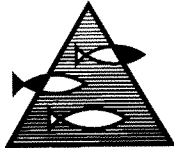


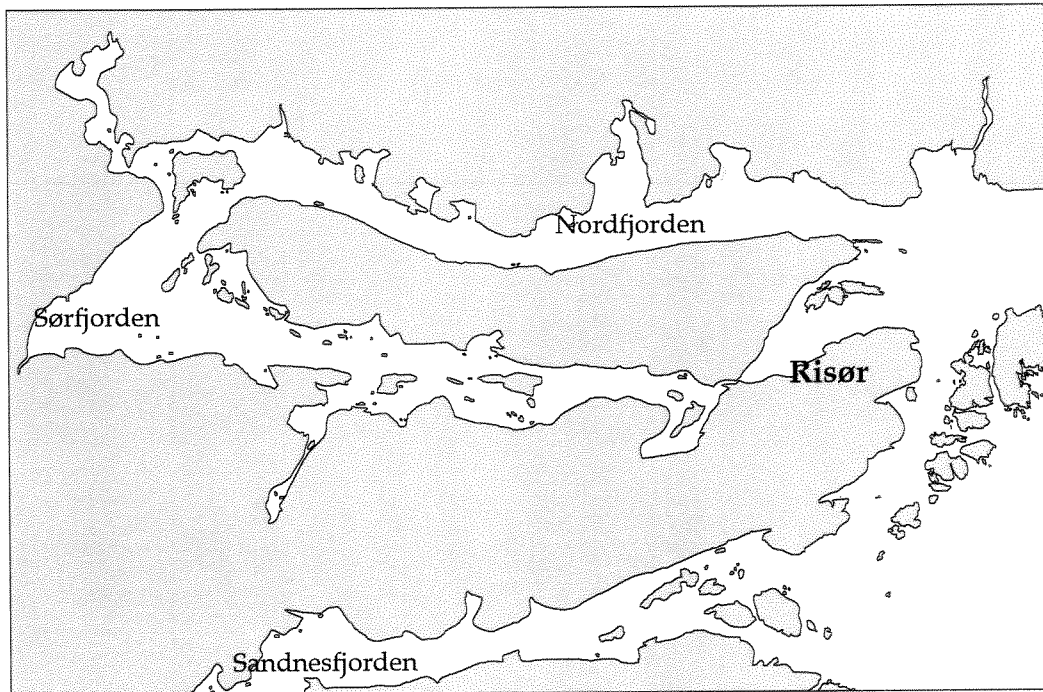
RAPPORT LNR 3908-98

Miljøtilstanden i Risørs kystområder før igang- setting av nytt rense- anlegg.

Oksygenforhold, hardbunns-
organismer og bløtbunnsfauna



Havforskningsinstituttet
Forskningsstasjonen
Flødevigen



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 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

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

Tittel Miljøtilstanden i Risørs kystområder før igangsetting av nytt rensanlegg. Oksygenforhold, hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna	Løpenr. (for bestilling) 3908-98	Dato Desember, 1998
	Prosjektnr. Undernr. O-95123 4	Sider Pris 58
Forfatter(e) Tone Kroglund Einar Dahl (HFF) Eivind Oug	Fagområde Marin eutrofi	Distribusjon
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Risør kommune	Oppdragsreferanse
-----------------------------------	-------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Undersøkelser av oksygeninnhold i vannmassene (5 stasjoner), hardbunnsorganismer i strandsonen (12 stasjoner) og bløtbunnsfauna i dypbassengene (4 stasjoner) ble gjennomført i kystområdene rundt Risør i 1996 og 1997 for å kartlegge dagens tilstand. De undersøkte områdene omfattet Flisvika, ytre del av Sandnesfjorden, Nordfjorden og Sørfjorden. Undersøkelsene viste at tilstanden i ytre del av <u>Sandnesfjorden</u> var god, både i dypvannet og på grunt vann. I <u>Flisvika</u> var laveste målte oksygenkonsentrasjon i tilstandsklasse IV (<i>dårlig</i>), sedimentene var noe organisk anrikt, mens tilstanden for bløtbunnsfaunaen var fortsatt god. Strandsonen hadde en rik og upåvirket vegetasjon. På 80 meters dyp i <u>Nordfjorden</u> var oksygenforholdene gode, men sedimentene hadde høyt organisk innhold og det var en noe artsfattig bløtbunnsfauna. I <u>Røedsfjorden</u> var oksygenforholdene gode ned til 20 meter, men i bunnvannet var oksygeninnholdet i <i>meget dårlig tilstand</i>. Ved en måling var det H₂S på 75 meter. Bunnfauna og sedimenter på 31 meter indikerte <i>meget god tilstand</i>, men trolig er det perioder med dårlige oksygenforhold og stor avsetning av organisk materiale. Strandsonen i Sørfjorden var preget av stor begroing av forurensningstolerante arter som indikerer at området er overgjødlet av næringssalter.</p>

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hydrografi 2. Hardbunn (strandsonen) 3. Bløtbunnsfauna 4. Miljøtilstand 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hydrography 2. Littoral zone 3. Soft bottom fauna 4. Quality status
--	--



Tone Kroglund
Prosjektleder

ISBN 82-577-3496-9



Bjørn Braaten
Forskningsjef

Miljøtilstanden i Risørs kystområder før igangsetting av nytt renseanlegg

Oksygenforhold, hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna

Forord

Fylkesmannen i Aust-Agder har oppfordret kommunene til å etablere overvåkingsprogrammer for sine vannforekomster i forbindelse med nye utslippstillatelser.

NIVA og HFF (Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen) har i den forbindelse utarbeidet et felles, marint overvåkingsprogram for kystområdene i Tvedestrand, Risør, Lillesand og Grimstad. Tilsvarende overvåkingsprogram er utarbeidet for kystnære småvassdrag.

Overvåkingsprogrammet ble diskutert i møter med kommunene og Fylkesmannens miljøvernavdeling 18-20. januar 1995, og endelig programforslag forelå 25. mars 1995.

Foreliggende rapport omhandler resultater fra Risør. Tilsvarende rapport er allerede utarbeidet for Grimstad og Tvedestrand, og er under opparbeiding for Lillesand.

Kontaktperson i kommunen har vært miljøvernleder Arild Omberg. Vi takker for samarbeidet.

Følgende personer har hatt hovedansvar for undersøkelsen:

- Tone Kroglund Prosjektleder. Planlegging og gjennomføring av hardbunnsundersøkelse i strandsonen. Sammenstilling av rapport.
- Einar Dahl (HFF) Ansvarlig for hydrografiprogrammet og rapportering av denne.
- Eivind Oug Ansvarlig for gjennomføring og rapportering av bløtbunnsundersøkelsen

I tillegg har Jarle Håvardstun og Mette C. Lie (NIVA) deltatt i innsamlingen av bløtbunnsfauna. Ved prøvetakingen ble fartøyet til forskningsstasjonen Flødevigen F/F 'G.M. Dannevig' benyttet. Jarle Håvardstun har også sortert bunnfaunaprøvene og assistert ved innsamling av strandsonedata.

Ved Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen har Terje Jåvold, Lena Omli og Anita Reisvaag utført det aller meste av det hydrografiske innsamlings- og analysearbeidet. Mannskapet på G.M. Dannevig har vært til stor hjelp under deler av feltarbeidet.

Prøvetakingen ble gjennomført i henhold til programforslaget 'Forslag til marine undersøkelser i kystkommunene i Aust-Agder 1995-1998' og senere justert i henhold til ønsker fra Risør kommune (brev av 26.1.96).

Takk til alle for god innsats

Grimstad, desember 1998

Tone Kroglund

Innhold

Sammendrag.....	5
1. INNLEDNING.....	7
1.1 OMRÅDEBESKRIVELSE OG UTSLIPPSSITUASJON.....	7
1.1.1 Områdebeskrivelse.....	7
1.1.2 Tilførsler av næringsalter.....	7
1.1.3 Fremtidige utslipp.....	8
1.2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER OG MILJØFORHOLD.....	8
1.2.1 Tidligere undersøkelser.....	8
1.2.2 Tilstand.....	9
1.3 FORMÅL.....	10
2. OKSYGEN.....	12
2.1 BAKGRUNN.....	12
2.2 MATERIALE OG METODER.....	13
2.2.1 Feltinnsamling og analyser.....	13
2.2.2 Beregning av oksygenforbruk.....	13
2.2.3 Vurdering av tilstand.....	13
2.3 RESULTATER OG DISKUSJON.....	14
2.3.1 Dagens tilstand.....	14
2.3.2 Vurderinger.....	15
3. STRANDSONEUNDERSØKELSE.....	20
3.1 GENERELT OM EFFEKTER PÅ STRANDSONEN.....	20
3.2 METODER OG STASJONSVALG.....	20
3.2.1 Feltinnsamling.....	20
3.2.2 Fotodokumentasjon.....	20
3.2.3 Tallbehandling.....	21
3.2.4 Stasjonsvalg.....	21
3.3 RESULTATER.....	22
3.3.1 Artssammensetning.....	22
3.3.2 Artsantall, diversitet og fordeling mellom algegruppene.....	24
3.3.3 Sammenligning med tidligere undersøkelser i Sørfjorden.....	27
3.3.4 Vurderinger.....	30
4. BLØTBUNN.....	32
4.1 BAKGRUNN.....	32
4.2 STASJONSVALG OG METODIKK.....	32
4.2.1 Valg av prøvetakingslokaliteter.....	32
4.2.2 Prøvetaking.....	33
4.2.3 Analysemetoder.....	33
4.2.4 Tallbehandling.....	33
4.3 RESULTATER.....	34
4.3.1 Prøvetaking.....	34
4.3.2 Bunnsedimenter.....	34
4.3.3 Bunnfauna.....	36
4.3.4 Sammenligning med tidligere prøvetaking.....	38
4.4 VURDERING AV RESULTATENE.....	38
5. REFERANSER.....	41
Vedlegg A. Hydrografi.....	44
Vedlegg B. Strandsone.....	48
Vedlegg C. Bløtbunn.....	56

Sammendrag

Den foreliggende undersøkelsen ble gjennomført for å kartlegge dagens tilstand i sjøområdene i Risør kommune. Undersøkelsene ble gjort før igangsetting av renseanlegg i Flisvika, og skal danne referansegrunnlag for eventuelle, framtidige undersøkelser.

Hydrografiske målinger (temperatur, saltholdighet og oksygen) ble gjennomført på tilsammen 5 stasjoner i Østerfjorden, Røedsfjorden, Flisvika og ytre Sandnesfjorden (Såta) høsten 1996. Hovedvekt ble lagt på oksygeninnhold, som ofte er den begrensende faktoren for dyrelivet i bunnområdene. I de samme områdene (unntatt Østerfjorden) ble det tatt prøver av bunnsediment og bløtbunnsfauna på fire stasjoner for å kartlegge mengde organisk innhold og beskrive artsmangfold i dypbassengene. For å kartlegge tilstanden og eventuelle effekter av utslipp på grunt vann, ble hardbunnsorganismer i strandsonen (0-2 meter dyp) undersøkt. Tilsammen tolv stasjoner i Sørfjorden, ytre del av Sandnesfjorden og i Flisvika ble undersøkt sommeren 1996 og 1997.

Ytre Sandnesfjorden

Resultatene fra de hydrografiske målingene viste at det var gode oksygenforhold ved Såta (over 4.5 ml O₂/l i dypvannet). Det tyder på at bunnvannet fornyes hyppig. I henhold til SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær m.fl. 1997) var tilstanden *meget god*, og ikke begrensende for dyrelivet.

Den gode tilstanden i bunnområdet ble bekreftet av en artsrik og normalt individrik bunnfauna (tilstandsklasse *god*). Faunaen var imidlertid dominert av forurensningstolerante arter som kan indikere i største dypet på 62 meter en svak organisk anrikning. Sedimentanalysene viste at stasjonen hadde forhøyde verdier for organisk innhold (TOC) og C/N-forhold (tilstandsklasse *mindre god*). Det organiske innholdet i sedimentene var preget av tilførsler av plantemateriale fra land, og ikke tilførsler fra avløpsvann eller lokal planteplanktonproduksjon. Den organiske belastningen på sedimentene var ikke spesielt stor sammenlignet med andre indre kystområder på Sørlandet hvor det også er målt forhøyde verdier av organisk innhold, men ikke effekter på bløtbunnsfaunaen.

Strandsonen i ytre del av Sandnesfjorden var rik og variert, og preget av arter som vokser på bølgeekponerte steder. Artsantall, diversitet og dominans viste normale forhold, og det var en klar overvekt av forurensningsømfintlige arter. På en bølgebeskyttet stasjon på Furuøy ble det registrert flere forurensningstolerante arter (hurtigvoksende alger), men det var ikke andre forhold som indikerte redusert tilstand ved denne stasjonen. Det kan konkluderes med at tilstanden i området er god, og at det ikke var påviselige effekter av utslippene i strandsonen.

Flisvika

Stasjonen ved Flisvika har dyp terskel og dermed forventes hyppig utskiftning av dypvannet. Det ble målt gode oksygenforhold ned til 60 meter i hele prøvetaksingsperioden, men aller dypest (75 m) var det kraftig nedsatt oksygenkonsentrasjon (tilstandsklasse *dårlig*) ved en anledning. Det kan ikke utelukkes at utslipp fra avløpsvann kan bidra til et stort oksygenforbruk nær bunnen ved Flisvika.

Bløtbunnsfaunaen i største dypet på 82 meter viste allikevel god tilstand i Flisvika. Bunnfaunaen var artsrik og normalt individrik (tilstandsklasse *meget god – god*). Stasjonen var imidlertid dominert av forurensningstolerante arter som kan indikere en svak organisk anrikning. Sedimentene inneholdt mye treflis, og hadde forhøyde verdier for organisk innhold (TOC) og C/N-forhold. Dette fører til at sedimentene klassifiseres i tilstandsklasse IV (*dårlig tilstand*). Resultatene indikerer at det organiske innholdet i sedimentene er preget av tilførsler av plantemateriale fra land, og ikke tilførsler fra

avløpsvann eller lokal planteplanktonproduksjon. Resultatet kan sammenlignes med ytre Sandnesfjorden. Resultatene tyder på at de periodevis reduserte oksygenforholdene og noe organisk anrikede sedimenter ikke har hatt større effekt på bløtbunnsfaunaen.

Strandsonen i området rundt Flisvika hadde også mange likhetstrekk med ytre Sandnesfjorden. Vegetasjonen var artsrik og variert, og preget av arter som vokser på bølgeeksponerte steder. Artsantall, diversitet og dominans viste normale forhold, og det var en klar overvekt av forurensningsømfintlige arter. Som for ytre Sandnesfjorden var tilstanden i området god, og at det ikke var påviselige effekter av utslippene i strandsonen.

Nordfjorden og Østerfjorden

Ved Trulsvik var oksygeninnholdet 3-4 ml O₂/l i 80 m dyp (tilstandsklasse *god*), mens i dypbassenget i Østerfjorden (175m) var innholdet nede i 1.66 ml O₂/l (tilstand *dårlig*). I tidligere undersøkelser er oksygeninnholdet i dypet både ved Trulsvik og i Østerfjorden periodevis målt ned i under 1 ml O₂/l, som tilsvarer tilstandsklasse *meget dårlig*. Mange bunndyr klarer seg ved oksygenkonsentrasjoner ned til i underkant av 1 ml/l.

Bunnsfaunaen ved Tjenndalsstranda (80 m) var noe artsfattig, og stasjonen faller i klasse III (*mindre god*). Tatt i betraktning at faunaprøvene ble tatt forholdsvis dypt og godt under fjordens terskeldyp, må tilstanden karakteriseres som tilfredsstillende. Faunaen besto dessuten av mange gravende og sedimentbearbeidende arter som ved sin aktivitet bidrar til å holde sedimentene friske. Sedimentet hadde høyt organisk innhold (tilstandsklasse V- *meget dårlig*). Sedimentene var allikevel friske, noe som indikerer at det har vært gode oksygenforhold i en lengre periode forut for prøvetakingen. Like høyt organisk innhold er funnet i ytre Tvedestrandsfjorden, Skallefjorden (Lillesand) og Strengereid og Kilsund (Arendal). Dette er områder som er særlig utsatt for tilførsler eller som har terskler og nedsatt oksygeninnhold i fjordvannet.

Sørfjorden

På 75 meters dyp ved Røed var det i hele undersøkelsesperioden lave oksygenverdier (< 1 ml O₂/l), og ved en anledning var det hydrogenulfid i bunnvannet. Dette tilsvarer tilstandsklasse V (*meget dårlig tilstand*). Sammenligninger med tidligere undersøkelser tyder ikke på større endringer i oksygenforholdene i Sørfjorden fra 1980-tallet. Ved 30 meters dyp var oksygeninnholdet 2.5 -3 ml O₂/l.

Bløtbunnsfaunaen på 31 meters dyp ved Røed var mer artsrik og hadde høyere artsmangfold (tilstandsklasse *meget god*) enn forventet på en lokalitet isolert fra åpne kystfarvann. Sedimentene var forholdsvis grove og hadde lavt organisk innhold (tilstandsklasse *meget god*). Dette skyldes trolig strøm eller andre forhold som hindrer opphopning av organisk materiale. Stasjonen var likevel dominert av arter som preger organisk anrikede sedimenter. Resultatene tyder på at det også på 30 meters dyp inntreffer perioder med dårlige oksygenforhold eller betydelig avsetning av organisk materiale på lokaliteten, og at forholdene ikke er stabile.

I strandsonen hadde alle undersøkte lokaliteter mange ettårige, trådformet og hurtigvoksende brun- og grønnalger som dekket både tang og fjell. Mange av artene var forurensningstolerante og indikerer overkonsentrasjoner av næringssalter (overgjødning). Sammenlignet med andre fjordområder hadde stasjonene i Sørfjorden stort sett lav diversitet. Artssammensetningen hadde stor likhet med næringssaltbelastede stasjoner i indre Tvedestrandsfjord og Tromøysund. Resultatene kan tyde på at det har vært en økning i antall hurtigvoksende arter på enkelte stasjoner siden forrige undersøkelse i 1971. Resultatene viser at overflatelaget i Sørfjorden er svært sårbar for økte tilførsler av næringssalter.

1. Innledning

1.1 OMRÅDEBESKRIVELSE OG UTSLIPPSSITUASJON

1.1.1 Områdebeskrivelse

Sandnesfjorden

Sandnesfjorden ligger sør for Risør og er avgrenset mot den åpne kysten med et terskelområde i de ytre deler av fjorden, ved lille Furuøya (**Figur 1**). De grunneste tersklene er ca. 24 m dype mens største dyp inne i fjorden er ca 74 m. Fjordens areal er 4.5 km² mens nedbørsfeltet er ca. 523 km². Ferskvannstilførselen er i overkant av 10 m³/s (Baalsrud m.fl. 1991). I perioder er ferskvannstilførselen fra Storelva innerst i fjorden stor.

Flisvika

Mellom Sandnesfjorden og Sønedeledfjorden ligger Risør by med skjærgårdsbremmen utenfor. Ved utslippspunktet sør for byen (Flisvika) er det et dypbasseng med største dyp på ca 80m og en terskel på ca 48m mot den åpne kysten.

Sønedeledfjorden

Sønedeledfjorden består av Østerfjorden, Nordfjorden, Rødsfjorden, Sørfjorden og tilgrensende mindre fjordarmer og bukter (**Figur 1**). De ytre deler, Østerfjorden, er skjermet mot den åpne kysten med en øyrekke med mange sund. Terskelområdet har største dybde på 28 meter, mens største dyp er 185 meter. Videre innover i Sønedeledfjorden er det flere bassenger, men ikke på langt nær så dype som Østerfjorden. Største dyp i Sørfjorden er 80 meter, og terskeldypet er 21 meter. Hele fjordens areal er 16 km². Nedbørsfeltet til den nordlige delen av Sønedeledfjorden, Nordfjorden, er 480 km², mens nedbørsfeltet til Sørfjorden er 36 km². Ferskvannstilførselen er i overkant av 10 m³/s (Baalsrud m.fl. 1991).

1.1.2 Tilførsler av næringsalter

De samlede utslippene av næringsalter til Risør-området fra kommunalt avløpsvann, industri, avrenning, jordbruk m.m. er tidligere beregnet til totalt 8 tonn fosfor og 360 tonn nitrogen pr. år (Baalsrud m.fl. 1991). Halvparten av fosfortilførslene og ca. 75% av nitrogentilførslene er naturlige tilførsler. Resten tilføres fra kommunalt og privat avløpsvann, samt industri. **Tabell 1** viser en oversikt over utslippene.

De kommunale utslippene til sjøområder i Risør kommune var ved tidspunkt for undersøkelsen ca. 4 tonn fosfor og 27 tonn nitrogen pr. år (etter rensing) (opplysninger fra Risør kommune). Det tilsvarer ca. 6400 personekvivalenter (pe). Hovedutslippet går ut i Flisvika utenfor Risør (4235 pe), mens det er mindre utslipp til Randvika øst og vest (hhv. 600 og 975 pe). Det er også enkelte kommunale utslipp til Grundesund, Bossvika, Sønedeled og Røed i Sørfjorden, tilsammen ca. 120 pe. Boliger som ikke er tilknyttet kommunalt avløpsnett i Sørfjorden utgjør ca. 260 pe. I hele kommunen er 1300 pe ikke tilknyttet avløpsnett.

Sønedeledkilen hadde frem til våren 1998 i tillegg utslipp av organisk stoff fra en tremassefabrikk (0.5 t suspendert stoff pr døgn). Nordfjorden har ingen større utslipp. Utslippspunktene og antall pe som er tilknyttet de enkelte områdene er vist i **Tabell 1** og **Figur 1**.

Tabell 1. Tilførselstall for kystområdene i Risør. De kommunale tilførslene er oppgitt etter rensing. (Opplysninger fra Risør kommune). Tilførsler fra landbruk og naturlige tilførsler er hentet fra Baalsrud m.fl. (1991).

