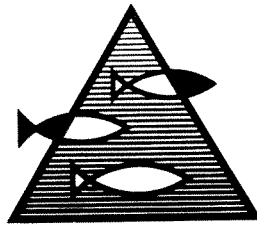


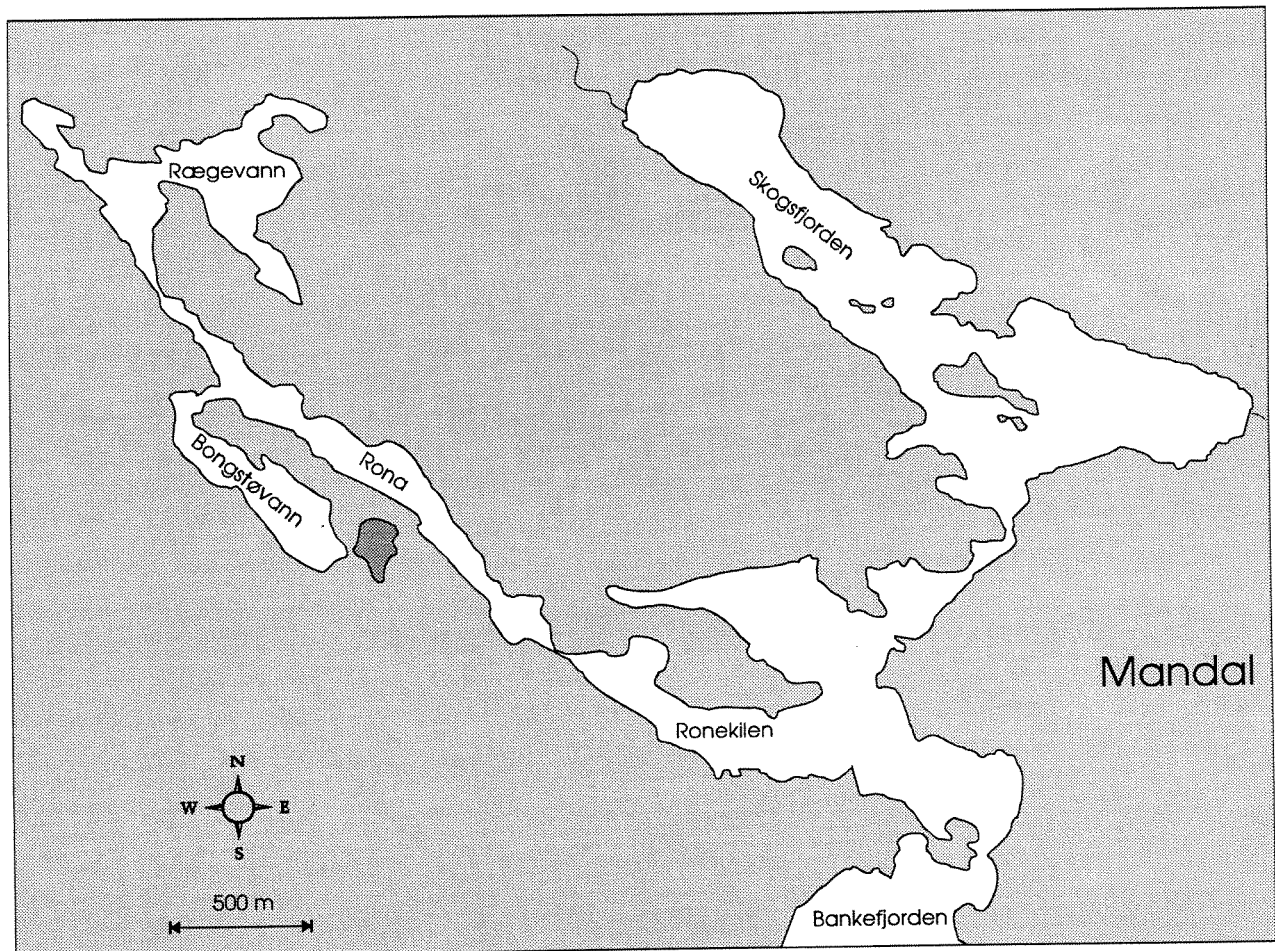
RAPPORT LNR 3505-96

Undersøkelse av Skogsfjordsystemet i Mandal 1995

Hydrografi, plankton, strandsone,
bløtbunn, fiskeforekomster



Havforskningsinstituttet
Forskningsstasjonen Flødevigen



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 04 30 33
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgt 55
5008 Bergen
Telefon (47) 55 32 56 40
Telefax (47) 55 32 88 33

Akvaplan-NIVA A/S

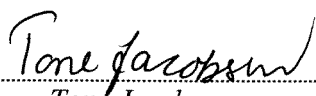
Søndre Tollbugate 3
9000 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Undersøkelse av Skogsfjordssystemet i Mandal. Hydrografi, planteplankton, strandsoner, bløtbunn, fiskeforekomster	Løpenr. (for bestilling) 3505-96	Dato 23. juli, 1996
	Prosjektnr. Undernr. O-95151	Sider Pris 79
Forfatter(e) Tone Jacobsen, Tore Johannessen (HFF), Torbjørn Johnsen, Jarle Mølvær, Eivind Oug og Inger Saanum (Lindesnes Biolab).	Fagområde Marin eutrofi	Distribusjon
	Geografisk område Vest-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Vest-Agder (Miljøvern avdelingen) og Mandal kommune	Oppdragsreferanse
--	-------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Skogsfjorden, Bongstøvvann og Rona ble undersøkt sommeren og høsten 1995 for å vurdere effektene av gjennomførte fjordforbedringstiltak. Siden 1987/88 har bobleanlegg vært i drift både i Skogsfjorden og Bongstøvvann for å bedre oksygenforholdene. Undersøkelsen omfatter hydrokjemiske/hydrografiske analyser, kvalitativ og kvantitativ undersøkelse av bløtbunnsfauna, kvalitativ og semi-kvantitativ undersøkelse av strandsonesamfunn (planter og dyr på grunt vann), planteplankton tellinger og undersøkelse av fiskeforekomster. Undersøkelsen viste at dyppvannet i Skogsfjorden og Bongstøvvann har endret seg fra å være anoksisk til stort sett å ha gode oksygenforhold som følge av bobleanleggene. Perioder med anoksisk bunnvann har imidlertid opprettholdt hydrogensulfidholdige bunnsedimenter og begrenset etableringen av en permanent bløtbunnsfauna. Det har ikke vært større endringer i fastsittende alger og dyr i strandsonen siden 1987. Fjordene hadde forhøyet innhold av næringssalter, og hadde en noe særpreget fiskefauna og forekomst av planteplankton.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hydrografi og planteplankton 2. Gruntvannssamfunn 3. Bløtbunn 4. Fisk 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hydrography and phytoplankton 2. Littoral zone 3. Soft bottom communities 4. Fish
--	--



Tone Jacobsen

Prosjektleder

ISBN 82-577-3047-5


Bjørn Braaten
Forskningssjef

O-95151

Undersøkelse av Skogsfjordsystemet i Mandal 1995

Hydrografi, planteplankton, strandsone, bløtbunn,
fiskeforekomster

Forord

Foreliggende rapport er utarbeidet av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) i samarbeid med Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen (HFF). Rapporten er utarbeidet på oppdrag av Fylkesmannen i Vest-Agder (Miljøvernavdelingen) og Mandal kommune.

Rapporten omhandler marine undersøkelser utført i Skogsfjordsystemet (Skogsfjorden, Bongstøvann og Rona) sommeren og høsten 1995, og gir en vurdering av tilstanden og av effekter av gjennomførte fjordforbedringstiltak.

Alle hydrografiske data er innsamlet og analysert av Vannlaboratoriet ved Høgskolen i Agder, og vi takker Tom Einar Pedersen for godt samarbeid.

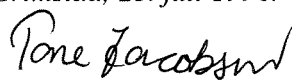
Bløtbunnsprøvene er innsamlet og bearbeidet av Inger Saanum (Lindesnes Biolab), mens muslingene er aldersbestemt av Ole Jørgen Lønne (Akvaplan-NIVA). Jarle Håvardstun (NIVA Sørlandsavdelingen) assisterte under feltarbeidet.

Strandsonedata er innsamlet av Tone Jacobsen (NIVA Sørlandsavdelingen) med god hjelp av Mandal kommune. Vi takker kommunen for assistanse under feltarbeidet samt lån av båt.

Strandnottrekk er utført av Tore Johannessen, Aadne Sollie og Ernst Maløen (alle HFF).

Jarle Molvær (NIVA Oslo) har vært ansvarlig for hydrografiundersøkelsene, Torbjørn Johnsen (NIVA Vestlandsavdelingen) for planteplankton, Eivind Oug (NIVA Sørlandsavdelingen) for bløtbunnsundersøkelsene, Tore Johannesen (HFF) for fiskeundersøkelsene og Tone Jacobsen (NIVA Sørlandsavdelingen) for strandsonundersøkelsene. Sistnevnte har også vært prosjektleder.

Grimstad, 23. juli 1996.


Tone Jacobsen

Innhold

Sammendrag.....	5
1. INNLEDNING	8
1.1 BESKRIVELSE AV OMRÅDET	8
1.2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER	8
1.3 BAKGRUNN OG FORMÅL	9
1.4 UNDERSØKELSESPROGRAM.....	9
2. VANNMASSER.....	11
2.1 METODER.....	11
2.2 RESULTATER	13
2.2.1 Skogsfjorden.....	13
2.2.2 Bongstøvann.....	21
2.2.3 Rona.....	27
2.2.4 Ronekilen.....	31
2.3 VURDERINGER AV HYDROKJEMISKE MÅLINGER.....	32
3. PLANTEPLANKTON.....	33
3.1 METODER.....	33
3.2 RESULTATER OG VURDERINGER	33
4. STRANDSONEN (ALGER OG DYR PÅ GRUNT VANN)	35
4.1 METODER.....	35
4.1.1 Feltinnsamling.....	35
4.1.2 Stasjonsvalg.....	35
4.1.3 Tallbehandling.....	36
4.2 RESULTATER	37
4.2.1 Dagens tilstand vurdert fra semikvantitative undersøkelser.....	37
4.2.2 Endringer i strandsonen siden 1987.....	39
4.3 VURDERINGER.....	41
5. BLØTBUNN	42
5.1 METODER.....	42
5.1.1 Stasjoner og innsamlingsmetodikk	42
5.1.2 Analysemetoder	42
5.1.3 Tallbehandling.....	42
5.2 RESULTATER	44
5.2.1 Sedimenter.....	44
5.2.2 Artstall, arts mangfold og dominerende arter.....	46
5.2.3 Aldersbestemmelse av muslinger.....	51
5.3 VURDERINGER.....	51
6. UNDERSØKELSE AV FISKEFOREKOMSTENE I SKOGSFJORDEN.....	53
6.1 INNLEDNING.....	53
6.2 MATERIALE OG METODER.....	53
6.3 RESULTATER	54
6.4 VURDERINGER.....	56
7. REFERANSER.....	60
VEDLEGG.....	62

Sammendrag

Marine undersøkelser i Skogsfjorden, Bongstøvann og Rona ble gjennomført i perioden august til november 1995. Formålet med undersøkelsen var å gi en oversikt over dagens tilstand og vurdere virkningen av de fjordforbedringstiltak som er gjennomført. I både Skogsfjorden og Bongstøvann er det installert bobleanlegg for å bedre oksygenforholdene. Bobleanleggene har i enkelte perioder hatt lengre stopp, men har vært i drift siden februar 1995. Den foreliggende rapporten omhandler undersøkelser av vannmasser, planteplankton, alger og dyr på grunt vann, bløtbunnsfauna og fiskeforekomster.

Vannmasser

Undersøkelser av vannmassene ble foretatt månedlig i perioden august til november 1995. Undersøkelsen dekket Skogsfjorden, Bongstøvann, Rona og Ronekilen, og omfattet målinger av temperatur, saltholdighet, oksygen/hydrogensulfid, siktedyp, næringssalter (totalfosfor, ortofosfat, totalnitrogen, nitrat, ammonium) og klorofyll a.

Saltholdigheten i overflatelaget var 17-24‰ i Skogsfjorden og 16-18‰ i Bongstøvann. Det var liten forskjell mellom overflatelag og bunnvann, som indikerer en vertikal blanding av vannmassene som følge av bobleanleggene. I Rona var det sterkere vertikalgradienter av temperatur og saltholdighet enn i Skogsfjorden.

Det var gode oksygenforhold i Skogsfjorden og Bongstøvann. Oksygenforholdene var tydelig forbedret etter installering av bobleanleggene i 1987/88, men er fortsatt avhengig av "kunstig åndedrett" for å hindre dårlige-kritiske oksygenforhold i dypvannet. Før installering av bobleanleggene var det høye konsentrasjoner av hydrogensulfid i dypvannet i begge disse fjordbassengene. I Rona, som ikke har bobleanlegg, var oksygenforholdene fremdeles kritiske fra 4 meter, og det var høye hydrogensulfidkonsentrasjoner i bunnvannet.

Skogsfjorden hadde høye konsentrasjoner av næringssalter i overflaten, tilsvarende tilstandsklasse *nokså dårlig - dårlig* (kl. III - IV) for ammonium og totalfosfor, og *god - nokså dårlig* (kl. I - III) for ortofosfat og nitrat etter SFT's miljøkvalitetskriterier (SFT 1993b). I Bongstøvann var det høye konsentrasjoner av ammonium (tilstand *nokså dårlig*), og moderate konsentrasjoner av ortofosfat (tilstand *mindre god*). Nitrat-konsentrasjonene var lave (tilstandsklasse *god*). I Rona var tilstanden *nokså dårlig* for ammonium og *god - mindre god* for nitrat og ortofosfat. Siktedypet viser at badevannskvaliteten var "egnet - mindre egnet" til friluftsbad og rekreasjon i Skogsfjorden, og "egnet" i både Bongstøvann og Rona.

Prøver av planteplanktonet i Skogsfjorden viste at dinoflagellatene dominerte i mengde (biomasse).

Strandsone

Undersøkelsene omfattet registreringer av fastsittende alger og dyr i fjæresonen og på grunt vann (< 1 m). Det ble foretatt semi-kvantitative registreringer på 9 stasjoner, og kvalitative befaringer på 7 stasjoner. Resultatene fra Skogsfjorden ble sammenstilt med en tilsvarende undersøkelse fra 1987.

Det ble registrert få arter i fjordsystemet, spesielt i Bongstøvann og Rona. Tilsammen ble det funnet 26 arter i Skogsfjorden og 10 arter i Bongstøvann/Rona. Algevegetasjonen var preget av småvokste arter, og det var lite tang på stasjonene. Stasjonene hadde også et vegetasjonsløst belte i øvre del av strandsonen,

som er et typiske trekk for indre fjorder. Strandsamfunnet viste enkelte effekter av overkonsentrasjoner av næringssalter, men var ikke sterkt preget av overgjødslingen.

Det ble registrert flere arter i 1995 enn i 1987, som indikerer en økning i artsantall etter igangsetting av bobleanleggene. Flere av disse "nye" artene er imidlertid ettårige og har naturlige variasjoner i utbredelse fra år til år. Dette, i tillegg til forskjeller i tidspunkt for feltinnsamling kan også ha bidratt til de observerte forskjellene mellom 1987 og 1995.

Bløtbunn

Bunnsedimentene ble undersøkt for bunnlevende organismer, kornfordeling, og innhold av organisk karbon og nitrogen. Prøvene ble tatt fra 5 - 20 meters dyp i Skogsfjorden, 5 - 16 meters dyp i Bongstøvann og 5 - 11 meter i Rona. Samtlige dyr i prøvene ble sortert, artsbestemt og talt.

Bunnsedimentene luktet hydrogensulfid på samtlige stasjoner, og hadde høye verdier av organisk karbon (TOC). Det ble imidlertid registrert dyreliv i alle fjordbassengene med unntak av det dypeste partiet i Rona. Artssammensetningen var dominert av arter som lever oppå sedimentflaten eller i de helt øverste lagene, og som vil kunne etablere seg forholdsvis raskt etter perioder med oksygenmangel. I Skogsfjorden var bløtbunnsfaunaen preget av nyetablering, noe som viser at forholdene over tid ikke har vært gode nok til å opprettholde en variert bunnfauna. Dette må primært skyldes periodene med driftsstans i bobleanleggene fram til vinteren 1995. I Bongstøvann og Rona var bløtbunnsfaunaen mer artsfattig enn i Skogsfjorden, som trolig skyldes lavere saltholdighet i disse fjordbassengene. Det ble ikke funnet muslinger av eldre årgang enn 1993 i Bongstøvann.

Bunnfaunaen i dypområdene i Skogsfjorden og Bongstøvann (> 10 m dyp) er etablert som følge av fjordforbedringstiltak. Før innstallering av bobleanleggene var det permanent hydrogensulfid i de dypere vannmassene.

Fiskeforekomster

Strandnottrekk ble utført på 6 stasjoner i Skogsfjorden høsten 1995, og resultatene ble sammenlignet med resultater fra andre tilsvarende undersøkelser på Sørlandskysten.

Artssammensetningen i strandnotfangstene i Skogsfjorden skilte seg markert fra det som er registrert i den årlige strandnotundersøkelsen langs kysten. Den mest markerte forskjellen bestod i at fiskefaunaen i Skogsfjorden nesten fullstendig var dominert av små fiskeslag, og da spesielt av trepigget stingsild og svartkutling. Yngel av torskfisk som kunne gitt opphav til innslag av større fisk i framtida, forekom i meget beskjedne mengder. Også artsrikheten var lavere i Skogsfjorden enn på de øvrige lokalitetene langs Sørlandskysten. Imidlertid var gjennomsnittsvekten av fangstene i Skogsfjorden og på resten av Sørlandskysten omtrent like, og det er grunn til å merke seg at fangstene av sjøaure var meget gode i Skogsfjorden.

Strandnotundersøkelsen tyder derfor på at produksjonsforholdene for fisk i strandsonen i Skogsfjorden er gode. Forskjellen i artssammensetning mellom Skogsfjorden og andre lokaliteter på Sørlandskysten kan ha sammenheng med at det er grunt i Skogsfjorden og at den sirkulasjonsmessige kontakten med kystvann er meget begrenset, noe som reduserer inndrift av fiskeegg og fiskelarver til området.

Sammenfattende vurderinger

Undersøkelsene viser at fjordforbedringstiltakene i Skogfjorden og Bongstø vann opprettholder gode oksygenforhold i begge bassenger, men at fjordene fortsatt er avhengig av bobleanleggene for å unngå kritiske oksygenforhold. Sedimentene har fortsatt stor oksygen gjeld, som innebærer at fjordene raskt blir anoksiske i tilfeller hvor bobleanleggene stopper. Stenging av bobleanleggene i perioder med islegging bidrar til å opprettholde de anoksiske bunnsedimentene og periodevis anoksiske bunnvann.

Periodevis anoksiske bunnvann medfører i sin tur at det vanskelig kan etableres en mer permanent bunnfauna i fjordene. Også med høyt nok oksygeninnhold i vannmassene vil det ta tid før sedimentet er oksygenert tilstrekkelig dypt slik at arter som lever dypere nede i sedimentet kan etablere seg. Tilstedeværelse av gravende og sedimentpisende organismer er en nødvendig forutsetning for å opprettholde friske bunnsedimenter.

Ved avvikling av bobleanleggene under de nåværende forhold, må man forvente at det igjen blir permanent hydrogensulfid i store deler av dypvannet i både Skogfjorden og i Bongstø vann. Selv uten større utslipp av næringssalter eller organisk stoff til fjordområdet, vil naturlig avrenning kombinert med liten vannutskifting gjøre disse fjordene naturlig anoksiske.

Resultatene indikerer at bobleanleggene øker den vertikale blandingen av vannmassene i Skogfjorden og Bongstø vann og dermed øker transporten av næringssalter fra bunn til overflate. Transporten av næringssalter har imidlertid ikke ført til uvanlig stor planktonproduksjon, eller endring i tilstanden for de fastsittende algene.

1. Innledning

1.1 Beskrivelse av området

Fjordsystemet vest for Mandal by består av flere mindre fjordbassenger, adskilt fra hverandre av grunne terskler og trange sund. Det største fjordbassenget er Skogsfjorden. Skogsfjorden har forbindelse til Rona og Bongstøvann via Sponga, og hele fjordsystemet har utløp innerst i Bankefjorden. Kart over området er vist i figur 1. Vannutskiftningen i fjordbassengene er begrenset, og området må derfor karakteriseres som sårbart for forurensninger. Fjordområdet var tidligere belastet med flere kloakkutslipp samt sigevann fra en søppelfyllplass i den sørøstre enden av Bongstøvann.

Oksygenforholdene i fjordområdet har i mange år vært dårlige, og det er målt høye konsentrasjoner av hydrogensulfid i bunnvannet. Allerede i 1967 ble det målt hydrogensulfid fra ca. 4 m dyp i Skogsfjorden.

Flere tiltak er gjennomført for å begrense forurensningstilførslene til fjordsystemet og forbedre miljøtilstanden:

- Kloakkutslipp til Skogsfjorden er sanert. Det gjenstår kun enkelte utslipp til Sponga.
- Søppelfyllplassen ved Bongstøvann ble nedlagt i 1984, og det er gjort flere tiltak for å begrense/stoppe sigevann til Bongstøvann og Rona.
- I 1987 og 1988 ble det installert bobleanlegg i Skogsfjorden (2 stk) og Bongstøvann for å øke oksygentilførselen og således redusere det anoksiske bunnvannet.

Bobleanleggene stoppes i perioder med islegging, og har i tillegg hatt enkelte lengre stopp p.g.a. tekniske problemer. I vestre Skogsfjorden var bobleanlegget ute av drift i over ett år (ca. 400 dager) før det ble startet igjen i februar 1995. I østre Skogsfjorden var anlegget ute av drift i periodene desember 1993 til april 1994 (103 dager) og desember 1994 til februar 1995 (62 dager).

Felles målsetning for alle tiltakene har vært å bedre vannkvaliteten og øke rekreasjonsverdien i området. Det er store friluftsjakter knyttet til de ytre deler av fjordområdet. Etter at tiltakene ble satt igang, er det rapportert om generelt bedre forhold (Stene 1989).

1.2 Tidligere undersøkelser

Tidligere undersøkelser av Skogsfjorden og Bongstøvann omfatter hydrografiske målinger foretatt av NIVA i 1966-67 (Johansen 1968) og av Fylkesmannens Miljøvernnavdeling fram til 1989 (Molvær 1982, Stene 1989, Molvær 1992). Etter 1989 er det sparsomt med målinger. Undersøkelsene viser at etter oppstart av bobleanlegget i Skogsfjorden og Bongstøvann (1987/88) og fram til 1989 har bunnvannet endret seg fra å være hydrogensulfidholdig fra ca. 6 m dyp til å være oksygenholdig (Stene 1989).

I Bongstøvann har kommunen foretatt flere undersøkelser i forbindelse med søppelfyllplassen, bl.a. kjemiske analyser av sigevann og overflatevann. Prøver av sigevann i august 1993 viste høye konsentrasjoner av totalnitrogen, aluminium, kobber, bly og jern (tilstandsklasse *nokså dårlig* og *dårlig* i henhold til SFTs miljøkvalitetskriterier) (Grøner 1993). Også andre metaller som sink, kadmium, kvikksølv, tinn, krom nikkel og aluminium hadde forhøyde konsentrasjoner. Overflatevannet i Bongstøvann hadde i august 1993 høye konsentrasjoner av jern (60-70 x bakgrunnsverdi i saltvann) og sink (16x bakgrunn), mens det var lavere overkonsentrasjoner av nitrogen (tilstandsklasse *god/mindre*

god). Saltholdigheten var 18,2 ‰ i 0 og 1,5 meters dyp. I Rona viste prøvene noe lavere verdier av sink, mens de øvrige parametrene var som i Bongstøvvann.

Fjordområdet utenfor selve Mandal (Mannefjorden, Strømsvika m.m.) ble undersøkt av NIVA i 1989 og 1990 (Oug et al. 1990, Molvær 1990). Undersøkelsene omfattet tilførsler og spredning av elvevann, innlagring og spredning av avløpsvann, bakterieanalyser og undersøkelser av hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna.

En marin botanisk befarings ble foretatt i Skogsfjorden i mai 1987 (Åsen 1987), og det foreligger flere upubliserte dykkejournaler fra Skogsfjorden, Bongstøvvann og Rona (Stene, unpubl.).

1.3 Bakgrunn og formål

Miljøvern avdelingen hos Fylkesmannen i Vest-Agder og Mandal kommune ønsket en undersøkelse av Skogsfjordsystemet som kunne beskrive vannkvaliteten i fjordområdet og vurdere effektene av tiltakene. Endelig programforslag med plan over undersøkelsene ble oversendt 29.06.95, og undersøkelsene startet i juli 1995.

Undersøkelsene har hatt som hovedmål å:

- gi en generell beskrivelse av tilstanden i Skogsfjordsystemet ved Mandal
- vurdere effektene av gjennomførte tiltak (sanering av kloakk, sigevann, fjordforbedringstiltak)
- avklare behov for eventuelle ytterligere tiltak som kan danne basis for senere undersøkelser.

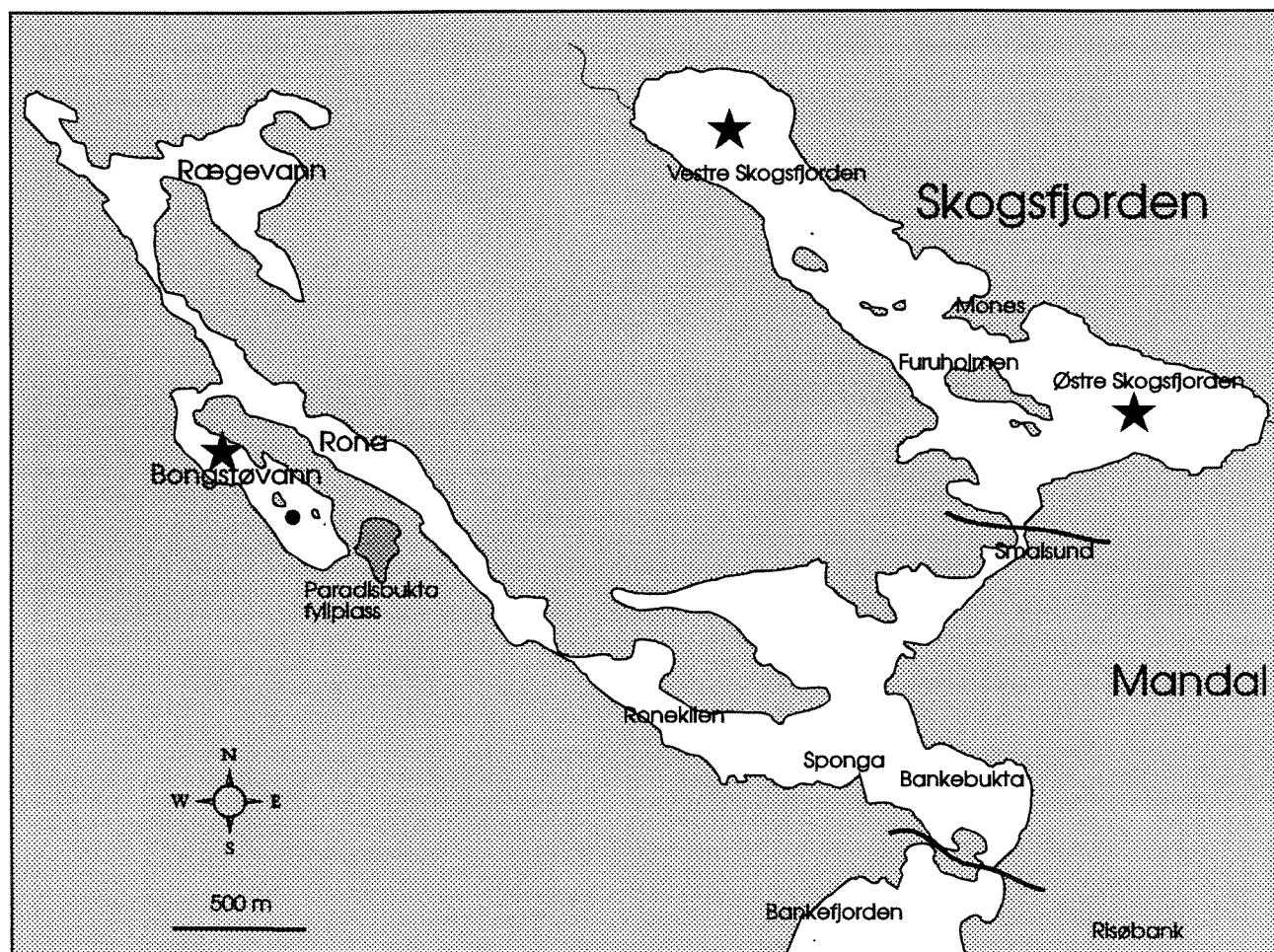
På enkelte områder mangler opplysninger om førtilstanden, og forbedringer har derfor vært vanskelig å dokumentere. Dette gjelder særlig biologiske forhold.

1.4 Undersøkellesprogram

Programmet omfatter undersøkelser av

- vannmasser (temperatur, saltholdighet, næringssalter, oksygen)
- planteplankton
- alger og dyr i strandsonen ('fjæra')
- bløtbunnsfauna (stasjonære dyr i fjordens bunnområder)
- fiskeforekomster

Undersøkelsene gir en generell beskrivelse av tilstanden i vannmassene og strand/bunnområdene i Skogsfjorden, Bongstøvvann og Rona. Det er lagt hovedvekt på de undersøkelsestyper hvor det finnes informasjon om førtilstanden, og/eller som gir godt grunnlag for å vurdere tilstanden. Det er ikke tidligere gjort undersøkelser av planteplankton, bløtbunnsfauna og fiskeforekomster i fjordsystemet.



Figur 1. Kart over undersøkelsesområdet. Stjerner markerer plassering av bobleanleggene.

2. Vannmasser

Undersøkelser av vannkvaliteten har i hovedsak vært rettet mot Skogsfjorden og Bongstøvann. Hovedformålet er å ajourføre opplysningene om tilstanden. Resultatene skal brukes til:

- *en karakteristikk av tilstanden i forhold til SFTs miljøkvalitetskriterier.*
- *støtte for de biologiske undersøkelsene.*
- *vurdering av endringer sammenlignet med resultatene fra tidligere undersøkelser av vannkvaliteten (spesielt i 1987-88).*
- *vurdering av effekten av fjordforbedringstiltakene spesielt.*

2.1 Metoder

Valg av parametre og stasjoner ble gjort ut fra to hovedkriterier:

- *relevans for målsettingen*
- *mulighet for sammenligning med tidligere undersøkelser i fjordområdet*

I det etterfølgende kommenteres dette kort.

Parametre

Det var klare fellestrekk mht. problemstilling for Skogsfjorden og Bongstøvann. Videre tok man hensyn til behovet for å kunne sammenligne data fra denne undersøkelsen med tidligere undersøkelser.

