

RAPPORT LNR 4144-99

Marine undersøkelser ved Tregde, Mandal kommune



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 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 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

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

Tittel Marine undersøkelser ved Tregde, Mandal kommune	Løpenr. (for bestilling) 4144-99	Dato 99.12.20
	Prosjektnr. Undernr. O-99104	Sider Pris 39 kr 100,-
Forfatter(e) Kroglund, Tone Oug, Eivind	Fagområde Marin eutrofi	Distribusjon
	Geografisk område Vest-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Mandal kommune	Oppdragsreferanse
------------------------------------	-------------------

Sammendrag

Undersøkelser av hydrografi (temperatur, saltholdighet og oksygen), bløtbunnsfauna, hardbunnsorganismer i strandsonen og termotolerante koliforme bakterier (TKB) ble foretatt i skjærgården utenfor Tregde, Mandal kommune, sommeren og høsten 1999. Undersøkelsen viste god vannutskifting ved nytt utslippspunkt for avløpsvann og ingen tegn til gjennomslag av avløpsvann til overflaten. Tangvegetasjonen på grunt vann hadde mange arter og høyt artsmangfold, men det var enkelte tegn til overflod av næringssalter. I bunnområdene ved utslippet var bløtbunnsfaunaen preget av forurensningstolerant fauna med noe nedsatt artsmangfold, og sedimentene hadde høyt organisk innhold. Resultatene representerer tilstanden før igangsetting av utslippet, og viser at området er sårbart for økte tilførsler

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bløtbunn 2. Hardbunnsorganismer i strandsonen 3. Hydrografi 4. Termotolerante koliforme bakterier 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Soft bottom fauna 2. Hard bottom organisms in the littoral zone 3. Hydrography 4. Fecal bacteria
--	---

Tone Kroglund
Prosjektleder

Kari Nygaard
Forskningsleder

Bjørn Braaten
Forskningsjef

O-99104

Marine undersøkelser ved Tregde,

Mandal kommune

Forord

Mandal kommune etablerte i mai 1999 et nytt utslipp for kommunalt avløpsvann fra tettstedet Tregde. Det nye utslippet blir ført til 34 meters dyp utenfor Store Gressholmen.

I utslippstillatelsen fra Fylkesmannen i Vest-Agder ble det stilt krav om utarbeiding av overvåkingsprogram for utslippsområdet. Etter henvendelse fra Leiv Kloster, Teknisk etat i Mandal kommune, utarbeidet NIVA et slikt undersøkelsesprogram. Prosjektforslaget ble oversendt kommunen 14. mai 1999 og tilsagn ble gitt 20. mai 1999.

Følgende personer har hatt hovedansvar for undersøkelsen:

Tone Kroglund	Prosjektleder. Gjennomføring og rapportering av hardbunnsundersøkelser i strandsonen
Eivind Oug	Innsamling og rapportering av bløtbunnsfauna og hydrografi. Identifisering av Polychaeter.

Ved undersøkelsene i strandsonen ble kommunens lettboat benyttet, med Johnny Lindland i Mandal kommune som båtfører og feltassistent.

Ved prøvetakingen av bløtbunnsfauna og hydrografi ble Kystoppsynets fartøy 'Munin' benyttet, med Dag Isaksen og Simon Simonsen som båtmannskap.

I tillegg har Jarle Håvardstun og Brage Rygg fra NIVA bistått med hhv. grovsortering av bløtbunnsprøvene og identifisering av mollusker, mens Unni Efraimsen har analysert for organisk innhold i sedimentene.

Mandal kommune har hatt ansvaret for innsamling av bakterieprøver, mens Statens Næringsmiddeltilsyn har analysert prøvene.

Mandal kommune har også, på eget initiativ, foretatt gjentatte målinger av temperatur, saltholdighet og oksygen med en selvregistrerende sonde ved utslippsstedet. Disse resultatene har vi fått benytte i rapporten.

Alle takkes for bidrag.

Grimstad, 20. desember 1999

Tone Kroglund

Innhold

Sammendrag	6
1. Innledning	8
1.1 Bakgrunn for undersøkelsen	8
1.2 Områdebeskrivelse	8
1.3 Formål med undersøkelsen	8
2. Hydrografi	10
2.1 Bakgrunn	10
2.2 Prøvetaking og metodikk	10
2.3 Resultater	11
3. Bløtbunnsfauna	15
3.1 Bakgrunn	15
3.2 Prøvetaking og metodikk	15
3.2.1 Valg av prøvetakingslokaliteter	15
3.2.2 Prøvetaking	16
3.2.3 Analysemetoder	16
3.2.4 Tallbehandling	16
3.3 Resultater	17
3.3.1 Bunnforhold og sedimenter	17
3.3.2 Bunnfauna	19
3.4 Vurderinger	20
4. Hardbunnsundersøkelser i strandsonen	22
4.1 Generelt om undersøkelsesmetoden	22
4.2 Metoder og stasjonsvalg	22
4.2.1 Feltinnsamling	22
4.2.2 Tallbehandling	23
4.2.3 Stasjonsvalg	23
4.3 Resultater	24
4.3.1 Artssammensetning	24
4.3.2 Antall arter, diversitet/dominans og fordeling mellom algegrupper	27
4.3.3 Vurderinger	28
5. Bakterieprøver og siktedyp	30
5.1 Generelt om undersøkelsesmetoden	30
5.2 Metoder og stasjonsvalg	30
5.3 Resultater og vurderinger	31

6. Referanser	33
Vedlegg A. Hydrografi	34
Vedlegg B. Bløtbunn	35
Vedlegg C. Strandsone	38

Sammendrag

Undersøkelser av hydrografi (temperatur, saltholdighet og oksygen), bløtbunnsfauna, hardbunnsorganismer i strandsonen og termotolerante koliforme bakterier (TKB) ble foretatt i skjærgården utenfor Tregde i Mandal for å beskrive tilstanden i området i forbindelse med etablering av nytt utslippspunkt for kommunalt avløpsvann. Undersøkelser av bløtbunnsfauna ble foretatt før igangsetting av utslippet i mai, mens de øvrige undersøkelsene også omfattet perioden etter igangsetting. Undersøkelsen skulle samtidig danne grunnlag for senere overvåking. Utslippet er lokalisert ved utløpet av Buøysundet utenfor Store Gressholmen.

Hydrografi

Målinger av temperatur, saltholdighet og oksygen ble tatt fra overflate til bunn på 5 stasjoner i sjøområdet rundt Tregde i mai 1999, før igangsetting av utslippet. Målingene ble tatt med selvregistrerende sonde. Fra juni til november ble det i tillegg foretatt ukentlige målinger av temperatur, saltholdighet, oksygen og siktedyp ved selve utslippspunktet.

Undersøkelsene viste at vannmassene ved utslippspunktet hadde god vannutskiftning og det var gode oksygenforhold i bunnvannet (tilstandsklasse I – *meget god tilstand*). Det ble ikke registrert reduserte oksygenverdier eller andre tegn til stagnerende bunnvann i undersøkelsesperioden (juni til november) i denne delen av fjorden.

Fjordbassengene på innsiden av utslippsstedet (Tregdefjorden og bassenget øst for Skjernøysund) ble kun undersøkt i mai 1999. Det ble registrert et tydelig oksygenfall fra omkring 25-35 meter på begge stasjonene. Oksygenmålingene er ikke nøyaktige, men de indikerer tilstandsklasse V (*meget dårlig tilstand*) i bassenget øst for Skjernøysund og klasse III (*mindre god tilstand*) i Tregdefjorden. Resultatene tyder på at det i perioder er stagnerende vannmasser i de indre bassengene. Målingene av temperatur og saltholdighet underbygger dette.

Bløtbunn

Bløtbunnsprøver ble samlet inn fra 5 stasjoner i sjøområdene ved Tregde i mai 1999. Kun prøver fra bunnområdene ved utslippet er opparbeidet, mens de øvrige prøvene inntil videre oppbevares ved NIVA Sørlandsavdelingen.

I dyprenna nær utslippspunktet (70-80 meter vest for utslippspunktet) var bløtbunnsfaunaen preget av forurensningstolerante arter, tette individtettheter (11540 individer pr. m²) og noe nedsatt arts mangfold. Vurdert etter SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet var tilstanden i klasse II-III (*god – mindre god tilstand*). Bløtbunnsfaunaen samt analyse av organisk innhold i sedimentet tydet på at lokaliteten er påvirket av organiske tilførsler. Sedimentanalysene viste imidlertid at det organiske materialet hovedsakelig kommer fra tang og tare og fra planterester fra land. Området synes å være et lokalt sedimentasjonsområde, og det kan ikke utelukkes at det nye utslippet vil ha negativ påvirkning på denne delen av fjorden.

300-400 meter fra utslippet hadde bløtbunnsfaunaen normalt artsantall og individtall (4530 individer pr. m²) og hadde høyt arts mangfold. Vurdert etter SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet var tilstanden i klasse I (*meget god tilstand*).

Hardbunnsundersøkelser i strandsonen

Alger og dyr i strandsonen ble undersøkt på 5 stasjoner i august 1999. Tilsammen ble det registrert 57 arter, fordelt på 40 alger og 17 fjæredyr. Alle stasjonene hadde høy diversitet og lav dominans, og gav stort sett inntrykk av friske forhold i øverste del av strandsonen. I bassenget øst for Skjernøysund

hadde imidlertid strandsonen store forekomster av hurtigvoksende grønnalger som tyder på overkonsentrasjoner av næringssalter.

I tarebeltet var det tegn til næringsanrikning på de fleste stasjonene. Taren hadde mye påvekst av hurtigvoksende arter, og det ble registrert mye sedimentert materiale. Resultatene indikerer at området rundt utslippet er sårbart for økte tilførsler av næringssalter. Ved en eventuell økning i næringssaltmengden i overflaten vil dette raskt kunne gi en ytterligere økning i mengden av hurtigvoksende trådformete alger som kan forringe vekstvilkårene for tang og tare.

Bakteriemålinger og siktedyp

Målinger av termotolerante koliforme bakterier og siktedyp ble tatt ved utslippspunktet i perioden 9. juni til 11. november. Fra juni til september ble målingene tatt hver uke.

Målingene viste lave bakterietall, og tilstanden ved utslippspunktet kan karakteriseres som *meget god* (tilstandsklasse I). Vannet er godt egnet som badevann. Ved badeplassen var det en høy måling som trakk tilstanden litt ned, til tilstandsklasse II (*god tilstand*) i SFTs klassifiseringssystem. Resultatene gir ingen indikasjoner på at avløpsvannet føres til overflaten.

Siktedypet varierte mellom 4,5 m og 11 meter i undersøkelsesperioden. I sommersesongen var siktedypet i tilstandsklasse II/III (*god – mindre god tilstand*) etter SFTs klassifiseringssystem.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for undersøkelsen

Mandal kommune etablerte i mai 1999 et nytt utslipp for kommunalt avløpsvann ved Tregde. Den eksisterende utslippsledningen ble forlenget slik at avløpsvannet nå blir ført over Tregdefjorden, ut gjennom Buøysundet og slippes ut på 34 meters dyp utenfor Store Gressholmen. Utslippet er dimensjonert til 500 pe (etter rensing).

I utslippstillatelsen fra Fylkesmannen i Vest-Agder ble det stilt krav om at det skulle utarbeides et overvåkingsprogram i forbindelse med etablering av utslippet. Denne undersøkelsen er gjennomført for å tilfredstille disse kravene.

1.2 Områdebeskrivelse

Undersøkelsesområdet omfatter kystområdet utenfor Tregde avgrenset av Skogsøy, Udøy, Hellersøy og Skjernøy. Området er preget av en variert skjærgård med mange øyer, fjordbassenger og sund. I syd og øst er det kort avstand til åpent hav. Området har store brukerinteresser knyttet til nærings-/fritidsfiske og rekreasjon. Kart over området er vist i **Figur 1**.

Utslippet er lokalisert ved utløpet av Buøysundet utenfor Store Gressholmen. Buøysundet er forholdsvis grunt (10-15 m), men passerer over i en dyprenne på 50-60 m som løper i øst-vest retning langs sydenden av Buøya. Utslippet er plassert på ca. 35 m dyp i skråningen på østsiden av dyprenna. Dyprenna ved Buøya er avgrenset av en rygg på 30-35 m i vest-sydvestlig retning mellom Hårsøy og Skjernøy. Skjæret Mittingen sydvest for utslippet ligger på ryggen. Syd for ryggen er det et større dypområde på 40-50 m dyp med terskel på 32 m til Hellersøyfjorden utenfor. I Hellersøyfjorden er det et større jevnt dypområde.

