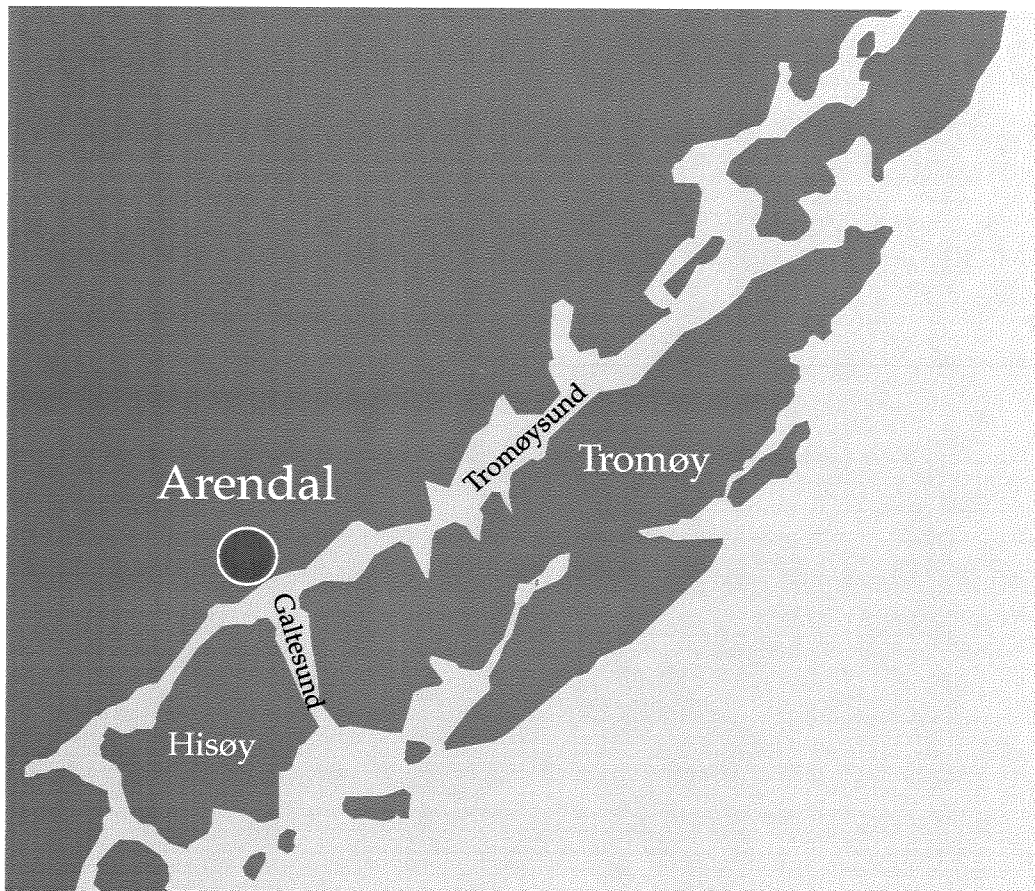


RAPPORT LNR 3829-98

Vannkvalitet i kystområdene i Arendal

Bløtbunnsfauna i Tromøysund og
Galtesund 1994



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 32 88 33

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

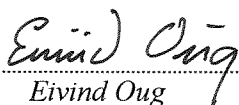
Tittel Vannkvalitet i kystområdene i Arendal. Bløtbunnsfauna i Tromøysund og Galtesund 1994	Løpenr. (for bestilling) 3829/98	Dato 23. mars 1998
	Prosjektnr. Undernr. O-92227 O-97174	Sider Pris 34
Forfatter(e) Eivind Oug	Fagområde Marin eutrofi	Distribusjon Fri
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Arendal kommune	Oppdragsreferanse Erik Andreassen
-------------------------------------	--------------------------------------

Sammendrag

I forbindelse med overvåking av vannkvalitet i Arendal kommune ble åtte bløtbunnsstasjoner i Tromøysund og Galtesund innsamlet i 1994. Undersøkelsene viste at indre Tromøysund, Galtesund og området ved Arendal havn var moderat påvirket av organiske tilførsler, mens det var dårlig tilstand i dypområdet ved Bråten i Tromøysund. Bunn sedimentene hadde et betydelig innhold av flis og tremateriale, men dette syntes ikke å ha vesentlige negative effekter for bunnfaunaen, som var artsrik og hadde normalt til høyt artsmangfold på de fleste stasjonene. I ytre Galtesund og i østlige Tromøysund var forholdene gode, men ytre Galtesund syntes noe stimulert av organiske tilførsler. I Tromøysund var det økt antall arter og betydelig økte individtettheter sammenlignet med undersøkelser i 1989. Det er ingen nærliggende forklaring til de markerte forandringene, men arts- og individtallene i 1989 var uvanlig lave og representerte trolig en unormal situasjon. Artsmangfold og sammensetning av bunnfaunaen tydet imidlertid på at tilstanden i Tromøysund ikke var vesentlig endret fra 1989 til 1994.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bløtbunnsfauna 2. Sediment 3. Miljøtilstand 4. Arendal 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Soft-bottom fauna 2. Sediments 3. Environmental quality status 4. Arendal (Norway)
---	---



Eivind Oug
Prosjektleder

ISBN 82-577-3407-1



Bjørn Braaten
Forsknings sjef

0-92227, 0-97174

Vannkvalitet i kystområdene i Arendal

Bløtbunnsfauna i Tromøysund og Galtesund 1994

Prosjektleder: Eivind Oug

Medarbeidere: Tone Jacobsen

Brage Rygg

Pirkko Rygg

Jarle Håvardstun

Sabine Cochrane *Akvaplan-niva*

Forord

Denne undersøkelsen er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) på oppdrag for Arendal kommune i henhold til programforslag av 2. oktober 1992, prosjektforslag for perioden 1995-98 av 8. november 1994 og senere revisjoner. Rammen for undersøkelsen ble endelig fastlagt i møte med miljøvernrådgiver Erik Andreassen 10. september 1997.

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. Prøvene ble innsamlet i mai 1994 samtidig med at det ble tatt prøver ved Utnes og i østområdene i Arendal kommune. De fleste prøvene ble bearbeidet i 1995 og hovedresultatene presentert i årsrapport til Arendal kommune av 29. desember 1995.

Feltarbeidet ble gjennomført fra F/F 'G.M. Dannevig' tilhørende Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen. I feltarbeidet deltok Frank Kjellberg, Tone Jacobsen og Eivind Oug. Vi takker mannskapet på 'G.M. Dannevig' for godt samarbeid.

Bunnprøvene er bearbeidet av Jarle Håvardstun, Brage Rygg, Pirkko Rygg, Eivind Oug (alle NIVA) og Sabine Cochrane, Akvaplan-niva. Hovedprosjektleder for overvåkingsundersøkelsene har vært Tone Jacobsen.

Grimstad, 4. mars 1998

Eivind Oug

Innhold

Sammendrag	5
Summary	7
1. INNLEDNING	9
1.1 Bakgrunn for undersøkelsene	9
1.2 Områdebeskrivelse	9
1.3 Forurensningstilførsler	9
1.4 Tidligere undersøkelser	11
1.4.1 Bløtbunnsfauna	11
1.4.2 Andre undersøkelser	11
1.5 Mål for undersøkelsene	12
1.6 Generelt om bløtbunnsundersøkelser	12
2. MATERIALE OG METODER	13
2.1 Stasjoner	13
2.2 Prøvetaking	13
2.3 Analyser	13
2.4 Tallbehandling	14
3. RESULTATER	15
3.1 Prøvetaking	15
3.2 Bunnsedimenter	16
3.3 Bunnfauna	17
3.3.1 Sammenligning med tidligere undersøkelser	19
3.3.2 Sammenligning med andre kystområder	22
4. VURDERING AV RESULTATENE	25
5. LITTERATUR	27
6. VEDLEGG	29

Sammendrag

Undersøkelsene omfattet fire stasjoner i Tromøysund (Songebukta, Bråten, Frisøy, Buøy), to stasjoner i nærområdet til Arendal by (utenfor Kittelsbukt og Pollen) og to stasjoner i Galtesund (utenfor Jomfruholmen og Sandviga). I Tromøysund og Galtesund var stasjonene plassert i dypområder hvor avsetningen av finpartikulært materiale forventes å være størst. Stasjonene i Tromøysund er tidligere innsamlet i 1989/90. Fra flere lokaliteter i området finnes også noe preliminære data fra 1983. Undersøkelsene 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.

Prøvene ble innsamlet 27. og 30. mai 1994. Alle prøvene ble tatt med 0.1 m² Petersen bunngrabb. På hver stasjon ble det tatt fire parallelle grabbhugg for fauna som ble slått sammen til en samleprøve. Faunaprøvene ble siktet på 5 mm og 1 mm sikter og sikteresten ble konserverert i 4-6 % buffret formaldehydløsning. På hver stasjon ble det tatt en delprøve av overflatesediment (0-1 cm) for analyse av kornstørrelse (partikler <0.063 mm) og organiske komponenter (TOC, TN).

I Arendal havn, Songekilen og indre Galtesund var det finkornet mørkt bunnsediment med betydelig innslag av flis og tremateriale. Sedimentet hadde høyt organisk innhold (TOC >50 mg/g). Øst i Tromøysund var det grå silt med forholdsvis høyt TOC-innhold, mens det i ytre Galtesund var lyst sandig sediment med lavt organisk innhold. Bunnsedimentene får generelt dårlig karakteristikk etter SFTs miljøklassifisering på grunn av det høye organisk innholdet (se tabell nedenfor).

På alle stasjonene, med unntak for dypbassenget ved Bråten i Tromøysund, var det en artsrik fauna (>50 arter) med normalt til høyt artsmangfold. Individtallene var generelt høye, spesielt utenfor Pollen, i Songekilen og ved Jomfruholmen hvor individtetthetene oversteg 3500 ind/m². Ved Sandviga i ytre Galtesund var det meget høy artsrikhet (>100 arter) og særlig høyt artsmangfold. Artssammensetningen

Sammenfatning av hovedresultater for sedimenter og bunnfauna. Karakteristikk i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet (1997): I 'meget god', II 'god', III 'mindre god', IV 'dårlig' og V 'meget dårlig'.

Lokalitet	Stasjon	Dyp (m)	Normert TOC (mg/g)	SFT klasse sediment	Antall arter	Tetthet (ind/m ²)	Artsmang- fold (H' _{log2})	SFT klasse fauna
Kittelsbukt	AD1	21	77.4	V	64	1923	4.22	I
Pollen	AD2	32	64.0	V	65	5423	2.76	II/III
Jomfruholmen	AD3	57	58.6	V	53	3553	3.21	II
Sandviga	AD4	60	24.7	II	104	2043	5.31	I
Songekilen	T1	27	53.4	V	58	3915	3.24	II
Bråten	T4	47	64.3	V	13	325	1.78	III/IV
Frisøy	T5	40	48.0	V	67	3078	3.59	II
Buøy	T14	43	37.5	IV	63	2595	4.32	I

kan generelt karakteriseres som normal, men flere stasjoner var dominert av arter som ofte finnes i organisk anrikede sedimenter. Sammenlignet med andre områder i Arendal kommune, Grimstad og Lillesand viste faunaen i Arendal havn, Galtesund og indre Tromøysund likhet med lokaliteter som er noe påvirket av organiske tilførsler. Ved Buøya øst i Tromøysund var det en fauna som er typisk for upåvirkede kystområder på Sørlandet. Med grunnlag i faunaens artsmangfold får stasjonene generelt god karakteristikk etter SFTs miljøklassifisering (se tabell).