Parameterne ble dermed:

- oksygen/hydrogensulfid
- siktedyp
- temperatur og saltholdighet
- totalfosfor, ortofosfat, totalnitrogen, nitrat, ammonium og klorofyll a

Man tok primært sikte på å beskrive oksygenforholdene sensommer-høst, samt å beskrive tilstanden gjennom målinger av næringssalter og siktedyp i det samme tidsrommet. På hver stasjon ble tatt en vertikalprofil av temperatur og saltholdighet med en selvregistrerende sonde (SensorData 200).

Stasjoner

I Skogsfjorden ble to stasjoner undersøkt fra overflate til bunns, D1 og D1*. Hovedvekten ble lagt på D1 i fjordens sørøstre del. Begge stasjonene ble brukt ved Fylkesmannens overvåking (se figur 2). I Bongstøvann ble én stasjon prøvetatt fra overflate til bunns (st. D3).

Begge fjordbasseng har forbindelse med utenforliggende områder gjennom smale sund. Som en viss kontroll av påvirkning utenfra, ble det tatt prøver på en overflatestasjon i Rona (st. D4) og i Ronekilen (st. D5). Dette er stasjoner som gjennom mange år er brukt i Fylkesmannen i Vest-Agders fjordovervåking, slik at dataene viderefører tidsserier og kan gi grunnlag for å bedømme om vannkvaliteten er vesentlig endret.

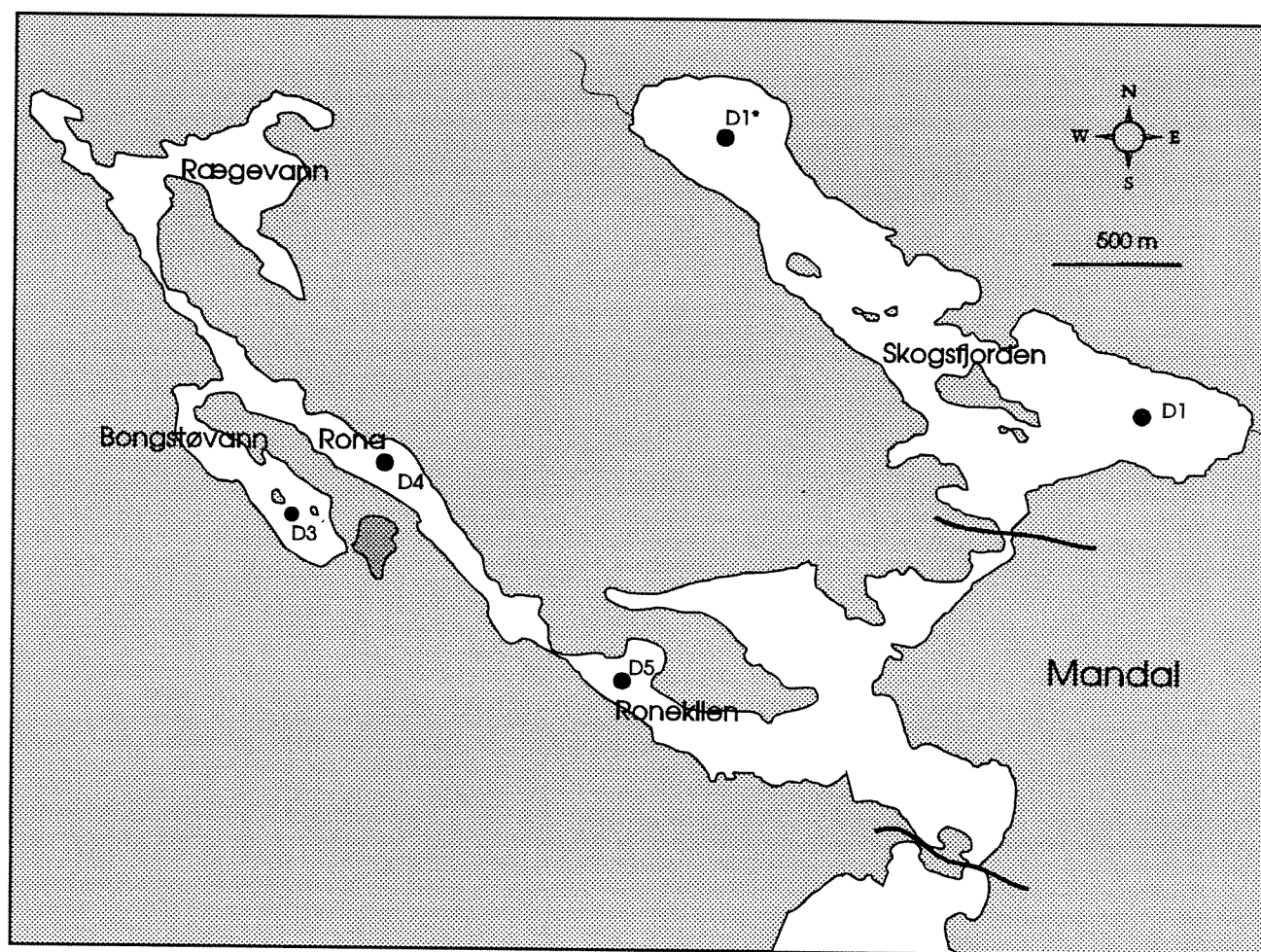
Prøvefrekvens og måledyp

I forhold til det opprinnelig forslaget, ble prøvefrekvensen noe redusert. Nedenforstående tabell 1 oppsummerer måledyp og prøvefrekvens. Måledypene er de samme som ved undersøkelsene i 1980-årene.

Praktisk gjennomføring

Feltmålinger, prøveinnsamling og analyser av oksygen, fosfor- og nitrogenforbindelser ble gjennomført av Vannlaboratoriet ved Høgskolen i Agder, Kristiansand. Tidspunktene for prøvetaking er vist i tabell 2. Vannanalysene ble utført i henhold til Norsk Standard for de enkelte parameterne.

Med unntak for 13.10.95 var ikke bobleanlegget i Bongstøvann i drift på det tidspunktet prøvene ble tatt.



Figur 2. Stasjoner for prøvetaking av hydrografi.

Tabell 1. Stasjoner, parametre og største måledyp i Skogsfjorden høsten 1995.

Område	Stasjon	Temp.	Salt.	Oksygen	Næringssalter (N, P)		Siktedyp
					klorofyll		
Skogsfjorden	D1	16 m	16 m	18 m	10 m		x
Skogsfjorden	D1*	14 m	14 m	15 m	0 m		x
Bongstøvann	D3	12 m	12 m	14 m	10 m		x
Rona	D4	14 m	14 m	15 m	10 m		x
Ronekilen ¹⁾	D5	0 m	0 m	-	0 m		x

¹⁾ Ikke klorofyll

Tabell 2. Datoer for innsamling av vannprøver i fjordområdet ved Mandal. Med unntak for 9.8.95 var begge bobleanleggene i Skogsfjorden i drift da prøvene ble tatt.

Stasjon	Dato	9.8 1995	14.9 1995	13.10 1995	22.11 1995
D1 Østre Skogsfj.		x ¹⁾	x ¹⁾	x ¹⁾	x ¹⁾
D1* Vestre Skogsfj.		x	x ¹⁾	x ¹⁾	x ¹⁾
D3 Bongstøvann		x	x	x	**)
D4 Rona		x	x	x	x
D5 Ronekilen			x	x	x

¹⁾ : bobleanlegg i gang

**): området var islagt

2.2 Resultater

I det etterfølgende gjennomgås hovedtrekkene som kan leses ut av de vannkjemiske undersøkelsene. Alle data finnes i vedlegg A1. I diskusjonen vurderes resultatene oftest etter SFTs veiledninger i klassifisering av miljøkvalitet (SFT 1993b). Vedlegg A2 gjengir et utdrag av de aktuelle veiledningene.

For bedømmelse av næringssaltkonsentrasjoner, klorofyll a og siktedyp er klassifiseringen inndelt i sommer (mai-september) og vinter (november-februar). I denne undersøkelsen har man to måleserier fra slutten av sommeren (august og september) og en serie fra starten av vinteren (november). Vi ønsker å understreke at datagrunnlaget for næringssalter er svært spinkelt, men det er likevel hensiktsmessig å sette resultatene i perspektiv ved bruk av miljøkvalitetskriterier.

2.2.1 Skogsfjorden

Fjordens overflateareal er ca. 1.2 km² og vannvolumet ca. 6.4 millioner m³. I nordvest og sørøst er det dype partier med henholdsvis 18 m og 21 m som største dyp. Disse bassengene er i det videre omtalt som hhv. vestre og østre Skogsfjorden. Innløpet til Skogsfjorden har et maksimaldyp på ca. 3 m, og et gjennomstrømningsareal på ca. 27 m² (Johansen 1968).

Temperatur og saltholdighet

Figur 3 viser utviklingen mht. temperatur og saltholdighet på st. D1 i Skogsfjorden høsten 1995. I perioden avtok temperaturen i overflaten fra nær 20°C til under 6°C. Dypere nede i vannmassen avtok temperaturen langsommere, og var overraskende ensartet mellom ca. 3 m dyp og bunn. Det er mulig at vertikal blanding fra bobleanleggene har bidratt til dette.

Saltholdighet i overflatelaget viser naturlig nok mindre endringer med tiden enn tilfellet var for temperaturen. Under 3-4 m dyp avtok saltholdigheten i tidsrommet august-oktober, noe som tyder på liten vannfornyelse. Tilsvarende viser økende saltholdighet fra oktober til november at Skogsfjorden da ble tilført nytt vann utenfra.

Den vertikale sjiktningen var forholdsvis svak, med en forskjell i saltholdighet på 2-4 % mellom overflatelag og bunnvann. Til sammenligning målte man sommer-høst 1966 en forskjell på minst 6-10 %, og med saltholdighet i bunnvannet omkring 28 % (Johansen 1968). Gjennomgang av data fra før bobleanlegget startet i 1987 tyder også på at forskjellen i saltholdighet da var større enn etter start av anlegget. Vi kan ikke med sikkerhet si at dataene dermed viser at bobleanlegget øker den vertikale blandingen i Skogsfjorden og slik reduserer lagdelingen, men forklaringen virker sannsynlig.

Oksygen

Det trange og grunne innløpet medfører dårlig vannutskiftning, og gjør Skogsfjorden svært sårbar for belastning med organisk materiale. Allerede i 1967 ble det målt hydrogensulfid opp til ca. 8 m dyp i det østre Skogsfjorden, og opp til 4 m dyp i det vestre Skogsfjorden (Johansen 1968). I det etterfølgende gjennomgås resultatene fra undersøkelsen høsten 1995, og vurderes deretter mot data fra 1982-89.

Resultatene av oksygenmålingene på st. D1 og D1* i 1995 er vist i figur 4. Med skravur er vist grensene for *Nokså dårlig* (mørk skravur) og *Mindre god* (lysere skravur) miljøkvalitet, i henhold til SFT-veiledning (SFT 1993b) (jfr. vedlegg A2). Med unntak for st. D1 den 14.9 var oksygenforholdene gode. I september var de mindre gode. *Oksygenforholdene i Skogsfjorden høsten 1995 var dermed i hovedsak tilfredsstillende for fisk og andre marine organismer.*

Til sammenligning viser figur 5 resultat av oksygenmålinger i tidsrommet 1982-89. Rette linjer er trukket mellom målepunktene, og vi vil sterkt understreke at med langt tidsrom mellom målingene kan denne framstillingsformen bli villedende fordi tilstanden mellom målingene sikkert ikke endret seg like jevnt. Figuren viser at det fram til sommeren 1987 i alt vesentlig var hydrogensulfid dypere enn ca. 10 m i fjordens østre del. Bruk av bobleanlegget har på en dramatisk måte forbedret forholdene ved at fjorden har blitt oksygenholdig helt ned til bunn (Stene 1989). Men samtidig viser figuren hvordan Skogsfjorden er avhengig av "kunstig åndedrett" fra bobleanlegget. Uten dette oppstår raskt kritiske oksygenforhold i dypvannet, spesielt i de første årene med stort oksygenforbruk fra råtne bunnsedimenter. Men etter flere års bobling vil man vente at "oksygengjelden" i bunnsedimentene er redusert og oksygenforbruket avtar noe.

Konsentrasjoner av fosfor, nitrogen, klorofyll samt siktedyp

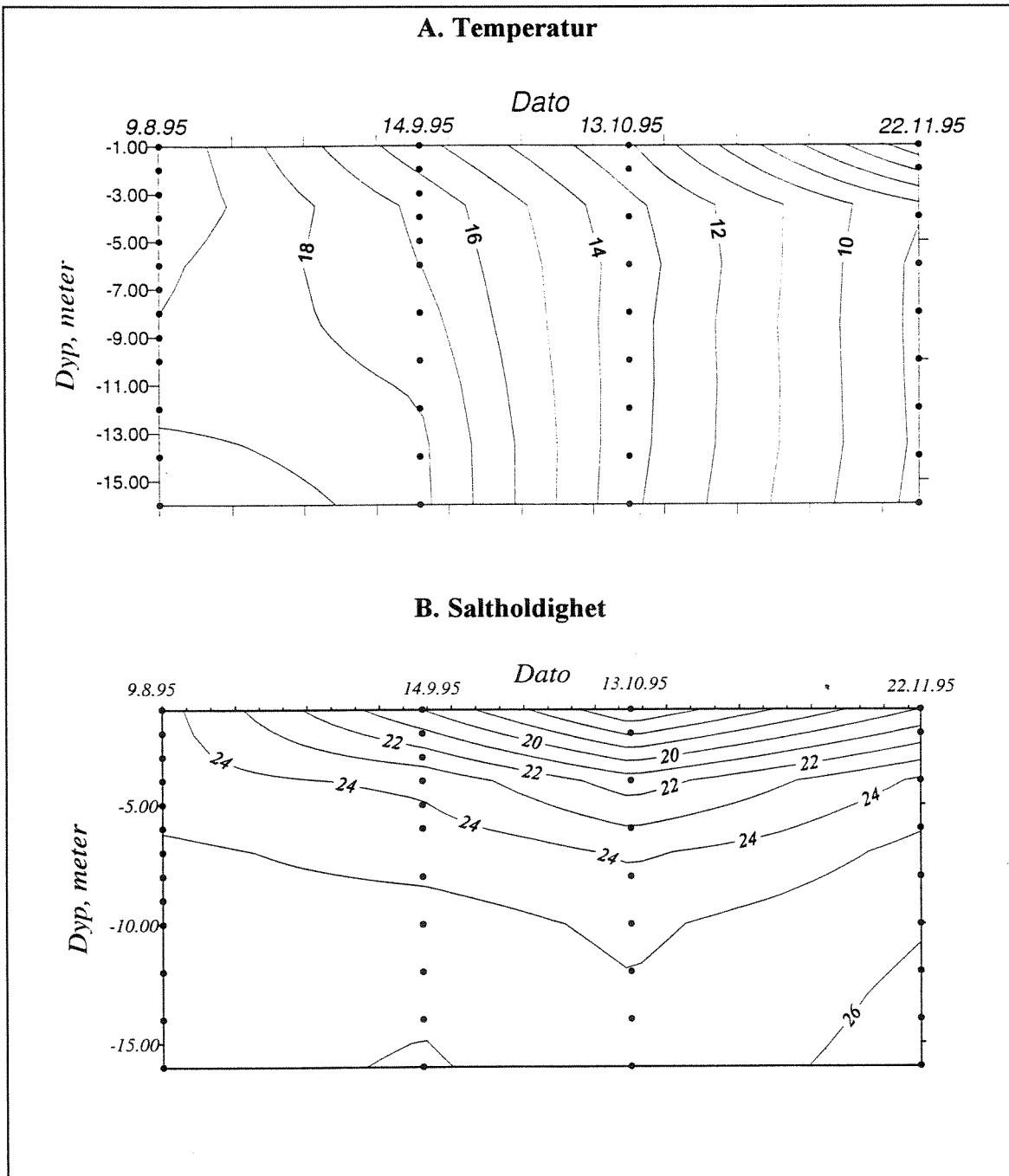
Figur 6- figur 9 viser gjennomsnittskonsentrasjonene av fosfor- og nitrogenforbindelser, klorofyll a samt siktedyp på st. D1, som er hovedstasjonen i Skogsfjorden. Konsentrasjonene av fosfor, som total fosfor og ortofosfat, er høye. Det samme gjelder ammonium. Som vanlig er det en viss konsentrasjonsøkning mot bunnen av fjorden.

For å kunne anvende SFTs klassifisering av miljøkvalitet ble gjennomsnittskonsentrasjoner av fosfor-, nitrogenforbindelser og klorofyll i 0.5-4 m dyp på st. D1, og 0.5 m dyp på st. D1* i august-september 1995 beregnet (figur 10). Tabell 3 viser de tilhørende miljøkvalitetsklassene for overflatelag og vinter- og sommerhalvår (jfr. vedlegg A2).

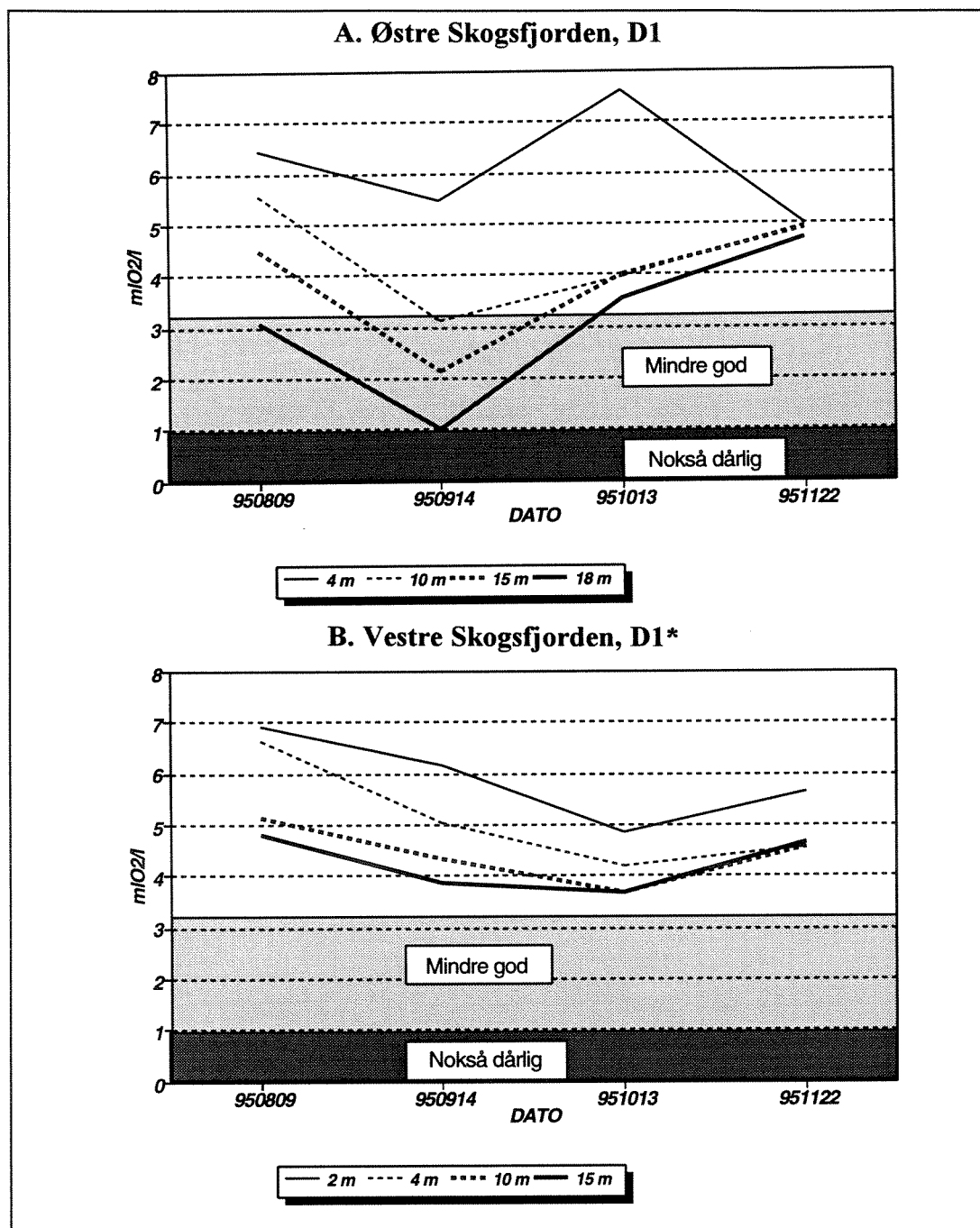
Ser man siktedypet i forhold til egnethet for friluftsbad og rekreasjon (SFT 1994), blir karakteriseringen bedre: "Egnet" (st. D1) og "Mindre egnet" (st. D1*).

Tabell 3. Skogsfjorden. Klassifisering av tilstanden i miljøkvalitetsklasser (I-V) for sommerhalvåret.
 Klasse I: god, II: mindre god, III: nokså dårlig, IV: dårlig, V: meget dårlig.

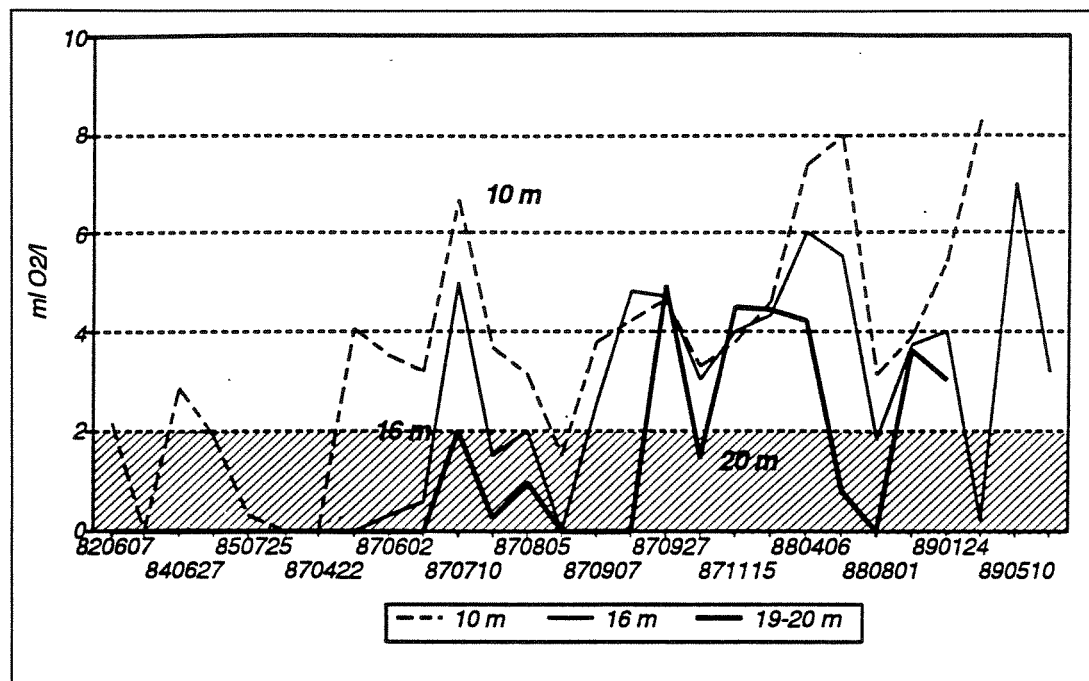
Stasjon	TotP.	Fosfat	TOTN	Nitrat	Ammonium	Klorofyll	Siktedyp
D1 Sommer	III	III	I	I	III	III	III
D1 vinter	II	I	II	III	III		
D1*sommer	IV	II	II	II	III	III	IV
D1*vinter	I	I	II	III	IV		



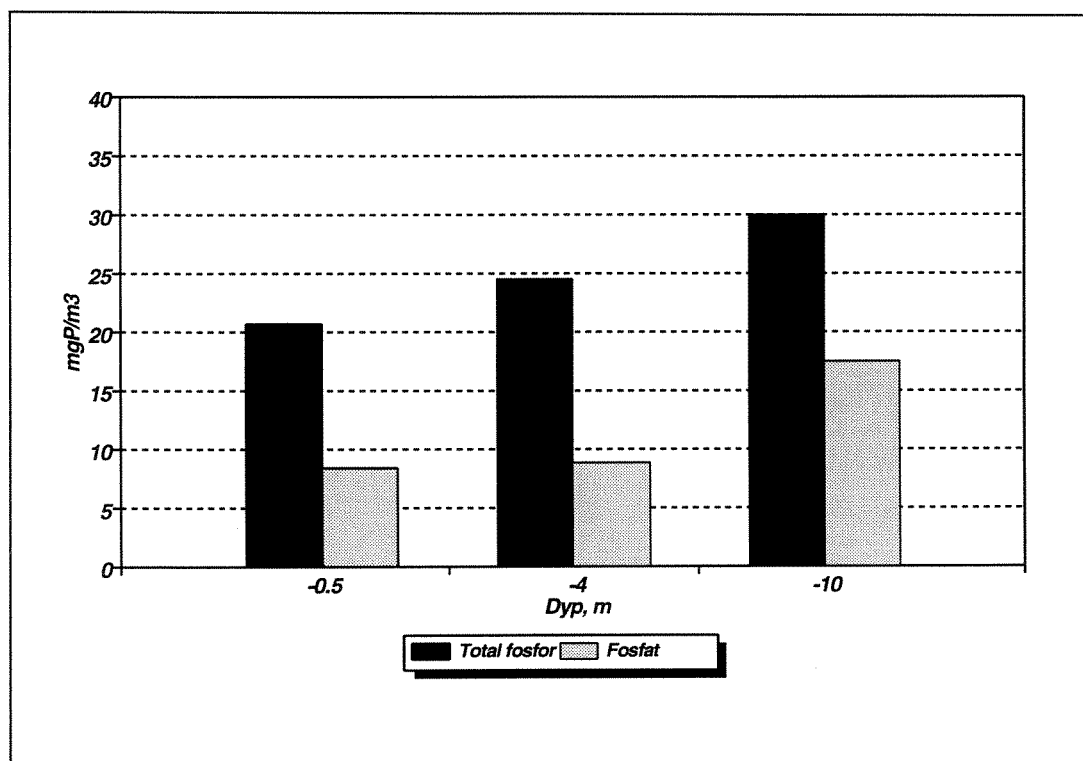
Figur 3. Målinger av temperatur og saltholdighet på st. D1, Skogsfjorden, høsten 1995.
 a: Temperatur b: Saltholdighet



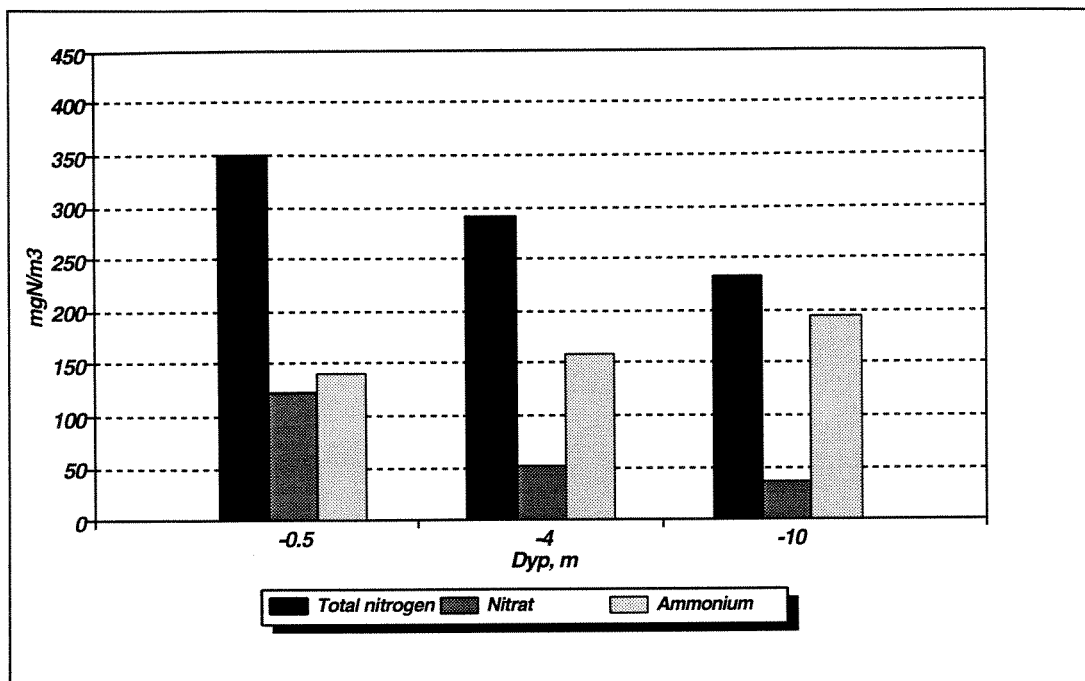
Figur 4. Målinger av oksygen i Skogsfjorden (mgO_2/l) høsten 1995. A: st. D1 i østre Skogsfjorden. B: st. D1* i vestre Skogsfjorden.



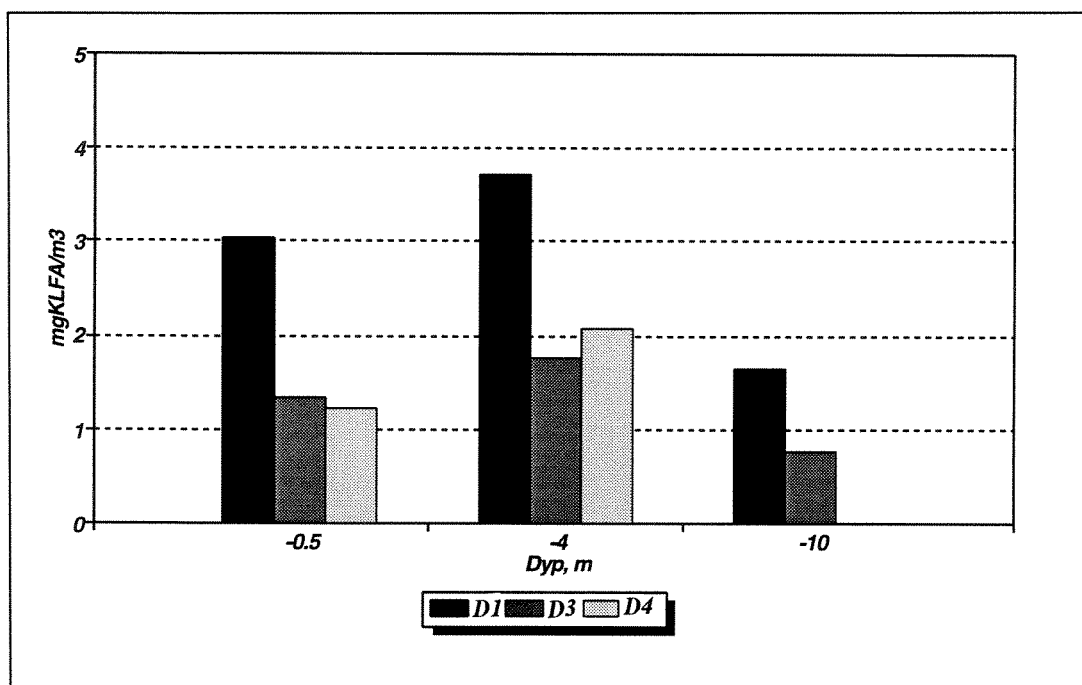
Figur 5. Skogsfjorden, st. D1. Oksygenkonsentrasjoner (ml O₂ /l) i tidsrommet 1982-89 (fra Molvær 1992). Skravur angir kritisk nivå.