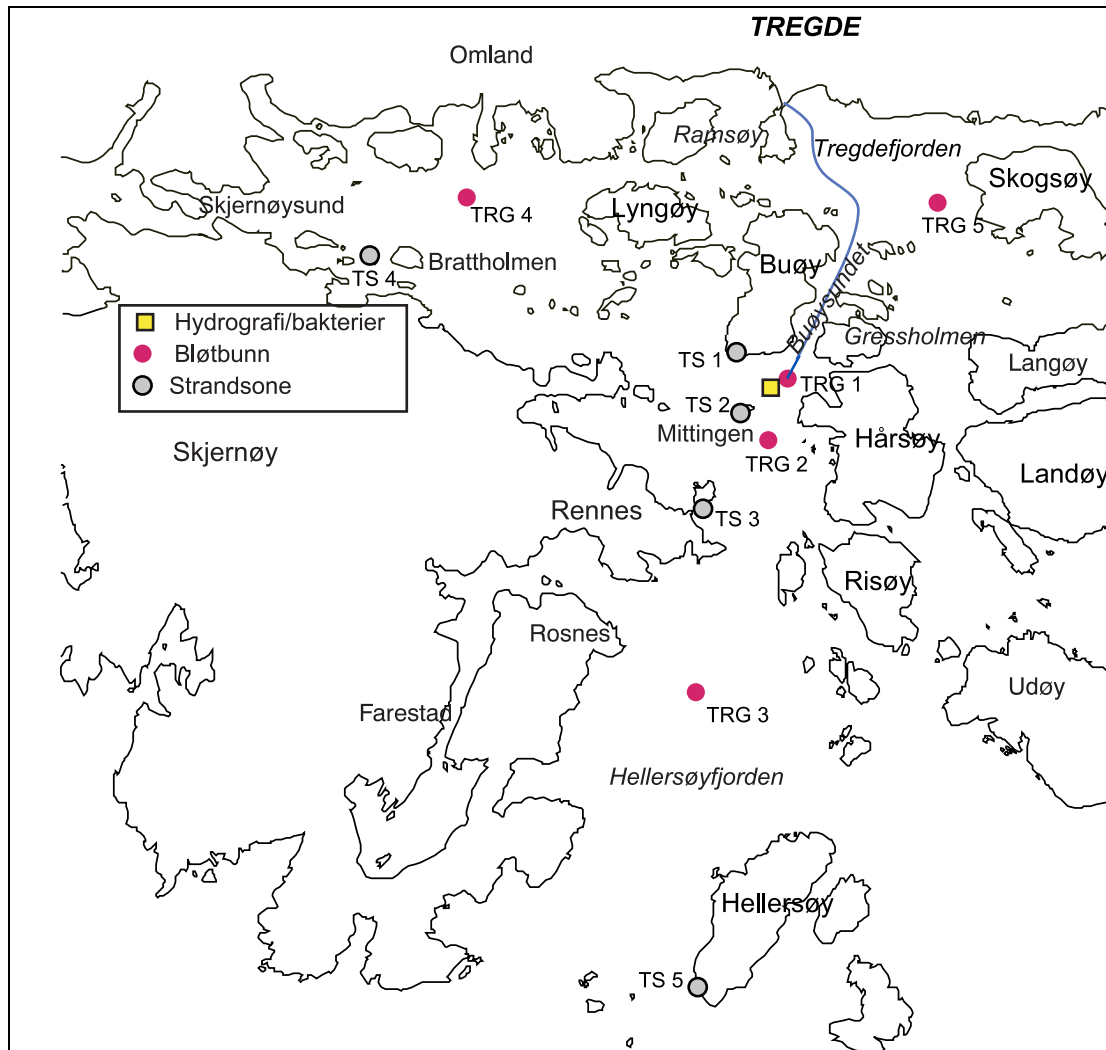
Fjordområdet mellom Omland og Skjernøy er avgrenset av forholdsvis grunne terskeler både i øst og vest. I fjorden er det et jevnt dypområde med dyp til 35 m. Tregdefjorden har størstedyp omkring 40 m og en terskel på ca. 15 m mellom Skogsøy og Langøy.

1.3 Formål med undersøkelsen

Målet med den foreliggende undersøkelsen ved Tregde har vært å:

- *beskrive dagens naturtilstand før etablering av nytt utslippssted sør for Buøy*
- *danne grunnlag for overvåking av resipienten*

Undersøkelsen omfatter målinger i vannmassene (temperatur, saltholdighet, oksygen, bakterier), prøvetaking på bløtbunn og hardbunnsundersøkelser i strandsonen.



Figur 1. Sjøområdet utenfor Tregde. Stasjoner for undersøkelse av vannmasser (ukentlige målinger av hydrografi, siktedyp og bakterieinnhold), bløtbunn (sedimenter og fauna) og hardbunnsorganismer i strandsonen (alger og dyr) er vist med ulike symboler. Utslippsledningen er markert.

2. Hydrografi

2.1 Bakgrunn

Temperatur og saltholdighet er de mest brukte parametrene til å karakterisere hva slags vanntyper som preger et område og gi informasjon om vannbevegelser. Parametrene er viktige støtteparametre i resipientundersøkelser og gir tilleggsinformasjon til tolking av bløtbunns- og strandsonedata.

En annen viktig parameter for å karakterisere vannmassene er oksygen. Oksygenmålinger i dypvann benyttes for å karakterisere levetilstandene for fisk og bunndyr, samt til å beskrive oksygenforbruk og organisk belastning. Nedbrytning av organisk materiale er en oksygenkrevende prosess. I terskelfjorder og bassenger med begrenset vannutskiftning kan oksygenet i dypvannet bli brukt opp under nedbrytingsprosessen. Dette kan føre til oksygenfrie vannmasser og videre til dannelse av hydrogensulfid som er en dødelig gift for de fleste marine organismer. Innhold av oksygen/hydrogensulfid benyttes til å klassifisere tilstanden etter SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997).

Målinger av temperatur, saltholdighet og oksygen var ikke opprinnelig med i programmet, men er blitt målt med en selvregistrerende sonde samtidig med innsamling av bløtbunnsprøver og badevannsprøver. Målinger med sonde gir ikke nøyaktige verdier, men det må forventes at profilene (forskjeller i målingene fra overflate til bunn) er realistiske og bidrar til å gi en generell beskrivelse av vannmassene og tilstanden i bunnvannet.

2.2 Prøvetaking og metodikk

Prøvetaking

Profiler for temperatur, saltholdighet og oksygen ble tatt med selvregistrerende sonde (Gyttre mini STD 203). Måledataene fra sonden er oppgitt for hver meter fra overflaten ned til 1-2 meter over bunnen.

Den 20. mai 1999 ble det gjort hydrografiske målinger på tilsammen 5 lokaliteter ved og rundt det nye utslippsstedet. To stasjoner ble plassert i fjordbassenget utenfor Buøysund, hvor utslippet er lokalisert (TRG 1 og TRG 2). De øvrige stasjonene ble plassert i Hellersøyfjorden utenfor Farestad (TRG 3), mellom Skjernøy og Omland (TRG 4) og i Tregdefjorden mot Skogsøy (TRG 5). Stasjonsplasseringen er den samme som for prøvetaking av bløtbunnsfauna (**Figur 1**). Alle prøvene ble tatt ved størstedypet i de respektive fjordområdene.

I tillegg foreligger det ukentlige målinger med sonde fra utslippstedet (TRG 1) i perioden 10. juni til 9. september 1999. Målingene ble tatt samtidig med badevannsprøvene og måling av siktedyp (kap. 5).

Vurdering av tilstand

Miljøtilstanden i vannmassene er karakterisert i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997). Klassifiseringen kan foretas både etter næringssaltinnhold i overflatevann, oksygeninnhold i bunnvann, siktedyp og klorofyll-konsentrasjoner, men er her kun vurdert etter oksygeninnhold i bunnvann og siktedyp. Systemet

opererer med et sett av fem tilstandsklasser som går fra klasse I (*meget god tilstand*) til klasse V (*meget dårlig tilstand*) (**tabell 1**).

Tabell 1. SFTs klassifisering av tilstand for næringsalter i overflatelag og oksygen i dypvann (Molvær et al. 1997).

Parametre	Tilstandsklasser				
	I Meget god	II God	III Mindre God	IV Dårlig	V Meget dårlig
<i>Overflatelag (sommer)</i>					
Total fosfor (µg/l)	< 12	12 - 16	16 - 29	29 - 60	> 60
Total nitrogen (µg/l)	< 250	250 - 330	330 - 500	500 - 800	> 800
Klorofyll a (µg/l)	< 2	2 - 3.5	3.5 - 7	7 - 20	> 20
Siktedyp (m)	>7.5	7.5 - 6	6 - 4.5	4.5 - 2.5	< 2.5
<i>Dypvann</i>					
Oksygen (ml/l)	> 4,5	4.5 - 3.5	3.5 - 2.5	2.5 - 1.5	< 1.5

2.3 Resultater

Vannmassene ved bløtbunnsstasjonene 20. mai 1999

Profilene fra 20. mai 1999 er vist i **Figur 2**. Profilene for stasjonene TRG 1 og TRG 2 ved Buøya-Hårsøy var svært like for alle parametrene. Profilene skilte seg heller ikke mye fra profilen fra Hellersøyfjorden (TRG 3), men denne viste noe mindre salt og lettere vann i 30-40 m dyp. Dette indikerer en utskiftning av intermediære vannmasser i ytre kystområder, men at utskiftningen i de innenforliggende bassenger ble stengt av terskelen mellom Hårsøy og Skjernøy. Likheten mellom profilene antyder imidlertid at vannutskiftningen i området er god. Det var også svært gode oksygenforhold i vannmassene til bunns på de tre stasjonene.

I det indre fjordområdet mellom Omland og Skjernøy (TRG 4) var det mindre salt og lettere vann i 10-15 m dyp og kaldere og saltere vann under 15 m sammenlignet med fjorden utenfor. Det var særlig tydelig forskjell i 20-30 m dyp. Dette viser at dypvannet var stagnerende. Oksygenmålingene viste et kraftig oksygenfall fra omkring 25 m, men det ble registrert oksygen i vannet helt ned til det dypeste målepunktet (34 m). Oksygeninnholdet ved 34 m var < 2 mg/l (= 1.4 ml/l) som tilsvarer tilstandsklasse V (*meget dårlig tilstand*).

I Tregdefjorden var det kaldere og saltere vann i 15-30 m sammenlignet med bassengene utenfor. Også i dette området er dypvannet stagnerende. Det var et tydelig oksygenfall fra 35 m og mot bunnen, men oksygeninnholdet var høyere enn i fjorden mellom Omland og Skjernøy. Oksygeninnholdet ved 42 m var 4.7 mg/l (=3.3 ml/l) som tilsvarer tilstandsklasse III (*mindre god tilstand*).

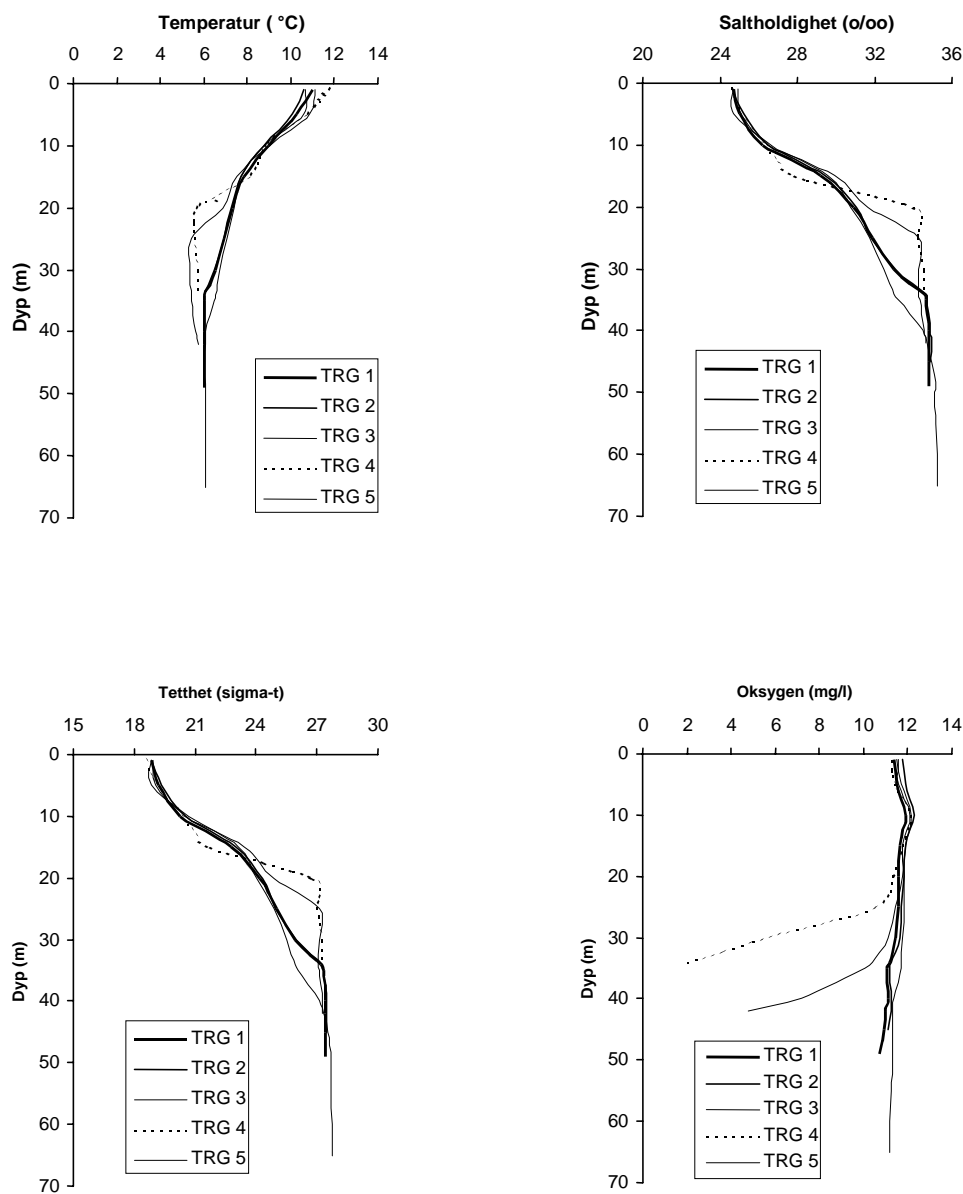
På alle stasjonene var det så godt som samme temperatur og saltholdighet i bunnvannet. Dette tyder på at det er samme vannmasse som danner bunnvannet i alle fjordbassengene. Dette kan indikere at alt dypvann i området har vært skiftet ut i løpet av vinteren 1998-99.