I dypområdet ved Bråten i Tromøysund var det lave arts- og individtall og nedsatt artsmangfold. Faunaen var dominert av børstemarken *Capitella capitata* som ofte karakteriserer områder som er utsatt for organisk overbelastning eller andre miljøforstyrrelser. I dette området var forholdene mindre gode.

I Tromøysund var det økt antall arter og betydelig økte individtettheter sammenlignet med undersøkelser i 1989. Det er ingen nærliggende forklaring til de markerte forandringene, men arts- og individtallene i 1989 var uvanlig lave og representerte trolig en unormal situasjon. Dette kan ha hatt sammenheng med oppblomstringen av giftalgen *Chrysochromulina polylepis* sommeren 1988.

Konklusjoner:

Sjøområdene ved Arendal havn, indre Galtesund og indre Tromøysund var påvirket av organiske tilførsler. Påvirkningen var moderat i Arendal havn, i Songekilen og i Galtesund, mens det var tydelige effekter og mindre god tilstand i dypområdet ved Bråten i Tromøysund. Bunnsedimentene hadde et betydelig innhold av flis og tremateriale som medfører at sedimentene får dårlig karakteristikk, men dette syntes ikke å ha vesentlige negative effekter for bunnfaunaen. Påvirkningen kan skyldes lokale tilførsler, men det er også sannsynlig at materiale, spesielt flis og planterester, tilføres fra Nidelva.

I ytre Galtesund og i østlige Tromøysund var forholdene gode, men ytre Galtesund syntes noe stimulert av organiske tilførsler. Dette kan relateres til uttransport av materiale med overflatestrømmen i Galtesund.

Resultatene sammenfaller i stor grad med undersøkelsene av vannkjemi og strandsoneorganismer i Arendal i perioden 1992-1994. Disse viste at næringssaltinnholdet i overflatevannet ved Arendal by og beskyttede områder i Tromøysund var forhøyd på grunn av lokale utslipp og i noen grad av nitrogentilførsler fra Nidelva.

Undersøkelsene i Tromøysund kan tyde på at miljøtilstanden i 1994 var noe nær tilsvarende som i 1989. Noen klare effekter av tiltakene på avløpssektoren kan derfor ikke denne undersøkelsen vise. Det er imidlertid endel usikkerhet knyttet til sammenligningen fordi 1989 trolig representerte et unormalt år på Sørlandet. Mulige effekter av tiltakene kan derfor være overskygget. Muligens må det også gå noe lenger tid før virkningene av tiltakene kommer klarere til syne.

Usikkerheten ved resultatene fra 1989 illustrerer at det er behov for å overvåke naturgitte variasjoner i undersøkelsesområdet eller representative nærområder som bakgrunn for resipientundersøkelser. Dette kan gjennomføres ved årlig prøvetaking på faste lokaliteter. Etter 1990 har det vært gjennomført slik overvåking i ytre kystområder på Sørlandet under SFTs Kystovervåkingsprogram, men det vil være svært ønskelig om også indre kystområder kan inkluderes i faste overvåkingsprogrammer.

Summary

Title: Environmental quality status in the coastal waters of Arendal. Soft-bottom fauna in Tromøysund and Galtesund in 1994.

Year: 1998

Author: Eivind Oug

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3407-1

The two sounds Tromøysund and Galtesund are the main water courses leading from the city of Arendal to the open sea. As part of environmental investigations in the waters of Arendal, bottom samples were taken at four stations in Tromøysund (T1, T4, T5, T14), two stations in Galtesund (AD3, AD4), and two stations in the harbour area of Arendal (AD1, AD2) in 1994. The stations in Tromøysund had been established during studies in 1989 and were revisited to evaluate environmental changes following the extermination of discharges of wastewater effluents in the area.

The samples were collected 27 and 30 May 1994 using a 0.1 m² Petersen grab. At each station four faunal samples were collected, sieved at 1 mm screens and preserved in 4-6% formaldehyd solution. Subsamples of surface sediment (0-1 cm) for analysis of sediment characteristics (fine fraction, TOC, TN) were taken at all stations.

In the harbour area of Arendal and the inner parts of Tromøysund and Galtesund the sediment consisted of dark-coloured silt and clay. It contained much wooden fragments (sawdust, etc) and had high TOC values (>50 mg/g). In the eastern part of Tromøysund the sediment consisted of gray silt, while in the outer part of Galtesund the sediment was sandy and had low organic content.

All stations, except for the station in the central basin in Tromøysund (T5), supported a rich fauna with regard to both species numbers and densities (>50 species, 2000-5000 ind/m²). In the outer part of Galtesund (AD4) more than 100 species were recorded. Mostly species which are common in coastal waters were found, but some stations were dominated by species which are often associated with organic enrichment. In the central basin in Tromøysund (T5) there was an impoverished fauna dominated by the opportunistic species *Capitella capitata*. At the revisited stations in Tromøysund species numbers and densities were markedly higher than in 1989, but diversities were largely unchanged.

The composition and structure of the benthic communities indicates that the harbour area of Arendal and the inner parts of Tromøysund and Galtesund were influenced by organic effluents. Mostly, effects were moderate, but in the central basin in Tromøysund conditions were poor. The effects may be due to local effluent discharges, but organic matter, in particular wooden fragments, may also be fed into the waters by the river Nidelva. Compared with 1989, conditions in Tromøysund appeared largely unaltered despite the changes in species numbers and densities. However, the fauna in 1989 was very poor and may have represented a naturally perturbed environment. Possibly, the poor fauna was a consequence of the bloom of the toxic alga *Chrysochromulina polylepis* in 1988, which killed fish and bottom organisms in the coastal waters of southern Norway.

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn for undersøkelsene

Arendal kommune har over de senere år sanert en rekke utslipp av kommunalt avløpsvann til Tromøysund og Arendal havn. Avløpsvannet føres i avskjærende ledning til renseanlegget på Utnes på Hisøy. Siktemålet med tiltakene er å bedre vannkvaliteten i Tromøysund og de bynære sjøområder i Arendal.

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. I de senere år er det gjennomført undersøkelser i de fleste sjøområder i kommunen. Foreliggende rapport inngår som et ledd i disse undersøkelsene.

1.2 Områdebeskrivelse

Tromøysund og Galtesund utgjør innseilingsledene til Arendal by fra henholdsvis nordøst og sør-sørøst (Fig. 1). Tromøysund er ca. 17 km langt og strekker seg fra Arendal by til nordøstpynten av Tromøy. Langs sundet er det flere bassenger med dyp på 30-50 m og mellomliggende terskler på omkring 20 m. Galtesund ligger mellom Tromøy og Hisøy. Galtesund har en terskel på omkring 25 m omtrent midtveis i sundet. Innenfor terskelen er det et dypbasseng på 57 m ved Jomfruholmen og utenfor terskelen er det en dyprene på 50-60 m. I vest har sjøområdet ved Arendal by forbindelse på innsiden av Hisøy over Hølen til utløpet av Nidelva.

Det er tettbebyggelse rundt det meste av havneområdet i Arendal og ved tettstedet Eydehavn omtrent midtveis i Tromøysund. Ellers er det spredt bosetning i hele området. Ved Arendal er det mekanisk industri (skipsverft etc) og ved Eydehavn er det et større smelteverk (Arendal Smelteverk A/S). Hele området brukes i utstrakt grad i rekreasjonsøyemed.

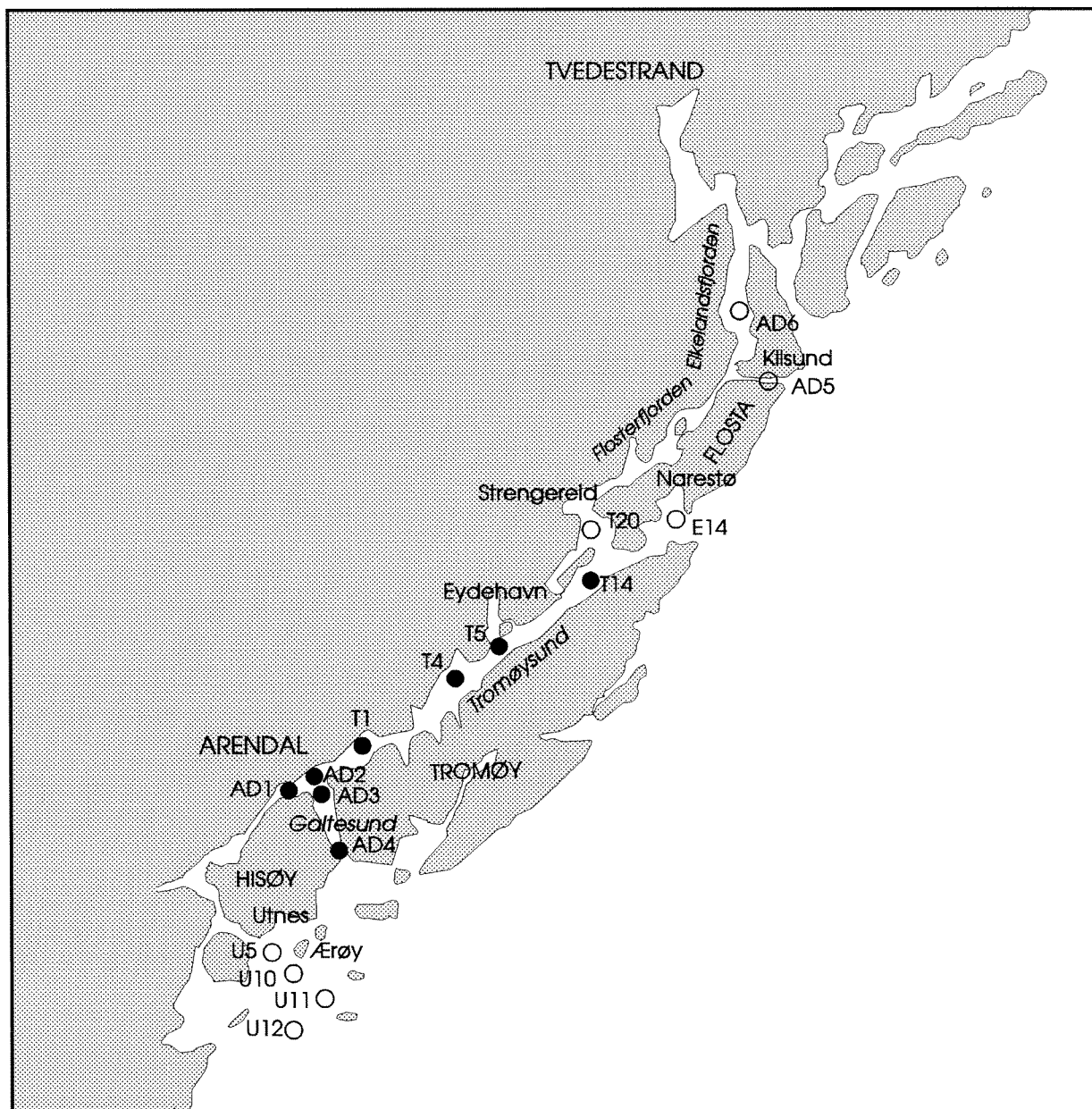
Generelt er det god utskiftning av vannmassene i Tromøysund og Galtesund, men i dypbassengene er det stagnerende forhold og periodevis nedsatte oksygenkonsentrasjoner (Dahl & Danielsen 1986). Overflatestrømmene går i hovedsak fra øst mot vest i Tromøysund og mot sør utover Galtesund. Arendal havn tilføres ferskvann fra Nidelva over Hølen. Normalt passerer elvevannet ut Galtesund, men ved stor vannføring i Nidelva kan det gå en overflatestrøm østover i Tromøysund (Dahl & Danielsen 1986).