		Pe	P (tonn/år)	N (tonn/år)
Antropogene tilførsler (befolkning, industri og landbruk)				
a) Kommunale og private avløp. Utslipp etter rensing.	Flisvika	4235		
	Randvika øst	610		
	Randvika vest	975		
	Sørfjorden	120		
	Sandnesfj.	160		
	Andre	300		
	Sum	6400	3,8	27
b) Landbruk etc.			0,6	67
Naturlige tilførsler			3,9	270
SUM			8,3	364

1.1.3 Fremtidige utslipp

Nytt kjemisk renseanlegg er planlagt i Randvika, sør-vest for Risør sentrum, og vil motta hoveddelen av kommunens avløpsvann. Utslipp fra Randvika øst og Randvika vest vil overføres til det nye anlegget som er dimensjonert for 5600 pe.

Med innføring av renseanlegget vil de samlede utslippene til sjøområdene reduseres fra ca. 6000 til 1900 pe (1.16 tonn P og 25.5 tonn N) (opplysninger fra Fylkesmannen i Aust-Agder 1994).

1.2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER OG MILJØFORHOLD

1.2.1 Tidligere undersøkelser

Fjordene ved Risør er undersøkt flere ganger tidligere, spesielt de hydrografiske/kjemiske forholdene. Både Sandnesfjorden og Sønedeledfjorden inngår i en årlig hydrografiundersøkelse i regi av Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen. Undersøkelsen har pågått siden 1927, og omfatter målinger av temperatur, saltholdighet og oksygen i standard dyp en gang i året (høsten). Det foreligger også måleserier fra 1976-79 og 1985-1986. Da ble 6-7 stasjoner undersøkt for både hydrografi og næringssalter fire ganger hvert år (Danielssen & Iversen 1978, Danielssen 1979, Danielssen 1981, Dahl og Danielssen 1987). På 1990-tallet ble det i tillegg foretatt flere gjentatte målinger for å beregne oksygenforbruket i terskelbassenger på Sørlandskysten (Aure & Danielssen 1993). Det er også utført kartlegginger av strømnings- og utskiftningsforholdene i overflatelaget i Risør havn (Magnusson & Tjomsland 1987).

Tidligere undersøkelser av plante- og dyresamfunn omfatter både tangvegetasjon og bløtbunnsfauna. I juli 1971 ble algevegetasjonen ned til 2.5 m dyp undersøkt på flere stasjoner i Sørfjorden og resultatene diskutert i lys av kloakkutslipp (Nilssen 1975). Gjennom SFTs Kystovervåkingsprogram (*Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge*) er en stasjon ved Varøy i skjærgården utenfor Risør undersøkt for hardbunnsorganismer i 1990. Stasjonen er kun undersøkt en gang. Av bløtbunnsfauna foreligger det en større undersøkelse fra 1985 der 9 ulike lokaliteter i Nordfjorden, Kranfjorden, utløpet av Sandnesfjorden og ved Risøya ble undersøkt (Wikander 1986). I tillegg er det tatt flere skrapetrekk i området som ikke er publisert (Wikander 1986b).

Innholdet av tarmbakterier (termotolerante koliforme bakterier) blir hvert år målt på 4 ulike lokaliteter i Risørs skjærgård. Prøvene blir tatt hver uke gjennom hele badesesongen. De fire lokalitetene er Sørlandet Camping, Perleporten, Minddalen og Randvika (Fylkesmannen i Aust-Agder).

Det foreligger også enkelte prøver av miljøgifter i organismer og bunnsedimenter fra området (Næs 1985, Jacobsen & Næs 1992, Green 1992, Konieczny 1994).

En nærmere oversikt over alle undersøkelsene samt stasjonsplasseringer er gitt i rapporten *Miljøstatus i Aust-Agder* (Jacobsen m.fl. 1994).

1.2.2 Tilstand

De tidligere undersøkelsene har ikke påvist hydrogensulfid (råttent vann) i dypområdene i Østerfjorden eller Nordfjorden, men oksygenkonsentrasjonene har vært ned mot 0 ml/l i bunnvannet. Vurdert etter SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær m.fl. 1997), har minimumskonsentrasjonene vært i tilstandsklasse *meget dårlig*. Konsentrasjonene av næringssalter i overflatelaget (fosfat og nitrat) var stort sett lave (Danielssen 1981, Dahl & Danielssen 1987, Jacobsen & Næs 1992). Bløtbunnsfaunaen i nordvendte sidearmer til Nordfjorden ble funnet normale i 1985 (Wikander 1986). Ved utløpet av Sønedeledkilen ble det registrert forurensede sedimenter av kvikksølv og kobber i 1991 (Jacobsen & Næs 1992).

I Sørfjorden er det tidligere registrert ned mot 0 ml/l oksygen på så grunt som 20 m dyp ved Engholmen helt øst i Sørfjorden, og råttent vann (hydrogensulfid) på 70 meters dyp ved Røed (Dannevig 1970, Danielssen 1981, Dahl & Danielssen 1987). Det tilsvarer tilstandsklasse *meget dårlig* for bunnvannet. De fleste målingene av næringssalter som er utført i overflatelaget av Sørfjorden (Danielssen 1981, Dahl & Danielssen 1987) har vært i tilstandsklasse *god*.

Dypvannet i Sandnesfjorden skiftes ut ca. 2 ganger pr. år (Aure & Danielssen 1993) og hindrer at oksygenkonsentrasjonene blir kritisk lave. Minimumsverdiene har stort sett vært over 3.2 ml/l, som gir tilstandsklasse *mindre god*, men med enkelte verdier i tilstandsklasse *dårlig* (Dannevig 1970, Danielssen 1981). En bløtbunnsundersøkelse fra 1985 viste gode forhold på 45-65 m dyp i bassengene i ytre del av fjorden og det var ikke tegn til organisk belastning (Wikander 1986).

Innholdet av tarmbakterier i badevannet har stort sett vært i tilstandsklasse I - II (*meget god - god*), som er innenfor god badevannskvalitet (**tabell 2**). Opplysninger om badevannskvaliteten er innhentet fra Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvernavdelingen.

Tabell 2. Vannkvaliteten vurdert etter innhold av termotolerante koliforme bakterier (Molvær m.fl. 1997). Tilstandsklasse I= Meget god, II = God, III = Mindre god, IV = Dårlig, V = Meget dårlig. Badevannskvalitet: ☺ = Godt egnet ☹ = Egned ☹ = Mindre egnet ● = Ikke egnet

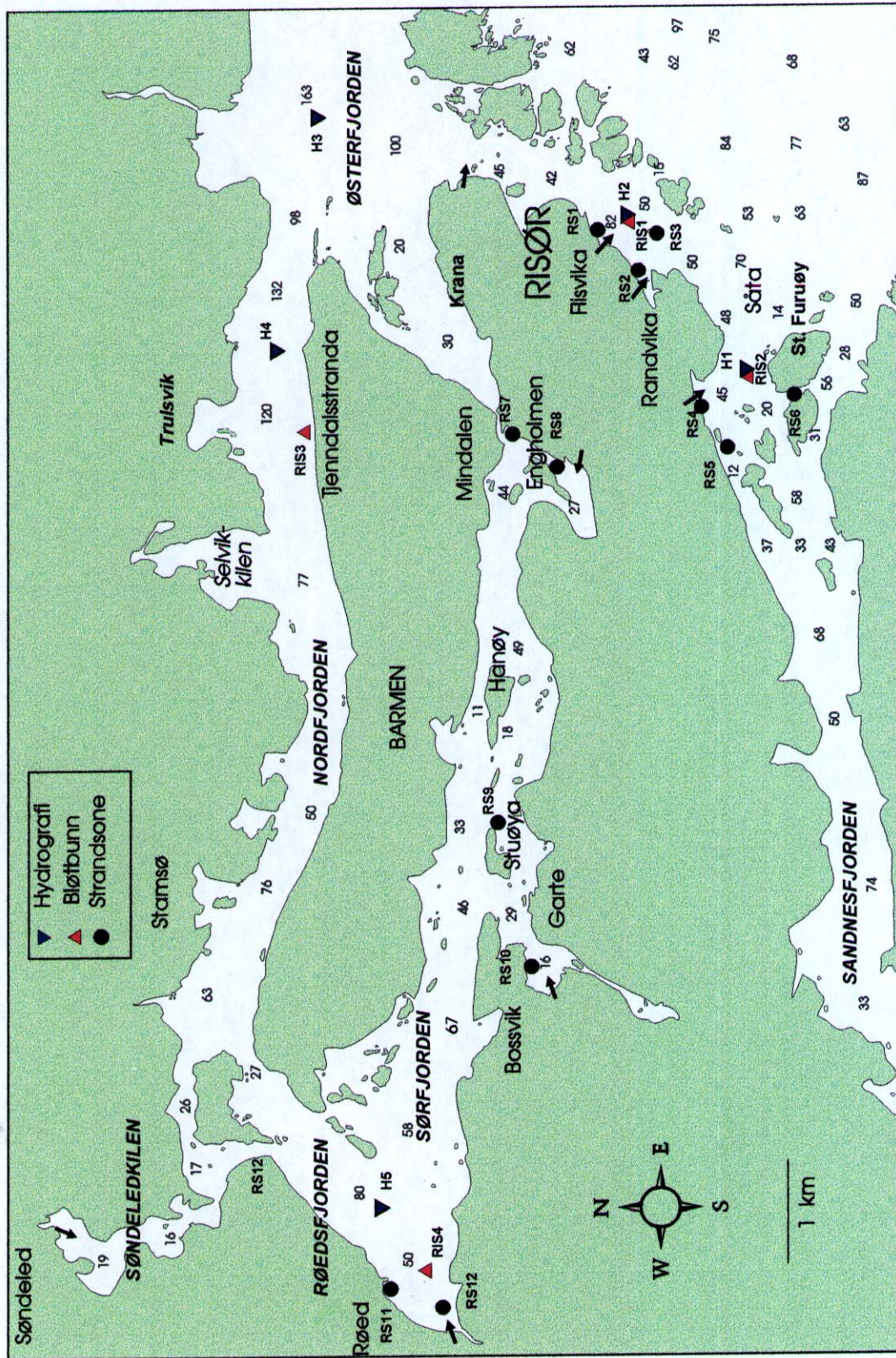
	Tilstandsklasse								Badevann 1995-1996
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	
Sørlandet Camping	III	I	II	I	III	I	I	for	☺
Perleporten	II	I	II	I	I	II	I	få	☺
Minddalen	II	I	II	I	II	II	I	målinger	☺
Randvika øst	III	I	II	I	I	II	I		☺

1.3 FORMÅL

Målet med den foreliggende undersøkelsen i Risør har vært å:

- gi en tilstandsvurdering av hovedfjordene og bynære sjøområder
- danne sammenligningsgrunnlag til framtidige vurderinger av renseanleggets effekt
- belyse eventuelle utviklingstendenser der det foreligger tidligere undersøkelser.

Undersøkelsene omfatter målinger av oksygen i vannmassene, bløtbunnsfauna og sedimenter på dypt vann og algevegetasjon på grunt vann. Feltinnsamlingen ble gjennomført i 1996 og 1997.



Figur 1. Stasjoner for undersøkelse av hydrografi, bløtubunnsfauna og strandsonevegetasjon i sjøområdene rundt Risør i 1996-1997. Utslippspunkter for kommunalt avløpsvann er markert med piler. Enkelte dybdeangivelser i angitt i meter.

2. OKSYGEN

2.1 BAKGRUNN

Oksygenforholdene i sjøen bestemmes i hovedsak av tre prosesser:

- Tilførsel av oksygen gjennom algenes fotosyntese
- Forbruk av oksygen gjennom marine organismers samlede respirasjon og ved nedbrytning av organisk materiale
- Utveksling av oksygen mellom atmosfæren og vann (skjer på grenseflaten mellom luft og vann).

I den produktive sesongen er det ofte overmetning av oksygen i de øvre 20-30m av vannsøylen. I åpne havområder er det normalt gode oksygenforhold helt ned til store dyp, fordi tilførsel av organisk materiale gjennom sedimentasjon og medfølgende oksygenforbruk gjennom respirasjonen i gjennomsnitt balanseres av en tilførsel av friskt vann fra grunnere vannlag. I kystnære områder med større organisk belastning av de dypereliggende vannlag, kan det av og til oppstå oksygenunderskudd. Særlig sårbare er undersjøiske bassenger i skjærgård og fjorder hvor bassengvannet er stagnerende i perioder fra måneder til år. Slike steder kan oksygenet raskt bli brukt opp av nedbrytningsprosessene. Når det er slutt på oksygenet, utvikles giftig hydrogensulfid og gjør bunnområdene uegnet for alt dyreliv. Tilførsler av avløpsvann øker oksygenforbruket, og forsterker problemene i bunnområdene.

Allerede når oksygenmetningen går under ca 40% vil torskefisk trekke seg vekk, og når metningen faller til 10-15% blir det livstruende for hummer og sjøkreps. En del bunndyr kan imidlertid tåle 5-7% metning gjennom noen uker før de kreperer (Baden m.fl. 1990). I vann med hydrogensulfid finner man ikke høyere dyre- eller planteliv.

Oksygenmålinger i bassengvann forteller derved noe om livsvilkårene og "helsetilstanden" i en resipient og gjentatt over tid kan de avdekke om en forverring eller forbedring er på gang.

En nylig gjennomført analyse av gamle oksygendata (Johannessen & Dahl 1996) har vist at oksygenmetningen både nær bunnen og tildels også grunnere, i 10 og 30m dyp, stort sett har avtatt noe langs hele kysten. For enkelte bassenger, hvor det har vært foretatt mer hyppig oksygenmålinger, er det også gjort beregninger av oksygenforbruket (Aure & Danielssen 1993). Disse beregningene viser at oksygenforbruket i bassengvann langs kysten av Skagerrak er ca. 50% høyere enn i tilsvarende basseng i Møre og Romsdal, og denne forskjellen synes å ha oppstått mellom 1970 og 1980. Hovedårsaken er trolig økt regional organisk belastning, og i mindre grad økt lokal belastning. (Aure et al. 1997). Den samlede økningen i belastning har medført at oksygenivået i en del sårbare bassenger langs kysten av Skagerrak oftere og i lengre perioder enn før må betegnes som dårlig og derved er kritisk lav for bunndyr. Tilbakegang i oksygenmetning i dypvannet er også rapportert fra nærliggende områder som vestkysten av Sverige (Rosenberg 1990) og Kattegat (Anderson & Rydberg 1988).

2.2 MATERIALE OG METODER

2.2.1 Feltinnsamling og analyser

Innsamling av oksygendata ble gjennomført ved Såta (H1), Flisvika (H2), Østerfjorden (H3), Trulsvik (H4) og Røedsfjorden (H5) på i alt fire tokt høsten 1996. De undersøkte lokalitetene er vist i **figur 1**. Tidspunkt for toktene var 13. august, 11. september, 22. september og 14. oktober 1996. Vannprøver ble samlet med pøs i overflaten og med Niskin vannhentere på dyp under 5 meter (5, 10, 20, 30, osv. til bunn). Oksygeninnholdet ble analysert etter vanlig Winkler prosedyre (Strickland & Parson 1968).

Samtidig med innsamling av oksygendata ble temperatur og saltholdighet målt fra overflaten til like over bunnen med sonde (Neil Brown CTD).

2.2.2 Beregning av oksygenforbruk

Utrekning fra målte konsentrasjoner

Oksygenforbruket i et terskelbasseng kan måles i stagnasjonsperioden om høsten, når det er lengre perioder uten betydelige dypvannsutsiftninger. Oksygenforbruket får man ved å beregne middelkonsentrasjonen av oksygen i de aktuelle basseng tidlig og sent i en stagnasjonsperiode, og regne om nedgangen i perioden til oksygenforbruk pr. måned. Dersom oksygenforholdene i et basseng i utgangspunktet er svært lave, mindre enn 2 ml/l, blir utregningene usikre. Da er forbruket hemmet av de lave verdiene. Det målte oksygenforbruket kan variere noe, først og fremst som følge av variasjoner i tilført organisk materiale.

Vannkvalitetsmodellen Fjordmiljø

En annen metode for å beregne oksygenforbruk i et basseng på er å benytte "Vannkvalitetsmodellen Fjordmiljø", en matematisk modell utviklet for terskelfjorder (Stigebrandt 1992, Aure & Danielssen 1993). Den gir en *teoretisk* verdi for oksygenforbruket. Modellen baserer seg på topografiske opplysninger om fjorden, på kunnskap om vertikal transport av organisk materiale i ulike dyp samt den oksygenmengden som behøves for å bryte ned/oksidere det organiske materialet. Modellen gir også en del tilleggsinformasjon om utsiftningsrater og sannsynlige minimumskonsentrasjoner man kan forvente i de aktuelle basseng. Modellen gir imidlertid nokså grove estimater og har endel begrensninger som det er viktig å være klar over: 1) Modellen beregner gjennomsnittlig oksygenforbruk for hele bassengvannet, ikke enkelte sjikt. 2) Modellen er ikke beregnet å bruke for bassenger som ligger langt fra kysten med andre bassenger utenfor, men kan gi relevant informasjon dersom avstanden til åpen kyst ikke er for lang og terskeldypene tiltar i dyp utover.

2.2.3 Vurdering av tilstand

Vannkvaliteten er karakterisert i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær m.fl. 1997). Klassifiseringen kan foretas med hensyn på næringssalter i overflatelag, siktedyp, klorofyllmengde eller oksygeninnhold i bassengvann. I denne undersøkelsen er bare oksygeninnholdet undersøkt. Systemet opererer med et sett av fem tilstandsklasser som går fra klasse I (*meget god tilstand*) til klasse V (*meget dårlig tilstand*) (**tabell 3**).

Tabell 3. SFTs klassifisering av tilstand for oksygen i dypvann (Molvær m.fl. 1997). Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6°C.

Parametre		Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre God	IV Dårlig	V Meget dårlig
Dypvann	Oksygen (ml/l)	> 4,5	4.5 - 3.5	3.5 - 2.5	2.5 - 1.5	< 1.5
	Oksygen metning (%)*	> 65	65 - 50	50 - 35	35 - 20	< 20

2.3 RESULTATER OG DISKUSJON

2.3.1 Dagens tilstand

Målingene av temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygenforhold er fremstilt som isopleter i **Figur 2** - **Figur 4** og rådata er vist i Vedlegg A.

Sandnesfjorden (H1)

Stasjon H1 ved Såta ligger i ytre del av Sandnesfjorden. Bassenget er ca. 65 m dypt og har en terskel på ca 48m. Det var gode oksygenforhold helt til bunnen, stort sett mer enn 5 ml/l av oksygen, på alle fire måledatoene (**Figur 2**). Beregning av oksygenforbruk gjennom bruk av fjordmodellen anbefales ikke for et basseng som har en såpass dyp terskel som ca. 50 m og dermed har betydelig vannutskiftning (Jan Aure, Havforskningsinstituttet, personlig meddelse, 1997). Målingene gir heller ikke noe godt grunnlag for utregning av faktisk oksygenforbruk pga. innstrømminger av nytt vann, se data i vedleggstabell A1. Stasjonen har vært undersøkt tidligere med hensyn på oksygenforhold i dypet (Johannessen and Dahl 1996, Dahl og Danielssen 1987). De tidligere målingene har alle falt i tilstandsklasse meget god, som er i tråd med foreliggende målinger.

Flisvika (H2)

Stasjonen ved Flisvika (hovedresipienten) er ikke tidligere undersøkt. Den ligger nokså eksponert til med største dyp på ca 80 m og en terskel mot kysten på ca 48 m. Der var gode oksygenforhold (over 4 ml/l) ned til 60m ved alle de fire prøvetakingene (**Figur 3**), men i bunnvannet (75 meter) var det store variasjoner i oksygeninnholdet. Den 13. august ble oksygeninnholdet målt til 3.06 ml/l, mens en måned etter var innholdet redusert til 1.55 ml/l. Tallmaterialet er lite for å regne ut et faktisk oksygenforbruk, og bruk av modellen blir usikker pga. dype terskler. I perioder synes det imidlertid å kunne være betydelig oksygenforbruk i 75m dyp.

Nordfjorden (H4)/Østerfjorden (H3)

Ved Trulsvik i Nordfjorden (120 m) ble oksygeninnholdet redusert fra 3.92 ml/l til 3.51 ml/l i prøvetakingsperioden. I Østerfjorden (175 m) ble oksygeninnholdet redusert fra 3.38 til 1.66 ml/l i samme periode (**Figur 3**, **Figur 4**). På begge stasjonene viste tetthetsdata at vannmassene var stagnerende i hele prøvetakingsperioden. Oksygenforbruket ble beregnet til 0.23 ml/l pr. måned for bassenget ved Trulsvik og 0.32 ml/l pr. måned for dypbassenget i Østerfjorden. Dette indikerte at dypet av Østerfjorden hadde en større belastning av organisk materiale enn Trulsvik. Bruk av

fjordmiljømodellen antyder at de to bassengene, som har felles terskler mot kysten, skal ha likt oksygenforbruk, 0,24 ml/l pr måned (**Tabell 4**). Det er forøvrig interessant å registrere at den dype Østerfjorden knapt noen gang er registrert helt oksygenfri. Det peker mot at det foregår en relativt regelmessig, om enn begrenset, fornyelse av dypvannet utenom de mer sjeldne og mer fullstendige utskiftningene.

Bassenget i Østerfjorden (H3) har av Forskningsstasjonen Flødevigen vært undersøkt, mer eller mindre regelmessig for blant annet oksygenforhold, tilbake til 1927 (se Jacobsen m.fl. 1994). På 70-80 tallet skjedde det en nokså markert forverring mot økt oksygenforbruk i dypvannet (Aure & Danielssen 1993, Johannessen and Dahl 1996). Fra Danielssen (1998) er utviklingen sammenstilt for utvalgte dyp (**figur 5**). De forverrede oksygenforhold i dypet etter 70-80-tallet kan påvirke livsforholdene i bassenget negativt.

Røedsfjorden (H5)

Det eneste stedet det ble registrert oksygenfrie forhold var på 75 meters dyp i Røedsfjorden (H5) (**Figur 4**). Oksygeninnholdet var 0,5-0,6 ml/l i august og september, og i oktober hadde all oksygenet blitt brukt opp og det ble målt 0,7 ml/l hydrogensulfid.

Fordi oksygenforholdene i Røedsfjorden i utgangspunktet var svært lave, mindre enn 2 ml/l, kan ikke oksygenforbruket beregnes fra de målte oksygenkonsentrasjonene. Bruk av fjordmiljømodellen antyder imidlertid et oksygenforbruk på 0,67 ml/l pr måned. Bassenget ligger langt fra den åpne kysten, med flere basseng og terskler utenfor og oppfyller strengt tatt ikke kriteriene for bruk av modellen. Men fordi terskeldypene tiltar utover, så kan bruk av fjordmodellen likevel gi en nyttig pekepinn om det teoretiske oksygenforbruket.