Ukentlige målinger ved stasjon TRG 1 i perioden juni – november 1999

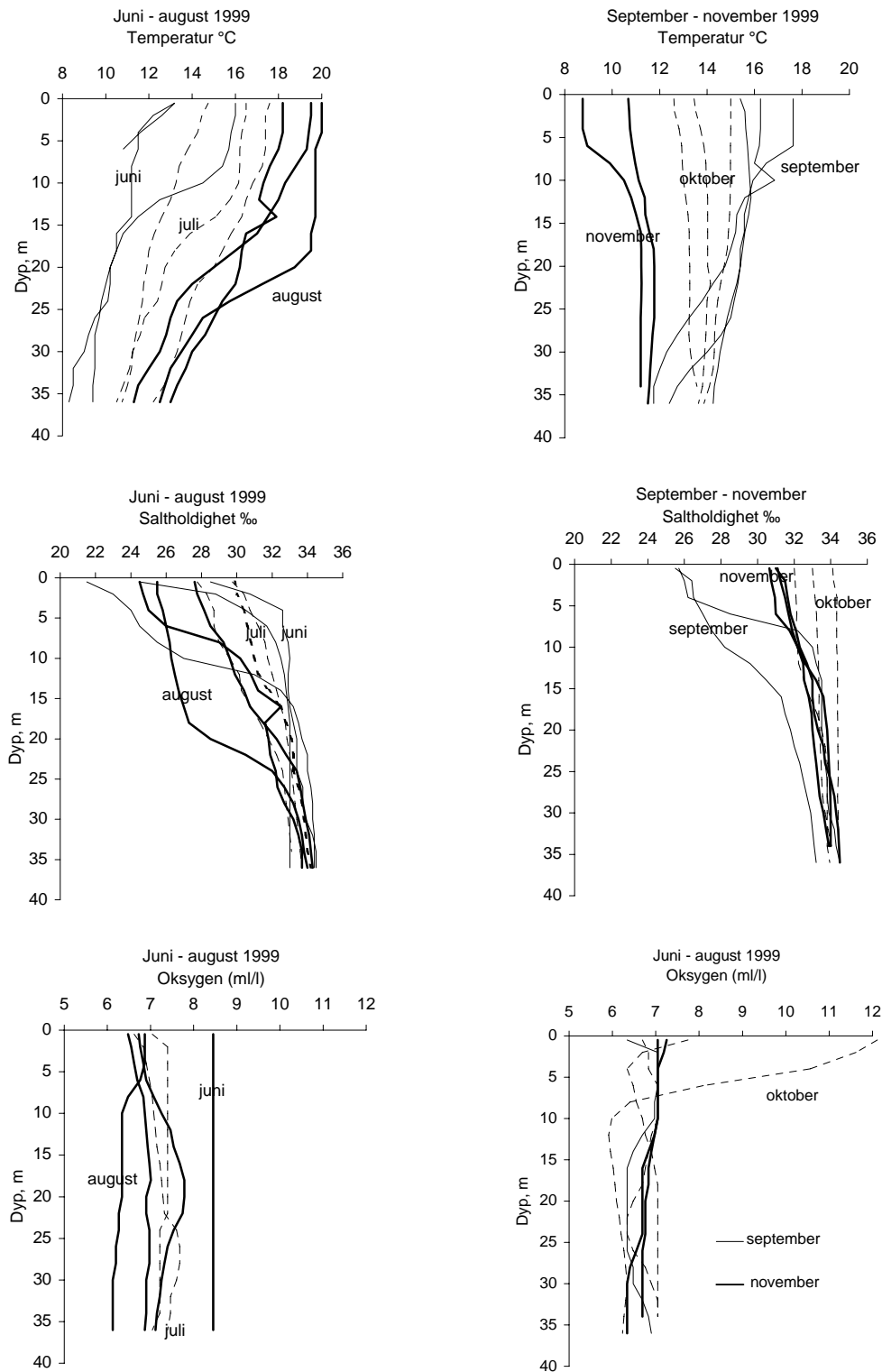
Profilene fra ukentlige målinger av temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold ved utslippspunktet (TRG 1) i perioden juni til november 1999 er vist i **Figur 3**. I store deler av undersøkelsesperioden var det svak lagdeling av vannmassene. Tydeligst sprangsjikt ble observert i juni, august og september,

mens det var mer diffust midt på sommeren og helt fraværende i oktober og november. Store variasjoner i lagdeling gjennom prøvetakingsperioden og variasjon i temperatur og saltholdighet nær bunnen viste at det stadig er utskiftning av bunnvannet i denne delen av fjorden. Dette ble bekreftet av oksygenmålingene som viste gode oksygenforhold i alle dyp i hele perioden (tilstandsklasse I – *meget god tilstand*). Det var ikke tegn til stagnerende forhold ved utslippspunktet (**Figur 3**).

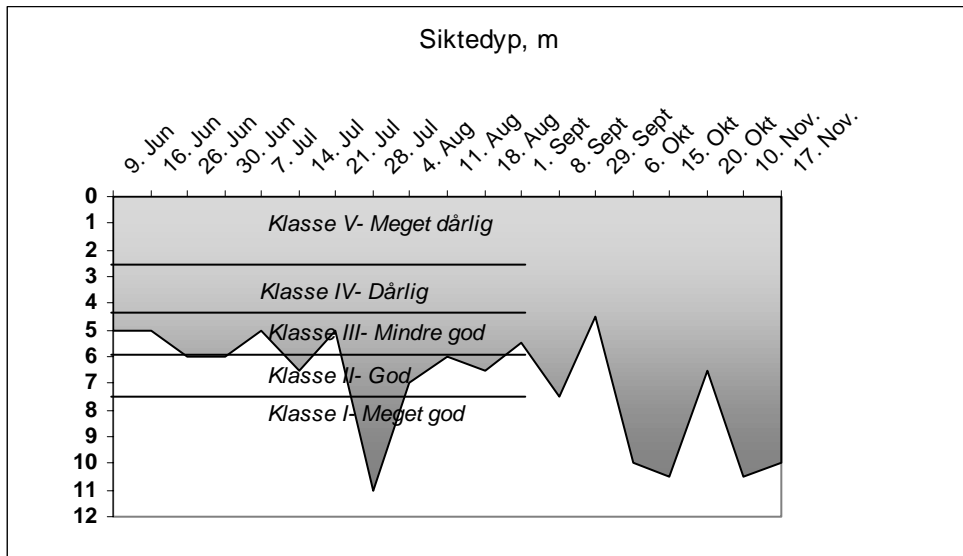
Målinger av siktedyp er vist i **Figur 4**. Siktedypet varierte mellom 4,5 meter og 11 meter i prøvetakingsperioden. Det største siktedypet ble registrert i juli, oktober og november. Kun sommersesongen (juni – august) gir grunnlag for å vurdere tilstanden, og i denne perioden var målingene stort sett i tilstandsklasse II (*god tilstand*) og III (*mindre god tilstand*). Kun en måling var i tilstandsklasse I (*meget god tilstand*).



Figur 2. Profiler for temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygeninnhold ved 5 stasjoner ved Tregde 20. mai 1999. Merk at oksygenverdiene er oppgitt i mg/l mens i figur 3 er enheten ml/l.



Figur 3. Temperatur, saltholdighet og oksygen (ml/l) ved utslippspunktet ved Tregde TRG 1). Målinger fra juni-november 1999.



Figur 4. Målinger av siktedyp ved utslippspunktet ved Tregde. Grensene for tilstandsklassene er vist for sommersesongen (juni – august).

3. Bløtbunnsfauna

3.1 Bakgrunn

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 et al. 1997). Det er særlig viktig å overvåke skjærgårdsbassenger og fjorder med terskler som ofte har dårlige oksygenforhold fra naturens side. I slike områder vil tilførsler av avløpsvann forverre tilstanden.

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 mye. Organismesamfunnets 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.

3.2 Prøvetaking og metodikk

3.2.1 Valg av prøvetakingslokaliteter

I alt ble det tatt prøver på fem lokaliteter (stasjoner). I fjordbassenget utenfor Buøysund, hvor utslippet er lokalisert, ble det plassert to stasjoner. En stasjon (TRG 1), som dekker utslippets nærområde, ble plassert på 50 m dyp i dyprenna ved Buøya ca. 70-80 m vest for utslippspunktet. Den andre stasjonen (TRG 2) ble plassert 300-400 m fra utslippet på størstedypet (50 m) syd for dypryggen i fjordbassenget.

De andre prøvene ble tatt i Hellersøyfjorden utenfor Farestad (TRG 3), mellom Skjernøy og Omland (TRG 4) og i Tregdefjorden mot Skogsøy (TRG 5) (**Figur 1**). Alle prøvene ble tatt ved størstedypet i de respektive fjordområdene.

Koordinater for prøvetakingslokalitetene er gitt i vedleggstabell B1.

På lokalitetene ble det også tatt profiler av temperatur, saltholdighet og oksygen i vannmassene med STD-sonde (kap. 2).

3.2.2 Prøvetaking

Prøvetakingen ble gjennomført 20. mai 1999. Under prøvetakingen var det pent vær, østlig laber til frisk bris, lite sjø og lufttemperatur på 16-18 °C.

Prøvene ble tatt med 0.1 m² van Veen grabb. På hver stasjon ble det tatt to parallelle prøver for bunnfauna og en prøve (separat grabbhugg) for sedimentanalyser. Alle grabbhuggene ble visuelt inspisert for sedimentfarge, sjiktning, lukt og synlige komponenter.

Faunaprøvene ble siktet på 5 mm og 1 mm sifter og sifterestene ble konserverte i 4-6 % buffret formaldehydløsning. Prøvene til sedimentanalyse ble tatt fra overflatesedimentet (0-1 cm) gjennom en inspeksjonsluke på oversiden av grabben. Sedimentprøvene analyseres for finfraksjon og organiske komponenter.

I denne undersøkelsen rapporteres prøvene fra stasjonene TRG 1 og TRG 2 nærmest utslippsstedet. Prøvene fra de andre stasjonene er ikke opparbeidet, men er lagret ved NIVA Sørlandsavdelingen.

3.2.3 Analysemetoder

Materialtet fra faunaprøvene ble sortering i lupe (4-6 x forstørrelse) i laboratoriet. Alle dyr ble identifisert og telt før materialet ble overført til etanol for oppbevaring.

Sedimentets finfraksjon (andel av partikler <0.063 mm) ble bestemt 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.

3.2.4 Tallbehandling

Bunnfaunaen på stasjonene er karakterisert ved totalt antall arter, individtall for artene, artsmangfold (= diversitet) og artssammensetning. Artsmangfoldet er gitt ved Shannon-Wieners indeks (H') og Hurlberts indeks $E(S_{100})$ som beregnes på grunnlag av antall arter og de enkelte artenes individtall i prøvene. Det ble også beregnet en indeks (AI) som uttrykker innslaget av forurensningsømfintlige arter i bunnfaunaen. Indeksene er veiledende for karakterisering av miljøtilstanden sammen med kunnskap om de enkelte artenes biologi. I SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet benyttes beregnede verdier for Shannon-Wieners indeks og Hurlberts indeks som grunnlag for å karakterisere miljøtilstand (Molvær et al. 1997).

Shannon-Wiener indeksen (H') har et verdiområde som varierer fra null til ca. 6. Formelen for indeksen er gitt nedenfor. Tallverdien øker ved økende antall arter og når individene er jevnt fordelt mellom artene. Lave verdier markerer dårlige forhold, mens verdier >4 indikerer 'meget god tilstand' (**Tabell 2**).

$$H = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N} \quad \text{hvor } \mathbf{n}_i \text{ er antall individer av art } i, \mathbf{N} \text{ er summen av alle individer og } s \text{ er antall arter.}$$

Hurlberts indeks $E(S_{100})$ er en indeks som gir forventet antall arter i prøver med et individtall standardisert til 100 individer. Indeksen beregnes fra en funksjon som relaterer artstall og individtall i prøvene. Indeksverdi (antall arter) >26 representerer 'meget god tilstand' (**Tabell 2**).

Artsindeksen (AI) beregnes ut fra 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.

Tabell 2. SFTs klassifisering av tilstand for organisk innhold i sedimenter (TOC) og bunnfauna. For organisk karbon normeres verdiene til 100% finstoff i sedimentet (Molvær et al. 1997).

	Tilstandsklasser				
	I Meget god	II God	III Mindre God	IV Dårlig	V Meget dårlig
Organisk karbon (mg/g)	< 20	20-27	27-34	34-41	> 41
Hurlberts indeks (ES ₁₀₀)	> 26	26-18	18-11	11-6	< 6
Shannon-Wiener indeks (H')	> 4	4-3	3-2	2-1	< 1

3.3 Resultater

3.3.1 Bunnforhold og sedimenter

På stasjon TRG 1 ved utslippsstedet besto bunnsedimentet av mørk grå mudder med mye skjellrester og rester av tareblad (**Tabell 3**). I siktematerialet var det skallrester av venusskjell, kurvskjell, oskjell, snegl og kråkeboller. De fleste artene lever på grunnere vann og er trolig transportert som dødt materiale til lokaliteten. Sammensetningen av bunnmaterialet illustrerer at området er strømrøkt. Det er rimelig å anta at mye av grovmaterialet transporteres med strømmen i Buøysundet og deponeres i dyprenna utenfor.

Prøven av bunnsediment var svært finkornet (**Tabell 4**). Dette indikerer at dypområdet utenfor Buøysund er et depositionsområde. Det var høyt organisk innhold i sedimentet (> 6% TOC), og vurdert etter SFTs kriterier for miljøkvalitet faller prøven i dårligste tilstandsklasse (V - *meget dårlig tilstand*).