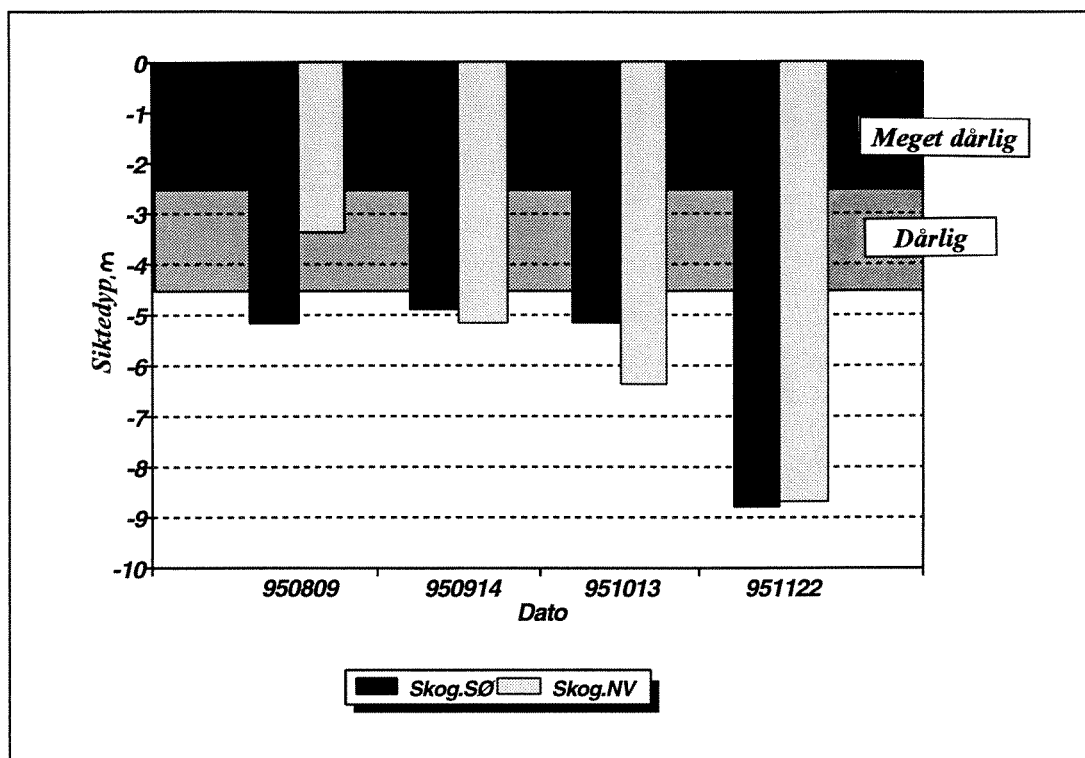
Figur 6. Gjennomsnittlige konsentrasjoner av total fosfor og ortofosfat (mgP/m³) i 0.5, 4 og 10 m dyp på st. D1 høsten 1995.



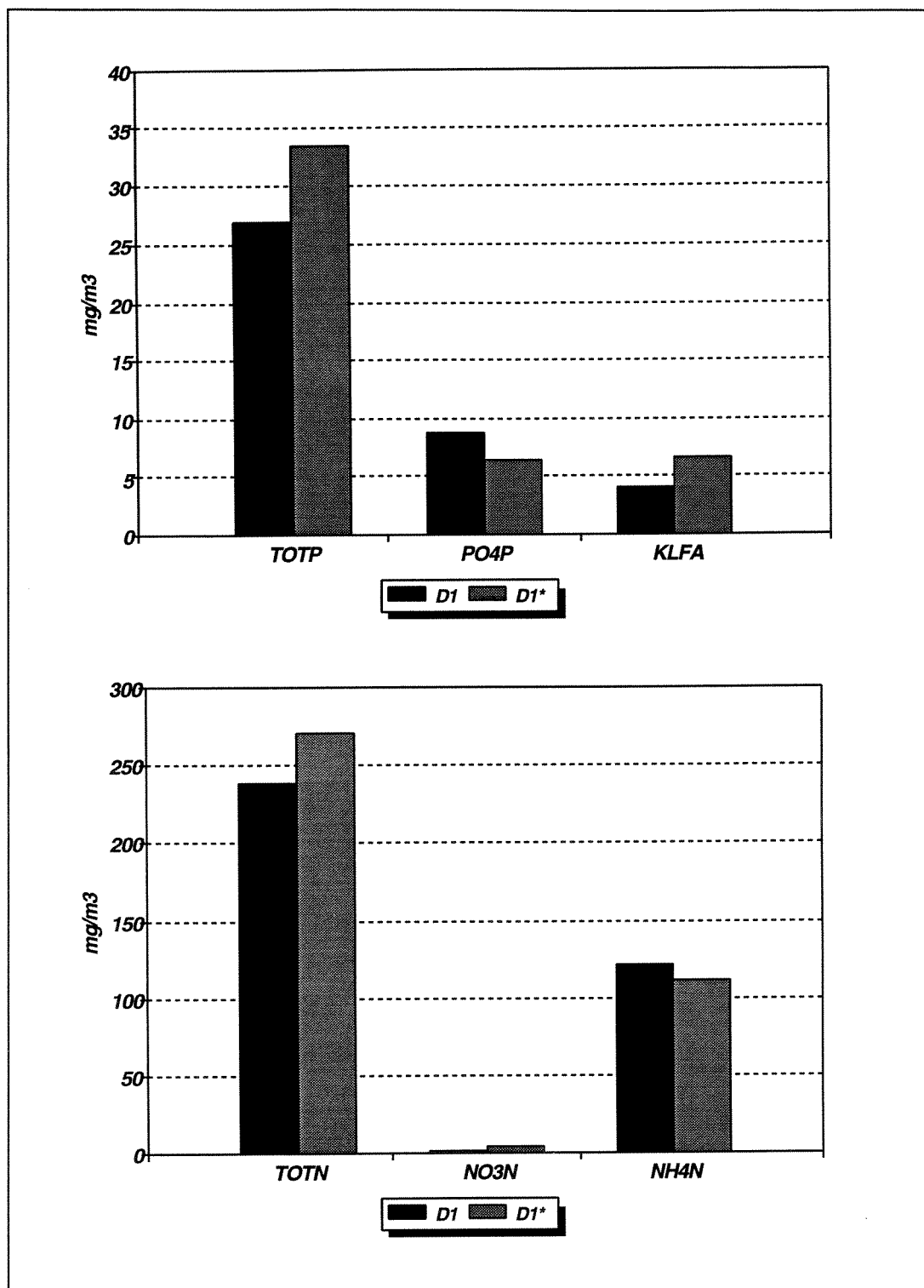
Figur 7. Gjennomsnittlige konsentrasjoner av total nitrogen, nitrat og ammonium (mgN/m^3) i 0.5, 4 og 10 m dyp på st. D1 høsten 1995.



Figur 8. Gjennomsnittlige konsentrasjoner av klorofyll a (mg klorofyll/m^3) i 0.5, 4 og 10 m dyp på st. D1, D3 og D4 høsten 1995.



Figur 9. Målinger av siktedyp på st. D1 (Skogsff. SØ) og D1* (Skogsff. NV) høsten 1995. Miljøkvalitetsklassene Meget dårlig (<2.5 m) og Dårlig (2.5-4.5 m) er vist med skravur.



Figur 10. Gjennomsnittskonsentrasjoner av fosfor og nitrogen og klorofyll a i 0-4 m dyp på st. D1 og 0.5m dyp på st. D1* for målingene i august og september 1995.

2.2.2 Bongstø vann

Terskeldypet mot Rona er ca. 3.5 m, og største dyp er ca. 16 m. Bongstø vann mottok tidligere sigevann fra søppelfyllplassen i Paradisbukta, men både sigevann og overflatevann blir nå samlet opp og ført tilbake til fyllplassen samtidig som det er laget en tett dam rundt selve fyllplassen. Det skal derfor ikke lenger være utslipp fra fyllingen. Overflatevann fra nedslagsfeltet blir i tillegg avskjært fra fyllplassen og ført til 11 m dyp i Bongstø vann. Bobleanlegget i Bongstø vann (15 meters dyp) har vært i drift siden oktober 1987.

Temperatur og saltholdighet

Figur 11 viser utviklingen mht. temperatur og saltholdighet på st. D3 i Bongstø vann i tidsrommet august-oktober 1995. Altså en kortere tidsrom enn for Skogsfjorden og Rona. I perioden avtok temperaturen i overflaten fra ca. 22°C til under 14°C. Som for Skogsfjorden ser vi at temperaturforskjellen mellom overflatelag (her 1 m dyp) og bunnvann (12 m dyp) var liten - her bare 0.5-1.5°C, noe som må skyldes at bobleanlegget skaper sterk vertikal blanding.

Det samme gjelder saltholdigheten, der forskjellen mellom 2 m dyp og bunnvannet ikke var mer enn ca. 1,5‰. Økningen i saltholdighet fra august til september var ikke stor (<0.6‰), men tyder på innstrømning av nytt vann over terskelen til Rona. En annen mulighet kunne være at effekten av bobleanlegget i dette tidsrommet var større enn senere, dvs. sterkere vertikal blanding.

Oksygen

I det etterfølgende gjennomgås resultatene fra undersøkelsen høsten 1995 og vurderes deretter mot data fra 1981-89.

Resultatene av oksygenmålingene på st. D3 er vist i figur 12. Med skravur er vist grensene for *Nokså dårlig* (mørk skravur) og *Mindre god* (lysere skravur) miljøkvalitet, i henhold til SFT-veiledning nr. 93:02 (SFT 1993b). Både i august, september og oktober var oksygenforholdene gode. I november 1995 kunne prøvene ikke taes pga. is. *Oksygenforholdene i Bongstø vann høsten 1995 var dermed tilfredsstillende for fisk og andre marine organismer.*

Tilstanden i Bongstø vann har vært undersøkt tilbake til slutten av 1970-tallet. Prøver fra 1978 viste kritiske oksygenforhold allerede i 4 m dyp, med høye konsentrasjoner av hydrogensulfid i 12 m dyp (Molvær 1982). Tabell 4 viser data fra tidsrommet 1981-89. Etter luftingen vinter - vår 1980 var forholdene bedre, og sommeren 1981 var oksygenforholdene tilfredsstillende (>3.5 mlO₂/l) ned til nærmere 12 m dyp, med relativt lave konsentrasjoner av hydrogensulfid fra 14 m dyp.

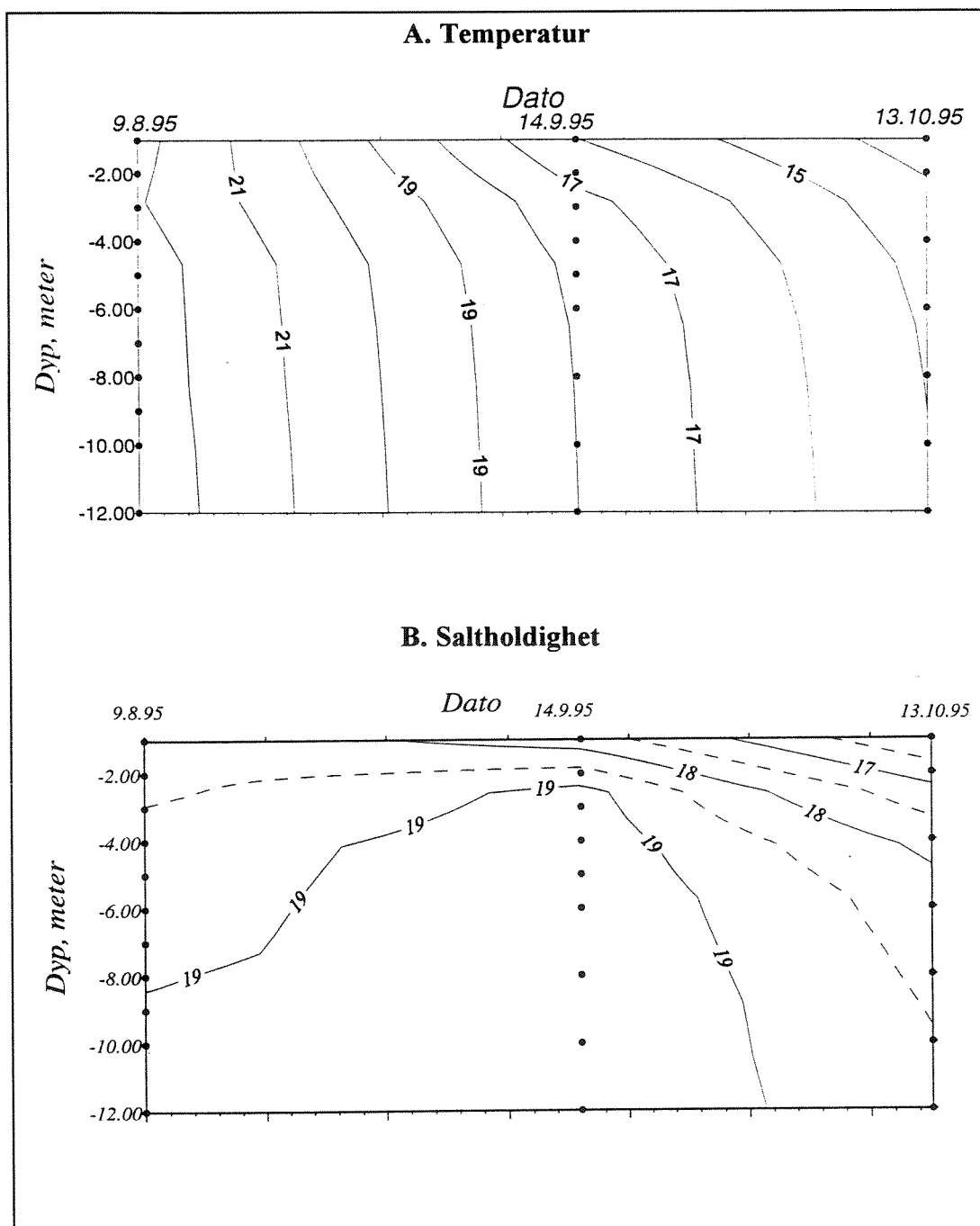
Variasjonene er store fra prøveserie til prøveserie, noe som dels skyldes naturgitte vannutskiftninger og dels fjordforbedringstiltak. Gjennomgående ser det ut til at oksygenforholdene fra høsten 1987 har vært bedre enn ved tidligere år, men det skal tilføyes at data om H₂S-konsentrasjon i dypvannet mangler for det tidsrommet. Man kan gå ut fra at bobleanlegget har skapt denne bedre tilstanden.

Konsentrasjoner av fosfor, nitrogen, klorofyll samt siktedyp

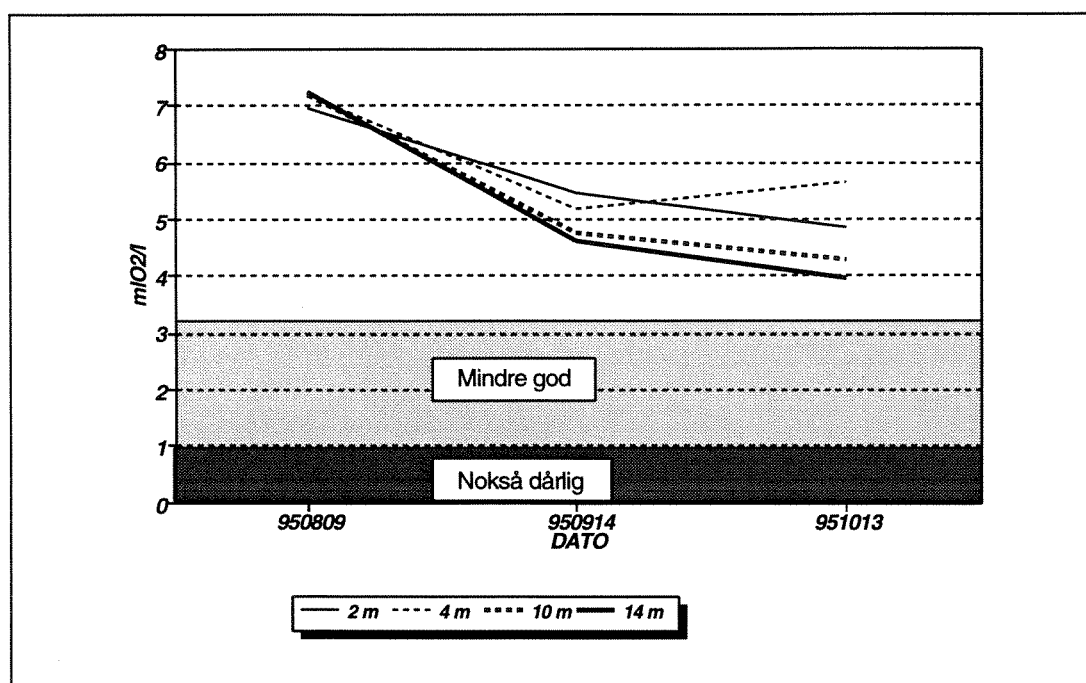
Figur 13- figur 15 viser gjennomsnittlige konsentrasjoner av fosfor- og nitrogenforbindelser samt siktedyp på st. D3. Klorofyll er tidligere vist i figur 8. Konsentrasjonene av fosfor, som total fosfor og ortofosfat, er moderate. For nitrogen er konsentrasjonene av total nitrogen og ammonium relativt høye.

For å kunne anvende SFTs klassifisering av miljøkvalitet er gjennomsnittskonsentrasjoner av fosfor-, nitrogenforbindelser og klorofyll i 0.5-4 m dyp på st. D3 i august-september 1995 beregnet og vist i figur 16. Tabell 5 viser de tilhørende miljøkvalitetsklassene for overflatelag og sommerhalvår (jfr. vedlegg A2).

Ser man siktedypet i forhold til egnethet for friluftsbad og rekreasjon (SFT-veiledning 94:01), blir karakteriseringen betydelig bedre: "Egnet".



Figur 11. Målinger av temperatur og saltholdighet på st. D3, Bongstøvnann, høsten 1995
 a: Temperatur
 b: Saltholdighet



Figur 12. Målinger av oksygen (mgO_2/l) på st. D3 i Bongstøvvann høsten 1995.

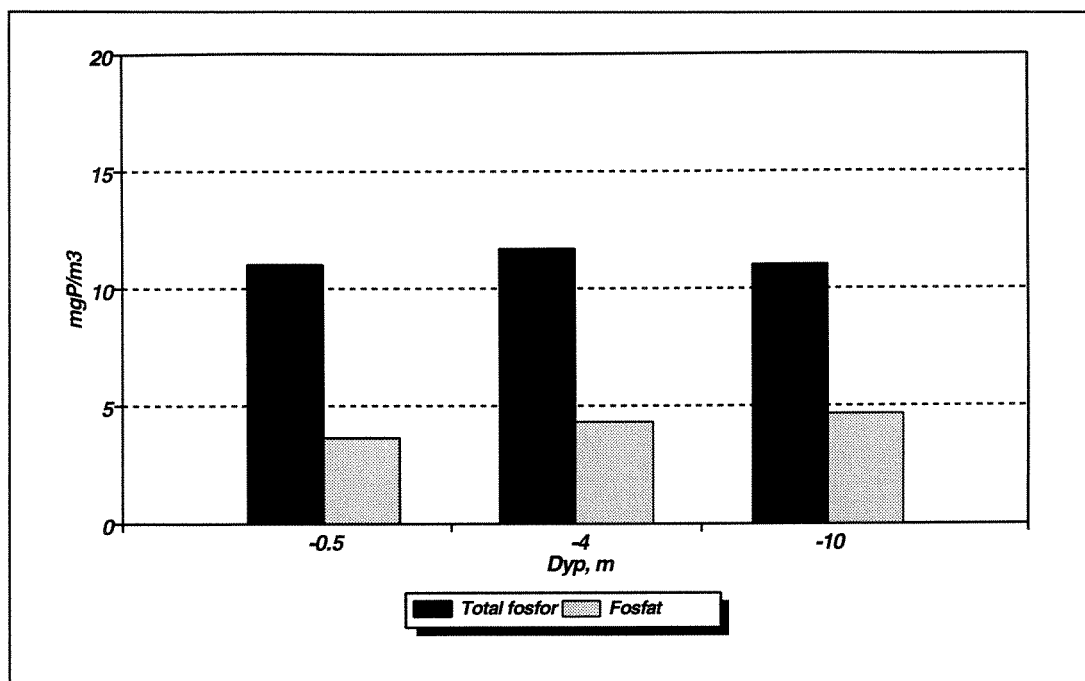
Tabell 4. Oksygenmålinger (mlO_2/l) på st. D3 i Bongstøvvann i tidsrommet 1981-89 (fra Molvær 1992).

	1981	1983	1984	1987	1987	1987	1987	1987	1988	1989	1989	1989
Dyp	30/6	16/6	27/6	27/9	14/10	31/10	15/11	13/12	19/5	24/1	4/5	16/5
4		6.10	6.83	6.03	6,33	5,27	5,39	5,77		3,86	7,10	7,25
6	9.66	0.94	5.17	1.79	1,44	4,44						7,07
8		1.41	0.83	0,63	0,48	3,45	5,43	5,53		3,48	5,92	7,32
10	3.33	H ₂ S	H ₂ S			3,04			8,76*	1,38*		7,17
14	H ₂ S	H ₂ S	H ₂ S	H ₂ S	H ₂ S	H ₂ S	5,42	5,57				7,11
20		H ₂ S	H ₂ S	H ₂ S	H ₂ S	H ₂ S	5,66	5,52				
30	H ₂ S	H ₂ S	H ₂ S	H ₂ S	H ₂ S	H ₂ S	5,76					

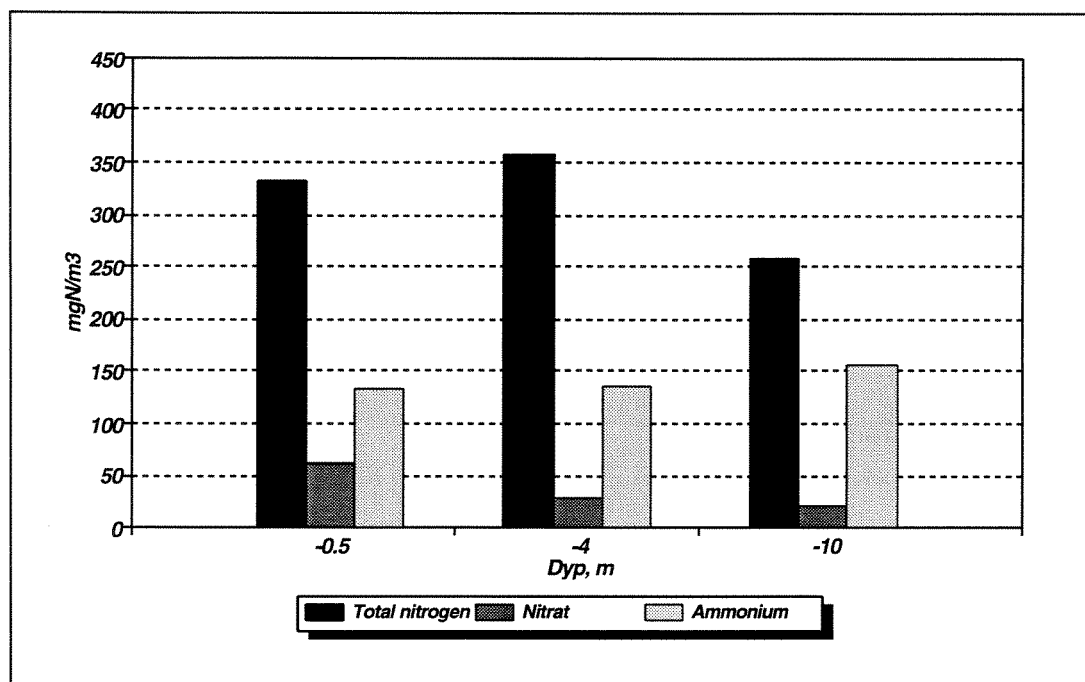
*) Prøve fra 11 m dyp

Tabell 5. Bongstøvvann. Klassifisering av tilstanden i miljøkvalitetsklasser (I-V) for sommerhalvåret. Klasse I: god, II: mindre god, III: nokså dårlig, IV: dårlig, V: meget dårlig.

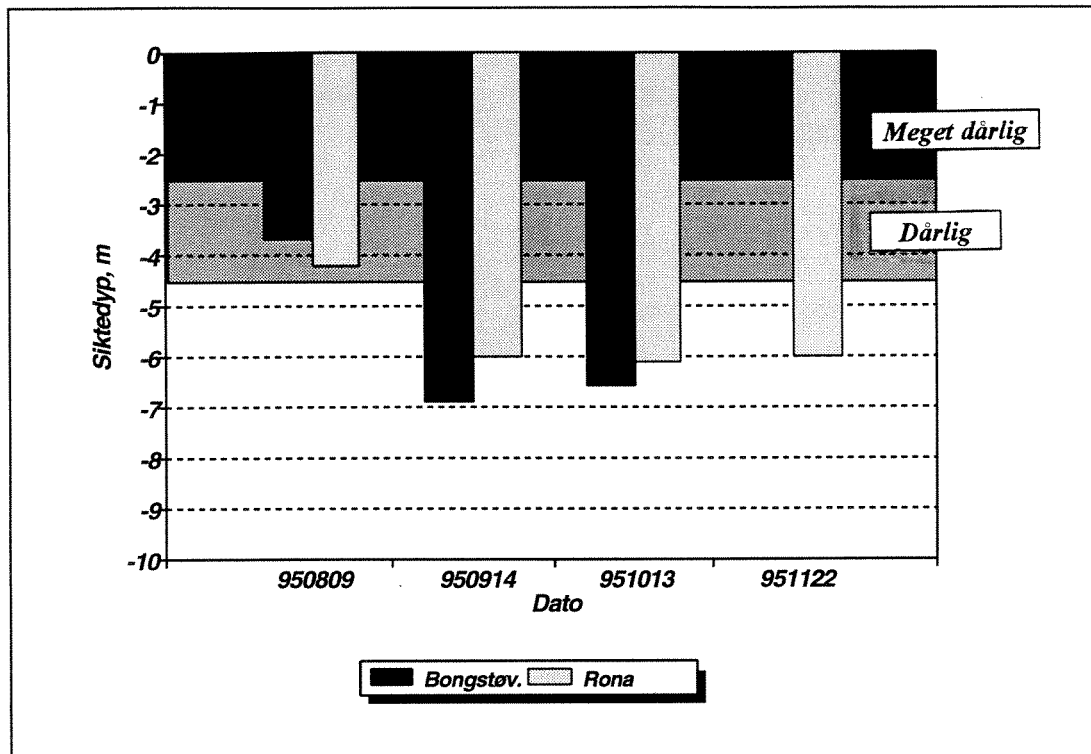
Årstid	TotP.	Fosfat	TOTN	Nitrat	Ammonium	Klorofyll	Siktedyp
Sommer	II	II	III	I	III	I	III



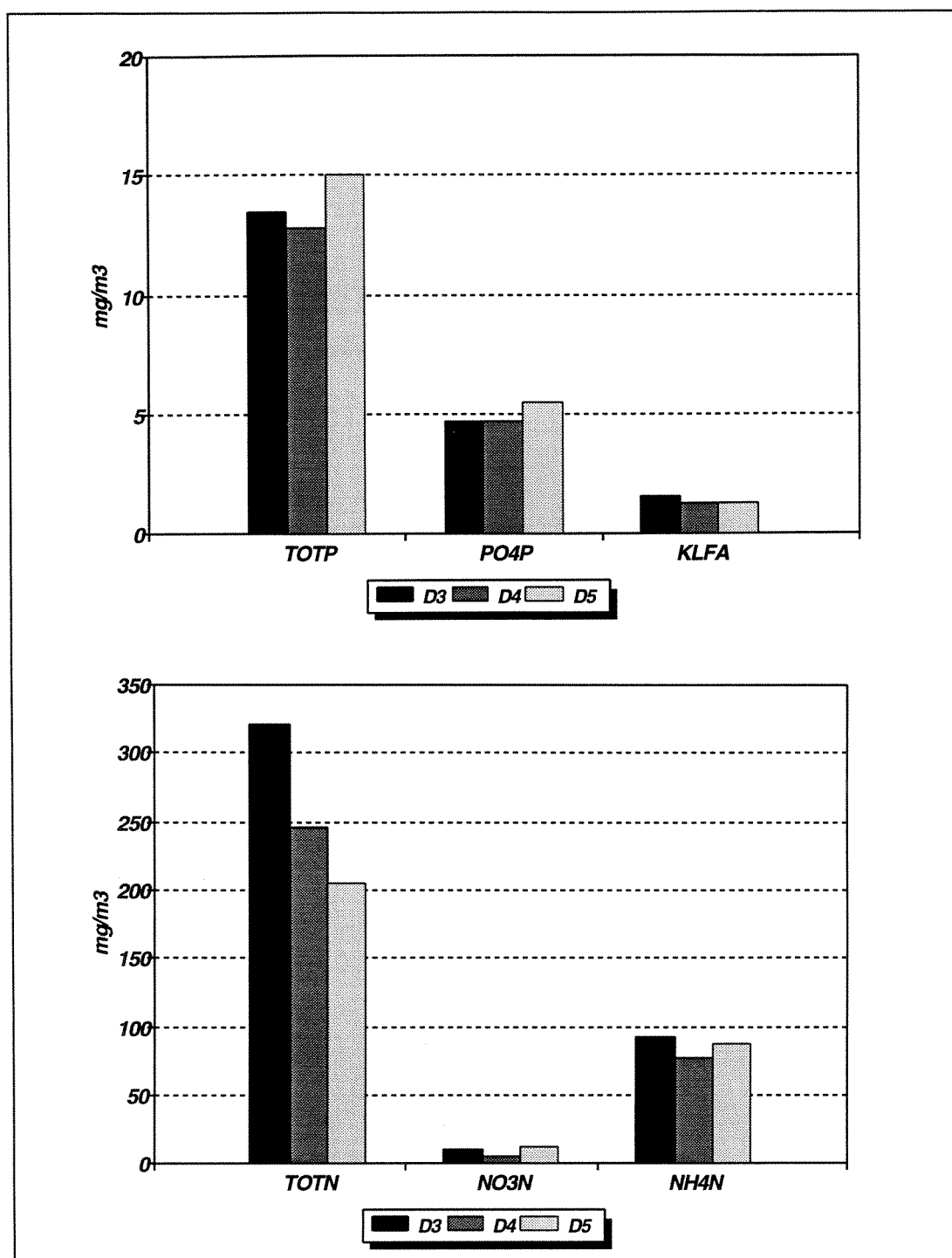
Figur 13. Gjennomsnittlige konsentrasjoner av total fosfor og ortofosfat (mgP/m³) i 0.5, 4 og 10 m dyp på st. D3 høsten 1995.