2.3.2 Vurderinger

De friske forholdene i dypvannet i ytre del av Sandnesfjorden (H1 Såta) tyder på at bunnvannet fornyes hyppig. I forhold til SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær m.fl. 1997) var tilstanden *meget god* helt til bunns (over 4.5 ml oksygen/l ved 60 meters dyp). De øvrige stasjonene hadde, iallefall periodevis, noe redusert oksygeninnhold i bunnvannet.

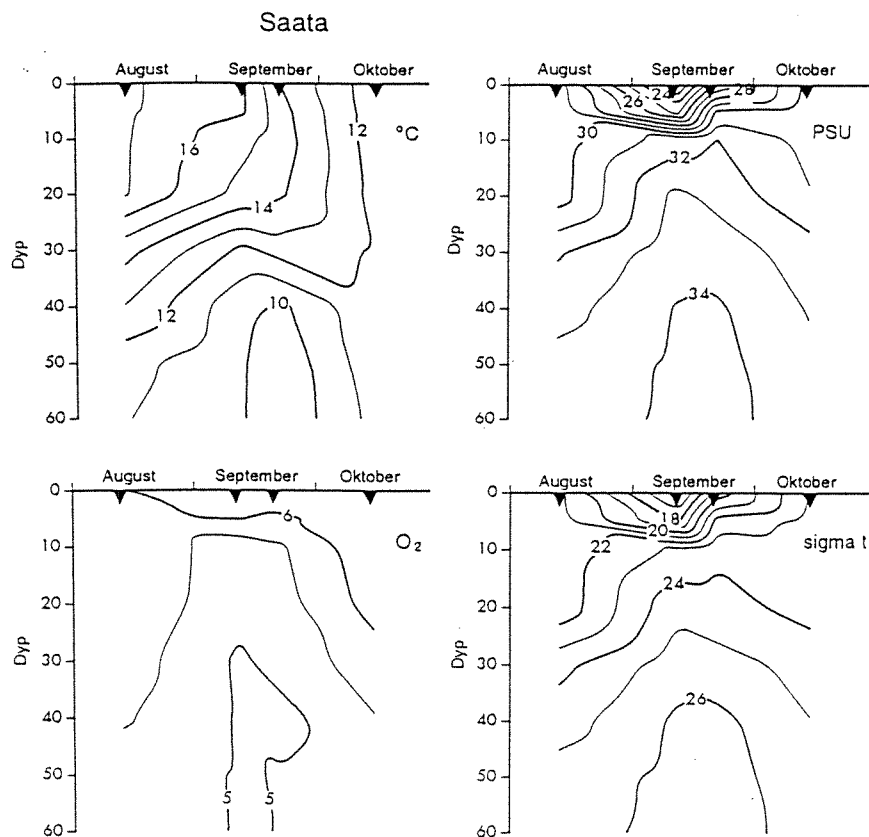
Stasjonen ved Flisvika (H2) hadde stort sett friske forhold og en hyppig utveksling av dypvannet, men aller dypest (75 m) var det, ved en anledning, kraftig nedsatt oksygenkonsentrasjon (tilstandsklasse *dårlig*). Man kan ikke se bort fra at utslippet av avløpsvann kan bidra til et stort oksygenforbruk nær bunnen i bassenget ved Flisvika.

Ved Trulsvik (H4) var oksygeninnholdet i dypvannet (120 m) såvidt innenfor tilstandsklasse *god* (4.5-3.5 ml/l), mens i dypbassenget i Østerfjorden (H3-175m) var tilstanden fra *mindre god* til *dårlig*. Fra tidligere undersøkelser vet vi imidlertid at oksygenforholdene i dypet både ved Trulsvik og i Østerfjorden periodevis går ned i under 1 ml/l, som tilsvarer tilstandsklasse *meget dårlig*. Årsaken til den noe bedre tilstanden i perioden august - oktober 1996 var en omfattende fornyelse av bunnvannet i Østerfjorden i februar - mars samme år (**figur 5**). Det faktiske oksygenforbruket ligger på nivå med det som er rapportert tidligere (Aure & Danielssen 1993), og viser at det ikke har vært større endringer i tilstanden i dypområdene.

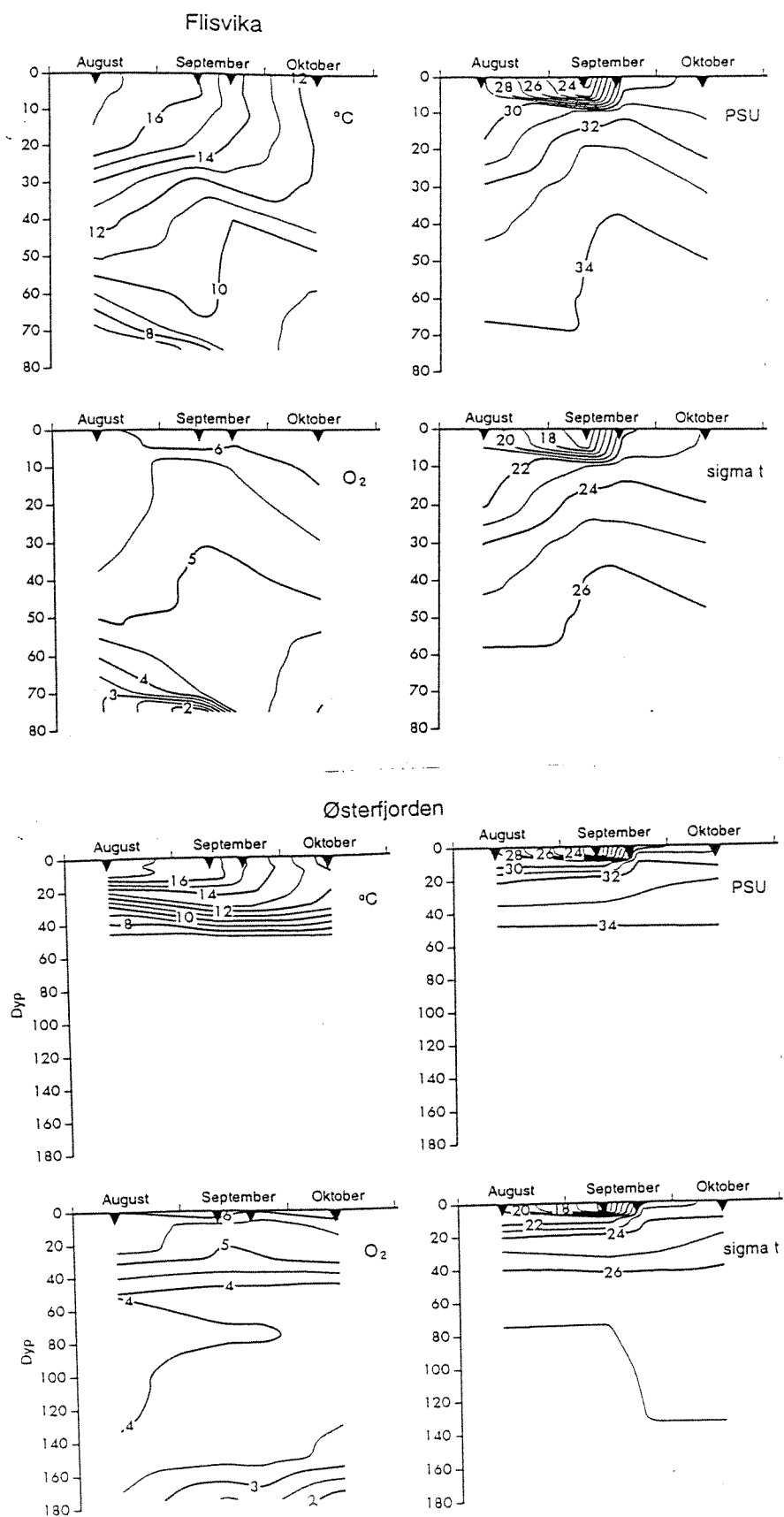
Stasjonen lengst fra kysten i vår undersøkelse, Røedsfjorden (H5), hadde hele tiden *meget dårlig* tilstand med hensyn til oksygen i dypet. Det er også tidligere målt hydrogensulfid i bunnvannet, og resultatene tyder ikke på større endringer siden 1980-tallet.

Tabell 4. Oksygenforbruk i stagnasjonsperioder og andre relevante data for Flisvika (H1), Såta (H2), Røedsfjorden (H5), Østerfjorden (H3) og Trulsvik(H4), august - oktober 1996. Tabellforklaring: *Midlere bassengdyp* = volumet av bassenget dividert med fjordarealet i terskeldypet. *Oksygenforbruk (målt)* = differansen mellom gjennomsnittlige oksygenkonsentrasjoner ved starten og slutten av en stagnasjonsperiode. *Oksygenforbruk (Fjordmiljø)* = oksygenforbruk beregnet ved bruk av en forenklet fjordmodell (Aure & Danielssen 1993). *Utskiftningsrate (Te)* = teoretisk tid mellom to vannutskiftninger (beregnet med forenklet fjordmodell). *Oksygen-kapasitet* = tiden det vil ta å redusere oksygeninnholdet i bassengvannet etter en utskifting til null oksygeninnhold, uten ny utskifting.

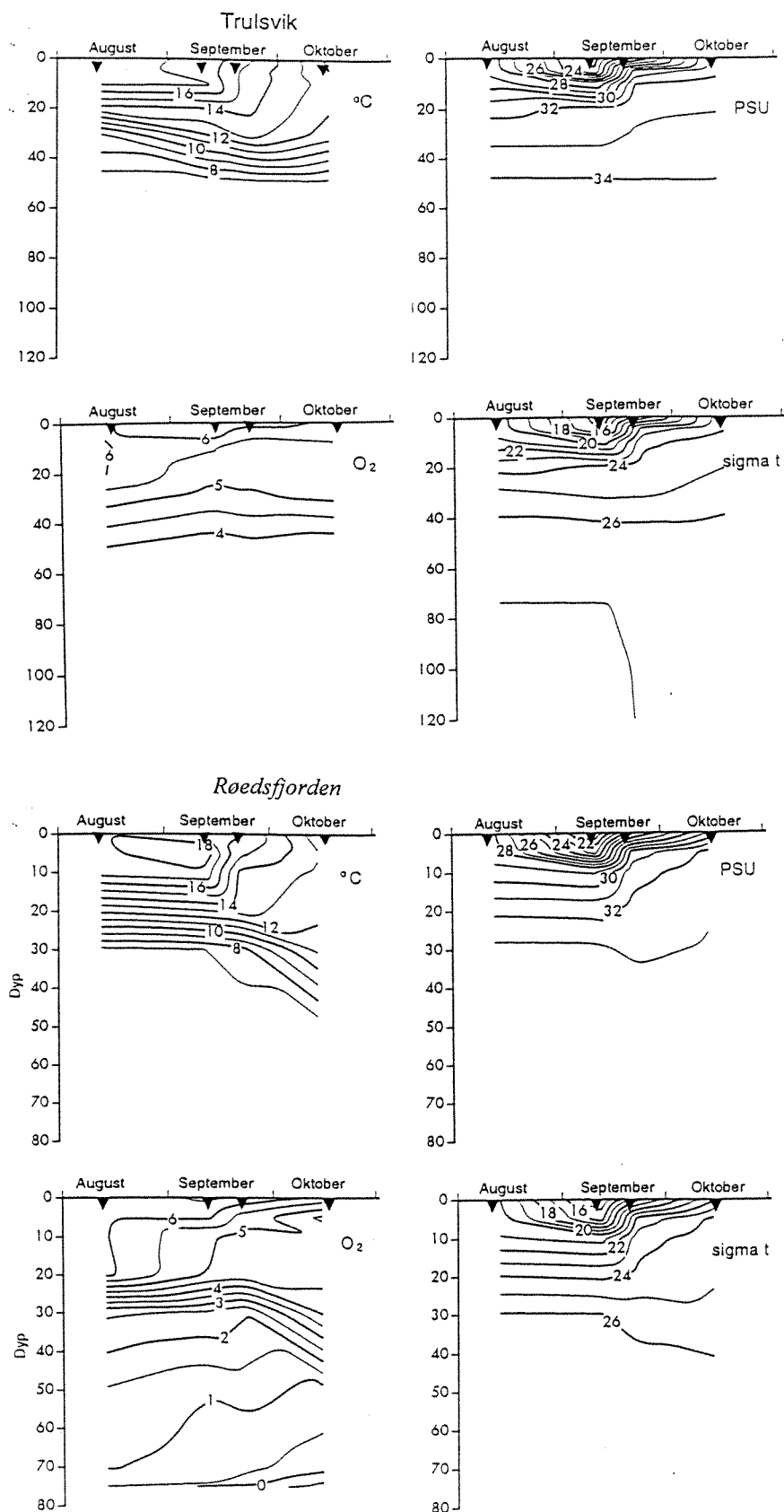
Stasjon	Terskel- dyp (m)	Midlere bassengdyp (m)	OKSYGENFORBRUK (ml O ₂ /l/måned)		Utskiftnings- rate (måned)	Oksygen- kapasitet (måned)
			Målte verdier	Fjordmiljø		
H2 Flisvika	48	12	-	-	-	-
H1 Såta	48	7	-	-	-	-
H5 Røedsfjorden	27	21	-	0.67	20.5	-
H3 Østerfjorden	28	57	0.32	0.24	19.3	20.3
H4 Trulsvik	28	57	0.23	0.24	19.3	27.1



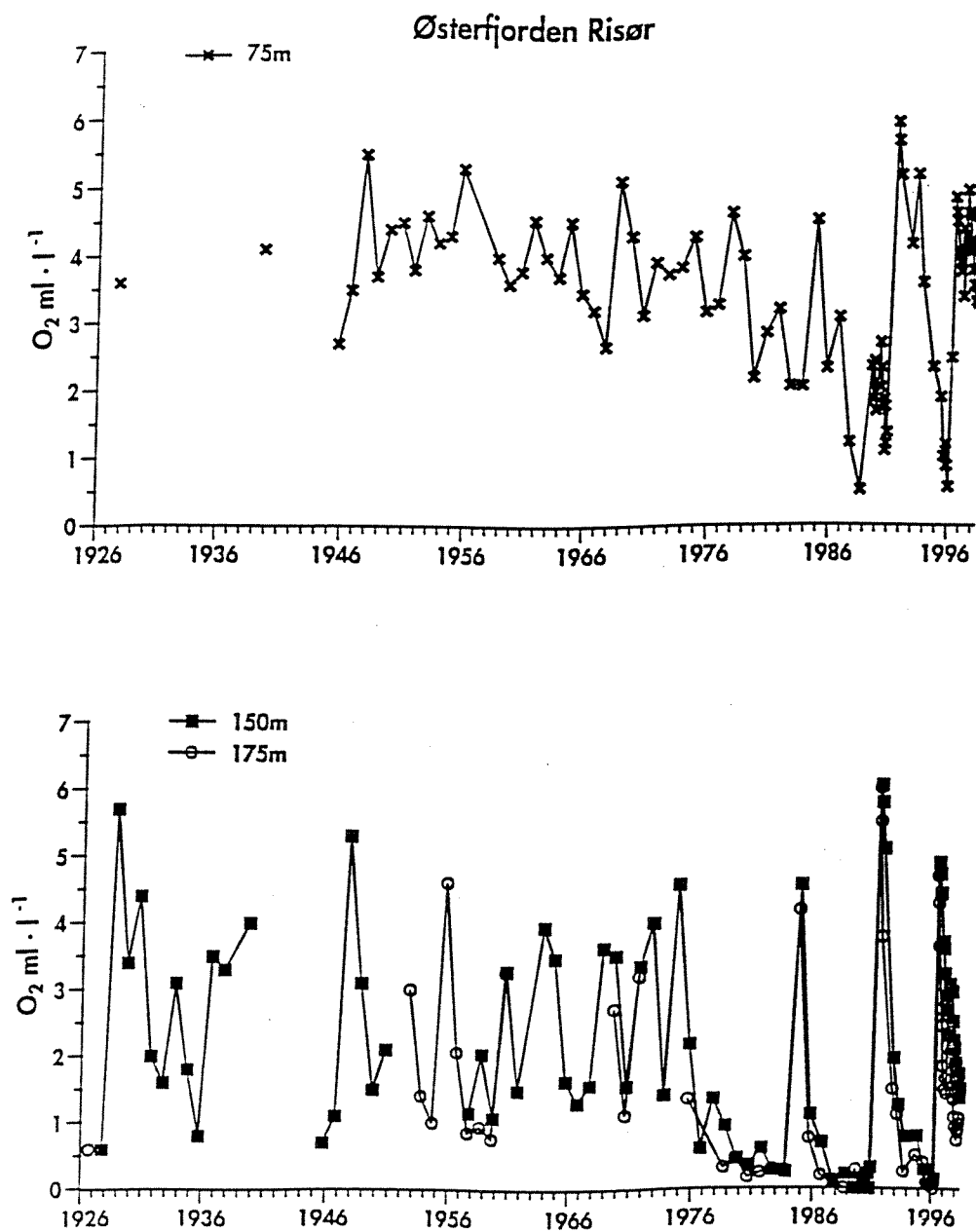
Figur 2. Isopleter for temperatur (°C), saltholdighet (PSU), oksygen (ml/l) og tetthet (sigma t) ved Såta i Sandnesfjorden (H1). De svarte pilene indikerer de fire prøvetakingstidspunktene 13. august, 11. september, 22. september og 14. oktober 1996.



Figur 3. Isopleter for temperatur ($^{\circ}\text{C}$), saltholdighet (PSU), oksygen (ml/l) og tetthet (sigma t) ved Flisvika utenfor Risør (H2) og Østerfjorden (H3). De svarte pilene indikerer de fire prøvetakingstidspunktene 13. august, 11. september, 22. september og 14. oktober 1996.



Figur 4. Isoleter for temperatur (°C), saltholdighet (PSU), oksygen (ml/l) og tetthet (sigma t) ved Trulsvik (H4) og i Røedsfjorden (H5). De svarte pilene indikerer de fire prøvetakingstidspunktene 13. august, 11. september, 22. september og 14. oktober 1996.



Figur 5. Langtidsvariasjoner av oksygen i dypet av Østerfjorden (H3) (figur fra Danielssen, 1998).

3. STRANDSONEUNDERSØKELSE

3.1 GENERELT OM EFFEKTER PÅ STRANDSONEN

Undersøkelser av fastsittende alger og dyr på hardbunn i strandsonen gir et godt grunnlag for å karakterisere miljøtilstanden på grunt vann. Plante og dyresamfunnet endrer seg med miljøforholdene, og gjenspeiler derfor tilstanden. Utslipp av avløpsvann kan påvirke strandvegetasjonen ved at næringssaltinnholdet i sjøen endres. Næringsalter brukes av bl.a. fastsittende alger til vekst og produksjon, og en økning i næringssaltkonsentrasjonen vil endre vekstbetingelsene. Svake overkonsentrasjoner av næringsalter kan virke gunstig på algesamfunnet og medføre at artsrikheten øker (gjødslingseffekt). Ved høye overkonsentrasjoner av næringsalter vil imidlertid artsantallet reduseres, artsutvalget endres og man får dominans av noen få arter. Ofte vil det være små hurtigvoksende grønnalger og enkelte trådformet brunalger ('sly') som tar over. De flerårige tangartene blir lett overgrodd av hurtigvoksende alger som hindrer lystilgang, og dette kan resultere i at tangen etterhvert forsvinner (Bokn 1978, Mathieson & Penniman 1991, Kautsky 1991, Bokn m.fl. 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.

Enkelte arter på hardbunn, spesielt algene, har varierende forekomst gjennom året og fra år til år. Undersøkelsen er derfor gjennomført to år på rad for å korrigere for årsvariasjoner hos ettårige arter.

3.2 METODER OG STASJONSVALG

3.2.1 Feltinnsamling

Fastsittende alger og dyr (større enn 1 mm) i strandsonen ble registrert i 0-2 meters dyp. Undersøkelsen foregikk ved fridykking i ca 20 minutter ved hver stasjon. Registreringen er kvalitativ og dels kvantitativ (semi-kvantitativ) ved at artenes forekomst ble 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 mikroskopert i laboratoriet.

Feltinnsamling ble foretatt den 5-6. september 1996 og 6-7. august 1997.

3.2.2 Fotodokumentasjon

I tillegg til biologisk registrering ble det tatt stillbilder på stasjonene. Utvalgte bilder er presentert i Vedlegg B.

3.2.3 Tallbehandling

De semi-kvantitative undersøkelene danner basis for å beregne parametre som karakteriserer organismesamfunnet, som diversitet, dominans og fordeling mellom ulike algegrupper. Før måling av de ulike samfunnsparametrene er enkelte arter slått sammen. Det gjelder bl.a. innenfor slektene *Cladophora* (unntak: *C. rupestris*), *Enteromorpha*, *Lithothamnion/Phymatolithon*, gruppen *Ectocarpales* og enkelte *Ceramium*-arter.

Diversitet (H')

For å beregne diversiteten (= artsmangfold) ble en modifisert Shannon-Wiener indeks (H') brukt. 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 er her brukt på mengde. Indeksen er gitt ved formelen:

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

Dominansindeks (I)

Denne indeksen gir et enkelt tall som reflekterer dominansforholdet i et samfunn:

$$I = \text{dominansen av den vanligste arten i prosent av hele prøven.}$$

Høye indeksverdier indikerer et samfunn dominert av en 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, brunalger og grønnalger 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 (Bokn 1978).

"Forurensningsindeks"

Et utvalg på 35 arter er i denne undersøkelsen gitt positive eller negative verdier avhengig av om arten stimuleres av økt næringstilgang eller er ømfintlig for en slik økning. Utvelgelsen av arter er gjort dels fra litteraturbeskrivelser om hvilke arter som er rapportert å øke/reduseres med økt næringstilgang (eutrofiering), og dels ved å vurdere tidligere datasett fra Sørlandskysten. Ved å sammenligne mengden (evt. antall arter) som tilsammen er registrert av de to gruppene, får man en indikasjon på om hurtigvoksende arter eller forurensningsømfintlige arter dominerer stasjonen.