På stasjon TRG 2 syd for utslippet besto bunnsedimentet av friskt finkornet silt og leir (**Tabell 3**). I siktematerialet var det skallrester av småmuslinger, småsnegl og kråkeboller. Mye av materialet stammer fra arter som naturlig lever på bløtbunn og som mest sannsynlig har levd på lokaliteten eller i nærområdet. Det var litt slag og koks i prøvene som kan stamme fra skipsfart i tidligere tider. Prøven av bunnsedimentet var moderat finkornet (**Tabell 4**). Organisk innhold var forholdsvis høyt (4% TOC), om enn ikke så høyt som på TRG 1, men også denne prøven faller i dårligste tilstandsklasse.

På begge stasjonene var forholdstallet mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet) i sedimentet omkring 9.5. Dette indikerer at sedimentene tilføres plantemateriale fra land eller rester av tang og tare fra grunne områder. C/N-forholdet kan gi indikasjon om materialets opprinnelse, fordi ulike typer materiale har forskjellig innhold av nitrogen. Materiale som hovedsakelig stammer fra planteplanktonproduksjon i sjøen er relativt rikt på nitrogen og har forholdstall på 6-8. Plantemateriale fra land er derimot nitrogenfattig og karakteriseres med C/N-verdier >10-15. Sedimentene synes derfor å ha en blandet opprinnelse, noe som er vanlig i kystområder.

På stasjon TRG 3 i Hellersøyfjorden var sedimentet friskt med lys farge. Det var sjømus, slangestjerner og annen bunnfauna i prøvene.

På stasjon TRG 4 i fjordområdet mellom Omland og Skjernøy var sedimentet sort, svært bløtt og med moderat lukt av hydrogensulfid. Det var ikke synlig liv i prøvene.

På stasjon TRG 5 i Tregdefjorden besto bunnsedimentet av mudder med sand og skjellrester. Det var et lyst topplag, mens sedimentet under var mørkere, tildels preget av mørke striper, og luktet av hydrogensulfid. I en prøve (grabbhugg 1) var sedimentoverflaten tett besatt av små rørbyggende børstemark som trives i organisk anrikede miljøer. Det ble også observert mye døde skjell av muslinger.

Tabell 3. Observasjoner av bunnsedimenter ved Tregde 20. mai 1999: visuell beskrivelse av sedimenter i felt og karakteristikk av restmaterialet i prøvene etter sikting.

Stasjon	Dyp (m)	Visuell sedimentbeskrivelse	Sikterest (partikler > 1 mm)
TRG 1 Store Gresshol- men	50 m	Mudder med sand og skjellrester. Lyst, tynt topplag (0.5 cm), mørk grå under. Mye skjellrester i en prøve (grabbhugg 1). Noen tareblad. Ingen lukt.	Volum 2-3 liter pr. prøve. Skjellrester og grov skjellsand, for det meste skall av muslinger (<i>Astarte</i> , <i>Venus</i> , <i>Corbula</i> , <i>Nucula</i> , <i>Modiolus</i> , <i>Ensis</i>) og snegl (<i>Bittium</i> , <i>Turritella</i> , <i>Gibbula</i>). Kalkplater fra rur og kråkeboller. Litt bladrester, plantefibre og rester av alger. Endel slagg og noen småstein. Fiskeben.
TRG 2 Hårsøy	50 m	Klebrig mudder med litt sand og skjellrester. Lyst gråbrunt topplag (2-3 cm), noe mørkere under. Sjømus, slangestjerner og børstemark.. Ingen lukt. Like parallellprøver.	Volum 0.4 liter pr. prøve. Skjellrester og nokså forvitret skjellsand. Rester av bløtbunns-muslinger (<i>Thyasira</i> , <i>Corbula</i> , <i>Venus</i>) og småsnegl; litt rester av rur, østers og kråkeboller. Rør av børstemarken <i>Spiochaetopterus</i> . Litt planterester og treflis. Endel slagg og koks.
TRG 3 Hellersøy- fjorden	68 m	Lys gråbrun silt med noe sand. Litt mørkere under 2-3 cm. Sjømus, slangestjerner. Ingen lukt. Like parallellprøver.	--
TRG 4 Omland	35 m	Mørk grå til sort bløtt mudder. Ingen sjiktning. Lite grovmateriale, små sikterester. Moderat lukt av hydrogensulfid. Like parallellprøver.	--
TRG 5 Tregde- fjorden	44 m	Mudder med sand og skjellrester. Lyst topplag (1-2 cm), mørkere under, endel mørk striping. Små rørbyggende børstemark i overflaten, mye skjell av <i>Thyasira</i> . Svak lukt av hydrogensulfid i to prøver, moderat lukt i en (grabbhugg 2). Mye skjellrester i en prøve.	--

Tabell 4. Kornstørrelse og innhold av organisk materiale (TOC, TN, C/N-forhold) i overflatesediment (0-1 cm) ved Tregde, 20 mai 1999. Tilstandsklasse i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet er også vist: klasse V 'meget dårlig' (Molvær et al. 1997).

Stasjon	Lokalisering	Dyp (m)	Kornstørrelse (<0.063 mm)	TOC mg/g	TN mg/g	C/N-forhold	Normert TOC	SFT klasse
TRG 1	St. Gresshl.	50	96.0	63.2	6.7	9.4	63.9	V
TRG 2	Hårsøy	50	64.5	39.2	4.1	9.6	45.6	V

3.3.2 Bunnfauna

Tabell 5 gir en oversikt over artstall, individtettheter og beregnede verdier for artsmangfold på stasjonene. De viktigste artene er listet i **Tabell 6**. Fullstendige artslistene er gitt i Vedleggstabell B2.

I dyprenna nær utslippsstedet (TRG 1) var det en rik bunnfauna. Antall arter var normalt til høyt, mens individtetthetene var høye. Normale artstall og individtettheter for kyst- og fjordområder på Sørlandet er 40-70 arter og 500-3000 ind./m² (Moy et al. 1996). Artsmangfoldet var noe nedsatt og lokaliteten får moderat karakteristikk i henhold til SFTs kriterier for miljøkvalitet (**Tabell 5**). Faunaen var dominert av børstemark og muslinger (**Tabell 6**). Spesielt var det høye tettheter av børstemarken *Chaetozone setosa* som er en vanlig bløtbunnsart, men som ofte øker i forekomst i organisk anrikede miljøer. Flere av de andre artene har høy toleranse for miljøpåvirkinger, f.eks. børstemarken *Tubificoides benedii* og muslingen *Thyasira sarsi* som kan finnes i organisk overbelastede miljøer. Innslaget av tolerante arter på stasjonen medfører nedsatte verdier på artsindeksen (AI). Faunaens sammensetning indikerer derfor at lokaliteten påvirkes av organiske tilførsler.

I bassenget i fjorden (TRG 2) var det en normalt arts- og individrik bunnfauna. Artsmangfoldet var høyt og lokaliteten får meget god karakteristikk etter SFTs kriterier for miljøkvalitet. Artssammensetningen var normal med hovedforekomst av børstemark, men også høy forekomst av slangestjerner og muslinger. Artssammensetningen kan karakteriseres som normal for kyst- og fjordområder på Sørlandet som er noe stimulert av organiske tilførsler. Også artsindeksen (AI) får høy verdi for lokaliteten, som viser at faunaen har et vesentlig innslag av forurensningsømfintlige arter.

Tabell 5. Antall arter, individtall, individtettheter og arts mangfold i prøvene av bunnfauna fra Tregde, Mandal kommune, 20. mai 1999. Arts mangfoldet er gitt ved Shannon-Wiener indeksen (H'), og indeksen $ES_{(100)}$ som gir forventet antall arter ved en prøve på 100 individer. Indeksen AI (artsindeks) gir et mål for forekomst av forurensningsømfintlige arter i prøven, verdier >6 indikerer normale forhold. Tilstandsklasse i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet er også vist (Molvær et al. 1997).

Stasjon	Artstall	Ind.	Ind/m ²	H'	ES ₍₁₀₀₎	AI	SFT Tilstandsklasse
TRG 1 ¹⁾	grabb 1	60	943				
	grabb 2	39	1365				
	total	68	2308	11540	3.16	17.4	5.7
							Klasse II/III (god – mindre god)
TRG 2 ¹⁾	grabb 1	59	551				
	grabb 2	47	355				
	total	72	906	4530	4.26	26.6	7.0
							Klasse I (meget god)

1) Gruppen Nematoda (rundmark) er ikke tatt med i beregningene fordi disse ikke samles kvantitativt ved prøvetakingen.

Tabell 6. De viktigste artene i prøvene av bunnfauna fra Tregde, Mandal kommune, 20. mai 1999. De 15 mest individrike artene på hver stasjon er vist. Individtallene er sum av to grabbprøver og representerer et areal på 0.2 m². Grupper: mb = manglebørstemark, fb = fåbørstemark, m = musling, b = båndmark, k = krepsdyr, sl = slangestjerne, sp = sjøpølse.

Stasjon TRG 1			Stasjon TRG 2		
Art	Gruppe	Ind/0.2 m ²	Art	Gruppe	Ind/0.2 m ²
<i>Chaetozone setosa</i>	mb	925	<i>Prionospio fallax</i>	mb	173
<i>Mediomastus fragilis</i>	mb	410	<i>Diplocirrus glaucus</i>	mb	149
<i>Tubificoides benedii</i>	fb	277	<i>Amphiura filiformis</i>	sl	82
<i>Abra nitida</i>	m	149	<i>Polyphysia crassa</i>	mb	75
<i>Prionospio fallax</i>	mb	85	<i>Thyasira flexuosa</i>	m	67
Nemertinea ind.	b	75	Nemertinea ind	b	62
<i>Glycera alba</i>	mb	52	<i>Labidoplax buskii</i>	sp	44
<i>Thyasira sarsi</i>	m	44	<i>Brada villosa</i>	mb	29
<i>Thyasira flexuosa</i>	m	38	<i>Mysella bidentata</i>	m	20
<i>Polyphysia crassa</i>	mb	32	<i>Abra nitida</i>	m	15
<i>Leucon nasica</i>	k	23	<i>Pholoe baltica</i>	mb	14
<i>Myriochele oculata</i>	mb	16	<i>Corbula gibba</i>	m	11
<i>Pholoe baltica</i>	mb	14	<i>Mugga wahrbergi</i>	mb	9
<i>Diplocirrus glaucus</i>	mb	14	<i>Levinsenia gracilis</i>	mb	8
<i>Mysella bidentata</i>	m	14	Ophiuroidea ind.	sl	7

3.4 Vurderinger

I fjordområdet ved utslippet var det visuelt vurdert friske bunnsedimenter. Imidlertid viste sedimentanalysene at det organiske innholdet (TOC) var svært høyt. Dette fører til at sedimentene får

dårlig karakteristikk etter SFTs kriterier for miljøkvalitet. Trolig består mye av det organiske materialet i sedimentene av planterester fra land og av tang- og tarester.

I alle fjorder og indre kystområder er det vanlig å finne forhøyde TOC-verdier og forholdsvis høyt C/N-forhold som følge av tilførslene av plantemateriale fra land. Dette er i stor grad materiale som brytes langsomt ned og som ikke bidrar like sterkt til oksygenforbruk som lett omsettbart organisk stoff (f.eks. planteplankton eller avløpsvann). I realiteten kan derfor sedimentene bli karakterisert som dårligere enn det de egentlig er, siden TOC-verdiene legges til grunn for vurderingene. Generelt kan verdier på 2-4% (20-40 mg/g) betraktes som normale for kystområder på Sørlandet (se Moy et al. 1996). Lokaliteten for utslippet fra Tregde har derfor forholdsvis høyt organisk innhold også i forhold til hva som kan forventes i området.

På begge lokalitetene var det en rik bunnfauna tilstede. Sammensetningen av faunaen, som gir det beste målet på miljøtilstand, viste at tilstanden i hovedbassenget i fjorden (TRG 2) var meget god. I dyprenna nær utslippsstedet (TRG 1) var faunaen preget av organiske tilførsler. På denne lokaliteten indikerte både det organiske innholdet i sedimentet og faunaens sammensetning at området tilføres mye organisk materiale. Trolig bringes det mye materiale med strømmen gjennom Buøysundet som avsettes i dyprenna. På begge steder var det gode oksygenforhold i vannmassene like ned til bunnen (Kap. 2.3).

Områder med naturlig høyt organisk innhold i bunn sedimentene vil lett kunne overbelastes når de tilføres ytterligere materiale med avløpsvann. Lett nedbrytbart partikulært materiale som sedimenterer kan bidra til at det samlede oksygenforbruk i sedimentene blir for høyt med utvikling av hydrogensulfid til følge. Det er også mulig at næringssalter fra utslippet kan bidra til en lokal planteproduksjon som så sedimenterer i området. Det kan derfor ikke utelukkes at det nye utslippet kan ha negativ påvirkning på resipienten mellom Buøy, Hårsøy og Skjernøy. Dyprenna utenfor Buøysundet vil nok være mest utsatt fordi den er nærmest utslippet og har høye naturlige tilførsler.