Figur 14. Gjennomsnittlige konsentrasjoner av total nitrogen, nitrat og ammonium (mgN/m³) i 0.5, 4 og 10 m dyp på st. D3 høsten 1995.



Figur 15. Målinger av siktedyp i Bongstøvnann og Rona høsten 1995. Miljøkvalitetsklassene for Meget dårlig (<2.5 m) og Dårlig (2.5-4.5 m) er vist med skravor.



Figur 16. Gjennomsnittskonsentrasjoner av fosfor og nitrogen-forbindelser og klorofyll i 0,5 - 4 meters dyp på st. D3(Bongstø vann), D4 (Rona) og D5 (Ronekilen, bare 0.5 m dyp) høsten 1995.

2.2.3 Rona

Terskeldypet mot Skogsfjorden er ca. 0.7 m, og største dyp innenfor er 19 m.

Temperatur og saltholdighet

Figur 17 viser utviklingen mht. temperatur og saltholdighet på st. D4 i Rona høsten 1995. På grunn av usikre målinger er data for dyp <2 m utelatt. I hovedtrekk vises samme utvikling som tidligere ble sett i Skogsfjorden. Man ser imidlertid markerte forskjeller når man sammenligner vannmassens vertikale struktur i de to områdene. Fram til midten av oktober hadde Rona en langt sterkere vertikal temperaturgradient enn i Skogsfjorden, men forøvrig en temperaturprofil som man vil vente å finne i et innelukket basseng som dette. Man må kunne anta at forskjellen skyldes at bobleanleggene i Skogsfjorden genererer en betydelig sterkere vertikal blanding enn det som naturlig foregår i Rona.

Figur 17B viser utviklingen i saltholdighet. Også her ser man sterkere vertikale gradienter enn i Skogsfjorden, men ikke så klart som for temperaturen. Økende saltholdighet fra oktober til november viser at også Rona - som Skogsfjorden - da ble tilført nytt vann utenfra.

Oksygen

Oksygenforholdene i Rona er kjent for å være svært dårlige, med periodevis hydrogensulfid helt opp til ca. 8 m dyp, og kritiske forhold under ca. 6 m dyp (Molvær, 1982). I 1981 og 1983 ble det målt henholdsvis ca. 68 og ca. 44 mg H₂S/l i dypvannet, som er ekstremt høye nivåer og vitner om stor organisk belastning kombinert med liten oksygentilførsel. I det etterfølgende gjennomgås resultatene fra undersøkelsen høsten 1995, og vurderes deretter mot data fra 1981-89.

Resultatene av oksygenmålingene på st. D4 høsten 1995 er vist i figur 18. Med skravur er vist grensene for *Nokså dårlig* (mørk skravur) og *Mindre god* (lysere skravur) miljøkvalitet, i henhold til SFT-veiledning (SFT 1993b). Ned til ca. 4 m dyp var oksygenforholdene gode i hele måleperioden. Både i 10 m og 15 m dyp ble det ved alle tidspunkt påvist tildels høye konsentrasjoner av hydrogensulfid (H₂S). *Oksygenforholdene medførte dermed at bare en mindre del av vannmassen var tilgjengelig for fisk og andre marine organismer.*

Resultatene fra målinger i 1981-89 er sammenfattet i tabell 6. Fram til 1989 var det kritiske oksygenforhold i Rona. På den annen side ble ikke hydrogensulfid-konsentrasjoner over ca. 22 ml H₂S/l registrert i tidsrommet 1984-89.

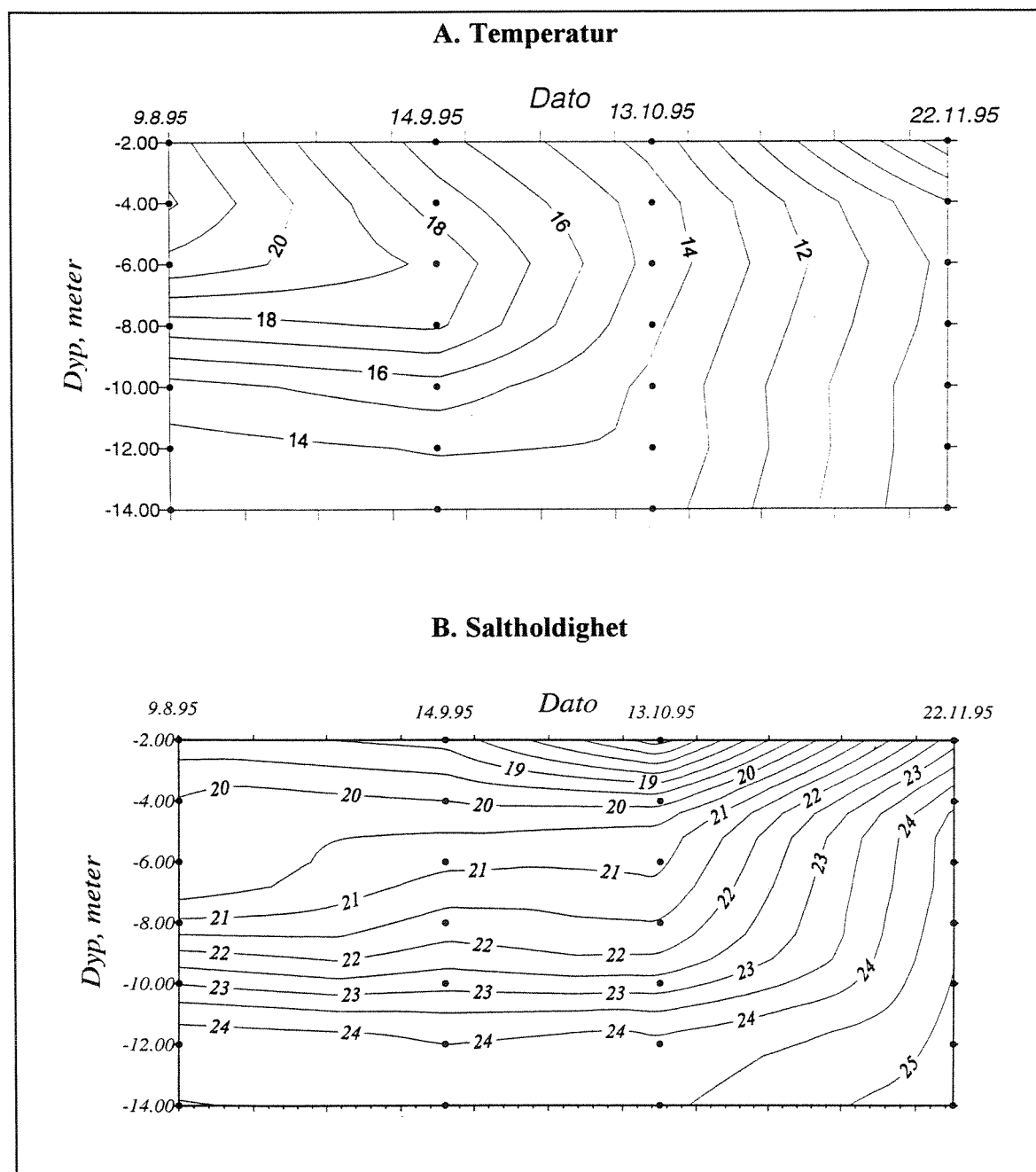
Konsentrasjoner av fosfor, nitrogen, klorofyll samt siktedyp

Figur 19- figur 20 viser gjennomsnittskonsentrasjoner av fosfor- og nitrogenforbindelser i de tre måledypene, samt klorofyll a på st. D4 i Rona. Siktedyp er tidligere vist i figur 15. Konsentrasjonene av fosfor, som total fosfor og ortofosfat i overflatelaget viste i august-september en viss anrikning. Konsentrasjonen av ammonium var høy. I november var overflatelaget preget av relativt høye konsentrasjoner av nitrogenforbindelser.

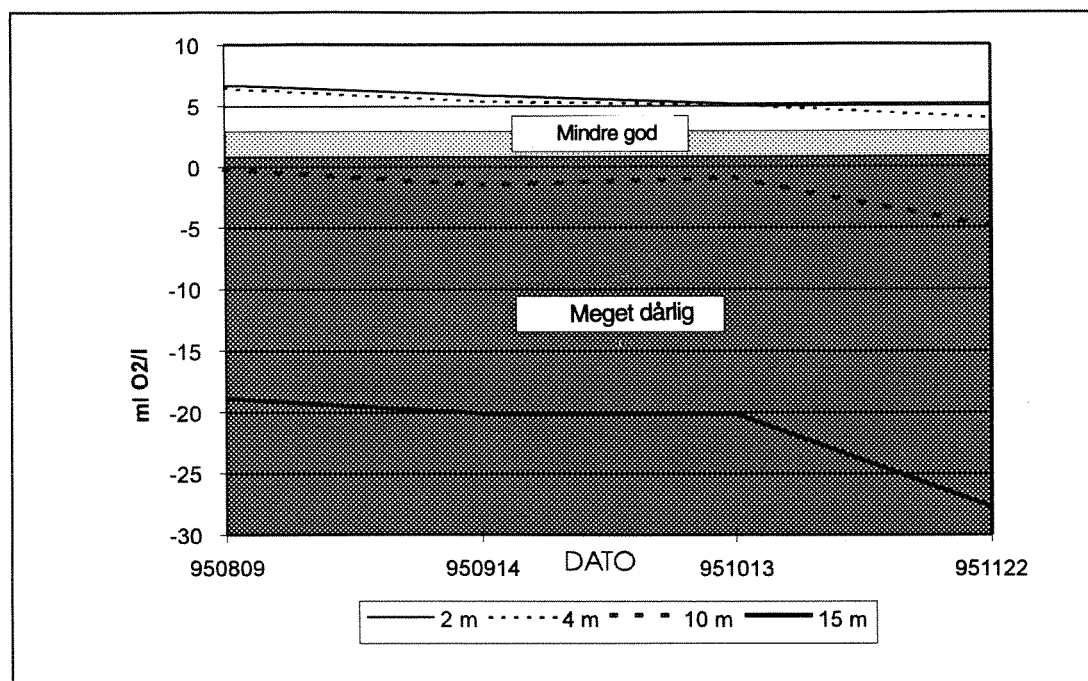
Bunnvannet i Rona inneholder mye fosfor og nitrogen: størrelsesorden 30-70 µgP/l og opptil 800 µgN/l. Dette var imidlertid langt mindre enn tidligere målt: størrelsesorden 200-400 µgP/l og 2000-3000 µgN/l er registrert i perioder med liten utskiftning (Molvær 1992). Anrikning av næringssalter i bunnvannet i anoksiske basseng er normalt.

For å kunne anvende SFTs klassifisering av miljøkvalitet er gjennomsnittskonsentrasjoner av fosfor-, nitrogenforbindelser og klorofyll i 0.5-4 m dyp på st. D4 i august-september 1995 beregnet og tidligere vist i figur 16. Tabell 7 viser de tilhørende miljøkvalitetsklassene for overflatelag og sommerhalvår samt for vinterhalvåret (22.11.95), jfr. vedlegg A2.

Ser man siktedypet i forhold til egnethet for friluftsbad og rekreasjon (SFT-veiledning 94:01), blir karakteriseringen bedre: "Egnet".



Figur 17. Målinger av temperatur og saltholdighet på st. D4, Rona, høsten 1995. a: Temperatur b: Saltholdighet



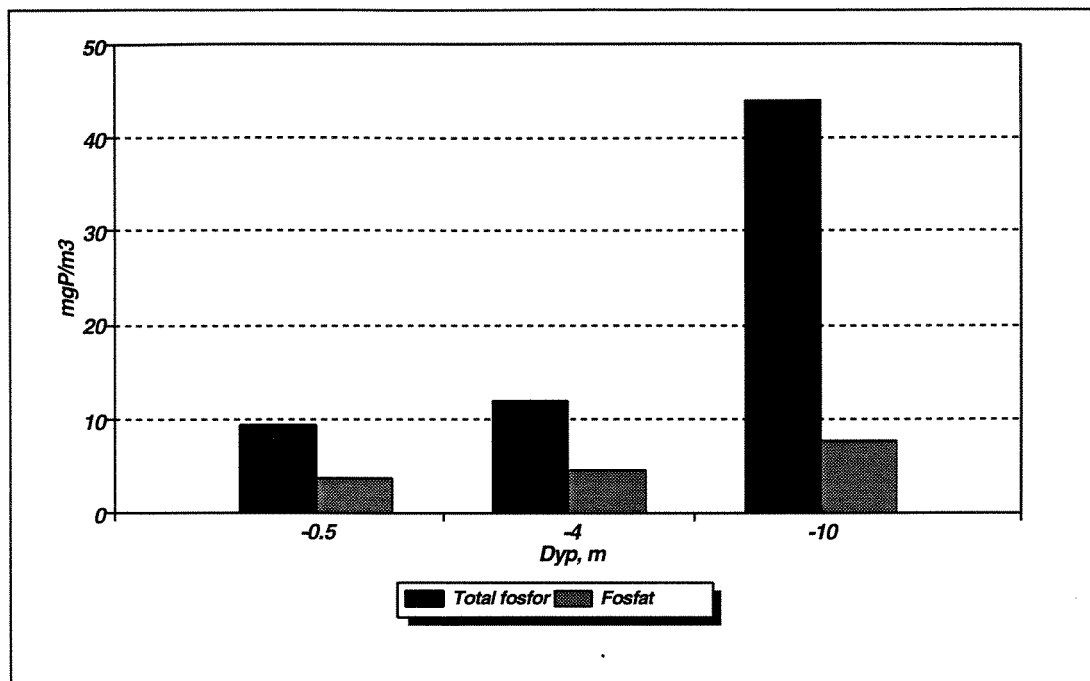
Figur 18. Oksygenmålinger (mgO_2/l) på st. D4 i Rona, høsten 1995. Negative verdier angir konsentrasjoner av hydrogensulfid.

Tabell 6. Oksygenmålinger (mlO_2/l) på st. D4 i Rona, i tidsrommet 1981-89 (fra Molvær 1992).

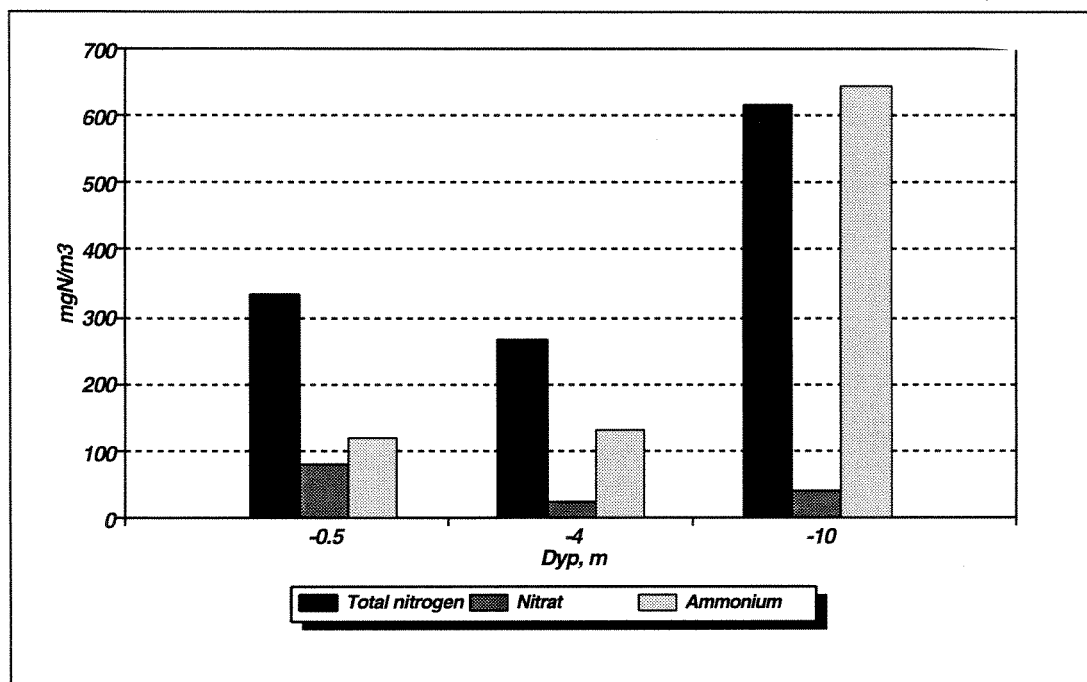
	1981	1983	1984	1985	1985	1987	1987	1989	1989	1989
Dyp, m	30/6	16/6	27/6	20/6	25/7	12./3	27/9	4/12	4/5	26/8
4		8.99		6.03	5.13	2.73	6.57	1.17	4.10	4.74
5	9.2									
6		3.51	5.13	3.60	4.66	0.69			2.30	1.55
8		0.48	H_2S	H_2S	0.78	0.58	0.73	H_2S	H_2S	H_2S
9			H_2S	H_2S		2.05		H_2S	H_2S	H_2S
10	5.73	H_2S	H_2S	H_2S	H_2S	H_2S	0.45	H_2S	H_2S	H_2S
12		H_2S	H_2S	H_2S	H_2S	H_2S		H_2S	H_2S	H_2S
14	H_2S	H_2S	H_2S	H_2S	H_2S	H_2S			H_2S	H_2S
17	H_2S	H_2S	H_2S	H_2S	H_2S	H_2S	H_2S	1.98	H_2S	H_2S

Tabell 7. Rona. Klassifisering av tilstanden i miljøkvalitetsklasser (I-V) for sommerhalvåret. Klasse I: god, II: mindre god, III: nokså dårlig, IV: dårlig, V: meget dårlig.

Årstid	TotP.	Fosfat	TOTN	Nitrat	Ammonium	Klorofyll	Siktedyp
Sommer	II	II	I	I	III	I	III
Vinter	I	I	III	II	III		



Figur 19. Gjennomsnittlige konsentrasjoner av total fosfor og ortofosfat (mgP/m³) i 0.5, 4 og 10 m dyp på st. D4 høsten 1995.



Figur 20. Gjennomsnittlige konsentrasjoner av total nitrogen, nitrat og ammonium (mgN/m³) i 0.5, 4 og 10 m dyp på st. D4 høsten 1995.

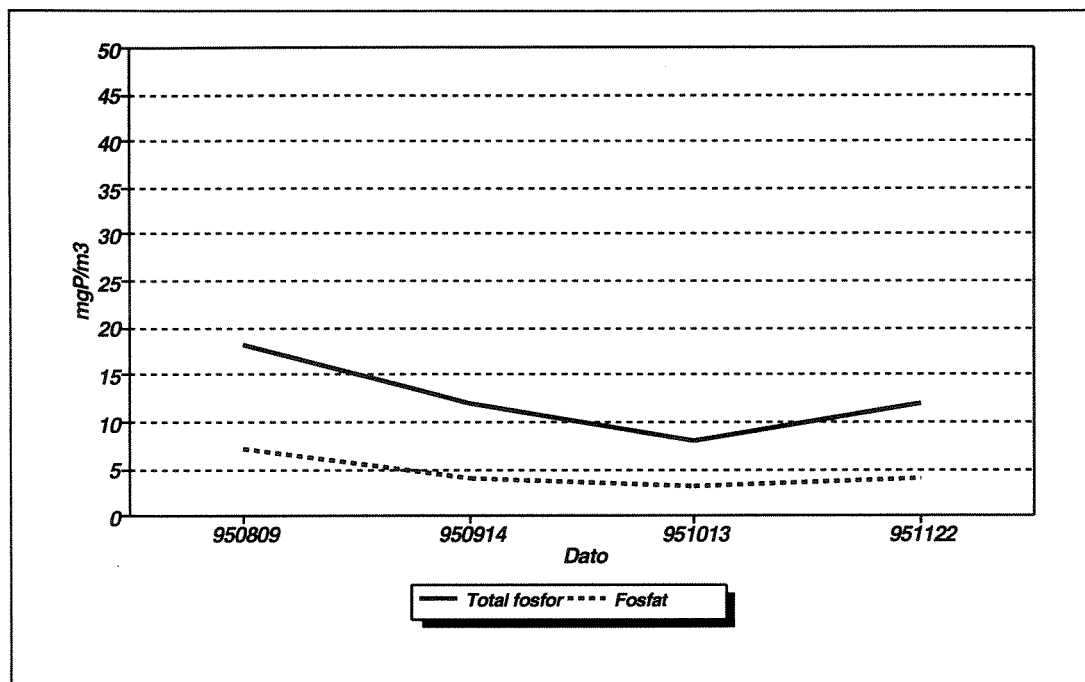
2.2.4 Ronekilen (D5)

På denne lokaliteten ble det tatt prøver fra 0.5 m dyp. Figur 21 -figur 22 viser konsentrasjonene av fosfor- og nitrogenforbindelser på st. D5.

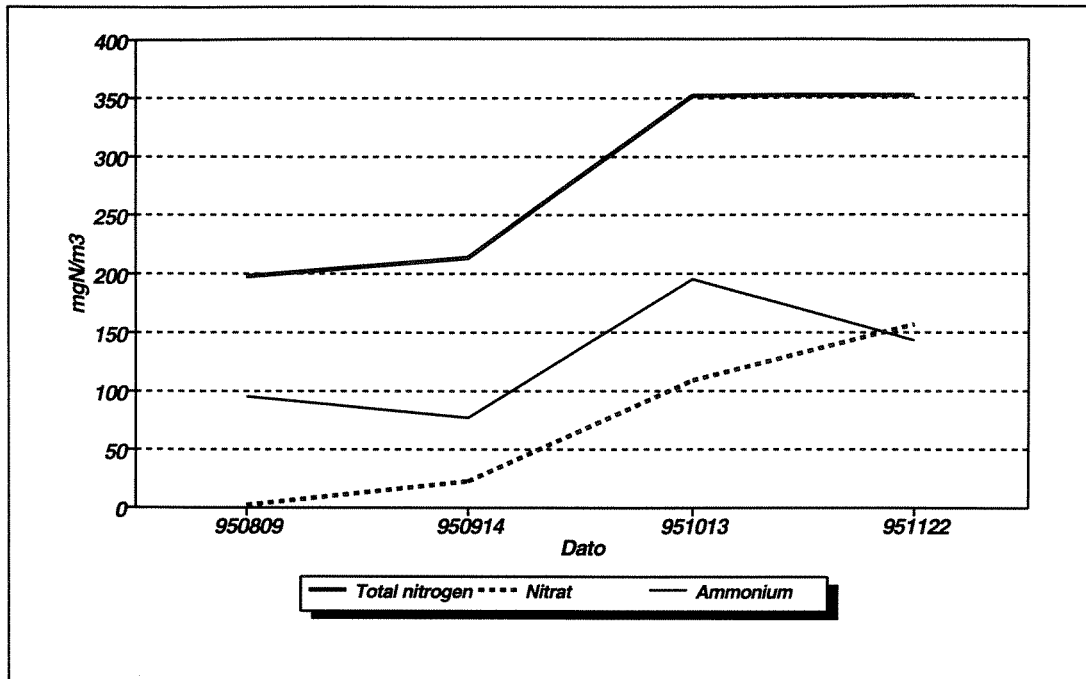
For å kunne anvende SFTs klassifisering av miljøkvalitet er gjennomsnittskonsentrasjoner av fosfor-, nitrogenforbindelser og klorofyll i 0.5 m dyp i august-september 1995 beregnet. Tabell 8 viser de tilhørende miljøkvalitetsklassene for overflatelag og sommerhalvår (jfr. vedlegg A2).

Tabell 8. Ronekilen. Klassifisering av tilstanden i miljøkvalitetsklasser (I-V) for sommerhalvåret. Klasse I: god, II: mindre god, III: nokså dårlig, IV: dårlig, V: meget dårlig.

Stasjon	TotP.	Fosfat	TOTN	Nitrat	Ammonium
D5	II	II	I	I	III



Figur 21. Konsentrasjoner av total fosfor og ortofosfat (mgP/m^3) i 0.5 m dyp på st. D5 høsten 1995.



Figur 22. Konsentrasjoner av total nitrogen, nitrat og ammonium (mgN/m^3) i 0.5 m dyp på st. D5 høsten 1995.

2.3 Vurderinger av hydrokjemiske målinger

Undersøkelsen viser at fjordforbedringstiltakene i Skogfjorden og Bongstøvann opprettholder gode oksygenforhold i begge bassenger. I Rona er derimot oksygenforholdene meget dårlige.

Målingene av fosfor- og nitrogenforbindelser viser at den relativt sterke vertikale blandingen som bobleanleggene opprettholder, som forventet også transporterer næringssalter fra dypereliggende lag til overflatelaget. Undersøkelsen omfattet for få målinger av klorofyll og siktedyp til at man har noe godt grunnlag for å bedømme virkningene av dette næringstilskuddet. Klorofyllmålingene tyder på at planktonalgebiomassen i Skogfjorden og Bongstøvann høsten 1995 var moderat, men utelukker ikke at algeveksten har vært høyere tidligere på sommeren. Denne "bi-effekten" av bobleanlegg er av generell interesse, og bør studeres nærmere.

3. Planteplankton

Etter ønske fra oppdragsgiver ble en enkel undersøkelse av planteplankton inkludert i programmet. Formålet med denne delundersøkelsen var å identifisere den dominerende algetypen.

3.1 Metoder

Planktonprøver fra to stasjoner i Skogsfjorden (D1 og D1*) ble samlet fra 0.5 og 10 meters dyp i august, september, oktober og november 1995. Prøvene ble tatt samtidig med vannprøvene.

For identifisering og kvantifisering av planteplanktonet ble prøvene først homogenisert ved vending av prøvene 200 ganger. Fra den homogeniserte prøven ble det tatt ut en delprøve for telling i Palmer-Malony tellekammer (deteksjonsgrense ca. 7.000 celler/liter). I tillegg ble ca. 25 ml prøve filtrert ned på filter og store dinoflagellater ble talt på dette (deteksjonsgrense 40 celler/liter).

3.2 Resultater og vurderinger

Sammenstilling av resultatene er vist i tabell 9, mens fullstendige artslistene er vist i vedlegg B.

Algesamfunnet i Skogsfjorden høsten 1995 var biomassemessig dominert av dinoflagellater, mens forekomstene av kiselalger var forholdsvis beskjeden. Ferskvannsavrenningen til området er liten slik at tilførselen av silikat blir begrenset. Dette kan være en av forklaringene på hvorfor det ikke ble observert noen høstoppblomstring av kiselalger selv om både fosfor- og nitrogentilgangen var relativt god i undersøkelsesperioden (jfr. tab.3). *Relativt høy algebiomasse i form av klorofyll a i området synes derfor å være knyttet til betydelige forekomster av store dinoflagellater med stort cellevolum. Den vedvarende blomstringen av dinoflagellater tyder på at næringssalttilgangen er relativt stabil.*

Kommentarer til enkelte dinoflagellater

Dinoflagellatenes artsdiversitet var relativt høy med *Ceratium* og *Prorocentrum* som de viktigste slektene. *C. furca* forekom i oppblomstringskonsentrasjoner (>1.000 celler/liter) i hele innsamlingsperioden. Dette er en marin kosmopolittisk art som også kan trives i brakt vann og som ofte forekommer i masseblomstringer.

For slekten *Prorocentrum* er det skilt mellom to arter - *P. micans* og *P. cf. scutellum*. Hvorvidt dette er to ulike arter, er vanskelig å si med sikkerhet fordi *P. micans* kan være svært formvariabel. Arten kalt *P. cf. scutellum* kan derfor være en lokal variant av *P. micans*. Også denne arten er kosmopolittisk, men den er knyttet til kystnære områder. Den blomstrer ofte opp i grunne områder med redusert saltholdighet, god stabilitet i vannmassene og god næringstilgang (Braarud & Rossavik 1951, Cannon 1990). Blomstring av *P. micans* synes å bli initiert fra cyster i sedimentet, og ofte blomstrer den opp i så store mengder at sjøen blir misfarget. Fjordforbedringstiltaket i form av bobling i Skogsfjorden kan tenkes å føre til at cyster lett blir transportert opp i vannmassene og dermed er med på å skape gunstige forhold for denne arten som blomstret (>1.000 celler/liter) hele sensommeren og høsten 1995.

Tabell 9. *Hovedgruppene av planteplankton, i tusen celler pr. liter*

	09.08.95			14.09.95			13.10.95			22.11.95		
	0-5 m		10 m	0-5 m		10 m	0-5 m		10 m	0-5 m		10 m
	D1*	D1	D1	D1*	D1	D1	D1*	D1	D1	D1*	D1	D1
	D1*	D1	D1	D1*	D1	D1	D1*	D1	D1	D1*	D1	D1
Cryptophyceae	1.140	750	302	114	114	137	1.585	304	79	83	114	114
Dinophyceae	273	239	56	87	205	72	321	353	49	6	26	155
Prymnesiophyceae	1575	450	151					453			75	
Chrysophyceae			7		14							
Bacillariophyceae	55	252	353	466	941	89	245	75	238	42	272	157
Prasinophyceae		600										
Ubest. flagellater	8.160	4.500	3.020	1.960	2.720	1.350	2.720	3.020	900	1.660	1.580	610
SUM	11.203	6791	3889	2627	3994	1648	1871	4205	1266	1791	2067	1036

4. Strandsonen (alger og dyr på grunt vann)

Undersøkelse av fastsittende alger og dyr i strandsonen ble gjennomført for å:

- gi en oversikt over tilstanden på grunt vann
- registrere eventuelle endringer fra 1987 som følge av bobleanleggene

Generelt om strandsonundersøkelser

Fjell og stein i fjæresonen har vanligvis et stort utvalg av tang (brunalger), småvokste alger og fastsittende fjæredyr. Mange arter er tilpasset denne sonen, men hvilke arter som er tilstede og deres mengdemessige fordeling er blant annet avhengig av naturlige faktorer som bølgeeksponering, substrattypen, ferskvannspåvirkning, geografisk beliggenhet og sesong. I tillegg er forurensningspåvirkninger (næringssalter, organisk materiale, partikler, miljøgifter etc) av betydning for fjæresamfunnets sammensetning. Svake overkonsentrasjoner av næringssalter kan virke gunstig på organismesamfunnet i fjæra ved at artsrikheten øker. Ved høye overkonsentrasjoner av næringssalter vil imidlertid noen få arter av grønnalger og trådformete brunalger overta og dominere fullstendig.

Undersøkelser i fjæra er ofte brukt for å beskrive tilstanden på grunt vann. Ved å se på artssammensetning, forholdet mellom ulike organismegrupper, diversitet etc., kan man få inntrykk av tilstanden i et område.