3.2.4 Stasjonsvalg

Strandsoneundersøkelsen ble gjennomført på 12 stasjoner i Risørs skjærgård den 6. og 7. september 1996, og 8. august 1997. Stasjonene ble plassert i ulike deler av Sørfjorden samt rundt utslippsstedene for kommunal kloakk i Flisvika og Randvika. Alle stasjonene ble lagt til fast fjell og med liten/moderat eksponering mot bølger. Stasjonsplasseringen er gjort i samråd med kommunen, og er vist i **tabell 5** og **figur 1**.

I SFTs årlige Kystovervåkingsprogram inngår hardbunnsstasjoner på Prestholmen i Grimstad, Humløy i Lillesand og på Tromøy i Arendal (Pedersen m.fl. 1995). Stasjonene undersøkes med blant andre samme metode som i denne undersøkelsen (strandsoneregistrering). De tre stasjonene er brukt som referansestasjoner i denne undersøkelsen. Det er også sammenlignet med resultater fra tilsvarende undersøkelser i Arendal, Grimstad, Tvedestrand og Lillesand (Jacobsen m.fl. 1996, 1997).

Tabell 5. Oversikt over strandsonestasjoner i Risør undersøkt i 1996 og 1997. Grad av bølgeeksponering er også gitt.

Stasjon	Område	Eksponeringsgrad
RS1 Flisvika N } RS2 Flisvika S } RS3 Bjørneskjær } RS4 Randvika V } RS5 Gamansholmen } RS6 Store Furuøy }	Flisvika Sandnesfjorden	Semi-eksponert Semi-eksponert Semi-eksponert Semi-eksponert Semi-eksponert Beskyttet
RS7 Sundet } RS8 Engholmen RS9 Stuøya } RS10 Gartekilen RS11 Røed RS12 Røed, elvemunning }	Sørfjorden	Beskyttet Beskyttet Beskyttet Beskyttet Beskyttet Beskyttet

3.3 RESULTATER

3.3.1 Artssammensetning

Stasjonene i Flisvika og ytre del av Sandnesfjorden hadde svært ulik artssammensetning fra stasjonene i Sørfjorden. Dette skyldes i stor grad forskjell i eksponeringsgrad. Mens Flisvika og Randvika ligger i ytre skjærgårdsområde med god forbindelse med ytre kyst og med tildels kraftig bølgeeksponering, ligger stasjonene i Sørfjordene i et beskyttet fjordsystem med flere terskler og trange sund. Dette gir utslag i algevegetasjonen.

På de mest bølgeutsatte stasjonene i Flisvika og i ytre del av Sandnesfjorden var fjellet dekket med små rødalger som vanlig rekeklo (*Ceramium nodulosum*), penseldokke (*Polysiphonia brodiaei*), røddlo (*Bonnemaisonia hamifera* sporofytt), krusflik (*Chondrus crispus*), krasing (*Corallina officinalis*) og teinebusk (*Rhodomela confervoides*) (Tabell 6). På litt dypere vann (ca. 1 m) dominerte sagtang (*Fucus serratus*), skolmetang (*Halidrys siliquosa*) og strandtagl (*Chordaria flagelliformis*). Sjøstjerner (*Asterias rubens*) og rur (*Balanus*) var vanlige dyr. Vegetasjonen var normal og frisk, og det var god sikt i vannet. På mer bølgebeskyttede stasjoner (RS5, RS6) vokste tang også i øvre del av strandsonen. Artsammensetningen på stasjon RS6 Store Furuøy (Sandnesfjorden) skilte seg noe ut fra de andre stasjonene. Her vokste endel tang, mens arter som penseldokke, teinebusk og krasing var fraværende. I 1997 var stasjonen preget av begroing av trådformet arter. Stasjonen er mer beskyttet for bølgeslag enn de øvrige stasjonene.

I Sørfjorden var grisetang (*Ascophyllum nodosum*) og blæretang (*Fucus vesiculosus*) karakteristiske arter i strandsonen på de fleste stasjonene. Ålegras (*Zostera marina*) og havgras (*Ruppia*) vokste på

flere stasjoner (**Tabell 6**). Både tang og fjell var bevokst med små, myke trådformet arter som brunslie (*Ectocarpales* indet), vortetuste (*Stilophora rhizoides*), rød stjernetråd (*Erythrotrichia carnea*), tarmgrønske (*Enteromorpha*) og ulike dokker (*Polysiphonia* spp). Området hadde således stort innslag av hurtigvoksende arter. På flere av stasjonene var tangen fullstendig overgrodd av hurtigvoksende, trådformet alger (se bilder i vedlegg B).

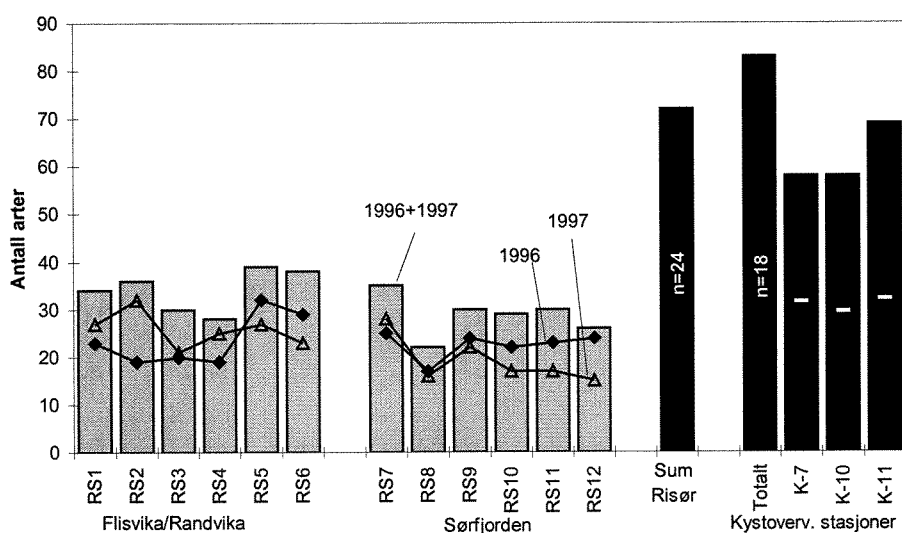
Tabell 6. Midlere forekomst av utvalgte arter registrert i 1996 og 1997. R = rødalger, B = brunalger, G = grønnalger. Tegnforklaring til mengdeangivelsene: e = enkeltfunn, s = spredt, v = vanlig, d = dominerende. * = arter som ofte opptrer i større forekomster i forurensede områder.

Stasjonsnavn	Flisvika N	Flisvika S	Bjørneskj.	Randvika	Gamansh.	Furuøy	Sundet	Enghlm.	Stuøya	Gartekilen	Røed	Røed		
Stasjonsnummer	RS1	RS2	RS3	RS4	RS5	RS6	RS7	RS8	RS9	RS10	RS11	RS12		
Norske navn	FLISVIKA			RANDVIKA			SØRFJORDEN						Latinske navn	
Rødlo (R)	e-s	e	v-d	e-s	e	e-s								<i>Bonnem. hamifera</i> : sp
Krasing (R)	s-v	s	s-v											<i>Corallina officinalis</i>
Penseldokke (R)	d	s-v	d	v-d	e-s									<i>Polysiphonia brodiaei</i>
Teinebusk (R)	s	e-s		e-s	e-s									<i>Rhodomela confervoides</i>
Strandtagl (B)	s	s	e	e-s	s		e							<i>Chordaria flagelliformis</i>
Skolmetang (B)	d	v	s	v-d		s-v								<i>Halidrys siliquosa</i>
Fingertare (B)	v-d			d	v-d	v-d								<i>Laminaria digitata</i>
Sukkertare (B)	e-s	e-s	v			v-d								<i>Laminaria saccharina</i>
Havsalat (G)	s	s		e	e	s							e	<i>Ulva lactuca</i>
Sagtang (B)		v-d	s	s-v	d	v	s				s			<i>Fucus serratus</i>
Krusflik (R)	e-s	s		s	v	v	v	s	e					<i>Chondrus crispus</i>
Rekeklo (R)	v-d	d	v-d	v-d	v-d	d	s		e	e	s	s		<i>Ceramium nodulosum</i>
Svartdokke (R)		e	e	e	s-v	e-s	e-s		e	e				<i>Polysiphonia nigrescens</i>
Sjøstjerne (dyr)	v	v	s	v	s-v	s	s	s	s-v	e-s				<i>Asterias rubens</i>
Rur (dyr)	v	v	v	s-v	s		s			s	s	s		<i>Balanus</i> sp.
*Lys grønndusk (G)	e	e	e	e	e-s	s	s	e	s	s	v-d	s-v		* <i>Cladophora</i> spp
*Tarmgrønske (G)	e	e	e	e		e	s	e-s	e-s	v	e	e-s		* <i>Enteromorpha</i> spp.
*Rød stjernetråd (R)						e-s	e	e	e	e	e	e		* <i>Erythrotrichia carnea</i>
Blæretang (B)		e			s	s-v	s-v	v	s-v	s-v	e	s-v		<i>Fucus vesiculosus</i>
Tangdokke (R)				e	e		e		e	e	e	e		<i>Polysiphonia fibrillosa</i>
Grisetang (B)						e	v	s	s-v	s-v	v-d	v-d		<i>Ascophyllum nodosum</i>
Martaum (B)						s	s		s-v	e	e-s	e		<i>Chorda filum</i>
*Brunslie/perlesli (B)							e	e	e	s	e-s	e		* <i>Ectocarpales</i>
bruntufs (B)					e	e	s-v	e	e	e	e	e		<i>Sphacelaria cirrosa</i>
Vortetuste (B)							e-s	e-s	v	e-s	s	v		<i>Stilophora rhizoides</i>
*Krypstråd (G)						e	e		e	e	e	e		* <i>Rhizoclonium</i> sp.
Ålegras (plante)								d		v		s		<i>Zostera marina</i>
Havgras (plante)								d		v		v		<i>Ruppia</i> sp.

3.3.2 Artsantall, diversitet og fordeling mellom algeklasser

Artsantall

Tilsammen 72 arter ble registrert i strandsonen gjennom undersøkelsene i 1996 og 1997. Flisvika / Randvika hadde tilsammen 68 arter, mens det ble registrert 56 arter i Sørfjorden. Artsantallet kan karakteriseres som høyt, både i de ytre kystområdene og i Sørfjorden. Til sammenligning er det registrert tilsammen 83 ulike arter i 0-2 meters dyp på de tre Kystovervåkingsstasjonene i Aust-Agder i perioden 1991-1996 (Pedersen et al 1995, Pedersen et al. 1997). På de enkelte stasjonene ble det registrert mellom 22 og 38 arter (**figur 6**). I de ytre kystområdene hadde stasjonen i Randvika (RS4) det laveste artsantallet, mens Gamansholmen (RS5) hadde det høyeste artsantallet. I Sørfjorden hadde stasjonen ved Engholmen (RS8) noe lavere artsantall enn de øvrige stasjonene. Det lave artsantallet ved Engholmen kan ha sammenheng med at stasjonen hadde stort innslag av sand og mudderbunn.

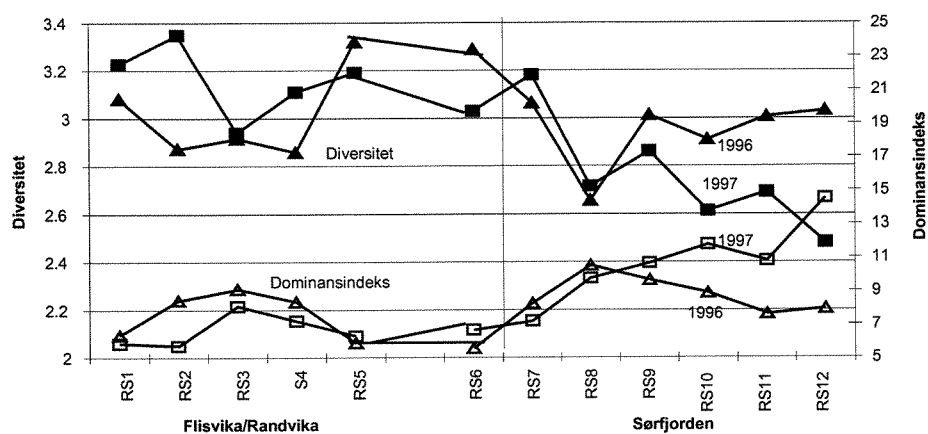


Figur 6. Antall arter som ble registrert på de enkelte stasjonene i Risør i 1996 og 1997, samt totalt antall arter (sum Risør). Figuren viser også antall arter som er registrert på de tre Kystovervåkingsstasjonene Tromøy (K-7), Prestholmen ved Grimstad (K-10) og Humløy ved Lillesand (K-11) i perioden 1991-1996. N= antall observasjoner.

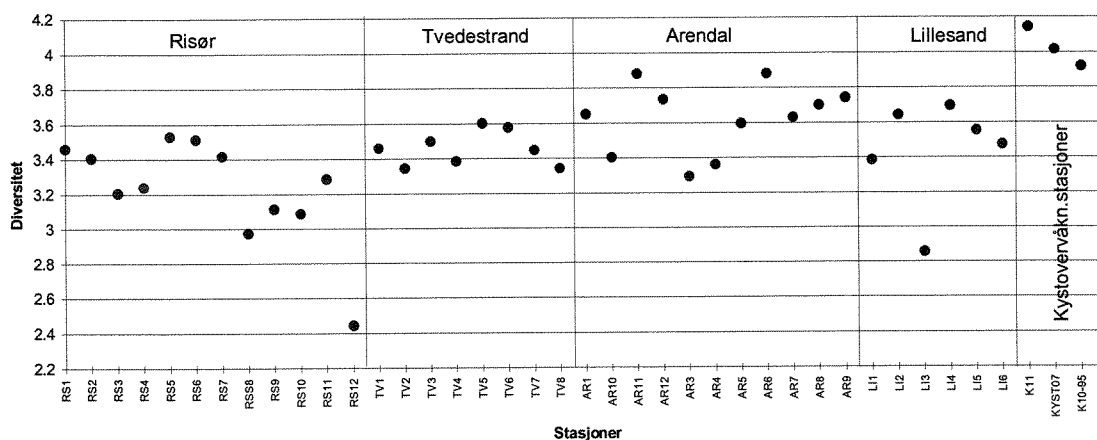
Diversitet og dominans

Diversitet og dominansmål for de ulike stasjonene er vist i **figur 7**. I 1997 var det stort sett rikere strandsamfunn (høyere diversitet og lavere dominans) på de ytre stasjonene i Flisvika/Randvika enn i den avlukkede Sørfjorden. I Sørfjorden var det også en tendens til fattigere samfunn (økende dominans og avtagende diversitet) med økende avstand fra Sundet (RS7) og sjøforbindelsen. I 1996 var det ikke klare forskjeller mellom indre og ytre områder. **Figur 8** viser diversitetsmål for Risør sammenlignet med Tvedestrand, Arendal og Lillesand. Diversiteten er her beregnet for samlet resultat av to års undersøkelser. Resultatene viser at flere stasjoner i Sørfjorden hadde lavere diversitet enn hva som er registrert i indre Tvedestrandsfjord, Arendal havn, Tromøysund, og indre deler av Tingsakerfjorden i Lillesand. Disse områdene er noe nærings saltpåvirket. Stasjonene i Flisvika (RS1,

RS2) hadde samme diversitet som ytre Tvedestrandsfjord, men noe lavere enn i Narestø (Flosta) og ytre deler av Tromøysund.



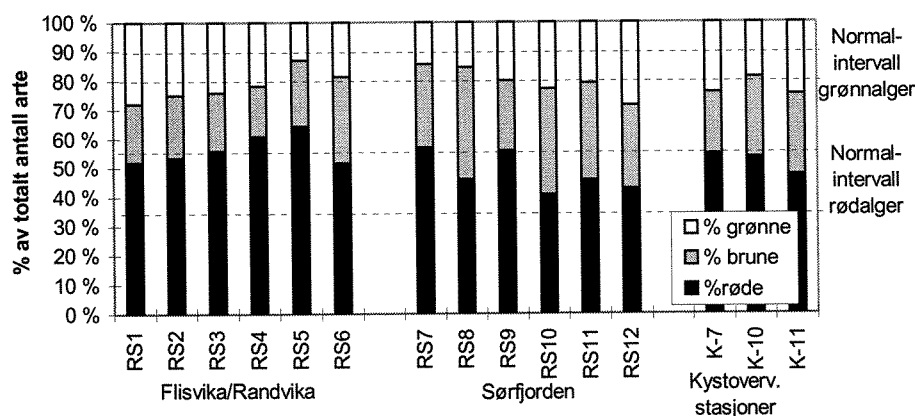
Figur 7. Diversitet og dominans på de ulike stasjonene i ytre kyst og i Sørfjorden ved Risør.



Figur 8. Diversitet på stasjoner i Aust-Agder. Alle stasjonene er undersøkt to år på rad, og diversitet er beregnet for de to årene samlet.

Andel rødalger, brunalger og grønnalger

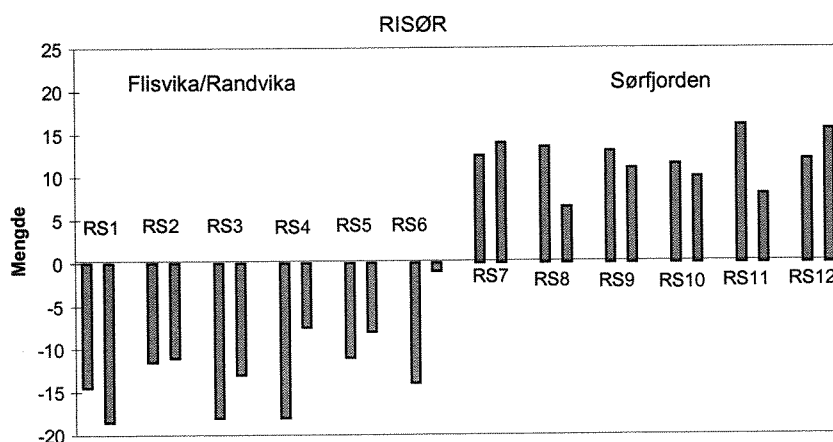
Andelen rød-, brun- og grønnalger var noe utenom "normalintervallene" på flere stasjoner. I Flisvika og i indre del av Sørfjorden var andelen grønnalger mellom 25-35 % av det totale artsantallet, mens normal andel er 10 - 20 % (figur 9). En høy andel grønnalger indikerer ofte ferskvannspåvirkning og/eller eutrofiering. I Flisvika vokste grønnalgene svært spredt, og stasjonene hadde samtidig en høy andel rødalger, som indikerer gode forhold. Det tyder på at det relativt høye antallet grønnalger ikke skyldes eutrofiering. De innerste stasjonene i Sørfjorden hadde stor forekomst av grønnalger i tillegg til relativt mange arter, og saltholdigheten i overflaten varierte mellom 20-30 ‰. Resultatene indikerer at fjorden både kan være eutrofiert og noe ferskvannspåvirket.



Figur 9. Fordeling av antall rødalger, brunalger og grønnalger. Antall rødalger utgjør normalt 35-55% av totalantallet, mens grønnalgene utgjør 10-20% av artsantallet.

Fordeling mellom forurensningstolerante og forurensningsømfintlige arter

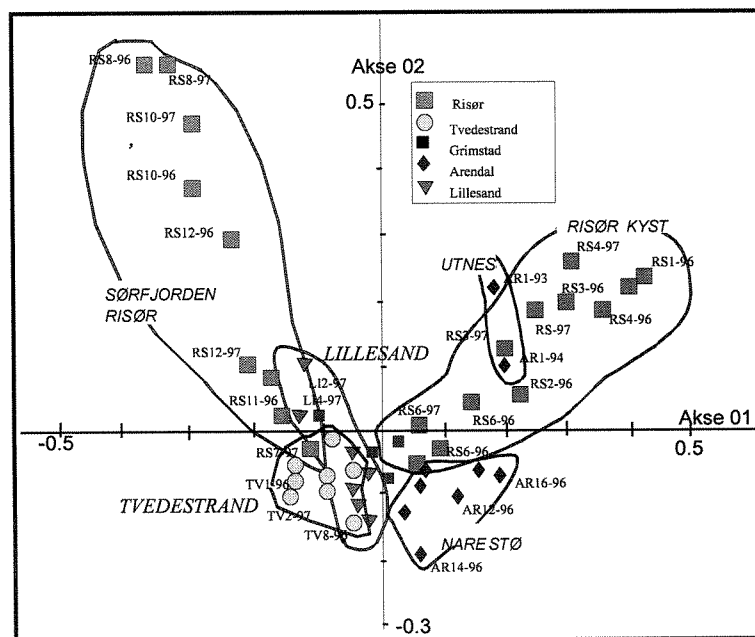
Figur 10 viser forholdet mellom 35 utvalgte arter, jevnt fordelt mellom antatt forurensningstolerante arter og forurensningsømfintlige arter. Alle stasjonene i Sjørfjorden hadde mengdemessig en klar overvekt av forurensningstolerante (hurtigvoksende) arter i forhold til ømfintlige arter. Også i antall var de forurensningstolerante artene dominerende. Stasjonene i Flisvika/Randvika hadde svært liten forekomst av de typisk forurensningstolerante artene, og her dominerte de ømfintlige artene. Unntaket var stasjon RS6 ved Store Furuøy i 1997, hvor det var endel hurtigvoksende arter i 1997.



Figur 10. "Forurensningsindeks". Negative verdier viser overvekt av forurensningsømfintlige arter, mens positive verdier viser økende dominans av tolerante arter (mengder).

Korrespondansanalyse

En korrespondansanalyse av stasjoner fra Tvedestrand, Risør, Lillesand, Grimstad og Arendal viste at stasjonene i Risør delte seg i to grupper med stor innbyrdes forskjell i artssammensetning og -forekomst (**figur 11**). De to gruppene omfattet hhv. stasjonene fra ytre kyst og stasjonene i Sørfjorden. Stasjonene på ytre kyst hadde størst likhet med ytre stasjoner som Utnes og Narestø i Arendal, og viste en eksponeringsgradient. De fleste stasjonene i Sørfjorden hadde stor likhet med næringssaltpåvirkede stasjoner i indre deler av Tvedestrandsfjorden, Tromøysund og Flosterfjorden. Unntaket var stasjonene RS8, RS10 og delvis RS12 i Sørfjorden som skilte seg klart ut fra alle andre stasjoner i analysen. Disse stasjonene hadde tette forekomster av ålegras og havgras.



