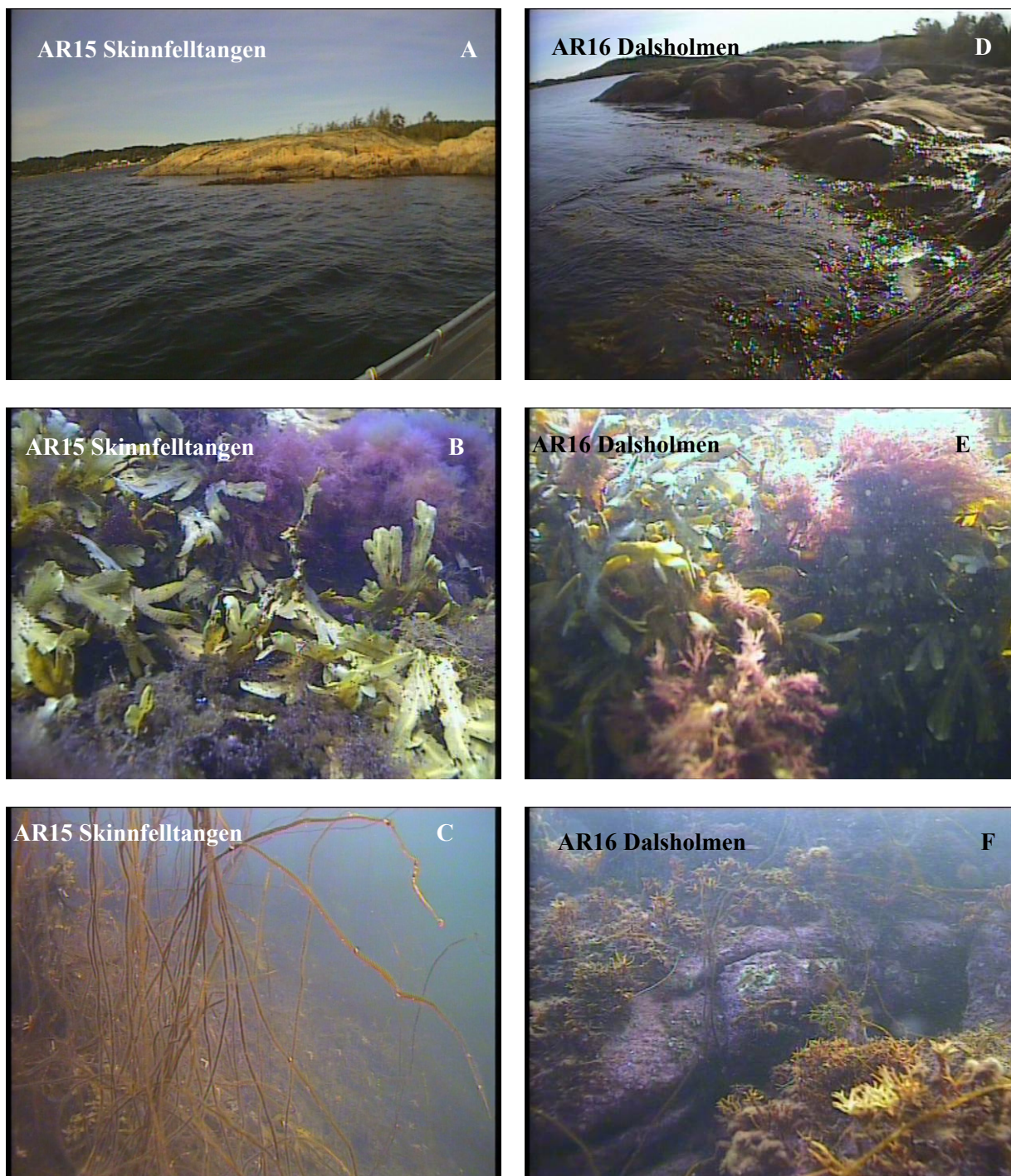
svartkluft (*Furcellaria lumbricalis*) var de vanligste artene på fjell under tangen. Rekeklo var den vanligste påvekstalgjen på tangen. Strandsnegl, mosdyr, blåskjell, posthornmark og ulike snegler var de vanligste dyrene.



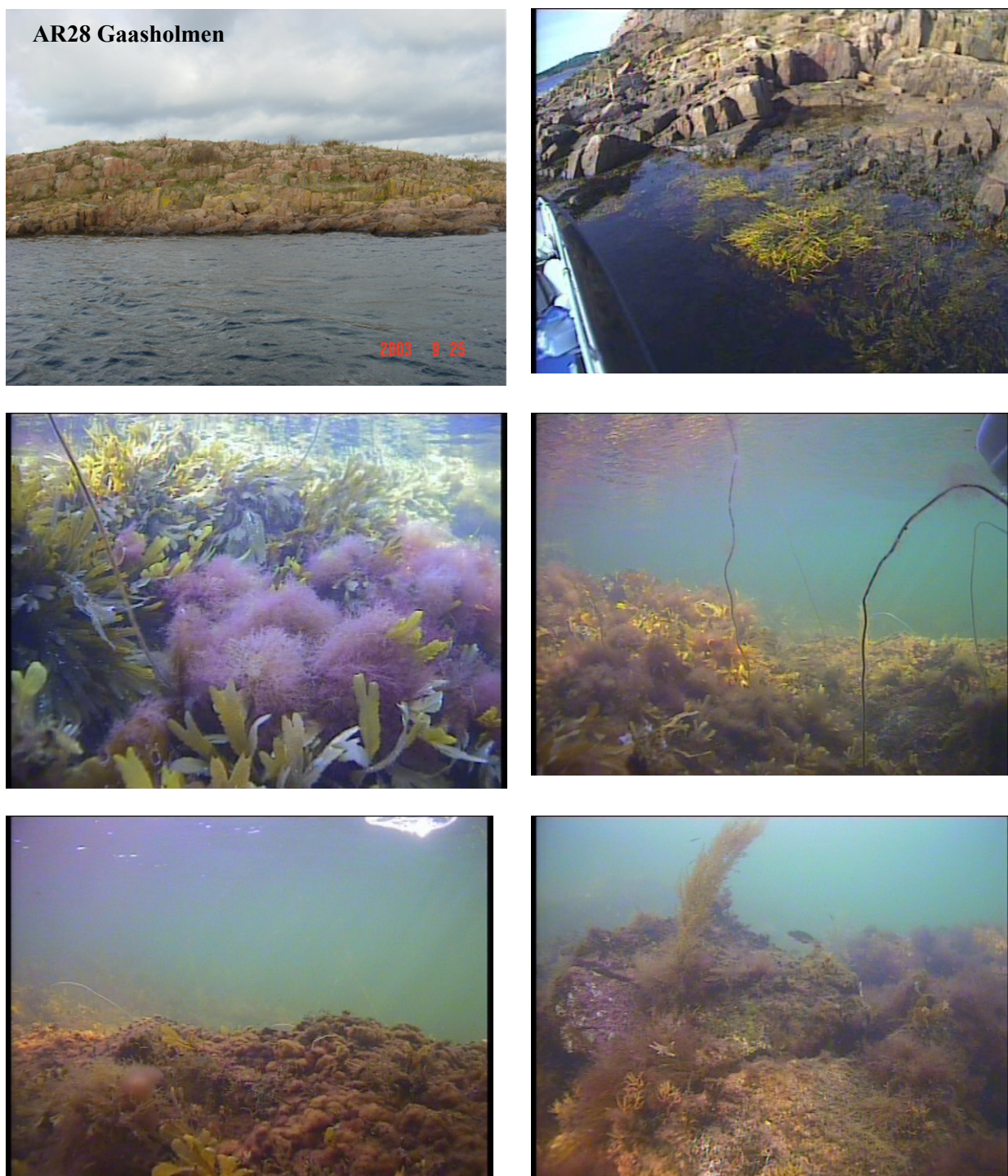
Figur 14. Stasjon AR09 Langholmen: A = Stasjonsplassering, B = Tette forekomster av sagtang (*Fucus serratus*), C = Store mengder martaum (*Chorda filum*) under tangbeltene. Stasjon AR12 Helgetangen: D = Stasjonsplassering, E = Øvre del av strandsonen var dominert av småvokste arter pga høy bølgeeksponering, F = Martaum (*Chorda filum*) og krusflik (*Chondrus crispus*).



Figur 15. Stasjon AR13 Nordstrand i Narestø: A = Stasjonsplassering på lite skjær, B = Sagtang (*Fucus serratus*), C = Ålegras (*Zostera marina*) og martaum (*Chorda filum*). Stasjon AR14 Sandvigen i Narestø: D = Stasjonsplassering, E = Sagtang (*Fucus serratus*) med lite påvekst av trådalger, F = Sukkertare (*Saccharina latissima*) og rødlo (*Trilliella intricata*) nedenfor tangbeltene på stasjonen.



Figur 16. Stasjon AR15 Skinnfelltangen: A = Stasjonsplassering vestsiden av Skinnfelltangen, B = Sagtang med påvekst av små rødalger (*Polysiphonia*), C = Martaum vokste under tangbeltene. Stasjon AR16 Dalsholmen i Narestø: D = Stasjonsplassering ved innløpet til Dalskilen, E = Sagtang med påvekst av små rødalger (*Polysiphonia*), F = Fjell med rosa kalkskorper og tette forekomster av krusflik (*Chondrus crispus*).



Figur 17. Referansestasjon AR28 på Gaasholmen ytterst i Tromøysund. Det vokste tette forekomster av sagtang (*Fucus serratus*) i strandsonen og rødlo (*Trilliella intricata*) nedenfor tangbeltene.

2.2.5 Artsutvalg, antall arter og fordeling mellom algegrupper

Artsutvalg

Oversikt over de vanligste artene som ble registrert i 2005-2007 er vist i **Tabell 3**.

Noen arter, som blæretang, sagtang, fjæreblood, dokker, sjøstjerner, strandsnegl og blåskjell ble funnet på alle stasjoner i alle områdene.

Andre arter vokste de fleste steder bortsett fra i havnebassenget. Dette var arter som skorpeformete kalkalger, grisetang, martaum og bruntufs. De to førstnevnte artene regnes som sårbare for forurensninger.

Andre arter vokste kun i Narestø-området og i liten eller ingen grad i Tromøysund eller i havnebassenget. Dette var arter som rødlo, krasing og purpurnegl. Disse er typiske arter man finner på steder med god vanngjennomstrømming og gjerne litt eksponert for bølgeslag.

Og til slutt er det de forurensningstolerante artene som hadde størst forekomst i Havnebassenget og indre del av Tromøysund. Dette var arter som trådformete diatomeer, strømgarn, bleiktuste, tarmgrønnske, grønndusk, brunslid og rødpusling.

Antall arter

Til sammen ble det registrert 141 arter, hvorav 81 makroalger, 54 dyr og 6 mikroalger eller høyere planter (**Tabell 4**). Antall arter i de ulike områdene varierte mellom 61 og 83 arter. Det ble registrert flest arter i Flosta og Narestø, mens havneområdet ikke overraskende hadde færrest arter (**Tabell 4**). I den videre behandling og sammenligning av antall arter er enkelte artsgrupper slått sammen. Det gjelder arter som er vanskelige å skille i felt som f. eks arter innen slektene/gruppene *Ceramium*, *Cladophora*, *Ectocarpus/Pylaiella*, *Polysiphonia*, *Callithamniaceae* og *Enteromorpha* (slekten heter nå, *Ulva* men er omtalt som *Enteromorpha* her).

Figur 18 viser antall arter på de enkelte stasjonene. Stasjonene i havneområdet hadde 15-25 arter mens stasjonene i ytre del av Narestø hadde 35-52 arter. Det vokste relativt mange arter selv på stasjonene i havnebassenget. Artsantallet var på nivå med flere av stasjonene i Tromøysund. Det var til dels stor forskjell i antall arter mellom 2005 og 2006 på stasjonene i Styrsvika (AR38 og AR39), i Songekilen (AR04) og Flostafjorden (AR10).

Fordeling mellom algegruppene

Av algene var det 43 ulike rødalger, 36 brunalger og 21 grønnalger. I havnebassenget var andelen grønnalger høy (26 %) mens andelen rødalger var lav i forhold til de andre områdene (**Tabell 4**). En normal fordeling av rødalger : brunalger : grønnalger regnes å være R : B : G = 45 % ±10 : 35 % ±10 : 15 % ±5.

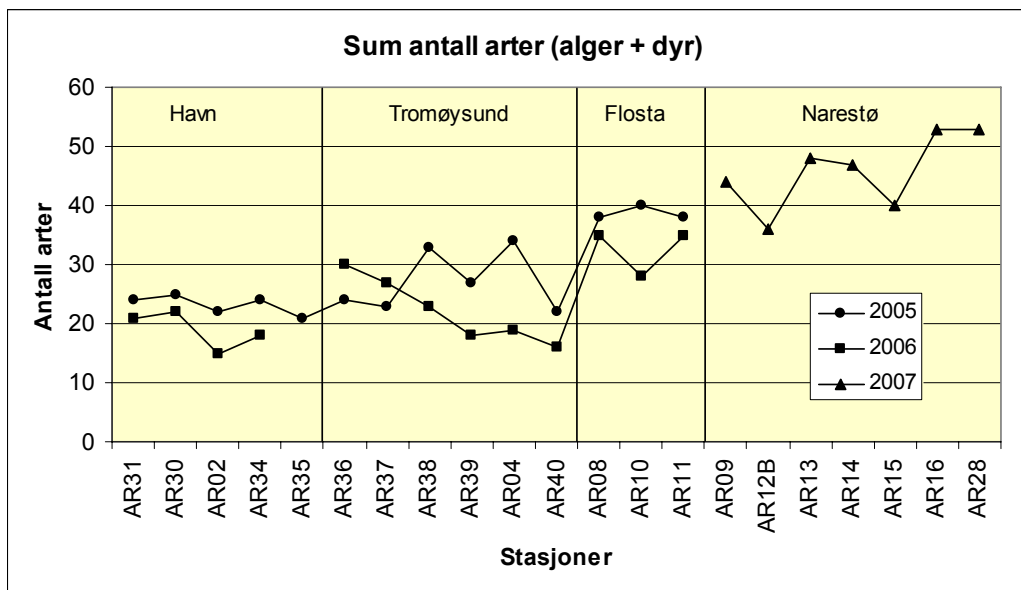
Figur 19 viser fordelingen av rødalger, brunalger og grønnalger på de enkelte stasjonene i havnebassenget, Tromøysund og Flosta mens **Figur 20** viser fordelingen i Narestø. På flere av stasjonene var det stor forskjell i fordelingen mellom de to årene (eks AR30 og AR31 i Strømsbubukt, AR38 i Styrsvika og AR04 og AR40 i Songekilen). Mens de aller fleste stasjonene hadde normal fordeling mellom rød-, brun- og grønnalger i 2005, hadde de nevnte stasjonene enten en unormalt høy andel grønnalger (AR31, AR30) eller en unormalt høy andel rødalger i 2006.

Tabell 3. De vanligste artene registrert i strandsonen (0-1 meters dyp) i Arendal 2005-2007. Symbolforklaring: e= enkeltfunn, s = spredt, v = vanlig og d = dominerende, * = ikke mengdevurdert/ kun identifisert i mikroskop. Tabellen viser arter som er registrert som dominerende (> 50 % dekningsgrad) på minst en stasjon. Den høyeste verdien for de to årene er vist.