4.1 Metoder

4.1.1 Feltinnsamling

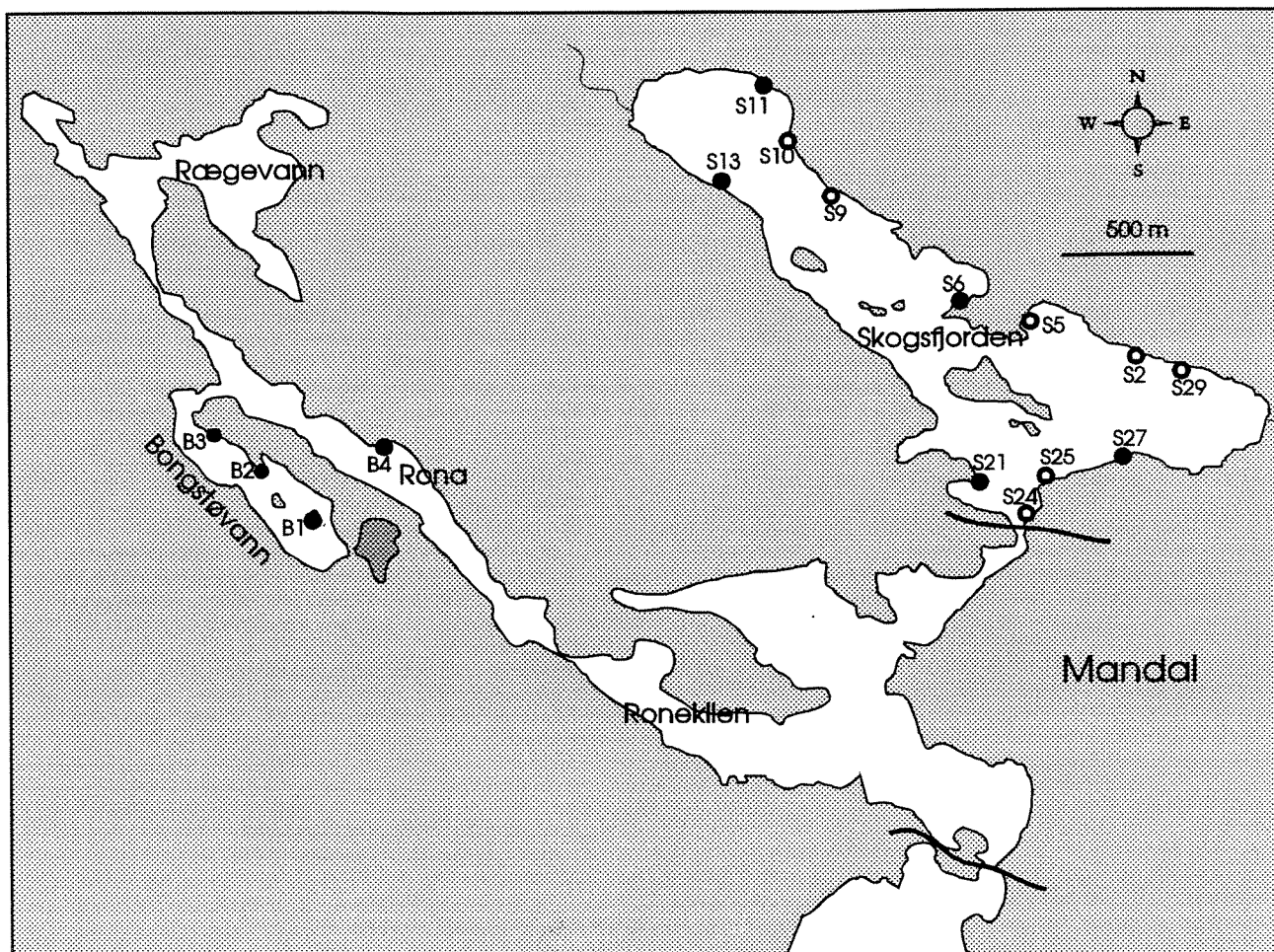
Strandsonen ble undersøkt med både vanlige semi-kvantitative strandsonundersøkelser (fridykking) og enkle registreringer fra land (befaringer). Undersøkelsen ble foretatt 14. september 1995.

I *semi-kvantitative strandsonundersøkelser* blir alle makroskopiske arter (større enn 1 mm) i et ca. 50 meter langt belte langs stranden registrert. Metoden innebærer registrering ved fridykking i maksimalt 20 minutter ved hver stasjon. Registreringen er kvalitativ og dels kvantitativ ved at artenes forekomst blir angitt etter en subjektiv skala: enkeltfunn(e), spredt(s), vanlig(v) og dominerende(d). Denne registreringsmetoden er mye brukt i fjord- og kystundersøkelser, og danner grunnlag for videre overvåking.

I *'befaringene'* ble alger og dyr på syv stasjoner registrert fra land, evt. ved vassing. Artene ble notert sammen med enkelte kommentarer om forekomst. Metoden gir et raskt overblikk over vegetasjonen i de øvre vannlag. Befaringene ble gjort for å sikre et bredere grunnlag for sammenligning med forrige undersøkelse i mai 1987 som er basert på samme metode (Åsen 1987). Undersøkelsen fra 1987 ble imidlertid supplert med skrapetrekke fra dypere vann.

4.1.2 Stasjonsvalg

Semi-kvantitative strandsonundersøkelser ble foretatt på fem stasjoner i Skogsfjorden og fire stasjoner i Bongstøvvann/Rona (fylte symboler i figur 23). Stasjonene i Bongstøvvann ble plassert i ulik avstand til søppelfyllplassen. Befaringer ble foretatt på syv lokaliteter i Skogsfjorden (åpne symboler i figur 23). Stasjonsplasseringen og stasjonsnummereringen i Skogsfjorden følger befaringene fra 1987 (Åsen 1987).



Figur 23. Plassering av strandsonestasjoner i Skogsfjordsystemet september 1995. Fylte sirkler indikerer stasjoner undersøkt ved fridykking (semi-kvantitative undersøkelser), mens åpne sirkler er stasjoner hvor det er gjort enkle befaringer.

4.1.3 Tallbehandling

De semi-kvantitative undersøkelsene danner basis for måling av ulike samfunnsparametre, som diversitet, dominans, fordeling mellom ulike algegrupper etc. Ved tallbehandling av de semikvantitative undersøkelsene ble alle mengdeangivelsene erstattet med tall: enkeltfunn = 2, spredt = 4, vanlig = 8 og dominerende = 16.

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:

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

Dominansindeks (I).

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

Forholdet mellom antall rød-, brun og grønnalger

På bakgrunn av flere undersøkelser fra norske fjorder og den svenske vestkyst, er det utarbeidet en fordelingsnøkkel for forholdet mellom antall rødalger (R), brunalger (B) og grønnalger (G) i uforurensede fjorder og kyststrøk. "Normalintervallene" er satt til R:B:G = 45%±10% : 35%±10% : 15%±5%. Forholdet mellom de tre algeklassene endres med miljøforholdene (Bokn 1978).

4.2 Resultater**4.2.1 Dagens tilstand vurdert fra semikvantitative undersøkelser****Artssammensetning, artsantall og artsmangfold**

Det ble registrert tilsammen 26 arter i Skogsfjorden og 10 arter i Bongstøvann og Rona i de semikvantitative undersøkelsene. De vanligste artene er vist i tabell 10 og antall arter, diversitet og dominans er vist i figur 24 og figur 25. Fullstendige artslistene og utfyllende stasjonsbeskrivelser er gitt i vedlegg C.

Skogsfjorden

I sonen over høyvannsmærket vokste marebek, et svart belegg bestående av lav og blågrønnalger (*Verrucaria maura/Calothrix scopulorum*). Sonen nedenfor marebekbeltet var vegetasjonsløs, og først ved 20-30 cm dyp ble det registrert fastsittende alger. Artsutvalget i Skogsfjorden var relativt sparsomt, og var preget av småvokste arter som brunli (*Ectocarpales* indet), polldokke (*Polysiphonia pulvinata*), rekeklo (*Ceramium* spp.), fjæreblood (*Hildenbrandia rubra*) og tarmgrønske (*Enteromorpha* spp.). Det var små forekomster av større tangarter. Av fjæredyr var blåskjell (*Mytilus edulis*), sekkedyr-kolonier på tang (*Botryllus schlosseri*) og korstroll (*Asterias rubens*) vanlige. På litt dypere vann vokste ålegras og havgras. Disse marine plantene var vanligst i østre del av fjorden.

På de fleste stasjonene i Skogsfjorden ble det registrert mellom 14 og 20 arter, men på den innerste stasjonen i vestre Skogsfjorden (S13) ble det kun registrert 10 arter. Det lave artsantallet på den innerste stasjonen er trolig en følge av ustabil substrat (sand/steinstrand). Stasjonen hadde også lav diversitet i forhold til de øvrige stasjonene.

Bongstøvann og Rona

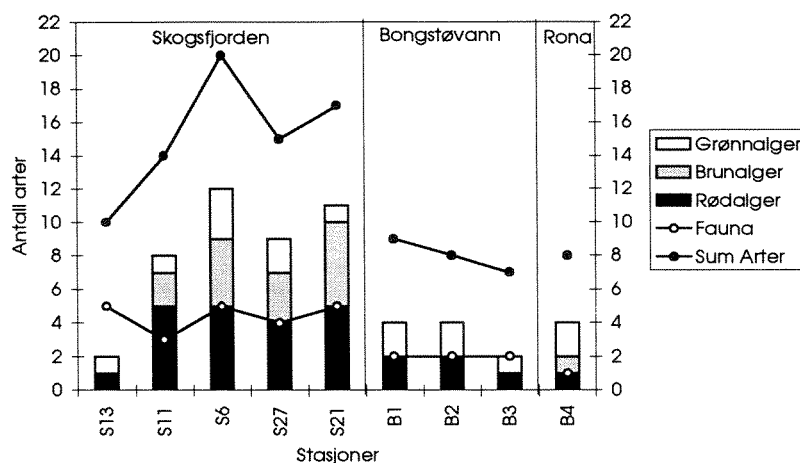
Bongstøvann og Rona hadde svært få fastsittende alger på grunt vann, og i likhet med Skogsfjorden var det et tydelig vegetasjonsløst belte fra 0 til 20-30 cm dyp. På alle stasjonene i Bongstøvann og Rona ble det registrert polldokke (*Polysiphonia pulvinata*), grønndusk (*Cladophora* sp.), havgras (*Ruppia* sp.) og blåskjell (*Mytilus edulis*). På tre av fire stasjoner ble det dessuten registrert tarmgrønske (*Enteromorpha* sp.), hjerteskjell (*Cerastoderma edule*) og *Spirulina*. I Rona ble 'sli' (*Ectocarpales*) registrert som den eneste brunalgen i dette fjordavsnittet.

Det ble registrert tilsammen 10 arter i Bongstøvann og Rona. Artsantallet på hver stasjon varierte mellom 8 og 9 arter. Det var få arter av både alger og dyr. Stasjonene hadde lavere diversitet og høyere dominans enn stasjonene i Skogsfjorden, som viser at vekstforholdene var dårligere i denne delen av fjorden.

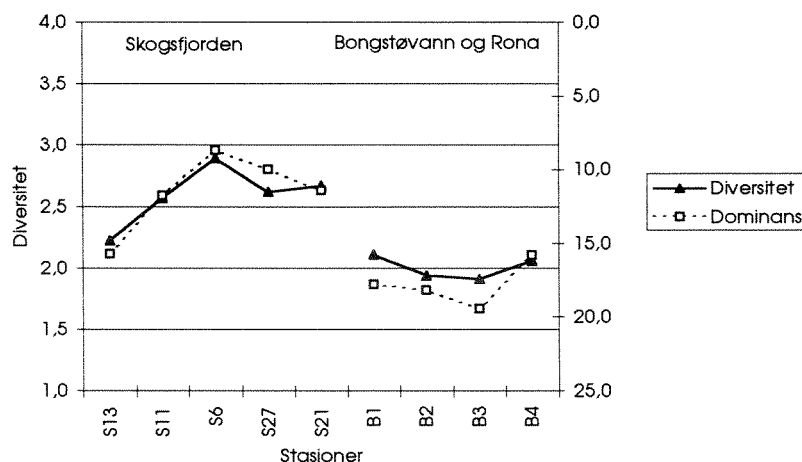
Tabell 10. Utvalg av arter som ble registrert i de semi-kvantitative strandsonundersøkelsene i Skogsfjorden, Bongstøvann og Rona i september 1995. Tegnforklaringer: d= dominerende, v= vanlig, s= spredt, e= enkeltfunn. Arter merket med * er identifisert i mikroskop.

		Skogsfjorden					Bongstøvann			
		S6	S11	S13	S21	S27	B1	B2	B3	B4
Substrat: F= fjell, S=sand/stein		F	F	S	F	S	F	F	F	F
Norske navn	Latinske navn									
Brunalger										
Blæretang	<i>Fucus vesiculosus</i>	s			v	v				
Grisetang	<i>Ascophyllum nodosum</i>				e					
Brunslie	<i>Ectocarpales indet.</i>	s	v		s	v				s
Bleiktuste	<i>Spermatochnus paradoxus</i>	*								
Rødalger										
Polldokke	<i>Polysiphonia pulvinata**</i>	d	d	d	s-v	v	v-d	s	v	s
Div. dokker	<i>Polysiphonia spp.</i>				*		*	*		
Vanlig rekeklo	<i>Ceramium rubrum</i>	v	s		s	s				
Tynn rekeklo	<i>Ceramium strictum</i>	s	s		s					
Pollris	<i>Gracilaria verrucosa</i>	s	s-v			e				
Flæreblood	<i>Hildenbrandia rubra</i>	v	s		v-d	s				
Grønnalger										
Tarmgrønske	<i>Enteromorpha spp.</i>	s	s	s	s	s	s	*		s
Vanlig grønndusk	<i>Cladophora rupestris</i>	s								
Grønndusk	<i>Cladophora spp.</i>	s				*	s	v	v-d	s
Høyere planter										
Skruehavgras	<i>Ruppia sp.</i>	s	s	s			d	s-v	s	v
Ålegras	<i>Zostera marina</i>	d	v	d						
Fauna										
Blåskjell	<i>Mytilus edulis</i>	s	s-v	s	v	s	v	s	s	v
Hjerteskjell	<i>Cerastoderma edule</i>						s-v	v	v	
Sekkedyr-kolonier	<i>Botryllus schlosseri</i>	v	s	s-v	v-d	s-v				
Orange sekkedyr	<i>Ascidacea indet</i>	v		s		s				
Strandkrabbe	<i>Carcinus maenas</i>	e		e	e					
Korstroll	<i>Asterias rubens</i>	s	s-v	s	v	s-v				
Annet										
Blågrønnbakterie	<i>Spirulina</i>					s	s		e-s	s
Marebek	<i>Verrucaria maura</i>	d	d	d	d	s	v	v	v	v

* = identifisert i mikroskop, **= *P. hemispherica*. Algetaxonomien følger South and Tittley 1986.



Figur 24. Antall arter i Skogsfjorden, Bongstøvann og Rona i september 1995. Sum arter omfatter både alger, fauna, høyere planter og blågrønnbakterier.



Figur 25. Diversitet og dominans utregnet for Bongstøvann og Skogsfjorden i september 1995. Bemerk at skalaene for dominans og diversitet går motsatt vei.

4.2.2 Endringer i strandsonen siden 1987

Sammenligninger mellom strandsonesamfunnet i 1987 og 1995 er gjort på basis av data fra 0-2 meter i 1987, og data fra både semi-kvantitative undersøkelser og befaringer i 1995.

Fullstendig artsliste for 1987 og 1995 er gitt i vedlegg C mens en sammenfatning av resultatene er gitt i tabell 11, tabell 12 og figur 26. Befaringene i 1995 viste samme mønster i artsutvalg som for de semi-kvantitative undersøkelsene med trådformete rødalger og enkelte grønnalger på de fleste stasjonene og få registrerte brunalger. Tilsammen ble det registrert 29 arter i Skogsfjorden i 1995, mot 18 arter i 1987. Resultatene kan tyde på at det var flere arter tilstede i 1995 enn i 1987, men det må tas forbehold om forskjeller i innsamlingsmetoder og årstider. I 1987 ble registreringene foretatt i mai, mens de i 1995 ble foretatt i september. På stasjon S5 Mones og S24 og S25 ved Smalsund var det ubetydeligforskjeller i artsantall mellom 1987 og 1995 (figur 26).

Ved å sammenligne bl.a. hvilke arter som er registrert, kan man få inntrykk om variasjonene i forekomst hos de enkelte artene f.eks. skyldes naturlige årsvariasjoner eller miljømessige endringer. De fleste artene som ble registrert i 1995 og ikke i 1987 er større, lett observerbare arter, men flere av artene var ettårige. Den tilsynelatende økte forekomsten av *Ulva*, *Giffordia* og *Ceramium* er mest sannsynlig en effekt av årstiden ettersom de har størst forekomst sommeren/tidlig høst (tabell 12).

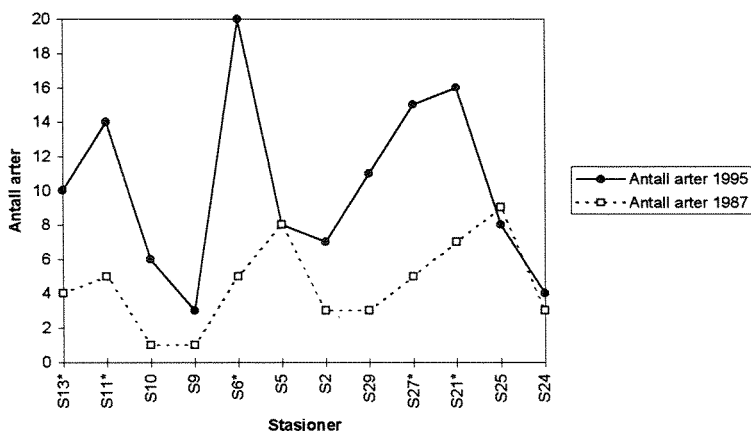
I vestre Skogsfjorden tyder resultatene på noe tettere vegetasjon i 1995 enn i 1987. I 1987 ble det registrert spredt med ålegras i tillegg til noe pollris, skruhavgras og grønndusk på fjell på stasjon S11. I 1995 var ålegras vanlig, og polldokke vokste i tette bestander. I tillegg var det flere arter som ikke ble registrert i 1987. Det kan tyde på at det har vært en økning i algeforekomsten på denne stasjonen.

Tabell 11. Antall arter registrert i Skogsfjorden i 1987 og 1995.

	1995	1987
Rødalger	7	4
Brunalger	6	2
Grønnalger	5	2
Fauna	7	7
Annet	4	3
Totalt antall arter	29	18

Tabell 12. Arter som ble registrert i 1995, men ikke i 1987. Antall stasjoner som arten ble registrert på i 1995 er gitt etter artsnavnet.

Art	Ant. stasj.	Art	Ant. stasj.
Grisetang (<i>Ascophyllum nodosum</i>)	1	Havsalat (<i>Ulva lactuca</i>)	3
Bruntufs (<i>Sphacelaria cirrosa</i>)	1	Bleiktuste (<i>Spermatocchnus paradoxus</i>)	1
Svartdokke (<i>Polysiphonia nigrescens</i>)	1	Rekeklo (<i>Ceramium rubrum</i>)	7
Havslie (<i>Giffordia</i> sp.)	3	Tynn rekeklo (<i>Ceramium strictum</i>)	7



Figur 26. Antall arter registrert på de forskjellige stasjonene Skogsfjorden i 1987 og i 1995. Stasjoner merket med * ble undersøkt med fridykking i 1995. De resterende stasjonene samt alle stasjonene i 1987 ble undersøkt med enkle befaringer.

4.3 Vurderinger

Skogsfjorden, Bongstøvann og Rona var preget av trådformet alger (*Polysiphonia*, *Ceramium*, *Cladophora*, *Ectocarpales*), tarmgrønne (*Enteromorpha*), ålegras/havgras (*Zostera*, *Ruppia*), blåskjell (*Mytilus edulis*), sjøstjerner (*Asterias rubens*) og sekkedyr (*Botryllus*). Blæretang (*Fucus vesiculosus*) vokste kun på spredte steder i Skogsfjorden, og ble ikke registrert i Bongstøvann eller Rona.

Fjordsystemet hadde noe mindre tangforekomster enn det som er registrert i andre innelukkede fjorder, f.eks Isefjærfjorden i Lillesand (Rueness 1966, Jacobsen 1995), Grisefjorden i Flekkefjord (Jacobsen et al. 1996) og Sønedeledfjorden i Risør (Nilssen 1975). Det er ikke uvanlig å finne både blæretang, grisetang og sagtang i innelukkede fjorder, selv om forekomsten er mindre enn i ytre kyststrøk. Andre trekk i artssammensetningen, som relativ stor forekomst av trådformete rødalger og vegetasjonsløst belte i øvre del av littoralsonen, er typisk for indre fjorder.

De fleste marine algearter vokser ved saltholdigheter ned til 16‰ (Lüning 1990), men ved saltholdigheter under dette forsvinner mange arter. Saltholdigheten i Skogsfjorden var mellom 17 og 24‰ høsten 1995 (se kap. 2), mens Bongstøvann og Rona hadde saltholdigheter mellom 17 og 18‰. Det kan ikke utelukkes at saltholdigheten i fjordsystemet i perioder er lavere enn 16‰ og dermed bidrar til det lave artsantallet. Andre faktorer som liten vannbevegelse (bølger) og liten tidevannsforskjell virker også begrensende for strandsonesamfunnet.

Strandsamfunnet viste enkelte effekter av overkonsentrasjoner av næringssalter (bl.a. tilstedeværelsen av mange trådformete arter), men var ikke sterkt preget av overgjødslingen. Det ble bl.a. ikke registrert stor påvekst på tang i Skogsfjorden, og det var relativ stor forekomst av ålegras. Ved betydelig overgjødsling (eutrofiering) vil hurtigvoksende tråd- og tynne bladformete alger overskygge de mer langsomt-voksende tang og ålegras og redusere forekomsten av disse.

Artsutvalget i Bongstøvann var svært lavt, og er en effekt av lav saltholdighet og liten vannbevegelse. Det var ingen store forskjeller i artsutvalget mellom de ulike stasjonene i Bongstøvann.

Det ble registrert flere arter i september 1995 enn i mai 1987, som indikerer en økning i artsantall etter igangsetting av bobleanleggene. Flere av disse "nye" artene er imidlertid ettårige og har naturlige variasjoner i utbredelse fra år til år. I tillegg er det forventet å finne større forekomst av ettårige sommeralger på ettersommeren (som i 1995) enn på våren (som i 1987). Dette kan også bidra til de observerte forskjellene mellom 1987 og 1995, og viser at ikke alle endringer kan forklares med bobleanleggene alene. Samfunnsstrukturen i gruntvannssamfunnet er ikke endret fra 1987 til 1995 som tyder på at det ikke har vært større endringer i gruntvannssamfunnet.

5. Bløtbunn

5.1 Metoder

5.1.1 Stasjoner og innsamlingsmetodikk

Prøvetakingen omfattet i alt 9 stasjoner i Skogsfjorden, 3 stasjoner i Bongstøvann og 2 stasjoner i Rona (figur 27). På alle stasjonene ble det tatt prøver av bunnfauna med en håndoperert Ekmann-grabb (15x15 cm). På flere av stasjonene ble det også tatt prøver med en Ockelmann-slede (6 stasjoner i Skogsfjorden, 2 stasjoner i Bongstøvann, én stasjon i Rona). Stasjonsdyp og omfang av prøvetaking er angitt i tabell 13. Prøvetakingen ble utført 10. og 12. oktober 1995.

Ved prøvetaking med Ekmann-grabb ble fire grabbhugg slått sammen til én prøve. Dette tilsvarer ca. 0.1 m² overflateareal. Det ble brukt grabb med eller uten ekstra lodd avhengig av hvor løst bunnsedimentet var. Prøver som fyllte mindre enn ca. 1/4 av grabben ble forkastet. Ved bruk av Ockelmann-sleden ble denne trukket 100-150 m på hver lokalitet.

På noen av stasjonene ble det tatt et ekstra grabbhugg hvor en liten delprøve av overflatesedimentet ble tatt av til analyse av sedimentparametre (kornfordeling, organisk innhold).

5.1.2 Analysemetoder

Faunaprøvene ble i felt vasket på sikter med hullstørrelse på 5 og 1 mm. Materialet som ble holdt igjen på siktene ble konserverert med 4 % nøytralisert formaldehyd før videre opparbeidelse i laboratoriet.

I laboratoriet ble prøvene vasket og overført til 70 % etanol tilsatt fargestoffet Bengalrosa. Deretter ble alle dyr sortert ut under lupe, artsbestemt og talt. Alle prøvene tatt med grabb ble fullstendig opparbeidet, dvs. samtlige dyr ble sortert ut, artsbestemt og talt. Noen av sledetrekkele ble derimot ikke fullstendig opparbeidet. Under sorteringen ble det lagt vekt på å få med artsrikdommen i disse prøvene, men ikke samtlige individer. Disse prøvene, som tildels innholdt svært mange dyr, er derfor kun kvalitative og gir et bilde av hvilke arter som finnes på lokalitetene. Forekomsten av artene i disse prøvene ble registrert som "mange" (+++), "noen" (++) eller "få" (+).

Sedimentprøvene ble analysert for finpartikulært materiale (sedimentfraksjon < 63 µm), tørrstoff (TTS), totalt organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN). Sedimentfraksjonen < 63 µm ble bestemt ved våtsikting. TOC og TN ble analysert ved en elementanalysator etter at uorganiske karbonater var fjernet med saltsyre.

5.1.3 Tallbehandling

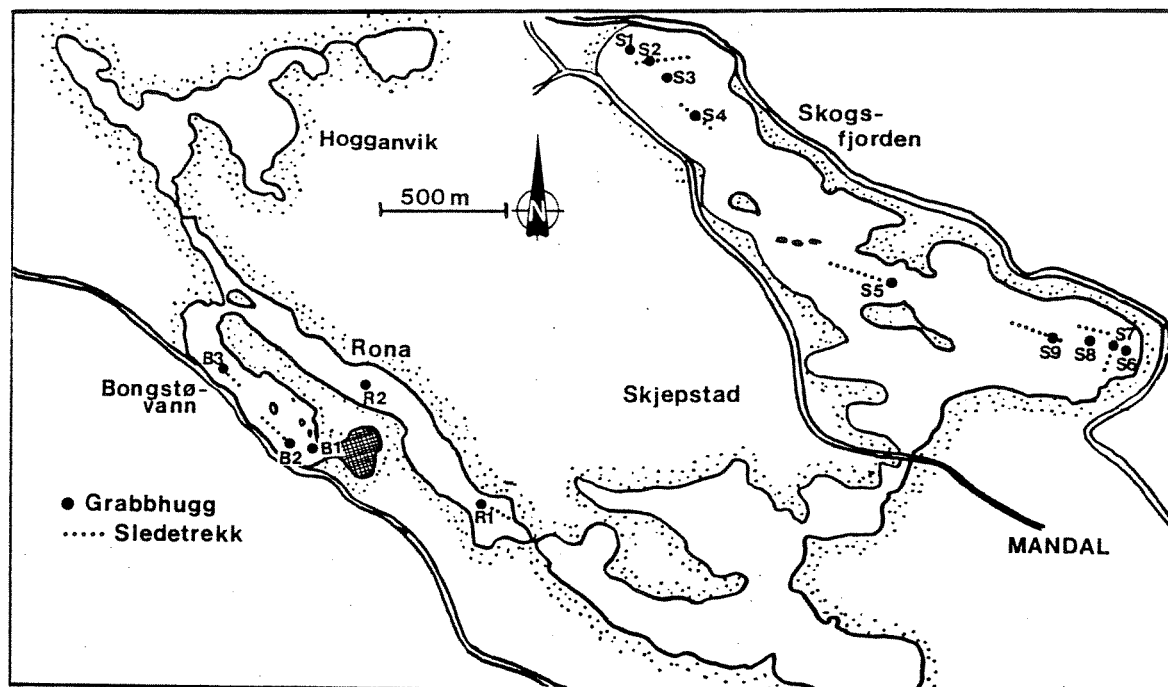
Miljøtilstanden på de ulike lokalitetene er vurdert på bakgrunn av den totale artssammensetningen i bunnsedimentet og tilstedeværelse av dominerende arter. Det er beregnet et mål for artsmangfold (diversitet) ved Shannon-Wieners indeks (H') (Shannon & Wiever 1963). Utfyllende beskrivelse av denne indeksen er gitt i vedlegg D.

Diversitetsindeksen (H') er brukt som parameter for å fastslå tilstandsklasse for fjordområdet etter mal fra SFT, "klassifisering av miljøkvalitet" (SFT-veiledning 93:01). Metoden er kun brukt i Skogsfjorden, ikke i Bongstøvann og Rona, da klassifiseringssystemet ikke omfatter utpregede brakkvannsområder. Det er

ikke gjort noe forsøk på bestemmelse av forurensningsgrad, da dette er avhengig av kjennskap til førtilstand.

Tabell 13.. *Prøvetaking i Skogsfjorden, Bongstøvann og Rona, Mandal kommune 1995*

Stasjon	Dyp m	Ekman-grabb	Ockelmann- slede	Sedimentprøve
<i>Vestre Skogsfjord</i>				
S1	5	x		
S2	10	x	x	x
S3	14	x		
S4	17.5	x	x	x
<i>Rygg mellom bassengene</i>				
S5	6.5	x	x (6-8 m)	
<i>Østre Skogsfjord</i>				
S6	5	x		
S7	10	x	x x (12-14 m)	x
S8	15	x		
S9	20	x	x	x
<i>Bongstøvann</i>				
B1	5	x		x
B2	10	x	x (9-11 m)	
B3	15-16	x	x (10-13 m)	x
<i>Rona</i>				
R1	5	x	x (5-7 m)	
R2	10-11	x		



Figur 27. Stasjonskart for prøvetaking av bløtbunn i Skogsfjorden, Bongstø vann og Rona, oktober 1995.

5.2 Resultater

5.2.1 Sedimenter

Tabell 14 viser visuelle observasjoner av bunnsedimentene under prøvetaking. På de fleste stasjonene var det svart mudder med rester av terrestrisk plantemateriale. På de grunne stasjonene var sedimentet noe lysere (brunt/grått) og inneholdt mere sand og algerester. Det fremgår av beskrivelsen at det luktet hydrogensulfid av sedimentet på samtlige stasjoner. Lukten var svak i området mellom østre og vestre Skogsfjord (B5 på 6.5 m dyp), på 5 m dyp i Rona (R1) og på 15-16 m dyp (B3) like ved bobleanlegget i Bongstø vann. Lukten var derimot sterk fra 10 m dyp i vestre Skogsfjord, fra 15 m dyp i østre Skogsfjord og på 10 m dyp i Rona.

Analysene av bunnsedimentet viste at det var et svært finkornet sediment (> 90 % silt og leir) med høyt vanninnhold på alle stasjonene (tabell 15). Det organiske innholdet var høyt med 10-14 % TOC (99-136 mg/g) på alle stasjonene. Verdiene tilsvarer tilstandsklasse IV-V "dårlig/meget dårlig" i SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet. Også nitrogenverdiene var høye. Forholdstallet mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet) var derimot som normalt for kystområder. C/N-verdier omkring 10 er vanlige i fjordsedimenter som mottar endel organiske tilførsler fra land. Dette forholdstallet blir høyere i områder som tilføres betydelige mengder plantemateriale fra land.

Observasjoner av grovmateriale i prøvene, som er gjort under sorteringen av bunndyrene, er gjengitt i vedlegg D.