Begge lokalitetene får dårligere karakteristikk med hensyn på organisk innhold i sedimenter enn for fauna når SFTs kriterier for miljøkvalitet legges til grunn. For stasjon TRG 2 i dypbassenget er karakteristikkene svært forskjellige. Tilsvarende forskjellige karakteristikker har etterhvert blitt observert en rekke steder i kystområder på Sørlandet, f.eks. Narestø og Strengereid (Jacobsen et al. 1996), Homborsund (Jacobsen et al. 1997) og Tromøysund og Galtesund (Oug 1998). Trolig er det innslaget av plantemateriale fra land som fører til de høye verdiene for organisk innhold. I realiteten er nok kvalitetskriteriene med hensyn på TOC mer et uttrykk for mengden av organiske komponenter i miljøet, enn en generell miljøtilstand. Til sammenligning representerer faunaen mer et mål for tilstand. I tillegg til artsmangfoldet, som benyttes i kriteriesystemet, er artssammensetningen og innslag av karakteristiske arter viktige for vurderingen av tilstanden.

De tre andre prøvetakingslokalitetene ved Tregde, som bare ble undersøkt visuelt for sedimenter og fauna, hadde ganske ulike forhold. I Hellersøyfjorden utenfor Farestad (TRG 3) indikerte sedimentene at tilstanden var meget god. Så langt som det er mulig å vurdere bunnfauna visuelt, syntes også denne å være normal. I fjorden mellom Omland og Skjernøy (TRG 4) var derimot forholdene svært dårlige med rått bunn (sulfidholdige sedimenter). Dette fjordområdet er omgitt av grunne terskler. Vannutskiftningen er åpenbart utilstrekkelig til å holde friske forhold i dypområdene.

I Tregdefjorden (St. TRG 5) syntes tilstanden å være mindre god, men det var ikke oksygensvikt. Det var mye bunnfauna i prøvene, men det ble observert arter som fortrinnsvis opptrer under mindre gode forhold. Trolig er dagens tilførsler av organisk materiale til Tregdefjorden på grensen av hva som kan omsettes i fjorden uten at oksygensvikt opptrer.

4. Hardbunnsundersøkelser i strandsonen

4.1 Generelt om undersøkelsesmetoden

Sjøområdet utenfor Tregde er et attraktivt turistområde med store brukerinteresser, og det har vært mye diskusjon rundt plassering av det nye utslippet. Undersøkelser av strandsonen ble tatt med i programmet for å dokumentere tilstanden før omlegging av utslippet, og å danne grunnlag for oppfølgende undersøkelser.

Undersøkelser av fastsittende alger og dyr på hardbunn (fjell og stein) i strandsonen benyttes for å karakterisere miljøtilstanden på grunt vann fordi artssammensetningen avhenger av miljøforholdene. Ved utslipp av avløpsvann tilføres næringssalter som brukes av bl.a. fastsittende alger til vekst og produksjon. En endring i næringssaltkonsentrasjonen vil endre vekstbetingelsene. En svak overkonsentrasjon av næringssalter kan virke gunstig på algesamfunnet og medføre at artsrikheten øker (gjødslingseffekt). Høyere overkonsentrasjoner av næringssalter vil imidlertid gi redusert artsantall, artsutvalget endres og man får dominans av noen få arter. Ofte vil det være små hurtigvoksende grønnalger og enkelte trådformete brunalger ('sly') som øker i mengde og dominans. De flerårige tangartene blir lett overgrodd av de hurtigvoksende algene, og dette kan resultere i at tangen etterhvert forsvinner (Bokn 1978, Mathieson & Penniman 1991, Kautsky 1991, Bokn et al. 1992). Undersøkelser av alger og dyr i strandsonen er ofte brukt i fjord- og kystundersøkelser, og danner grunnlag for videre overvåking i tillegg til at den gir en tilstandsbeskrivelse av fjæra.

Undersøkelsen ble gjennomført etter igangsetting av det nye utslippspunktet, men såpass kort tid etter omleggingen at man ikke forventer større endringer i samfunnsstrukturen ved stasjonene nærmest utslippet.

4.2 Metoder og stasjonsvalg

4.2.1 Feltinnsamling

Organismesamfunnet i strandsonen (0 - 2 meter) ble undersøkt ved å registrere alle makroskopiske alger (større enn 1 mm) og de vanligste makroskopiske dyrene i et belte langs stranden. Metoden innebærer registrering ved fridykking i maksimalt 30 minutter ved hver stasjon. Registreringen er kvalitativ og dels kvantitativ (semi-kvantitativ) ved at artenes forekomst blir angitt etter en subjektiv skala:

- 1 = enkeltfunn (e)
- 2 = spredt (s)
- 3 = vanlig (v)
- 4 = dominerende (d)

Arter som var vanskelig å identifisere i felt ble samlet inn og senere undersøkt i mikroskop. I tillegg til biologisk registrering ble det tatt stillbilder på stasjonene. Utvalgte bilder er presentert i resultatkapitlet.

Feltarbeidet ble gjennomført 18. august 1999. Det var sterk vestlig vind på prøvetakingsdagen som la begrensninger på valg av stasjonslokaliteter og som medførte at en planlagt stasjon i Tregdefjorden måtte utelates pga tidspress.

4.2.2 Tallbehandling

De semi-kvantitative undersøkelsene danner basis for å beregne parametre som karakteriserer organismesamfunnet, bl.a. diversitet, dominans og fordeling mellom ulike algegrupper. Enkelte artsgrupper er slått sammen ved tallbehandling (*Polysiphonia*, *Ceramium*, *Cladophora* etc). Dette fordi mengdeanslagene av alger som ikke identifiseres til art i felt, blir usikre.

Diversitet (H')

For å beregne diversiteten (= mangfold) ble en modifisert Shannon-Wiener indeks (H') brukt (Shannon og Weaver 1963). Indeksen øker med økende antall arter og når individene er jevnt fordelt mellom artene. Lave verdier markerer dårlige forhold mens høye verdier markerer normale til gode forhold. Shannon-Wiener indeks er basert på antall (n), men her er den brukt på mengde. Indeksen er gitt ved formelen:

$$H = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N} \quad \text{hvor } \mathbf{n_i} \text{ er mengdeverdien (forekomstangivelsen) av art } \mathbf{i}, \mathbf{N} \text{ er summen av mengdeverdiene for alle artene og } \mathbf{s} \text{ er antall arter.}$$

Dominansindeks (I).

Denne indeksen er foreslått av Shaw et al. (1983) for å gi et enkelt tall som reflekterer dominansforholdet i et samfunn. Deres definisjon er "I er dominansen av den vanligste arten i prosent av hele prøven." Høye indeksverdier indikerer et samfunn dominert av én eller få arter.

Forholdet mellom antall rød-, brun- og grønnalger

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%±10% : 35%±10% : 15%±5%. Forholdet mellom de tre algeklassene endres med miljøforholdene, både naturlige faktorer (f.eks. ferskvannspåvirkning) og ulike typer forurensninger (primært overgjødning) (Bokn 1978).

4.2.3 Stasjonsvalg

To stasjoner ble plassert i utslippets umiddelbare nærhet: en på sydspissen av Buøy (TS 1), og en stasjon på Mittingen, en liten holme/skjær syd for utslippet (TS 2). En tredje stasjon (TS 3) ble plassert ca. 600 meter sør for utslippet. Det ble også lagt en stasjon til bassenget innenfor utslippet, i et beskyttet område med mye hytter, holmer og skjær (TS 4). Referansestasjonen (TS 5) ble plassert godt utenfor antatt influensområde, på Hellersøy.

Alle stasjonene hadde fast fjell, men hadde noe ulik eksponering mot bølger og helning på fjellet.

Tabell 7. Stasjoner for undersøkelse av hardbunnsorganismer på grunt vann.

Stasjon	Lokalisering	Koordinater		Himmelretning
TS1	Buøy	57.59'90N	7.33.20 Ø	S
TS2	Mittingen	57.59'75N	7.33.25 Ø	S, V
TS3	Rennes	57.59'52N	7.33.05 Ø	S
TS4	Brattholmen	58.00'10N	7.31.60 Ø	S, V
TS5	Hellersøy (referansest.)	57.58'45N	7.33.10 Ø	SV

4.3 Resultater

4.3.1 Artssammensetning

Hovedtrekk ved stasjonene er beskrevet nedenfor, sammen med bilder fra hver av stasjonene. Liste over alle registrerte arter er vist i vedleggstabell C1.

Stasjon TS 1 Buøy

Stasjonen hadde bratt helning, og det vokste kun et smalt belte med tang øverst i fjæresonen (**Figur 5A**). Sagtang (*Fucus serratus*) var mest utbredt, mens blæretang (*F. vesiculosus*) vokste spredt og grisatang (*Ascophyllum nodosum*) vokste som enkeltksemplarer. Tangen var rikt bevoskt med mosdyr (*Electra* sp. og *Membranipora membranacea*), hydroider (*Clava*, *Dynamena* og *Laomedea*), penseldokke (*Polysiphonia brodiaei*) og rekeklo (*Ceramium rubrum*). Fra 0.5 meters dyp dominerte fingertare (*Laminaria digitata*), også denne bevoskt med mye mosdyr. Undervegetasjonen (det som vokser under tang og tare) var dominert av rugl - skorpeformete rødalger (*Corallinaceae*), krusflik (*Chondrus crispus*) og vanlig grønndusk (*Cladophora rupestris*) (**Figur 5B**). Øvre del av strandsonen virket frisk og fin, men på ca. 1 meters dyp var det mye sedimentert materiale og overgrodde tareblad (**Figur 5C**).

Stasjon TS 2 Mittingen

Stasjonen hadde noe slakere helning enn stasjon TS 1, og hadde enkelte grunne avsatter. Som en følge av dette hadde stasjonen et bredere tangbelte av både grisatang, blæretang og sagtang. Rekeklo vokste i tette bestander på tang og tare, sammen med mosdyr og posthornmark (*Spirorbis* sp.) (**Figur 6A, B**). Som for TS1 var det tette bestander av fingertare fra ca. 0,5 m dyp, med en undervegetasjon preget av rugl og vanlig grønndusk. Det ble registrert noe mindre krusflik enn på stasjon TS 1, og stasjonen var preget av noe nedslamming (sedimenterte partikler på vegetasjon og fjell). Fjæreblod (*Hildenbrandia rubra*), en rødalge som danner et rødt belegg på fjell og stein, var vanlig i øvre del av fjæra.

Stasjon TS 3 Rennes

Vegetasjonen ved Rennes skilte seg lite ut fra den foregående stasjonene (**Figur 7A, B**). Det var i hovedsak de samme artene som ble registrert, men grisatang var noe mer vanlig og det ble også registrert spredte eksemplarer av martaum (*Chorda filum*) og sukkertare (*Laminaria saccharina*). Som for TS 2 var stasjonen noe preget av sedimentert materiale.

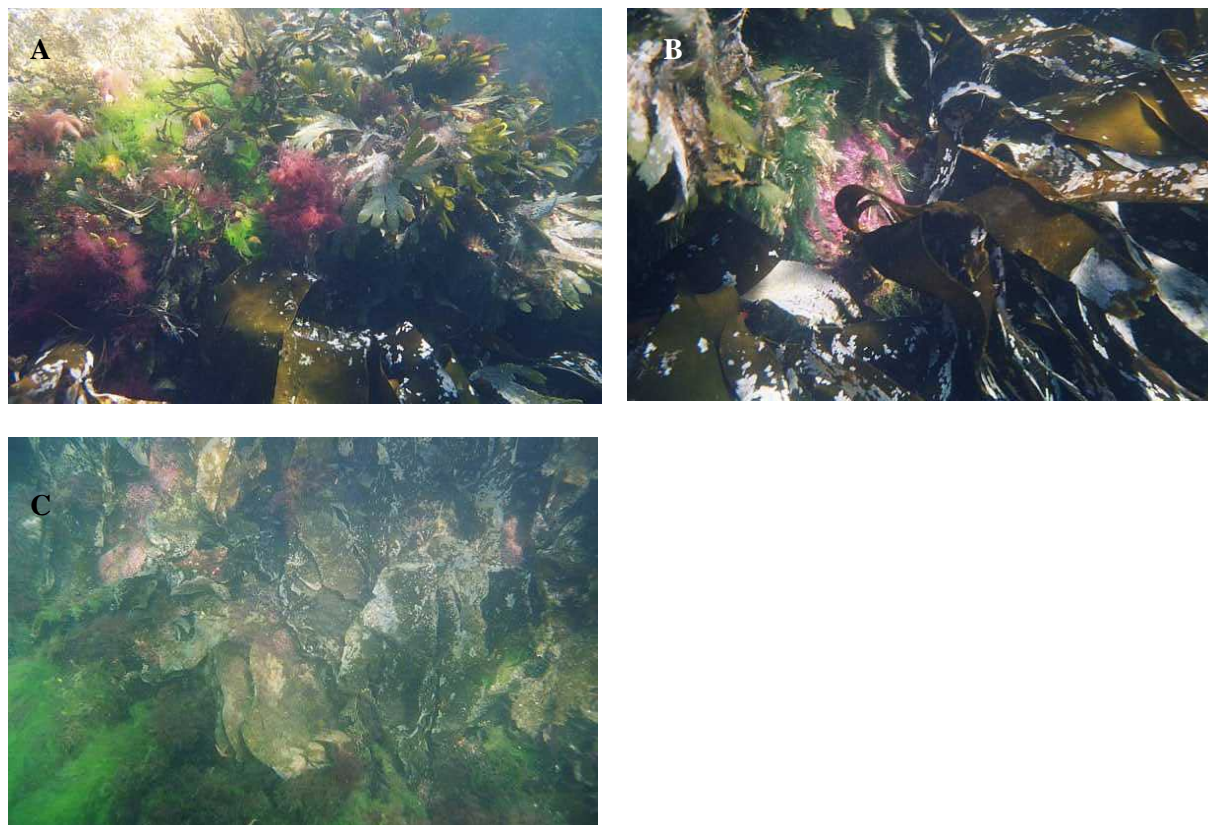
Stasjon TS 4 Brattholmen

Registreringen ble foretatt på vestsiden og sydsiden av holmen som ligger i et indre, beskyttet område. Grisatang dominerte i øvre deler av strandsonen, mens det var spredte forekomster av blæretang innimellom. Saktang og fingertare ble registret fra ca. 0.5 meters dyp (**Figur 8A**). Den sydvendte siden av holmen var stedvis preget av store forekomster av trådformete grønnsalger,