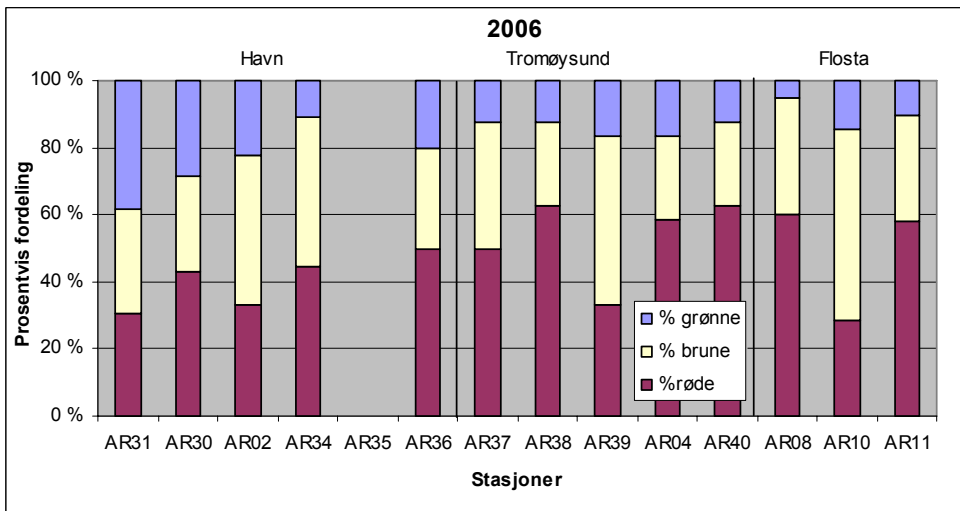
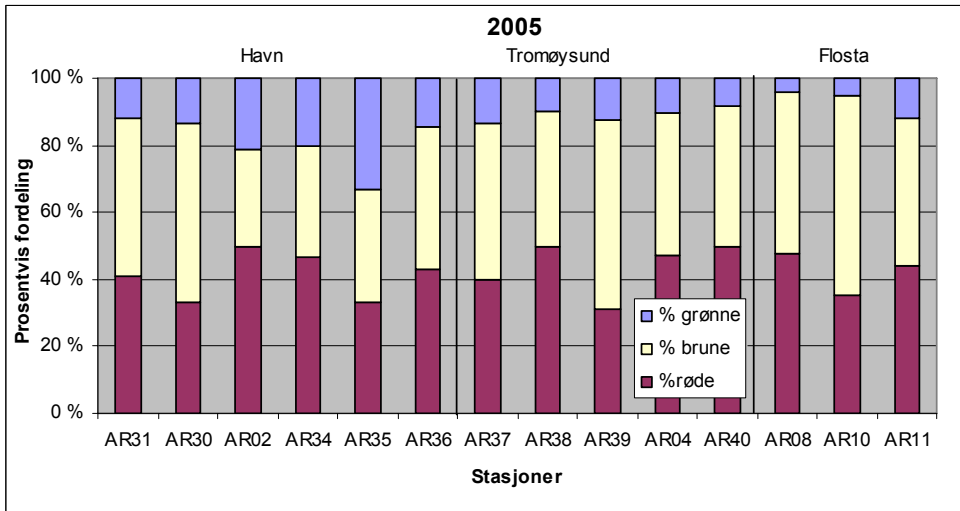
	Område	Havn	Tromøysund	Flosta	Narestø
		AR31	AR36	AR08	AR09
		AR30	AR37	AR10	AR12B
		AR02	AR38	AR11	AR13
		AR34	AR39	AR10	AR14
		AR35	AR40	AR08	AR15
		AR31	AR36	AR08	AR16
		AR30	AR37	AR08	AR17
		AR02	AR38	AR08	AR18
		AR34	AR39	AR08	AR19
		AR35	AR40	AR08	AR20
		AR31	AR36	AR08	AR21
		AR30	AR37	AR08	AR22
		AR02	AR38	AR08	AR23
		AR34	AR39	AR08	AR24
		AR35	AR40	AR08	AR25
		AR31	AR36	AR08	AR26
		AR30	AR37	AR08	AR27
		AR02	AR38	AR08	AR28
		AR34	AR39	AR08	AR29
		AR35	AR40	AR08	AR30
		AR31	AR36	AR08	AR31
		AR30	AR37	AR08	AR32
		AR02	AR38	AR08	AR33
		AR34	AR39	AR08	AR34
		AR35	AR40	AR08	AR35
		AR31	AR36	AR08	AR36
		AR30	AR37	AR08	AR37
		AR02	AR38	AR08	AR38
		AR34	AR39	AR08	AR39
		AR35	AR40	AR08	AR40
		AR31	AR36	AR08	AR41
		AR30	AR37	AR08	AR42
		AR02	AR38	AR08	AR43
		AR34	AR39	AR08	AR44
		AR35	AR40	AR08	AR45
		AR31	AR36	AR08	AR46
		AR30	AR37	AR08	AR47
		AR02	AR38	AR08	AR48
		AR34	AR39	AR08	AR49
		AR35	AR40	AR08	AR50
		AR31	AR36	AR08	AR51
		AR30	AR37	AR08	AR52
		AR02	AR38	AR08	AR53
		AR34	AR39	AR08	AR54
		AR35	AR40	AR08	AR55
		AR31	AR36	AR08	AR56
		AR30	AR37	AR08	AR57
		AR02	AR38	AR08	AR58
		AR34	AR39	AR08	AR59
		AR35	AR40	AR08	AR60
		AR31	AR36	AR08	AR61
		AR30	AR37	AR08	AR62
		AR02	AR38	AR08	AR63
		AR34	AR39	AR08	AR64
		AR35	AR40	AR08	AR65
		AR31	AR36	AR08	AR66
		AR30	AR37	AR08	AR67
		AR02	AR38	AR08	AR68
		AR34	AR39	AR08	AR69
		AR35	AR40	AR08	AR70
		AR31	AR36	AR08	AR71
		AR30	AR37	AR08	AR72
		AR02	AR38	AR08	AR73
		AR34	AR39	AR08	AR74
		AR35	AR40	AR08	AR75
		AR31	AR36	AR08	AR76
		AR30	AR37	AR08	AR77
		AR02	AR38	AR08	AR78
		AR34	AR39	AR08	AR79
		AR35	AR40	AR08	AR80
		AR31	AR36	AR08	AR81
		AR30	AR37	AR08	AR82
		AR02	AR38	AR08	AR83
		AR34	AR39	AR08	AR84
		AR35	AR40	AR08	AR85
		AR31	AR36	AR08	AR86
		AR30	AR37	AR08	AR87
		AR02	AR38	AR08	AR88
		AR34	AR39	AR08	AR89
		AR35	AR40	AR08	AR90
		AR31	AR36	AR08	AR91
		AR30	AR37	AR08	AR92
		AR02	AR38	AR08	AR93
		AR34	AR39	AR08	AR94
		AR35	AR40	AR08	AR95
		AR31	AR36	AR08	AR96
		AR30	AR37	AR08	AR97
		AR02	AR38	AR08	AR98
		AR34	AR39	AR08	AR99
		AR35	AR40	AR08	AR100
		AR31	AR36	AR08	AR101
		AR30	AR37	AR08	AR102
		AR02	AR38	AR08	AR103
		AR34	AR39	AR08	AR104
		AR35	AR40	AR08	AR105
		AR31	AR36	AR08	AR106
		AR30	AR37	AR08	AR107
		AR02	AR38	AR08	AR108
		AR34	AR39	AR08	AR109
		AR35	AR40	AR08	AR110
		AR31	AR36	AR08	AR111
		AR30	AR37	AR08	AR112
		AR02	AR38	AR08	AR113
		AR34	AR39	AR08	AR114
		AR35	AR40	AR08	AR115
		AR31	AR36	AR08	AR116
		AR30	AR37	AR08	AR117
		AR02	AR38	AR08	AR118
		AR34	AR39	AR08	AR119
		AR35	AR40	AR08	AR120
		AR31	AR36	AR08	AR121
		AR30	AR37	AR08	AR122
		AR02	AR38	AR08	AR123
		AR34	AR39	AR08	AR124
		AR35	AR40	AR08	AR125
		AR31	AR36	AR08	AR126
		AR30	AR37	AR08	AR127
		AR02	AR38	AR08	AR128
		AR34	AR39	AR08	AR129
		AR35	AR40	AR08	AR130
		AR31	AR36	AR08	AR131
		AR30	AR37	AR08	AR132
		AR02	AR38	AR08	AR133
		AR34	AR39	AR08	AR134
		AR35	AR40	AR08	AR135
		AR31	AR36	AR08	AR136
		AR30	AR37	AR08	AR137
		AR02	AR38	AR08	AR138
		AR34	AR39	AR08	AR139
		AR35	AR40	AR08	AR140
		AR31	AR36	AR08	AR141
		AR30	AR37	AR08	AR142
		AR02	AR38	AR08	AR143
		AR34	AR39	AR08	AR144
		AR35	AR40	AR08	AR145
		AR31	AR36	AR08	AR146
		AR30	AR37	AR08	AR147
		AR02	AR38	AR08	AR148
		AR34	AR39	AR08	AR149
		AR35	AR40	AR08	AR150
		AR31	AR36	AR08	AR151
		AR30	AR37	AR08	AR152
		AR02	AR38	AR08	AR153
		AR34	AR39	AR08	AR154
		AR35	AR40	AR08	AR155
		AR31	AR36	AR08	AR156
		AR30	AR37	AR08	AR157
		AR02	AR38	AR08	AR158
		AR34	AR39	AR08	AR159
		AR35	AR40	AR08	AR160
		AR31	AR36	AR08	AR161
		AR30	AR37	AR08	AR162
		AR02	AR38	AR08	AR163
		AR34	AR39	AR08	AR164
		AR35	AR40	AR08	AR165
		AR31	AR36	AR08	AR166
		AR30	AR37	AR08	AR167
		AR02	AR38	AR08	AR168
		AR34	AR39	AR08	AR169
		AR35	AR40	AR08	AR170
		AR31	AR36	AR08	AR171
		AR30	AR37	AR08	AR172
		AR02	AR38	AR08	AR173
		AR34	AR39	AR08	AR174
		AR35	AR40	AR08	AR175
		AR31	AR36	AR08	AR176
		AR30	AR37	AR08	AR177
		AR02	AR38	AR08	AR178
		AR34	AR39	AR08	AR179
		AR35	AR40	AR08	AR180
		AR31	AR36	AR08	AR181
		AR30	AR37	AR08	AR182
		AR02	AR38	AR08	AR183
		AR34	AR39	AR08	AR184
		AR35	AR40	AR08	AR185
		AR31	AR36	AR08	AR186
		AR30	AR37	AR08	AR187
		AR02	AR38	AR08	AR188
		AR34	AR39	AR08	AR189
		AR35	AR40	AR08	AR190
		AR31	AR36	AR08	AR191
		AR30	AR37	AR08	AR192
		AR02	AR38	AR08	AR193
		AR34	AR39	AR08	AR194
		AR35	AR40	AR08	AR195
		AR31	AR36	AR08	AR196
		AR30	AR37	AR08	AR197
		AR02	AR38	AR08	AR198
		AR34	AR39	AR08	AR199
		AR35	AR40	AR08	AR200
		AR31	AR36	AR08	AR201
		AR30	AR37	AR08	AR202
		AR02	AR38	AR08	AR203
		AR34	AR39	AR08	AR204
		AR35	AR40	AR08	AR205
		AR31	AR36	AR08	AR206
		AR30	AR37	AR08	AR207
		AR02	AR38	AR08	AR208
		AR34	AR39	AR08	AR209
		AR35	AR40	AR08	AR210
		AR31	AR36	AR08	AR211
		AR30	AR37	AR08	AR212
		AR02	AR38	AR08	AR213
		AR34	AR39	AR08	AR214
		AR35	AR40	AR08	AR215
		AR31	AR36	AR08	AR216
		AR30	AR37	AR08	AR217
		AR02	AR38	AR08	AR218
		AR34	AR39	AR08	AR219
		AR35	AR40	AR08	AR220
		AR31	AR36	AR08	AR221
		AR30	AR37	AR08	AR222
		AR02	AR38	AR08	AR223
		AR34	AR39	AR08	AR224
		AR35	AR40	AR08	AR225
		AR31	AR36	AR08	AR226
		AR30	AR37	AR08	AR227
		AR02	AR38	AR08	AR228
		AR34	AR39	AR08	AR229
		AR35	AR40	AR08	AR230
		AR31	AR36	AR08	AR231
		AR30	AR37	AR08	AR232
		AR02	AR38	AR08	AR233
		AR34	AR39	AR08	AR234
		AR35	AR40	AR08	AR235

Tabell 4. Antall arter og fordeling mellom antall rødalger, brunalger og grønnalger i de ulike sjøområdene i 2005-2007. Alle taxa.

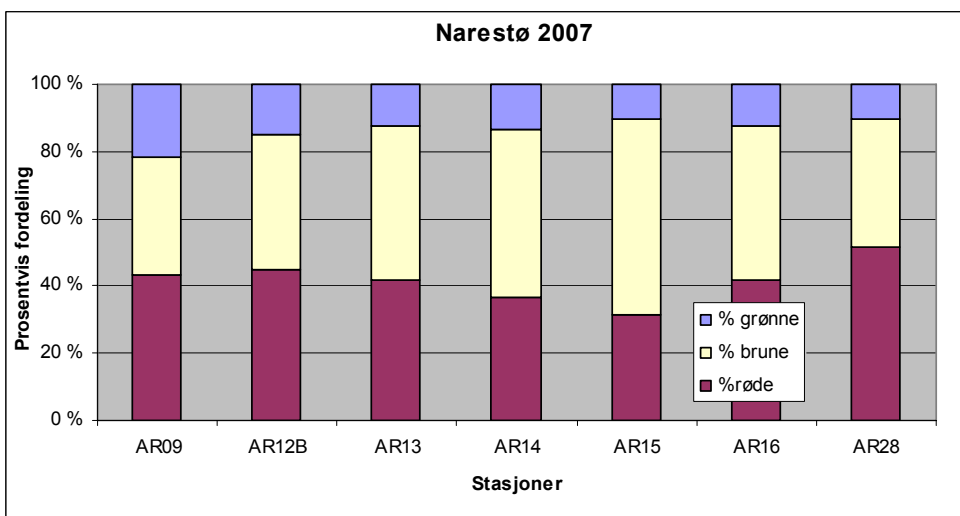
	Havn (5 st.)	Tromøysund (6 st.)	Flosta (3 st.)	Narestø (7 st.)	Totalt (21 st.)
Antall arter /taxa)	61	78	83	83	141
Antall makroalger	39	47	45	47	81
Antall dyr	18	28	35	34	54
Fordeling (%):					
Rødalger	41	51	53	45	43
Brunalger	33	34	38	40	36
Grønnalger	26	15	9	15	21



Figur 18. Antall arter på de enkelte stasjonene i 2005-2007.



Figur 19. Fordeling mellom antall rødalger, brunalger og grønnalger i 2005 og 2006.



Figur 20. Fordeling mellom antall rødalger, brunalger og grønnalger i Narestø i 2007.

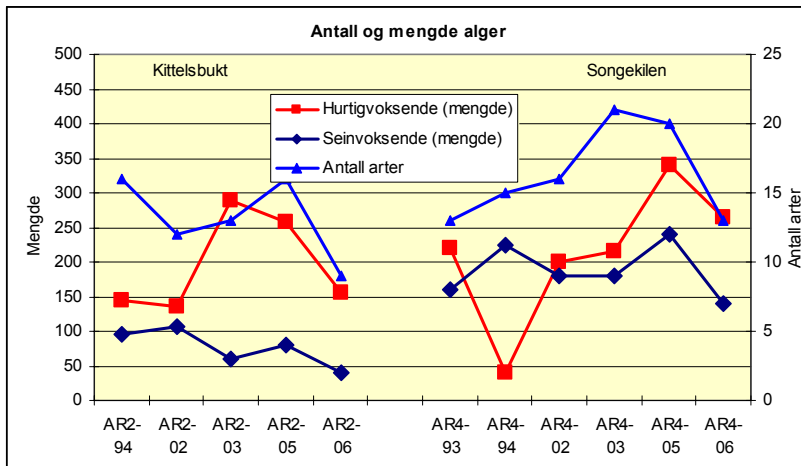
2.2.6 Utvikling over tid på stasjonene

Flere av stasjonene i undersøkelsen er undersøkt tidligere. Det er her gjort en sammenligning i antall arter og fordeling mellom algegrupper for de ulike undersøkelsesårene. Sammenstilling av de vanligste artene er vist i vedleggstabell 4.

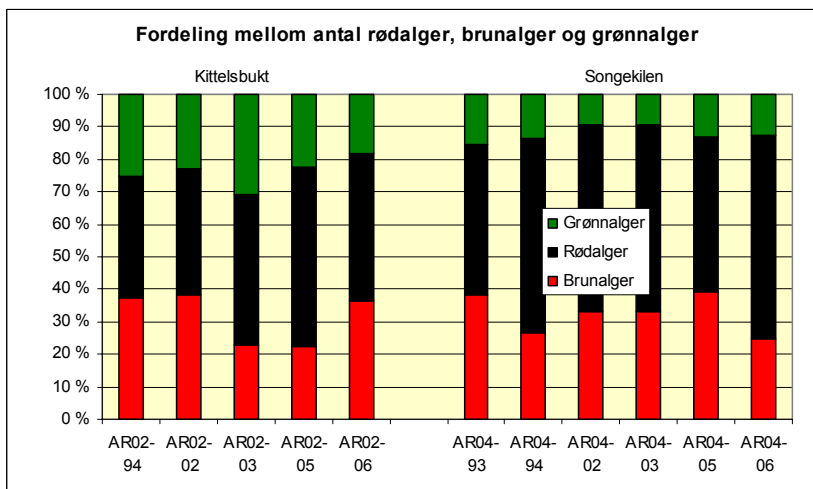
Havneområdet/Tromøysund

Antall registrerte arter ved Gard i Kittelsbuktt (stasjon AR02) har variert mellom 9 og 16 arter i perioden 1994-2006. Variasjonen har vært stor, men det laveste artstallet ble registrert i 2006. Mengden seintvoksende arter har gått gradvis nedover i perioden mens mengden hurtigvoksende har vist tendens til økning. Det har vært store variasjoner mellom årene, men alt i alt indikerer resultatene en negativ utvikling på stasjonen (**Figur 21**). Andelen grønnalger har i hele undersøkelsesperioden vært høyere enn det som regnes som normalt (**Figur 22**).

I Songekilen (stasjon AR04) økte antall arter fra 13 arter i 1993 til 21 arter i 2003/2004, for deretter å bli redusert til 13 arter igjen i 2005. Mengden flerårige arter har vært nokså stabil, mens det har vært en tendens til økning i de ettårige artene. Som i Kittelsbuktt har det vært store variasjoner mellom årene.



Figur 21. Utvikling i antall arter ved Gard (AR02) og Songekilen (AR04) fra 1993-2006. Figuren viser også mengden flerårige/seintvoksende arter og ettårige/hurtigvoksende arter.



Figur 22. Fordeling mellom antall rødalger, brunalger og grønnalger ved Gard (AR02) og i Songekilen (AR04) i perioden 1993-2007.

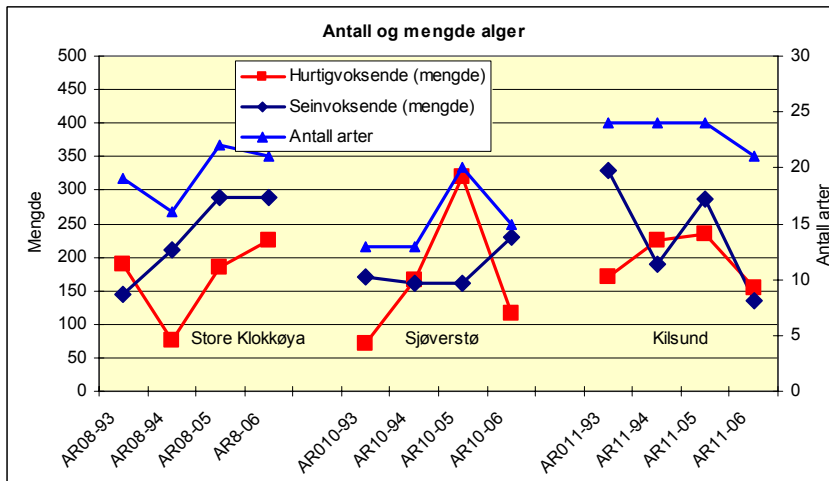
Flosta-regionen

Ved Store Klokkøya (AR08), Sjøverstø (AR10) og Kilsund (AR11) foreligger det registreringer fra 1993-1994 i tillegg til undersøkelsen i 2005-2006.

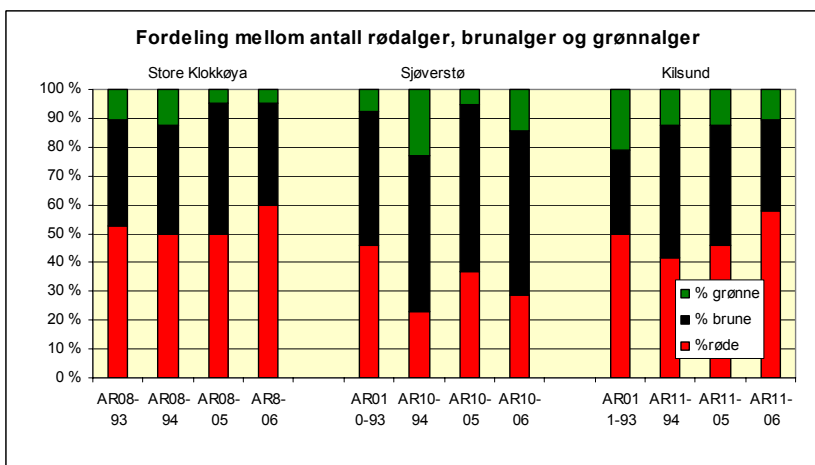
Ved Store Klokkøya har det vært en liten økning i både antall arter og i mengden flerårige arter fra 1993 til 2005 (**Figur 23**). Fordelingen mellom rødalger, brunalger og grønnalger har vært innenfor normalintervallene og med en svak reduksjon i andelen grønnalger. Endringene kan tyde på en positiv utvikling på denne stasjonen.

Mengden ettårige arter har variert svært mye ved Sjøverstø. Ved denne stasjonen har det også vært store variasjoner i fordelingen mellom algeklassene, og det er ingen tydelige utviklingstrender.

Ved Kilsund har det heller ikke vært en tydelig trend i endringene i verken artstall, mengde ettårige arter eller mengden seintvoksende arter siden 1993. Fordelingen mellom rødalger, brunalger og grønnalger kan imidlertid tyde på at andelen grønnalger er noe redusert mens andelen rødalger har økt. Dette er i så fall et positivt tegn. Men variasjonene er store og målepunktene få, slik at det ikke kan konkluderes at det har vært endringer her.



Figur 23. Utvikling i antall arter i Flosta-regionen (AR08, AR10 og AR11) i perioden 1993-2006. Figuren viser også mengden flerårige/seintvoksende arter og ettårige/hurtigvoksende arter.



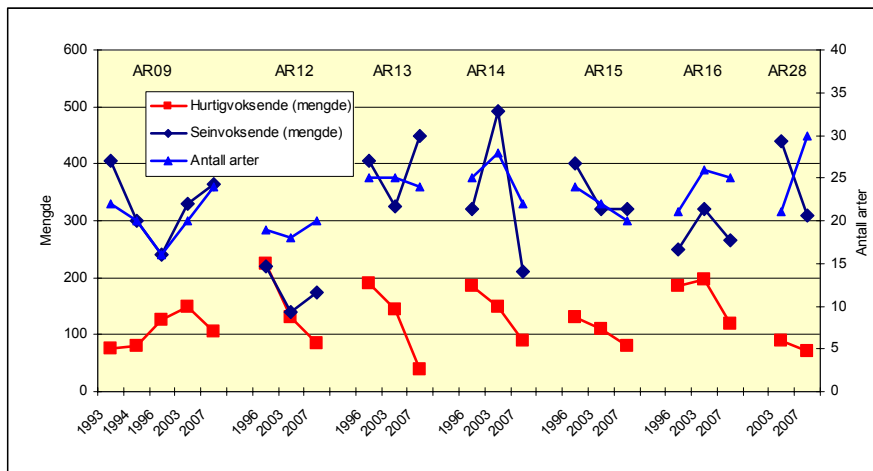
Figur 24. Fordeling mellom antall rød-, brun- og grønnalger i Flosta-regionen (AR08, AR10 og AR11) i perioden 1993-2006.

Narestø

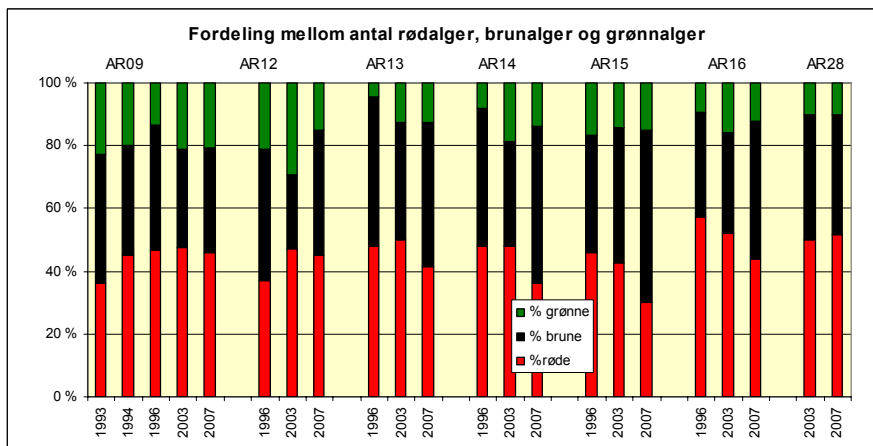
Ved Langholmen i Narestø (AR09) var det en reduksjon i antall arter og i mengde flerårige arter fra 1993 til 1996 og en tilsvarende økning i 2003 og 2007 (etter igangsetting av renseanlegg). Dette kan tyde på en positiv effekt av flytting av utslippspunkt.