Tabell 14.. *Visuell beskrivelse av bunnsedimentene i Skogsfjorden, Bongstøvann og Rona, Mandal kommune 1995.*

Stasjon	Dyp	Beskrivelse av bunnsediment
<i>Skogsfjorden</i>		
S1	5 m	Gråsvart mudder. Ingen synlig sjiktning. Moderat lukt av H ₂ S. Rester av plantemateriale: trefiber, småpinner, bladrester etc.
S2	10 m	Svart mudder. Moderat-sterk lukt av H ₂ S. Hvitt bakteriesjikt i overflaten. Rester av plantemateriale. Børstemark i sledetrek.
S3	14 m	Svart mudder. Moderat-sterk lukt av H ₂ S. Ingen sjiktning. Rester av plantemateriale.
S4	17.5 m	Gråsvart mudder. Sterk lukt av H ₂ S. Ingen sjiktning. Rester av plantemateriale. Børstemark i sledetrek.
S5	6.5 m	Brunt finkornet sediment. Ingen sjiktning. Svak lukt av H ₂ S. Børstemark, pigghuder, sekkedyr og mye små muslinger.
S6	5 m	Grått finkornet sediment. Rester av plantemateriale. Moderat lukt av H ₂ S. Børstemark.
S7	10 m	Brunsvart finkornet sediment. Moderat lukt av H ₂ S. Ingen sjiktning. Rørbyggende børstemark og små muslinger.
S8	15 m	Svart mudder. Moderat-sterk lukt av H ₂ S. Brunt og hvitt bakteriebelegg i overflaten.
S9	20 m	Svart mudder. Tynt hvitt bakteriesjikt i overflaten. Moderat-sterk lukt av H ₂ S. Børstemark.
<i>Bongstøvann</i>		
B1	5 m	Gråsvart finkornet sediment med brunt overflatelag. Svak-moderat lukt av H ₂ S. Muslinger og rørbyggende organismer.
B2	10 m	Svart og grått mudder. Moderat-sterk lukt av H ₂ S. Rustrødt overflatelag i en av grabbprøvene.
B3	15-16 m	Meget finkornet gråsvart sediment med brunt overflatelag. Svak lukt av H ₂ S
<i>Rona</i>		
R1	5 m	Brunt finkornet sediment iblandet skjellsand. En del algerester i noen grabbhugg. Meget svak lukt av H ₂ S. Muslinger og børstemark
R2	10-11 m	Svart mudder. Ingen sjiktning. Sterk lukt av H ₂ S

Tabell 15. Bunnsedimenter i Skogsfjorden og Bongstøvann, Mandal kommune 1995. TTS = totalt tørrstoff, < 63 µm = prosentandel finmateriale (silt og leire), TOC = totalt organisk karbon, TN = totalt nitrogen, C/N = forholdstall mellom karbon og nitrogen.

Lokalitet	St.	Dyp m	TTS g/kg	< 63 µm %	TOC mg/g	TN mg/g	C/N
Vestre Skogsfjord	S2	10	57.7	98.0	105	11.0	9.5
	S4	17	58.8	99.6	99	11.0	9.0
Østre Skogsfjord	S7	10	116.0	92.3	115	10.7	10.7
	S9	20	77.3	98.5	101	11.8	8.6
Bongstøvann	B1	5	68.5	97.1	124	13.9	8.9
	B3	15	85.0	97.4	136	13.5	10.1

5.2.2 Artstall, artsmangfold og dominerende arter

Det ble totalt funnet 59 arter/artsgrupper (taxa) i bunnprøvene fra Skogsfjorden og 25 arter i bunnprøvene fra Rona og Bongstøvann. Sammenfattende data for artstall, individtall og artsmangfold er vist i tabell 16, mens de viktigste artene er vist i tabell 17 og tabell 18. Fullstendige artslistene er gitt i vedlegg D.

Skogsfjorden

I vestre Skogsfjord var det etablert et relativt artsrikt samfunn på 5 m dyp. Faunaen var dominert av mobile karnivore arter (rovdyr) som lever oppå sedimentoverflaten, og arter som lever i øvre sedimentlag og ernærer seg av organisk materiale i sedimentet. Dette er en karakteristisk faunasammensetning i ustabile områder preget av tidvis oksygenmangel. De mobile artene kan raskt komme til og etablere seg i områder hvor det har vært høy dødelighet. De mere stedbundne artene (*Capitella*, *Polydora*, *Mediomastus* m.fl.) er karakterisert som opportunistiske, dvs. de har kort livssyklus og etablerer seg raskt i nye tilgjengelige omgivelser (Pearson & Rosenberg 1978).

Det var tydelig forskjell i fauna på 5 og 10 m dyp i Vestre Skogsfjord. I grabb-prøvene ble det funnet 22 arter på 5 m dyp mot 2 arter på 10 m. I sledetrekket på 10 m dyp ble det funnet et høyt antall av flerbørstemarken *Ophiodromus flexuosus*. Dette er en mobil art som lever på sedimentoverflaten og den kan forekomme i høyt antall i overgangsområdet mellom oksygenholdig og råttent bunnvann. Dette er da gjerne den siste arten som dominerer før sedimentet er helt uten dyreliv.

På den dypeste stasjonen (17,5 m) i vestre Skogsfjord ble det ikke funnet dyreliv i grabbprøvene i det hele tatt. I sledetrekket ble det derimot registrert 11 arter. Dette viser at det i hvert fall flekkvis kan være tilfredsstillende forhold selv i dette dypeste området.

Generelt var dyrelivet i bunnsedimentet under 5 m dyp i vestre Skogsfjord preget av dårlig miljø med arter tolerante for lavt oksygeninnhold. Ved inndeling i tilstandsklasse ble stasjonene på 10 m og 14 m dyp (S2 og S3) klassifisert som henholdsvis "dårlig" og "nokså dårlig" (tabell 16). Diversitetsindeksen er

imidlertid beregnet på grunnlag av bare noen ganske få arter og individer, så det er små marginer (tilfeldigheter) som avgjør om området faller inn under IV "dårlig" eller III "nokså dårlig" tilstandsklasse.

På stasjon S5 som ligger på 6,5 m dyp på ryggen mellom østre og vestre Skogsfjord var faunaen igjen mere artsrik. Det ble her funnet 29 arter i grabbprøvene og 38 arter i sledetrekket i samme område. Faunaen var dominert av den opportunistiske flerbørstemarken *Capitella capitata* og juvenile former av muslingen *Corbula gibba*. Dominans av disse artene tyder på noe "stressede" forhold for bunnfaunaen. *Capitella capitata* kan reprodusere hele året og har kort livssyklus (ned til 30 dager). Den er ofte den første arten som dominerer i områder hvor faunaen tidvis er utsatt for ugunstige forhold som f. eks. oksygenmangel. Også mange av de andre artene på denne stasjonen er typiske for områder preget av forurensning eller andre forstyrrende og ugunstige forhold (Pearson & Rosenberg 1978). I motsetning til stasjon S1 inneholdt faunaen imidlertid også en del mere ømfintlige arter (Rygg 1986) som f. eks. flerbørstemarkene *Ampharete finmarchica* og *Ampharete baltica*.

På grunn av dominans av enkelte arter er den beregnede verdien for artsmangfold på stasjon S5 noe nedsatt (3,18). Verdien er likevel akkurat høy nok til at området hører inn under tilstandsklasse I "god". Juvenile individer, som fantes i stort antall for *Corbula gibba*, er ikke tatt med i beregningen av indeksverdien.

I østre Skogsfjord ble det registrert en forholdsvis mere artsrik fauna enn i vestre Skogsfjord. Dette gjelder på alle dyp, men det er mest påfallende at det ble registrert flere arter i dyp under 10 m. På 5 m dyp (S6) var det en artsrik fauna (totalt 32 arter), og videre henholdsvis 17 og 13 arter på 10 og 15 m dyp. Mellom 15 og 20 m synes det å være et skille fra noenlunde normal fauna til tydelig redusert faunasammensetning. På stasjon S9 på 20 m dyp ble det kun registrert 5 arter i grabbprøvene.

Ved inndeling i tilstandsklasser kunne forholdene ved stasjon S6 og S7 (5 og 10 m dyp) karakteriseres som "god", tilstanden var "dårlig" på S8 (15 m dyp) og "nokså dårlig" på stasjon S9 (20 m dyp). Årsaken til den lave beregnede verdien for artsmangfold på stasjon S8 og dermed "dårlig" tilstand, var dominans av muslingen *Mysella bidentata*. Dette er en ganske liten art som av og til opptrer i store mengder. Dersom denne utelukkes fra beregningene hører stasjon S8 til i tilstandsklasse II "mindre god".

Bongstøvann og Rona

I Bongstøvann og Rona var faunaen totalt sett mye mer artsfattig. Dette kan i stor grad tilskrives naturgitte forhold som lav saltholdighet, som i seg selv er en begrensning for mange arters utbredelse.

På 5 m dyp i Bongstøvann ble det registrert totalt 9 arter, mens det på 10 m dyp kun ble registrert 4 arter, og 6 arter på 15-16 m dyp (grabbprøver) (tabell 16). Prøvene fra sledetrekken var noe mer artsrike. På trekket fra 9-11 m dyp ble det registrert 11 arter, mens det i prøvene fra 10-13 m dyp ble registrert 13 arter. Det kan synes som om bobleanlegget i hvert fall lokalt har en positiv effekt på bunnforholdene. Grabbprøvene på 15-16 m dyp (B3) ble tatt nær opp til bobleanlegget. Faunaen her viste seg å være mere artsrik enn ved 10 m dyp (B2). Faunaen i Bongstøvann besto av hardføre flerbørstemark, krepsdyr, muslinger og snegler som er vanlige i brakkvannsområder. Det ble også funnet en god del fjærmygglarver (*Chironomidae*).

I Rona ble det ikke funnet noe dyreliv på 10 m dyp (R2). Her luktet det også meget sterkt hydrogensulfid av sedimentet, og det ble målt hydrogensulfid i vannmassene. På 5 m dyp nær utløpet til Bankefjorden ble det imidlertid registrert 19 arter og totalt 604 individer i grabbprøvene. Også sledetrekket på 5-7 m dyp inneholdt mange arter med spesielt høy tetthet av små individer av hjertemusling (*Cerastoderma edule/lamarcki*).

Tabell 16. Data for bunnfaunaprøvene i Skogsfjorden, Bongstøvann og Rona, Mandal kommune 1995: artsantall, individtall og beregnet verdi for artsmangfold (Shannon-Wiener diversitet H'). Verdier vist i parentes er resultater fra sledetrek. Tilstandsklasse i henhold til SFTs kriterier for vurdering av miljøkvalitet er også vist: I 'god', II 'mindre god', III 'nokså dårlig', IV 'dårlig'.

Stasjon	Dyp m	Artstall	Individtall (0.1 m ²)	Diversitet H'	Tilstands-klasse
<i>Skogsfjorden</i>					
S1	5	22	232	3.51	I
S2	10	2 (2)	2	1.00	IV
S3	14	3	3	1.58	III
S4	17.5	0 (16)	0	-	
S5	6.5	29 (38)	648	3.18	I
S6	5	32	547	3.70	I
S7	10	17 (19)	140	3.21	I
S8	15	13 (25)	243	1.20	IV
S9	20	5 (19)	25	1.68	III
<i>Bongstøvann</i>					
B1	5	9	162	2.32	
B2	10	4 (11)	11	1.49	
B3	15-16	6 (13)	41	2.36	
<i>Rona</i>					
R1	5	19 (19)	604	3.04	
R2	10-11	0	0	-	

Tabell 17. Individtettheter (ind/0,1 m²) for de viktigste artene i bunnfaunaprøvene fra Skogsfjorden, Mandal kommune 1995. Alle arter med mer enn 5 individer i prøvene er vist. I noen av bunnsledeprøvene er individmengdene angitt ved: +++ = mange, ++ = noen og + = få.

STASJON	S1	S2	S2	S3	S4	S4	S5	S5	S6	S7	S7	S8	S8	S9	S9
Prøvetakingsredskap	Ek. Ekm.	Ek. Ekm.	Ock. Ekm.	Ek. Ekm.	Ek. Ekm.	Ock. Ekm.	Ek. Ekm.	Ock. Ekm.	Ek. Ekm.	Ek. Ekm.	Ock. Ekm.	Ek. Ekm.	Ock. Ekm.	Ek. Ekm.	Ock. Ekm.
Dyp, m	5	10	10	14	17,5	17,5	6,5	6-8	5	10	10	15	12-14	20	20
POLYCHAETA															
Pholoe inornata	48	-	-	-	-	-	78	+++	98	15	11	-	++	-	8
Eteone longa	13	-	-	-	-	-	1	++	10	-	1	-	++	-	-
Neiremyra punctata	40	1	-	-	-	7	5	+++	12	-	-	-	+	-	8
Ophiodromus flexuosus	-	-	34	-	-	49	1	+++	1	3	20	2	+++	12	382
Syllidia armata	29	-	-	-	-	1	21	++	-	4	13	-	-	-	-
Microphthalmus scselkowii	1	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Platynereis dumerilii	-	-	-	-	-	-	8	+++	5	-	-	-	-	-	1
Polydora ciliata	6	-	-	-	-	10	-	++	9	-	-	1	+	-	-
Pseudopolydora pulchra	22	1	-	-	-	-	38	+++	9	10	2	4	++	-	-
Spio filicornis	8	-	-	-	-	-	15	+++	5	22	40	3	+++	-	-
Capitella capitata	3	-	-	1	-	27	189	+++	30	28	62	15	+++	-	2
Mediomastus fragilis	22	-	-	-	-	-	20	++	26	22	3	4	++	-	-
OLIGOCHATA															
Pelescolex benedeni	1	-	-	-	-	-	3	-	107	-	-	-	-	-	-
PLATYHELMINTHES															
Turbellaria sp.	5	-	-	-	-	-	1	-	5	-	-	-	-	-	-
CRUSTACEA															
Erichthonius difformis	-	-	-	-	-	-	-	+	17	-	-	-	-	-	-
Microdeutopus sp.	9	-	-	-	-	-	13	++	50	1	8	-	++	1	7
Corophium bonnelli	14	-	-	-	-	2	7	+++	85	-	19	-	++	-	19
BIVALVIA															
Musculus marmoratus	-	-	-	-	-	-	3	++	4	-	-	-	-	-	31
Mysella bidentata	4	-	-	-	-	2	176	++	20	24	12	200	+++	11	94
Cerastoderma edule/ lamarcki	1	-	1	-	-	1	ljuv	++	1	-	-	-	-	-	-
Macoma balthica	-	-	-	-	-	-	18	++	24	1	-	1	++	-	-
Corbula gibba	1	-	-	-	-	2	13	+++	5	-	5	6	+++	-	3
C. gibba, juvenile	3	-	-	-	-	16	548	-	196	720	27	136	-	12	62
OPISTHOBANCHIA															
Nudibranchia sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
CHORDATA															
Ascidiacea sp.	-	-	-	-	-	-	12	+++	2	-	-	-	-	-	2

Juvenile arter er ikke tatt med ved beregning av diversitet

Tabell 18. Individtettheter (ind/0,1 m²) for de viktigste artene i bunnfaunaprøvene fra Bongstøvann og Rona, Mandal kommune 1995. Alle arter med mer enn 5 individer i prøvene er vist. I bunnsledeprøve fra stasjon R1 er individmengdene angitt ved: +++ = mange, ++ = noen og + = få.

STASJON	B1	B2	B2	B3	B3	R1	R1	R2
Prøvetakingsredskap	Ek. m.	Ek. m.	Ock.	Ek. m.	Ock.	Ek. m.	Ock.	Ek. m.
Dyp	5 m	10 m	9-11m	15-16m	10-13m	5m	5-7m	10-11m
POLYCHAETA								
Harmothoe impar	-	-	4	-	3	9	++	-
Nereis diversicolor	1	-	-	-	-	8	++	-
Platynereis dumerilii	3	-	8	-	3	88	+++	-
Polydora ciliata	11	-	28	4	36	12	++	-
Capitella capitata	-	-	-	-	-	13	++	-
PLATYHELMINTHES								
Turbellaria sp.	2	-	-	-	-	5	++	-
CRUSTACEA								
Mysidae sp.	-	-	9	-	13	-	+	-
Amphipoda								
Gammarus sp.	-	-	-	-	-	66	+++	-
Microdeutopus sp.	9	7	13	4		38	+++	-
Corophium bonnelli	-	-	-	-	-	4	+++	-
BIVALVIA								
Mytilus edulis	10	-	30	-	35	159	+++	-
Cerastoderma edule/lamarcki	62	1	14	12	102	113	+++	-
Corbula gibba	-	-	3juv	.2	1juv	6		-
PROSOBRANCHIA								
Hydrobia sp.	13	-	60	10	48	1	+	-
INSECTA								
Chironomidae sp.	51	2	8	9	71	70	++	-
INSECTA								
Chironomidae sp.	51	2	8	9	71	70	++	-

Juvenile arter er ikke tatt med ved beregning av diversitet

5.2.3 Aldersbestemmelse av muslinger

De fleste artene som ble funnet i undersøkelsen er kortlevde og vil kunne etablere seg forholdsvis raskt etter perioder med oksygensvikt. I et forsøk på å fastslå om også flerårige arter har kunnet etablere seg i dypområdene etter at bobleanleggene ble satt i drift, ble et utvalg muslinger forsøkt aldersbestemt. Mange muslinger avsetter vekstsoner i skallene som gjør det mulig å beskrive en veksthistorie.

I Bongstøvann og Rona var det moderat store individer av blåskjell og hjertemusling (*Cerastoderma edule/lamarcki*) i prøvene. Av disse ble det undersøkt et utvalg av hjertemuslinger fra 13 m i Bongstøvann (B3). Fra Skogsfjorden ble det undersøkt individer av *Corbula gibba* (kurvskjell), *Mysella bidentata*, *Musculus marmoratus* og *Hiatella* fra de dypere områdene (stasjon S2, S4, S9). Det viste seg at ingen av disse hadde ytre skallsoner som det kunne relateres noe til. Alle individene er sannsynligvis for unge. Det er mulig at en mikroskopisk undersøkelse av vekstsoner i skallverrsnitt kunne gitt noe mer informasjon, men dette innebærer et større arbeid enn omfanget av denne vurderingen. Det vil også være nødvendig å gjennomføre noen bakgrunnsstudier av de enkelte artenes vekst.

De undersøkte hjertemuslingene fra Bongstøvann hadde totale lengder varierende fra 11 til 22 mm. Basert på sammenlignende materiale (Richardson et al. 1980, Lønne & Gray 1988) antyder dette at muslingene var enten 1.5 eller 2.5 år gamle. Hjertemuslingen har normalt nedsatt vekst i perioden november til januar, men lengden av perioden vil avhenge av lokale forhold (næringstilgang, temperatur, oksygen etc). Perioder med nedsatt vekst vil markere seg i form av konsentriske ringer på skallets utside. De minste skjellene fra Bongstøvann (< 17 mm lengde) hadde en synlig sone nær umbo. Dette antyder at disse muslingene var fra 1994. De større muslingene (> 17 mm) hadde to soner og var derfor høyst sannsynlig fra 1993. Data er gitt i vedlegg D.

De største skjellene hadde et klart vekstavbrudd i form av en tydelig ring som høyst sannsynlig er lagt ned vinteren 1994/95. Avbruddet er meget markert, men det kan ikke avgjøres om dette er mer enn naturlig vekstavbrudd i vinterperioden.

Det ble ikke funnet muslinger eldre enn årgang 1993. Det kan antyde at forholdene forut for 1993 har vært for dårlige for at muslingene har kunnet etablere seg, eller at tidligere rekrutteringer har dødd ut. I en naturlig bestand av hjertemuslinger bør en forvente å finne individer med lengde opp til ca. 40 mm.

5.3 Vurderinger

Generelt var dyrelivet på bunnen av Skogsfjorden typisk for norske terskelfjorder. Faunaen i bunn sedimentet bestod hovedsakelig av mobile arter som lever på sedimentoverflaten, og opportunistiske arter som lever i de øvre lag av sedimentet. Dette er en faunasammensetning som er preget av nyetablering, og som er typisk for områder der det ikke er jevnt gode oksygenforhold. Prøvene viser at det ikke har kunnet etablere seg en flerårig fauna i de dypere områdene av fjorden. Det var likevel bare i de dypeste områdene i vestre Skogsfjord at bunnprøvene var uten dyreliv, og på det dypeste området i østre Skogsfjord at det kun var de aller mest hardføre artene som fantes. I området mellom østre og vestre Skogsfjord (S5) ble det funnet en artsrik fauna, men sammensetningen tyder på at bunndyrsamfunnet ikke var stabilt, men preget av nyetablering med dominans av opportunistiske og juvenile arter.

Det ble stort sett funnet flere dyr i sledetrekke enn i grabbprøvene. Sledetrekke samler inn fauna over et større område, og får i større grad med seg dyrene som lever oppå sedimentoverflaten. Artsrikdommen som ble registrert ved de to innsamlingsmetodene stemte likevel noenlunde godt overens. Unntaket er det dypeste området i vestre Skogsfjord hvor det ikke ble funnet dyr i grabbprøvene mens sledetrekke

inneholdt totalt 16 arter. Dette indikerer at faunaen var ujevnt fordelt langs bunnen, trolig var det stedvis akseptable forhold og stedvis død bunn i det dypeste området.

Ved oksygenmålingene som ble foretatt i august til november 1995, ble det i østre Skogsfjord (stasjon D1) registrert såvidt lave oksygenverdier at dette kan være kritisk for bunnfaunaen. Det ble her målt 1.45 mg O₂/l på 18 m dyp. Generelt kan man forvente at de mest følsomme artene forsvinner allerede ved < 4 mg O₂/l, mens artstallet går betydelig ned ved < 2 mg O₂/l (Pearson & Rosenberg 1978). I vestre Skogsfjord var det tilfredstillende oksygenforhold helt ned til 15 m. Når det ble funnet en mer artsrik bunnfauna i østre Skogsfjord, skyldes dette mest sannsynlig at faunaen var sterkere relatert til periodene med driftsstans i bobleanleggene enn til oksygeninnholdet i vannmassene når anleggene var i drift. I østre Skogsfjord er det mulig at faunaen kan ha klart seg gjennom perioden med driftsstans vinteren 1995, selv om det ikke er funnet sikre tegn på dette. I vestre Skogsfjord er det klart at faunaen representerte rekrutteringen i den perioden anlegget hadde vært i drift siden februar 1995.

Det er ikke tidligere gjort noen tilsvarende bunndyrundersøkelse i Skogsfjordområdet. Det er derfor vanskelig å trekke noen konklusjoner med hensyn til en mulig utvikling i de siste årene. Oksygenmålinger i tidsrommet 1982-1989 viste imidlertid at det frem til sommeren 1987 i alt vesentlig var hydrogensulfid i vannmassene dypere enn 10 m i østre Skogsfjord (figur 5). Mest trolig har det etter 1987 vært perioder med nyrekruttering i de dypere områdene når bobleanleggene har vært i drift, men uten at dette har ført til noen større forandringer i faunaen og permanent etablering av flerårige arter.

Forholdene i Bongstøvann og Rona er noe mer spesielle siden disse områdene har lav saltholdighet. Artssammensetningen en kan forvente å finne her, er derfor en annen enn i Skogsfjordområdet. Det var bare på den dypeste stasjonen (R2, 10 m dyp) i Rona at prøvene var totalt uten dyreliv. Her luktet det meget sterkt hydrogensulfid av sedimentet, og det ble også målt hydrogensulfid i vannmassene. På 5-7 m dyp i Rona ble det funnet mye dyr, men det er vanskelig å si om det er jevnt gode miljøforhold, siden et slikt brakkvannsområde generelt er preget av hardføre arter.

Analysene av bunnsedimentene bekrefter at det ikke var så gode forhold i fjordene. Både i Skogsfjorden og Bongstøvann var bunnsedimentet svært løst (90-95 % vann) og hadde høyt organisk innhold (10-14 % organisk karbon). Dette er verdier på nivå med Framvaren ved Farsund, som er permanent anoksisk (Skei 1986). Og verdiene for organisk karbon er f.eks. høyere enn i dypområder med råttent bunnvann i Topdalsfjorden (Næs 1985) og i Eikelandsfjorden i Arendal (Jacobsen et al. 1996b). Dette kan tyde på at bobleanleggene har hatt liten innvirkning på sedimentene, og bunnforholdene ikke har endret seg mye siden fjordene var anoksiske. Sannsynligvis er det fortsatt høy oksyngjeld i sedimentene.

Forholdene i bunnsedimentene gjenspeiles i artssammensetningen med arter som enten lever oppå sedimentoverflaten, eller i de helt øverste lag av sedimentet. Det ble ikke registrert noen dypere gravende arter, eller arter som kan ha stor innvirkning på omrøring i sedimentet (bioturbasjon). Dette er typisk for bunnområder hvor det er utviklet hydrogensulfid i bunnsedimentet, men hvor vannmassene er oksygenerte. Det er en forutsetning for å opprettholde friske bunnsedimenter at det finnes gravende organismer tilstede.

6. Undersøkelse av fiskeforekomstene i Skogsfjorden

6.1 Innledning

Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen (HFF) har lang erfaring med undersøkelser av fiskeforekomster i strandsonen på Skagerrakkysten. Blant annet er det foretatt undersøkelser med strandnot på ca. 120 faste stasjoner hvert år siden 1919 (Johannessen og Sollie 1994). Undersøkelsene på Skagerrakkysten blir utført i områder med vidt forskjellig topografisk karakter, fra innelukkede fjordområder til åpen skjærgård, og med ulik forurensningsgrad. Forurensede områder som Grenlandsfjordene er representert, likesom fjorder som ikke har direkte forurensningstilførsler. På bakgrunn av denne erfaringen er det mulig å gi en beskrivelse av miljøforholdene på nye lokaliteter som f.eks. Skogsfjorden, basert på relativt få nottrekk.

6.2 Materiale og metoder

Undersøkelse av fiskeforekomstene i Skogsfjorden ble gjennomført på 6 relativt jevnt fordelte stasjoner rundt fjorden (figur 28). Undersøkelsen ble utført med strandnottrekk, den 19. oktober 1995.

Nota som ble benyttet i strandnottrekkene var 40 m lang, 3,7 m dyp og hadde en maskevidde på 10 mm (120 omfar). I hver ende av nota var det festet 30 m lange geiner (tau). Ved utsetting av nota ble det benyttet 20 m geiner, bortsett fra stasjonen innerst i østre Skogsfjorden hvor det ble benyttet geiner på 10 m. Med unntak av maskevidden, har nota samme konstruksjon og dimensjon som nota som benyttes ved HF Flødevigens årlige strandnotundersøkelser på Skagerrakkysten (her benyttes 15 mm maskevidde).

Fangstene av fisk og evertebrater (virvelløse dyr) ble telt og veid; fisk ble i tillegg lengdemålt. Noen få evertebrater ble registrert semikvantitativt med kodene 1 = ett individ, 2 = få individer, 3 = noen, 4 = mange, 5 = svært mange. For torskefisk (torske, lyr, hvitting og sei) er det i tillegg skilt mellom yngel (< 1 år) og eldre fisk (> 1 år).

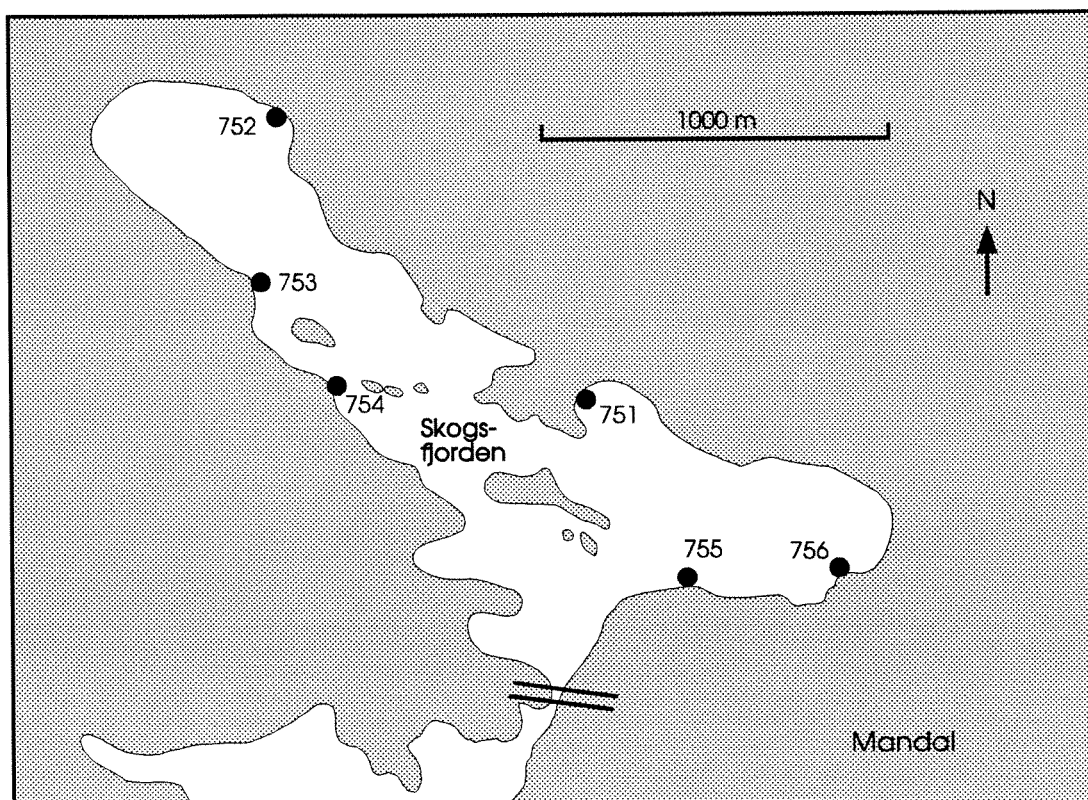
Det ble gjort observasjoner av hovedtype og dekningsgrad av bunnflora vha. av vannkikkert.

Dekningsgraden ble registrert i henhold til følgende gradering:

- 1 - bar bunn
- 2 - få planter (ca. 1-10 % av bunnen dekket)
- 3 - noen planter (ca 10-40% dekning)
- 4 - mange planter (ca. 40-90% dekning)
- 5 - full dekning (90-100%).

Hvor godt bunnflora og dekningsgrad kan beskrives er avhengig av siktforholdene og dyp. Med de siktforhold som rådet under denne undersøkelsen er vegetasjonforholdene på stasjon 753, 755 og 756 noe usikre, mens forholdene var tilfredsstillende for registrering på stasjon 751, 752 og 754.

Fisk over en viss størrelse fanges tilnærmet like effektivt i den finmasket nota benyttet i Skogsfjorden, som i den mer grovmaskete nota som benyttes i de årlige strandnotundersøkelsene langs kysten. Det er derfor foretatt en sammenligning av fangstene mellom Skogsfjorden og de øvrige stasjonene fra Søgne tom. Kragerøfjordene i 1995. Flødevigens erfaring med finmasket not er av forholdsvis ny dato. Det foreligger imidlertid fangster på 17 strandnotstasjoner i Risørfjordene i oktober 1993 som også gir et grunnlag for sammenligning med fangstene i Skogsfjorden.



Figur 28. Posisjoner for strandnottrekk i Skogsfjorden ved Mandal høsten 1995.