1.3 Forurensningstilførsler

Tilsammen utgjør tilførslene av kommunalt avløpsvann til sjøområder i Arendal kommune ca. 41000 pe, tilsvarende 25 tonn fosfor og 189 tonn nitrogen (Jacobsen et al. 1996). Mesteparten overføres til hovedrenseanlegget på Utnes (ca. 36000 pe), mens resten er direkteutslipp. I Tromøysund ble mesteparten av utslippene sanert i 1990, slik at utslippene avtok fra ca. 15000 pe til 3-4000 pe (Næs et

al. 1991, Jacobsen et al. 1996). Samtidig ble også sigevann fra søppelanlegget i Heftingdalen, som tidligere ble ledet ut ved Skibvig i Tromøysund, overført til Utnes.

Det er ikke større forurensende industriutslipp i området. Arendal Smelteverk slipper ut 300-400 tonn finpartikulært silisiumkarbid (SiC) og noe jernoksyd ved Eydehavn. I Arendal havn er det ca. 10



Figur 1. Kart over undersøkelsesområdet. Stasjoner for prøvetaking av bløtbunnsfauna i 1994 er vist. Fylte symboler: stasjoner som er behandlet i denne rapporten. Åpne symboler: stasjoner som er rapportert tidligere (Jacobsen et al. 1996).

mekaniske verksteder, tre skipsverft, tankanlegg og forskjellig mindre industri. Langs Tromøysund er det en rekke fyllplasser og områder med forurenset grunn. Konieczny & Juliussen (1995) gir en oversikt over kilder til miljøgifter i området.

Ved Buøya øst for Eydehavn er grunn og sjøområder forurenset fra tidligere utslipp og dumping av elektrodeavfall fra aluminiumsproduksjon ved det nå nedlagte Det Norske Nitridaksjeselskap (DNN Aluminium). Utslippene har ført til forurensning av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og polyklorerte bifenyler (PCB) i grunn og sedimenter (Næs et al. 1991, Helland 1993).

1.4 Tidligere undersøkelser

1.4.1 Bløtbunnsfauna

I 1983 ble det foretatt en preliminær undersøkelse av bløtbunnsfaunaen på åtte lokaliteter i Tromøysund og Galtesund (Wikander 1986a). Undersøkelsen indikerte at det var en normalt artsrik fauna i det meste av undersøkelsesområdet, men utenfor Kittelsbukta og øst for Tromøybrua var det synlig detritusholdig sediment med lukt av hydrogensulfid.

En større undersøkelse av miljøtilstanden i Tromøysund ble foretatt i 1989-90 (Næs et al. 1991). Undersøkelsen omfattet bunnsedimenter, bløtbunnsfauna, hardbunnsorganismer og miljøgifter i organismer. Undersøkelsen konkluderte med at Tromøysund var påvirket av organiske tilførsler. På strekningen fra Arendal og østover mot Trollenes medførte dette moderate effekter på organismer på grunt og dypt vann. Utslippene av silisiumkarbidstøv fra Arendal smelteverk førte til moderate nedslammingeffekter i nærområdet til smelteverket i Tromøysund. I Tromøysund ble en lokalitet nær Tromøybrua også undersøkt i forbindelse med oppblomstringen av giftalgen *Chrysochromulina polylepis* i 1988 (Pedersen et al. 1989a). Lokaliteten var preget av organiske tilførsler.

Øst i Tromøysund ble en lokalitet ved Hvideberget og en utenfor Narestø undersøkt i 1985 i forbindelse med en vurdering av egnethet for fiskeoppdrett (Wikander 1986b). Begge lokalitetene viste gode forhold. Lokaliteten ved Narestø ble prøvetatt på nytt i 1994 samtidig med lokaliteter ved Strengereid, Kilsund og Eikelandsfjorden (Jacobsen et al. 1996).

Resipienten til renseanlegget på Utnes har vært overvåket siden tidlig på 1980-tallet. I perioden 1981-1989 ble bløtbunnsfauna innsamlet omtrent annethvert år (Wikander 1989, Moy & Wikander 1990). En ny undersøkelse ble foretatt i 1994 (Jacobsen et al. 1996). Undersøkelsene viste at resipienten (Utnesbassenget) var i en negativ utvikling fram til 1989 da utslippet ble flyttet, men etter det har tilstanden blitt vesentlig forbedret.

1.4.2 Andre undersøkelser

I Tromøysund, Galtesund og sjøområdet ved Arendal havn er det utført undersøkelser av hydrografi og hydrokjemii (Dahl & Danielsen 1986, Jacobsen et al. 1996), hardbunnsorganismer i strandsonen (Næs et al. 1991, Jacobsen et al. 1996), miljøgifter i sedimenter (Næs et al. 1991, Konieczny & Juliussen 1995, Helland 1993) og opptak av miljøgifter i organismer (Næs et al. 1991, Helland et al. 1995).

Undersøkelsene av miljøgifter har vist at det er betydelige overkonsentrasjoner av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og polyklorerte bifenyler (PCB) i sedimenter og tildels i organismer i

området ved Buøya etter virksomheten til DNN Aluminium (Næs et al. 1991, Helland 1993, Helland et al. 1995). I Arendal havn er det påvist overkonsentrasjoner av tungmetaller, PCB, PAH og tributyl-tinn (TBT) (Konieczny & Juliussen 1995).

Sammenfattende oversikter over tidligere undersøkelser er gitt av Jacobsen et al. (1994, 1996).

1.5 Mål for undersøkelsene

Undersøkelsene skal:

- beskrive organismesamfunn på bløtbunn i de nære sjøområdene til Arendal by, Tromøysund og Galtesund og karakterisere miljøtilstanden på grunnlag av disse
- gi en fornyet og oppdatert karakteristikk av miljøtilstanden i Tromøysund
- vurdere i hvilken grad de gjennomførte tiltakene på avløpssektoren har ført til forbedringer i miljøtilstanden
- inngå i den generelle overvåkingen av vannkvalitet i Arendal kommune

1.6 Generelt om bløtbunnsundersøkelser

Prøvetaking på bløtbunn benyttes i dag rutinemessig i marine miljøundersøkelser 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. Også miljøgifter, som i stor grad knytter seg til finpartikulært materiale, avsettes på bløtbunn. 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.

Bunnfaunan 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 og individtetthetene kan variere meget. Organismesamfunnenes sammensetning og struktur kan derfor brukes for å karakterisere miljøtilstand og gradere effekter av påvirkninger. Bunnfaunaen er stabil over tid, og en prøvetaking er normalt representativ for tilstanden over flere år, så sant de ytre forholdene ikke endrer seg.

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.

2. MATERIALE OG METODER

2.1 Stasjoner

Ved undersøkelsen av Tromøysund i 1989-90 ble det i alt samlet bløtbunnsfauna på 15 lokaliteter fra Songekilen til Buøya ved Eydehavn (Næs et al. 1991). Fire stasjoner, beliggende henholdsvis i Songebukta (st. T1), ved Bråten (T4), ved Frisøy utenfor Eydehavn (T5) og ved Buøya (T14) ble fastlagt som hovedstasjoner. Stasjonene var plassert nær størstedypene i dypområder langsseter sundet. I denne undersøkelsen er de fire hovedstasjonene innsamlet på nytt. Stasjonsbenevnelsene fra den tidligere undersøkelsen er beholdt (Fig. 1).

I nærområdet til Arendal by ble det tatt en stasjon i ytre Kittelsbukt (AD1) og en stasjon utenfor Pollen (AD2) (Fig. 1). Stasjonene ble plassert med sikte på å gi en vurdering av tilstanden i Arendals havneområde. Begge lokalitetene ble undersøkt ved de orienterende undersøkelsene i 1983 (Wikander 1986a).

I Galtesund ble det tatt en stasjon ved Jomfruholmen (AD3) og en stasjon ved Sandviga (AD4). Stasjonen ved Jomfruholmen ble lagt til det dypeste punktet av indre Galtesund som også er det største dypet i nærområdet til Arendal by. St. AD4 ble lagt utenfor terskelen og tilsvarer en stasjon som ble tatt ved de orienterende undersøkelsene i 1983 (Wikander 1986a).

2.2 Prøvetaking

Feltarbeidet ble foretatt 27. og 30 mai 1994. Ved prøvetakingen ble HFFs fartøy 'G.M. Dannevig' benyttet. Det ble samtidig tatt bløtbunnsprøver ved Utnes, Flosta og Tverdalsøy. Disse prøvene er rapportert av Jacobsen et al. (1996). Under prøvetakingen var det pent vær og rolig sjø. Prøvetakingen forløp uten spesielle problemer.

Alle prøvene ble tatt med 0.1 m² Petersen grabb. På hver stasjon ble det tatt fire parallelle grabbhugg. Under prøvetakinge ble det gjort en visuell beskrivelse av bunnsedimentet og det ble kontrollert for innhold av hydrogensulfid (H₂S) i sedimentet.

Fra ett grabbhugg på hver stasjon ble det tatt en liten delprøve av overflatesediment (0-1 cm) for analyse av kornstørrelse og organiske komponenter.

2.3 Analyser

Sedimentets kornstørrelse ble analysert for innhold av finmateriale (partikler < 0.063 mm) ved våtsikting. Organisk materiale ble bestemt som totalt organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN). TOC og TN ble analysert i en elementanalysator etter at uorganiske karbonater var fjernet med saltsyre.

Faunaprøvene ble i felt siktet på 5 mm og 1 mm sikter og restmaterialet konserverert i 4-6 % nøytralisert formaldehydløsning. De parallelle grabbprøvene ble slått sammen til en samleprøve fra hver stasjon.

Ved opparbeidingen i laboratoriet ble dyrene plukket ut fra sikteresten under 4-6 x forstørrelse, identifisert og telt.

2.4 Tallbehandling

Bunnfaunaen på hver av stasjonene er karakterisert ved totalt antall arter, individtall for artene, artsmangfold (= diversitet) og artssammensetning. Artsmangfoldet er uttrykt ved Shannon-Wiener indeksen (H') og Hurlberts indeks $E(S_{100})$. I tillegg er det gitt en artsindeks (AI) som uttrykker bunnfaunaens ømfintlighet overfor forurensninger. Indeksene er veiledende for karakterisering av miljøtilstanden sammen med kunnskap om de enkelte artenes biologi.

Shannon-Wiener indeksen (H') har et verdiområde som varierer fra null til ca. 5. Tallverdien øker ved økende antall arter og når individene er jevnt fordelt mellom artene. Lave verdier markerer dårlige forhold, mens verdiområdet 3-5 indikerer normale forhold. I SFTs veiledning for klassifisering av miljøkvalitet er 'god' til 'meget god' tilstand representert ved verdier >3 (Molvær et al. 1997).

Hurlberts indeks $E(S_{100})$ uttrykker forventet antall arter i prøver med et individtall standardisert til 100 individer. I SFTs veiledning er 'god' til 'meget god' tilstand representert ved indeksverdi (antall arter) >18 (Molvær et al. 1997).

Artsindeksen (AI) beregnes på basis av forekomsten av forurensningstolerante og ømfintlige arter i prøvene (Rygg 1995). Lave verdier ($< ca. 5$) viser dominans av forurensningstolerante arter, mens høyere verdier (>6) viser innslag av forurensningsømfintlige arter.

Det er også gjort en sammenligning av faunaen på stasjonene med fauna på andre lokaliteter i Arendal og Grimstad-området i en 'korrespondanseanalyse'. Denne analysen illustrerer likheter og forskjeller mellom faunaen i forskjellige områder og viser hvordan Tromøysund og Galtesund forholder seg i en større sammenheng.

3. RESULTATER

3.1 Prøvetaking

I Tabell 1 er det gitt en oversikt over prøvetaking og visuelle observasjoner på stasjonene. Mer detaljerte opplysninger om stasjonenes beliggenhet og prøvetakingen er gitt i Vedlegg 1.