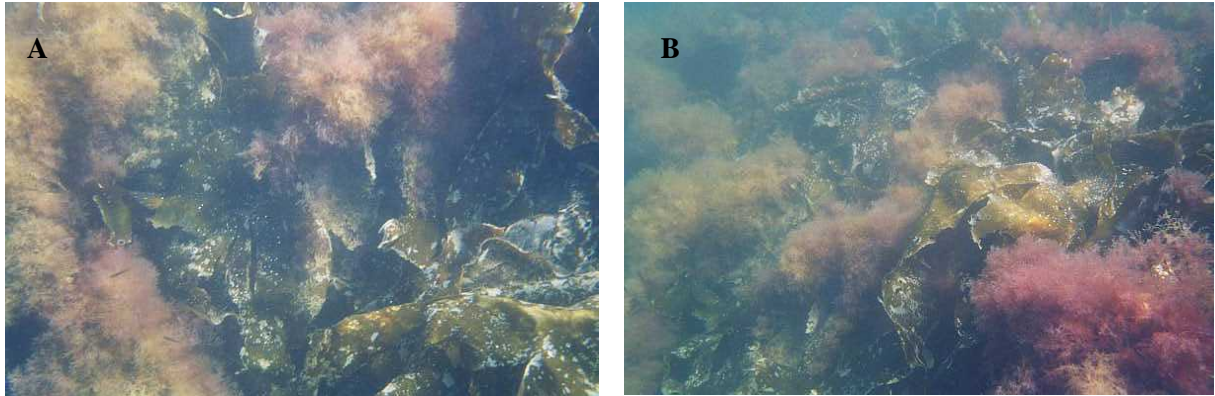
hovedsaklig *Cladophora sp* (**Figur 8B**). Andre små, trådformete alger som ble registrert på stasjonen var rekeklo, rødlo (*Trilliella*), perlesli (*Pilayella littoralis*) og tanglo (*Elachista fucicola*). Skorpeformete rødalger (rugl) dannet større felter på fjell under tangen.

TS 5 Hellersøy (refransestasjon)

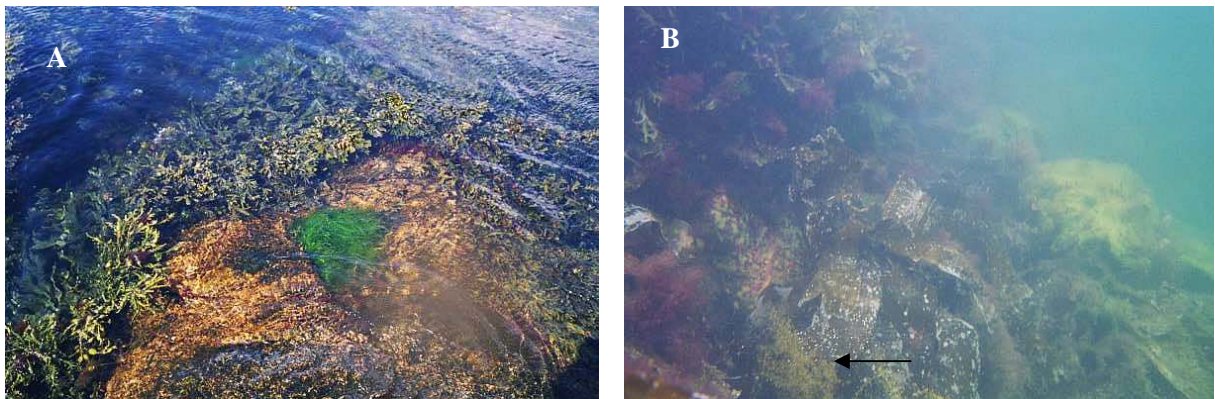
Denne stasjonen var noe mer eksponert enn de øvrige, men er beskyttet mot kraftig bølgeslag av nærliggende øyer og holmer. Stasjonen hadde slak helning, og registreringen ble gjort rundt en liten flat odde på sørvest-siden av øya. I øvre del av strandsonen var penseldokke, vorteflik (*Mastocarpus stellatus*), rur (*Balanus sp.*) og fjæreblood de vanligste artene. Penseldokke er en liten buskformet rødalge som er typisk for ytre områder. Enkelte steder satt purpursnegl tett i tett og beitet på rurbeltet. Nedenfor dette beltet var strandsonen preget av tette bestander av blæretang og sagtang, mens områdene fra ca. 0,5 meters dyp var dominert av tette bestander av fingertare (**Figur 9B**). Det var lite påvekst på taren sammenlignet med de øvrige stasjonene, men rekeklo ble registrert som vanlig også på denne stasjonen. Vanlig undervegetasjon (under tang og tare) var vanlig grønndusk, vorteflik og krasing (*Corallina officinalis*) (**Figur 9A**).



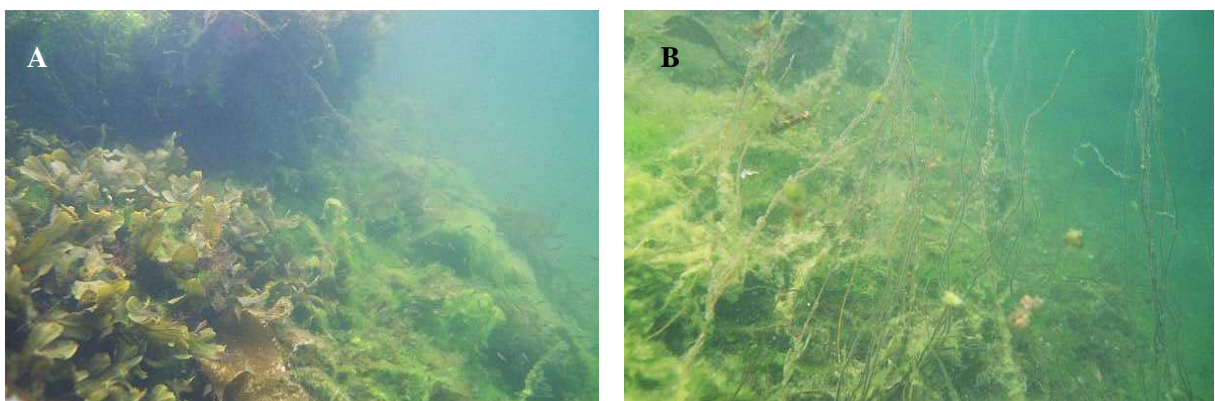
Figur 5. Bilder fra stasjon TS 1 på Buøya. A: Sagtang med påvekst av vanlig rekeklo, havsalat, hydroider og mosdyr. I nedre kant av bildet sees fingertare. B: Fingertare med påvekst av mosdyr. Vanlig grønndusk og rugl i undervegetasjonen. C: Fingertare delvis dekket av mosdyr og sedimentert materiale.



Figur 6. Bilder fra stasjon TS 2 på Mittingen. Begge bildene viser fingertare med påvekst av rekeklo, mosdyr, hydroider og posthornmark.



Figur 7. Bilder fra stasjon TS 3 Rennes. A: Grisetang og blæretang i øvre del av fjæra. Rødt belegg på fjell er rødalgen fjæreblood, og grønnalgen er tarmgrønske. B: Tang og tareblader med påvekst av trådformete rød- og grønnalger, mosdyr og posthornmark. I forkant sees japansk drivtang (se pil).



Figur 8. Bilder fra stasjon TS 4 Brattholmen. A: Sagtang med diverse påvekstalger og tett dekke med trådformete grønnalger. B: Trådformete grønnalger og martaum på ca. 1.5 meters dyp.



Figur 9. Bilder fra stasjon TS 5 på Hellersøy. Referansestasjon. A: Blæretang (øverst), vorteflik (se pil), vanlig grønndusk og fingertare. B: Fingertare med vanlig rekeklo og mosdyr.

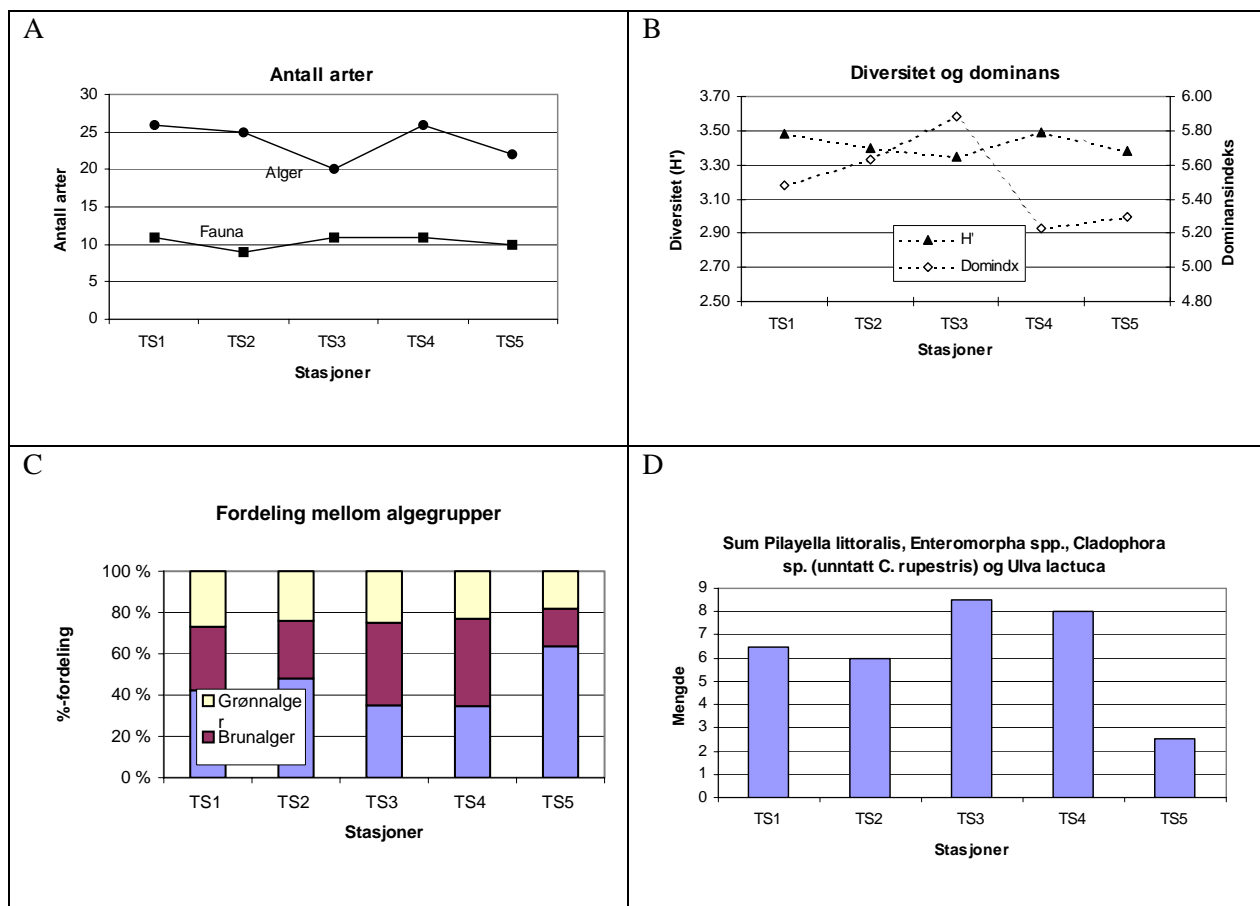
4.3.2 Antall arter, diversitet/dominans og fordeling mellom algegrupper

Ved undersøkelsene ble det tilsammen registrert 57 arter i strandsonen. Av disse var 40 alger og 17 dyr. Antall fastsittende alger på de enkelte stasjonene varierte mellom 19 og 27 arter (**Figur 10A**). Til sammenligning kan det nevnes at i en tidligere undersøkelse av skjærgården utenfor Mandal (juni 1989) ble det registrert 67 arter (46 alger) på tilsammen 5 stasjoner (Oug et al. 1990). Antall fastsittende alger pr stasjon var mellom 24 og 33 arter, som er noe høyere enn for den foreliggende undersøkelsen. Arter som var klart mer vanlig i undersøkelsen fra juni 1989 var blant annet vanlig fjærehinne (*Porphyra umbilicalis*), fiskeløk (*Cystoclonium purpureum*), sjøris (*Ahnfeltia plicata*), hummerblekke (*Phyllophora truncata*), strandtagl (*Chordaria flagelliformis*), brunslie (*Ectocarpus*) og krøllhårsalge (*Chaetomorpha linum*). Flere av disse artene er flerårige. I tillegg ble det registrert flere typiske vår/sommer arter som av sesongmessige årsaker ikke ble registrert i august 1999 (f.eks. *Petalonia fascia*, *Scytosiphon lomentaria*, *Dictyosiphon foeniculaceus*, *Dumontia contorta*). Sammenlignet med andre undersøkelser langs Sørlandskysten, hadde stasjonene ved Tregde et høyt, normalt artsantall.