Figur 11. Korrespondanseanalyse (CA) av strandsonestasjoner i Aust-Agder. I plottet angir tettliggende punkter stasjoner med like organismsamfunn, mens fjerntliggende punkter representerer ulike samfunn. Undersøkelingsområdet er innringet. Stasjoner fra kystovervåkingsprogrammet er ikke tatt med.

3.3.3 Sammenligning med tidligere undersøkelser i Sørfjorden

Algevegetasjonen i Sørfjorden er tidligere undersøkt i juli 1971 (Nilssen 1975). Undersøkelsen omfattet kvalitative registreringer på 22 stasjoner i Sørfjorden og en stasjon i Flisvika. På to stasjoner ble den vertikale utbredelsen av karakteristiske arter gitt, sammen med en enkel mengdevurdering av artene (assosiasjon, vanlig eller sjelden). Selv om registreringsmetodene er noe forskjellig fra foreliggende undersøkelse, er det gjort enkle sammenligninger av artssammensetning og antall registrerte arter. Stasjonsplasseringen i 1996/97 følger stasjonsplasseringen fra 1971.

Artssammensetningen, artsantall og fordeling mellom rødalger, brunalger og grønnalger på de enkelte stasjonene viste tilsynelatende store forskjeller mellom 1996/97 og 1971 (**Figur 12**, **Figur 13**). Blant annet ble det registrert arter som grisetang, martaum, svartkluft, krusflik, vanlig rekeklo og tarmgrønske på stasjon RS7 Sundet i 1996 og 1997, mens de ikke var tilstede i 1971 (vedleggstabell B1). Disse artene er lett gjenkjennelige og flere av dem er flerårige, som tilsier at det er lite sannsynlig

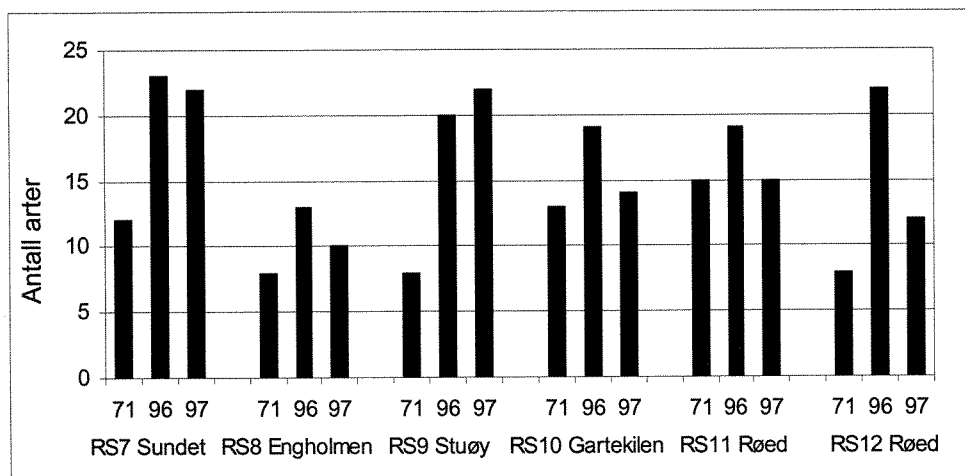
at de ble oversett i 1971. Flere av artene ble imidlertid registrert på nærliggende stasjoner i 1971, og viser at forskjellen i resultatene ikke representerer en generell utvikling for denne delen av fjorden. Forskjellen kan skyldes ulik plassering av stasjonen eller helt lokale endringer på stasjonen.

Algesamfunnet ved Engholmen (RS8) var i 1971 dominert av grønnalger, mens i 1996/97 ble det registrert tette bestander av grisetang, blæretang, ålegras og havgras i tillegg til flere flerårige arter. Også på denne lokaliteten kan det være forskjell i plassering av stasjonen, men det forklarer ikke fraværet av ålegras og havgras i 1971. I 1996/97 ble ålegras registrert i hele området mellom Engholmen og fastlandet. Resultatene indikerer at det har vært en endring i strandsonevegetasjonen.

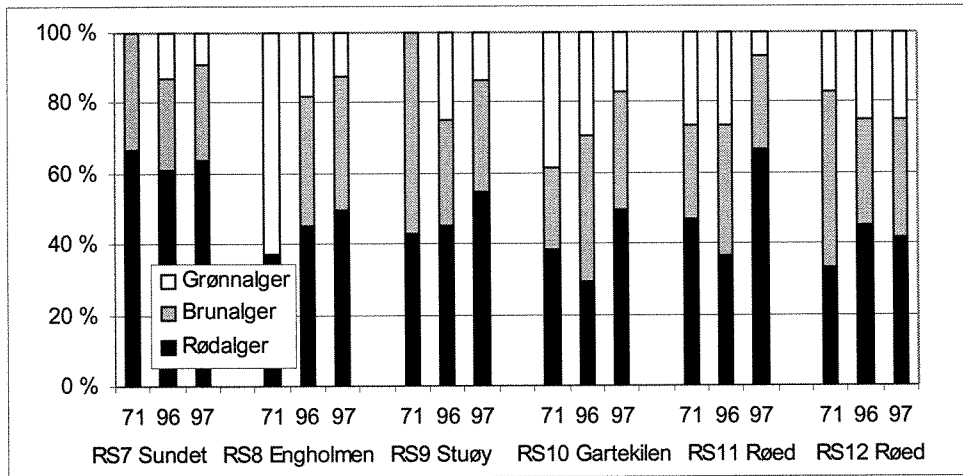
Artslistene fra Stuøya (RS9) indikerer også en betydelig endring fra forrige undersøkelse. I 1971 ble det ikke registrert grønnalger på stasjonen, mens i 1996 og 1997 var flere lett gjenkjennelige grønnalger tilstede. Også flere små, hurtigvoksende rødalger og brunalger ble registrert i 1996 og 1997 (Vedleggstabell B2). Resultatene tyder på at flere arter er etablert siden forrige undersøkelse, men at vegetasjonen er blitt mer preget av hurtigvoksende påvekstalger.

Også på stasjonene ved Røed ble det registrert flere trådformete arter i 1996/97.

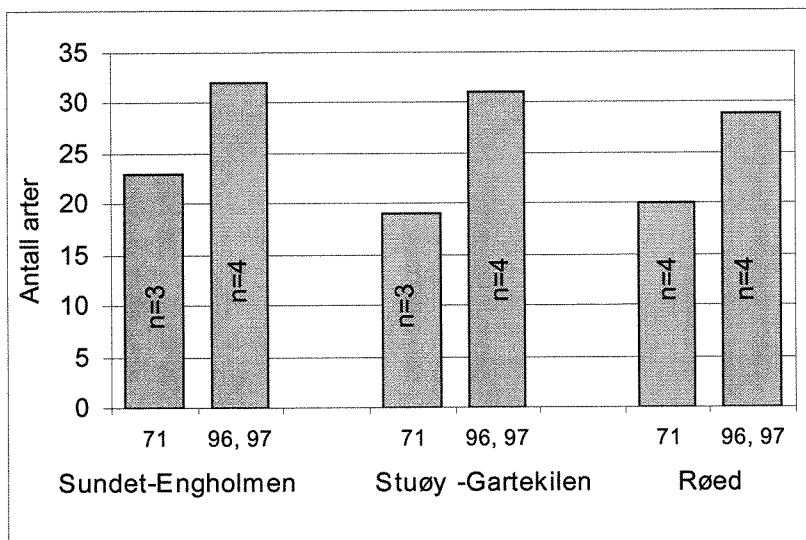
For å ta høyde for mulige forskjeller i innsamlingsmetoder og plassering av stasjoner, er også hele områder sammenlignet med hverandre istedenfor enkeltstasjoner (**Figur 14, Tabell 7**). Fra hvert område inngår to stasjoner fra 1996 og 1997, samt 3-4 stasjoner fra 1971. Resultatene viser at det ble registrert flere arter i 1996/97 enn i 1971 i alle tre områdene (**Figur 14 og Tabell 7**). De fleste av artene som ikke ble registrert i 1971 var ettårige arter. Også for hele fjorden samlet ble det registrert flere arter i 1996/97 enn i 1971 (36 arter i 1996/97 mot 27 arter i 1971).



Figur 12. Antall alger registrert på 6 utvalgte stasjoner i Sør fjorden i 1971, 1996 og 1997.



Figur 13. Fordeling mellom rødalger, brunalger og grønnalger i prosent av totalt antall alger på de enkelte stasjonene i 1971, 1996 og 1997.



Figur 14. Antall alger som ble registrert i Sørffjorden i 1971 og 1996/1997. Stasjonene fra 1971 omfatter st. 3, 4, 6 (Sundet-Engholmen), st. 24, 18, 21 (Stuøy-Gartekilen) og st. 27, 29, 30, 31 (Røed).

Tabell 7. Arter registrert i Sør fjorden i 1971 og 1996-1997. Stasjoner fra 1971 omfatter st.3, 4, 6 (Sundet-Engholmen), st.24, 18, 21 (Stuøy-Gartekilen) og st.27, 29, 30, 31 (Røed).

	Sundet - Engholmen		Stuøya - Gartekilen		Røed		
	Årstall	71	96/97	71	96/97	71	
Rødalger							Rødalger
Pølldokke		1	1	1	1	1	<i>Polysiphonia hemispherica</i>
Røddokke		1	1	1	1	1	<i>Polysiphonia fibrillosa</i> (violacea)
Sjørøis		1	1	1	1	1	<i>Ahnfeltia plicata</i>
Svartkløft/rødkløft		1	1	-	1	-	<i>Furcellaria/Polyides</i>
Rødlo		1	1	-	1	-	<i>Audouinella</i> sp.
Blekkje		1	1	-	1	-	<i>Phyllophora</i> spp.
Gaffelgrenet havpyrd		-	1	-	1	-	<i>Callithamnion corymbosum</i>
Vanlig rekeklo		-	1	-	1	-	<i>Ceramium nodulosum</i>
Tangdokke		-	1	-	1	-	<i>Polysiphonia urceolata</i>
Brunalger							Brunalger
Grisetang		1	1	1	1	1	<i>Ascophyllum nodosum</i>
Blæretang		1	1	1	1	1	<i>Fucus vesiculosus</i>
Sagtang		1	1	1	-	1	<i>Fucus serratus</i>
Vortetuste		1	1	-	1	1	<i>Stilophora rhizoides</i>
Brunli		1	1	-	1	-	<i>Ectocarpus</i> sp.
Martaum		1	1	-	1	-	<i>Chorda filum</i>
Vortesmøkk		-	1	-	1	-	<i>Asperococcus fistulosus</i>
Grønnalger							Grønnalger
Tarmgrønske		1	1	1	1	1	<i>Enteromorpha</i> spp.
Grønndusk		1	1	1	1	1	<i>Cladophora</i> spp.
Krøllhårsalge		1	-	1	1	1	<i>Chaetomorpha linum</i>
Vanlig grønndusk		-	1	-	1	-	<i>Cladophora rupestris</i>
Grønndott		-	-	-	1	-	<i>Spongomorpha</i> sp.
Planter							Planter
Havgras		-	1	1	1	1	<i>Ruppia</i> spp.
Ålegras		-	1	1	1	1	<i>Zostera marina</i>
Antall arter		22	32	19	31	20	29

3.3.4 Vurderinger

Undersøkelsen viste at algevegetasjonen i ytre del av Sandnesfjorden og ved Flisvika var rik og variert, preget av arter typiske for bølgeutsatte steder (penseldokke, skolmetang, strandtagl etc). Artsantall, diversitet og dominans viste normale forhold, og det var en klar overvekt av forurensningsømfintlige arter. Andelen grønnalger var noe høy på flere stasjoner, men siden forekomsten var liten og innslaget av rødalger stort, kan det ikke tolkes som tegn på eutrofiering. På den mest bølgebeskyttede stasjonen ved Furuøy (RS6) ble det registrert mye hurtigvoksende arter i

1997, som gav inntrykk av god næringstilgang. Det var imidlertid ingen andre forhold som indikerte redusert tilstand ved denne stasjonen. Under de hurtigvoksende artene var en frisk og fin undervegetasjon som var svært lik andre ytre stasjoner som f.eks. Narestø. De hurtigvoksende algene kan derfor enten være et resultat av spesielle forhold eller antydning om at tilstanden er under endring. Det må likevel konkluderes med at dagens tilstanden i strandsonen var god, og at det ikke var påviselige effekter av utslippene på strandsonen i hverken Randvika eller Flisvika.

Sørfjorden hadde mange ettårige, hurtigvoksende og opportunistiske brun- og grønnalger. Slike hurtigvoksende arter har høye opptakrater for næringssalter og dermed et konkurransefortrinn over seintvoksende (ofte flerårige) arter i næringsrike områder (Kautsky 1991, Hardy m.fl. 1993, Phil m.fl. 1996). Over tid kan de flerårige artene som f.eks. grisetang bli utkonkurrert pga. lite lys og plass. Overvekten av hurtigvoksende arter i Sørfjorden og likheten i artssammensetning til påvirkede stasjoner i indre Tvedestrandsfjord, Tromøysund og Flosterfjorden, indikerer at området har overkonsentrasjoner av næringssalter (overgjødning) i overflatelaget. Næringssalter kan tilføres både fra utslipp av avløpsvann, avrenning fra land og fra opphvirvling av næringsrikt bunnvann. Resultatene viser at Sørfjorden er svært sårbar for økte tilførsler av næringssalter.

Sammenligninger med forrige undersøkelse i 1971 indikerer at vegetasjonen i Sørfjorden er noe endret. Antallet arter har trolig økt i hele fjorden, og enkelte stasjoner har fått større begroingen av hurtigvoksende arter. Spesielt ved Stuøya i midtre del av fjorden tyder resultatene på økt begroing. Dette indikerer at næringssaltforholdene er noe forværrert. Samtidig ble ålegras og havgras registrert på flere stasjoner enn ved forrige undersøkelse, og ved Engholmen ble det registrert flere flerårige arter enn i 1971. Dette er indikasjoner på forbedrete forhold, som tyder på at algesamfunnet ved Engholmen har utviklet seg i positiv retning. Resultatene gir ikke grunnlag for å gi en samlet konklusjon om utviklingen i Sørfjorden. Det er knyttet stor usikkerhet til sammenligning mellom undersøkelsene som er foretatt med mange års mellomrom og med ulike metoder. Det er også store årlige variasjoner i algevegetasjonen i Sørfjorden, som vist i resultatene fra 1996 og 1997.

4. BLØTBUNN

4.1 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 m.fl. 1997).

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. Individtetthetene kan variere meget, men under dårlige oksygenforhold vil også individtetthetene avta. Organismesammensetningen og struktur kan derfor brukes for å karakterisere miljøtilstand og gradere effekter av påvirkninger.

I strømsvake resipienter vil utslipp av kommunalt avløpsvann først og fremst påvirke bunnfaunaen gjennom oksygenforbruk som følger ved nedbrytningen av organisk materiale. I områder med svak vannutskiftning skal det ikke så mye til før oksygenforbruket overstiger tilførslene av oksygen. Også næringssalter fra utslippene kan bidra til problemene, fordi en øket algeproduksjon i de øvre vannlag fører til en større utsynkning av organisk materiale til dypere vannlag. Når oksygenet brukes opp, utvikles det hydrogensulfid i bunnsedimentene og i vannmassene. Mange bassenger og terskelfjorder langs kysten har dårlige oksygenforhold fra naturens side. I slike områder vil tilførsler av avløpsvann forsterke problemene.

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.

4.2 STASJONSVALG OG METODIKK

4.2.1 Valg av prøvetakingslokaliteter

Prøvetakingen omfattet nærområdet til Risør, ytre del av Sandnesfjorden, Nordfjorden og Sørfjorden. På hvert sted ble det tatt en stasjon (**Figur 1**). Ved Risør og i ytre Sandnesfjorden ble prøvene tatt på størstedypet i dypbassenger ved Flisvika og Furuøy (St RIS 1, RIS 2). I Nordfjorden ble prøvene tatt nær inntil Barmen ved Tjenndalsstranda (RIS 3), og i Sørfjorden ble prøvene tatt ved Røed (RIS 4). Stasjonene i Nordfjorden og i Sørfjorden ble nærmere plassert etter ønske fra kommunen.

Alle stasjoner og prøvedyp ble fastlagt med grunnlag i oksygenmålingene i foreliggende undersøkelse (kap. 2). Siste oksygenmåling ble tatt 14. oktober 1996. Disse målingene viste at det var gode

oksygenforhold i ytre del av Sandnesfjorden (Såta) og i Nordfjorden (ved Trulsvik). I Flisvika var det stort sett gode forhold, men i bunnvannet var det perioder med svært lave oksygenkonsentrasjoner. Ved Røed var det tilfredsstillende oksygenforhold ned til 30 m og hydrogensulfid i vannet på største måledyp (75 m). (kap. 2.3)

4.2.2 Prøvetaking

Prøvene ble innsamlet 21. november 1996. Under prøvetakingen var det overskyet vær, flau vind til lett NØ bris, smul sjø og + 2 °C.

Prøvene ble tatt med 0.1 m² van Veen grabb. På hver stasjon ble det tatt fire parallelle prøver for bunnfauna. Parallellprøvene ble slått sammen og opparbeidet som en samleprøve for hver stasjon. Sedimentet ble siktet på 5 mm og 1 mm sikter og sikterestene ble konserverte i 4-6 % nøytralisert formaldehydløsning.

På alle stasjonene ble det tatt en prøve av overflatesediment (0-2 cm) for analyse av sedimentets finfraksjon og organiske komponenter. Sedimentprøven ble tatt gjennom en inspeksjonsluke på oversiden av grabben. Under prøvetakingen ble det gjort en visuell beskrivelse av bunnsedimentet og det ble kontrollert for innhold av hydrogensulfid i sedimentet (H₂S).

4.2.3 Analysemetoder

Faunaprøvene ble i laboratoriet opparbeidet ved sortering under 4-6 x forstørrelse. Alle dyr ble identifisert og telt og materialet 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 elementanalyser etter at uorganiske karbonater var fjernet med saltsyre.

4.2.4 Tallbehandling

Bunnfaunaen på hver av 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 Shannon-Wieners indeks og Hurlberts indeks (Molvær et al. 1997). Grenseverdier for tilstandsklassene er vist i **Tabell 8**.

Shannon-Wiener indeksen (H') har et verdiområde som varierer fra null til ca. 6. Formelen for indeksen er gitt ovenfor under metodikk for strandsonundersøkelser (kap. 3.2.3). 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 til gode forhold (**tabell 8**).

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. I SFTs veiledning er *meget god tilstand* representert ved indeksverdi (antall arter) > 26 (**tabell 8**). På grunnlag av funksjonen er det utarbeidet et generelt diagram for sammenhengen mellom arter, individtall og artsmangfold basert på undersøkelser i norske kystområder.

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 8. SFTs klassifisering av tilstand for bløtbunnsfauna og organisk innhold i sedimentene (Molvær m.fl. 1997).

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

4.3 RESULTATER

4.3.1 Prøvetaking

I **tabell 9** er det gitt en oversikt over dyp og visuelle observasjoner av bunnforholdene på prøvetakingsstasjonene. Geografiske koordinater for stasjonene og detaljer ved prøvetakingen er gitt i Vedleggstabell C1. Alle grabbprøver var fulle av bunnsediment.

4.3.2 Bunnsedimenter

På alle stasjonene var det normalt grått fjordsediment. Sedimentet virket friskt og var uten lukt av hydrogensulfid (**Tabell 9**).

I Flisvika utenfor Risør (st. RIS 1) og ved Furuøy i ytre Sandnesfjorden (RIS 2) var det ganske mye finfordelt treflis og endel planterester i prøvene. I Flisvika var det også litt slagg. Det var også skallrester av snegl, muslinger og kråkeboller i prøvene. Ved Tjennlandsstranda i Nordfjorden (RIS 3) var det endel treflis, plantefragmenter og litt rester av tynnskallede muslinger i prøvene. Ved Røed i Sørfjorden (RIS 4) var sedimentet ganske grovt og inneholdt mye grus og mineralsand. Også på denne lokaliteten var det endel flisrester, planterester og litt slagg i prøvene. Prøvene inneholdt dessuten store mengder stive pergamentaktige rør av børstemarken *Spiochaetopterus typicus*.

Analysene av bunnsedimentet viste at det var forholdsvis høyt innhold av finstoff (partikler <0.063 mm) i Flisvika, ved Furuøy og ved Tjenndalsstranda (**Tabell 10**). På disse stasjonene var det også moderat til høyt innhold av organisk materiale i sedimentet. Etter SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet faller stasjonene i klassene III (*mindre god*) til V (*meget dårlig*) med hensyn på organisk innhold. Stasjonen ved Tjenndalsstranda får dårligst karakteristikk. I Røedsfjord var sedimentet vesentlig grovere og hadde lavt organisk innhold. Stasjonen faller i klasse I (*meget god*) med hensyn på organisk innhold. I klassifiseringssystemet omregnes (normeres) TOC-verdiene til teoretisk 100% finstoff i sedimentet (Molvær m.fl. 1997). Omregningen har mest betydning for grove sedimenter, mens den ikke fører til noen særlige forandringer i forhold til målte verdier for finkornede sedimenter.

Forholdstallet mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet) var forholdsvis høyt på alle stasjonene. C/N-forholdet kan indikere noe om materialets art. I sedimenter hvor det organiske materialet i hovedsak 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 plantemateriale fra land er relativt nitrogenfattig. De forholdsvis høye verdiene viser at hele fjordsystemet er påvirket av tilført plantemateriale fra land. Innholdet av treflis i sedimentene vil bidra til det høye C/N-forholdet.

Tabell 9. Prøvetaking av bunnfauna og sedimenter i fjordene ved Risør 1996. Lokalteter, dyp og visuelle observasjoner av bunnforhold og sedimenter.