Antall arter eller mengde flerårige arter viser ingen klare trender ved de øvrige stasjonene, men det synes å være en nedgang i mengden hurtigvoksende arter på samtlige stasjoner. Samtidig har det vært en nedgang i andelen rødalger på flere stasjoner, men det er foreløpig for tidlig å konkludere med noe ettersom årsvariasjonene er såpass store.

Det kan også bemerkes at mengden seintvoksende arter var betydelig større enn mengden hurtigvoksende arter på alle stasjonene i Narestø bortsett fra AR12. Ved de øvrige undersøkte områdene i Arendal var mengden hurtigvoksende arter enten like stor eller større enn de seintvoksende.



Figur 25. Utvikling i antall arter i Narestø i perioden 1993-2007. Figuren viser også mengden flerårige/seintvoksende arter og ettårige/hurtigvoksende arter.



Figur 26. Fordeling mellom antall rød-, brun- og grønnalger i Narestø i perioden 1993-2007.

2.3 Vurderinger

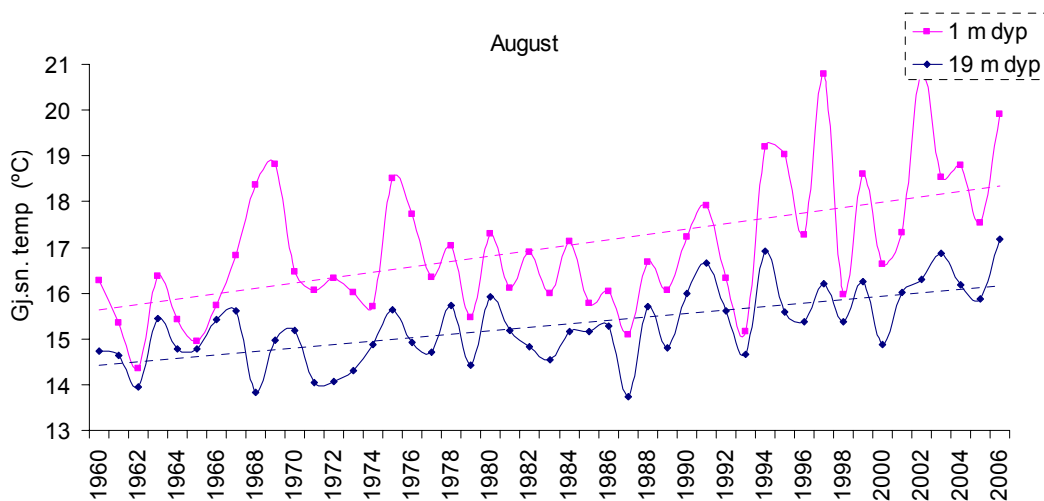
Undersøkelsene viste dårlige tilstander i organismesamfunnet på grunt vann i Strømsbubukt, Kittelsbukt og Barbu (havnebassenget). Artstallet var lavt, artsutvalget var preget av forurensningstolerante arter og tangen var overgrodd av opportunistiske, trådformete alger. Enkelte steder var sterkt preget av synlige kloakkutlipp. Mengden hurtigvoksende opportunister hadde trolig økt noe ved Kittelsbukt og Songekilen siden 1993, men variasjonene har vært store mellom årene. Ved Gard i Kittelsbukt har det vært en negativ utvikling i antall arter og mengden seintvoksende arter. Det har ikke vært store endringer i utslippssituasjonen på disse stedene. Mye går fremdeles ut i overløp og stasjonene er preget av dette.

Stasjonene ved Fluet, Styrsvika hadde også mye påvekst, spesielt Styrsvika der det var store mengder med trådformete grønnalger og brunalger. Resultatene viser at deler av Tromøysund har næringsrike forhold som favoriserer hurtigvoksende arter.

Stasjonene ved Flosta/Kilsund hadde høyere artstall enn havnebassenget og Tromøysund, men var også preget av mange påvekstalger. Ved Store Klokkøy har det vært en økning i antall arter og i mengden flerårige arter fra 1993 til 2005 og kan tyde på en positiv utvikling. Det har ikke vært tilsvarende endringer på de to andre stasjonene.

Narestø hadde et annet artsutvalg enn de indre havneområdene og var preget av mange typiske arter fra ytre kyst. Det var også betydelig mindre begroing på disse stasjonene. Det har vært en kraftig økning i den lille rødalgen 'rødlo' (*Trilliella intricata*) som nå vokser som et tett dekke mange steder. Det ble også registrert mer av dokke-arter enn tidligere år. Disse endringene er også observert andre steder på Sørlandskysten og skyldes derfor ikke lokale forhold (Kroglund og Moy 2007).

Figur 27 viser temperaturdata for august i tidsrommet 1960-2006. Etter 1993 har det vært store variasjoner i gjennomsnittlig sjøtemperatur som kan forklare noe av den store variasjonen i påvekst og antall arter mellom undersøkelsesårene.



Figur 27. Gjennomsnittlig sjøtemperatur for august for perioden 1960-2006 på 1 m og 19 m dyp målt ved Havforskningsinstituttets forskningsstasjon i Flødevigen (Moy mfl. 2007).

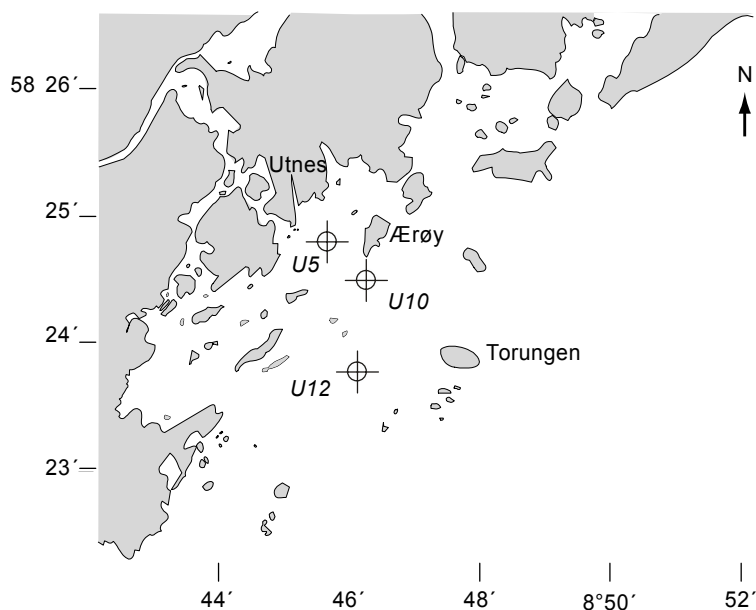
3. Bløtbunnsfauna

Prøvetaking på bløtbunn benyttes i dag rutinemessig i undersøkelser av resipienter for kommunalt avløpsvann og industri for å karakterisere tilstand og overvåke eventuelle endringer. Bløtbunn finnes i alle dypere sjøområder og på steder med lokal beskyttelse mot strøm og bølgepåvirkning. I forbindelse med utslipp av kommunalt avløpsvann vil bløtbunnsområdene være utsatt for avsetning av organisk stoff og partikulært materiale. I de fleste tilfeller undersøkes både naturlig bunnfauna og bunnsedimentene. Tilstanden kan karakteriseres på basis av måleparametre for fauna og sedimenter i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet (Molvær mfl. 1997).

Bunnfauna undersøkes med hensyn til antall arter, individtettheter og artssammensetning. Under normale forhold vil mange arter finne livsbetingelser og være representert i prøvene, mens under dårlige forhold går artstallet ned. Individtetthetene kan variere meget, men under dårlige oksygenforhold vil også individtetthetene avta. Organismesamfunnenes sammensetning og struktur kan derfor brukes for å karakterisere miljøtilstand og gradere effekter av påvirkninger.

Bunnsedimentene undersøkes med hensyn på kornfordeling (% silt og leire) og organiske komponenter (totalt organisk karbon, totalt nitrogen). Dette er støtteparametre som er viktige for tolking av faunadataene, samtidig som parametrene kan si noe om graden av belastning på sedimentene og hvilken opprinnelse materialet har.

3.1 Stasjonsvalg og metodikk



Figur 28. Kart over undersøkte bløtbunnsstasjoner i 2005.

3.1.1 Valg av prøvetakingslokaliteter

Prøver av sedimenter og bløtbunnsfauna ble tatt på tre stasjoner (**Figur 28**). Stasjonene ligger ved det tidligere utslippsstedet i Utnesbassenget (st. U5), ved nåværende utslippssted ved Ærøy (st. U10) og på største dypet i Ærøybassenget (st. U12). Alle stasjonene har inngått i tidligere undersøkelser og ble

innsamlet ved forrige undersøkelse i 2001 (Moy mfl. 2002). Stasjonen i Utnesbassenget (st. U5) har vært overvåket siden 1981 og stasjonen ved Ærøy (st. U10) siden 1987. Disse stasjonene gir informasjon om tilstandsutviklingen i renseanleggets nærområde. Stasjonen i Ærøydypet (st. U12) ble innsamlet første gang i 1994. Prøvetakingen vil gi et mål for den generelle tilstanden i hovedresipienten for renseanlegget.

3.1.2 Prøvetaking

Bunnprøver ble samlet inn med en 0,1 m² van Veen bunngrabb den 28. mai 2005. På alle tre stasjonene ble det tatt prøver av bunnfauna og sedimentkomponenter. Prøvene ble tatt fra M/S "Risøy" tilhørende RIISE A/S.

For analyse av sedimentkomponenter ble det tatt en delprøve av overflatesediment (0-2 cm) fra ett av grabbhuggene på hver stasjon. Delprøvene ble tatt gjennom en inspeksjonsluke på toppen av grabben. Det ble kontrollert at sedimentoverflaten i grabbprøven var uforstyrret. Prøvene av sedimenter ble oppbevart nedfrosset frem til analyse.

På hver stasjon ble det tatt fire parallelle prøver for bunnfauna. Sedimentfanget i prøvene ble siktet på 5 mm og 1 mm sikter for fjerning av finmateriale. Sikteresten ble fiksert i 4-6 % nøytralisert formaldehydløsning og brakt til laboratoriet for videre sortering og artsbestemmelser. Under prøvetakingen ble det på hver stasjon gjort en visuell beskrivelse av bunnsedimentet. Innsamling og opparbeiding er utført i henhold til Norsk Standard for undersøkelser av bløtbunnsfauna (NS 9423:1998).

3.1.3 Analyser

Sedimentene ble analysert for kornfordeling (leir-, silt- og sandpartikler), tørrstoff og organiske komponenter. Kornfordelingen ble bestemt ved en trinnavvis prosess hvor sedimentet ble våtsiktet på 1 mm og 0,063 mm, tørket og deretter tørrsiktet i størrelsesfraksjoner. Materialet < 0,063 mm ble løst i vann og analysert ved bruk av Sedigraf. Tørrstoff ble bestemt ved tørking av sedimentet. Innhold av organiske komponenter ble bestemt ved analyse for totalt organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN). TOC ble bestemt etter at uorganiske karbonater var fjernet med saltsyre.

Prøvene for bunnfauna ble håndsortert under 4-6 x forstørrelse. I noen få prøver med mye siktemateriale ble deler av prøven splittet (subsamlet) før sortering. Alle dyr ble identifisert og talt, og overført til 70 % etanol for oppbevaring. Identifiseringen ble i hovedsak utført til artsnivå. Samtidig med sorteringen ble det foretatt 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. I denne undersøkelsen er *Shannon-Wiener indeks* (H') og *Hurlbert indeks* $E(S_{100})$ benyttet. Det ble også beregnet en indeks (ISI) som uttrykker innslaget av forurensningsømfintlige arter i bunnfaunaen (Rygg 2002).

3.1.4 Bedømming av miljøtilstand

Prøvene vurderes med hensyn på visuelle observasjoner i felt, organisk innhold i sedimentene og faunaens sammensetning. Ved vurderingene er SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann lagt til grunn (Molvær mfl. 1997). Dette systemet opererer med fem tilstandsklasser fra klasse I (*meget god tilstand*) til klasse V (*meget dårlig tilstand*). Måleparametrene som benyttes er organisk innhold i sedimentene (TOC) og artsmangfold for bunnfaunaen (H' , $E(S_{100})$). Verdiområdet for parametrene og grenseverdiene for klassene er vist i **Tabell 5**.

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 5. SFTs system for klassifisering av miljøtilstand med hensyn på organisk innhold (TOC) i bunnsediment og artsmangfold for bløtbunnsfauna (Molvær mfl. 1997).

Parametere		Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
Sediment	Organisk karbon (mg/g)	<20	20-27	27-34	34-41	>41
Artsmangfold for bløtbunnsfauna	Hurlberts indeks (ES _{n=100})	>26	26-18	18-11	11-6	<6
	Shannon-Wiener indeks (H)	>4	4-3	3-2	2-1	<1

3.2 Resultater

3.2.1 Prøvetaking

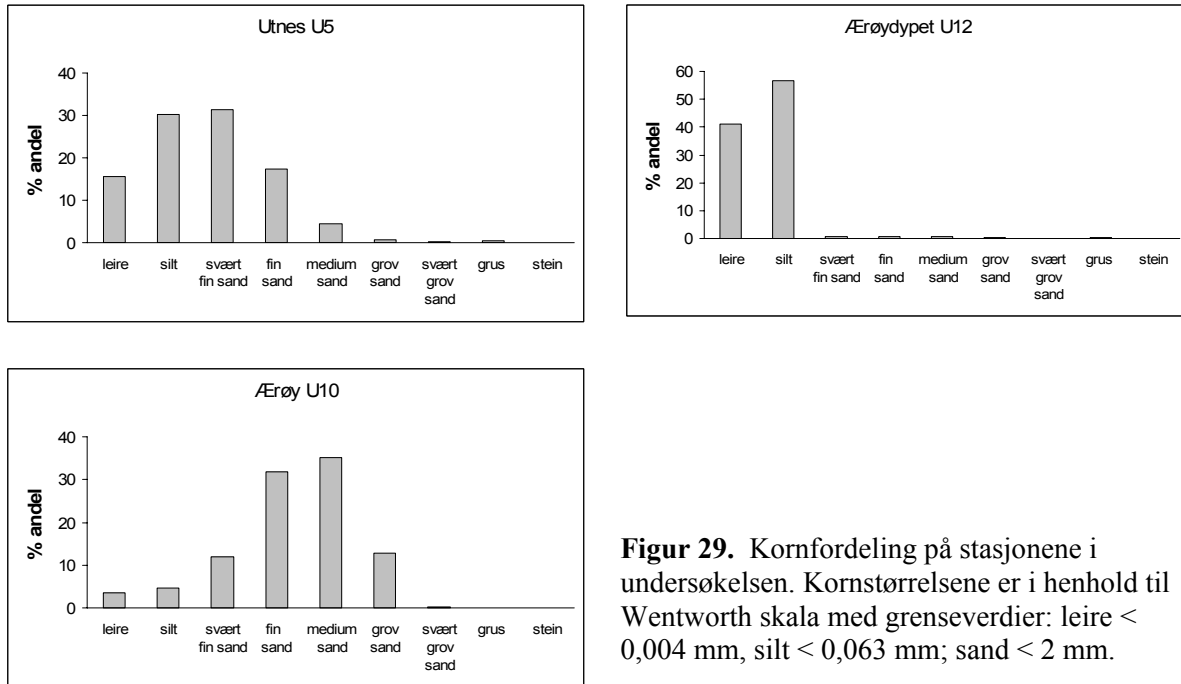
Oversikt over prøvetakingen og visuelle observasjoner av bunnsedimentene er gitt i **Tabell 6**. Detaljerte opplysninger om prøvetakingen er gitt i Vedleggstabell B1.

Tabell 6. Prøvetaking av bunnfauna ved Utnes 28. mai 2005. Lokalteter, dyp, antall prøver og visuelle observasjoner av bunnforhold og sedimenter.

St.	Lokalitet	Dyp m	Antall prøver	Visuelle observasjoner	Sikterest (materiale > 1 mm)
U 5	Utnes-bassenget	33	4	Brungrønn silt med 3-4 mm brunt topplag. To parallellprøver (grabb III og IV) med antydning av lukt av hydrogensulfid. Døde skjell, børstemark. Prøve I-III fulle grabber, prøve IV 1:4 full.	Volum 1,5 liter (hugg I), 3-4 dl (hugg II-IV). Mye grov skjellgrus og skjellsand i hugg I, rester av rur, snegl og muslinger (<i>Turritella</i> , <i>Littorina</i> , <i>Natica</i>). Øvrige prøver med litt mineralgrus og skallrester av muslinger og snegl (<i>Corbula</i> , <i>Nucula</i> , <i>Mysella</i> , <i>Myrtea</i> , <i>Thyasira</i> , <i>Turritella</i>). Mye rør av børstemarken <i>Pectinaria</i> . Litt plantefibre og biter av blad og mose, litt treflis og sagflis.
U 10	Ærøy	38-39	4	Sandig olivenfarget mudder med ca 4 mm brunt topplag. Ingen lukt. Sjømus og døde skjell. Fylningsgrad i grabb 1:2.	Volum 1-2 dl (hugg I-III), 1 liter (hugg IV). Hugg I-III med mineralsand med skallrester av muslinger (<i>Cerastoderma</i> , <i>Corbula</i> , <i>Nucula</i> , <i>Thyasira</i>), snegl (<i>Turritella</i> , <i>Cylichna</i>) og sjøpinnsvin. Rør av børstemark, deriblant <i>Pectinaria</i> , <i>Rhodine</i> . Litt plantefibre. Hugg IV med grovere materiale: mineralsand, grus og litt småstein. Skallrester av større muslinger og snegl (<i>Astarte</i> , <i>Arctica</i> , <i>Cerastoderma</i> , <i>Turritella</i> , <i>Littorina</i>).
U 12	Ærøy-dypet	160	4	Olivenfarget silt med 3 mm brunt topplag. Ingen lukt. Sjømus, slangestjerner, rør av børstemark. Fulle grabb-prøver.	Volum 0.5 dl pr. prøve. Døde skall og skallrester av muslinger (<i>Nuculoma</i> , <i>Nucula</i> , <i>Abra</i> , <i>Thyasira</i>), skallplater av sjømus. Rester av mudderrør av børstemark. Rester av rødalger under forråtnelse. Litt planterester og treflis.

3.2.2 Bunnsedimenter

På stasjon U5 i Utnesbassenget var sedimentet finpartikulært og besto av nesten 50 % silt og leire (**Figur 29, Tabell 7**). Ved Ærøy (st. U10) var sedimentet grovere og bestod i det alt vesentlige av sand, mens det i Ærøydypet (st. U12) var svært finkornet og besto nesten utelukkende av silt og leire. Fullstendige resultater for kornfordelingsanalysen er gitt i Vedleggstabell B2.



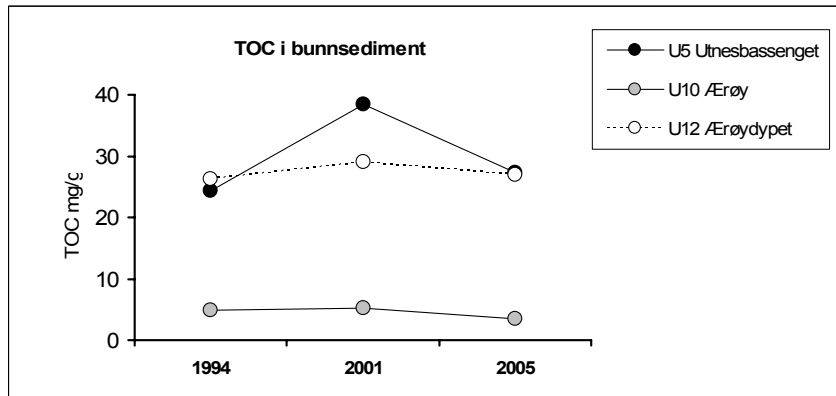
Figur 29. Kornfordeling på stasjonene i undersøkelsen. Kornstørrelsene er i henhold til Wentworth skala med grenseverdier: leire < 0,004 mm, silt < 0,063 mm; sand < 2 mm.

Innholdet av organisk materiale var lavt ved Ærøy (st. U10), mens det var moderat høyt i Utnesbassenget (U5) og i Ærøydypet (U12) (**Tabell 7**). Etter SFTs kriterier for miljøkvalitet faller det organiske innholdet for Utnesbassenget i tilstandsklasse IV (*dårlig*), mens de andre faller i klassene II (*god*) og III (*mindre god*). I klassifiseringssystemet omregnes (normeres) TOC-verdiene til teoretisk 100 % finstoff i sedimentet (Molvær mfl. 1997). Omregningen har mest betydning for grove sedimenter, mens den ikke fører til noen særlige forandringer i forhold til målte verdier for finkornede sedimenter.

Tabell 7. Finstoff (silt og leirpartikler), tørrstoff og organisk innhold (TOC) i sedimenter fra Utnesbassenget og Ærøydypet i 2005. Ved klassifiseringen etter SFTs miljøkvalitetskriterier er målte TOC-verdier normert til 100 % finstoff i sedimentet (Molvær mfl. 1997).