6.3 Resultater

Observasjoner av bunnvegetasjon og bunnsubstrat, samt fangst på de enkelte stasjonene er gjengitt i tabell 19.

Bunnvegetasjon

På stasjonene 751, 752 og 754 var det mye ålegras (over 40% dekningsgrad). Stasjoner med mye ålegras er erfaringsmessig både artsrike og gir store fangster. Observasjonmulighetene var mer begrenset på de andre stasjonene pga. begrenset sikt, men det er allikevel mulig å fastslå at det var markert mindre vegetasjon på disse stasjonene. På stasjon 756 bestod vegetasjonen både av ålegras og skruhavgras.

Fangst av fisk

Totalfangsten av fisk på den enkelte stasjonen varierte mellom 415 og 6217 individer, vekta av fangstene varierte mellom 1124 og 8285 g, mens antall arter av fisk varierte mellom 7 og 14. Stasjonene med høyest dekningsgrad av ålegras (st. 751, 752 og 754) ga de største fangstene; spesielt var det mye trepigget stingsild på disse stasjonene. Blant evertebratene dominerte vanlig strandreke.

Sammenligning med Risørfjordene i 1993

I tabell 20 er det gitt en oversikt over gjennomsnittsfangstene i Skogsfjorden i oktober 1995 og i Risørfjordene i oktober 1993 (not med 10 mm maskevidde). I Risørfjordene er gjennomsnittsfangstene beregnet på grunnlag av 17 strandnottrekk, fra indre fjordområder til eksponerte skjærgårdslokaliteter.

Denne sammenligning er først og fremst relevant for totalfangst og fangst av de minste artene som slipper ut av den mer grovmaskete nota som benyttes ved Flødevigens årlige undersøkelser. I Skogsfjorden ble det i gjennomsnitt fanget 2701 individer pr. trekk med en vekt på 3882,5 g. Av disse var 2235 trepigget stingsild, noe som tilsvarer 82,7% av gjennomsnittlig individantall. Til tross for sin beskjedne størrelse (gjennomsnittsvekt på 0,7 g) var trepigget stingsild også den dominerende art mht. vekt, i det arten utgjorde 40 % av gjennomsnittsfangsten. Av andre arter som opptrådte i forholdsvis høye antall var bergkutling, svartkutling, tangkutling og nålefisken tangsnelle. Svartkutling, som er den markert største (9,3 g) av disse artene, utgjorde 34% av fangstvekta, mens de andre bidro lite vektmessig. For øvrig bidro skrubbe med 13,2% av vekta og sjøaure med 4,7% av vekta.

Fangstene i Risørområdet i oktober 1993 var vidt forskjellig fra Skogsfjorden. I Risørfjordene var individantall over dobbelt så høgt som i Skogsfjorden, mens gjennomsnittsvekta kun var 20% høyere. Totalt ble det fanget 33 arter av fisk i Risørfjordene og et gjennomsnitt på 13,2 arter pr. trekk, mens de tilsvarende tall for Skogsfjorden var 17 arter og 10,0 arter pr. trekk. I Risørfjordene dominerte tangkutling både antallsmessig (68,7%) og vektmessig (40,7%). For øvrig var det forholdsvis høye antall av bergkutling, sandkutling, glasskutling og hvitting. Av størst vekstmessig betydning var tangkutling, sandkutling, hvitting, bergkutling, skrubbe og torsk. Trepigget stingsild som dominerte fangstene i Skogsfjorden opptrådte i beskjedne mengder i Risørfjordene.

Sammenligning med den årlige strandnotundersøkelsen

Erfaringsmessig kan fiskefaunaen i strandsonen variere betydelig fra år til år. Det beste grunnlaget får å vurdere fiskefauna i et nytt område er derfor å sammenligne fangstene med andre lokaliteter samme år og på samme tid av året. En slik sammenligning er gitt i tabell 21. Siden nota som ble benyttet i den årlige strandnotundersøkelsen var mer grovmasket (15 mm), er kun arter som fanges tilnærmet like effektivt i begge nøter tatt med i oversikten. Fangstene av sand- og svartkutling i Skogsfjorden bestod nesten utelukkende av så store individer at de også ville blitt fanget i den mer grovmaskete strandnota. I den årlige strandnotundersøkelsen kan det tenkes å ha vært innslag av mindre individer av sand- og svartkutling (0-gruppe) som den mer grovmaskete nota ikke fanger, slik at denne sammenligningen kun er relevant for svartkutlinger større enn 5 cm og sandkutlinger større enn 6 cm.

Som det framgår av tabellen var det totale individantallet (summen) ca. 10 ganger høyere i Skogsfjorden enn på øvrige stasjoner langs Sørlandskysten. Denne sammenligningen er imidlertid lite relevant siden de arter som dominerer antallsmessig på stasjoner utenfor Skogsfjorden, slik som tangkutling, bergkutling, glasskutling og yngel av sandkutling, slipper ut gjennom maskene i den mer grovmaskete nota. Tabell 21 gir derfor et bedre sammenligningsgrunnlag med hensyn til vekt i fangstene. I den årlige strandnotundersøkelsen var forekomstene av trepigget stingsild kun 0,5% av forekomstene i den foreliggende undersøkelsen i Skogsfjorden. Selv om forekomstene av tangsnelle kan være noe underestimert langs kysten, er det sannsynlig at forekomstene også av denne arten var betydelig større i Skogsfjorden enn på de øvrige lokalitetene. Svartkutling er den eneste arten som opptrådte forholdsvis tallrik både i Skogsfjorden og de øvrige stasjonene, men fangstene i Skogsfjorden var omkring dobbelt så høye. En markert forskjell mellom områdene er at det var betydelig større innslag av torskefisk (torsk, lyr, hvitting og sei) på stasjonene utenfor Skogsfjorden. Videre ble det kun fanget én leppefisk (en grønngylt) i Skogsfjorden, mens leppefisk er vanlig forekommende på resten av kysten med bergnebb og grønngylt) som de mest tallrike artene. Til tross for at individantallet var ca. 10 ganger høyere i Skogsfjorden enn på øvrige stasjoner, var gjennomsnittsvekta lavere, noe som viser at små fiskeslag dominerer i strandsonen i Skogsfjorden.

En forskjell som det er grunn til å framheve, er det store innslaget av sjøaure i Skogsfjorden. Selv om fangstene av sjøaure langs resten av kysten var forholdsvis beskjedne, har nivået på 1990-tallet, inkludert 1995, vært opp mot det høyeste som er blitt målt siden standnotundersøkelsene ble satt i gang i 1919

(Johannessen og Sollie 1994). Til tross for at 6 standnottrekk er lite til å vurdere bestandsstørrelsen av sjøaure, gir de forholdsvis høye gjennomsnittsfangstene sammenholdt med at sjøaure var til stede i 4 av 6 trekk, klare indikasjoner på at det er gode forekomster av sjøaure i Skogsfjorden.

6.4 Vurderinger

Artssammensetningen i strandnotfangstene i Skogsfjorden skilte seg markert fra det som er registrert i den årlige strandnotundersøkelsen langs kysten. Den mest markerte forskjellen bestod i at fiskefaunaen i Skogsfjorden nesten fullstendig var dominert av små fiskeslag, og da spesielt av trepigget stingsild og svartkutling. Yngel av torskfisk som kunne gitt opphav til innslag av større fisk i framtida, forekom i meget beskjedne mengder. Også artsrikheten var lavere i Skogsfjorden enn på de øvrige lokalitetene langs Sørlandskysten.

På den annen side var gjennomsnittsvekta av fangstene i Skogsfjorden omtrent som på øvrige lokaliteter. Det ser derfor ut til å være tilnærmet like gode produksjonsforhold for fisk i Skogsfjorden som på resten av Sørlandskysten. I områder med betydelig forurensningsbelastning, slik som i Grenlandsfjordene, er det påvist reduksjoner på 80-95% i forekomstene av yngel av torskefisk (Johannessen og Sollie 1994). Disse områdene har imidlertid også betydelig lavere forekomster av de fleste andre fiskeslag som lever i strandsona. Fiskeforekomstene i Skogsfjorden skiller seg således markert fra de forurensete områdene på Skagerrakkysten.

Kort oppsummert tyder strandnotundersøkelsen på at produksjonsforholdene for fisk i strandsona i Skogsfjorden er gode. Forskjellen i artssammensetning mellom Skogsfjorden og andre lokaliteter på Sørlandskysten kan ha sammenheng med at det er grunt i Skogsfjorden og at den sirkulasjonsmessige kontakten med kystvann er meget begrenset, noe som reduserer inndrift av fiskeegg og fiskelarver til området.

Tabell 19. Fangst av fisk og evertebrater på enkelstasjoner i Skogsfjorden.

	Stasjon					
	751	752	753	754	755	756
Sikt	Moderat	God	Moderat	God	Moderat	Moderat
Maks. dyp (m)	4	4	9	5	7	7
Bunnflora	Ålegras	Ålegras	Ålegras	Ålegras	Ålegras	Ålegras
Dekningsgrad, bunnflora	4	5	3	4	2	3
Fisk						
Torskeyngel	2			5		6
Eldre torsk						1
Sei yngel						1
Sjøaure	2	6	3		2	
Taggmakrell		3				
Skrubbe		1	1	1	3	4
Grønngylt						1
Svartkutling	139	234	42	343	24	71
Sandkutling			1			10
Tangkutling	20	42	18	116	74	122
Bergkutling	6	207	297	480	98	44
Leirkutling	3	1			2	2
Glasskutling				5	109	5
Trepigget stingsild	4666	2917	226	5205	77	321
Tangstikling	2				3	3
Tangsnelle	67	39	13	59	14	35
Stor kantnål						2
Liten havnål	1					1
Evertebrater						
Strandkrabbe			1			
Strandreke *	191	197	129	626	50	178
Stankelbeinskr. *	Noen			Noen		
Hestereke	1		2		2	
Kråkeboller ***			1			
Fangst (antall fisk)	4908	3450	598	6217	415	620
Fangst (gram fisk)	4936	5142	1124	8285	1345	2464
Antall arter (kun fisk)	10	9	7	9	11	14

* Fangstene av strandreke er underestimert pga. innslag av små reker som vanskelige lot seg sortere og telle.

**Fangstene av stankelbeinskrabbe ble anslått som en, få, noen, mange og svært mange

***Kråkebollen som ble fanget tilhørte arten *Psammechinus miliaris*

Tabell 20. Sammenligning av gjennomsnittsfangst i Skogsfjorden i oktober 1995 og i Risør fjordene i oktober 1993. I begge områder ble det benyttet strandnot med 10 mm maskevidde.

Art	Fangst (antall)		Andel (% av antall)		Andel (% av vekt)	
	Skogsfj.	Risør	Skogsfj.	Risør	Skogsfj.	Risør
Torsk	2,3	4,5	0,1	0,1	1,5	4,0
Hvitting		28,2		0,5		10,4
Lyr		1,3		<0,10		1,7
Sei	0,2	0,8	<0,10	<0,10	0,4	2,3
Sypike		0,2		<0,10		0,0
Sjøaure	2,2	0,1	0,1	<0,10	4,7	0,5
Taggmakrell	0,5	0,7	0,0	<0,10	<0,10	0,4
Skrubbe	1,7	1,2	0,1	<0,10	13,2	6,1
Lomre		0,1		<0,10		0,8
Bergnebb		8,8		0,2		1,0
Berggylt		0,2		<0,10		0,9
Grønngylt	0,2	1,7	<0,10	<0,10	<0,10	0,1
Grasgylt		0,6		<0,10		<0,10
Fløyfisk		0,1		<0,10		0,1
Svartkutling	142,2	17,9	5,3	0,3	34,0	3,1
Sandkutling	1,8	520,6	0,1	9,4	0,1	15,9
Bergkutling	188,7	893,6	7,0	16,2	3,5	7,7
Leirkutling	1,3	2,9	<0,10	0,1	<0,10	<0,10
Tangkutling	65,3	3788,3	2,4	68,7	0,9	40,7
Glasskutling	19,8	212,8	0,7	3,9	0,1	0,8
Krystallkutling		0,1		<0,10		-
Stingsild	2235,3	11,9	82,7	0,2	40,2	0,3
Tangstikling	1,3	12,6	0,0	0,2	0,2	0,8
Tangsnelle	37,8	4,4	1,4	0,1	1,1	0,3
Liten kantanål		0,1		<0,10		0,0
Stor kantanål	0,3	1,5	<0,10	<0,10	<0,10	0,1
Liten havnål	0,3	0,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Stor havnål		0,1		<0,10		<0,10
Vanlig ulke		0,5		<0,10		0,9
Dvergulke		0,6		<0,10		0,4
Tangsprell		0,2		<0,10		0,0
Knurr		0,2		<0,10		0,8
Rognkjeks		0,3		<0,10		<0,10
Sum (antall)	2701,3	5517,1	100,0	100,0	100,0	100,0
Vekt (g)	3882,5	4649,0	100,0	100,0		
Ant. arter	17	33				
Ant. arter/trekk	10,0	13,2				

Tabell 21. Sammenligning av gjennomsnittsfangst i Skogsfjorden i oktober 1995 og andre lokaliteter på Sørlandskysten (Søgne tom. Kragerøfjordene) i slutten av september 1995. Sammenligningen omfatter bare arter som fanges tilnærmet like effektivt i not med 10 og 15 mm maskevidde. Vekta av fisk på Sørlandskysten er beregnet på grunnlag av upubliserte lengde-vekt relasjoner.

Art	Fangst (antall)		Fangst (gram)	
	Skogsfj.	Sørlandet	Skogsfj.	Sørlandet
Torskeyngel	2,0	14,5	26	101
Eldre torsk	0,2	1,7	34	493
Hvittingyngel		40,1		632
Lryngel		0,2		3
Eldre lyr		1,8		889
Seiyngel	0,2	3,7	16	145
Sjøaure	2,2	0,7	182	150
Taggmakrell	0,5	1,3	2	11
Skrubbe	1,7	1,2	511	235
Bergnebb		15,3		210
Berggylt		0,6		165
Grønngylt	0,2	4,8	0,4	25
Svartkutling *	142,2	68,2	1321	568
Sandkutling *	1,8	8,6	4	23
Trepigget stingsild	2235,3	11,7	1562	8
Tangstikling	1,3	0,8	7	3
Tangsnelle *	37,8	1,3	42	5
Andre arter	0,7	1,7	-	-
Sild **		7,6		58
Brisling **		51,7		293
Sum	2426,2	237,4	3706	4017

* Forekomstene på Sørlandskysten kan være noe underestimert pga. stor maskevidde.

** Sild og brisling kan opptre i store stimer slik at estimatene av forekomstene er usikre.

7. Referanser

- Bokn, T. 1978. Klasser av fastsittende alger brukt som indikatorer på eutrofiering i estuarine og marine vannmasser. NIVA Årbok 1978: 53-59.
- Braarud, T., & H. Rossavik. 1951. Observations on the marine dinoflagellate *Prorocentrum micans* in culture. Avhandlingar utgitt av det Norske Videnskaps-Akademi Oslo. Matematisk naturvitenskapelig klasse, 1:3-18.
- Cannon, J.A. 1990. Development and dispersal of red tides in the Port River, South Australia. Pp. 110-115 in Granéli, E., B. Sundström, L. Edler and D.M. Anderson (eds): Toxic marine phytoplankton. 4. International Conference on Toxic Marine Phytoplankton, Lund (Sweden), 26-30 Jun 1989.
- Grøner Anlegg Miljø 1993. Notat. Analyseresultater, vannprøver Paradisbukta. 16.12.93.
- Jacobsen, T. 1995. Undersøkelse av organismesamfunnet i strandsonen i Isefjærfjorden i mai og september 1995. Niva-rapport 3345-95. 28s.
- Jacobsen, T., L. Golmen, K. Nygaard, F. Moy 1996a. Resipientundersøkelse i fjordene ved Flekkefjord 1994 - 1995. Hydrografi, strandsonundersøkelse, krom i blåskjell. NIVA-rapport 3456-96. 66s.
- Jacobsen, T., Oug, E. & Magnusson, J. 1996b. Vannkvalitet i kystområdene i Arendal kommune 1992-1994. NIVA rapport nr. 3378. 100 s.
- Johannessen, T. og Aa. Sollie 1994. Overvåking av gruntvannsfauna på Skagerrakkysten - historiske forandringer i fiskefauna 1919-1993 og ettervirkninger av den giftige algeoppblomstringen i mai 1988. Fisken og Havet, nr. 10-1994: 1-91
- Johansen, S.S. 1968. Reipientundersøkelse for Mandal 1966/67. Skogsfjorden - Sponga - Bankefjorden - Mandalselva. NIVA-rapport 0217. O-78/65. 86s. Oslo.
- Lüning, K. 1990 (eds. C. Yarish, H. Kirkman). Seaweeds. Their Environment, Biogeography and Ecophysiology. John Wiley & Sons, Inc. ISBN 0-471-62434-9. 527pp.
- Lønne, O.J. & Gray, J.S. 1988. Influence of tides on microgrowth bands in *Cerastoderma edule* from Norway. Mar. Ecol. Prog. Ser. 42: 1-7.
- Molvær, J. 1982. Vannforekomster i Vest-Agder. Vurdering og kommentarer til fysisk-kjemiske analyseresultater fra fjorder i tidsrommet 1978-81. NIVA-rapport 2769. 73s. Oslo.
- Molvær, J. 1990. Resipientundersøkelse i Mandalselva og Mannefjorden 1990. NIVA-rapport 2511. 18s.
- Molvær, J. 1992. Fjorder i Vest-Agder. Vurdering og kommentarer til fysisk-kjemiske analyseresultater for tidsrommet 1979-89. NIVA rapport nr. 2769. 73 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.

Næs, K. 1985. Basisundersøkelse i Kristiansandsfjorden. Delrapport II. Metaller i vannmassene, metaller og organiske miljøgifter i sedimentene, 1983. Statlig prog. forurensningsovervåk., rapport 193/85. SFT/NIVA. 62 s.

Oug, E.; Molvær, J.; Hindar, Atle; Green, N. 1990. Resipientundersøkelse i fjordområdet ved Mandal. NIVA-rapport nr 2398. 86s.

Pearson, T. H. & Rosenberg R., 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 16:29-311.

Richardson, C.A., Crisp, D.J., Runham, N.W., Gruffydd, Ll.D. 1980. The use of tidal growth bands in the shell of *Cerastoderma edule* to measure seasonal growth rates under cool temperate and sub-arctic conditions. *J. mar. Biol. Ass. U.K.* 60: 977-989.

Rueness, J. 1966. Algevegetasjonen i Høvåg, Aust-Agder. Hovedfagsarbeid i marinbotanikk. Univ. i Oslo.

Rygg, B. 1986. Bløtbunnfauna som indikatorsystem på miljøkvalitet i fjorder. En forurensningsindeks basert på artssammensetning. NIVA-rapport F 501, OF-80612. Oslo. 20 s.

SFT 1993a (B. Rygg og I. Thélin). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Generell del. SFT-Veiledning nr. 93:01. SFT Oslo. 21 s.

SFT 1993b (B. Rygg og I. Thélin). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. SFT-Veiledning nr. 93:02. SFT Oslo. 20 s.

SFT 1994 (J. Sørensen og K. Baalsrud). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Egnethet for ulike brukerinteresser. SFT-Veiledning nr. 94:01. SFT Oslo. 23 s.

Shannon, C. E. & Weaver, W. 1963. *The mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana.

Shaw, K.M., Lambshead, P.J.D., Platt, H.M., 1983. Detection of pollution-induced disturbance in marine benthic assemblages with special reference to nematodes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 11, 195-202.

Skei, J. 1986. The biogeochemistry of Framvaren, a permanent anoxic fjord near Farsund, south Norway. Datareport 1931-1985. NIVA rapport F-80400. 271 s.

South, G.R. and I. Tittley 1986. A checklist and distribution index of the benthic marine algae of the North Atlantic Ocean. *British Museum Natural History*. ISBN 0-565-010085. 76 pp.

Stene, R.O. 1989. Fjorder med oksygenproblemer. Skal vi gi dem kunstig åndedrett? Fylkesmannen i Vest-Agder, Miljøvernavdelingen. Rapoprtnr. 8/1989. 44s.

Åsen, P.A. 1987. Rapport fra marinbiologisk (botanisk) befaring i Skogsfjorden Mandal 13.05.87. Rapport til Miljøvernavdelingen, Fylkesmannen i Vest-Agder.

Vedlegg A. Hydrografi

Vedlegg A1. Hydrografi-data

SKOGSFJORDEN SØ

Skogsfjorden SØ		D1	Dato: 09.08.95		Siktedyp: 5,2 m					
Dyp meter	Saltholdighet psu	Temperatur °C	O2 mlO2/l	H2S ml/l	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l	Klfa µg/l
0	24,3	19,4			20	7	208	2	126	1,1
1	24,35	19,82								
2	24,37	19,79								
3	24,379	19,77								
4	24,394	19,72	6,461		21	6	235	2	119	1,1
5	24,664	19,42								
6	25,066	19,22								
7	25,215	19,12								
8	25,262	19,02								
9	25,331	18,89								
10	25,4	18,61	5,572		27	7	224	2	117	2,8
12	25,413	18,19								
14	25,601	17,7								
15			4,48							
16	25,636	17,44								
18			3,087							

Skogsfjorden SØ		D1	Dato: 14.09.95		Siktedyp: 4,9 m					
Dyp meter	Saltholdighet psu	Temperatur °C	O2 mlO2/l	H2S ml/l	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l	Klfa µg/l
0		15,33			32	10	256	2	126	7,4
1	23,431	16,47								
2	23,554	16,58								
3	23,694	16,68								
4	23,783	16,83	5,46		35	12	252	2	118	6,7
5	24,024	16,9								
6	24,275	17,01								
8	24,939	17,42								
10	25,451	17,76	3,15		44	30	200	2	139	1,6
12	25,736	18,06								
14	25,972	18,26								
15			2,156							
16	26,103	18,27								
18			1,015							

Skogsfjorden SØ		D1	Dato: 13.10.95		Siktedyp: 5,2 m					
Dyp meter	Saltholdighet psu	Temperatur grader C	O2 mlO2/l	H2S ml/l	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l	Klfa µg/l
0		12,16			8	3	608	344	170	0,7
2	19,334	12,9								
4	21,441	13,39	7,602		21	4	365	73	243	5,2
6	23,237	13,54								
8	24,43	13,4								
10	24,785	13,41	3,948		27	19	203	30	370	1
12	25,017	13,4								
14	25,191	13,34								
15			4,025							
16	25,382	13,22								
18			3,528							

Skogsfjorden SØ		D1	Dato:22.11.95		Siktedyp: 8,8 m					
Dyp meter	Saltholdighet psu	Temperatur °C	O2 mlO2/l	H2S ml/l	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l	Klfa µg/l
0		5,27			23	14	325	143	142	2,9
2	24,134	9,05								
4	24,143	9,16	4,991		21	14	308	130	155	1,9
6	25,09	8,76								
8	25,571	8,75								
10	25,919	8,73	4,97		22	14	300	113	155	1,2
12	26,224	8,81								
14	26,223	8,82								
15			4,921							
16	26,386	8,69								
18			4,69							

SKOGSFJORDEN NV

Skogsfjorden NV		D1*	Dato:09.08.95		Siktedyp: 3,4 m					
Dyp meter	Saltholdighet psu	Temperatur °C	O2 mlO2/l	H2S ml/l	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l	Klfa µg/l
0					39	7	282	2	108	7,7
2			6,93							
4			6,608							
10			5,124							
15			4,83							

Skogsfjorden NV		D1*	Dato:14.09.95		Siktedyp: 5,2 m					
Dyp meter	Saltholdighet psu	Temperatur °C	O2 mlO2/l	H2S ml/l	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l	Klfa µg/l
0		16,97			28	6	258	7	113	5,6
1	21,075	16,52								
2	21,618	16,41	6,132							
3	22,244	16,43								
4	23,215	16,71	5,068							
5	23,695	16,97								
6	23,866	17,15								
8	24,089	17,31								
10	24,18	17,32	4,333							
12	24,34	17,35								
14	24,42	17,38								
15			3,878							

Skogsfjorden NV		D1*	Dato:13.10.95		Siktedyp: 6,4 m					
Dyp meter	Saltholdighet psu	Temperatur °C	O2 mlO2/l	H2S ml/l	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l	Klfa µg/l
0					13	12	520	294	108	1,5
2	19,004	13,52	4,858							
4	21,65	13,73	4,214							
6	22,438	14,09								
8	22,65	14,13								
10	22,847	14,02	3,682							
12	23,153	13,8								
14	23,505	13,73								
15			3,696							

Skogsfjorden NV		D1*	Dato:22.11.95		Siktedyp: 8,7 m					
Dyp meter	Saltholdighet psu	Temperatur °C	O2 mlO2/l	H2S ml/l	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l	Klfa µg/l
0		6,21			17	9	353	173	152	1,7
2	16,456	8,79	5,663							
4	19,796	8,33	4,55							
6	21,206	12,78								
8	21,53	14,05								
10	22,817	13,87	4,55							
12	24,215	13,73								
14	24,338	13,57								
15			4,662							

BONGSTØVANN

Bongstøvann		D3	Dato:09.08.95		Siktedyp: 3,7 m					
Dyp meter	Saltholdighet psu	Temperatur °C	O2 mlO2/l	H2S ml/l	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l	Klfa µg/l
0	18,3	22,4			14	5	231	2	83	1
1	18,373	22,32								
2	18,32	22,06	6,944							
3	18,512	22,08								
4	18,732	22,38	7,175		17	6	247	2	85	2,2
5	18,755	22,51								
6	18,817	22,49								
7	18,855	22,49								
8	18,933	22,5								
9	19,065	22,53								
10	19,206	22,58	7,203		15	6	239	2	80	1
12	19,327	22,62								
14			7,245							

Bongstøvann		D3	Dato:14.09.95		Siktedyp: 6,9 m					
Dyp meter	Saltholdighet psu	Temperatur °C	O2 mlO2/l	H2S ml/l	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l	Klfa µg/l
0		14,87			12	4	300	25	94	1,5
1	17,734	16,03								
2	19,202	16,64	5,46							
3	19,173	17,39								
4	19,306	17,68	5,173		11	4	504	13	107	1,5
5	19,367	17,83								
6	19,388	17,91								
8	19,402	17,97								
10	19,415	17,99	4,781		11	5	248	13	110	0,6
12	19,45	18,01								
14			4,599							

Bongstøvann		D3	Dato:13.10.95		Siktedyp: 6,6 m					
Dyp meter	Saltholdighet psu	Temperatur °C	O2 mlO2/l	H2S ml/l	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l	Klfa µg/l
0		12,64			7	2	465	156	219	1,5
2	16,878	14,05	4,837							
4	17,85	14,66	5,656		7	3	322	69	213	1,6
6	18,251	14,88								
8	18,402	14,97								
10	18,542	15,03	4,263		7	3	286	43	277	0,7
12	18,6	15,07								
14			3,99							

RONA

Rona Dyp meter	Saltholdighet psu	D4 Temperatur °C	Dato:09.08.95		Siktedyp: 4,2 m					
			O2 mlO2/l	H2S ml/l	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l	Klfa µg/l
0	17,65	21,7			12	5	220	2	64	0,5
1	17,674	21,59								
2	19,222	21,42	6,692							
3	20,161	22,15								
4	20,169	22,15	6,405		16	6	243	2	80	1,5
5	20,278	21,25								
6	20,122	20,69								
7	19,923	19,5								
8	20,331	17,52								
9	21,414	16,06								
10	23,552	14,59		0,21	67	12	733	2	707	54
12	24,326	13,6								
14	24,513	13,4								
15				18,9						

Rona Dyp meter	Saltholdighet psu	D4 Temperatur °C	Dato:14.09.95		Siktedyp: 6 m					
			O2 mlO2/l	H2S ml/l	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l	Klfa µg/l
0		14,9			11	4	288	18	81	2
1	17,867	16,03								
2	18,829	16,37	5,852							
3	19,181	16,95								
4	19,97	17,53	5,334		12	4	232	2	84	1,4
5	20,635	18,19								
6	21,214	18,8								
8	21,187	18,21								
10	23,041	15,61		1,47	69	8	820	2	828	26,7
12	24,068	14,08								
14	24,427	13,46								
15				20,1						

Rona Dyp meter	Saltholdighet psu	D4 Temperatur °C	Dato:13.10.95		Siktedyp: 6,1 m					
			O2 mlO2/l	H2S ml/l	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l	Klfa µg/l
0		12,42			7	3	381	126	179	1,3
2	16,731	13,64	5,138							
4	20,091	14,53	5,047		8	4	266	10	256	3,2
6	20,945	14,68								
8	21,266	14,19								
10	22,633	13,81		0,91	32	8	492	2	880	24,6
12	24,282	13,92								
14	24,408	13,52								
15				20,2						

Rona Dyp meter	Saltholdighet psu	D4 Temperatur °C	Dato:22.11.95		Siktedyp: 6 m					
			O2 mlO2/l	H2S ml/l	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l	Klfa µg/l
0		7,67			8	3	440	167	155	1,1
2	22,79	6,39	5,152							
4	24,564	9,01	3,899		12	4	329	77	113	2,2
6	24,635	9,7								
8	24,92	9,54								
10	24,992	9,18		4,97	8	3	411	157	157	11,7
12	25,212	9,16								
14	25,313	9,1								
15				27,7						

RONEKILEN

Ronekilen		D5								
Dyp m	Dato	O2 mlO2/l	H2S ml/l	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l	Klfa µg/l	
0,5	950809			18	7	197	2	96	1	
0,5	950914			12	4	214	23	78	1,5	
0,5	951013			8	3	353	109	194	1	
0,5	951122			12	4	353	157	142	1,1	

Vedlegg B. Planteplankton

Vedlegg B1. Liste over identifiserte og kvantifiserte planteplankton fra Skogsfjorden august - november 1995. Antall celler pr. liter.