Tabell 1. Prøvetaking av bunnfauna i Arendal 1994. Lokalteter, dyp, antall prøver og visuelle observasjoner av bunnforhold. Ved opparbeidingen er prøvene slått sammen til en samleprøve. Hydrogensulfid (H_2S): svak lukt (+); ingen lukt (-).

Stasjon	Lokalitet	Dyp m	Antall prøver	H_2S	Visuelle observasjoner
AD1	Kittelsbukt	21	4	-	Mørk grå silt med lys brunt topplag. Mye treflis og sagspon, noe større trebiter. Endel slagg og kullbiter. Litt småstein, grus og grov sand. Skallrester av småmuslinger. Sikterest ca. 3 liter.
AD2	Pollen	32	4	-	Mørk grå siltig leire med gråbrunt 3-4 mm topplag. Mye treflis og litt slagg. Mye slangestjerner. Skallrester av småmuslinger (vesentlig <i>Corbula</i>), snegl og rur. Rør av børstemark (<i>Pectinaria</i>). Sikterest ca. 1 liter.
AD3	Jomfruholmen	57	4	+	Mørk grå silt-leire med brunt topplag. Mye tremateriale, både større trebiter og mindre flis og fiberrester. Mye døde muslinger.
AD4	Sandviga	60	4	-	Grå leire med silt og noe fin sand. Brunt topplag, 4-5 mm. Noen svarte barkrester og litt slagg.
T1	Songekilen	27	4	-	Sandig leire med brunt topplag, ca. 2 mm tykt. Endel flis og mindre steiner. Noe dårlig lukt, men ikke H_2S .
T4	Bråten	47	4	+	Mørk grå silt-leire med et tynt (1-2 mm) lys brunt topplag. Noe svart sediment til ca 10 cm under overflaten. Mye store døde skjell av <i>Thyasira sarsi</i> , rør av <i>Spiochaetopterus</i> .
T5	Frisøy	40	4	-	Grå silt-leire med lys brunt topplag. Klebrig sediment.
T14	Buøy	43	4	-	Grå silt med noe lysere 2-3 cm tykt topplag.

3.2 Bunnsedimenter

I Arendal havn (st. AD1, AD2) var det mørkt bunnsediment med slagg og kullbiter og et betydelig innslag av flis og barkrester (Tabell 1). Også ved Jomfruholmen i indre Galtesund (AD3) og i Songekilen (T1) var det mye tremateriale i bunnsedimentet. Sedimentet luktet svakt av hydrogensulfid ved Jomfruholmen og ved Bråten (T4) i Tromøysund. I Songekilen (T1) var det dårlig lukt av sedimentet, men ikke hydrogensulfid.

Det var finkornet sediment på alle stasjonene med unntak for AD4 i ytre Galtesund hvor det var mer sandholdig bunn. Analysene av organisk karbon (TOC) viste høye konsentrasjoner på alle stasjonene med unntak for i ytre Galtesund og de østlige delene av Tromøysund (Tabell 2). Etter SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet faller verdiene for disse stasjonene i klasse V 'meget dårlig'. Ved dette systemet omregnes (normeres) TOC-verdiene til teoretisk 100 % finstoff i sedimentet (Molvær et al. 1997). I ytre Galtesund (AD4) var det lavt organisk innhold. Generelt var det også forholdsvis høye konsentrasjoner av nitrogen i bunnsedimentet på stasjonene.

Forholdstallet mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet) var forholdsvis høyt på alle stasjoner. C/N-forholdet kan indikere noe om materialets art. I sedimenter hvor det organiske materialet hovedsakelig stammer fra naturlig produksjon i sjøen (f.eks. plankton) vil forholdstallet være 6-8, mens det i sedimenter som tilføres betydelige mengder materiale fra land overstiger 10. Dette gjenspeiler at

Tabell 2. Data for bunnsedimenter i Arendal 1994. Resultater for finpartikulært materiale (% <0.063 mm), totalt organisk karbon (TOC), totalt nitrogen (TN) og forholdstallet mellom karbon og nitrogen (C/N-forhold) er vist. Normert TOC viser TOC-verdier standardisert til 100% finpartikulært materiale. Tilstandsklasser i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet er også vist: I 'meget god', II 'god', III 'mindre god', IV 'dårlig', V 'meget dårlig' (Molvær et al. 1997).

Stasjon	Finfraksjon < 0.063 mm	TOC mg/g	TN mg/g	C/N- forhold	Normert TOC	Klasse	
AD1	Kittelsbukta	93.7	76.3	3.8	20.1	77.4	V
AD2	Pollen	83.3	61.0	3.5	17.4	64.0	V
AD3	Jomfruholmen	89.4	56.7	5.2	10.9	58.6	V
AD4	Sandviga	25.4	11.3	< 1.0	-	24.7	II
T1	Songekilen	91.3	51.8	5.3	9.8	53.4	V
T4	Bråten	96.8	63.7	6.9	9.2	64.3	V
T5	Frisøy	84.1	45.1	4.5	10.0	48.0	V
T14	Buøy	98.2	37.2	4.4	8.5	37.5	IV

plantemateriale fra land er relativt nitrogenfattig. Resultatene viser tydelig at havneområdet i Arendal var betydelig påvirket av tilførsler fra land og må sees i sammenheng med innholdet av flis og tremateriale i bunnsedimentene. Også i indre Galtesund og i Tromøysund østover til Frisøy var sedimentet påvirket av materiale tilført fra land. I ytre Galtesund (AD4) var det for lavt organisk innhold til å kvantifisere nitrogeninnholdet.

I 1989 ble det foretatt sedimentanalyser i Songekilen (T1), ved Bråten (T4), ved Frisøy (T5) og utenfor Narestø (Næs et al. 1991). I Songekilen ble det funnet høyere TOC og høyere C/N-forhold, mens det ved Bråten var lavere TOC og tilsvarende C/N-forhold (normerte verdier). Øst i Tromøysund var det omtrent like verdier for TOC og C/N. Det er lite grunnlag for å tolke resultatene videre på grunn av få observasjoner, men det synes ikke å fremkomme noen klare forskjeller mellom undersøkelsene.

3.3 Bunnfauna

De fleste stasjonene hadde en artsrik fauna med normalt til høyt artsmangfold (Tabell 3). Individtallene var høye, spesielt ved Pollen (AD2), i Songekilen (T1) og ved Jomfruholmen i Galtesund (AD3). I kystområder på Sørlandet vil normale artstall og individtettheter være omtrent 40-70 arter og 500-3000 ind/m² (Moy et al. 1996). Stasjon T4 ved Bråten i Tromøysund skilte seg ut med lave arts- og individtall og nedsatt artsmangfold. Etter SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet karakteriseres

Tabell 3. Sammenfattende data for faunaen på stasjonene i Tromøysund og Galtesund 1994. Indekser for artsmangfold: H' = Shannon-Wiener indeks (\log_2), $E(S_{100})$ = Hurlberts indeks (artstall pr. 100 individer). AI = artsindeks for følsomhet for forurensning. Tilstandsklasser i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet er også vist: I 'meget god', II 'god', III 'mindre god', IV 'dårlig', V 'meget dårlig' (Molvær et al. 1997).

Stasjon		Areal	Artstall	Ind.	Ind/m ²	H'	E(S ₁₀₀)	AI	Klasse
AD1	Kittelsbukt	0.4	64	769	1923	4.22	26.9	6.4	I
AD2	Pollen	0.4	65	2169	5423	2.76	19.5	6.2	II/III
AD3	Jomfruhlm.	0.4	53	1421	3553	3.21	18.3	5.7	II
AD4	Sandviga	0.4	104	817	2043	5.31	40.4	6.5	I
T1	Songekilen	0.4	58	1566	3915	3.24	19.5	5.9	II
T4	Bråten	0.4	13	130	325	1.78	11.5	4.9	III/IV
T5	Frisøy	0.4	67	1231	3078	3.59	22.4	6.4	II
T14	Buøy	0.4	63	1038	2595	4.32	27.4	6.9	I

Tabell 4. Individtettheter (ind/m²) for de vanligste artene på stasjonene i Tromøysund og Galtesund i 1994. Alle arter med individtall > 40 ind/m² på en eller flere stasjoner er tatt med.

	AD1 Kittelsb.	AD2 Pollen	AD3 Jomfruh.	AD4 Sandv.	T1 Songek.	T4 Bråten	T5 Frisøy	T14 Buøy
NEMERTINEA (båndmark)	28	53	25	75	75	-	170	95
POLYCHAETA (børstemark)								
<i>Pholoe</i> sp	55	93	20	28	13	3	18	138
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	3	10	45	23	33	5	3	8
<i>Sphaerodorium gracilis</i>	30	58	-	3	8	-	-	-
<i>Glycera alba</i>	3	8	55	15	30	-	5	5
<i>Goniada maculata</i>	25	13	5	53	3	-	-	10
<i>Polydora caulleryi</i>	-	-	-	-	40	18	-	-
<i>Polydora cf flava</i>	55	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prionospio fallax</i>	130	215	3	248	35	-	343	58
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	-	-	20	15	53	-	5	3
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	3	-	-	60	-	-	5	-
<i>Chaetozone setosa</i>	50	100	68	48	1045	-	190	63
<i>Cossura longocirrata</i>	-	-	83	10	15	-	-	-
<i>Brada villosa</i>	10	75	-	-	-	-	-	-
<i>Diplocirrus glaucus</i>	5	15	10	215	8	3	25	133
<i>Polyphysia crassa</i>	5	125	55	3	110	-	-	65
<i>Scalibregma inflatum</i>	5	20	663	25	28	8	1240	545
<i>Capitella capitata</i>	-	-	15	-	-	228	-	-
<i>Heteromastus filiformis</i>	38	25	-	-	-	-	-	45
<i>Heteromastus sp/Mediomastus</i> sp	-	-	958	88	-	-	-	-
<i>Mediomastus fragilis</i>	20	18	-	-	403	-	223	-
<i>Myriochele oculata</i>	18	15	95	65	38	-	110	3
<i>Pectinaria auricoma</i>	-	-	-	53	-	-	-	3
<i>Pectinaria koreni</i>	-	-	-	3	63	-	-	3
<i>Polycirrus</i> sp	-	-	3	175	3	-	135	25
<i>Terebellides stroemi</i>	5	5	-	5	-	-	-	55
GASTROPODA (snegl)								
<i>Onoba vitrea</i>	48	65	-	-	10	-	30	163
BIVALVIA (muslinger)								
<i>Nucula</i> sp	16	20	-	-	58	-	-	-
<i>Nuculoma tenuis</i>	-	50	53	18	35	-	3	33
<i>Thyasira flexuosa</i>	385	180	988	128	1350	28	45	38
<i>Mysella bidentata</i>	243	3250	3	-	128	3	13	163
<i>Parvicardium minimum</i>	3	3	-	-	-	-	40	3
<i>Abra nitida</i>	-	30	23	38	5	-	3	50
<i>Corbula gibba</i>	25	40	108	35	115	18	90	33
CRUSTACEA (krepsdyr)								
<i>Diastylis lucifera</i>	-	18	60	3	-	3	3	-
ECHINODERMATA (pigghuder)								
<i>Amphiura chiajei</i>	5	43	3	10	20	-	23	108
<i>Amphiura filiformis</i>	275	535	5	3	23	-	20	433
<i>Labidoplax buski</i>	193	88	-	-	-	-	8	10

denne stasjonen som 'mindre god' til 'dårlig' på grunnlag av faunaen. Det var også noe nedsatt artsmangfold utenfor Pollen (AD2) som følge av de høye individtetthetene på denne stasjonen.