Stasjon	Dyp	Totalt tørrstoff	Andel silt-leir (<63µm)	TOC	Norm TOC	SFT klasse
	m	%	%, tørrv.	mg/g	mg/g	
U 5	33	41.6	45.8	27.2	37.0	IV
U 10	38	72.2	8.1	3.5	20.0	II
U 12	160	29.2	97.7	27.2	27.6	III

Sammenlignet med undersøkelsene i 1994 og 2001 var det små endringer i organisk innhold ved Ærøy og i Ærøydypet, mens det i Utnesbassenget var en nedgang fra 2001, etter oppgang fra 1994 (**Figur 30**).



Figur 30. Organisk materiale (Totalt organisk karbon TOC) i bunnsedimentene i Utnesbassenget (U5), ved Ærøy (U10) og i Ærøydypet (U12) fra 1994 til 2005.

Innholdet av nitrogen i bunnsedimentene var lavt (**Tabell 8**). På stasjon U10 ved Ærøy, som har lavt organisk innhold, var nitrogeninnholdet under deteksjonsgrensen for analysemetoden. Ved undersøkelsene i 1994 og 2001 var det høyere nitrogenverdier både i Utnesbassenget (U5) og i Ærøydypet (U12) med verdier fra 2.5-4.5 mg/g. Det lave nitrogeninnholdet medfører at C/N-forholdet ble høyt, og var markert høyere enn ved undersøkelsene i 2001 og 1994. C/N-forholdet kan indikere noe om materialets art. Organisk materiale som tilføres fra land har relativt høyt innhold av karbon i forhold til nitrogen. Verdier over 15 viser betydelig innslag av materiale fra land, mens verdier lavere enn 10 viser hovedsakelig marint produsert organisk materiale. I bunnsedimenter som ikke er påvirket av tilførsler fra landkilder, og hvor det organiske materialet i hovedsak har marint opphav (f.eks. fra plankton-organismer), ligger C/N-forholdet i området 6-8. Årsaken til den markerte endringen er uklar, men må tolkes som at både Utnesbassenget og Ærøydypet er mer påvirket av tilførsler fra land enn tidligere. Dette kan ha sammenheng med endringene i kystøkosystemet over de senere årene og økte tilførsler av partikulært materiale fra land til sjø.

Tabell 8. Innhold av organisk karbon (TOC) og nitrogen (TN) og forholdstallet mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet) på stasjonene. C/N-forholdet ved undersøkelsene i 1994 og 2001 er også vist.

Stasjon	TOC mg/g	TN mg/g	C/N 2005	C/N 2001	C/N 1994
U 5	27.2	1.3	20.9	8.5	9.8
U 10	3.5	<1.0	>3.5	>5.3	>4.8
U 12	27.2	1.7	16.0	7.1	7.9

3.2.3 Bunnfauna

I **Tabell 9** er det gitt en oversikt over artstall, individtetteter og beregnede verdier for artsmangfold for stasjonene. De viktigste artene er vist i **Tabell 10**. Fullstendige artslistene er gitt i **Vedlegg B**.

Bunnfaunaen i Utnesbassenget (st. U5) var artsrik, samtidig som det var svært høye individtetteter. Artsmangfoldet var normalt med forholdsvis høye verdier for begge indeksene (H' , $E(S_{100})$). I henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet (**Tabell 5**) tilsvarer indeksverdiene henholdsvis klasse I (*meget god tilstand*) og klasse II (*god tilstand*). Artsindeksen ISI indikerer at det var et normalt innslag av forurensningsømfintlige arter i bunnfaunaen.

Børstemark og båndmark var de mest individrike artene, men også slangestjernen *Amphiura filiformis*, som er en forholdsvis stor og markant art, fantes i høye antall (**Tabell 10**). Børstemarken *Ophryotrocha hartmanni* øker ofte i antall i organisk belastede områder. De andre artene som *Mediomastus fragilis*, *Amphiura* og *Mysella bidentata* øker gjerne i antall på steder der det er moderate organiske tilførsler, men er ikke typiske for tung organisk belastning. Resultatene viser at lokaliteten var stimulert av organiske tilførsler selv om tilstanden var *god*.

Tabell 9. Sammenfattende data for faunaen på stasjonene ved Utnes og Ærøydypet 2005. Indekser for artsmangfold: H' = Shannon-Wiener indeks (\log_2), $E(S_{100})$ = Hurlberts indeks (artstall pr. 100 individer). ISI = artsindeks for følsomhet for forurensning. Tilstandsklasser i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet er også vist: I (*meget god*), II (*god*) (Molvær mfl. 1997). For ISI foreligger et forslag til klassifisering med $ISI > 7,5$ ”*god økologisk status*” og $ISI > 8,75$ ”*meget god økologisk status*” (Rygg 2002).

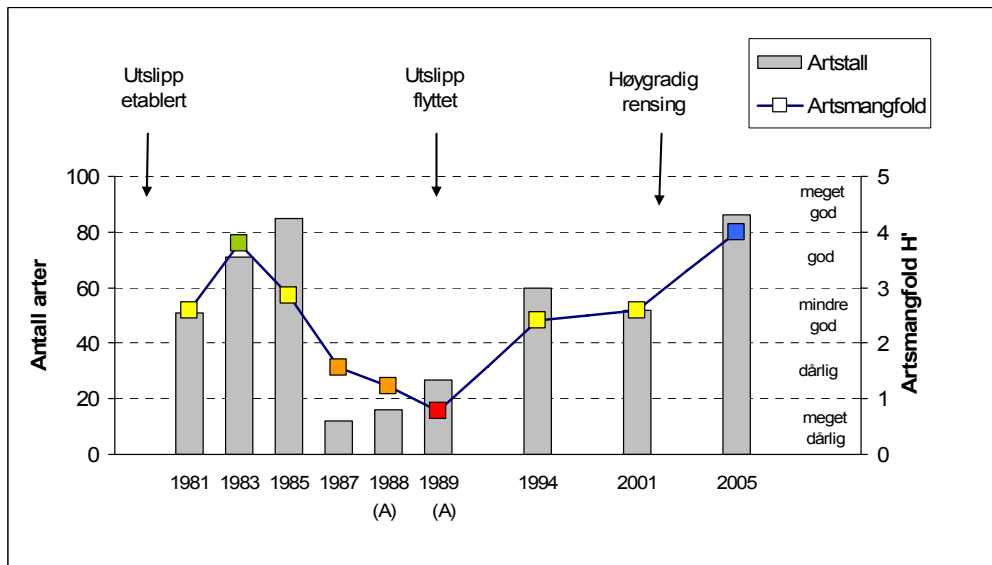
Stasjon	Areal	Artstall	Ind.	Ind/m ²	H'	E(S ₁₀₀)	ISI	SFT-Klasse	
Utnesbasseng	U5		86	4571	11428	4,0	21,7	8,7	I/II
		repl I	39	560					
		repl II	49	1192					
		repl III	49	1028					
		repl IV	49	1791					
Ærøy	U10		128	1561	3903	5,3	41,1	9,5	I
		repl I	82	448					
		repl II	78	434					
		repl III	80	464					
		repl IV	51	215					
Ærøydypet	U12		53	858	2145	3,4	21,2	8,6	II
		repl I	26	203					
		repl II	29	218					
		repl III	32	216					
		repl IV	30	221					

Tabell 10. De ti dominerende artene på stasjonene ved Utnes og Ærøydypet i 2005. Gruppe: b = børstemark, bm = båndmark, m = musling, sl = slangestjerne, sp = sjøpølse.

Utnebbassenget (st. U5)			Ærøy (st. U10)			Ærøydypet (st. U12)		
Art	Gr	Ind/m ²	Art	Gr	Ind/m ²	Art	Gr	Ind/m ²
<i>Mediomastus fragilis</i>	b	1800	<i>Sosane sulcata</i>	b	845	<i>Heteromastus filiformis</i>	b	853
<i>Nemertinea indet</i>	bm	1515	<i>Thyasira flexuosa</i>	m	268	<i>Nuculoma tenuis</i>	m	295
<i>Ophryotrocha hartmanni</i>	b	1493	<i>Amphiura filiformis</i>	sl	240	<i>Thyasira equalis</i>	m	248
<i>Mysella bidentata</i>	m	1353	<i>Labidoplax buskii</i>	sp	123	<i>Abra nitida</i>	m	98
<i>Amphiura filiformis</i>	sl	1245	<i>Streblosoma intestinale</i>	b	120	<i>Paramphinome jeffreysi</i>	b	98
<i>Scalibregma inflatum</i>	b	750	<i>Pholoe baltica</i>	b	115	<i>Nemertinea indet</i>	bm	58
<i>Thyasira flexuosa</i>	m	480	<i>Diplocirrus glaucus</i>	b	110	<i>Melinna cristata</i>	b	58
<i>Prionospio fallax</i>	b	435	<i>Magelona minuta</i>	b	105	<i>Prionospio fallax</i>	b	45
<i>Polyphysia crassa</i>	b	380	<i>Trichobranchus roseus</i>	b	88	<i>Myriochele oculata</i>	b	35
<i>Jasmineria caudata</i>	b	183	<i>Chaetozone setosa</i>	b	85	<i>Levinsenia gracilis</i>	b	33

Ved utslippsstedet ved Ærøy (stasjon U10) var faunaen meget artsrik og hadde normale individtetheter. Artsmangfoldet var høyt og lokaliteten faller i tilstandsklasse I (*meget god tilstand*) etter SFTs miljøkvalitetskriterier. Også artsindeksen ISI fikk høy verdi, som indikerer at det var et betydelig innslag av forurensningsømfintlige arter i faunaen. Børstemarken *Sosane sulcata* var den dominerende arten. Dette er en liten rørbyggende form som er vanlig på bløtbunn i Skagerrak. Trolig er bunnfaunaen noe stimulert av organiske tilførsler, vist ved svært høyt artstall, høye tettheter for arter som børstemarken *Sosane* og forholdsvis høye tettheter for slangestjernen *Amphiura filiformis*.

I Ærøydypet (stasjon U12) var arts- og individtallene normale til litt lave. Artsmangfoldet var litt nedsatt, og lokaliteten faller i klasse II (*god tilstand*) etter SFTs miljøkvalitetskriterier. Faunaen var dominert av en liten børstemark, *Heteromastus filiformis*, og små muslinger. Dette er arter som er vanlige på dype bløtbunner med finkornede sedimenter. Faunaen må karakteriseres som normal for en dyp fjordlokalitet.



Figur 31. Antall arter og arts mangfold (Shannon-Wiener H') på stasjon U5 i Utnesbassenget i perioden 1981-2005. I 1987 og 1988 var det stor forskjell mellom replikate prøver, resultat for prøver med mørkt sediment betegnet A-prøver er vist. Fargekoding for arts mangfold er i henhold til SFTs tilstandsklasser. Tidspunkt for etablering av utslipp i Utnesbassenget (1978), overføring av utslipp til Ærøy (1989) og etablering av høygradig rensing med fosforfjerning (2002) er markert.

Utviklingen over tid på stasjonene

Stasjon U5 i Utnesbassenget hadde en negativ utvikling fra overvåkingen startet i 1981 og frem til 1989 da utslippet ble flyttet (Moy & Wikander 1990). I **Figur 31** er forandringene i artstall og arts mangfold vist for hele undersøkelsesperioden, inkludert resultatene fra foreliggende undersøkelse. Det fremgår tydelig at tilstanden var *dårlig* sent på 80-tallet, men at både artstall og arts mangfold steg raskt etter flyttingen av utslippet. Det har vært en ytterligere forbedring i perioden fra 2001 til 2005. Dagens tilstand er den beste som har vært målt på lokaliteten.

Hovedresultater fra utviklingen på alle tre stasjonene er vist i **Tabell 11**. På stasjon U5 var det i 2001 de samme dominerende artene som i 1981, men individtetthetene var svært mye høyere. Flere av disse artene var også dominerende i 2005, men individtetthetene var lavere. Nedgangen i individtettheter sammen med et vesentlig økt artstall for faunaen gir seg utslag i økt arts mangfold. Forandringene på denne lokaliteten følger et 'klassisk mønster' for lokaliteter som overbelastes, men hvor belastningen opphører og tilstanden gradvis går tilbake til det normale.

I perioden 1987-1989 da tilstanden var *dårlig*, var lokaliteten preget av børstemarken *Capitella capitata*, som over hele verden opptrer i områder med meget tung organisk belastning. Sammen med *Capitella* forekom arten *Malacoceros fuliginosus*, som har en lignende opptreden ved tung organisk belastning. Ingen av disse artene har vært registrert etter 1989.

Stasjon U10 ved det nye utslippsstedet har hatt høy artsrikhet og vært preget av *god tilstand* gjennom hele undersøkelsesperioden (**Tabell 11**). Flere av de dominerende artene i 2005 har også vært dominerende ved tidligere undersøkelser, med unntak for 1989. Dette året ble prøvene tatt i et noe grovere sediment (stasjonen ble ikke lokalisert nøyaktig) med den følge at andre arter dominerte. Artstallet var høyt både i 2001 og 2005 og høyere enn på 90-tallet. Dette kan være signal om en viss påvirkning som stimulerer faunaen. På faste overvåkingsstasjoner i ytre Oslofjord og ved Grimstad, som er innsamlet under SFTs kystovervåkingsprogram, har artstallene på 50 m dyp variert omkring 60-90 i samme periode, men med litt lavere antall på tidlig 90-tall (stasjon A05, B05: Moy mfl. 2007).

Tabell 11. Fauna på stasjonene sammenlignet med resultater fra tidligere prøvetaking. Resultater for tidligere prøvetaking fra Wikander (1986, 1988), Moy & Wikander (1990), Jacobsen mfl. (1996), Moy mfl. (2002).

Stasjon	År	Areal	Antall arter	Ind/m ²	Diversitet H'	Viktigste arter
U5	2005	0.4	86	11428	4,0	<i>Mediomastus fragilis</i> , <i>Nemertinea indet</i> , <i>Ophryotrocha hartmanni</i> , <i>Mysella bidentata</i> , <i>Amphiura filiformis</i> ,
	2001	0.4	52	24013	2.6	<i>Mysella bidentata</i> , <i>Prionospio fallax</i> , <i>Amphiura filiformis</i> , <i>Mediomastus fragilis</i> , <i>Nemertinea indet</i> , <i>Pholoe baltica</i>
	1994	0.2	60	14955	2.4	<i>Amphiura filiformis</i> , <i>Mysella bidentata</i> , <i>Pholoe minuta</i> (trolig = <i>P. baltica</i>), <i>Labidoplax buskii</i> , <i>Nemertinea indet</i>
	1989	0.5	27	2210	0.8	<i>Capitella capitata</i> , <i>Prionospio malmgreni</i> (= <i>P. fallax</i>), <i>Malacoceros fuliginosus</i> , <i>Gorbula gibba</i> , <i>Pholoe minuta</i>
	1981	0.5	51	3804	2.6	<i>Mysella bidentata</i> , <i>Amphiura filiformis</i> , <i>Prionospio malmgreni</i> (= <i>P. fallax</i>), <i>Nemertinea indet</i> , <i>Labidoplax buskii</i>
U10	2005	0,4	128	3903	5,3	<i>Sosane sulcata</i> , <i>Thyasira flexuosa</i> , <i>Amphiura filiformis</i> , <i>Labidoplax buski</i> , <i>Streblosoma intestinale</i> , <i>Pholoe baltica</i>
	2001	0.4	107	3708	5.1	<i>Amphiura filiformis</i> , <i>Sosane sulcata</i> , <i>Nemertinea indet</i> , <i>Myriochele oculata</i> , <i>Streblosoma intestinale</i>
	1994	0.4	91	2255	5.0	<i>Myriochele oculata</i> , <i>Nemertinea indet</i> , <i>Prionospio ockelmanni</i> , <i>Sosane sulcata</i> , <i>Paraonis lyra</i>
	1989	0.3	80	903	5.6	<i>Leptochiton asellus</i> , <i>Astarte montagui</i> , <i>Nucula nucleus</i> , <i>Chaetozone setosa</i> , <i>Nemertinea indet</i> .
	1987	0.3	89	2043	4.3	<i>Labidoplax buskii</i> , <i>Sosane sulcata</i> , <i>Amphiura filiformis</i> , <i>Nemertinea indet</i> , <i>Pectinaria koreni</i>
U12	2005	0,4	53	2145	3,4	<i>Heteromastus filiformis</i> , <i>Nuculoma tenuis</i> , <i>Thyasira equalis</i> , <i>Abra nitida</i> , <i>Paramphinome jeffreysii</i> , <i>Nemertinea indet</i>
	2001	0.4	47	1350	3.8	<i>Paramphinome jeffreysii</i> , <i>Thyasira equalis</i> , <i>Nuculoma tenuis</i> , <i>Nemertinea indet</i> , <i>Melinna cristata</i> , <i>Heteromastus filiformis</i>
	1994	0.4	73	6188	3.8	<i>Heteromastus filiformis</i> , <i>Chaetozone sp.</i> , <i>Paramphinome jeffreysii</i> , <i>Thyasira equalis</i> , <i>Nuculoma tenuis</i>

Stasjon U12 i Ærøydypet har bare vært undersøkt siden 1994. I hovedtrekkene dominerte de samme artene ved alle undersøkelser, men artstall og individtettheter var høyere 1994 enn ved de etterfølgende undersøkelsene. Alle de viktigste artene, for eksempel børstemarkene *Heteromastus filiformis* og *Paramphinome jeffreysii*, er svært vanlige på dype bløtbunner i Skagerrak. Det er ingen umiddelbar forklaring til nedgangen i arts- og individtettheter fra 1994 og til 2001. Resultatene fra dype overvåkningsstasjoner i Skagerrak i SFTs kystovervåkningsprogram viser imidlertid at det kan være forholdsvis store variasjoner over tid i dypområdene. På 350 m dyp utenfor Tromøy var individtetthetene høye midt på 90-tallet, men sank til et minimum omkring 2000 for så å stige litt igjen (stasjon B35: Moy mfl. 2007). Forandringer i Ærøydypet var derfor på nivå med naturlige svingninger i Skagerrak.

3.3 Vurdering av resultatene

Undersøkelsen viser at tilstanden i Utnesbassenget var *god* og var ytterligere forbedret siden forrige undersøkelse i 2001. Over tid viser derfor undersøkelsene at tilstanden har gått fra *meget dårlig* på slutten av 80-tallet til *god* etter at tiltakene med flytting av utslippssted (1989) og høygradig rensing av avløpsvannet (2002) har blitt satt i verk. Fortsatt er området noe preget av organiske tilførsler, men det synes ikke å ha noen vesentlige negative effekter på bunnmiljøet. Undersøkelsene med SPI-fotografering (kapittel 4) indikerte at det ikke var lokale gradienter i sedimentforholdene i Utnesbassenget og områdene omkring. Mens det tidligere åpenbart har vært sterke gradienter fra det gamle utslippsstedet og utover, er nå tilstanden mer lik i hele bassenget.

Ved nåværende utslippssted på Ærøy og i Ærøydypet var forholdene tilfredsstillende. Ved Ærøy var tilstanden *meget god*, men det kan synes som om området var utsatt for en viss organisk anrikning. I Ærøydypet var tilstanden som i tilsvarende dype områder på Skagerrak-kysten. Lokaliteten kan muligens være utsatt for dårlige oksygenforhold i enkelte år, men det var ved denne undersøkelsen ikke tegn til at slike episoder kan ha inntruffet.

4. Sedimentprofilfotografering (SPI)

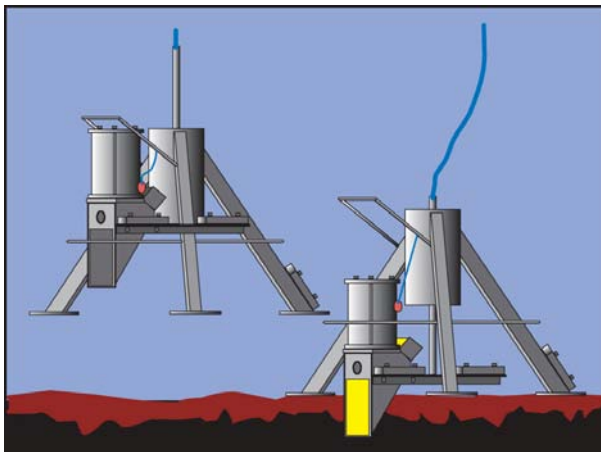
Sedimentprofilfotografering (Sediment Profile Imaging; SPI) er en forholdsvis nyutviklet teknikk for visuell karakterisering av miljøtilstanden i bløte bunnsedimenter. Ved SPI blir det tatt vertikale fotografier i snitt gjennom de øverste bunnlagene. Fra fotografiene kan det leses ut informasjon om strukturer på sedimentoverflaten, sjikt nedover i sedimentet, sedimentfarge, kjemisk betingede fargeforandringer, samt bunndyrs graveaktivitet og andre biologiske spor. Teknikken er rask i bruk og informasjon fra et større antall prøvepunkter (stasjoner) kan innhentes på kort tid. I denne sammenheng ble SPI benyttet for å støtte tolkningen av prøvene av bunnfauna og gi bedre arealdekkende informasjon om tilstanden omkring prøvetakingsstasjonene.