Dato Dyp	19.08.95			14.09.95			13.10.95			22.11.95		
	0-5 m	10 m	10 m	0-5 m	10 m	10 m	0-5 m	10 m	10 m	0-5 m	10 m	10 m
Stasjon	D1*	D1	D1	D1*	D1	D1	D1*	D1	D1	D1*	D1	D1
CRYPTOPHYCEAE												
cf. <i>Hemiselmis</i> sp.							906.000					
<i>Leucocryptos marina</i>	180.000					61.000		38.000	41.000	7.000		
<i>Plagioselmis</i> sp.	960.000											
cf. <i>Teleaulax acuta</i>		75.000		114.000			75.000	38.000		76.000	114.000	38.000
Ubestemt cryptophyce		675.000	302.000		114.000	76.000	604.000	228.000	38.000			76.000
DINOPHYCEAE												
<i>Amphidinium crassum</i>						7.000						
<i>Ceratium furca</i>	8.000	720	4.880	4.320	4.020	360	1.240	3.100	280	2.520		600
<i>C. fusus</i>	3.000	240	800	360	2.580		80	1.540	40			40
<i>C. horridum</i>			80									
<i>C. lineatum</i>			400	120	820	80	40	720	80	160	160	80
<i>C. tripos</i>	520	120	2.880	160	2.160	70	40	720	120	80	560	200
<i>Cladopyxis claytonii</i>	7.000											
<i>Dinophysis acuminata</i>	120	120	720	480			80	240	40			
<i>D. norvegica</i>	40		320			40						
<i>Gonyaulax cf. polyedra</i>	8.000	560	2.800	7.400	24.340	280	200	200	200	40		
<i>Gymnodinium elongatum</i>	34.000		14.000			14.000		7.000				
<i>Gyrodinium aureolum</i>	20.000		160		7.000			7.000				
<i>Katodinium glaucum</i>								14.000				
<i>Prorocentrum micans</i>	3.700	1.000	2.320	13.240	4.920	400	13.600	17.240	240	2.280	5.080	1.840
<i>P. cf. scutellum</i>	105.640	3.000	26.160	22.800	44.960	4.960	5.200	28.020	3.280	1.160	720	320
<i>Protoperidinium bipes</i>	7.000											
<i>P. cf. steinii</i>	7.000								7.000			
<i>P. spp.</i>	160	1.000	720	80		200	80	240	120			
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	5.240	6.800										
Ubest. athecate dinoflagellater	54.000	225.000		38.000	114.000	38.000	300.000	273.000	38.000		20.000	38.000
Ubest. thecate dinoflagellater	10.000					7.000						
PRYMNESIOPHYCEAE												
<i>Chrysochromulina</i> spp.	75.000											
cf. <i>Emilinia huxleyi</i>	1.425.000	450.000	151.000					453.000			75.000	
Ubestemt coccolithophoride	75.000											
CHRYSOPHYCEAE												
<i>Dictyocha speculum</i>			7.000		14.000							
BACILLARIOPHYCEAE												
<i>Cerataulina pelagica</i>				38.000	76.000	7.000		7.000		7.000		
<i>Chaetoceros affinis</i>					143.000							
<i>C. calcitrans</i>		75.000										
<i>C. constrictus</i>						34.000						
<i>C. spp.</i>				380.000	456.000	34.000	75.000					

Vedlegg B1 forts.

Dato Dyp	19.08.95			14.09.95			13.10.95			22.11.95		
	0-5 m		10 m	0-5 m		10 m	0-5 m		10 m	0-5 m		10 m
Stasjon	D1*	D1	D1	D1*	D1	D1	D1*	D1	D1	D1*	D1	D1
<i>Cylindrotheca closterium</i>	14.000		102.000					7.000		14.000	27.000	6.800
<i>Leptocylindrus danicus</i>	41.000		20.000			14.000						
<i>Pseudonitzschia pungens</i>											27.000	
<i>Rhizolenia fragilissima</i>									7.000		7.000	
<i>Skeletonema costatum</i>		450.000	231.000	48.000	266.000		170.000	61.000	231.000	14.000	177.000	150.000
Ubest. sentrisk diatome										7.000	34.000	
PRASINOPHYCEAE												
<i>Pyramimonas spp.</i>		600.000										
UKLASSIFISERTE ALGER												
Ubestemte flagellater/monader	8,16 mill.	4,5 mill.	3,02 mill.	1,96 mill.	2,72 mill.	1,35 mill.	2,72 mill.	3,02 mill.	0,9 mill.	1,66 mill	1,58 mill	0,61 mill

Vedlegg C. ALGER OG DYR PÅ GRUNT VANN

Vedlegg C1. Stasjonsbeskrivelser. Stasjoner merket med * er stasjoner hvor det kun er foretatt en enkel befaring.

Bongstøvann og Rona

Stasjon B1. Stasjonen ble lagt til et lite skjær/holme nær fyllplassen innerst i Bongstøvann. Det var mye løst mudder på fjell og stein som ble virvlet opp. Svært dårlig sikt i vannet. Marebek (*Verrucaria maura*) vokste i et tydelig belte over vannivå. Deretter fulgte et vegetasjonsløst belte, før rødalgen polldokke (*Polysiphonia pulvinata*) ble vanlig. Ingen andre fastsittende alger ble registrert. Kun blåskjell (*Mytilus edulis*), små hjerteskjell (*Cerastoderme edule*) og enkelte reker ble observert av dyr. Havgress (*Ruppia* sp.) vokste på litt dypere vann (>1m).

Stasjon B2. Stasjonen ble lagt til en østlig vendt odde i midtre del av vannet. Grunnen bestod av relativt bratt skrånende fjell. Det var noe bedre sikt enn ved B1, men også her var det mye sedimentert materiale på fjell og stein. Artsutvalg og mengder var som på stasjon B1.

Stasjon B3. Nordsiden av vannet, rett overfor bobleanlegget. Noe redusert sikt. Mange juvenile hjerteskjell. Sedimentert materiale på fjell. Ellers som B1 og B2.

Stasjon B4 Rona. Fjell. Nordsiden av vannet. Sedimentert materiale på fjell. Som de andre stasjonene, men med trådformet brunalge (*Ectocarpales*) i tillegg til de andre artene.

Skogsfjorden

*Stasjon S2. Sjøboder i østre Skogsfjorden. Det ble gjort registreringer ved brygge og steinfylling lengst vest i båthavna. Det vokste spredt med små blæretang, samt tarmgrønne, rekeklo, brunslil og sjøstjerner.

*Stasjon S5. Mones øst. Stasjonen ble lagt til sandstranden nedenfor veikroen ved Mones. Smal strandkant med grov sand/mindre stein. Havsalat og tarmgrønne vokste spredt på steiner. Døde sandskjell, blåskjell og hjerteskjell sammen med løse alger som var blitt skyllet opp på stranda (dokke, tarmgrønne, ålegras).

Stasjon S6. Mones vest. Stasjonen ligger på vestsiden av Mones. Marebek vokste i et belte over vannivå på fjell og stein. Rødalgen polldokke dominerte på grunt vann, mens ålegras dominerte på dypere vann. Rekeklo, fjæreblod og sekkedyr (solitære og i koloni) var vanlige. I tillegg var det spredte forekomster av tynn rekeklo, pollris, brunslil, tarmgrønne, grønndusk, havgras, blåskjell og sjøstjerne.

*Stasjon S9. Vestre Skogsfjorden. Stasjonen ligger like vest for stasjon 10. Stein /sandstrand. Døde blåskjell, hjertemusling, sandskjell. Tarmgrønne spredt. På rester etter steinbrygge ble det funnet tynn rekeklo.

*Stasjon S10. Vestre Skogsfjorden. Stasjonen ligger ved en rasteplass langs E18, hvor også pumpestasjonen til bobleanlegget er plassert. Marebek vokste i et belte over vannivå på fjell og stein. Nedenfor marebekbeltet fulgte en bar sone, deretter spredte forekomster av tarmgrønne, polldokke, rekeklo, grønndusk. Det ble registrert én sjøstjerne.

Stasjon S11. Vestre Skogsfjorden. Sydlig vendt stasjon innerst i Skogsfjorden. Rester etter gammelt stupebrett. Dårlig sikt i vannet, mye sedimentert materiale på fjell. Marebek dannet et ca. 20 cm bredt belte over vannivå. Deretter fulgte et vegetasjonsløst belte før trådformete alger

Vedlegg C1 forts.

som rekeklo (*Ceramium strictum* og *Ceramium rubrum*), polldokke (*Polysiphonia pulvinata*) og brunslie (*Ectocarpales* *indet.*) dekket fjell og stein. Den varmekjære arten pollris (*Gracilaria verrucosa*) vokste løst på bunnen mens havgress (*Ruppia* *sp.*) og ålegras (*Zostera marina*) vokste spredt/vanlig på litt dypere vann. Av fauna ble det registrert blåskjell (*Mytilus edulis*), sekkedyr-koloni (*Botryllus schlosseri*).

Stasjon S13. Vestre Skogsfjord. Stasjonen ble lagt til den sydlige delen av vestre Skogsfjorden. Langgrunt område med mudderbunn og mindre stein. Dominert av ålegras, havgras og polldokke. Tarmgrønnske, blåskjell, sekkedyr, strandkrabbe og sjøstjerne ble også registrert på stasjonen.

Stasjon S21. Odde nordvest for Smalsund. Bratt skrånende fjell. Stasjonen hadde relativ tett vegetasjon av blæretang. Det ble registrert ett eksemplar av grisetang. Andre arter registrert på denne stasjonen var brunslie, polldokke, rekeklo, fjæreblood, tarmgrønnske, blåskjell, sekkedyr, strandkrabbe og sjøstjerne.

*Stasjon S24. Smalsund. Stasjonen omfatter stranden nordøst for Smalsund. Takrør vokste i et begrenset område stranda. Ellers ble det registrert døde hjerteskjell, løs havsalat (*Ulva lactuca*), tarmgrønnske (*Enteromorpha* *sp.*) og dokke (*Polysiphonia* *sp.*).

*Stasjon S25. Odde nordøst for Smalsund. Marebek vokste i et belte over vannivå på fjell og stein. Tarmgrønnske var vanlig, og det ble registrert enkelte planter av blæretang. Ellers ble artene fjæreblood, tynn rekeklo og pollris registrert. Døde hjerteskjell og blåskjell på sandbunnen.

Stasjon S27. Østre Skogsfjorden. Stasjonen ble lagt til sand/steinstrand i den østligste enden av Skogsfjorden. En stor kampestein markerer stasjonen. Blæretang vokste i tette bestander. Polldokke, brunslie, rekeklo, fjæreblood, blåskjell, sekkedyrkoloni, sjøstjerner ble også registrert på stasjonen. Det ble observert en stor ål på grunna, og noen små flyndrer.

*Stasjon S29. Øst for sjøboder i østre Skogsfjord. Stasjonen ligger ved stupebrett nedenfor pumpestasjon til bobleanlegget. Fjell og stein. Marebek vokste i et belte over vannivå. Blæretang var vanlig mens tarmgrønnske, havsalat, grønndusk, tynn rekeklo, vanlig rekeklo, fjæreblood og strandsnegl ble registrert som spredte forekomster. Det ble også funnet små blåskjell og ålegras på dypere vann.

Vedlegg C2. Arter registrert i strandsonundersøkelsen (semi-kvantitativ) i Skogsfjorden og Bongstøvann i 1995.

Norske navn	Latinske navn	Skogsfjorden					Bongstøvann og Rona			
		S6	S11	S13	S21	S27	B1	B2	B3	B4
Brunalger										
Blæretang	<i>Fucus vesiculosus</i>	s			v	v				
Grisetang	<i>Ascophyllum nodosum</i>				e					
Brunslis	<i>Ectocarpales indet.</i>	s	v		s	v				s
Havslis	<i>Giffordia ovata</i>	*	*		*					
Perlesli	<i>Pilayella littoralis</i>				*					
Bleiktuste	<i>Spermatochnus paradoxus</i>	*								
Bruntufs	<i>Sphacelaria cirrosa</i>					*				
Rødalger										
Polldokke	<i>Polysiphonia pulvinata</i>	d	d	d	s-v	v	v-d	s	v	s
Røddokke	<i>Polysiphonia urceolata</i>						*	*		
Svartdokke	<i>Polysiphonia nigrescens</i>				*					
Vanlig rekeklo	<i>Ceramium rubrum</i>	v	s		s	s				
Tynn rekeklo	<i>Ceramium strictum</i>	s	s		s					
Pollris	<i>Gracilaria verrucosa</i>	s	s-v			e				
Fjæreblod	<i>Hildenbrandia rubra</i>	v	s		v-d	s				
Grønnalger										
Tarmgrønne	<i>Enteromorpha spp.</i>	s	s	s	s	s	s	*		s
Vanlig grønndusk	<i>Cladophora rupestris</i>	s								
Grønndusk	<i>Cladophora spp.</i>	s				*	s	v	v-d	s
Høyere planter										
Skruehavgras	<i>Ruppia</i>	s	s	s			d	s-v	s	v
Ålegras	<i>Zostera marina</i>	d	v	d						
Fauna										
Blåskjell	<i>Mytilus edulis</i>	s	s-v	s	v	s	v	s	s	v
Hjerteskjell	<i>cf. Cerastoderma edule</i>						s-v	v	v	
Sekkedyr-kolonier	<i>Botryllus sclosseri</i>	v	s	s-v	v-d	s-v				
Sekkedyr	<i>Ciona sp.</i>				e					
Orange sekkedyr	<i>Ascidiacea indet</i>	v		s		s				
Strandkrabbe	<i>Carcinus maenas</i>	e		e	e					
Korstroll	<i>Asterias rubens</i>	s	s-v	s	v	s-v				
Annet										
Blågrønne-bakterier	<i>Spirulina</i>					s	s		e-s	s
Marebek	<i>Verrucaria maura</i>	d	d	d	d	s	v	v	v	v
	Sum antall arter	20	14	10	17	15	9	8	7	8
	Rødalger	5	5	1	5	4	2	2	1	1
	Brunalger	4	2	0	5	3	0	0	0	1
	Grønnalger	3	1	1	1	2	2	2	1	2

* = identifisert i mikroskop, ** = *P. hemispherica*. Algetaxonomien følger South and Tittley 1986.

Vedlegg C3. Arter registrert på grunt vann (0-1 meters dyp) i Skogsfjorden i mai 1987 og september 1995.

Arter	Stasjoner																								
	S2		S5		S6		S9		S10		S11		S13		S21		S24		S25		S27		S29		
	'87	'95	'87	'95	'87	'95	'87	'95	'87	'95	'87	'95	'87	'95	'87	'95	'87	'95	'87	'95	'87	'95	'87	'95	'87
ARTER																									
Brunalger																									
<i>Fucus vesiculosus</i>	1	1				1								1	1				1	1	1	1	1	1	1
<i>Ascophyllum nodosum</i>														1											
<i>Ectocarpus/Pilayella</i>	1	1			1	1				1				1			1				1	1			1
<i>Giffordia ovata</i>						1				1				1											
<i>Spermatochnus paradoxus</i>						1																			
<i>Sphacelaria cirrosa</i>																							1		
Rødalger																									
<i>Polysiphonia pulvinata</i>				1		1				1		1		1	1								1	1	
<i>Polysiphonia urceolata</i>																									
<i>Polysiphonia nigrescens</i>																									
<i>Ceramium rubrum</i>		1				1				1		1											1		1
<i>Ceramium strictum</i>		1				1		1				1													1
<i>Gracilaria verrucosa</i>				1		1				1		1		1					1	1	1	1	1	1	1
<i>Hildenbrandia rubra</i>						1						1									1	1		1	1
<i>Ahnfeltia plicata</i>														1											
<i>Polysiphonia sp.</i>																	1								
Grønnalger																									
<i>Enteromorpha spp.</i>	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cladophora rupestris</i>						1																			
<i>Cladophora spp.</i>				1	1	1				1	1	1	1	1					1	1	1	1	1	1	1
<i>Chaetomorpha sp.</i>		1																							
<i>Ulva lactuca</i>				1													1								1
Høyere planter																									
<i>Ruppia</i>				1		1	1			1	1	1	1		1		1								
<i>Zostera marina</i>				1	1	1	1			1	1	1	1		1										1
Fauna																									
<i>Mytilus edulis</i>				1		1	1			1	1	1	1		1							1	1	1	1
<i>cf. Cerastoderma edule</i>																									
<i>cf. Mya arenaria</i>																									
<i>Botryllus sclosseri</i>						1					1	1	1										1		
<i>Ciona sp.</i>																									
<i>Ascidiaacea indet</i>						1																	1	1	
<i>Carcinus maenas</i>						1																			
<i>Asterias rubens</i>		1	1			1				1	1	1	1		1							1	1	1	
<i>Psammechinus miliaris</i>																									
<i>Småsnegl</i>				1																					1
Bryozo																									
Annet																									
<i>Spirulina</i>																									1
<i>Verrucaria maura</i>						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1	1	1	1

Vedlegg D. BLØTBUNNSFAUNA

Vedlegg D1. Statistiske metoder

Artsmangfold

Artsmangfold (diversitet) er et begrep som søker å uttrykke struktur og mangfold i samfunn av arter. Jo flere arter det finnes i samfunnet, og jo jevnere individfordelingen mellom artene er, desto høyere er diversiteten. Diversitetsindeksen tar ikke hensyn til hvilke arter som finnes, men opererer utelukkende på tallmessige forhold.

Høy diversitet preger samfunn som finnes i stabile og upåvirkede miljøer. Ved enkelte former for forurensning, spesielt organisk belastning, reduseres antall arter samtidig som individmengden av tolerante arter kan øke kraftig. Dette kommer til uttrykk ved lavere diversitet. Bruk av diversitetsmål brukes som standard ved miljøundersøkelser.

Shannon-Wiener indeks (H') (Shannon & Wiever 1963).

Indeksens verdi beregnes etter formelen:

$$H' = - \sum_{i=1}^s n_i/N \log_2(n_i/N)$$

der n_i/N er den relative andel av art i av totalt individtall i prøven (N) og s er antall arter. Indeksen tar verdier fra 0 (bare én art tilstede) til 5-6 for svært artsrike samfunn. Verdien er et mål på sannsynligheten for at det neste individ som hentes opp fra prøven ikke tilhører en av de artene som allerede er funnet. I et variert samfunn vil denne sannsynligheten være høyere enn i et ensformig samfunn.

Vedlegg D2: Notater under sortering av bløtbunnsprøver fra Skogsfjorden, Bongstøvann og Rona, oktober 1995.

SKOGSFJORDEN

S1, 5 m

EKMANN Mye plantemateriale, småfiber, pinner, blad, bark etc. Litt sand til slutt, ellers bare plantemateriale og mudder. Polychaeta, Crustacea, Mollusca + tomme skall. Middels mye materiale.

S2, 10 m

EKMANN Mye plantemateriale. Fiber, bladrester, småpinner etc. Svært lite dyr. Litt sand til slutt. Mange små tomme Hydrobia-skall. To blåskjell-skall ca. 3 cm. Polychaeta. Ingen Crustacea. Mindre materiale enn st.S1

OCKELM. Plantemateriale og litt grus/sand. Ophiodromus, Mollusca - Corbula gibba + tomme skall. Ingen Crustacea. Lite materiale igjen etter vasking.

S3, 14m

EKMANN Mye plantemateriale. Blad, pinner etc. En del grus til slutt. Hydrobia-skall, liten sjøstjerne, Capitella. Ingen muslinger eller krepsdyr.

S4, 17,5 m

EKMANN Plantemateriale. Blad pinner, småfibre etc. Mye tomme Hydrobia. Ingen levende dyr. Lite materiale.

OCKELM. Bladrester, pinner, litt sand. Ophiodromus, glassmanet, Capitella, Crustacea, Mollusca -mange små + tomme skall. Middels mye materiale.

Felles for vestre Skogsfjord: mye svartfargede dyr.

S5, 6,5 m

EKMANN Fin sand, skjellrester, noe plantemateriale. Mye små muslinger, mye nematoder. Blåskjell 5.8 cm, hjertemusling 2.4 cm (slitt). Mye sekkedyr. Totalt 4 glass: Polych. Moll. Crust. Ascidiacea. Ganske mye materiale.

OCKELM. Veldig mye dyr. Massevis av små muslinger og mye krepsdyr - bare noe er plukket ut. Mye Ascidiacea og Nematoder. Stor sjøstjerne. Totalt 4 glass.

S6, 5 m

EKMANN Mye plantemateriale. Småfibre, pinner, alger (pollris, grønndusk etc.). Mye materiale, sand til slutt. Mye små muslinger, Polychaeta, Crustacea, Echinod. - totalt 4 glass.

S7, 10 m

EKMANN Plantemateriale, bladrester, trefibre, sand/grus til slutt. Middels mye materiale. Mye små muslinger, Polychaeta, Crustacea, Echinod. - totalt 4 glass.

OCKELM. Plantemateriale. Blad, småpinner/fibre. Massevis av muslinger (Mysella) - bare noen plukket ut. Crustacea, Ophiodromus. 3 glass.

S8, 15 m

Vedlegg D2 forts.

- EKMANN Plantemateriale. Bladrester. Pinner. Sand og grus til slutt. Mye små muslinger, *Corbula gibba* skall - i eget glass. 2 glass + ekstra med tomme muslingskall, ingen krepsdyr.
- OCKELM. Mye plantemateriale. Masse små muslinger - Noe plukket ut. Mye *Ophiodromus* - plukker noen. Sjøstjerne, ca. 5 cm. Totalt 4 glass.
- S9, 20 m Plantemateriale. Blader, fiber, småpinner. En del små muslingskall (blåskjell, ett på 6 cm) - også noen levende små muslinger. *Ophiodromus*. Polych., Mollusca + tomme skall, ett krepsdyr - totalt 4 glass. Lite materiale.
- OCKELM. Masse *Ophiodromus*. To glass Mollusca, Crustacea, Echinod. Ascidiacea.

BONGSTØVANN

B1, 5 m

- EKMANN Mye gress, mudder. Mange små *Hydrobia*-skall. Hjertemuslinger, blåskjell + noen andre. Polychaeta + mygglarver, Crustacea. Totalt 3 glass.

B2, 10 m

- EKMANN Plantemateriale, blad, pinner, alger. Litt skjellrester + sand/grus til slutt. Relativt lite materiale. Crustacea + mygglarver, Mollusca, totalt 2 glass + ett med tomme *Hydrobia*-skall.
- OCKELM. Plantemateriale. Bladrester, småpinner, algetråder/fiber. Mye muslinger, blåskjell, små og store. Crustacea, Polychaeta + mygglarver. Totalt 3 glass. Relativt lite materiale.

B3, 15 m

- EKMANN Plantemateriale, Blader, pinner (terrestrisk). Svarte mudderklumper. Mye tomme skall, både blåskjell, hjerteskjell og *Hydrobia*. Crustacea + mygglarver, Polychaeta, mollusca. Totalt 3 glass. Relativt lite materiale.
- OCKELM. Mye små *Hydrobia* - plukket ut noen. Blåskjell, hjerteskjell. Polychaeta, Crustacea, liten kutling!. Totalt 4 glass.

RONA

R1, 5 m

- EKMANN Mye alger. (Grønndusk, pollris?). Skjellrester. Mye små muslinger, blåskjell - to glass. Polychaeta, Crustacea. Totalt 4 glass.
- OCKELM. Mye alger. (grønndusk). Fullt i 4 bøtter. Mye hjertemusling, små blåskjell. 2 gl. Polychaeta, Crustacea. Mye materiale. Langt fra samtlige dyr plukket ut. Totalt 4 glass.

R2, 10 m

- EKMANN Store bladrester. Nesten bare plantemateriale. Svært lite. Svart.

Vedlegg D3. Fullstendig artsliste over registrerte bløtbunnsorganismer i Skogsfjorden, Mandal kommune 1995.

STASJON Prøvetakingsredskap Dyp, m	S1	S2	S2	S3	S4	S4	S5	S5	S6	S7	S7	S8	S8	S9	S9
	Ek. m.	Ek. m.	Ock.	Ek. m.	Ek. m.	Ock.	Ek. m.	Ock.	Ek. m.	Ek. m.	Ock.	Ek. m.	Ock.	Ek. m.	Ock.
	5	10	10	14	18	18	6,5	6-8	5	10	10	15	12-14	20	20
POLYCHAETA															
Harmothoe impar	-	-	-	-	-	1	4	++	4	-	1	-	+	-	3
Pholoe inornata	48	-	-	-	-	-	78	+++	98	15	11	-	++	-	8
Eteone longa	13	-	-	-	-	-	1	++	10	-	1	-	++	-	-
Anaitides mucosa	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-
Glycera alba	-	-	-	-	-	-	1	++	2	2	4	2	++	1	2
Kefersteinia cirrata	1	-	-	-	-	2	-	++	1	-	-	-	+	-	-
Neiremyra punctata	40	1	-	-	-	7	5	+++	12	-	-	-	+	-	8
Ophiodromus flexuosus	-	-	34	-	-	49	1	+++	1	3	20	2	+++	12	382
Syllidia armata	29	-	-	-	-	1	21	++	-	4	13	-	-	-	-
Microphthalmus scselkowi	1	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Exogone naidina	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Nereis diversicolor	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Platynereis dumerilii	-	-	-	-	-	-	8	+++	5	-	-	-	-	-	1
Nephtys hombergi	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-
Protodorvillea kefersteini	-	-	-	-	-	-	-	++	3	2	-	-	-	-	-
Scoloplos armiger	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Malaccoceros fuliginosus	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polydora ciliata	6	-	-	-	-	10	-	++	9	-	-	1	+	-	-
Polydora quadrilobata	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Prionospio malmgreni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3	+	-	1
Pseudopolydora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	+	-	-
pauchibranchiata															
Pseudopolydora pulchra	22	1	-	-	-	-	38	+++	9	10	2	4	++	-	-
Pygospio elegans	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Spio filicornis	8	-	-	-	-	-	15	+++	5	22	40	3	+++	-	-
Flabeligera affinis	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	2
Capitella capitata	3	-	-	1	-	27	189	+++	30	28	62	15	+++	-	2
Mediomastus fragilis	22	-	-	-	-	-	20	++	26	22	3	4	++	-	-
Arenicola marina	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Scalibregma inflatum	1	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
Lagis koreni	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Ampharete baltica	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1	1	++	-	-
Ampharete finmarchica	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Amphipoda															
OLIGOCHATA															
Pelescolex benedeni	1	-	-	-	-	-	3	-	107	-	-	-	-	-	-
NEMETINEA															
Nemertinea sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
PLATYHELMINTHES															
Turbellaria sp.	5	-	-	-	-	-	1	-	5	-	-	-	-	-	-
CRUSTACEA															
Mysidae sp.	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Vedlegg D3 forts

STASJON Prøvetakingsredskap Dyp, m	S1	S2	S2	S3	S4	S4	S5	S5	S6	S7	S7	S8	S8	S9	S9
	Ek. m.	Ek. m.	Ock.	Ek. m.	Ek. m.	Ock.	Ek. m.	Ock.	Ek. m.	Ek. m.	Ock.	Ek. m.	Ock.	Ek. m.	Ock.
	5	10	10	14	18	18	6,5	6-8	5	10	10	15	12-14	20	20
Tanaidacea sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phthisica marina	-	-	-	-	-	-	8	++	-	-	4	-	-	-	-
Ampelisca tenuicornis	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	2	-	++	-	-
Dexamine spinosa	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Erichthonius difformis	-	-	-	-	-	-	-	+	17	-	-	-	-	-	-
Microdeutopus sp.	9	-	-	-	-	-	13	++	50	1	8	-	++	1	7
Corophium bonnelli	14	-	-	-	-	2	7	+++	85	-	19	-	++	-	19
Decapoda															
Crangon crangon	1	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
BIVALVIA															
Mytilus edulis	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	2
Musculus marmoratus	-	-	-	-	-	-	3	++	4	-	-	-	-	-	31
Mysella bidentata	4	-	-	-	-	2	176	++	20	24	12	200	+++	11	94
Cerastoderma edule /lamarcki	1	-	1	-	-	1	1juv	++	1	-	-	-	-	-	-
Macoma balthica	-	-	-	-	-	-	18	++	24	1	-	1	++	-	-
Cultellus pellucidus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	+	-	-
Corbula gibba	-	-	-	-	-	2	-	+++	-	-	-	-	+++	-	-
C. gibba juvenile	13						16	548		96	20	27	136		12 62
Hiatella sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Bivalvia ind.	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OPISTHOBANCHIA															
Akera bullata	-	-	-	-	-	1	-	+	1	-	-	-	-	-	-
Retusa obtusa	-	-	-	-	-	-	4	+	4	2	-	-	-	-	-
Nudibranchia sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
ECHINODERMATA															
Asterias rubens	-	-	-	1	-	-	-	+	1	1	-	-	+	-	2
CHORDATA															
Ascidacea sp.	-	-	-	-	-	-	12	+++	2	-	-	-	-	-	5
INSECTA															
Chironomidae sp.	2	-	-	-	-	-	2		1	-	-	-	-	-	-

Vedlegg D4. Fullstendig artsliste over registrerte bløtbunnsorganismer i Bongstøvann og Rona, Mandal kommune 1995.

STASJON	B1	B2	B2	B3	B3	R1	R1	R2
Prøvetakingsredskap	Ek. m.	Ek. m.	Ock.	Ek. m.	Ock.	Ek. m.	Ock.	Ek. m.
Dyp	5 m	10 m	9-11m	15-16m	10-13m	5m	5-7m	10-11m
POLYCHAETA								
Harmothoe impar	-	-	4	-	3	9	++	-
Pholoe inornata	-	-	-	-	-	-	+	-
Neiremyra punctata	-	-	-	-	-	-	+	-
Syllidia armata	-	-	-	-	-	2	+	-
Nereis diversicolor	1	-	-	-	-	8	++	-
Platynereis dumerilii	3	-	8	-	3	88	+++	-
Polydora ciliata	11	-	28	4	36	12	++	-
Capitella capitata	-	-	-	-	-	13	++	-
OLIGOCHATA								
Pelescolex benedeni	-	-	-	-	-	4	-	-
NEMETINEA								
Nemertinea sp.	-	-	-	-	-	1	-	-
PLATYHELMINTHES								
Turbellaria sp.	2	-	-	-	-	5	++	-
CRUSTACEA								
Mysidae sp.	-	-	9	-	13	-	+	-
Tanaidacea sp.	-	-	-	-	1	-	-	-
Amphipoda								
Metopa rubrovittata	-	-	-	-	-	2	++	-
Gammarus sp.	-	-	-	-	-	66	+++	-
Melita palmata	-	1	1	-	1	-	++	-
Microdeutopus sp.	9	7	13	4	-	38	+++	-
Corophium bonnelli	-	-	-	-	-	4	+++	-
Decapoda								
Crangon crangon	-	-	-	-	1	-	-	-
BIVALVIA								
Mytilus edulis	10	-	30	-	35	159	+++	-
Musculus marmoratus	-	-	-	-	-	3juv	-	-
Cerastoderma edule/lamarcki	62	1	14	12	102	113	+++	-
Mya arenaria	-	-	-	-	1	-	-	-
Corbula gibba	-	-	3juv	2	1juv	6	-	-
PROSOBRANCHIA								
Hydrobia sp.	13	-	60	10	48	1	+	-
INSECTA								
Chironomidae sp.	51	2	8	9	71	70	++	-
PISCES								
Pomatoschistus microps	-	-	-	-	1	-	-	-

Vedlegg D5. Skallmål for hjertemusling (*Cerastoderma edule/lamarcki*) fra Bongstøvvann (st. B3, 15 m), Mandal kommune, oktober 1995.

Ind. nr.	Lengde (mm)	Anmerkning
1	19.5	med markert vekstavbrudd
2	22.3	med markert vekstavbrudd
3	19.7	med markert vekstavbrudd
4	16.9	med markert vekstavbrudd
5	21.3	med markert vekstavbrudd
6	19.6	med markert vekstavbrudd
7	19.0	med markert vekstavbrudd
8	17.4	med markert vekstavbrudd
9	13.4	uten tydelig vekstavbrudd
10	14.5	uten tydelig vekstavbrudd
11	11.0	uten tydelig vekstavbrudd
12	11.0	uten tydelig vekstavbrudd
13	11.4	uten tydelig vekstavbrudd

Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo

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

Ved bestilling av rapporten,
oppgi løpenummer 35053-96.

ISBN 82-577-3047-5