Stasj.		Dyp (m)	Observasjoner	Sikterest (materiale > 1 mm)
RIS 1	Flisvika	82	Grå leiraktig mudder med lyst brunt topplag. Mark, sjømus og døde skjell. Ingen lukt. Like parallellprøver.	Volum ca. 0.5 liter. Ganske mye finfordelt treflis. Litt slagg, pinner og plantefragmenter. Skjellsand med skallrester av muslinger (<i>Thyasira</i> , <i>Nucula</i> , <i>Myrtea</i>), snegl og kråkeboller. Mudderrør og biter av rør av børstemarkene <i>Spiochaetopterus</i> .
RIS 2	Furuøy	62	Grå leiraktig bløt mudder med tynt lyst brunt topplag. Sjømus, slangestjerner og døde skjell. Ingen lukt. Like parallellprøver.	Volum ca. 1.2 liter. Mye trebiter, barkrester og finfordelt treflis. Endel plantefragmenter, pinner og bladrester. Skallrester av muslinger og snegl (<i>Turritella</i> , <i>Nucula</i> , <i>Leda</i> , <i>Corbula</i> , <i>Retusa</i> , <i>Mytilus</i>). Rør av børstemark (<i>Rhodine</i> , <i>Pectinaria</i> , <i>Spiochaetopterus</i>).
RIS 3	Tjenndalsstranda	80	Grå mudder. Ingen lukt. Like parallellprøver.	Volum ca. 0.4 liter. Endel treflis, litt pinner og plantefragmenter. Litt mineralsand og slagg. Skallrester av kamskjell (<i>Chlamys septemradiatus</i>), strandsnegl og tynnskallede muslinger.
RIS 4	Røedsfjord	31	Grå mudder. Ingen lukt. Mark, sjømus og mye slangestjerner. Like parallellprøver.	Volum ca. 2 liter. Mye ren grus og grov sand (mineralsand). Endel treflis, litt rester av blad og småpinner, litt slagg. Noen muslingskall (<i>Chlamys</i> , <i>Mya</i> , <i>Corbula</i>). Stor mengde rør av børstemarkene <i>Spiochaetopterus</i> .

Tabell 10. Kornstørrelse og innhold av organisk materiale (TOC, TN, C/N-forhold) i overflatesediment (0-2 cm) i Risør 1996. Tilstandsklasser i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet er også vist (se Tabell 8).

St.	Lokalisering	Dyp (m)	Kornstørrelse (<0.063 mm)	TOC mg/g	TN mg/g	C/N-forhold	Normert TOC	SFT klasse
RIS 1	Flisvika	82	93.8	36.6	3.0	12.2	37.7	IV
RIS 2	Furuøy	62	84.1	29.1	2.5	11.6	32.0	III
RIS 3	Tjenndalsstranda	80	96.1	52.5	4.5	11.7	53.2	V
RIS 4	Røedsfjord	31	36.2	8.2	<1.0	-	19.7	I

4.3.3 Bunnfauna

Tabell 11 gir en oversikt over artstall, individtetheter og beregnede verdier for arts mangfold. De viktigste artene er listet i **Tabell 12**. Fullstendige arts lister for prøvene er gitt i Vedleggstabell C2.

I Flisvika (RIS 1) og ved Furuøy (RIS 2) ble det funnet en artsrik og normalt individrik fauna. Arts mangfoldet var normalt til høyt. Begge lokalitetene får derfor god karakteristikk i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet. Flisvika faller på grensen mellom klasse I (*meget god*) og klasse II (*god*), mens Furuøy faller i klasse II. På begge stasjoner må artssammensetningen karakteriseres som normal for kystnære bløtbunnsområder, men de viktigste artene er alle former som har toleranse for organisk anrikning. Dette gjelder for eksempel børstemarkene *Chaetozone setosa*, *Heteromastus filiformis* og *Myriochele oculata*, muslingene av slekten *Thyasira* og slangestjernen *Amphiura filiformis* (Rygg 1995). Prøvene indikerer derfor at det var gode miljøforhold på begge stasjonene, men muligens med en svak organisk anrikning.

Ved Tjenndalsstranda (RIS 3) var det en noe artsfattig, men normalt individrik fauna. Arts mangfoldet var nedsatt med den følge at stasjonen faller i klasse III (*mindre god*) i SFTs system. Stasjonen var sterkt dominert av børstemarkene *Heteromastus filiformis* og *Myriochele oculata*, som begge godt tolererer organisk anrikning (Rygg 1995). Også artsindeksen tok en forholdsvis lav verdi (5.5) som viser at det var få forurensningsømfintlige arter i prøvene.

I Røedsfjorden (RIS 4) var det en normalt artsrik og individrik fauna med høyt arts mangfold. Stasjonen faller i klasse I (*meget god*) i SFTs system. Faunaen var allikevel markert dominert av arter som ofte finnes i organisk anrikede sedimenter. Dette gjelder for eksempel børstemarkene *Pseudopolydora paucibranchiata*, *Spiochaetopterus typicus* og *Heteromastus filiformis*, muslingen *Corbula gibba* og slangestjernen *Amphiura filiformis* (Rygg 1995). Prøvene var særlig karakterisert av børstemarken *Spiochaetopterus typicus* med sine stive pergamentaktige rør. Dette er en art som godt kan klare seg i oksygen svake områder og ofte finnes i sorte bunnsedimenter på grensen mot døde dypområder med hydrogensulfid. Arts mangfold og artssammensetning gir derfor et ulikt inntrykk av forholdene på lokaliteten. Generelt må nok tilstanden karakteriseres som god, men det er mulig at organisk overbelastning eller oksygen svikt kan inntre i perioder. Det grove sedimentet på stasjonen tyder på at lokaliteten er strømrisk, og det kan være en årsak til at resultatene ikke er entydige.

Tabell 11. Antall arter, individtall, individtettheter og artsmangfold i prøvene av bunnfauna i Risør 1996. Artsmangfoldet er gitt ved Shannon-Wiener indeksen (H') og indeksen $E(S_{100})$. Indeksen AI (artsindeks) gir et mål for forekomst av forurensningsømfintlige arter i prøven. Tilstandsklasser i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet er også vist (se Tabell 8).

Stasjon	Artstall	Individer	Ind/m ²	H'	E(S ₁₀₀)	AI	SFT Klasse
RIS 1	72	1284	3210	4.01	25.2	6.5	I/II
RIS 2	74	1566	3915	3.54	24.6	6.9	II
RIS 3	29	1100	2750	2.17	11.9	5.5	III
RIS 4	57	442	1105	4.35	30.5	6.5	I

Tabell 12. Individtettheter (ind/m²) for de viktigste artene i Risør i 1996. Artene på listen representerer de 10 individrikeste artene på hver av stasjonene.

	RIS 1	RIS 2	RIS 3	RIS 4
	Flisvika	Furuøy	Tjennsalsstr.	Røedsfj
NEMERTINEA ind. (båndmark)	40	13	45	8
NEMATODA ind. (rundmark)	-	-	-	25
POLYCHAETA (mangebørstemark)				
<i>Paramphinome jeffreysi</i>	15	5	65	-
<i>Glycera alba</i>	18	20	25	13
<i>Prionospio fallax</i>	100	115	-	28
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	-	5	35	90
<i>Spiochaetopterus typicus</i>	-	-	3	223
<i>Chaetozone setosa</i>	900	20	88	18
<i>Diplocirrus glaucus</i>	270	338	-	3
<i>Heteromastus filiformis</i>	235	20	840	70
<i>Maldane sarsi</i>	190	-	-	20
<i>Myriochele oculata</i>	520	1855	1405	18
<i>Pectinaria koreni</i>	8	10	78	-
<i>Anobothrus gracilis</i>	23	-	-	23
<i>Melinna cristata</i>	85	-	13	43
<i>Euchone papillosa</i>	-	-	35	3
PROSOBRANCHIA (forgjellesnegl)				
<i>Onoba vitrea</i>	18	75	-	-
BIVALVIA (muslinger)				
<i>Myrtea spinifera</i>	5	75	-	-
<i>Thyasira flexuosa</i>	125	183	-	3
<i>Thyasira cf. sarsi</i>	-	153	-	-
<i>Thyasira sp.</i>	113	-	25	-
<i>Corbula gibba</i>	48	28	-	48
OPHIUROIDEA (slangestjerner)				
<i>Opiura affinis</i>	38	5	-	30
<i>Amphiura filiformis</i>	23	138	-	215
<i>Ophiuroidea ind. juv.</i>	30	95	-	-

4.3.4 Sammenligning med tidligere prøvetaking

Ingen av stasjonene i foreliggende undersøkelse har vært prøvetatt tidligere. Eneste undersøkelse som gir grunnlag for sammenligninger, er en undersøkelse av lokaliteter med sikte på egnethet for fiskeoppdrett, som ble foretatt i 1985 (Wikander 1986). I denne undersøkelsen ble det undersøkt to stasjoner ved Furuøy og flere stasjoner i Nordfjorden.

Ved Furuøy ble en stasjon (E24) på 45 m dyp nokså nær RIS 2 undersøkt. Stasjonen var artsrik og hadde høyt artsmangfold. Sedimentet hadde lavt innhold av organisk materiale. Det ble konkludert med at lokaliteten hadde meget gode forhold og var godt egnet som mulig oppdrettslokalitet (Wikander 1986). Resultatene samsvarer godt med foreliggende undersøkelse. Stasjon RIS 2 ble plassert i det dypeste punktet (62 m) i området, og som representerer det mest følsomme punktet. Ofte vil det være høyere organisk innhold i sedimentet og lavere artsmangfold i bunnfaunaen i dyppunktet enn i grunnere områder omkring.

Sør for Furuøy ble en stasjon (E25) i et lite dypbasseng på 66 m undersøkt. Stasjonen var artsrik og hadde forholdsvis høyt artsmangfold. Sedimentet hadde nokså høyt organisk innhold (34 mg/g TOC). Tilstanden på lokaliteten ble karakterisert som relativt god (Wikander 1986). Resultatene fra denne stasjonen er ikke ulike stasjon RIS 2. Samsvaret mellom prøvetakingen i 1985 og foreliggende undersøkelse viser at tilstanden i ytre Sandnesfjorden er god.

I Nordfjorden ble det i 1985 undersøkt lokaliteter ved Selvik og Kjødvik på nordsiden av fjorden. Stasjonene ble tatt på henholdsvis 35 m (st. E21) og 27 m (st. E22) dyp, og begge viste gode forhold. Ved skrapetrekke ble det funnet grått luktfritt sediment ned til 120 m. Det ble derfor konkludert med at det var tilfredsstillende forhold ned til 120 m i området (Wikander 1986). Prøvetakingen på RIS 3 bekrefter i hovedtrekkene denne konklusjonen, men viser at de dypere områdene av fjorden er endel belastet og ikke har fullgode forhold.

I indre Nordfjord ble det undersøkt en lokalitet (E20) på 30 m dyp ved Hasdalen som hadde flere likhetstrekk med RIS 4 i Røedsfjorden. Sedimentet var ganske grovt og hadde lavt organisk innhold. Faunaen var artsrik og hadde høyt artsmangfold. Tilstanden ble derfor vurdert som meget god (Wikander 1986). Det ble antatt at sedimentets karakter hadde sammenheng med elvetransporterte løsmasser samtidig som vannfornyelsen var god. Resultatene fra RIS 4 kan tyde på liknende forhold i Røedsfjorden. Det er allikevel bemerkelsesverdig å finne grove sedimenter og bunnfauna med høy diversitet i såvidt topografisk avstengte områder som Røedsfjorden og Nordfjorden.

4.4 VURDERING AV RESULTATENE

Bunnsedimentene hadde generelt høyt organisk innhold på alle lokalitetene, med unntak for i Røedsfjorden hvor det var grovt sediment. Dette fører til at sedimentene får *mindre god* til *dårlig* karakteristikk etter SFTs kriterier. Trolig er det tilført plantemateriale fra land som er hovedårsaken til det høye TOC-innholdet. Mesteparten av dette består av løv, gress og pinner som naturlig havner ut i sjøen. I tillegg bidrar avsetningene av flis og tremateriale i bunnsedimentene til det organiske innholdet. Det er særlig det forholdsvis høye C/N-forholdet som indikerer betydningen av plantemateriale fra land. Tilførsler fra avløpsvann og lokal planteplanktonproduksjon lar seg vanskelig skille ut, men synes ikke å prege det organiske innholdet i sedimentene.

I alle fjorder og indre kystområder er det vanlig å finne forhøyde TOC-verdier og C/N-forhold som følge av tilførsler 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. I realiteten kan derfor sedimentene bli karakterisert som dårligere enn de egentlig er, som følge av at TOC-verdiene legges til grunn for vurderingene. På den annen side kan tilførsler av lett omsettelig organisk materiale fra avløpsvann og planktonproduksjon bidra til at samlet oksygenforbruk i sedimentene blir for høyt, med utvikling av hydrogensulfid til følge.

Sedimentene i Flisvika og ytre Sandnesfjorden kan sammenlignes med andre indre fjordområder på Sørlandet. Tilsvarende TOC-verdier (30-40 mg/g) har blitt registrert ved Narestø og Buøy i østre Tromøysund (Jacobsen m.fl. 1996, Oug 1998) og ved Homborøy i Grimstad (Jacobsen et. al 1997). Dette representerer lokaliteter uten noen større lokale organiske tilførsler. Generelt synes det som verdier på 20-40 mg/g kan betraktes som normale for kystområder på Sørlandet (se Moy m.fl. 1996). I Tromøysund og Galtesund, som tilføres flis og tremateriale med Nidelva, er det funnet høyere verdier (52-76 mg/g) (Oug 1998). Flisinnholdet tatt i betraktning, synes derfor ikke den organiske belastningen på sedimentene i Flisvika og ytre Sandnesfjorden å være spesielt stor.

Sedimentet ved Tjenndalsstranda hadde høyt TOC-innhold (>50 mg/g). Like høye verdier ble funnet i ytre Tvedestrandsfjorden og i Skallefjorden ved Lillesand, hvor prøvene ble tatt samtidig som i Risørfjordene (hhv. 54 og 63 mg/g). Det er også funnet liknende verdier ved Strengereid og Kilsund i Arendal kommune (Jacobsen m.fl. 1996). Dette er områder som er særlig utsatt for tilførsler eller som har terskler og nedsatt oksygeninnhold i fjordvannet.

Undersøkelsene av bunnfauna viser at det var god tilstand i Flisvika og ytre Sandnesfjorden. I Nordfjorden var tilstanden dårligere, men tatt i betraktning at stasjonen ved Tjenndalsstranda (RIS 3) ble tatt forholdsvis dypt (80 m) og godt under fjordens terskeldyp, må tilstanden karakteriseres som tilfredsstillende. Ved de hydrografiske undersøkelsene ble oksygeninnholdet i vannmassene høsten 1996 målt til 3-4 ml/l i 80 m dyp (kap. 2.3). Dette er tilstrekkelige oksygenkonsentrasjoner for de aller fleste bunndyr. Generelt klarer mange bunndyr seg ved oksygenkonsentrasjoner ned til i underkant av 1 ml/l. De friske bunnsedimentene tyder også på at det har vært gode oksygenforhold i en lengre periode forut for prøvetakingen. Faunaen besto dessuten av mange gravende og sedimentbearbeidende arter som ved sin aktivitet bidrar til å holde sedimentene friske.

Lokaliteten ved Røed hadde en artsrik fauna med høyt artsmangfold. Dette er et nokså uventet resultat, siden stasjonen ligger langt inn i en fjord som er betydelig isolert fra åpne kystfarvann. Vanligvis er det bare et begrenset antall arter med høy toleranse for organisk anrikning som kan klare seg i indre fjordområder. De grove sedimentene kan imidlertid tyde på at det er strøm eller andre forhold på lokaliteten som fører til vannfornying og hindrer opphopning av organisk materiale. I vannmassene var det høsten 1996 tilfredsstillende oksygeninnhold på stasjonens dybde (30 m), men det var en skarp gradient bare noen få meter dypere (kap. 2.3). Faunaresultatene var imidlertid ikke entydige. Spesielt var faunaen dominert av arter som ofte preger organisk anrikede sedimenter. Dette kan bety at det inntreffer perioder med dårlige oksygenforhold eller betydelig avsetning av organisk materiale på lokaliteten, og at forholdene ikke er stabile.

Lokalitetene i Flisvika, Sandnesfjorden og Nordfjorden får alle dårligere karakteristikk med hensyn på sedimenter enn på fauna når SFTs miljøkvalitetskriterier legges til grunn. Tilsvarende ulike karakteristikker har etterhvert blitt observert for en rekke steder i kystområder på Sørlandet, f.eks. Narestø og Strengereid (Jacobsen m.fl. 1996), Homborsund (Jacobsen m.fl. 1997) og Tromøysund og Galtesund (Oug 1998). Trolig utgjør plantemateriale fra land sammen med treflis og bark fra sagbruksvirksomhet hovedkomponentene til TOC-innholdet i sedimentene. Dette er i stor grad materiale som brytes langsomt ned og som ikke har samme effekter for bunnfaunaen som lett omsettbart organisk stoff. Generelt kan det derfor se ut til at sedimentene i kystområdene på Sørlandet blir karakterisert som dårligere enn de egentlig er. 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, men det er flere forhold som tyder på at artsmangfoldet ikke alltid er en tilstrekkelig følsom parameter for menneskebettinget påvirkning. I flere tilfeller synes artssammensetning og innslag av karakteristiske arter å være bedre (se f.eks. Ashan & Skullerud 1990, Olsgard & Gray 1995). Det bør derfor legges en samlet vurdering av alle forhold til grunn for vurdering av tilstanden på lokalitetene.

5. REFERANSER

- Andersson, L. & Rydberg, L. 1988. Trends in nutrients and oxygen conditions within the Kattegat: Effects of local nutrient supply. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 26: 559-579.
- Ashan, M.M. & A. Skullerud 1990. Effects of changes in sewage pollution on soft-bottom macrofauna communities in the inner Oslofjord, Norway. *Sarsia* 75: 169-190.
- Aure, J., Dahl, F.E., Golmen, L.G., Johannessen, T. & Molvær, J. 1997. Vurdering av oksygenutvikling og organisk belastning på kyststrekningen Jomfruland-Stavanger. NIVA rapport L.nr. 3555-96, 36s.
- Aure, J. & Danielssen, D.S. 1993. Terskelbasseng på sørlandskysten. Organisk belastning og vannutskiftning. *Fisken og Havet* 1993, nr.1: 1-16.
- Baalsrud, K., L.Golmen, J. Molvær & B.Rygg 1991. Nordsjøplanen. Marine resipienter. Inndeling i resipientområder, tilførsler, mål for vannkvalitet og behov for reduksjon av tilførsler. NIVA rapport nr. 2638. 51 s. 1991.
- Baden, S.P., L-O Loo, L. Phil & R. Rosenberg 1990. Effects of eutrophication on benthic communities including fish: Swedish West Coast. *Ambio* 19: 113-122.
- Bokn, T. 1978. Klasser av fastsittende alger brukt som indikatorer på eutrofiering i estuarine og marine vannmasser. Norsk institutt for vannforskning. Årbok 1978, s. 53-59.
- Bokn, T.L., 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.* 78:117-124.
- Dahl, E. & E.S. Danielssen 1987. Egnethetsundersøkelser for fiskeoppdrett på Skagerrak-kysten. Flødevigen meldinger nr. 6 - 1987. 205s.
- Danielssen, D. 1979. Rapport angående resipientundersøkelser i Risør/Tvedestrandsområdet i 1978. Fiskeridirektoratets havforskninginstitutt. Statens biologiske stasjon Flødevigen.
- Danielssen, D. 1981. Rapport angående resipientundersøkelser i Risør/Tvedestrandsområdet i 1979. Fiskeridirektoratets havforskninginstitutt. Statens biologiske stasjon Flødevigen. 43s.
- Danielssen, D.S. 1998. Miljøundersøkelser, 8.-27. april 1998, Nordsjøen/Skagerrak/Kattegat og ytre Oslofjord. Toktrapport, Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen.
- Danielsen, D. & S.A. Iversen 1978. Rapport angående resipientundersøkelser i Risør/Tvedestrandsområdet i 1976-77. Rapport fra Statens Biologiske Stasjon Flødevigen mai 1978. 48 pp.
- Dannevig, G. 1970. Resipientundersøkelser på Skagerrakkysten. Delrapport for Risørområdet. (Risør havn, Søndeledfjorden, Sandnesfjorden og Lyngørffjorden. Rapport fra Statens Biologiske Stasjon Flødevigen. 18s.

- Green, N. 1992. "Joint Monitoring Group" (JMG). Joint Monitoring Programme in Norway. Oslofjord-area, Arendal, Lista, Sørkjolen, Hardangerfjorden, Bømlo, Orkdalsfjorden, Ålesund-area, Froan-area, Helgeland-area and Lofoten-area. NIVA Programme Proposal 1992.
- Hardy, F.G., S.M. Evans & M.A. Treemayne. 1993. Long-term changes in the macroalgae of three polluted estuaries in north-east England. *J. Exp. Biol. Ecol.* 172 (1993), 81-92.
- Jacobsen, T., Dahl, E. & Oug, E. 1994. Miljøstatus i vannforekomster i Aust-Agder. Del II. Marine resipienter. NIVA-rapport l.nr. 3154, 115 s. + vedlegg. ISBN82-577-2627-3.
- Jacobsen, T., Dahl, E., Oug, E., Johannessen & F. Moy 1997. Tilstanden i sjøområdene ved Grimstad før start av biologisk renseanlegg på Groos. NIVA rapport nr. 3622. 91 s.
- Jacobsen, T. & K. Næs 1992. Forprosjekt: Forurensning og miljøstatus i Sønedeledfjorden. Notat. NIVA Sørlandsavdelingen.
- Jacobsen, T., E. Oug & J. Magnusson 1996. Vannkvalitet i kystområdene i Arendal kommune 1992-1994. NIVA rapport nr. 3378. 100 s.
- Johannessen, T. & Dahl, E. 1996. Declines in oxygen concentrations along the Norwegian Skagerrak coast, 1927-1993: A signal of ecosystem changes due to eutrophication? *Limnol. Oceanogr.* 41: 766-778.
- Kautsky, H. 1991. Influence of eutrophication on the distribution of phytobenthic plant and animal communities. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 76, 423-432.
- Konieczny, R. 1994. Sonderende undersøkelse i norske havner og utvalgte kystområder. Fase I. Miljøgifter i sedimenter på strekningen Narvik-Kragerø. NIVA-rapport LNR 3275. SFT overvåkingsrapport nr. 587/94, TA nr. 1159/1994. 185 s.
- Magnusson, J. & T. Tjomsland 1987. Strømforhold i Risør havn - før og etter utbygging av ny molo. NIVA-rapport 2082. 18 s.
- 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. Veiledning 97:03, Statens Forurensningstilsyn, 36 s. 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 - Stad. NIVA rapport, nr. 3551. 84 s.
- Nilssen, J. P. 1975. En algologisk undersøkelse fra Sønedeledfjorden ved Risør - en "land-locked" fjord som er særlig utsatt ved forurensning. *Blyttia* 33: 17-26.(kopi)
- Næs, K. 1985. Sedimentundersøkelser i Kranfjorden/Nordfjorden. Norsk institutt for vannforskning, Sørlandsavdelingen. Notat, 7s.