4.1 Metodikk og stasjonsvalg

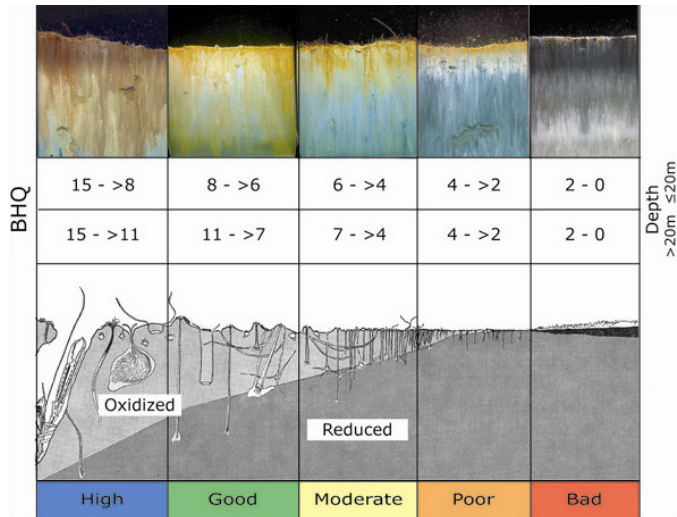
4.1.1 Metodikk

SPI-teknikken kan sammenlignes med et omvendt periskop som ser horisontalt inn i de 20 øverste cm av sedimentet. På hvert prøvepunkt blir det tatt ett bilde i fast format (17 cm bredt, 26 cm høyt) uten å forstyrre strukturer i sedimentet. I **Figur 32** er det vist hvordan teknikken fungerer. Et digitalt kamera med blits er montert i et vanntett hus på en rigg med tre ben. Fotohuset har nedentil et kileformet prisme med en vertikalt stilt glassplate i forkant som bildet tas gjennom. Når riggen settes på bunnen, trykkes fotohuset ned i sedimentet og prismet skjærer et rett snitt i bunnen så langt det synker ned. Bildet tas gjennom glassplaten via et skråstilt speil. Resultatet er digitale fotografier med detaljer både av strukturer og farger av de øverste bunnlagene.

Fra bildene kan det beregnes en miljøindeks på basis av strukturer i sedimentoverflaten (rør av børstemark, fødegrop og ekskrementhaug), strukturer under sedimentoverflaten (bløtbunnsfauna, faunagang og oksiderte tomrom i sedimentet) og redox-forhold i sedimentet. Denne indeksen, benevnt Benthic Habitat Quality index; BHQ-indeks, varierer på en skala mellom 0 og 15. Miljøtilstanden kan graderes i tilstandsklasser etter et forslag til klassifisering av BHQ-indeksen under EUs vannrammedirektiv (**Figur 33**).



Figur 32. Prinsippsskisse for SPI-kamera. (A) Kamera og rigg over bunnen. (B) Kamera med prismet som har trengt ned i sedimentet og bildet eksponeres.



Figur 33. Sedimentforhold og karakteristiske typer av bunndyr langs en miljøgradient fra høy til dårlig økologisk tilstand. Øverst: eksempler på sedimentprofilfotografier; nederst: skjematisert figur som viser endringer i bunndyrsamfunn og sedimentforhold (graveaktivitet, redox, farge). Verdier for BHQ-indeksen er vist i henhold til forslag til klassifisering under EUs vannrammedirektiv (fra Nilsson og Rosenberg 1997, Rosenberg mfl. 2004).

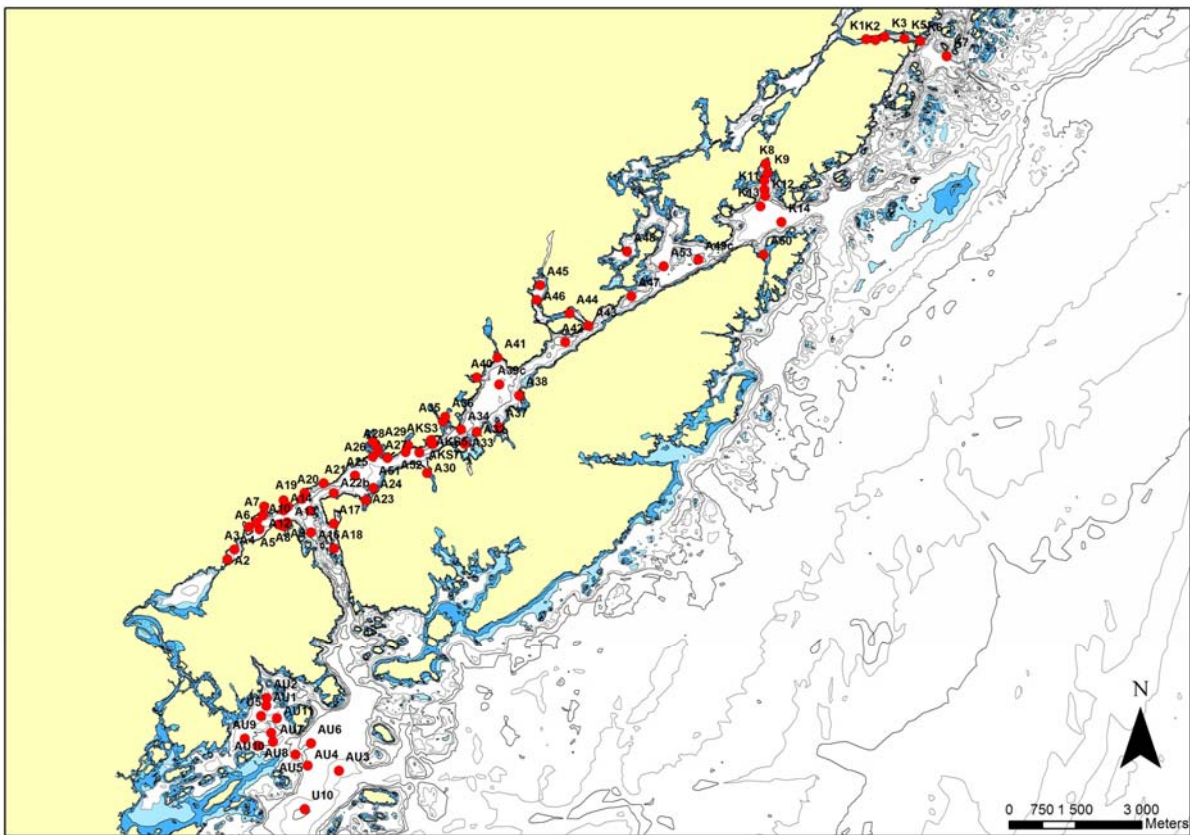
4.1.2 Feltarbeid og stasjonsvalg

Feltarbeidet ble gjennomført 11-12. april 2005 fra F/F 'Bjørn Føyn' tilhørende Universitetet i Oslo og 28-29. mai 2005 fra M/S 'Risøy' tilhørende RIISE A/S. SPI-bildene ble tatt for flere prosjekter samtidig og omfattet til sammen områder ved Arendal havn, Tromøysund, Kilsund, Narestø og Utnes (**Figur 34**). På hver fotostasjon ble det tatt fire sedimentprofilbilder. På noen stasjoner var bunnsedimentet sandig og fast med den følge at penetrasjonsdybden ble for liten til å få tilfredsstillende bilder.

Denne rapporten omfatter:

- Narestø: 7 fotostasjoner i et transekt fra innerst i bukta til Tromøysund.
- Kilsund: 6 fotostasjoner fra det gamle utslippspunktet til vest av Teineskjærene.
- Utnesbassenget, Ærøy og Ærøydypet: 13 stasjoner fordelt i området.

I tillegg er det presentert en kort sammenfatning av undersøkelsene ved Arendal havn og i Tromøysund (53 stasjoner).



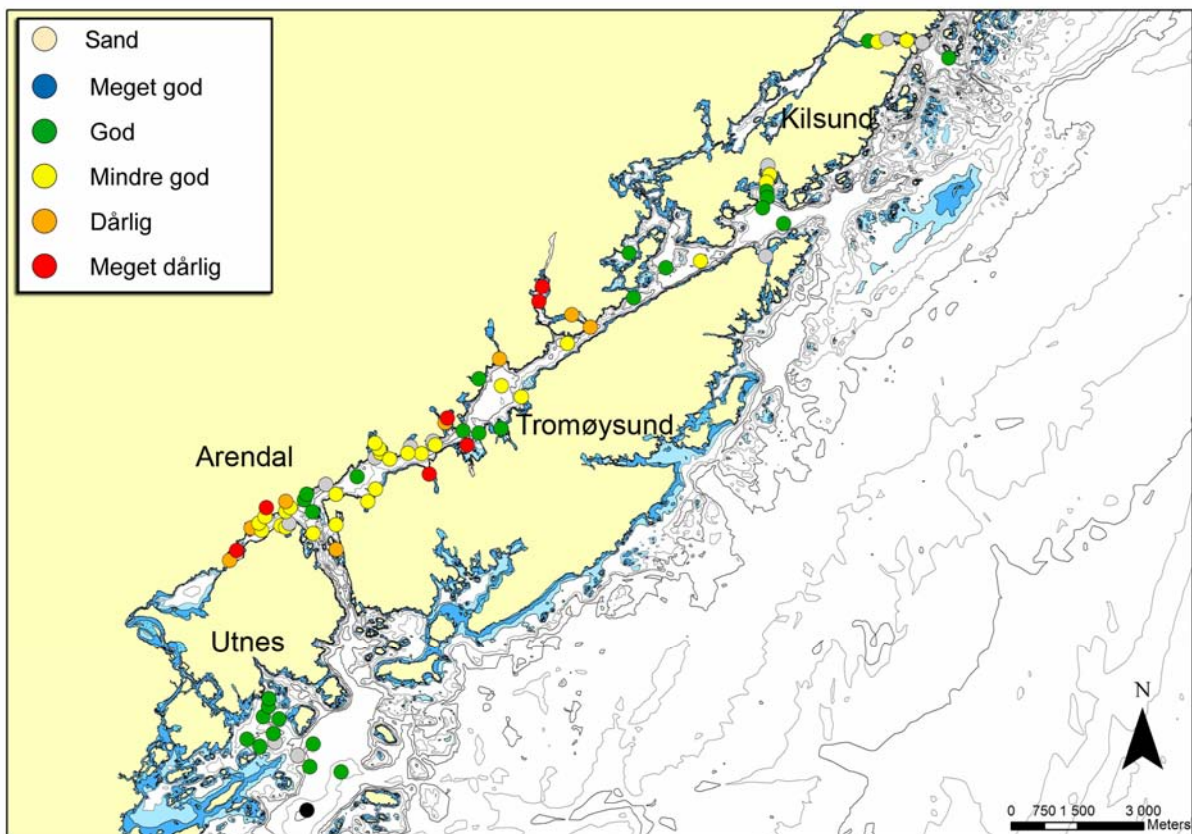
Figur 34. Plassering av fotostasjoner for sedimentprofilfotografering (SPI) i Arendal kommune 2005.

4.2 Resultater

Til sammen ble det foretatt SPI-fotografering på 79 stasjoner. På 70 av disse var bunnsedimentet bløtt nok og penetrasjonsdybden tilstrekkelig til at BHQ-indeksen kunne beregnes. På de andre stasjonene var bunnsedimentet for sandig eller innblandet med skjellsand til at karakterisering kunne foretas.

En samlet oversikt over tilstandsklassifiseringen for BHQ-indeksen er vist i **Figur 35**. I området sett under ett varierte indeksverdiene meget. Variasjonen var størst i Arendal byområde og Tromøysund og mindre i Kilsund og ved Utnes. *Mindre gode til meget dårlige* forhold ble særlig observert i trange viker, men også i dypbassengene i selve Tromøysundet. I områder med dårlig bunnmiljø var det bioturberte laget, dvs sedimentsjiktet som omrøres av gravende bunnfauna, ganske grunt (< 1cm), mens i områder med godt bunnmiljø var dette laget betydelig dypere (2,5 – 5,5 cm).

Nøyaktige posisjoner, vanddyb og karakteristikk for SPI-bilde for alle stasjoner i denne undersøkelsen er gitt i **Vedlegg C**.



Figur 35. Samlet oversikt over miljøtilstanden klassifisert i henhold til BHQ-indeksen for SPI-fotograferte stasjoner i Arendal kommune 2005. Stasjoner merket "sand" er ikke klassifisert på grunn av fast sandholdig sediment.

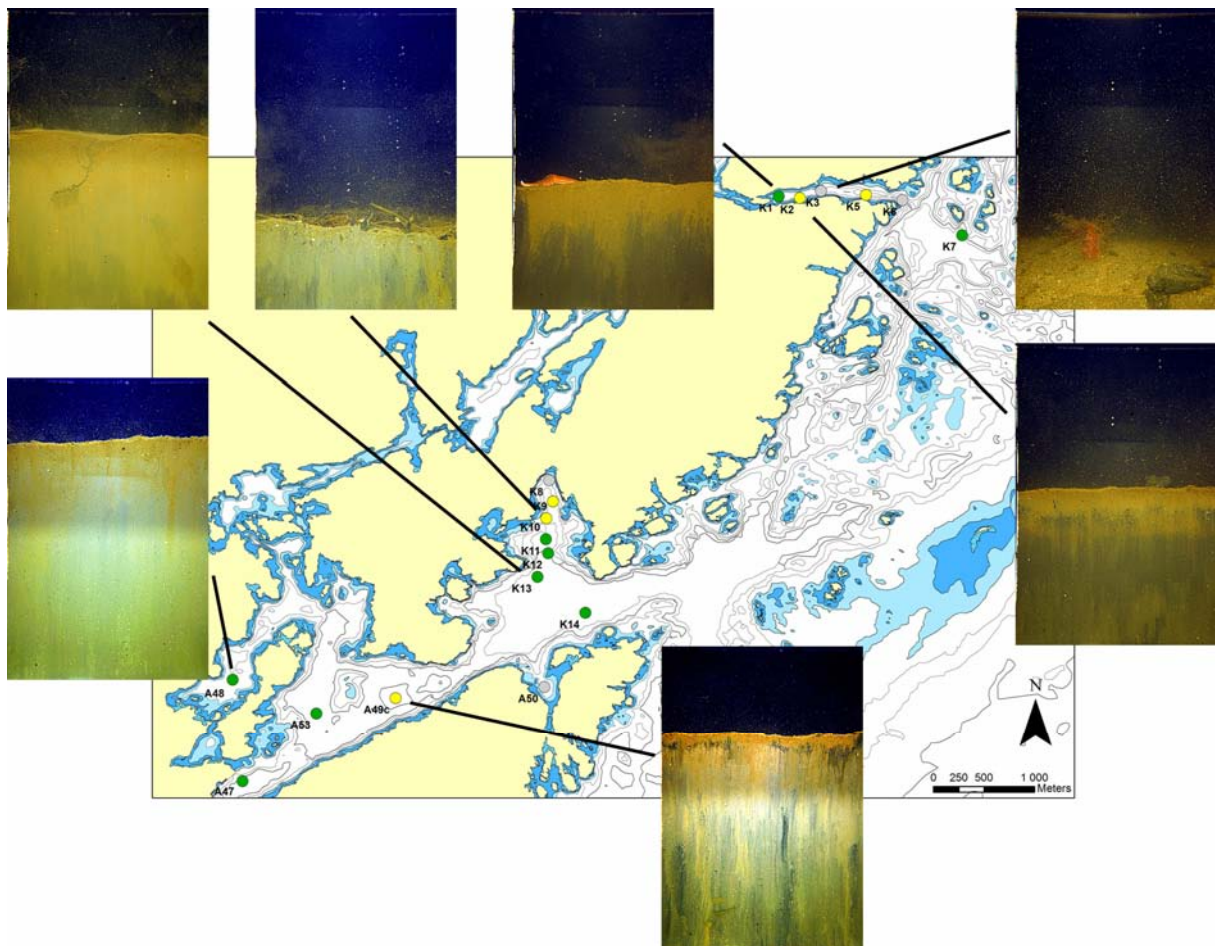
Kilsund, Narestø og ytre Tromøysund

I **Figur 36** er det vist SPI-bilder fra områdene ved Kilsund, Narestø og ytre Tromøysund. På basis av bildene klassifiseres tilstanden på fotostasjonene som *god* eller *mindre god*. Tilstanden var best i åpne områder, mens *mindre god tilstand* ble observert i dypere og innelukkede områder (Stasjon K2 og K5 i Kilsund; K9 og K10 ved Narestø). Ved flere av disse stasjonene ble det også observert mye organisk materiale, blant annet ålegras *Zostera marina*, på sedimentoverflaten.

Undersøkelsene av sedimenter og bunnfauna i Kilsund i 2003 viste at tilstanden med hensyn på bunnfauna var *meget god*, men det var tegn til organisk anrikning og bunnsedimentene hadde høyt organisk innhold (Kroglund mfl. 2004). Tilstanden i 2003 var forbedret i forhold til undersøkelsen i 1994 (Jacobsen mfl. 1996), men graden av forbedring var usikker fordi prøvene ble tatt fra ulike bunntyper og kunne gjenspeile lokale gradienter i området. Forbedringen ble sett i sammenheng med sanering av utslipp av kommunalt avløpsvann. Denne undersøkelsen bekrefter at tilstanden var noe preget av lokale forskjeller, men at tilstanden generelt var *god* i sentrale områder av Kilsund.

Resultatene for Narestø samsvarer godt med tidligere undersøkelser. I 1996 ble det foretatt en enkel undersøkelse av bunnforholdene på grunt vann som viste varierende forhold, fra sandbunnsområder med *god tilstand* til mudderområder med rester av tang og ålegras og *mindre god tilstand* (Jacobsen mfl. 1997). På dypere vann har en bunnfaunastasjon blitt undersøkt flere ganger i perioden 1985-2003. Denne har i hele perioden vist *meget god tilstand* for fauna, men har hatt høyt organisk innhold (Kroglund mfl. 2004). Stasjonen er lokalisert mellom fotostasjonene K13 og K14 som begge indikerte *god tilstand*.

Også resultatene for fotostasjonene øst i Tromøysund samsvarer med tidligere undersøkelser. Ved Buøya har det vært tatt bunnfaunaprøver i perioden 1989-1994 nær ved fotostasjon A53. Denne har vist *meget god tilstand* for fauna, men har hatt høyt organisk innhold (Oug 1998). I Gartafjorden nordvest for Buøya ble det i 1989 tatt en enkelt prøve nær ved fotostasjon A48. Sedimentet var grå silt og hadde en forholdsvis artsrik, men noe påvirket fauna (Næs mfl. 1991).