Det var normal artsammensetning på de fleste stasjonene (Tabell 4), men stasjon T4 skilte seg klart ut og var dominert av børstemarken *Capitella capitata*. Dette er en art som over hele verden opptrer i områder som er utsatt for organisk overbelastning eller andre miljøforstyrrelser. Flere stasjoner var dominert av arter som ofte finnes i organisk anrikede sedimenter, f.eks. *Chaetozone setosa*, *Heteromastus*, *Mediomastus* og *Thyasira flexuosa*. Denne dominansen var tydelig på stasjonene AD3 ved Jomfruholmen og T1 i Songekilen og kommer til uttrykk ved noe nedsatte verdier for artsindeksen AI (Tabell 3).

Fullstendige artslistene for bunnfauna er gitt i Vedlegg 2.

3.3.1 Sammenligning med tidligere undersøkelser

Ved undersøkelsene i Tromøysund i 1989/90 ble det generelt registrert moderate artstall og lave individtettheter av bunnfauna (Næs et al. 1991). Sammenlignes resultatene mellom undersøkelsene, har det i 1994 vært en markert økning i artstallene og en betydelig økning i individtetthetene (Tabell 5). Artsmangfoldet var imidlertid så godt som uendret, dog var det noe lavere ved Frisøy (T5), men ikke så meget at dette må tolkes som en vesentlig endring i tilstanden. I Songekilen (T1) var det i hovedtrekkene de samme artene som dominerte i begge undersøkelsene, mens det på de andre stasjonene var noe mer markerte forandringer i de mest fremtredende artene (Tabell 6).

Generelt sett var forandringene betydelig større enn det som kan betraktes som normale variasjoner i bunnfauna i tid. Trolig har de lave individtetthetene i 1989/90 representert en unormal situasjon. Dette året ble det observert lave individtettheter også andre steder på Sørlandet. Dette kan ha vært en ettervirkning av oppblomstringen av giftalgen *Chrysochromulina polylepis* sommeren 1988, og mye tyder på at 1989 var et unormalt år på Sørlandet (se nedenfor).

Ved den orienterende undersøkelsen i 1983 ble det observert en forholdsvis artsrik fauna med normalt eller moderat artsmangfold på stasjonene i Tromøysund og Galtesund (Wikander 1986a). Materialet er imidlertid for lite til å foreta detaljerte sammenligninger med denne undersøkelsen da det bare ble

Tabell 5. Sammenlignende data for bunnfauna i Tromøysund i 1994 og 1989/90: Antall arter, individtall, individtetthet og artsmangfold (diversitet) på stasjonene (T1, T4, T5, T14).

	T1 Songek.		T4 Bråten		T5 Frisøy		T14 Buøy	
	1994	1989	1994	1990	1994	1989	1994	1989
Antall arter	58	28	13	6	67	35	63	43
Antall individer	1566	216	130	37	1231	170	1038	263
Individtetthet (ind/m ²)	3915	540	325	93	3078	425	2595	658
H'	3.24	3.34	1.78	1.51	3.59	4.19	4.32	3.46
ES ₍₁₀₀₎	19.53	20.06	11.54	-	22.42	27.78	27.37	25.69

Tabell 6. De ti viktigste artene på stasjonene i Tromøysund (T1, T4, T5, T14) i 1994 og 1989/90. Artene er rangert etter individantall i prøvene (pr. 0.4 m²).

Stasjon T1: Songekilen	1994		1989	
	Antall	Rang	Antall	Rang
<i>Thyasira flexuosa</i>	540	(1)	71	(1)
<i>Chaetozone setosa</i>	418	(2)	-	
<i>Mediomastus fragilis</i>	161	(3)	48	(2)
<i>Mysella bidentata</i>	51	(4)	12	(4)
<i>Corbula gibba</i>	46	(5)	6	(7)
<i>Polyphysia crassa</i>	44	(6)	2	
<i>Nemertinea indet</i>	30	(7)	4	(10)
<i>Pectinaria koreni</i>	25	(8)	-	
<i>Nucula sp</i>	23	(9)	-	
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	21	(10)	-	
<i>Amphiura filiformis</i>	9		15	(3)
<i>Thyasira sarsi</i>	-		12	(4)
<i>Echinocardium cordatum</i>	-		10	(6)
<i>Philine aperta</i>	-		6	(7)
<i>Amphiura chiajei</i>	8		5	(9)

Stasjon T4, Bråten	1994		1990	
	Antall	Rang	Antall	Rang
<i>Capitella capitata</i>	91	(1)	-	
<i>Thyasira flexuosa</i>	11	(2)	1	(5)
<i>Corbula gibba</i>	7	(3)	3	(3)
<i>Polydora caulleryi</i>	7	(3)	4	(2)
<i>Scalibregma inflatum</i>	3	(5)	-	
<i>Maldane sarsi</i>	3	(5)	26	(1)
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	2	(7)	-	
<i>Mysella bidentata</i>	1	(8)	-	
<i>Pholoe minuta</i>	1	(8)	-	
<i>Diplocirrus glaucus</i>	1	(8)	-	
<i>Asterias rubens</i>	-		2	(4)
<i>Pectinaria koreni</i>	-		1	(5)

Tabell 6, fortst.

Stasjon T5, Frisøy	1994		1989	
	Antall	Rang	Antall	Rang
<i>Scalibregma inflatum</i>	496	(1)	4	
<i>Prionospio fallax</i>	137	(2)	5	(9)
<i>Mediomastus fragilis</i>	89	(3)	-	
<i>Chaetozone setosa</i>	76	(4)	1	
<i>Nemertinea indet</i>	68	(5)	10	(4)
<i>Polycirrus sp</i>	54	(6)	-	
<i>Myriochele oculata</i>	44	(7)	-	
<i>Corbula gibba</i>	36	(8)	5	(9)
<i>Thyasira flexuosa</i>	18	(9)	1	
<i>Parvicardium minimum</i>	16	(10)	-	
<i>Amphiura chiajei</i>	9		40	(1)
<i>Mysella bidentata</i>	5		15	(2)
<i>Amphiura filiformis</i>	8		14	(3)
<i>Maldane sarsi</i>	3		10	(4)
<i>Brada villosa</i>	-		10	(4)
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	1		9	(7)
<i>Glycera alba</i>	2		8	(8)

Stasjon T14, Buøy	1994		1989	
	Antall	Rang	Antall	Rang
<i>Scalibregma inflatum</i>	218	(1)	1	
<i>Amphiura filiformis</i>	173	(2)	87	(1)
<i>Mysella bidentata</i>	65	(3)	1	
<i>Onoba vitrea</i>	65	(4)	1	
<i>Pholoe minuta</i>	55	(5)	8	(4)
<i>Diplocirrus glaucus</i>	53	(6)	3	
<i>Amphiura chiajei</i>	43	(7)	75	(2)
<i>Nemertinea indet</i>	38	(8)	3	
<i>Polyphysia crassa</i>	26	(9)	3	
<i>Chaetozone setosa</i>	25	(10)	1	
<i>Goniada maculata</i>	4		10	(3)
<i>Brada villosa</i>	-		8	(4)
<i>Prionospio fallax</i>	23		6	(6)
<i>Myrtea spinifera</i>	3		5	(7)
<i>Rhodine loveni</i>	8		4	(8)
<i>Glycera alba</i>	2		4	(8)
<i>Lumbrineris scopia</i>	13		4	(8)

innsamlet en prøve (0.1 m²) på hver stasjon. I hovedtrekkene ble imidlertid de samme artene registrert i begge undersøkelser. I 1983 var det få klare dominanter på stasjonene, med unntak for Arendal havn hvor slangestjernen *Amphiura filiformis* og muslingen *Mysella bidentata* var forholdsvis tallrike. Disse artene var dominerende på de tilsvarende stasjonene (AD1, AD2) i 1996 (Tabell 4).

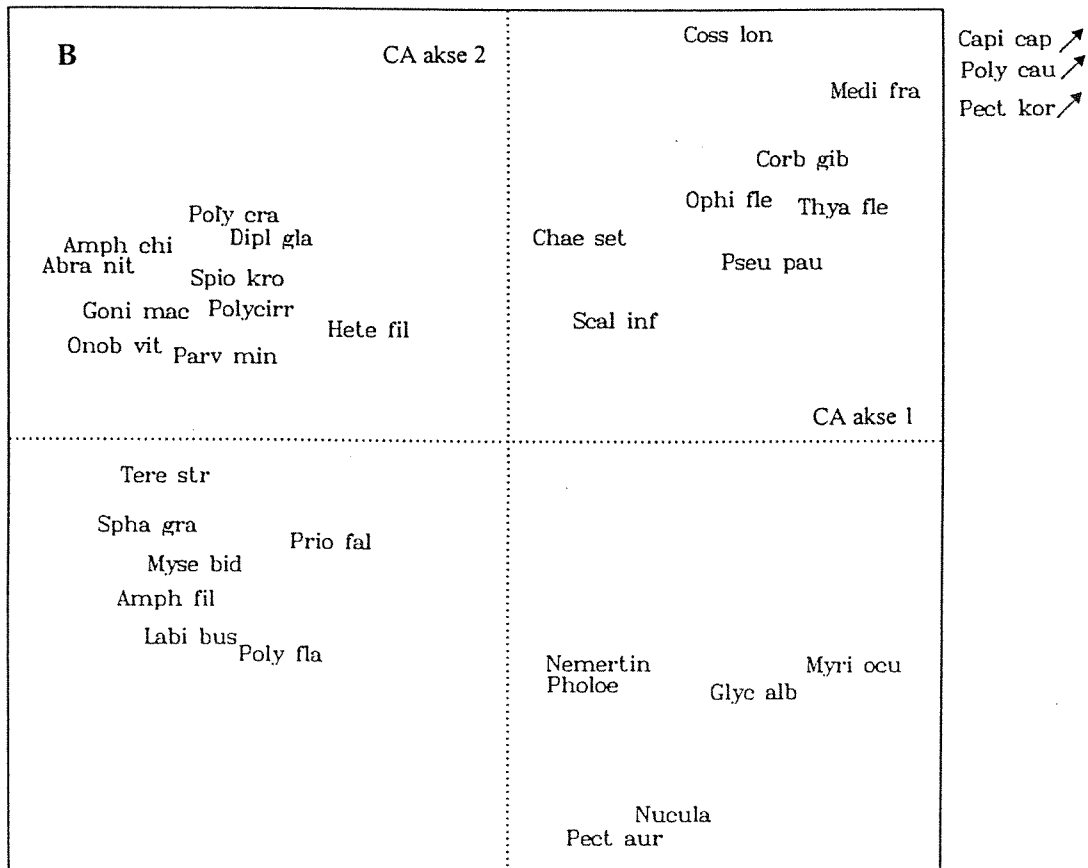
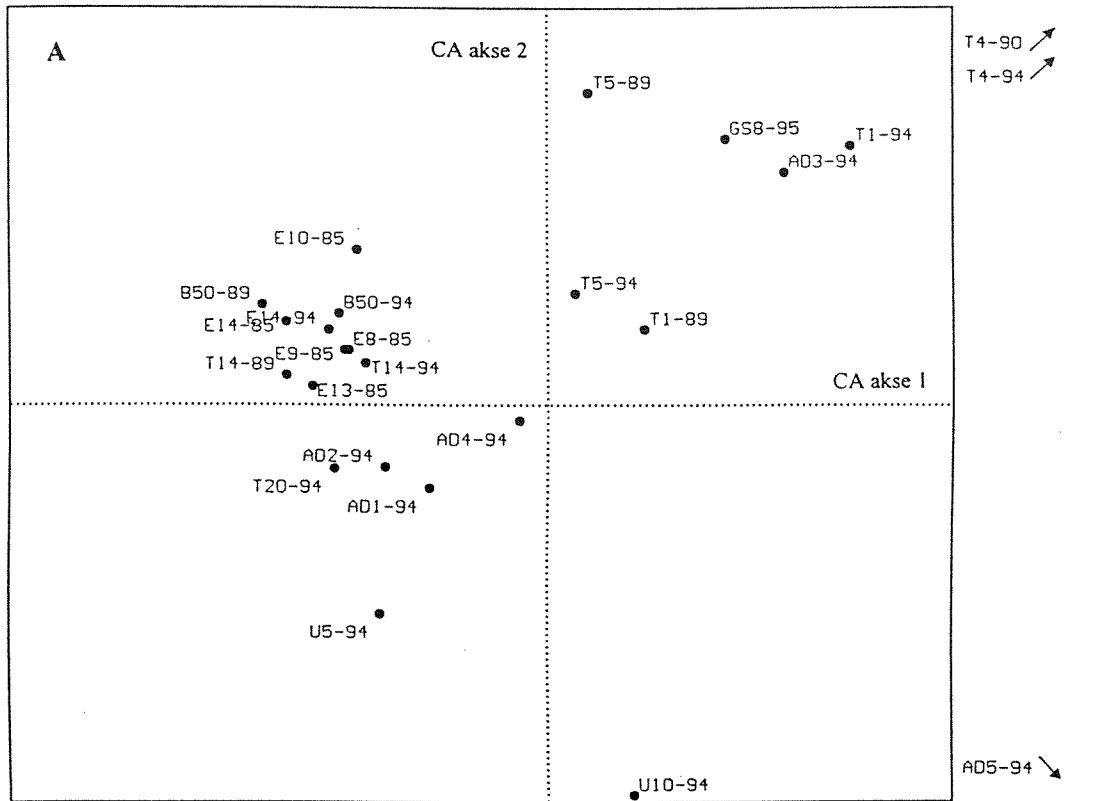
3.3.2 Sammenligning med andre kystområder