Olsgard, F. & J.S. Gray 1995. A comprehensive analysis of the effects of offshore oil and gas exploration and production of the benthic communities of the Norwegian continental shelf. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 122: 277-306.

Oug, E. 1998. Vannkvalitet i kystområdene i Arendal. Bløtbunnsfauna i Tromøysund og Galtesund 1994. NIVA rapport nr. 3829. 34 s.

Pedersen, A., J. Aure, E. Dahl, N. W Green, T. Johnsen, J. Magnusson, F. Moy, B. Rygg, M. Walday 1995. Langtidsovervåking i kystområdene av Norge. Fem års undersøkelser: 1990-1994. Hovedrapport. NIVA rapport nr. 3332-95. 177 s. (Statlig program for forurensningsovervåking. Overvåkingsrapport 624a/95. TA-nr. 1264/1995.

Pedersen, A., N. W Green, F. Moy & M. Walday 1997. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Hardbunnsundersøkelser. Datarapport 1996. NIVA rapport nr. 3642-97. 67 s. (Statlig program for forurensningsovervåking. Overvåkingsrapport 689/97. TA-nr. 1430/1997.

Phil, L., G. Magnusson, I. Isaksson, & I. Wallentinus 1996. Distribution and growth dynamics of ephemeral macroalgae in shallow bays on the Swedish west coast. *Journal of Sea Research* 35 (1-3): 169-180.

Rosenberg, R. 1990. Negative oxygen trends on Swedish coastal bottom waters. *Marine Poll. Bull.* 21: 335-339.

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, nr. 3347. 68 s.

Stigebrandt, A. 1992. Beregning av miljøeffekter av menneskelige aktiviteter. Lærebok for brukere av vannkvalitetsmodellen Fjordmiljø. *Ancylus/SFT rapport nr. 9201*, 58 s.

Strickland, J.D.H. & Parson, T.R. 1968. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Bd Can.* 167: 1-311

Wikander, P.B. 1986. Egnethetsundersøkelser for havbruk i Aust-Agder fylke. NIVA rapport nr. 1898. 59 s.

Wikander, P.B. 1986b. Lokalteter for marin-økologisk datainnsamling langs kysten av Aust-Agder. NIVA rapport nr. 1902. 106s.

Vedlegg A. Hydrografi

Vedleggstabell A1. Målinger av temperatur, saltholdighet, tetthet, oksygen (konsentrasjon og % metning), hydrogensulfid (H_2S) og sikt (m) vedi Såta (Sandnesfjorden), Flisvika, Østerfjord, Trulsvik og Røedsfjord, i Risør kommune.

Stasjon	Dato	Dyp m	Temp °C	Salt PSU	Tetthet Sigma t	Oksygen ml/l	%	H_2S ml/l	Sikt m
H1 Såta	13.08.96	0	17.174	29.390	21.175	5.99	106		8
		5	17.166	29.445	21.219	5.97	106		
		10	17.135	29.495	21.264	5.99	106		
		20	17.110	29.533	21.299	5.95	106		
		30	14.378	31.884	23.703	5.76	98		
		40	12.965	32.600	24.542	5.56	92		
		50	11.354	33.358	25.434	5.25	85		
		60	11.049	33.496	25.596	5.23	84		
H2 Flisvika	13.08.96	0	17.333	29.079	20.900	5.96	106		9
		5	17.259	29.184	20.998	5.96	106		
		10	17.136	29.466	21.242	5.91	105		
		20	16.833	30.194	21.869	5.89	104		
		30	14.018	32.137	23.973	5.70	97		
		40	12.497	32.702	24.711	5.44	90		
		50	11.079	33.366	25.490	5.04	81		
		60	8.981	33.729	26.126	4.05	62		
		75	6.596	34.158	26.810	3.04	44		
H3 Østerfjord	13.08.96	0	17.511	28.853	20.686	6.00	107		9
		5	17.214	29.370	21.150	5.94	105		
		10	17.183	29.530	21.280	5.95	106		
		20	13.219	31.904	23.953	5.91	98		
		30	9.650	32.606	25.141	5.07	78		
		50	6.316	34.177	26.862	3.98	58		
		75	6.342	34.357	27.001	4.22	61		
		100	6.401	34.403	27.029	4.08	59		
		125	6.414	34.418	27.040	4.04	59		
H4 Trulsvik	13.08.96	0	17.615	28.615	20.480	5.98	107		11
		5	17.604	28.624	20.489	5.98	107		
		10	17.167	29.574	21.317	6.04	107		
		20	13.696	31.698	23.699	6.01	101		
		30	9.090	32.616	25.238	5.19	79		
		50	6.356	34.175	26.855	3.95	57		
		75	6.359	34.370	27.009	3.93	57		
		100	6.398	34.401	27.028	3.85	56		
		120	6.404	34.408	27.033	3.92	57		
H5 Røedsfjord	13.08.96	0	17.938	28.109	20.018	6.12	109		9
		5	17.816	28.445	20.304	6.06	108		
		10	17.463	29.430	21.139	6.03	108		
		20	12.244	31.814	24.071	6.13	100		
		30	6.772	33.294	26.106	2.59	38		
		50	6.331	33.935	26.669	1.46	21		
		60	6.314	33.960	26.691	1.37	20		
		75	6.307	33.976	26.704	1.05	15		
		75	6.313	33.981	26.708	0.49	7		

Vedleggstabell A1 (forts.)

Stasjon	Dato	Dyp m	Temp °C	Salt PSU	Tetthet Sigma t	Oksygen H2S		Sikt	
						ml/l	%	ml/l	m
H1 Såta	11.09.96	0	16.194	21.802	15.585	6.24	104		7
		5	16.162	24.716	17.821	6.02	102		
		10	15.305	31.524	23.229	5.18	90		
		20	14.693	33.290	24.721	5.15	89		
		30	11.768	33.658	25.591	4.92	80		
		40	10.223	34.050	26.172	4.95	78		
		50	10.056	34.147	26.277	4.96	78		
		60	10.024	34.166	26.297	4.97	78		
H2 Flisvika	11.09.96	0	16.018	21.934	15.722	6.14	102		8
		5	16.272	23.202	16.639	6.05	102		
		10	15.512	31.308	23.018	5.14	89		
		20	14.760	33.240	24.668	5.17	89		
		30	11.533	33.734	25.694	5.00	81		
		40	10.484	33.953	26.052	4.86	77		
		50	10.324	34.023	26.134	4.88	77		
		60	10.272	34.046	26.161	4.88	77		
		75	9.858	34.021	26.212	4.52	71		
H3 Østerfjord	11.09.96	0	16.368	21.933	15.649	6.21	104		7
		5	16.442	22.003	15.687	6.00	100		
		10	16.760	29.321	21.216	5.13	90		
		20	14.395	32.549	24.213	5.00	85		
		30	12.992	32.740	24.645	4.91	82		
		50	6.379	34.147	26.830	3.75	54		
		75	6.350	34.364	27.005	4.07	59		
		100	6.399	34.403	27.030	3.79	55		
		125	6.415	34.419	27.040	3.82	55		
		150	6.419	34.435	27.052	3.67	53		
		175	6.416	34.442	27.058	2.43	35		
H4 Trulsvik	11.09.96	0	16.673	21.476	15.235	6.39	107		6
		5	16.511	22.032	15.695	6.19	104		
		10	17.103	27.143	19.472	5.56	97		
		20	13.868	32.336	24.157	5.14	87		
		30	12.000	32.627	24.747	4.79	78		
		50	6.394	34.150	26.830	3.63	53		
		75	6.359	34.367	27.006	3.64	53		
		100	6.396	34.401	27.028	3.79	55		
		120	6.402	34.408	27.033	3.71	54		
H5 Røedsfjord	11.09.96	0	17.119	19.825	13.881	6.64	111		5
		5	18.945	22.437	15.462	6.11	108		
		10	17.880	28.842	20.592	5.07	91		
		20	12.899	31.657	23.825	5.00	82		
		30	6.945	33.226	26.029	2.42	35		
		50	6.339	33.926	26.661	1.05	15		
		60	6.322	33.951	26.683	0.87	13		
		70	6.313	33.968	26.698	0.69	10		
		74	6.327	33.975	26.701	0.61	9		

Vedleggstabell A1 (forts.)

Stasjon	Dato	Dyp m	Temp °C	Salt PSU	Tetthet Sigma t	Oksygen H2S		Sikt	
						ml/l	%	ml/l	m
H1 Såta	21.09.96	0	13.903	26.387	19.562	6.37	104		8
		5	14.305	30.363	22.545	5.92	100		
		10	14.454	32.011	23.785	5.43	93		
		20	14.072	32.732	24.421	5.31	90		
		30	12.500	33.552	25.369	5.24	87		
		40	9.861	34.155	26.316	4.82	76		
		50	9.363	34.319	26.526	5.03	78		
		60	9.307	34.340	26.552	5.01	78		
H2 Flisvika	21.09.96	0	14.415	29.419	21.796	6.11	103		7
		5	14.347	30.242	22.443	5.98	101		
		10	14.572	31.890	23.667	5.57	95		
		20	13.826	33.028	24.700	5.27	89		
		30	12.450	33.595	25.413	5.17	86		
		40	9.995	34.109	26.257	4.78	75		
		50	9.826	34.181	26.342	4.89	77		
		60	9.788	34.195	26.359	4.87	76		
H3 Østerfjord	22.09.96	0	14.699	29.541	21.831	6.09	103		8
		5	14.823	31.400	23.237	5.51	94		
		10	14.560	32.136	23.859	5.14	88		
		20	14.156	32.803	24.458	5.07	86		
		30	12.988	33.025	24.866	4.97	83		
		50	6.371	34.093	26.789	3.77	55		
		75	6.346	34.305	26.959	4.07	59		
		100	6.398	34.348	26.986	3.76	55		
		125	6.412	34.364	26.997	3.71	54		
		150	6.418	34.376	27.006	3.70	54		
175	6.414	34.386	27.015	2.69	39				
H4 Trulsvik	22.09.96	0	15.220	25.174	18.368	6.16	102		6
		5	14.634	30.416	22.518	5.62	95		
		10	14.530	31.986	23.750	5.04	86		
		20	14.224	32.854	24.483	5.08	87		
		30	13.442	33.066	24.807	4.95	83		
		50	6.410	34.079	26.773	3.80	55		
		75	6.364	34.317	26.966	3.77	55		
		100	6.397	34.346	26.985	3.77	55		
H5 Røedsfjord	22.09.96	0	16.076	24.812	17.913	6.40	108		6
		5	15.185	30.488	22.458	5.23	90		
		10	13.661	31.641	23.662	4.80	80		
		20	13.307	32.372	24.298	4.76	80		
		30	7.592	32.802	25.606	2.05	30		
		50	6.333	33.884	26.628	1.23	18		
		60	6.319	33.905	26.647	0.87	13		
		70	6.316	33.917	26.656	0.66	9		
		75	ikke tatt						

Vedleggstabell A1 (forts.)

Stasjon	Dato	Dyp m	Temp °C	Salt PSU	Tetthet Sigma t	Oksygen H2S		Sikt	
						ml/l	%	ml/l	m
H1 Såta	14.10.96	0	11.370	30.397	23.130	6.33	100		11
		5	11.414	30.560	23.249	6.23	99		
		10	11.399	30.712	23.370	6.35	101		
		20	11.601	31.063	23.606	6.21	99		
		30	11.899	32.553	24.708	5.74	93		
		40	11.821	32.938	25.022	5.48	89		
		50	11.708	33.234	25.272	5.37	87		
		60	11.401	33.487	25.526	5.34	86		
H2 Flisvika	14.10.96	0	11.348	30.314	23.069	6.27	99		11
		5	11.445	30.429	23.141	6.25	99		
		10	11.598	30.831	23.427	6.14	98		
		20	11.947	31.698	24.036	5.85	95		
		30	11.897	32.933	25.004	5.48	89		
		40	11.656	33.328	25.355	5.37	87		
		50	9.608	34.035	26.265	4.65	73		
		60	8.904	34.290	26.578	4.26	65		
		70	8.443	34.440	26.767	4.07	62		
75	8.331	34.476	26.813	3.95	60				
H3 Østerfjord	14.10.96	0	11.361	30.905	23.526	6.11	97		11
		5	11.446	31.068	23.637	6.10	97		
		10	12.170	31.697	23.994	5.67	92		
		20	12.020	32.982	25.019	5.36	87		
		30	11.524	33.328	25.379	5.19	84		
		50	6.489	34.051	26.740	3.62	53		
		75	6.348	34.307	26.960	3.82	55		
		100	6.392	34.344	26.984	3.63	53		
		125	6.410	34.363	26.997	3.54	51		
		150	6.417	34.376	27.006	3.37	49		
175	6.412	34.387	27.016	1.66	24				
H4 Trulsvik	14.10.96	0	11.770	31.299	23.759	5.94	95		11
		5	12.042	31.546	23.901	5.79	94		
		10	12.553	32.496	24.541	5.26	87		
		20	12.094	32.947	24.978	5.30	87		
		30	11.499	33.284	25.350	5.11	83		
		50	6.458	34.062	26.753	3.59	52		
		75	6.354	34.307	26.960	3.65	53		
		100	6.392	34.344	26.984	3.63	53		
		120	6.398	34.350	26.988	3.51	51		
H5 Røedsfjord	14.10.96	0	12.413	28.909	21.790	5.84	94		8
		5	13.134	32.250	24.237	4.40	73		
		10	12.821	32.560	24.539	4.95	82		
		20	12.423	32.892	24.873	4.75	78		
		30	11.186	33.078	25.246	4.05	65		
		50	6.344	33.882	26.626	0.78	11		
		60	6.324	33.906	26.647	0.54	8		
		70	6.319	33.920	26.659	0.19	3		
		75	6.325	33.924	26.661			0.7	

Vedlegg B. Strandsone

Vedleggstabell B1. Liste over registrerte arter i strandsonen i Risør i 1996 og 1997.

Risør O-951234	FLISVIKA						RANDVIKA						SØRFJ.											
	Flisvika N		Flisvika S		Bjørne-skjær RS3		Randvika V RS4		Gamansholmen RS5		St. Furuøy RS6		Sundet RS7		Eng-holmen RS8		Stuøya RS9		Garte-kilen RS10		Røed RS11		Røed, os RS12	
	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97
Årstall	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97
RØDALGER																								
<i>Audouiniella</i> sp.				0.5					0.5	0.5		0.5	0.5	0.5	0.5		0.5	0.5		0.5	0.5	0.5	0.5	
<i>Ceramium nodulosum</i>	3	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	0.5		0.5	0.5	1	0.5	2.5		2		
<i>Ceramium</i> sp.												0.5	0.5	2			0.5	0.5	0.5		0.5	2	0.5	
<i>Ceramium strictum</i>										0.5														
<i>Polysiphonia brodiaei</i>	4	4	1.5	4	4	4	3	4	3															
<i>Polysiphonia nigrescens</i>				2		0.5	0.5	0.5	2.5	3		3	3	0.5			0.5		0.5					
<i>Polysiphonia elongata</i>			0.5			0.5			0.5	0.5														
<i>Polysiphonia</i> spp.		2	2	3		3		3	0.5	4	0.5		2	3			2	3	2	2		3	2	4
<i>Bonnemaisonia hamifera</i> : sporp.		3		2	3	3.5	3				3													
<i>Callithamnion corymbosum</i>		2	0.5			2			0.5	2		2	0.5	0.5			0.5				2			
<i>Cystoclonium purpureum</i>	0,5			1						2														
<i>Dumontia contorta</i>	2																							
<i>Ahnfeltia plicata</i>						2		2	3	2			2	2	2		1				2	2	3	1
<i>Chondrus crispus</i>	2	1	2	2			2	2	3	3	3		2	4	2	2	1							
<i>Furcellaria humbricalis</i>									2		2		2	2.5	2	2		2				2		
<i>Phyllophora pseudoceranoides</i>									3	3										0.5				
<i>Laurentia pinnatifida</i>																								
<i>Phyllophora truncata</i>									1				2					0.5						
<i>Polyides rotundus</i>								1						2										
<i>Rhodomela confervoides</i>	3	4	2	3	2		2	3	2	3	2													
<i>Corallina officinalis</i>	2	3	2	2.5	2.5	3																		
<i>Corallinaceae skorpeformet</i>	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3.5	4	3.5		2		2					3		1	
<i>Hildenbrandia rubra</i>		2		2		3	2	3	3		2	4	3	4	4	3	3	2	4	3	4	3.5	4	
<i>Membranoptera alata</i>				2					1.5		1													
<i>Porphyra umbilicalis</i>																								
<i>Erythrotrichia carnea</i>											3	0.5		0.5			0.5	0.5		0.5	0.5	0.5	0.5	
<i>Gracilaria verrucosa</i>														0.5										
<i>Nemalion helminthoides</i>	1				2		3	2	2															
BRUNALGER																								
<i>Ectocarpus</i> sp.													0,5	0,5		2	2	3.5		3		0,5		
<i>Asperococcus fistulosus</i>													2				2			2				
<i>Chorda filum</i>											2	2	2	2		2.5	2	2		2	1	2		
<i>Desmarestia viridis</i>				3					2															
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>	2								0.5															
<i>Scytosiphon lomentaria</i>																		0.5						
<i>Ascophyllum nodosum</i>											2	2	3	3	2	2	2	3	3	2	3.5	3.5	3	4
<i>Fucus serratus</i>			4	3		2	3	2	4	4	3	3		2							2			
<i>Fucus vesiculosus</i>				2					2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	2	3	2		4	3
<i>Halidrys siliquosa</i>	4	4	2	4	2	2.5	4	3			3	2												
<i>Laminaria digitata</i>	4	3					4	4	4	3	3	4												
<i>Laminaria saccharina</i>		2		2	2	4					4	3												
<i>Sphacelaria</i> sp.						0.5			2		3		2	3		2	2	0,5	0,5	0,5	0,5	2	2	0,5
<i>Chordaria flagelliformis</i>	4		4		2		2	1	2	2														
<i>Stilophora rhizoides</i>													3		3		4	2	3		3.5		3.5	2

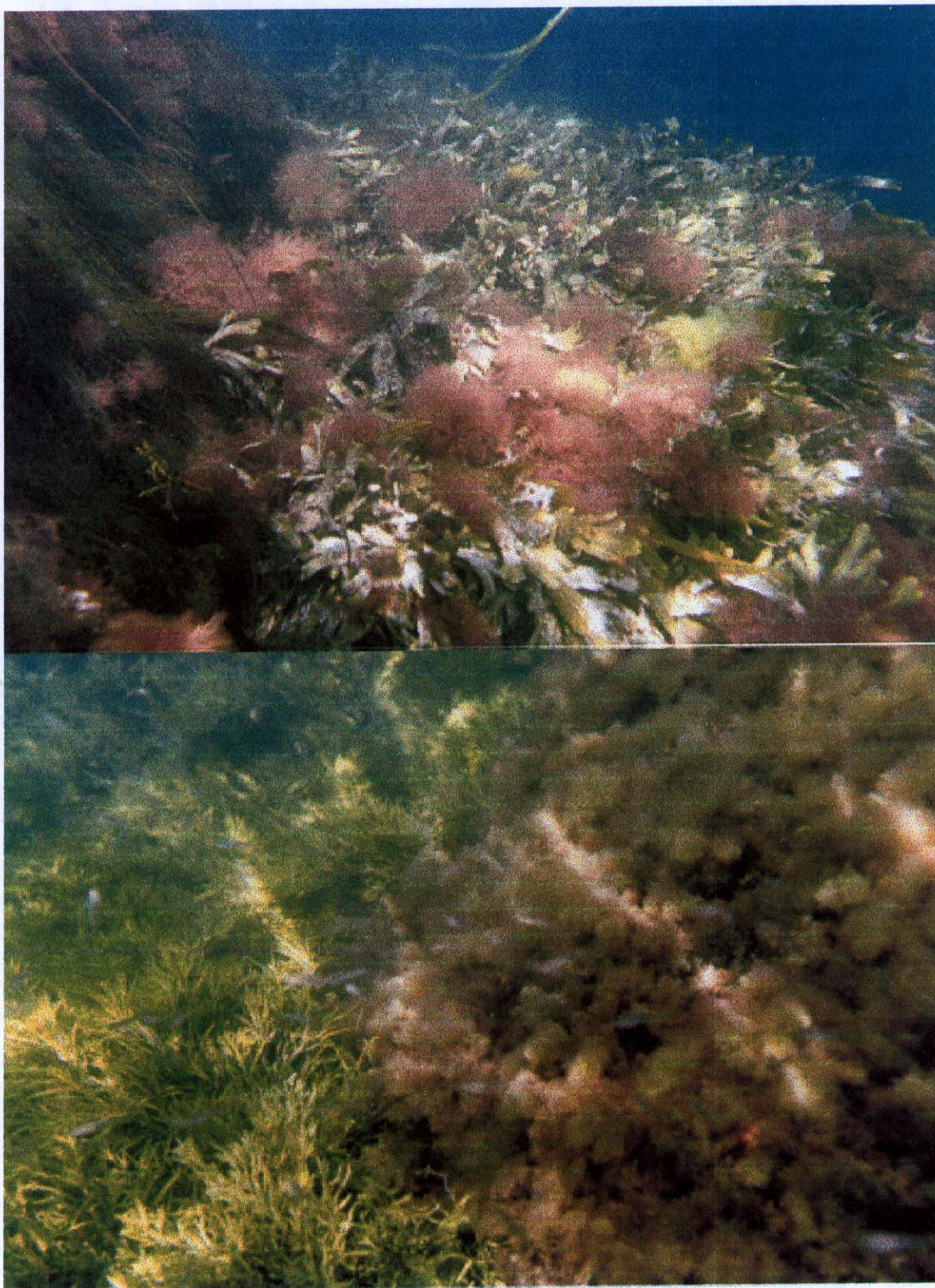
Vedleggstabell B1 fortsatt.