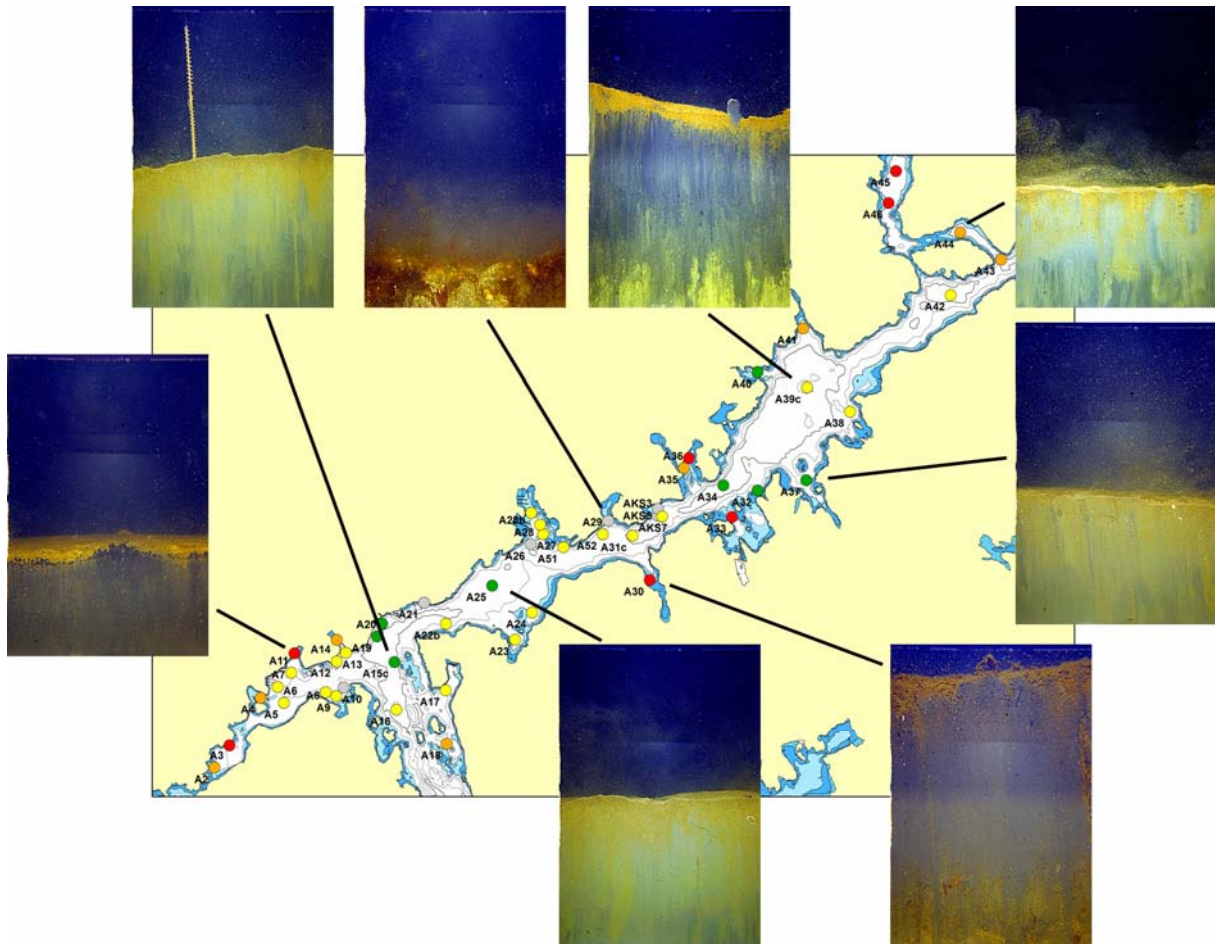
Figur 36. Sedimentprofilbilder for et utvalg av fotostasjonene i Kilsund, Narestø og ytre Tromøysund. Tilstandsklasser for bunnmiljø i henhold til BHQ-indeksen er indikert ved fargekoding for stasjonene (konf. **Figur 35**).

Tromøysund

Det var store variasjoner i bunnmiljøet i Tromøysund og Arendal byområde. I

Figur 37 er det vist et utvalg SPI-bilder og tilstandsklasser for alle stasjoner i henhold til BHQ-indeksen. De fleste lokalitetene ble vurdert til *mindre god tilstand*. I flere trange vikene og kiler nær land var tilstanden *dårlig*. I flere mer åpne områder var det *god tilstand*. I områder med *dårlig tilstand* var det biologisk omrørte sedimentlaget svært grunt (< 1cm), mens det i områder med godt bunnmiljø var betydelig dypere (2,5 - 4 cm).

Fullstendige resultater for undersøkelsene i Tromøysund og Arendal havn er rapportert av Nilsson og Næs (2005).

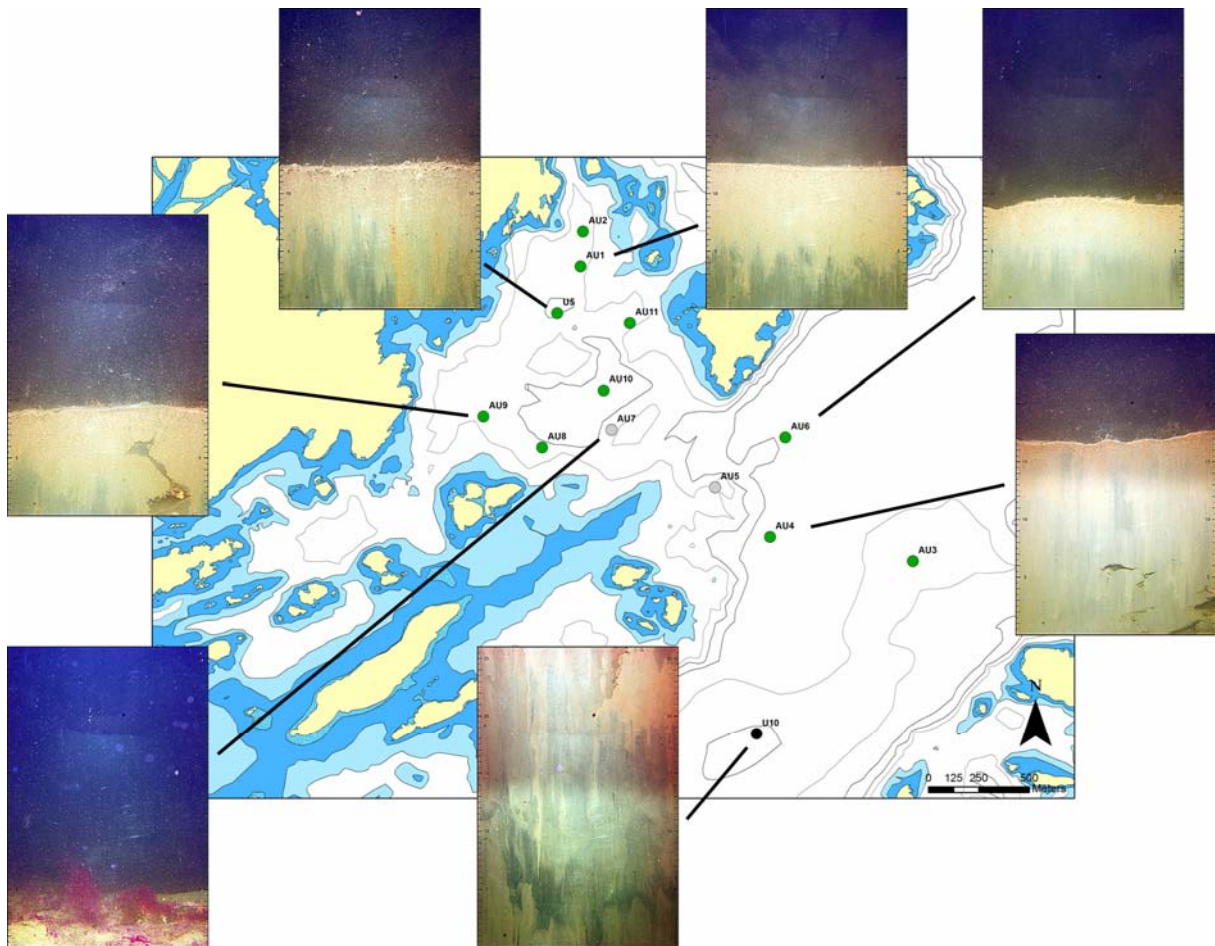


Figur 37. Sedimentprofilbilder for et utvalg av fotostasjonene i Tromøysund og Arendal havn. Tilstandsklasser for bunnmiljø i henhold til BHQ-indeksen er indikert ved fargekoding for stasjonene.

Utnes

I Utnesbassenget og Ærøydypet var det bare små variasjoner i bunnmiljøet. Alle prøvetakingsstasjonene ble klassifisert som *god tilstand* i henhold til BHQ-indeksen (**Figur 38**). Det biologisk omrørte sedimentlaget var generelt betydelig dypere enn i de andre undersøkte områdene (2,8 – 5,5 cm). I bildet fra stasjon AU9 kan en gravegang med et større krepsdyr observeres. To av fotostasjonene (AU7 og AU8) er ikke klassifisert fordi sedimentene var sandholdige og penetrasjonen liten. På disse lokalitetene var sedimentoverflaten dekket av fintrådlige rødalger på flere bilder. Heller ikke den dypeste fotostasjonen i Ærøydypet kunne klassifiseres fordi sedimentet var bløtt og fotoriggen sank under sedimentoverflaten.

Det er verd å merke seg at det ikke kunne påvises gradienter i sedimentforholdene i Utnesbassenget. Bildet fra overvåkingsstasjonen ved det tidligere utslippsstedet (U5) viser et normalt sediment med flere centimeter tykt topplag. Dette bildet av sedimentforholdene samsvarer godt med tilstanden for bunnfauna på lokaliteten (Kap. 3). Bildene fra de andre fotostasjonene omkring viser svært like sedimentforhold. Dette indikerer at tilstanden ved det tidligere utslippsstedet nå er normalisert, samtidig som det ikke kan påvises tegn til belastning andre steder i Utnesbassenget.



Figur 38. Sedimentprofilbilder for et utvalg av fotostasjonene i Utnesbassenget og Ærøydypet. Tilstandsklasser for bunnmiljø i henhold til BHQ-indeksen er indikert ved fargekoding for stasjonene. På stasjonen ved størstedypet i Ærøydypet (U12; feilmerket U10) sank kamera under overflaten. Tilstandsklasse er derfor ikke beregnet.

5. Referanser

Bokn, T. 1978. Klasser av fastsittende alger som indikatorer på eutrofiering i estuarine og marine vannmasser. NIVA årbok 1978, 53-59.

Boman, E. 1982. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Overflatens vannkvalitet i perioden juni 1981 - april 1982. Rapport fra Norsk institutt for vannforskning, O-81112. 24 s.

Boman, E., P.B. Wikander 1983. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 2. Dypvann og sedimenter i perioden juni - november 1982. Rapport fra Norsk institutt for vannforskning, O-81112, 29s.

Helland, A., H. Nilsson, T. Bakke 2006. Arendal Smelteverk. Sedimentundersøkelser ved kaiutbygging. NIVA rapport l. nr OR-5196. s.

Helland, A., H. Nilsson, T. Bakke 2007. Kittelsbukta, Arendal. Miljøgifter i sedimenter, vurdering av risiko og tiltak. NIVA rapport l. nr OR-5472. 27 s.

Jacobsen, T. Golmen, L.G. Nygaard, E. Oug, E. 1997. Undersøkelse av resipientforholdene ved Narestø, Arendal kommune. NIVA rapport nr 3721.

Jacobsen, T. Oug, E. Magnusson, J. 1996. Vannkvalitet i kystområdene i Arendal 1992-1994. 100s. NIVA rapport 3378.

Kroglund, T., Helland, A., Lindholm, O., 2003. Tiltaksplan for forurensede sedimenter i Aust-Agder. Fase 1 - Miljøtilstand. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport l. nr OR-4744. 55 s.

Kroglund, T., Moy, F., 2007. Miljøtilstanden i Lillesands kystområder. Undersøkelse av alger og dyr på grunt vann og vannkvalitet i utvalgte fjorder. NIVA. Rapport l. nr OR-5457. 55 s.

Kroglund T. Moy, F. Oug, E. Magnusson, J. Lie, M. C., 2004. Marine undersøkelser i Arendal kommune. Galtesund, Tromøysund, Kilsund og Narestø 2001-2004. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport l. nr OR-4924. 47 s.

Magnusson, J. 1976. Strømundersøkelser ved Utnes, Arendalsområdet. Rapport fra Norsk institutt for vannforskning, O-8475, 93s.

Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT Veiledning 97:03. SFT. 36 s.

Moy, F., J. Aure (HI), T. Falkenhaus, T. Johnsen, E. Lømsland, J. Magnusson, K.M. Norderhaug, A. Pedersen, B. Rygg 2007a. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Kystovervåkningsprogrammet. Årsrapport for 2006. Statens forurensningstilsyn, rapport 991/07, TA-2286/2007. NIVA, rapport l. nr 5455. 95 s.

Moy, F., T. Kroglund, E. Oug, D. Danielsen (HI), 2002. Marine undersøkelser i Arendal kommune, Utnes/Ærøy 2001. NIVA rapport l.nr 4585, 40 s.

- Moy, F., P. Stålnacke, L. Barkved, Ø. Kaste, H. de Wit, J. Magnusson, K. Sørensen, K. Iden, H.O. Hygen, K. Harstveit, B. Hackett, J. Albertsen, J. Deelstra, H. Steen, L.H. Pettersson, 2007b. Sukkertareprosjektet: Analyse av klima- og overvåkningsdata. Statens forurensningstilsyn. Rapport l. nr OR-5454. 210 s.
- Moy, F., P.B. Wikander 1990. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy kommune – Aust-Agder. Bløtbunns- og hardbunnsundersøkelser i 1989. Fellesrapport. NIVA rapport nr. 2490. 64 s.
- Nilsson, H., K. Næs 2005. Sedimentundersøkelser i forbindelse med tiltaksplan for forurensete sedimenter i Arendal: Fase 2. NIVA rapport l.nr 5118. 41 s.
- Nilsson, H.C., R. Rosenberg 1997. Benthic habitat quality assessment of an oxygen stressed fjord by surface and sediment profile images. *J. Mar. Systems*. 11, 249-264.
- Norsk Standard 1998. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitative undersøkelser av sublitoral bløtbunnsfauna i marint miljø. NS 9423. Norsk Allmennstandardisering, NAS. Oslo. 16 s.
- Norsk Standard 2002. Vannundersøkelse. Retningslinjer for marinbiologiske undersøkelser på litoral og sublitoral hardbunn. NS 9424. Norsk Allmennstandardisering, NAS. Oslo. 22 s.
- Næs, K. 1985. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Overflatens vannkvalitet i perioden juni 1983 - juni 1985. Delrapport 4. Rapport fra Norsk institutt for vannforskning, O-81112. 21 s.
- Næs, K. 1986. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Konklusjonsrapport for undersøkelser i perioden 1981 - 1985. Rapport fra Norsk institutt for vannforskning, O-81112. 12 s.
- Næs, K., Oug, E., Knutzen, J., Moy, F. 1991. Resipientundersøkelse av Tromøysund. Bunnsedimenter, organismer på bløt- og hardbunn, miljøgifter i organismer. NIVA rapport l. nr. 2645. 125 s.
- Olsen, S. 1984. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 3. Overflatens vannkvalitet i perioden mai 1982 - mai 1983. NIVA-rapport nr. 1644. 38s.
- Oug, E. 1998. Vannkvalitet i kystområdene i Arendal. Bløtbunnsfauna i Tromøysund og Galtesund 1994. NIVA rapport 3829-1998. 34 s.
- Oug, E., T. Bakke, J. Håvardstun 2005. Overvåking av sjøresipienten ved grunnarbeid for nytt kaianlegg ved Nitriden, Eydehavn. NIVA rapport l.nr 5088. 37 s.
- Rosenberg, R., M. Blomqvist, H.C. Nilsson, H. Cederwall, A. Dimming 2004. Marine quality assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive. *Mar. Poll. Bull* 49, 728-739.
- Rygg, B. 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. NIVA rapport 4548-2002. 32 s.
- Wikander, P.B. 1985a. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 5. Bløtbunnsfauna 1981-1983. NIVA-rapport 1792.
- Wikander, P.B. 1985b. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 6. Dypvannets kvalitet i perioden januar 1983-juni 1985. NIVA-rapport nr. 1797.
- Wikander, P.B. 1986. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 7. Bløtbunnsfauna 1981, 1983 og 1985. Sedimenter. NIVA rapport nr. 1939. 79 s.

Wikander, P.B. 1988. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 8. Bløtbunnsfauna ved eksisterende utslipp, fremtidig utslipp og fremtidig hovedresipient 1987. NIVA rapport nr. 2166. 50 s.

Wikander, P.B. 1989. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 9. Bløtbunnsfauna ved eksisterende utslipp, fremtidig utslipp og fremtidig hovedresipient 1988. NIVA-rapport nr. 2252. 47s.

Vedlegg A. Gruntvannssamfunn

Vedleggstabell A1. Stasjonskoordinater

St.nr	Stasjonsnavn	Koordinater	
		Nordlig	Østlig
AR31	Terneholmen	58°27,219'N	8°45,387'E
AR30	Svinodden	58°27,271'N	8°45,422'E
AR01	Kittelsbukta	58°27,533'N	8°45,788'E
AR02	Gard	58°27,364'N	8°45,439'E
AR34	Barbu	58°27,671'N	8°46,467'E
AR35	Barbuelva, utløp	58°27,693'N	8°44,527'E
AR36	Fluet 1	58°27,909'N	8°47,359'E
AR37	Fluet 2	58°27,964'N	8°47,406'E
AR38	Styrsvika, indre	58°27,464'N	8°47,707'E
AR39	Styrsvika, ytre	58°27,528'N	8°47,647'E
AR04	Songekilen 1	58°28,209'N	8°48,121'E
AR40	Songekilen 2	58°28,332'N	8°48,026'E
AR08	Store Klokkøya	58°31,274'N	8°53,861'E
AR10	Sjøverstø	58°23,375'N	8°56,452'E
AR11	Kilsund	58°33,143'N	8°58,886'E
AR09	Langholmen	58°31,317'N	8°55,871'E
AR12b	Helgetangen	58°31,176'N	8°55,982'E
AR13	Nordstrand	58°31,437'N	8°56,454'E
AR14	Sandvigen	58°31,189'N	8°56,498'E
AR15	Skinnfeltangen	58°31,141'N	8°56,522'E
AR16	Dalsholmen	58°31,026'N	8°55,524'E
AR28	Gaasholmen	58°30,741'N	8°56,661'E

Vedleggstabell A2. Alle registrerte arter i Arendal, 2005-2006.

Område	Strømsbubukt				Havn				Tromøysund								Flosta													
	Terneholm		Svinodder		Gard		Barbu1		Barb		Fluet1		Fluet2		Styrsvika		Styrsvika2		Songekile		Songekile		Klokkøya		Sjøversto		Kilsund			
	AR31	AR30	AR02	AR34	AR3	AR36	AR37	AR38	AR39	AR04	AR40	AR08	AR10	AR11	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006		
Rødalger																														
Aglaothamnion byssoides											0,1				0,1				2		2									
Ahnfeltia plicata											2	1	2	2	2			2		2				2				2		
Audouiniella sp.		3		2	0,1	2	2				2		2	0,1	4	0,1		0,1					0,1	0,1				0,1		
Bonnemaisonia hamifera: sporp.															2,5											2		4		
Callithamnion indet					1		2								2				3		2		3,5					2		
Callithamnion corymbosum		2		2	0,1		0,1	0,1			2		2		2			2												
Ceramium virgatum (rubrum)			2	2			3	0,1	2			0,1			2	2			1	0,1			3	4	3		4	2		
Ceramium strictum-gr	2		2	0,1	2		2		3	2		2,5		2,5		0,1		3				2,5	0,1	0,1		2,5		1		
Chondrus crispus	2		1		1						2,5	2	3	2	3	2	3		2		2		2,5	4			2	1		
Corallina officinalis																												2		
Corralinaceae skorpeformet											1,5	2	1,5					3,5	2,5				4	3,5	3,5	4	3,5	2,5		
Cruoria pellita					0,1																		2		2			2		
Cystoclonium purpureum															1					2			0,1	1			3			
Dasya baillouviana				1			2	3,5	2,5	2	4		2	2	2,5			2	2	2	2									
Dumontia contorta																										2,5				
Erythrotrichia carnea	0,1				0,1						0,1								0,1				0,1	0,1						
Furcellaria lumbricalis																							2				2			
Gracilaria verrucosa																						0,1								
Griffithsia corallinoides																								1						
Hildenbrandia rubra	3	4	2	3	3	4	2		2	4	3,5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	2	4	
Osmundia pinnatifida																														
Phyllophora pseudoceranoides											1					2														
Phymatolithon lenormandii															2															
Polyides rotundus	1																													
Polysiphonia elongata																		0,1		1				2						
Polysiphonia fibrillosa (violacea)	0,1	2		2	0,1	0,1		0,1							0,1		0,1			4	0,1	0,1				2				
Polysiphonia fucoides (nigrescens)	2		2		0,1	3,5												2	2	0,1	0,1		2	2			2,5	2,5		
Polysiphonia sp.		3		4	2,5	4	2	3		4									4		2,5		2				2			
Polysiphonia stricta (urceolata)	0,1	2,5		0,1	0,1		0,1				0,1				0,1		2,5			3							0,1	5		
Porphyra spp.	2		2				2		2		0,1	2			0,1										0,1			0,1		
Rhodomela confervoides																													4	
Brunalger																														
Ascophyllum nodosum	0,1											2	1,5	2	2	4	3	2	2				3	2,5	2	3	3,5	2		
Chorda filum	2											2	2	2	2			2		2			3	3	4	2,5	2	2		
Chordaria flagelliformis																												2	2	
Ectocarpus fasciculatus														0,1									0,1	4	0,1					
Ectocarpus siliculosus												0,1		0,1		0,1														
Ectocarpus spp.	2	2	0,1		3	3	2	3	2	3	2,5	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	2		
Elachista fucicola			3						3		2			2	2								2	3	2	3				
Fucus evanescens	2		2		3		2	2																						
Fucus juv		2		2		4		2			3																			
Fucus serratus	3,5	4	3,5	4		2	2	4	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3		4		4		2		2,5			
Fucus vesiculosus	2	3,5	3	3	3,5	2,5	2	2	2	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	2	4	3	4	3,5	3,5
Saccharina latissima	2		1		1																							2	1	
LURV - brunt på tang/fjell			4		4													4	4	4										
Pilayella littoralis							2	3		0,1	3	3					3	2	0,1	2,5	0,1			2		2		3		
Ralfsia verrucosa	2		2,5	2						3,5	2	2		3		3		3						2		2		1,5		
Sargassum muticum																								3		1,5		3		
Spermatochnus paradoxus/Stilophora							2																2,5	2	4	3,5				
Sphacelaria cirrosa														2		2		2		2			2	2	0,1	2	0,1			
Sphacelaria sp.											2		2										2,5	3,5	3			3		
Spongonema tomentosum																									2	0,1				

Vedleggstabell A2 forts.