Alle stasjonene hadde høy, normal diversitet, som indikerer artsrike samfunn med jevn fordeling mellom artene. Dominansindeksen varierte noe fra stasjon til stasjon (**Figur 10 B**), men var lav sammenlignet med påvirkede områder. Stasjonene på Hellersøy (TS5) og Brattholmen (TS4) hadde lavest dominans, mens stasjonene TS 3 og TS 2 hadde relativt høy dominans. Sammenlignet med tilsvarende undersøkelser langs Sørlandskysten, kommer stasjonene ved Tregde godt ut med hensyn på diversitet og dominans (se f.eks. Kroglund et al. 1998, Jacobsen et al. 1997, Jacobsen og Mølvær 1996).

De enkelte stasjonene (med unntak av referansestasjonen) hadde litt høyere andel av grønnalger enn det som er forventet i uforurensete områder. Grønnalgeprosenten regnes som "normal" når den utgjør 10-20% av totalt antall alger, mens stasjonene ved Tregde hadde en grønnalgeprosent på 24-26% (**Figur 10C**). Referansestasjonen hadde en svært høy andel rødalger, og lav andel brunalger.

Mengden av enkelte opportunistiske arter (hurtigvoksende, tråd/bladformet) er vist i **Figur 10D**. Mengden av disse artene var størst ved stasjon TS 3 og TS 4, mens referansestasjonen hadde svært lave mengder.



Figur 10. Antall arter (A), diversitet/dominans (B), fordeling mellom algegruppene (C) og forekomst av hurtigvoksende arter (opportunist) (D) på 5 stasjoner ved Tregde (Mandal) i august 1999.

4.3.3 Vurderinger

Undersøkelsen av strandsamfunnet i august 1999 viste at det var artsrike alge- og dyresamfunn i undersøkelsesområdet. Det ble registrert færre arter enn i en tilsvarende undersøkelse i 1989, men blant annet forskjell i årstid gjør sammenligningsgrunnlaget svært usikkert. Sammenligninger med andre undersøkelser langs Sørlandskysten viser at området kommer godt ut mhp. artsantall, diversitet og dominans.

Ved Brattholmen (TS 4) var det imidlertid enkelte felter med store forekomster av trådformete grønnalger og mye sedimentasjon av partikler. Dette tyder på overkonsentrasjoner av næringssalter i bassenget øst for Skjernøysund. Resultatene viser også at selv om stasjonen ved Brattholmen (TS 4) gjorde et visuelt dårlig inntrykk med mye trådformete grønnalger, ble dette ikke gjenspeilet i indeksene for diversitet og dominans.

Likeledes var det enkelte tegn til næringsanrikning i tarebeltet på stasjonene ved utslippspunktet (TS 1, TS 2, TS 3). Taren hadde mye påvekst, og det ble registrert mye sedimentert materiale på vegetasjon og fjell. Andelen grønnalger var høyere enn antatt "normalt", og det var spredte forekomster med forurensningstolerante arter. Som for stasjon TS 4 ble ikke disse forholdene gjenspeilet i indeksene for diversitet og dominans, som var normale. Stasjonene hadde rikelig med skorpeformete rødalger under tangen, som indikerer at forholdene med mye sedimentasjon og påvekst kan være noe variabel eller av forholdsvis ny karakter.

Referansestasjonen hadde både lite påvekst og lite sedimentert materiale og gav inntrykk av friske, gode forhold. Vegetasjonen var typisk for ytre, litt eksponerte områder, med høy andel rødalger og lav andel brunalger.

Det kan konkluderes med at stasjonene hadde friske forhold i øverste del av strandsonen, men at det var enkelte tegn til næringsanrikning i tarebeltet. Området ved utslippet må karakteriseres for sårbart for økte tilførsler av næringsalter. Ved en eventuell økning i næringssaltmengden i overflaten (f.eks. ved stadig gjennomslag av avløpsvann til overflaten) vil dette raskt kunne gi en økning i mengden hurtigvoksende trådformete alger som kan forringe vekstvilkårene for tang og tare.

5. Bakterieprøver og siktedyp

5.1 Generelt om undersøkelsesmetoden

Målinger av vannets innhold av tarmbakterier gjennomføres i rekreasjonsområder for å sjekke badevannskvaliteten. Metoden kan også benyttes ved utslippspunkter for å påvise en eventuell spredning av avløpsvann til overflaten.

Som indikatorer på tarmbakterier fra kloakkpåvirkning brukes *termotolerante koliforme bakterier* (TKB), og i noen tilfeller *fekale streptococcer*. Den vanligste termotolerante koliforme bakterien er *Escherichia coli*, som forekommer i store mengder i menneskets tarmkanal men som ikke formerer seg i sjøvann og dør raskt. Påvisning av TKB i vann gir derfor indikasjon på fersk fekal forurensning. Med en slik forurensning kan følge sykdomsfremkallende tarmbakterier, virus og parasitter, og forekomst av TKB indikerer dermed en helserisiko (Molvær et al. 1997). Dette er særlig viktig for bading.

Måling av siktedyp er et enkelt mål på mengden partikler i vannet. Jo større siktedypet er, jo mindre partikler er i vannet. Siktedyp benyttes som kriterie både for å klassifisere tilstand og for å klassifisere egnethet for friluftsbad.

5.2 Metoder og stasjonsvalg

Vannprøver for analyse av TKB ble tatt fra overflatevann på to stasjoner ved Tregde. En stasjon ble plassert over utslippspunktet, og en stasjon ble plassert ved nærmeste badeplass, på østsiden av Bjørholmen ved Tregde sentrum. Stasjonsplasseringen er vist i **Figur 1**. Prøvene ble tatt ukentlig gjennom hele sommersesongen (juni – september), etter igangsetting av utslippet. Analysene ble gjennomført av Næringsmiddeltilsynet i Vest-Agder, etter standard metoder (NS 4792).

Siktedyp ble målt med en hvit skive med diameter 25 cm. Skiven senkes ned i vann til den ikke lenger er synlig, og dypet avleses.

Innholdet av bakterier (TKB) og siktedyp ble karakterisert i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997). Systemet opererer med et sett av 5 tilstandsklasser som går fra klasse I (*meget god tilstand*) til klasse V (*meget dårlig tilstand*) (**Tabell 8**). For bakteriemålinger skal 90% av målingene i prøvetakingsperioden ligge under de angitte konsentrasjoner for øvre grenser. De øvrige 10% av målingene skal ligge innenfor den neste tilstandsklassen.

Innhold av bakterier og siktedyp ble også vurdert etter egnethet for bading (Statens Helsetilsyn 1994, Molvær et al. 1997). For at sjøvann skal være godt egnet for bading skal 90 % av bakterietallene være under 100 TKB/100 ml. Badevannet kan også karakteriseres etter mengden fekale streptokokker, siktedyp, pH og turbiditet (**Tabell 9**).

Tabell 8. Klassifisering av tilstand for forekomst av termotolerante koliforme bakterier og siktedyp i overflatelag om sommeren (Molvær et al. 1997).

VANNKVALITET	Tilstandsklasser				
	I Meget god	II God	III Mindre God	IV Dårlig	V Meget dårlig
TKB/100 ml Sommer (juni – august)	<10	10-100	100-300	300-1000	> 1000
Siktedyp, m	> 7,5	7,5 - 6	6-4,5	4,5-2,5	<2,5

Tabell 9. Klassifisering av egnethet for bad og rekreasjon (Molvær et al. 1997).

BADING OG REKREASJON	Egnethetsklasser			
	1 Godt egnet	2 Egnet	3 Mindre egnet	4 Ikke egnet
Tarmbakterier (TKB/100 ml)	< 100	< 100	100-1000	> 1000
Fekale streptococcer (ant. /100 ml)	< 30	< 30	30-300	> 300
Siktedyp (m)	> 5	2-5	< 2	-
Turbiditet, FTU	< 2	< 2	2-5	> 5

5.3 Resultater og vurderinger

Tilstand

Tabellen nedenfor viser siktedyp og bakterietall for perioden 9. juni til 17. november 1999 (**Tabell 10**).

Alle bakteriemålingene ved utslippspunktet var under 10 TKB/100 ml, og tilstanden kan karakteriseres som *meget god* (klasse I). I periodene med liten eller ingen sjiktning av vannmassene (oktober) var det fravær av termotolerante koliforme bakterier. Dette tyder på at avløpsvannet innlagres under overflaten.

Ved badeplassen var det én høy måling (160 TKB/100 ml), mens resten var 10 TKB/100 ml eller lavere. Tilstanden trekkes litt ned av den ene høye målingen, og havner i tilstandsklasse II (*god tilstand*) i SFTs klassifiseringssystem.

Bakterietall lavere enn 10 TKB /100 ml er kun oppgitt som <10 fra Næringsmiddeltilsynet. Ved beregning av gjennomsnitt er disse verdiene gitt verdien 5.

Siktedypet varierte mellom 4,5 m og 11 meter i undersøkelsesperioden. I perioden juni til august var 10 av 11 målinger mellom 5 og 6.5 meter og i tilstandsklasse II/III (*god – mindre god tilstand*) etter SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet. Utover høsten økte siktedypet til ca 10 meter i oktober og november.

Badevannskvalitet

Badevannskvaliteten karakteriseres ut fra bl.a. bakteriemålinger og siktedyp. Klassifiseringen bruker noe andre verdier enn for klassifisering av tilstand.

Målingene ved Tregde viser at vannet var godt egnet som badevann.

Tabell 10. Siktedyp og bakterietall (TKB/100 ml) for to stasjoner ved det nye utslippspunktet ved Tregde: utslippspunkt og Tregdefjorden Badeplass. TKB-verdier merket med < 10 fra Næringsmiddeltilsynet er gitt verdien 5 ved beregning av snittverdi. Klassifisering av tilstand og egnethet ved bading er gjort i hht. Molvær et al. 1997.

Dato	Utslipp						Badeplass		
	Siktedyp			TKB/100 ml			TKB/100 ml		
	m	Tilstand	Egnethet	Antall	Tilstand	Egnethet	Antall	Tilstand	Egnethet
9. juni	5	III	I/II	<10	I	I	160	III	III
16. juni	5	III	I/II	<10	I	I	10	I	I
30. juni	6	II/III	I	<10	I	I	<10	I	I
7. juli	5	III	I/II	<10	I	I	<10	I	I
14. juli	6,5	II	I	<10	I	I	<10	I	I
21. juli	5	III	I/II	<10	I	I	10	I	I
28. juli	11	I	I	<10	I	I	<10	I	I
4. august	7	II	I	<10	I	I	<10	I	I
11. august	6	II/III	I	<10	I	I	<10	I	I
18. august	6,5	II	I	<10	I	I	<10	I	I
1. sept.	5,5	III	I	<10	I	I	<10	I	I
8. sept	7,5	I/II	I	<10	I	I	10	I	I
29. sept.	4,5	III/IV	II	0	I	I	-		
6. okt.	10	I	I	0	I	I	-		
10. nov.	10,5	I	I	0	I	I	-		
17. nov.	10	I	I	0	I	I	-		
Juni – august									
Snitt	6,3	II	I	5	I	I	21,5	II	I
Median	6	II	I	5	I	I	5	I	I

6. Referanser

- Bokn T. 1978. Klasser av fastsittende alger brukt som indikator på eutrofiering i marine vannmasser. NIVA årbok s. 53-59.
- Bokn T., S.N. Murray, F.E. Moy & J.B. Magnusson 1992. Changes in fucoid distributions and abundances in the inner Oslofjord, Norway: 1974-80 versus 1988-90. *Acta Phytogeogr. Suec.* 78, pp. 117-124.
- 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 3622-97. 91 s.
- Jacobsen, T. & J. Molvær 1996. Undersøkelser av flora og fauna i strandsonen ved Østhasselneset og i byfjorden. NIVA-rapport 3500-96.
- Jacobsen, T., E. Oug & J. Magnusson 1996. Vannkvalitet i kystområdene i Arendal 1992-1994. NIVA rapport 3378-96. 100 s.
- Kautsky, H. 1991. Influence of eutrophication on the distribution of phytobenthic plant and animal communities. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 76, 423-432.
- Kroglund, T., E. Dahl & E. Oug 1998. Miljøtilstanden i Risørs kystområder før igangsetting av nytt renseanlegg. NIVA rapport 3908-99.
- Mathieson A.C. & C.A. Penniman 1991. Floristic patterns and numerical classification of New England estuarine and open coast seaweed populations. *Nova Hedwiga* 52 (3-4), 453-485.
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT veiledning 97:03. ISBN 82-7655-367-2.
- Moy, F.E., S. Fredriksen, J. Gjøsæter, S. Hjohlman, T. Jacobsen, T. Johannessen, T.E. Lein, E. Oug & Ø.F. Tvedten 1996. Utredning om benthos-samfunnene på kyststrekningen Fulehuk – Stadt. NIVA rapport 3551-96. 84 s.
- Oug, E. 1998. Vannkvaliteten i kystområdene i Arendal. Bløtbunnsfauna i Tromøysund og Galtesund 1994. NIVA rapport 3829-98. 34s.
- Oug, E., J. Molvær, A. Hindar & N. Green 1990. Resipientundersøkelse i fjordområdet ved Mandal. NIVA-rapport 2398. 86 s.
- Shannon, C. E. & Weaver, W. 1963. *The mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana.
- Rygg, B. 1995. Indikatorarter for miljøtilstand på marin bløtbunn. Klassifisering av 73 arter/taxa. En ny indeks for miljøtilstand, basert på innslag av tolerante og ømfintlige arter på lokaliteten. NIVA rapport 3347-95. 68s.
- Shaw, K.M., P.J.D. Lamshead & H.M. Platt 1983. Detection of pollution-induced disturbance in marine benthic assemblages with special reference to nematodes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 11, 195-202.
- Statens Helsetilsyn 1994. Vannkvalitetsnormer for friluftsbad. Vedlegg til Rundskriv IK-21/94. 8s.