Risør O-951234	FLISVIKA						RANDVIKA						SØRFJ.													
	Flisvika N		Flisvika S		Bjørne skjær RS3		Randvika V RS4		Gamansholmen RS5		St. Furuøy RS6		Sundet RS7		Engholmen RS8		Stuøya RS9		Gartekilen RS10		Røed RS11		Røed, os RS12			
	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97		
GRØNNALGER																										
<i>Chaetomorpha linum</i>																			0.5							
<i>Chaetomorpha melagonium</i>	2	2		2	2		2	2																		
<i>Cladophora spp.</i>	2		2	0.5		2	2	0.5	2	3	2	4		4	0.5	2	0.5	4	0.5	4	2	2	3	4	3	2
<i>Cladophora rupestris</i>		2		0.5	2				2					1			2	2	2			2			2	2
<i>Enteromorpha spp.</i>		2		2	0.5			2			2			3.5	2	3		3	3	3	3	2			3	2
<i>Rhizoclonium sp.</i>												0.5		0.5			0.5		0.5			0.5			0.5	
<i>Ulva lactuca</i>	2	2	2	2			2	2	2		2														2	
<i>Spongomorpha sp.</i>	2	2	2	2					2		2						2					2				2
<i>Codium fragile</i>		2			2	2	1																			
<i>Percursaria percursa</i>					0.5																					
BENTH. DIATOMEER, PLANTER																										
epifytiske diatomeer											4															
<i>Zostera marina</i>															4	4				3.5	3					3.5
<i>Ruppia spp.</i>															4	4				3	3					2.5
FAUNA																										
<i>Actiniaria</i> indet.				2						2																
<i>Ascidia</i> indet																	2					2				
<i>Asterias rubens</i>	3	3		3	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2		2	3	2	1.5						
<i>Balanus sp.</i>	3.5	3	3.5	2	2.5	3	1.5	3		2				2							2					3
<i>Ciona intestinalis</i>														1		3					3					3
<i>Clava squamata</i>	2										2															
<i>Dynamena pumila</i>									0.5	2	3															
<i>Echinoidea</i> indet.														1	1	1				1						
<i>Electra pilosa</i>	2								2			3	3				2					2				
<i>Flustra foliacea</i>			2																							
<i>Halichondria panicea</i>	2	2		3					2		3	3														
<i>Laomedea sp.</i>	3	3	3	3	2	2		3	2	3	3	3			0.5							2				
<i>Littorina littorea</i>		2		2					2	2	2		2	3	3	3		2	2	2	2	3	2	2	2	2
<i>Membranipora membranacea</i>	3		3	3		2		2	4	2	4	3.5				2										
<i>Monia patelliformis</i>																			2							
<i>Mytilus edulis</i>	3.5	3		2	2		2	2						2	3	3	1								2	2
<i>Urticina felina</i>											0.5															

Vedleggstabell B2. Makroskopiske alger registrert i Sørfjorden i Risør i 1971, 1996 og 1997.

	Sundet			Engholmen			Stuøya			Gartekilen			Røed			Røed, os		
	RS7 (st. 4)			RS8 (st.6)			RS9 (st. 24)			RS10 (st. 21)			RS11(st. 31)			RS12 (st. 30)		
Årstall	71	96	97	71	96	97	71	96	97	71	96	97	71	96	97	71	96	97
RØDALGER																		
<i>Hildenbrandia rubra</i>	x	4	3	x	4	4	x	3	3	x	2	4	x	3	4	x	4	4
<i>Corallinaceae skorpeformet</i>	x		2			2									3			1
<i>Ahnfeltia plicata</i>	x	2	2		2			1		x			x	2	2	x	3	1
<i>Furcellaria lumbricalis</i>		2	3		2	2			2						2			
<i>Chondrus crispus</i>		2	4		2	2	x	1					x					
<i>Gracilaria verrucosa</i>			1															
<i>Phyllophora spp.</i>	x	2	2					1				1						
<i>Polyides rotundus</i>			2															
<i>Erythrotrichia carnea</i>		1			1				1	x	1		x	1	1		1	1
<i>Audouiniella spp.</i>	x	1	1					1	1			1		1	1		1	1
<i>Callithamnion corymbosum</i>		1	1					1						2				
<i>Ceramium nodulosum</i>		3	1					1	1		1	1		3			2	
<i>Ceramium spp.</i>	x	1	2					1	1		1		x	1	2	x	1	
<i>Sum Polysiphonia</i>	x	3	3	x			x	2	3	x	2	2	x		3	x	2	4
<i>Polysiphonia sp.</i>			x					x	x			x		x				
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	x	x	x	x				x		x		x	x				x	
<i>Polysiphonia hemispherica</i>		x	x	x				x		x				x			x	
<i>Polysiphonia urceolatu</i>		x	x					x	x								x	x
<i>Polysiphonia violacea</i>	x	x						x		x		x	x		x		x	
BRUNALGER																		
<i>Ascophyllum nodosum</i>		3	3		2	2	x	2	3	x	3	2	x	4	4	x	3	4
<i>Fucus vesiculosus</i>	x	2	3		3	3	x	2	3	x	2	3	x	2		x	4	3
<i>Fucus serratus</i>	x		2				x						x		2			
<i>Chorda filum</i>		2	2					3	2		2			2	1		2	
<i>Chordaria flagelliformis</i>													x					
<i>Stilophora rhizoides</i>		3			3			4	2		3			4		x	4	2
<i>Asperococcus fistulosus</i>		2									2			2				
<i>Scytosiphon lomentaria</i>												1						
<i>Ectocarpales indet (inkl. Giffordia og Pilayella)</i>	x		1		1			2	2		4			3			1	
<i>Sphacelaria sp.</i>	x	2	3			2	x	2	1	x	1	1		1	2	x	2	1
GRØNNALGER																		
<i>Chaetomorpha linum</i>				x						x	1		x					
<i>Chaetomorpha melagonium</i>																		
<i>Cladophora rupestris</i>		1						2	2		2			2			2	
<i>Cladophora spp.</i>			4	x	1	2		1	4	x	1	4	x	3	4		3	2
<i>Enteromorpha spp.</i>		4	2	x	3			3	3	x	3	3	x	2			3	2
<i>Rhizoclonium sp.</i>		1		x				1		x	1			1			1	
<i>Spongomorpha sp.</i>								2						2				1
<i>Ulothrix/Urospora sp.</i>														x				
<i>Ulva lactuca</i>																	2	
ANDRE																		
<i>Spirulina subsalsa</i>				x						x			x					
<i>Zostera marina</i>					4	4	x				4	3					4	
<i>Ruppia spp.</i>					4	4					3	3					3	

Vedlegg B3. Stasjonsbilder



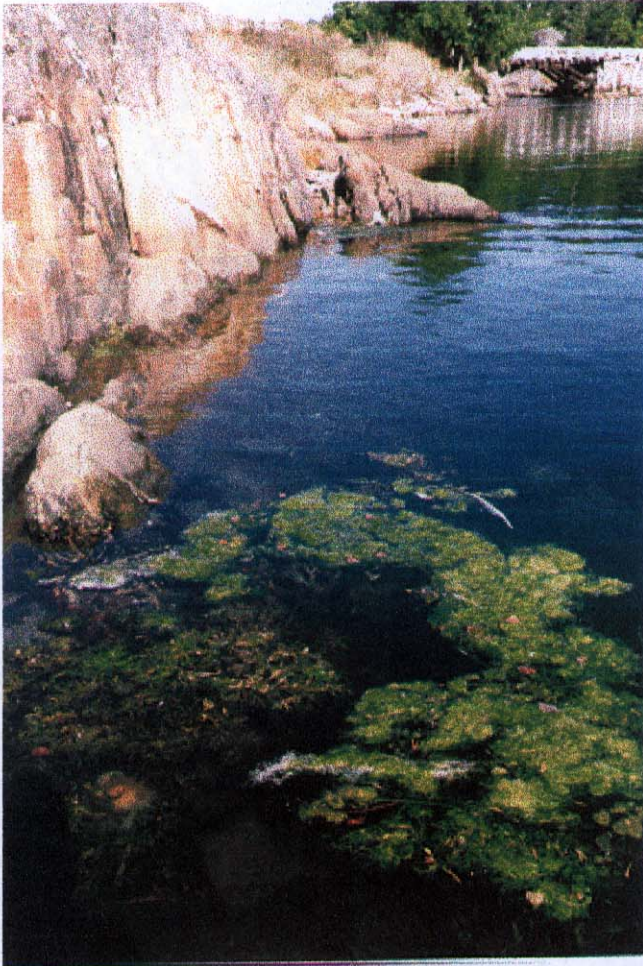
RS2 Flisvika. Karakteristisk vegetasjonstype for de ytre stasjonene i Randvika og Flisvika. Tette bestander av penseldokke, strandtagl, sagtang og skolmetang.



RS7 Sundet. Gris tang dekket av trådformete brun- og grønnalger.



RS8 Engholmen Spredte forekomster av blæretang ovenfor ålegras/havgrasvegetasjonen.



RS8 Engholmen. Flytende algeteppe av ulike grønnalger.

RS9 Stuøy. Grisetang dekket av trådformete brun- og grønnalger.

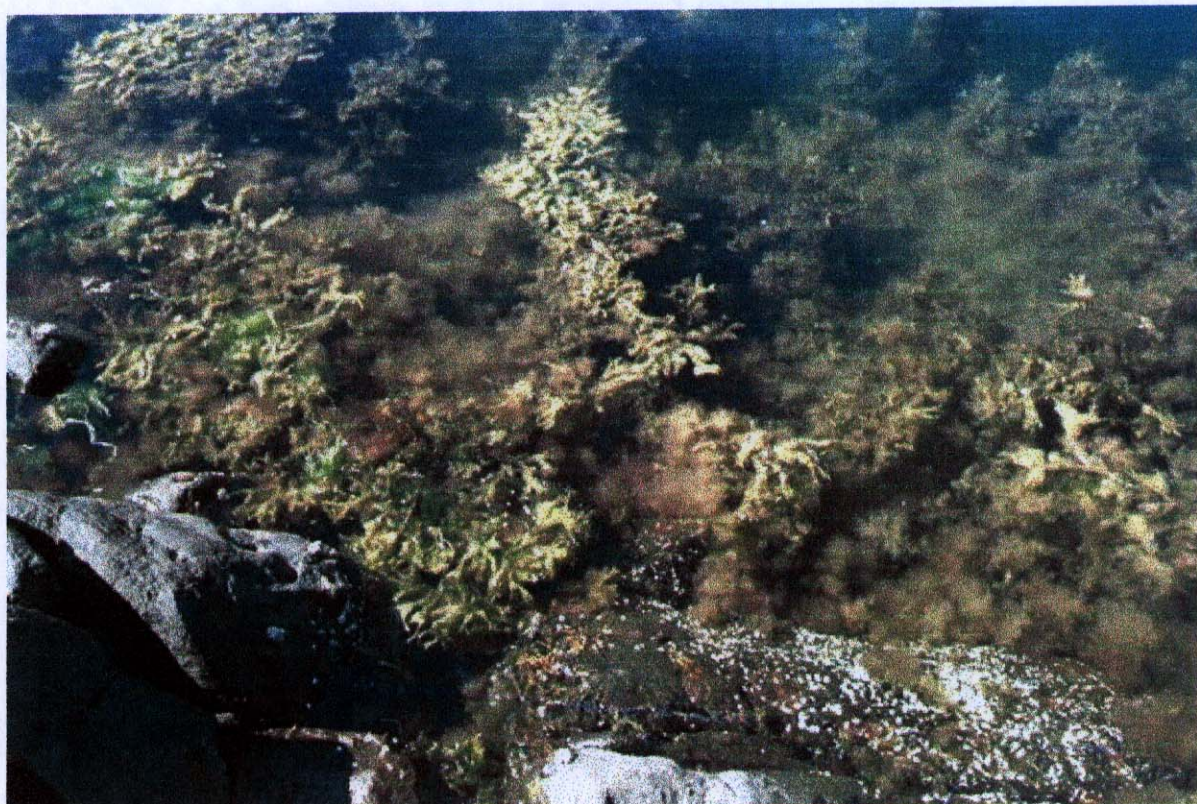




RS10 Gartekilen. Spredte tangplanter dekket av trådformete grønnalger.



RS11 Røed. Tangplanter fullstendig overgrodd av trådformete alger.



RS12. Røed. Tette bestander av rur, blæretang og dokke (rødalge).

Vedlegg C. Bløtbunn

Vedleggstabell C1. *Oversikt over bunnprøver tatt med van Veen grabb i Risør 21. november 1996.*

St.		Dyp (m)	koordinater	Prøvetaking	Fyll.- grad	Sikting/prøver
RIS 1	Flisvika	82	58° 42.84' N 9° 14.27' Ø	4 samf. fauna 1 TOC/korn	1/1	1 grovfraksj. 1 finfraksj.
RIS 2	Furuøy	62	58° 42.15' N 9° 13.06' Ø	4 samf. fauna 1 TOC/korn*	1/1	"
RIS 3	Tjenndalsstranda	80	58° 44.39' N 9° 12.40' Ø	4 samf. fauna 1 TOC/korn	1/1	"
RIS 4	Røedsfjorden	31	58° 43.84' N 9° 03.96' Ø	4 fauna 1 TOC/korn	1/1	"

* egen grabbprøve for sedimenter

Vedleggstabell C2. Fullstendige resultater for bunnfaunaprøver i Risør 21. november 1996. Alle individtall er pr. 0.4 m².

		RIS 1	RIS 2	RIS 3	RIS 4
ANTHOZOA	Cerianthus lloydi Gosse	3			1
NEMERTINEA	Nemertinea indet	16	5	18	3
NEMATODA	Nematoda indet				10
POLYCHAETA	Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	6	2	26	
	Harmothoe sp	4	6		
	Pholoe cf. baltica	6	26		1
	Eteone cf. longa (Fabricius 1780)	2			
	Phylodoce groenlandica (Oersted 1842)	4			
	Sige fusigera (Malmgren 1865)				3
	Ophiodromus flexuosus (Delle Chiaje 1822)	2		4	2
	Podarkeopsis helgolandica		1		
	Syllidia armata Quatrefages 1865			1	
	Pilargis cf. papillata Rasmussen	1			
	Synelmis klatti (Friedrich 1950)	1	3		
	Typosyllis cornuta (Rathke 1843)	2	2		
	Ceratocephale loveni Malmgren 1867				1
	Nephtys ciliata (O.F.Mueller 1776)				1
	Nephtys hombergii Savigny 1818	1			2
	Nephtys incisa Malmgren 1865		3		
	Sphaerodorum gracilis (Rathke 1843)	1			
	Glycera alba (O.F.Mueller 1776)	7	8	10	5
	Glycera rouxii Audouin & Milne Edwards 1833	2	1		3
	Goniada maculata Oersted 1843	6	22		6
	Abyssoninoe hibernica (McIntosh, 1903)	3	2		
	Lumbrineris fragilis (O.F.Mueller 1766)				3
	Scoloplos armiger (O.F.Mueller 1776)		1		
	Levinsenia gracilis (Tauber 1879)	2	8		
	Laonice bahusiensis (Soederstroem 1920)	1	6		
	Prionospio cirrifera Wiren 1883	4	6	2	1
	Prionospio fallax Soederstroem 1920	40	46		11
	Prionospio multibranchiata Berkeley 1927	1			
	Pseudopolydora paucibranchiata Czerniaavsky		2	14	36
	Scolecopsis cf. korsuni Sikorski, 1994	6	1		
	Spiophanes kroeyeri Grube 1860	3	10		8
	Spiochaetopterus typicus M.Sars 1856			1	89
	Chaetozone setosa Malmgren 1867	360	8	35	7
	Tharyx mcintoshii (Southern, 1914)				1
	Brada villosa (Rathke 1843)	4	1		
	Diplocirrus glaucus (Malmgren 1867)	108	135		1
	Polyphysia crassa (Oersted 1843)			1	5
	Scalibregma inflatum Rathke 1843	3	1	8	
	Capitella capitata (Fabricius 1780)			1	
	Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	94	8	336	28
	Mediomastus fragilis Rasmussen 1973	11			
	Notomastus latericeus Sars 1851				1
	Euclymeninae indet		4		3
	Maldane sarsi Malmgren 1865	76			8
	Praxillura longissima Arwidsson 1906				1
	Rhodine loveni Malmgren 1865	11	5		
	Myriochele oculata Zaks 1922	208	742	562	7
	Pectinaria auricoma (O.F.Mueller 1776)		14		
	Pectinaria belgica (Pallas 1766)		3		
	Pectinaria koreni Malmgren 1865	3	4	31	
	Anobothrus gracilis (Malmgren 1865)	9			9
	Melinna cristata (M.Sars 1851)	34		5	17
	Amaeana trilobata (M.Sars 1863)		1		1
	Lanassa venusta (Malm 1874)	1	6		
	Neoamphitrite grayi (Malmgren 1865)			3	
	Paramphitrite tetrabranchiata Holthe 1976				3
	Pista cristata (O.F.Mueller 1776)		1		
	Polycirrus sp	1	1		5
	Scionella lornensis Pearson 1969			1	
	Streblosoma intestinalis M.Sars 1872				6
	Terebellidae indet	1			

Vedleggstabell C2. fortsatt

		RIS 1	RIS 2	RIS 3	RIS 4
	<i>Thelepus cincinnatus</i> (Fabricius 1780)				3
	<i>Terebellides stroemi</i> M.Sars 1835		3		
	<i>Trichobranchus roseus</i> (Malm 1874)				2
	<i>Euchone papillosa</i> (M.Sars 1851)			14	1
	<i>Jasmineira caudata</i> Langerhans 1880	1			
	<i>Sabella crassicornis</i> M.Sars 1851				1
PROSOBRANCHIA	<i>Onoba vitrea</i> (Montagu)	7	30		
OPISTHOBANCHIA	<i>Nudibranchia</i> indet	2			
	<i>Tectibranchia</i> indet	1			
	<i>Philine scabra</i> (O.F.Mueller 1776)	10	19	6	
	<i>Cylichna alba</i> (Brown)	1			
CAUDOFOVEATA	<i>Caudofoveata</i> indet	1	2	1	3
BIVALVIA	<i>Nucula hanleyi</i> Winckworth		1		
	<i>Nucula sulcata</i> (Bronn 1831)		3		
	<i>Nuculoma tenuis</i> (Montagu)	2	11		
	<i>Nuculana minuta</i> (Mueller 1776)	1			
	<i>Modiolus modiolus</i> (L.)		1		
	<i>Myrtea spinifera</i> (Montagu)	2	30		
	<i>Thyasira cf. sarsi</i> (Philippi 1845)		61		
	<i>Thyasira equalis</i> (Verrill & Bush)	6			5
	<i>Thyasira flexuosa</i> (Montagu 1803)	50	73		1
	<i>Thyasira sarsi</i> (Philippi 1845)	6			
	<i>Thyasira</i> sp	45		10	
	<i>Montacuta ferruginosa</i> (Montagu 1803)		4		
	<i>Montacuta tenella</i> Loven	5	2		1
	<i>Mysella bidentata</i> (Montagu 1803)	3	4		
	<i>Acanthocardia echinata</i> (Linne 1758)		1		
	<i>Parvicardium minimum</i> (Philippi 1836)		2		4
	<i>Spisula</i> sp		1		
	<i>Abra longicallus</i> (Scacchi 1836)		1		
	<i>Abra nitida</i> (Mueller 1789)	11	32		2
	<i>Corbula gibba</i> (Olivi 1792)	19	11		19
	<i>Thracia</i> sp		2		
OSTRACODA	<i>Philomedes globosus</i> Lilljeborg				2
CUMACEA	<i>Leucon nasica</i> (Kroeyer)			2	
	<i>Diastylis cornuta</i> Boeck				3
	<i>Diastylis serrata</i> (Sars 1865)			2	
AMPHIPODA	<i>Themisto abyssorum</i> (Boeck)				1
	<i>Leucothoe lilljeborgi</i> Boeck		1		
	<i>Westwoodilla caecula</i> (Sp.Bate)		1		
	<i>Microdeutopus</i> sp			1	
DECAPODA	<i>Decapoda</i> indet	1			
	<i>Natantia</i> indet	1			
	<i>Processa canaliculata</i> Leach				6
	<i>Philocheras bispinosus</i> Hailstone		2	1	
	<i>Calocaris macandreae</i> Bell 1846		2		
	<i>Macropipus depurator</i> (Linne 1758)		1		
	<i>Macropipus pusillus</i> (Leach)			1	
SIPUNCULIDA	<i>Golfingia cf. minuta</i> (Keferstein)	2			
	<i>Golfingia</i> sp	1	2		
	<i>Phascolion strombi</i> (Montagu 1804)	1			
PRIAPULIDA	<i>Priapulus caudatus</i> Lamarck 1816	1			
PHORONIDA	<i>Phoronis</i> sp		5	1	2
ASTEROIDEA	<i>Asteroidea</i> indet		2	2	
	<i>Astropecten irregularis</i> (Pennant)	1			
OPHIUROIDEA	<i>Ophiuroidea</i> indet	12	38		
	<i>Amphiura chiajei</i> Forbes	4	21		5
	<i>Amphiura filiformis</i> (O.F.Mueller)	9	55		86
	<i>Ophiura affinis</i> Luetken	15	2		12
	<i>Ophiura albida</i> Forbes	2	1		1
ECHINOIDEA	<i>Echinoidea</i> indet		1		
	<i>Echinocyamus pusillus</i> (O.F.Mueller)	1			
	<i>Spatangus purpureus</i> O.F.Mueller				1
	<i>Brissopsis lyrifera</i> (Forbes)	5	1		1
	<i>Echinocardium cordatum</i> (Pennant)		13		
	<i>Echinocardium flavescens</i> (O.F.Mueller)	7	28		1
HOLOTHUROIDEA	<i>Labidoplax buski</i> (McIntosh)		1		