Område	Strømsbubukt						Havn			Tromøysund								Flosta									
	Terneholn		Svinodder		Gard		Barbu1	Barb	Fluet1	Fluet2		Styrsvika1		Styrsvika2		Songekile		Songekile		Klokkøya	Sjøversto		Kilsund				
	AR31	AR30	AR02		AR34	AR3	AR36	AR37		AR38	AR39	AR04	AR40		AR08	AR10	AR11										
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006				
Grønnalger																											
<i>Blidingia minima</i>				2																							
<i>Chaetomorpha linum</i>								*																			
<i>Chaetomorpha melagonium</i>									*																		
<i>Chaetomorpha</i> spp.								0,1		1	2																
<i>Cladophora albida</i>							0,1																				
<i>Cladophora rupestris</i>										2					2												
<i>Cladophora</i> sp.	3	3,5	3		3		2,5	3	2	2	2	2	2	4	4	4	3	3,5	3	2	2	2	2	2,5			
<i>Enteromorpha cf. flexulosa</i>				0,1																							
<i>Enteromorpha intestinalis</i>					0,1		0,1													2		2		3			
<i>Enteromorpha prolifera</i>		0,1											0,5														
<i>Enteromorpha</i> sp.	3	3,5	3,5	4	3	4	2	2	2	2	2	2,5	2	2	2,5	2	2,5	2		2			2				
<i>Percursaria percursa</i>		0,1																									
<i>Prasiola stipitata</i>		3			2																						
<i>Ulva lactuca</i>				2	1,5	2	3	3,5	2		2												2	2			
Andre alge/plantegrupper																											
Bl.grønnalge. indet																				2							
<i>Calothrix/verrucaria</i>				3,5	4			4								4				4		3		4			
diatomee-kjede på fjell/tang	4		4		0,1																0,1			0,1			
epifytiske diatomeer	0,1																										
<i>Spirulina subsalsa</i>		2		3																							
<i>Zostera marina</i>												3							2								
Fauna																											
<i>Acmaea</i> sp.																					2						
<i>Actinaria</i> indet.									1										2								
<i>Alcyonidium</i> sp.									3		3		3		2												
Asciacea indet												1							3	2	1						
<i>Asterias rubens</i>	1	3	1	2		2	3	2	1	1	2,5		1,5		1,5		2	1	1,5	1	3	1,5	2	1	1	2	
<i>Asterias rubens</i> juv.	1	3	1	1	2	3	2	2	2	2		2		2	2	1			3	3	2	2	3	3			
<i>Balanus balanoides</i>										2	3	2	3		2			2	2	2	2	2	2	2			
<i>Balanus improvisus</i>	1	2	1	2		2		1,5		2		2								2							
<i>Balanus</i> sp.							1		1	3																	
<i>Bittium reticulatum</i>																					3	2		2			
<i>Botrylloides leachi</i>											1	2	2	2	1		1	2	2	1	3	3					
Bryozoa indet.	2		1	1	1		3	2		3		3	2			3	2	2	1	2	3			3			
Bryozoa indet. Epifytt		1,5	1	1	2	2		3		3		2,5		2	2	2		3	2	2	2		2	3	3		
Bryozoa indet. Fjell						3		3		2		3		2	2	2	4		3	2				3			
Bryozoa indet. skorp.										2		2		2	2		3		1								
<i>Cancer pagurus</i>																								1			
<i>Carcinus maenas</i>		1	1							1		1		1	1		1			2		1					
<i>Ciona intestinalis</i>																											
<i>Crisia eburnea</i>																								1			
<i>Dynamena pumila</i>							2		1														2	1,5			
<i>Electra pilosa</i>			1				2		2	3		2		2		1		2	2	2	2		2				
<i>Gibbula</i> sp.																					2	3					
<i>Halichondria panicea</i>								1		1		2								2	2						
Hydroida indet.									1			2		2								1		1,5			
Hydroides norvegica																						3					
<i>Laomedea</i> sp.					1					2	2		2											2			
<i>Littorina littorea</i>	2	3	1	2	2	2	1,5	1	3	4	3	3,5	3	2,5	3	2	2	2,5	3	3	3	3	3	2	2		
<i>Littorina obtusata</i>																						3	2	1	2		
<i>Littorina saxatilis</i>																					2	3		2			
<i>Marthasterias glacialis</i>												1					1			1							
<i>Membranipora membranacea</i>			1		1		2		2	3		2		3		2		3	2	2		2		3			
<i>Metridium senile</i>											2													1			
<i>Mytilus edulis</i>	2	3	3	3	2	4	3	3	2	3	3,5	?	3	2	3	2	3	3	3	2	2,5	2	3	3	3,5	3	3
<i>Nassarius reticulatus</i>																											
<i>Obelia geniculata</i>								2		1															1,5		
<i>Ostrea edulis</i>																											
<i>Pomatoceros triqueter</i>																					2	1	3	3	1,5		
Porifera indet.																											
<i>Psammechinus miliaris</i>							1										1,5										
<i>Spirorbis</i> sp.																											
<i>Urticina felina</i>																									1		

Vedleggstabell A3. Alle registrerte arter på 7 stasjoner i Narestø, 2007.

Område	Narestø						
Stasjonsnavn	Langholmen	Helgetangen	Nordstrand	Sandvigen	Skinnefelt	Dalsholmen	Gaasholmen
Stasjon	AR09	AR12B	AR13	AR14	AR15	AR16	AR28
	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007
Rødalger							
Aglaothamnion byssoides							1
Ahnfeltia plicata	2	2				2	2
Bonnemaisonia hamifera: sporp.	4	4	4	4	4	4	4
Brogniartella byssoides							1
Ceramium virgatum (rubrum)	3	0,1	1		3	3	3
Ceramium strictum-gr				2	2	2	
Chondrus crispus	3	1	2	2	2	2	1
Corallina officinalis	2	3	2	2	1	2	2
Corallinaceae skorpeformet	4	4	3		4	3,5	4
Cystoclonium purpureum	2		2				3
Furcellaria lumbricalis		3	2	1		3	3
Hildenbrandia rubra	3,5	4	3,5	4	4	4	4
Osmundia pinnatifida				1			1
Phyllophora pseudoceranooides						0,1	
Polyides rotundus			0,1				1
Polysiphonia brodiaei	3,5	4				3	
Polysiphonia elongata		3,5					
Polysiphonia fibrillosa (violacea)	0,1	0,1	0,1				0,1
Polysiphonia stricta (urceolata)	1			1		3	
Porphyra umbilicalis	2						
Rhodomela confervoides							2
Brunalger							
Ascophyllum nodosum			3,5	3	1	1	2
Chorda filum	2	3	4	2	3	3	3
Chordaria flagelliformis	2	2	2	2	2	2	1
Desmarestia aculeata							1
Dictyota dichotoma		1					
Ectocarpus fasciculatus				0,1			
Elachista fucicola			1		1		1
Eudesme virescens							1
Fucus juv						2	
Fucus serratus	4		3,5	3	4	3,5	4
Fucus vesiculosus	4	1	4	3,5	4	3,5	3,5
Halidrys siliquosa		3					
Laminaria digitata	2	1		1	2	2	2
Laminaria juv		1	1	1	1	1	
Saccharina latissima	1		3	2	1	1	
Leathesia difformis		2					
Pilayella littoralis	1		1				1
Sargassum muticum		2	1	1	1	3	3
Sphacelaria cirrosa	2		2	3	2	0,1	
Grønnaalger							
Cladophora rupestris	2				2		2
Cladophora sp.					2		
Codium fragile	1	1		1		1	
Enteromorpha sp.	2		1				1
Rhizoclonium implexum			0,1				
Spongomorpha aeruginosa	2	1		2		2	
Ulva lactuca	1	1	1	2	2	1	1

Vedleggstabell A3 forts.

Område	Narestø						
	Langholmen	Helgetangen	Nordstrand	Sandvigen	Skinnefellt	Dalsholmen	Gaasholmen
Stasjonsnavn	AR09	AR12B	AR13	AR14	AR15	AR16	AR28
Stasjon	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007
Fauna							
Acmaea sp.			1		1		
Alcyonidium sp.	3		2	1		2	
Amfipoda indet				2	3	1	1
Asterias rubens	3	3	3	2	1	3	1
Asterias rubens juv.	3	3	4	3,5	3	3,5	2
Balanus balanoides	2	2			2	2	2
Botryllus schlosseri			1			1	
Cancer pagurus			1	1	1	1	
Carcinus maenas		1	1	2	1	1	
Ciona intestinalis				2			
Dynamena pumila	3	1	3	3	4	3	2,5
Electra pilosa	3		2	2	3	3	3
Gibbula sp.	2		1	2		1	2,5
Halichondria panicea	2	1		3	2	2	2
cf Haliclystus sp.			2	2			2
Isopoda indet.	3	1	3	3	3	1	2
Lacuna vincta	2	3	2	1	3	2	3
Laomedea geniculata						2	
Littorina juv.				4		3	3
Littorina littorea	3	3	3	3	3	2	3
Littorina obtusata	1		3,5	3	3	2	3
Littorina saxatilis	2	2	3	3	3	3	3
Membranipora membranacea	3	1	2	2	3	3	3
Metridium senile	1			1			
Mytilus edulis			2			1	
Mytilus edulis juv.	4	4	4	4	3,5	4	3
Nucella lapillus		3,5				3	
Patella sp.	1		1			2	1
Patina pellucida	1					1	
Sagartiidae indet.	3	3	3	3	2	3	2
Spirorbis sp.			3		2	2	3
Urticina felina				1		1	1
Nucella lapillus juv.		3					
Rissoa	2	2	2	1	2	2,5	1
Hydroides norvegica							
	AR09	AR12B	AR13	AR14	AR15	AR16	AR28
Antall arter(taxa)	46	38	48	47	42	56	52
Antall rødalger	12	10	10	8	7	12	15
Antall brunalger	8	8	11	11	11	11	11
Antal grønnealger	5	3	3	3	3	3	3
Antall alger	25	21	24	22	21	26	29
Antall dyr	20	16	23	24	20	29	22
Diverse (bl.gr, diat., planter)	0	0	0	0	0	0	0
% røde	48	48	42	36	33	46	52
% brune	32	38	46	50	52	42	38
% grønne	20	14	13	14	14	12	10

Vedleggstabell A4. Utvikling i mengde av utvalgte arter fra 1993-2007.

Havnebasenget, Tromøysund og Flosta

Stasjonsnavn	Gard					Songekilen					Klokkøya			Sjøverstø			Kilsund						
	AR2-94	AR2-02	AR2-03	AR2-05	AR2-06	AR4-93	AR4-94	AR4-02	AR4-03	AR4-05	AR4-06	AR08-93	AR08-94	AR08-05	AR8-06	AR10-93	AR10-94	AR10-05	AR10-06	AR11-93	AR11-94	AR11-05	AR11-06
Stasjon-år																							
Arter																							
Bonnemaisonia hamifera: sporp.								3												2	2	4	4
Ceramium SPP.	3		2	2		3	1	4	3	3	0,5	3,5	2	3	4	2	2	3		4	4	4	2
Chondrus crispus	2	2	2	1			2	2		2			3	2,5	4	2				2	2	2	1
Corallina officinalis																				3		2	1
Corallinaceae skorpeformet						2	2		2	3,5	2,5	2	2	4	3,5	4	4	3,5	4	2	2	3,5	2,5
Furcellaria lumbricalis							2						3	2		3						2	
Polysiphonia spp.		1	2	2,5	4	2	2	2	2	2	4	3	1	2	2				2	1	1	2,5	5
Ascophyllum nodosum						3	2	2	2	2	2	3,5	4	3	2,5	2	2	2	3	2	2	3,5	2
Chorda filum									2			3	2	3	3	3	3	4	2,5	2	2	2	2
Ectocarpales indet			3	3		4		2	4	4	4	3	2	3	4	3	2	4	5		2	2	3
Fucus evanescens	2	2	2,5	2																			
Fucus serratus	2				2	3	4	4	4	3		2	2	4		2	2	2		4	4	2,5	
Fucus vesiculosus	2	4	3	3,5	2,5	3	4	3	3	4	4	3		2	4	3	3	3	4	3	2	3,5	3,5
Laminaria digitata													3										
Laminaria saccharina	1			1																4	2	2	1
Laminaria sp.																					3		
Sargassum muticum													3				1,5			1	1	3	
Cladophora rupestris	3	1,5					1		2			1											
Cladophora sp.	2			3		2	2		2,5	3	3,5	2	3	2			4	2	2	2	3	2,5	
Enteromorpha sp.	2	2	3	3	5	3		4	2	2,5	2				2	2			2	1	3	2	3
Ulva lactuca			2	1,5	2															3	2	2	2

Narestø

Stasjonsnavn	Langholmen					Helgetangen			Nordstrand			Sandvigen			Skinnfelltangen			Dalsholmen		Gaasholme		
	AR09-93	AR09-94	AR09-96	AR09-03	AR09-07	AR12b-96	AR12b-03	AR12b-07	AR13-96	AR13-03	AR13-07	AR14-96	AR14-03	AR14-07	AR15-96	AR15-03	AR15-07	AR16-96	AR16-03	AR16-07	AR28-03	AR28-07
Stasjon-år																						
Arter																						
Bonnemaisonia hamifera: sporp.				2	4			4	2,5		4	2	2	4	2		4		2,5	4		4
Ceramium SPP.	3	3	4	3,5	3	4	3,5	0,1	4	3,5	1	4	3,5	2	4	3,5	3	4	4	3	3,5	3
Chondrus crispus	3	3		2	3		2	1	0,5	2,5	2	2	3	2	2,5	2,5	2	2	2	2	2	1
Corallina officinalis	3	2	2	2	2	2	2,5	3	2	2	2	2	2	2	2,5	2	1	2,5	2	2	3,5	2
Corallinaceae skorpeformet	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3,5	3	4	4	0	4	4	4	4	4	3,5	4	4
Furcellaria lumbricalis						2		3	2	2	2	2		1	2				2	3	2	3
Polysiphonia spp.	1		0,5	3	3,5	1	2	4		2	0,1	0,5	2	1	0,5			0,5	2	3		0,1
Ascophyllum nodosum									2	2	3,4		2	3		2	1			1	2	2
Chorda filum								3	4	2	4	3	2	2	3	2	3			3		3
Ectocarpales indet		2	2	2	1	3			2	2,5	1	0,5	2,5	0,1	0,5	2		0,5	1,5			1
Fucus evanescens																						
Fucus serratus	4	4	4	4	4	2	2		4	4	3,4	4	4	3	4	4	4	2	4	3,4	4	4
Fucus vesiculosus	3	2		4	4			1	2	4	4	2	4	3,4		3	4		4	3,4	4	3,4
Laminaria digitata	3	3	3		2	4		1	3			2		1	3	2		4		2		2
Laminaria saccharina	1	2			1	2			4	1	3	3	1	2	2	2	1	2		1		2
Laminaria sp.				2			2	1		1	1		2,5	1		2	1		2	1		2
Sargassum muticum	1							2		3,5	1		2	1		2	1		2	3		2
Cladophora rupestris	2	2		2	2	2	2						2		3	2	2	2	2		2	2
Cladophora sp.	1	2		2	2	2	2		3			0,5			2		2		4			
Enteromorpha sp.	1				2		2,5			2	1		2			2						1
Ulva lactuca	2		2	2	1	2	2	1		2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1

Vedleggstabell A5. Artsliste

	Latinske navn	Norske navn
Rhodophyceae	<i>Aglaothamnion byssoides</i>	pyntehavpryd
	<i>Ahnfeltia plicata</i>	sjøris
	<i>Audouinella</i> sp.	rødpusling
	<i>Bonnemaisonia hamifera</i> : sporp.	rødlo
	<i>Brogniartella byssoides</i>	fagerdokke
	<i>Callithamnieceae</i> indet	havpryd
	<i>Callithamnion corymbosum</i>	gaffelgrenet havpryd
	<i>Ceramium virgatum</i> (rubrum)	vanlig rekeklo
	<i>Ceramium</i> sp.	rekeklo
	<i>Ceramium strictum</i> -gr	tynn rekeklo
	<i>Chondrus crispus</i>	krusflik
	<i>Corallina officinalis</i>	krasing
	Corallinaceae skorpeformet	rugl
	<i>Cruoria pellita</i>	sleipfleck
	<i>Cystoclonium purpureum</i>	fiskeløk
	<i>Dasya baillouviana</i>	strømgarn
	<i>Dumontia contorta</i>	bendelsleipe
	<i>Erythrotrichia carnea</i>	rød stjernetråd
	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	svartkluft
	<i>Gracilaria verrucosa</i>	pollris
	<i>Griffithsia corallinoides</i>	leddbusk
	<i>Hildenbrandia rubra</i>	fjæreblod
	<i>Osmundia pinnatifida</i>	pepperalge
	<i>Phyllophora pseudoceranoides</i>	krusblekke
	<i>Phymatolithon lenormandii</i>	slettrugl
	<i>Polyides rotundus</i>	rødkluft
	<i>Polysiphonia brodiaei</i>	penseldokke
	<i>Polysiphonia elongata</i>	stilkdokke
	<i>Polysiphonia fibrillosa</i> (violacea)	tangdokke
	<i>Polysiphonia fucoides</i> (nigrescens)	svartdokke
	<i>Polysiphonia</i> sp.	dokke
	<i>Polysiphonia stricta</i> (urceolata)	røddokke
	<i>Porphyra purpurea</i>	purpurfjærehinne
	<i>Porphyra</i> sp.	fjærehinne
	<i>Porphyra umbilicalis</i>	vanlig fjærehinne
	<i>Rhodomela confervoides</i>	teinebusk
Phaeophyceae	<i>Ascophyllum nodosum</i>	grisetang
	<i>Chorda filum</i>	martaum
	<i>Chordaria flagelliformis</i>	strandtagl
	<i>Desmarestia aculeata</i>	vanlig kjerringhår
	<i>Dictyota dichotoma</i>	tvebendel
	<i>Ectocarpus fasciculatus</i>	knippesli
	<i>Ectocarpus siliculosus</i>	vanlig brunsl
	<i>Ectocarpus</i> sp.	brunsl
	<i>Elachista fucicola</i>	tanglo
	<i>Eudesme virescens</i>	slimtrevl
	<i>Fucus evanescens</i>	gjelvtang
	<i>Fucus juv</i>	juvenile tang
	<i>Fucus serratus</i>	sagtang

	<i>Fucus vesiculosus</i>	blæretang
	<i>Halidrys siliquosa</i>	skolmetang
	<i>Laminaria digitata</i>	fingerbare
	<i>Laminaria juv</i>	juvenile tare
	<i>Saccharina latissima</i> (Lam. <i>Saccharina</i>)	sukkertare
	<i>Leathesia difformis</i>	knuldre
	LURV - brunt på tang/fjell	lurv
	<i>Pilayella littoralis</i>	perlesli
	<i>Ralfsia verrucosa</i>	fjæreskorpe
	<i>Sargassum muticum</i>	japansk drivtang
	<i>Spermatochnus paradoxus</i>	bleiktuste
	<i>Sphacelaria cirrosa</i>	bruntufs
	<i>Sphacelaria sp.</i>	-tufs
	<i>Spongonema tomentosum</i>	tvinnesli
	<i>Stilophora rhizoides</i>	vortetuste
Chlorophyceae	<i>Blidingia minima</i>	dverg-tarmgrønske
	<i>Chaetomorpha linum</i>	krøllhårsalge
	<i>Chaetomorpha melagonium</i>	laksesnøre
	<i>Chaetomorpha sp.</i>	
	<i>Cladophora albida</i>	bleikgrønndusk
	<i>Cladophora rupestris</i>	vanlig grønndusk
	<i>Cladophora sp.</i>	grønndusk
	<i>Codium fragile</i>	pollpryd
	<i>Enteromorpha cf. flexulosa</i>	
	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	tarmgrønske
	<i>Enteromorpha prolifera</i>	
	<i>Enteromorpha sp.</i>	
	<i>Percursaria percurta</i>	tretråd
	<i>Prasiola stipitata</i>	måsegrønske
	<i>Rhizoclonium implexum</i>	krypstråd
	<i>Spongomorpha aeruginosa</i>	grønndott
	<i>Ulva lactuca</i>	havsalat
Andre grupper	<i>Bl.grønnalge. indet</i>	
	<i>Calothrix/verrucaria</i>	marebek
	diatome-kjede på fjell/tang	
	epifyttiske diatomeer	
	<i>Spirulina subsalsa</i>	
	<i>Zostera marina</i>	ålegras
Fauna	<i>Acmaea sp.</i>	skilpaddesnegl
	<i>Actiniaria indet.</i>	sjøanemoner
	<i>Alcyonidium sp.</i>	mosdyr
	<i>Amfipoda indet</i>	tangloppe
	<i>Asciacea indet</i>	sjøpung
	<i>Asterias rubens</i>	vanlig korstroll
	<i>Asterias rubens juv.</i>	juvenile korstroll
	<i>Balanus balanoides</i>	fjærerur
	<i>Balanus improvisus</i>	
	<i>Balanus sp.</i>	rur
	<i>Bittium reticulatum</i>	
	<i>Botrylloides leachi</i>	sjøpung
	<i>Botryllus schlosseri</i>	sjøpung

Bryozoa indet.	mosdyr
Bryozoa indet. Epifytt	mosdyr
Bryozoa indet. Fjell	mosdyr
Bryozoa indet. Skorp.	mosdyr
Cancer pagurus	taskekrabbe
Carcinus maenas	strandkrabbe
cf Haliclystus sp.	bergmanet
Ciona intestinalis	gulsjøpung
Crisia eburnea	mosdyr
Dynamena pumila	hydroide
Electra pilosa	mosdyr
Gibbula sp.	kjeglesnegl
Halichondria panicea	brødsvamp
Hydroida indet.	hydroide, ubestemt
Hydroides norvegica	hvitørmark
Isopoda indet.	tanglus
Lacuna vincta	tarestilksnegl
Laomedea geniculata	hydroide
Laomedea sp.	hydroide
Littorina juv.	strandsnegl
Littorina littorea	vanlig strandsnegl
Littorina obtusata	butt strandsnegl
Littorina saxatilis	spiss strandsnegl
Marthasterias glacialis	ishavsstjerne
Membranipora membranacea	membranmosdyr
Metridium senile	sjønellik
Mytilus edulis	blåskjell
Mytilus edulis juv.	juvenile blåskjell
Nassarius reticulatus	
Nucella lapillus	purpurnegl
Nucella lapillus juv.	juvenile purpurnegl
Obelia geniculata	bjellhydroide
Ostrea edulis	østers
Patella sp.	albuesnegl
Patina pellucida	blåsnegl
Pomatoceros triqueter	trekantmark
Porifera indet.	svamp
Psammechinus miliaris	tangsjøpiggsvin
Rissoa	
Sagartiidae indet.	sjøanemoner
Spirorbis sp.	posthornmark
Urticina felina	fjæresjørese

Vedlegg B. Bløtbunnsfauna

Vedleggstabell B1. Data for prøvetaking av bunnfauna og sedimenter ved Utnes 28. mai 2005. Alle prøvene ble tatt med 0,1 m² van Veen bunngrabb. Toktfartøy var M/S "Risøy".