Vedlegg A. Hydrografi

Vedleggstabell A1. Siktedyp og bakterietall

Ukenr.	Dato	Siktedyp, m	Dato	TKB/100 ml Utslipp	TKB/100 ml Bade plass
23	09.06.99	5	10.06.99	<10	160
24	16.06.99	5	17.06.99	<10	10
25	23.06.99	6	-	-	-
26	30.06.99	6	01.07.99	<10	<10
27	07.07.99	5	08.07.99	<10	<10
28	14.07.99	6,5	15.07.99	<10	<10
29	21.07.99	5	22.07.99	<10	10
30	28.07.99	11	29.07.99	<10	<10
31	04.08.99	7	05.08.99	<10	<10
32	11.08.99	6	12.08.99	<10	<10
33	18.08.99	6,5	18.08.99	<10	<10
34	25.08.99		25.08.99	-	-
35	01.09.99	5,5	01.09.99	<10	<10
36	08.09.99	7,5	09.09.99	<10	10
39	29.09.99	4,5	30.09.99	0	-
40	06.10.99	10	07.10.99	0	-
41	15.10.99	10,5	-	-	-
42	20.10.99	6,5	-	-	-
45	10.11.99	10,5	11.11.99	0	-
46	17.11.99	10	18.11.99	0	-

Vedlegg B. Bløtbunn

Vedleggstabell B1. Stasjoner og prøvetaking av bunnfauna og sedimenter ved Tregde 20. mai 1999. Koordinater er i hht til WGS84. Fyllningsgrad i grabben er også gitt.

St.	Lokalitet	Dyp (m)	koordinater		Fyllingsgrad (%)
TRG 1	Store Gressholmen	50	57° 59.87' N	7° 33.31' Ø	60-80
TRG 2	Hårsøy	50	57° 59.73' N	7° 33.30' Ø	100 (alle)
TRG 3	Hellersøyfjorden	68	57° 59.08' N	7° 32.96' Ø	100 (alle)
TRG 4	Omland	35	58° 00.26' N	7° 31.92' Ø	100 (alle)
TRG 5	Tregdefjorden	44	58° 00.26' N	7° 34.01' Ø	100 (alle)

Vedleggsfigur 1. Kart over fjordområdet utenfor Tregde med prøvetakingsstasjoner for bløtbunnsfauna og hydrografi markert. Utskrift fra elektronisk sjøkart med GPS-posisjonering.

Vedleggstabell B2. Fullstendige artslister for bunnfaunaprøver ved Tregde 20. mai 1999. Alle individtall er pr. 0,1m².

		TRG 1		TRG 2	
		Prøve 1	Prøve 2	Prøve 1	Prøve 2
ANTHOZOA	Cnidaria indet	2		1	1
	Cerianthus lloydi Gosse			1	
	Edwardsia sp	2			
NEMERTINEA	Nemertinea indet	34	41	36	26
NEMATODA	Nematoda indet		4	2	3
POLYCHAETA	Harmothoe sp	3	1		
	Pholoe baltica Oersted, 1843	11	3	11	3
	Eteone cf. longa (Fabricius 1780)	2	3		
	Eumida bahusiensis Bergstroem 1914		5		
	Eumida ockelmanni Eibye-Jacobsen, 1987	1			
	Phyllodoce maculata (Linne 1767)	1			
	Nereimyra punctata (O.F.Mueller 1788)	2			
	Ophiodromus flexuosus (Delle Chiaje 1822)	4	4	2	
	Sphaerosyllis sp			1	
	Typosyllis cf. variegata (Grube, 1860)			3	2
	Typosyllis sp	1			
	Sphaerodorum gracilis (Rathke 1843)			2	3
	Glycera alba (O.F.Mueller 1776)	22	30	1	1
	Glycera rouxii Audouin & Milne Edwards 1833			3	2
	Goniada maculata Oersted 1843			4	1
	Goniada norvegica Oersted 1844	1			
	Abyssoninoe hibernica (McIntosh, 1903)				1
	Parougia eliasoni (Oug, 1978)	1			
	Scoloplos armiger (O.F.Mueller 1776)			2	
	Apistobranchus tullbergi (Theel 1879)			1	
	Levinsenia gracilis (Tauber 1879)			5	3
	Paradoneis lyra (Southern 1914)		1		
	Prionospio cirrifera Wiren 1883	1		2	1
	Prionospio fallax Soederstroem 1920	57	28	104	69
	Pseudopolydora paucibranchiata Czerniaavsky	2	5	1	2
	Spiophanes kroeyeri Grube 1860			1	
	Magelona sp			1	
	Aphelochaeta mcintoshi (Southern, 1914)	1			
	Aphelochaeta sp			3	
	Chaetozone setosa Malmgren 1867	199	726	3	2
	Macrochaeta clavicornis (Sars 1835)	1			2
	Tharyx cf. killariensis (Southern, 1914)	3	2		
	Tharyx sp				3
	Cossura longocirrata Webster & Benedict 1887	11	2		
	Brada villosa (Rathke 1843)			11	18
	Diplocirrus glaucus (Malmgren 1867)	9	5	101	48
Polyphysia crassa (Oersted 1843)	18	14	33	42	
Scalibregma inflatum Rathke 1843	2		3	4	
Ophelina acuminata Oersted 1843		1			
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)		3			
Mediomastus fragilis Rasmussen 1973	245	165	6		
Rhodine gracilior Tauber 1879				1	
Myriochele oculata Zaks 1922	1	15	1		
Pectinaria auricoma (O.F.Mueller 1776)			1		
Pectinaria koreni Malmgren 1865	1	1			
Ampharete sp			2	4	
Amphicteis gunneri (M.Sars 1835)				1	
Mugga wahrbergi Eliason 1955	2		6	3	
Amaeana trilobata (M.Sars 1863)				1	
Polycirrus sp	1		1	2	
Terebellides stroemi M.Sars 1835			2		
Trichobranchus roseus (Malm 1874)			1		
Jasmineira caudata Langerhans 1880	5	2	3	2	

Vedleggstabell B2 fortsatt.

OLIGOCHAETA	Oligochaeta indet			1	3
	Tubificoides benedii (Udekem, 1855)	157	120		
PROSOBRANCHIA	Alvania abyssicola (Forbes)		1		
	Lunatia alderi (Forbes)	3		1	1
	Nassarius reticulatus (L.)	2			
OPISTHOBANCHIA	Nudibranchia indet	1		1	
	Acteon tornatilis (Linne)	1			
	Diaphana minuta (Brown 1827)				1
CAUDOFOVEATA	Caudofoveata indet			1	3
BIVALVIA	Nucula hanleyi Winckworth		1		
	Nuculoma tenuis (Montagu)	1	3	1	
	Myrtea spinifera (Montagu)				2
	Thyasira flexuosa (Montagu 1803)	15	23	17	50
	Thyasira pygmaea (Verrill & Bush)	3			
	Thyasira sarsi (Philippi 1845)	16	28		
	Thyasira sp	3			
	Montacuta ferruginosa (Montagu 1803)			1	
	Montacuta tenella Loven				1
	Mysella bidentata (Montagu 1803)	11	3	11	9
	Parvicardium ovale (Sowerby)			1	
	Cultellus pellucidus (Pennant)	1			
	Abra nitida (Mueller 1789)	49	100	7	8
	Corbula gibba (Olivi 1792)	2	1	8	3
	Thracia sp			1	
PYCNOGONIDA	Anoplodactylus petiolatus			2	
	Pycnogonida indet	1			
OSTRACODA	Asterope mariae (Baird)		1		
CUMACEA	Leucon nasica (Kroeyer)	10	13	1	2
	Diastylis lucifera (Kroeyer)	1	1		
	Diastylis rostrata Sars	1	7		
ISOPODA	Idothea sp	1			
AMPHIPODA	Amphipoda indet	1			
	Tryphosites longipes (Bate & Westwood 1861)				1
	Ampelisca tenuicornis Lilljeborg			2	1
	Westwoodilla caecula (Sp.Bate)	1	1	2	
	Dexamine thea Boeck		1		
	Phtisica marina Slabber	1			
SIPUNCULIDA	Golfingia cf. minuta (Keferstein)	1			
	Golfingia sp			1	
ECHIUROIDEA	Echiurus sp	1			
PRIAPULIDA	Priapulus caudatus Lamarck 1816			3	
ASTEROIDEA	Asterias muelleri Sars	2			
OPHIUROIDEA	Ophiuroidea indet	4	1	6	1
	Amphipholis squamata (Delle Chiaje)	1	2		3
	Amphiura chiajei Forbes	1		5	1
	Amphiura filiformis (O.F.Mueller)			71	11
	Amphilepis norvegica Ljungman			2	
ECHINOIDEA	Brissopsis lyrifera (Forbes)				1
	Echinocardium cordatum (Pennant)			5	
	Echinocardium flavescens (O.F.Mueller)	5	1	1	
HOLOTHUROIDEA	Labidoplax buski (McIntosh)			40	4
PISCES	Pisces indet				1

Vedlegg C. Strandsone

Vedleggstabell C1. Fullstendig artsliste fra hardbunnsundersøkelser i strandsonen ved Tregde 18. august 1999. Tegnforklaringer: 4 = dominerende, 3 = vanlig, 2 = spredt, 1 = enkeltfunn, 0,5 = arten er kun identifisert i mikroskop.

Stasjonsnavn	Buøy	Mittingen	Rennes	Bratthlm	Hellersøy
STASJONSNR	TS 1	TS 2	TS 3	TS 4	TS 5
Rødalger					
<i>Ahnfeltia plicata</i>		1			1
<i>Audouiniella</i> sp.				0.5	
<i>Bonnemaisonia hamifera</i> : sporp. (= <i>Trailliella intricata</i>)		1	2	3	
<i>Ceramium nodulosum</i>	2.5	3.5	3	2	3
<i>Ceramium</i> sp.	0.5				3
<i>Chondrus crispus</i>	3.5	2.5	2.5	2	2
<i>Corallina officinalis</i>	1	1	2	2	3
<i>Cruoria pellita</i>	1				2
<i>Cystoclonium purpureum</i>		1			2
<i>Hildenbrandia rubra</i>	3	4	4	4	4
<i>Mastocarpus stellata</i>	0.5				3
<i>Palmaria palmata</i>	1				2
<i>Phyllophora</i> sp.		0.5			
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	4	4	4	4	4
<i>Polysiphonia brodiaei</i>	3				3
<i>Polysiphonia elongata</i>	1				
<i>Polysiphonia fibrillosa</i> (= <i>P. violacea</i>)	0.5				
<i>Polysiphonia harveyi</i>	0.5				
<i>Polysiphonia stricta</i> (= <i>P. urceolata</i>)		1	0.5	0.5	1
<i>Porphyra purpurea</i>				0.5	2
<i>Porphyra</i> sp.					0.5
<i>Porphyra umbilicalis</i>		1			2
<i>Rhodomela confervoides</i>		2			
Brunalger					
<i>Ascophyllum nodosum</i>	1	2.5	2	4	
<i>Chorda filum</i>	1		2	2	
<i>Chordaria flagelliformis</i>	1			1.5	
<i>Cladostephus spongiosus</i>	1			0.5	
<i>Elachista fucicola</i>		1		2	
<i>Fucus juvenile småplanter</i>				2	
<i>Fucus serratus</i>	2.5	4	35	3	4
<i>Fucus vesiculosus</i>	2	3	2	2	3
<i>Halidrys siliquosa</i>		2			
<i>Laminaria digitata</i>	4	4	4	4	4
<i>Laminaria saccharina</i>		1	2	2	2
<i>Pilayella littoralis</i>			2	2	
<i>Sargassum muticum</i>	2		2		

Vedleggstabell C1. Fortsatt

Stasjonsnavn	Buøy	Mittingen	Rennes	Bratthlm	Hellersøy
STASJONSNR	TS 1	TS 2	TS 3	TS 4	TS 5
Grønnalger					
<i>Chaetomorpha melagonium</i>	1	1			1
<i>Cladophora albida</i>	0.5	0.5			0.5
<i>Cladophora rupestris</i>	3.5	3	3	3	2.5
<i>Cladophora</i> sp.	2	2	2	2.5	0.5
<i>Codium fragile</i>	1	1		1	
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	2	2	2	2.5	
<i>Rhizoclonium</i> sp.	0.5		0.5	0.5	
<i>Ulva lactuca</i>	2	2	2	0.5	2
Fauna					
<i>Actinia</i> sp.	1		1		
<i>Asterias rubens</i>	3	2	2	2	
<i>Balanus</i> sp.	3	2		2	3
<i>Ciona intestinalis</i>			1		
<i>Clava</i> sp.	2		1.5	2	
<i>Dynamena pumila</i>	2	2	2	2	2
<i>Electra pilosa</i>	3	3	2	2	2
<i>Halichondria panicea</i>	2	2	2.5	2	2
<i>Isopoda</i> indet.					1
<i>Laomedea</i> sp.	2		2		
<i>Littorina littorea</i>				1.5	
<i>Littorina obtusata</i>					1
<i>Littorina saxatilis</i>		0.5			
<i>Membranipora membranacea</i>	3	3	3	3	2
<i>Metridium senile</i>			1	2	3
<i>Mytilus edulis</i>	2	2		2.5	
<i>Nucella lapillus</i>					3.5
<i>Rissoidae</i> indet.					2
<i>Spirorbis</i> sp.	2.5	3	3	2	
Antall taxa	40	35	31	37	35
Sum antall alger	29	26	20	26	25
Antall dyr	11	9	11	11	10
Sum forekomst	75	71	68	77	79
%-andel rødalger	45	46	35	35	64
%-andel brunalger	28	27	40	42	16
%-andel grønnalger	28	27	25	23	20