For å få et bredere grunnlag for å karakterisere faunaen i Tromøysund og Galtesund, ble resultatene sammenlignet med bunnfaunadata fra andre områder i Arendal kommune og i Grimstad og Lillesand. Data som ble valgt ut er innsamlet i Kilsund, Narestø og Utnes i Arendal, Gråholmen og Homborsund i Grimstad og Bergsøy i Lillesand i perioden 1985-95. Også stasjoner fra østlige Tromøysund og resultatene fra undersøkelsene i 1989/90 er tatt med. Sammenligningen ble foretatt ved en 'korrespondanseanalyse' hvor prøver (stasjoner) og arter sammenlignes på basis av henholdsvis artssammensetning og fordeling over stasjoner. Resultatene fremstilles i koordinatplott hvor stasjoner og arter representeres ved punkter som plasseres etter grad av innbyrdes likhet. Tett beliggenhet viser høy likhet (henholdsvis stasjoner med lik artssammensetning, arter med lik utbredelse), mens fjern beliggenhet viser ulikhet.

I plottet fra analysen faller stasjonene grovt sett i hovedgrupper etter hvilken kvadrant mellom aksene de ligger i (Fig. 2A). Stasjonene i Arendal havn (AD1, AD2) faller i nedre venstre kvadrant. Disse har størst likhet med Utnes-bassenget (U5) og en stasjon ved Strengereid (T20) som ble innsamlet samtidig. Begge disse er karakterisert som noe påvirket av organiske tilførsler (Jacobsen et al. 1996). Stasjonene ved Jomfruholmen (AD3) og indre Tromøysund (T1, T4, T5) danner en åpen gruppe i øvre høyre kvadrant. Disse kommer sammen med Homborsund (GS8) som er stimulert av organiske tilførsler. Stasjon T14 i østlige Tromøysund faller i en nokså tett gruppe av kyststasjoner som omfatter Gråholmen (B50), Homborøy (E10) og Bergsøy (E8, E9). Også de nærliggende stasjonene fra Hvideberget (E13) og Narestø (E14) faller i samme gruppe. Dette er alle stasjoner som har vært karakterisert som upåvirket (Wikander 1986b, Jacobsen et al. 1996, Moy et al. 1996). Stasjonen i ytre Galtesund (AD4) faller nokså midt mellom disse hovedgruppene.

Analysen viser også at stasjonene i Tromøysund i store trekk hadde samme karakter i 1989/90 som i 1994. Dette innebærer at det ikke var så store forandringer i artssammensetning på stasjonene på tross av de markerte forandringene i artsrikhet og individtetthet. Resultatene av analysen må tolkes som at det

Figur 2. Korrespondanseanalyse av bunnfaunaprøver fra Arendal 1994 sammenlignet med tidligere prøver fra Arendalsområdet og prøver fra Grimstad og Lillesand. A. Plott av stasjoner. B. Plott av arter, fullstendige artsnavn er gitt i Tabell 4. Akse 1 representerer 17% (eigenverdi 0.30) og akse 2 15% (eigenverdi 0.27) av datamaterialets totale variasjon. Følgende stasjoner er inkludert: Arendal havn - AD1, AD2 (1994); Tromøysund - T1, T4, T5, T14 (1989/90, 1994); Galtesund - AD3, AD4 (1994), Kilsund - AD5 (1994); Narestø - E14 (1985, 1994); Strengereid - T20 (1994); Hvideberget - E13 (1985); Utnes - U5, U10 (1994); Gråholmen ved Grimstad - B50 (1989, 1994); Homborsund - GS8 (1995), Homborøy - E10 (1985); Bergsøy ved Lillesand - E8, E9 (1985). Data er rapportert av Wikander (1986b), Pedersen et al. (1989b), Næs et al. (1991), Jacobsen et al. (1996, 1997).



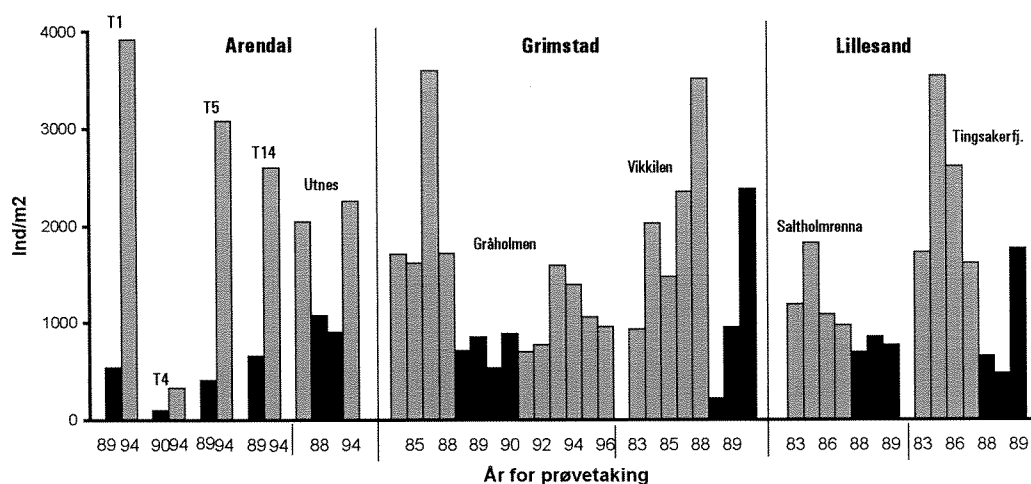
var en viss grad av organisk påvirkning i hele undersøkelsesområdet, med unntak for helt øst i Tromøysund (T14) hvor faunaen ikke skilte seg fra normal fauna i ytre kystområder på Sørlandet.

Fig. 2B viser plott for artene i korrespondanseanalysen. Dette viser for eksempel at stasjonene i Arendal havn, Utnesbassenget og Strengereid var karakterisert av slangestjernen *Amphiura filiformis*, sjøpølsen *Labidoplax buski* og børstemarken *Polydora cf. flava*. Ved Jomfruholmen og i Tromøysund var f.eks. børstemarkene *Mediomastus fragilis* og *Pectinaria koreni* og muslingene *Corbula gibba* og *Thyasira flexuosa* karakteristiske. Dette er alle arter som ofte stimuleres av organiske tilførsler. Arter som karakteriserer kyststasjonene og østlige Tromøysund var f.eks. slangestjernen *Amphiura chiajei* og muslingen *Abra nitida*.

Individtettheter før og etter algeoppblomstringen sommeren 1988

I Figur 3 er det vist forandringer i individtettheter på stasjoner i Arendal, Grimstad og Lillesand i perioden 1983-96. Sammen med resultatene fra Tromøysund er det vist data fra Utnes, Gråholmen, Vikkilen, Saltholmrenna og Tingsakerfjorden. Prøver som ble tatt etter oppblomstringen av *Chrysochromulina polylepis* fram til og med høsten 1990 er uthevet. Figuren viser at det generelt ble observert nedsatte individtettheter på stasjonene i 1989 og 1990. I Vikkilen og Tingsakerfjorden var det markert lave individtettheter høsten 1988 og første halvdel av 1989, men individtallene kom raskt opp igjen senere i 1989.

Tilsvarende forandringer, med lave individtettheter av bløtbunnsfauna i 1989, er påvist ved Mandal (Oug 1998), Flekkefjord (Pedersen et al. 1989b) og Sokndal i Rogaland (Olsgard 1993).



Figur 3. Forandringer i individtettheter på stasjoner i Arendal, Grimstad og Lillesand i perioden 1983-96. Arendal: Tromøysund - T1, T4, T5, T14 (1989/90, 1994); Utnes - U10 (1987-89, 1994); Grimstad: Gråholmen - B50 (1983-1996); Vikkilen - GS1 (1983-89); Lillesand: Saltholmrenna - LIL6 (1983-89); Tingsakerfjorden - LIL2 (1983-89). Prøver tatt i perioden august 1988 - september 1990 er markert med sort. Data er rapportert av Pedersen et al. (1989b), Næs et al. (1991), Jacobsen et al. (1996) og Moy et al. (1997).

4. VURDERING AV RESULTATENE

Bunnsedimentene i Arendal havn, indre Galtesund og indre Tromøysund hadde et betydelig innhold av flis og tremateriale. Dette slår ut i form av høyt karboninnhold og medfører at sedimentene får en dårlig karakteristikk etter SFTs miljøklassifisering. Trolig er det meste av dette materialet ført ut med Nidelva. I bunnsedimentene var det også slagg og kullrester. Dette stammer fra dampskipsfarten i tidligere tider og er vanlig å finne i havneområder.

Det høye flisinnholdet synes ikke å ha noen betydelige negative effekter på faunaen. Generelt må tilstanden i de indre områdene ved Arendal karakteriseres som god. Med unntak for lokaliteten ved Bråten (T4), som representerer et basseng i Tromøysund, var det en artsrik fauna med normalt til høyt artsmangfold på stasjonene. Allikevel må faunaen karakteriseres som påvirket av organiske tilførsler. Påvirkningen kommer i noen grad fram i artsindeksen (AI), men vises tydeligst i artssammensetningen og i sammenligningen til andre områder med kjent påvirkning.

Ved Bråten var forholdene mindre gode. Muligens kan det forekomme perioder med oksygensvikt i dypvannet. Dahl & Danielsen (1986) har tidligere målt kritisk lave oksygenverdier i vannmassene i 35-40 m dyp i dette dypbassenget. Også ved forrige undersøkelse (1990) hadde stasjonen en unormalt fattig fauna. Andre prøver fra dette området har også vist tydelige tegn på organisk belastning (Wikander 1986a, Pedersen et al. 1989a).

I ytre Galtesund (AD4) og i østlige Tromøysund (T14) var forholdene gode, men ytre Galtesund synes noe stimulert av organiske tilførsler. Dette kan relateres til uttransport av materiale med overflatestrømmen i Galtesund. I østre Tromøysund var det forhold som er typiske for ytre kystområder på Sørlandet.