Stasjon	Lokalitet	Dyp m	Koord	Vind m/s	Prøver	Fylnings- grad	Fargekode sediment
U 5	Utne- bassenget	33	58 24.95 N 8 45.22 E	NØ 8-10	4 fauna; sediment fra repl II	1:1, 1:1, 1:1, 1:4	S 7020 Y
U 10	Ærøy	38	58 24.54 N 8 45.69 E	NØ 11-14	4 fauna; sediment fra repl I	1:2, 1:2, 1:2, 1:2	S 7020 Y
U 12	Ærøydypet	160	58 23.79 N 8 45.72 E	NØ 11-14	4 fauna; sediment fra repl III	1:1, 1:1, 1:1, 1:1	S 5020 Y

Vedleggstabell B2. Fullstendige resultater for analysene av kornfordeling i sedimentene ved Utnes, Ærøy og Ærøydypet 28. mai 2005.

			Utnes U5	Ærøy U10	Ærøydypet U12
nedre grense	phi-verdi				
			%	%	%
stein	64 mm	-8	0,00	0,00	0,00
grus	2 mm	-1	0,35	0,00	0,18
svært grov sand	1 mm	0	0,12	0,31	0,00
grov sand	500 µm	1	0,73	12,80	0,18
medium sand	250 µm	2	4,46	35,04	0,53
fin sand	125 µm	3	17,29	31,80	0,62
svært fin sand	63 µm	4	31,27	11,94	0,79
silt	4 µm	8	30,22	4,62	56,67
leire	< 4 µm		15,57	3,49	41,04
Middel -phi			5,80	3,16	8,51
Median -phi			4,87	3,06	8,49
Sortering			2,62	1,55	2,11

Vedleggstabell B3. Fullstendige resultater for prøver av bunnfauna ved Utnes, Ærøy og Ærøydypet 28. mai 2005.

		Stasjon Replikat	U5 Utnesbassenget				U10 Ærøy				U12 Ærøydypet			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
HYDROZOA	Hydrozoa indet			2	1	3	3		1					
	Actiniaria indet												1	
	Edwardsia cf. danica	24	12	3	3	1	1		5					
	Edwardsia longicornis	1	5	1	1			1	1					
NEMERTINEA	Nemertinea indet	3	25	187	391	8	10	8	5		4	5	8	6
POLYCHAETA	Paramphinome jeffreysii										1	3	35	
	Aphrodita aculeata				1				1					
	Harmothoe sp				1									
	Neoleanira tetragona										2	3	1	1
	Pholoe assimilis											1		
	Pholoe baltica	34	14	13	6	10	15	9	12					
	Eteone cf. longa	1												
	Eumida bahusiensis				2	2		2	2					
	Paranaitis kosteriensis						1							
	Phyllodoce groenlandica							1						
	Gyptis rosea										1		4	5
	Kefersteinia cirrata		1											
	Ophiodromus flexuosus	1			2		1		2				1	
	Exogone naidina				3	8	1	6						
	Exogone verugera						8	2	3	3				
	Sphaerosyllis hystrix				2					1				
	Sphaerosyllis sp							1						
	Sphaerosyllis tetralix				1									
	Syllidae indet									1				
	Syllis sp				1				1					
	Ceratocephale loveni										2	3	1	4
	Nephtys hombergii	1					8	9	7	4	1			1
	Nephtys paradoxa										1		1	
	Sphaerodorum flavum	2							1					
	Glycera alba	2	6	20	15	2	2		2					
	Glycera capitata					1								
	Glycera rouxii													1
	Glycinde nordmanni		1						1					
	Goniada maculata	1			1			1	1	1	1			
	Scoletoma sp					1	1							
	Ophryotrocha hartmanni				91	506								
	Ophryotrocha longidentata											1	1	
	Ougia subaequalis							1						
	Parougia eliasoni				1	1								
	Scoloplos armiger						1		1	1				
	Aricidea catherinae					1								
	Levinsenia gracilis						3	1	1		2	1	2	8
	Paradoneis eliasoni											3		2
	Paradoneis lyra					1	1			3				
	Aonides paucibranchiata						2							
	Laonice bahusiensis								4					
	Laonice sp	1					1	1						1
	Polydora caulleryi						1							
	Prionospio banyulensis						5	2	4					
	Prionospio cirrifera				2		1	1		1	1			1
	Prionospio dubia												1	
	Prionospio fallax	3	47	70	54	8	4	11			7	2	4	5
	Prionospio multibranchiata				1									
	Pseudopolydora paucibranchiata					6	2	5	2					
	Spio spz						4							
	Spiophanes bombyx							1	1					
	Spiophanes kroeyeri							1			1	1		1

Vedleggstabell B3, forts.

	Stasjon Replikat	U5 Utnesbassenget				U10 Ærøy				U12 Ærøydypet			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Magelona alleni						3	3	5	4				
Magelona minuta		1	1	18	21	17	13	8	4				
Aphelochaeta mcintoshii											1		
Caulerielia sp								1					
Chaetozone setosa			2			6	16	12		1		7	1
Cirratulidae indet									4		3	1	4
Macrochaeta clavicornis							2	1	1				
Tharyx killariensis			3										
Cossura longocirrata						1						1	
Diplocirrus glaucus		1	3	6	11	14	11	14	5			1	
Polyphysia crassa			1	71	80								
Scalibregma inflatum		4	16	106	174	2		2					
Ophelina acuminata						1							
Ophelina modesta					2					1	1		1
Heteromastus filiformis					1	1	1	1		108	93	57	83
Mediomastus fragilis		95	276	147	202	7	2	1	1				
Notomastus latericeus		1	1			1	3	2	1				
Euclymeninae indet						3	1	1					
Rhodine gracilior						3	4	8					
Rhodine loveni										1	1		4
Myriochele danielsseni						6	7	10	1				
Myriochele oculata		5	27	18	7	1	3	7		3	2	3	6
Owenia fusiformis		1	10	8	3	4	1	3					
Pectinaria auricoma			5		3	2	2	6	3				
Pectinaria belgica											1		
Ampharete balthica				1	2								
Ampharete lindstroemi		5	6	1	6	1	4	6					
Ampharete sp				4	1		1						
Amphiteis gunneri			3			3	3		1				
Anobothrus gracilis		1	2			1							1
Melinna cristata										6	5	9	3
Mugga wahrbergi					3					1			2
Sabellides octocirrata			5	7	7	1	14	9	4				
Sosane sulcata		3	5	4	7	113	92	85	48				
Amæana trilobata								1					
Paramphitrite tetrabranchiata							1	2					
Phisidia aurea						1	2	3					
Pista cristata								1	3				
Pista lornensis		2	3	3	1	3	2	1	3				
Polycirrus medusa								4					
Polycirrus plumosus								1					
Polycirrus sp			1				5						
Streblosoma intestinalis						17	12	11	8				
Terebellidae indet									3				
Terebellides stroemi		1	2	2		6	7	5	7				
Trichobranchus roseus		1	1			9	7	12	7				
Chone sp						1	1	2					
Euchone rubrocincta							2	3	1				
Jasmineira caudata		2	7	17	47	2	4	3	2				
Laonome kroeyeri							1						
Hydroides norvegica									1				
OLIGOCHAETA											1		
PROSOBRANCHIA			1										
Prosobranchia indet													
Onoba vitrea			8								1	1	
Natica alderi				1	1		1						
OPISTOBRANCHIA				3	1		1						
Philine scabra								2					
Cylichna alba		4	2										
CAUDOFOVEATA						2	2	3	1			1	
Caudofoveata indet													

Vedleggstabell B3, forts.

		Stasjon Replikat	U5 Utnesbassenget				U10 Ærøy				U12 Ærøydypet			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
BIVALVIA	Nucula nitidosa				1									1
	Nucula sulcata		4	7	11	11	6	12	7	3	1		3	
	Nuculoma tenuis						1		1		21	33	27	37
	Yoldiella tomlii													1
	Lucinoma borealis								4					
	Myrtea spinifera						3	1	2					
	Thyasira equalis										22	28	25	24
	Thyasira ferruginea											1	1	2
	Thyasira flexuosa			4	76	104	28	31	37	11	1			
	Thyasira obsoleta							3	1					
	Montacuta ferruginosa							1						
	Montacuta tenella						3					2	5	1
	Mysella bidentata		66	446	29		1		1	1				
	Parvicardium minimum			1				1	1					
	Abra cf. longicallus						1	1						
	Abra nitida			1			4		2		11	14	2	12
	Dosinia exoleta						1			1				
	Gafrarium minutum								2					
	Venus ovata						1		3	1				
	Corbula gibba		4	5	16	7	11	12	8	2				
	Thracia villosiuscula						1	1						
	Lyonsia norvegica								1					
Cuspidaria obesa							3							
SCAPHOPODA	Dentalium entale					1	1	1						
PYCNOGONIDA	Pycnogonida indet					1	1							
CUMACEA	Eudorella truncatula					1		1						1
	Leucon nasica												1	
	Diastylis cornuta		1											
	Diastylis lucifera				7	32								
	Diastylis rostrata				10	16								
	Diastylis sp		1											
	Diastylis serrata		1	4										
TANAIDACEA	Tanaidacea indet				1	1	14	11	3	5				
ISOPODA	Cirolana borealis						1							
AMPHIPODA	Amphipoda indet				1									
	Acidostoma obesum						1			2				
	Ampelisca tenuicornis		4	9	8	5	2	3	2	3				
	Leucothoe imparicornis							1	1					
	Eriopisa elongata										1	1	6	
	Monoculodes sp													1
	Westwoodilla caecula		1	4	2	2	2		3	3				
	Melphidippella macra									2				
	Microdeutopus sp					1								
DECAPODA	Decapoda indet								1					
	Ebalia tuberosa						1							
SIPUNCULIDA	Golfingia cf. minuta		1											
	Golfingia sp						9	3	2	7				
	Phascolion strombi			1			2	2						
PRIAPULIDA	Priapulus caudatus		1	1	1	5					1			
PHORONIDA	Phoronis sp				2			2	4					
ASTEROIDEA	Luidia sarsi						1							
OPHIUROIDEA	Ophiuroidea indet				24		8	17	5	1		1		
	Amphiura chiajei		1	1					1			1	1	
	Amphiura filiformis		264	188	22	24	13	9	61	13				
	Amphilepis norvegica											1		
ECHINOIDEA	Echinocyamus pusillus						4	3						
	Brissopsis lyrifera						1	1				5	3	1
	Echinocardium flavescens						1							
HOLOTHUROIDEA	Labidoplax buski		11	14		1	18	14	11	6				
HEMICHORDATA	Hemichordata indet							1						
PISCES	Pisces indet				1									

Vedlegg C. Sedimentprofil-bilder (SPI)

Vedleggstabell C1. Sedimentprofilbilder. Oversikt over stasjoner, geografiske koordinater, prøvedyp, profildyp, BHQ-indeks, SPI tilstandsklasse og type sediment. Proveinnsamling i april 2005.

Vedlegg A. Stasjon, posisjon (WGS84), dyp, sammensetnings dyp, BHQ-indeks, tilstands klasse SPI, habitat, bilde notat										
Stasjon	Latitud	Longitud	Dyp (m)	Perist Dyp (cm)	RFD (cm)	BHQ	BK SPI	Habitat	Notat	
A2	50.44260	0.73795	10.3	0.0	0.7	1.0	4			
A3	50.44062	0.73000	14.3	21.8	0.0	0.0	5			
A4	50.45410	0.75613	11.0	09.5	1.1	3.0	4			
A5	50.45300	0.75930	20.0	12.7	1.1	5.0	3			
A6	50.45510	0.75007	20.2	9.0	1.0	7.0	3			
A7	50.45610	0.70113	20.7	13.2	1.7	7.0	3			
A8	50.45455	0.70393	21	6.8	1.5	6.5	3			
A9	50.45417	0.70742	15.0	1.0	1.1	6.4	2			
A10	50.45495	0.70000	10.9	3.0	1.0	5.0	3	Sand		
A11	50.45022	0.70195	15.3	00.0	0.0	2.7	5			Ålvevirkulidite
A12	50.45740	0.70000	27	3.2	1.1	7.5	3			Flingsle
A13	50.45010	0.70902	21.2	6.3	1.0	6.0	3			
A13	50.45010	0.70902	21.2	9.3	1.0	5.3	3			
A14	50.45942	0.70047	11							Grøpsand
A14	50.45942	0.70047	11	3.2	1.0	4.0	4			Bd+ t-dimens., Flingsle+1
A15c	50.45727	0.71007	35.8	12.6	1.1	0.0	2			Ålvevirkulidite
A16	50.45202	0.71012	37.3	9.3	1.0	7.3	3			
A17	50.45157	0.70700	22.0	00.2	1.0	6.0	3			
A18	50.44930	0.70297	23	24.7	1.1	3.0	4			Opisthoteuthis flosculus
A19	50.45960	0.71453	30.5	12.0	1.0	0.7	2			
A20	50.40005	0.71335	20.0	7.7	1.0	0.7	2			
A21	50.40277	0.70217	0.7					Sj-laget		
A22b	50.40077	0.70303	21	6.0	1.7	6.3	3			Bd+ SPD
A23	50.45920	0.70303	16.2	17.0	1.9	5.3	3			
A24	50.46172	0.70007	16.3	11.3	1.7	6.3	3			
A25	50.46420	0.70300	27.5	14.1	1.8	10.0	2			
A26	50.40000	0.70912	24					Hardbunn		Bd+ t-dimens.
A27	50.40002	0.70112	12.3	7.5	1.0	7.5	2			
A28	50.40990	0.70003	13.1	7.3	1.5	7.5	2			
A28b	50.41103	0.70973	10	17.4	1.0	6.3	3			Ålvevirkulidite
A29	50.47020	0.71107	6.3					Sj-laget		Ernslegr
A30	50.46400	0.71017	6.2	24.2	0.0	2.3	5			
A31c	50.46075	0.71142	34.3	19.6	1.7	7.0	3			
A32	50.47200	0.70305	21	5.7	1.1	9.5	2			Bd+ SPD
A33	50.47037	0.70955	13.3	20.0	0.1	2.0	5			Grøpsand
A34	50.47333	0.70003	36	12.8	1.0	9.0	2			
A35	50.47300	0.70320	10.2	20.7	1.1	2.0	4			
A36	50.47392	0.70422	9.2	16.2	0.5	2.3	5			Grøpsand
A37	50.47370	0.70427	20.0	12.0	1.5	10.0	2	Sj-laget		
A38	50.40005	0.70905	24.3	0.0	1.0	0.0	2			
A39c	50.40237	0.71300	36.0	00.1	1.0	5.5	3			
A40	50.40303	0.70000	16	15.0	1.0	7.0	2			
A41	50.40702	0.70337	20.3	12.2	1.3	5.0	4			
A42	50.40075	0.70615	42.0	6.8	1.7	6.5	3			
A43	50.40000	0.70432	20.3	11.7	1.5	5.0	4	Sand		
A44	50.40057	0.70070	13	00.5	1.1	4.3	4			
A45	50.40210	0.70030	13.3	20.0	0.0	0.0	5			Grøpsand
A46	50.40943	0.70030	15.3	20.0	0.0	0.0	5			Grøpsand
A47	50.40900	0.70947	36.0	12.0	1.0	7.5	2			
A48	50.40000	0.70005	23	31.0	1.0	0.5	2			
A49c	50.40713	0.71273	63	00.0	1.0	7.3	3			
A50	50.40774	0.71007	13					Sj-laget		Zosterbedd
A51	50.40777	0.70390	23	13.3	1.1	7.0	3			
A52	50.40003	0.70000	25.5	15.0	1.7	0.3	3			
A53	50.40305	0.70110	42.7	22.7	1.9	0.3	2			

Vedleggstabell C1 forts.

Stasjon	Latitud	Longitud	Byg (m)	Fenest. Byg (cm)	RFD (cm)	BHQ	TKSFI	Haldtat	Notat
K1	50,55130	0,97613	11,8	9,9	2,6	6,7	2		Red skar
K2	50,55120	0,97910	17,3	13,3	1,6	3,0	3		
K3	50,55100	0,98223	22,7	6,8	2,8	7,0	3	Skjellig	
K5	50,55130	0,98057	35	9,3	2,9	6,8	3		
K6	50,55087	0,99367	37					Skull	
K7	50,54767	0,80157	60	16,0	4,2	9,5	2		
K8	50,52636	0,93043	20					Skull	
K9	50,52440	0,93050	33,5	11,2	3,1	8,3	3		
K10	50,52200	0,93733	33,5	8,2	2,6	6,7	3		Del Zootax
K11	50,52112	0,93093	46	14,7	3,7	9,6	2		
K12	50,51907	0,93090	34	16,0	4,5	9,8	2		
K13	50,51777	0,93303	34	10,4	4,5	10,5	2		
K14	50,51650	0,96123	69	17,8	5,2	9,0	2		
AJ23	50,47123	0,81060	15	5,8	1,9	4,7	3	Skull	
AJ25	50,47060	0,81053	24	5,3	2,2	6,3	3	Skull	
AJ27	50,47052	0,81910	26,5	4,2	2,1	6,0	3		
U5	50,41573	0,75260	33	10,7	5,3	10,7	2		Databed
U10	50,38087	0,76322	161						Geognost.
AU1	50,41700	0,75475	20	10,9	5,5	10,3	2		
AU2	50,41935	0,75522	26	11,8	4,7	10,0	2		
AU3	50,40440	0,77300	106	11,5	3,1	10,5	2		
AU4	50,40565	0,76987	96	13,1	3,3	10,5	2		
AU5	50,40790	0,76240	27					Skjellig	Redskar
AU6	50,41000	0,76283	75	10,8	2,9	9,0	2		
AU7	50,41053	0,75355	26					Skjellig	
AU8	50,40970	0,75047	27	9,3	4,1	9,5	2		
AU9	50,41120	0,74657	20	9,5	4,8	11,0	2		
AU10	50,41220	0,75532	35	9,1	4,3	10,5	2		
AU11	50,41325	0,75775	25	4,6	2,8	8,8	2		

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