Resultatene sammenfaller i stor grad med undersøkelsene av vannkjemi og strandsoneorganismer i perioden 1992-1994. Disse viste at næringssaltinnholdet i overflatevannet ved Arendal by og beskyttede områder i Tromøysund var påvirket av lokale utslipp og i noen grad av nitrogentilførsler fra Nidelva. Strandområdene hadde mye partikkelsedimentasjon og påvekstlger som indikerer overkonsentrasjoner av næringssalter (Jacobsen et al. 1996).

Det er ingen enkel og nærliggende forklaring til de markerte forandringene i artsrikhet og individtettheter på stasjonene i Tromøysund fra 1989 til 1994. Forandringene var betydelig større enn hva som kan betegnes som naturlige variasjoner i bunnfaunasamfunn. Forandringene hadde heller ikke en karakter som kan forventes ved utslippsreduksjoner, ikke minst fordi samlet individtetthet i bunnfaunaen forventes å avta som respons på lavere tilførsler av organisk materiale. Det mest nærliggende er å knytte de lave individtetthetene i 1989 til observasjonene av lave individtettheter andre steder på Sørlandet, som igjen har vært satt i sammenheng med oppblomstringen av giftalgen *Chrysochromulina polylepsis* året før (Pedersen et al. 1989b, Olsgard 1993). Undersøkelser som ble foretatt under og etter oppblomstringen, viste at i områder hvor det inntraff dødelighet av bunnorganismer, var organismesamfunnene i 1989 fortsatt svake eller i en tilstand av gjenoppbygging (Pedersen et al. 1989b).

Selv om det er usikkerhet knyttet til resultatene fra 1989, er det flere forhold ved faunaen som kan tyde på at miljøtilstanden i Tromøysund var noe nær tilsvarende i 1989 og 1994. Dels var artsmangfoldet så godt som uendret på stasjonene, og dels hadde Tromøysund en karakteristisk fauna som ikke endret sitt særpreg fra 1989 til 1994 i sammenligning med andre områder (se korrespondanseanalysen). Noen klare

effekter av tiltakene på avløpssektoren kan derfor ikke denne undersøkelsen vise. Men det er klart at mulige effekter kan være overskygget av de store tetthetsforandringene. Muligens må det også gå noe lenger tid før virkningene av tiltakene i Tromøysund kommer klarere til syne.

Usikkerheten ved resultatene fra 1989 illustrerer at det er behov for å overvåke naturgitte variasjoner i undersøkelsesområdet eller representative nærområder som bakgrunn for resipientundersøkelser. Dette kan gjennomføres ved årlig prøvetaking på faste lokaliteter. Etter 1990 har det vært gjennomført slik overvåking i ytre kystområder på Sørlandet under SFTs Kystovervåkingsprogram (se f.eks. Moy et al. 1997), men det vil være svært ønskelig om også indre kystområder kan inkluderes i faste overvåkingsprogrammer.

5. LITTERATUR

- Dahl, F.E. & D.S. Danielsen 1986. Resipientundersøkelser i Arendalsområdet i perioden 1975-1979. Flødevigen Meldinger nr. 5-1986. 68 s.
- Helland, A. 1993. Nitriden-industriområde i Arendal. Prosjektområde 6: Sedimenter i Tromøysund og Heggedalsbukta. NIVA rapport, nr. 2846. 73 s.
- Helland, A., T. Bakke, T. Jacobsen & J. Magnusson 1995. Nitriden. Utvidete undersøkelser av den marine resipient. Heggedalsbukta, Buesund og Tromøysund. NIVA rapport, nr. 3315. 44 s. + vedl.
- Jacobsen, T., E. Dahl & E. Oug 1994. Miljøstatus i vannforekomster i Aust-Agder. Del II. Marine resipienter. NIVA rapport, nr. 3154. 115 s + vedl.
- Jacobsen, T., E. Dahl, E. Oug, T. Johannessen & F. Moy 1997. Tilstanden i sjøområdene ved Grimstad før start av biologisk renseanlegg på Groos. NIVA rapport, nr. 3622. 91 s.
- Jacobsen, T., E. Oug & J. Magnusson 1996. Vannkvalitet i kystområdene i Arendal kommune 1992-1994. NIVA rapport, nr. 3378. 100 s.
- Konieczny, R.M. & A. Juliussen 1995. Sonderende undersøkelser i norske havner og utvalgte kystområder. Fase I: Miljøgifter i sedimenter på strekningen Narvik-Kragerø. Statlig prog. forurensningsovervåk., rapport nr. 587/94 (NIVA rapport nr. 3275). 185 s.
- 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, E. Dahl, N.W. Green, B. Rygg, T. Johnsen, E. Lømsland, J. Magnusson, L. Omli, A. Pedersen & M. Walday 1997. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Årsrapport 1996. Statlig prog. forurensningsovervåk., rapport nr. 721/97 (NIVA rapport nr. 3736). 123 s.
- Moy, F.E., S. Fredriksen, J. Gjøsæter, S. Hjøhlman, T. Jacobsen, T. Johannessen, T.E. Lein, E. Oug & Ø.F. Tvedten 1996. Utredning om benthos-samfunnene på kyststrekningen Fulehuk - Stad. NIVA rapport, nr. 3551. 84 s.
- Moy, F. & P.B. Wikander 1990. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy, Aust-Agder. Bløtbunns- og hardbunnsundersøkelser i 1989. Fellesrapport. NIVA rapport, nr. 2490.
- Næs, K., E. Oug, J. Knutzen & F. Moy 1991. Resipientundersøkelse av Tromøysund. Bunnsedimenter, organismer på bløt- og hardbunn, miljøgifter i organismer. NIVA rapport, nr. 2645. 104 s.
- Olsgard, F. 1993. Do toxic algal blooms affect subtidal soft-bottom communities ? Mar. Ecol. Prog. Ser. 102: 269-286.
- Oug, E. 1998. Resipientundersøkelse i Kleverenna i Mandal 1997. Bløtbunnsfauna og sedimenter. NIVA rapport, nr. 3828. 24 s.

- Pedersen, A., P.B. Wikander, E. Oug & N. Green 1989(a). Invasjon av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis* langs Sør-Norge i mai-juni 1988. Virkninger på organismesamfunn langs kysten. NIVAs undersøkelser i november 1988. Statlig prog. forurensningsovervåk., rapport nr. 355/89 (NIVA rapport nr. 2233). 182 s.
- Pedersen, A., E. Oug & N. Green 1989(b). Oppblomstring av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis*. Gjenvest av organismesamfunn langs kysten. NIVAs undersøkelser i juni 1989. Hovedrapport. Statlig prog. forurensningsovervåk., rapport nr. 403A/90 (NIVA rapport nr. 2395). 228 s.
- Rygg, B. 1995. Indikatorarter for miljøtilstand på marin bløtbunn. Klassifisering av 73 arter/taksa. En ny indeks for miljøtilstand, basert på innslag av tolerante og ømfintlige arter på lokaliteten. NIVA rapport, nr. 3347. 68 s.
- Wikander, P.B. 1986a. Farvannet Tromøysund - Galtesund. Sammenfatting av preliminær undersøkelse. Forslag til overvåkningsprogram. Notat, NIVA Sørlandsavdelingen. 15 s.
- Wikander, P.B. 1986b. Egnethetsundersøkelse for havbruk i Aust-Agder fylke. NIVA rapport nr. 1898. 159 s.
- Wikander, P.B. 1989. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 9. Bløtbunnsfauna ved eksisterende utslipp, fremtidig utslipp og fremtidig hovedresipient. NIVA rapport, nr. 2252. 47s.

6. VEDLEGG

Vedleggstabell 1: Oversikt over bunnprøver i Arendal 27. og 30. mai 1994

Vedleggstabell 2: Fullstendige artslistene for bunnfaunaprøvene

Vedleggstabell 1. Oversikt over bunnprøvene tatt med Petersen bunngrabb i Arendal mai 1994: dyp og posisjon for stasjoner, antall prøver (grabbhugg), gjennomsnittlig fyllingsgrad og dato for prøvetaking.

Stasjoner	Dyp (m)	Koordinater	Antall prøver	Fyllingsgrad	Dato	Antall prøveflasker	Posisjon/peiling	
UTNES								
U5	Utnesbassenget	30	58°24.92 N 8°45.6 E	4	3/4	27.05.94	4	Øst for ledning.
U10	Ærøya v/ utslipp	38	58°24.58 N 8°46.20 E	4	1/4	27.05.94	1	150 m fra Ærøya syd
U11	Ærøydypet	110	58°24.33 N 8°46.76 E	4	1/1	27.05.94	1	
U12	Ærøydypet	164	58°23.83 N 8°45.90 E	4	1/1	27.05.94	1	Samme lok. som HFF
GALTESUND								
AD4	Sandviga	60	58°26.27 N 8°47.5 E	4	1/1	27.05.94	1	v/ Jenkesbakke
AD3	Jomfruholmen	57	58°27.1 N 8°47.1 E	4	1/1	27.05.94	3	0,077 n.mil fra Jomfruhlm
ARENDAL HAVN								
AD2	Grand hotell	32	58°27.4 N 8°46.8 E	4	1/1	27.05.94	1	0,051 n.mil fra brygga (Grand)
AD1	Kittelsbukta	21	58°27.3 N 8°46.8 E	4	1/1	27.05.94	2	0,037 n.mil fra brygga m/stor bygning
TROMØYSUND								
T1	Songekilen	27	58°27.9 N 8°48.4 E	4	1/1	27.05.94	1	0.01 n.mil fra Aker betong
T4	Bråten	47	58°28.7 N 8°51.1 E	4	1/1	30.05.94	2	0,1 n.mil fra land (Moland)
T5	Frisøy	40	58°29.35 N 8°52.4 E	4	1/1	30.05.94	2	0,085 n.mil fra nærmeste land
T14	Buøy	43	58°30.3 N 8°54.5 E	4	1/1	30.05.94	2	0,166 n.mil fra Tromøya
T20	Rørvik	30	58°30.9 E 8°54.4 E	4	1/1	30.05.94	1	0,071 n.mil fra liten holme
T21	Hvideberget	45	58°30.55 N 8°55.3 E	3	3/4	30.05.94	2	
FLOSTA / EIKELANDSFJORDEN								
EXIV	Narestø	56	58°30.9 N 8°56.7 E	4	1/1	30.05.94	2	
AD5	Kilsund	20	58°33.0 N 8°59.2 E	4	1/1	30.05.94	2	0,11 n.mil fra brua. 4 små buer
AD6	Bækkeviken	32	58°34.2 N 8°58.8 E	4	1/1	30.05.94	2	0,086 n.mil fra land (øya)
AD6b	Bækkeviken	40		1	1/1	30.05.94	1	0,06 n.mil fra land (øya)

Vedleggstabell 2. Fullstendige resultater for bunnfaunaprovne i Arendal 27. og 30. mai 1994.
Alle individtall er pr. 0.4 m².

Stasjon		AD1	AD2	AD3	AD4	T1	T4	T5	T14
ANTHOZOA	Actinaria indet		1		4	3			
	Pavonaria finmarchica				1				
	Cerianthus sp					1			
	Edwardsia cf. danica Carlgren					1		6	3
	Edwardsia longicornis Carlgren			1		1			
	Edwardsia sp	2	3						
PLATYHELMINTHES	Turbellaria indet							1	
NEMERTINEA	Nemertinea indet	11	21	10	30	30		68	38
POLYCHAETA	Polychaeta indet			5	1				
	Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	4	1	5	15			1	
	Eunoe nodosa (M.Sars 1860)			2					1
	Gattyana cirrosa (Pallas 1766)			3				2	
	Harmothoe sp	1		1					1
	Polynoidae indet			1					
	Pholoe minuta (Fabricius 1780)			8	11	5	1	7	55
	Pholoe pallida Chambers 1985								1
	Pholoe sp	22	37						
	Eteone cf. longa (Fabricius 1780)		3						
	Eteone sp			2	3	1		2	
	Eumida bahusiensis Bergstroem 1914				2	1			3
	Phyllodoce groenlandica (Oersted 1842)	1	1	2	3	6			1
	Phyllodoce maculata (Linne 1767)				1				
	Phyllodoce rosea (McIntosh 1877)				1	3			
	Gyptis helgolandica	1							
	Gyptis rosea (Malm 1874)			4					1
	Nereimyra punctata (O.F.Mueller 1788)			2					
	Ophiodromus flexuosus (Delle Chiaje 1822)	1	4	18	9	13	2	1	3
	Synelmis klatti (Friedrich 1950)				1	1			6
	Exogone naidina Oersted 1845					1			
	Exogone verugera (Claparede 1868)			1	1				
	Typosyllis armillaris (O.F.Mueller 1776)	2							
	Typosyllis cornuta (Rathke 1843)				6	2		10	
	Nephtys incisa Malmgren 1865		3		1				3
	Nephtys sp		1						
	Sphaerodorum gracilis (Rathke 1843)	12	23						
	Sphaerodorum sp				1	3			
	Glycera alba (O.F.Mueller 1776)	1	3	22	6	12		2	2
	Glycera rouxii Audouin & Milne Edwards 1833								3
	Glycera sp		1						
	Glycinde nordmanni (Malmgren 1865)				2				
	Goniada maculata Oersted 1843	10	5	2	21	1			4
Abyssoninoe hibernica		1		1				13	
Lumbrineris gracilis (Ehlers 1868)				3					
Drilonereis filum (Claparede 1868)		1							
Leitoscoloplos sp				1					
Orbinia sp								1	
Apistobranchnus sp								1	
Paradoneis lyra (Southern 1914)	2								
Paraonis gracilis (Tauber 1879)				13					

Vedleggstabell 2 (fortst.)

Stasjon	AD1	AD2	AD3	AD4	T1	T4	T5	T14
<i>Aonides paucibranchiata</i> Southern 1914				1				
<i>Laonice cirrata</i> (M.Sars 1851)				3			3	1
<i>Polydora caulleryi</i> Mesnil 1897					16	7		
<i>Polydora cf. flava</i> Claparede 1870	22							
<i>Polydora cf. socialis</i> (Schmarda 1861)				3	1	1		
<i>Prionospio cirrifera</i> Wiren 1883	9	6		5				1
<i>Prionospio fallax</i> Soederstroem 1920	52	86	1	99	14		137	23
<i>Prionospio multibranchiata</i> Berkeley 1927				5				9
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i> Czerniaavsky			8	6	21		2	1
<i>Scolecopsis</i> sp		1		1				10
<i>Spio</i> sp			1					
Spionidae indet		1						
<i>Spiophanes kroeyeri</i> Grube 1860	1			24			2	
<i>Magelona</i> sp			1	3				
<i>Chaetopterus variopedatus</i> (Renier 1804)							1	
<i>Spiochaetopterus typicus</i> M.Sars 1856	1				1		1	
<i>Chaetozone setosa</i> Malmgren 1867	20		27	19	418		76	25
<i>Chaetozone</i> sp		40						
<i>Cossura</i> sp			33	4	6			
<i>Brada villosa</i> (Rathke 1843)	4	30						
<i>Diplocirrus glaucus</i> (Malmgren 1867)	2	6	4	86	3	1	10	53
<i>Diplocirrus hirsutus</i>			1	3	7		5	3
<i>Polyphysia crassa</i> (Oersted 1843)	2	50	22	1	44			26
<i>Scalibregma inflatum</i> Rathke 1843	2	8	265	10	11	3	496	218
<i>Ophelina acuminata</i> Oersted 1843				1				
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius 1780)			6			91		
<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparede 1864)	15	10						
<i>Heteromastus</i> sp								18
<i>Heteromastus</i> sp/Medimastus sp			383	35				
<i>Medimastus fragilis</i> Rasmussen 1973	8	7			161		89	
<i>Notomastus latericeus</i> Sars 1851	3	3						
<i>Notomastus</i> sp				3				
<i>Euclymene praetermissa</i> (Malmgren 1865)	1							
<i>Euclymene</i> sp		1		2				
<i>Maldane sarsi</i> Malmgren 1865			1		1	3	3	
<i>Rhodine gracilior</i> Tauber 1879				3				
<i>Rhodine loveni</i> Malmgren 1865							2	8
<i>Myriochele oculata</i> Zaks 1922	7	6	38	26	15		44	1
<i>Owenia fusiformis</i> Delle Chiaje 1841				1	2		1	
<i>Pectinaria auricoma</i> (O.F.Mueller 1776)				21				1
<i>Pectinaria koreni</i> Malmgren 1865				1	25			1
<i>Ampharete falcata</i> Eliason 1955				3			4	
<i>Ampharete finmarchica</i> (M.Sars 1864)							1	
<i>Ampharete</i> sp	2							
Ampharetidae indet	3							
Ampharetinae indet				2				
<i>Anobothrus gracilis</i> (Malmgren 1865)		2		4	1		2	
<i>Mugga wahrbergi</i> Eliason 1955				2				
<i>Sosane sulcata</i> Malmgren 1865				5			2	
<i>Amaeana trilobata</i> (M.Sars 1863)	1	6						
Amphitritinae indet				3				
<i>Polycirrus</i> sp			1	70	1		54	10

Vedleggstabell 2 (fortst.)

	Stasjon	AD1	AD2	AD3	AD4	T1	T4	T5	T14
	<i>Scionella lornensis</i> Pearson 1969		3		8			5	
	<i>Terebellides stroemi</i> M.Sars 1835	2	2		2				22
	<i>Trichobranchus roseus</i> (Malm 1874)	3	4		3			3	5
	<i>Chone</i> sp			4	5	1		2	
	<i>Euchone papillosa</i> (M.Sars 1851)		2			1		1	
	<i>Fabricia</i> sp							1	
	<i>Jasmineira caudata</i> Langerhans 1880	9	2			1		1	
	<i>Hydroides norvegica</i> Gunnerus 1768	1							
PROSOBRANCHIA	<i>Onoba vitrea</i> (Montagu)	19	26			4		12	65
	<i>Turritella communis</i> Risso								2
	<i>Lunatia alderi</i> (Forbes)	2	6	1	1			1	3
	<i>Nassarius pygmaeus</i> (Lamarck)				1	2		5	1
	<i>Nassarius reticulatus</i> (L.)	1	6						
OPISTOBRANCHIA	<i>Nudibranchia</i> indet	1							1
	<i>Philine</i> cf. <i>quadrata</i> (S.Wood)	3							
	<i>Philine quadrata</i> (S.Wood)					1			
	<i>Philine scabra</i> (O.F.Mueller 1776)	1	4	14		2		2	1
	<i>Cylichna alba</i> (Brown)	11	11		5			8	9
CAUDOFOVEATA	<i>Caudofoveata</i> indet	1							
	<i>Scutopus ventrolineatus</i> Salvini-Plawen 1968				4				1
BIVALVIA	<i>Nucula</i> sp	7	8			23			
	<i>Nucula sulcata</i> (Bronn 1831)			3	1				2
	<i>Nuculoma tenuis</i> (Montagu)		20	21	7	14		1	13
	<i>Myrtea spinifera</i> (Montagu)		1	13	9			6	3
	<i>Thyasira equalis</i> (Verrill & Bush)				3	2		2	
	<i>Thyasira flexuosa</i> (Montagu 1803)	154	64	395	51	540	11	18	15
	<i>Montacuta tenella</i> Loven				13			1	
	<i>Mysella bidentata</i> (Montagu 1803)	97	1300	1		51	1	5	65
	<i>Parvicardium minimum</i> (Philippi 1836)	1	1					16	1
	<i>Parvicardium</i> sp				2				
	<i>Gari costulata</i> (Turton)				1				
	<i>Abra nitida</i> (Mueller 1789)		12	9	15	2		1	20
	<i>Arctica islandica</i> (Linne 1767)			1	1	2			
	<i>Gafrarium minutum</i> (Montagu)				2				
	<i>Venus fasciata</i> (daCosta)				3				
	<i>Mya arenaria</i> Linne 1758				1				
	<i>Corbula gibba</i> (Olivi 1792)	10	16	43	14	46	7	36	13
	<i>Thracia</i> sp				4			2	
	<i>Cuspidaria obesa</i> (Loven 1846)				2				
PYCNOGONIDA	<i>Anoplodactylus petiolatus</i>				3				
OSTRACODA	<i>Asterope mariae</i> (Baird)				1				
	<i>Concheocia borealis</i> G.O.Sars			1					
CUMACEA	<i>Eudorella truncatula</i> Sp.Bate		1					2	1
	<i>Leucon nasica</i> (Kroeyer)				1				
	<i>Diastylis lucifera</i> (Kroeyer)		7	24	1		1	1	
	<i>Diastylis rostrata</i> Sars	5						1	
	<i>Diastylis rugosa</i> G.O.Sars	1							
TANAIDACEA	<i>Tanaidacea</i> indet				1				
AMPHIPODA	<i>Acidostoma obesum</i> (Bate) (sensu Sars)		1						
	<i>Ampelisca tenuicornis</i> Lilljeborg	6	11	1	15	2		1	3
	<i>Leucothoe lilljeborgi</i> Boeck				1				
	<i>Eriopisa elongata</i> Bruzelius								2

Vedleggstabell 2 (fortst.)

Stasjon		AD1	AD2	AD3	AD4	T1	T4	T5	T14
	<i>Westwoodilla caecula</i> (Sp.Bate)	1	4		1	6			4
	<i>Dexamine thea</i> Boeck				1				
	<i>Corophium</i> sp	1					1		
DECAPODA	Zoealarve		1	1	1			1	
	<i>Macropipus depurator</i> (Linne 1758)			1					
SIPUNCULIDA	<i>Golfingia</i> cf. <i>minuta</i> (Keferstein)	1	2						
	<i>Golfingia</i> sp				11			1	2
	<i>Phascolion strombi</i> (Montagu 1804)	1	1		1				1
PRIAPULIDA	<i>Priapulus caudatus</i> Lamarck 1816	1	1	2	7			10	7
PHORONIDA	<i>Phoronis</i> sp	1			2	1			
ASTEROIDEA	<i>Luidia sarsi</i> Dueben & Koren							2	
OPHIUROIDEA	Ophiuroidea indet	2	12	1	2	2		13	8
	<i>Ophiothrix fragilis</i> Abildg.				1				
	<i>Amphiura chiajei</i> Forbes	2	17	1	4	8		9	43
	<i>Amphiura filiformis</i> (O.F.Mueller)	110	214	2	1	9		8	173
	<i>Ophiura affinis</i> Luetkøn	1				1			
	<i>Ophiura</i> sp		1		1				
ECHINOIDEA	<i>Echinocyamus pusillus</i> (O.F.Mueller)				1				
	<i>Brissopsis lyrifera</i> (Forbes)				3			1	
	<i>Echinocardium flavescens</i> (O.F.Mueller)		1		3	12		12	
	<i>Echinocardium</i> sp	5							
HOLOTHUROIDEA	<i>Labidoplax buski</i> (McIntosh)	77	35					3	4
HEMICHORDATA	<i>Glossobalanus marginatus</i> Meek				2				
ASCIDIACEA	Ascidiacea indet	6							
PISCES	Pisces indet			1	1			1	

Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,
oppgi løpenummer 3829-98

ISBN 82-577-3407-1