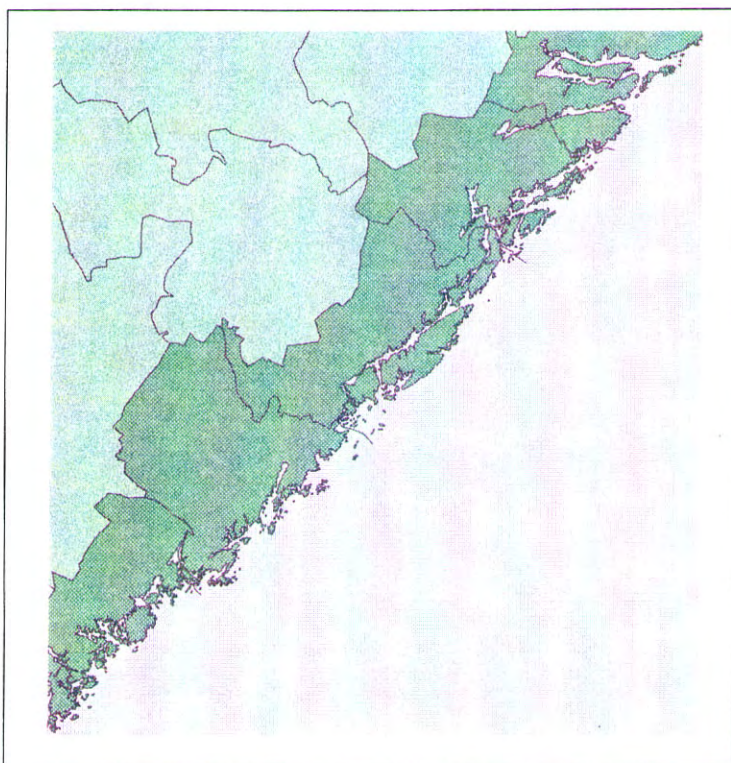




O-94129

# Miljøstatus i vannforekomster i Aust-Agder



Del II.  
Marine  
resipienter



Havforskningsinstituttet  
Forskningsstasjonen  
Flødevigen



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O-94129	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3154	

<b>Hovedkontor</b>	<b>Sørlandsavdelingen</b>	<b>Østlandsavdelingen</b>	<b>Vestlandsavdelingen</b>	<b>Akvaplan-NIVA A/S</b>
Postboks 173, Kjelsås	Televeien 1	Rute 866	Thormøhlensgt 55	Søndre Tollbugate 3
0411 Oslo	4890 Grimstad	2312 Ottestad	5008 Bergen	9000 Tromsø
Telefon (47) 22 18 51 00	Telefon (47) 37 04 30 33	Telefon (47) 62 57 64 00	Telefon (47) 55 32 56 40	Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 22 18 52 00	Telefax (47) 37 04 45 13	Telefax (47) 62 57 66 53	Telefax (47) 55 32 88 33	Telefax (47) 77 68 05 09

Rapportens tittel: <b>Miljøstatus i vannforekomster i Aust-Agder. Del II. Marine resipienter.</b>	Dato:	Trykket:
	18.10.94	NIVA 1994
Forfatter(e): Tone Jacobsen Einar Dahl Eivind Oug	Faggruppe:	Geografisk område:
	Marin økologi	Aust-Agder
	Antall sider:	Opplag:
	115 + vedl.	150

Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Aust-Agder	Oppdragsg. ref.:
---	------------------

## Ekstrakt:

Rapporten gir en oppdatert oversikt over resipient- og miljøundersøkelser i sjøområdene i Aust-Agder. Hver av kystkommunene - Risør, Tvedestrand, Arendal, Grimstad, Lillesand - er behandlet separat. Oversikten er inndelt etter emnene tilførsler, hydrografi/hydrokjemi, plankton, hardbunnsamfunn, bløtbunnsamfunn, tarmbakterier og miljøgifter. Videre er det gitt en oversikt over tilstanden i de undersøkte områdene. I rapporten gis det en vurdering av de tidligere og igangværende undersøkelsene som grunnlag for fremtidige resipientundersøkelser og overvåking. Det blir også gitt anbefalinger om undersøkelser som kan samordnes mellom kommunene.

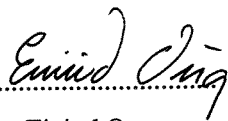
4 emneord, norske

1. Kystsonen
2. Miljøtilstand
3. Sammenstilling av litteratur
4. Aust-Agder

4 emneord, engelske

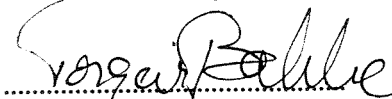
1. Inshore marine waters
2. Environmental quality status
3. Literature survey
4. Aust-Agder county

Prosjektleder



Eivind Oug

For administrasjonen



Torgeir Bakke

ISBN82-577-2627-3

**NIVA Sørlandsavdelingen**

**Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen (HFF)**

**O - 94129**

# **Miljøstatus i vannforekomster i Aust-Agder**

## **Del II. Marine resipienter**

Grimstad/Arendal, 18. oktober 1994

Prosjektleder: Eivind Oug

Medarbeidere: Einar Dahl

Tone Jacobsen

## Forord

Fylkesmannen i Aust-Agder har i forbindelse med at kommunene har fått nye utslippstillatelser, med hjemmel i forurensningsloven, pålagt kommunene å etablere programmer for overvåking av sine vannforekomster. Kommunene har fått frist til 1.1.1995 med å utarbeide programmer for overvåkingen. Fylkesmannen i Aust-Agder ønsker i den forbindelse at det utarbeides en miljøstatus for Aust-Agder fylke slik at denne kan danne et grunnlag for utarbeidelse av de enkelte programmene i kommunene.

De fleste større resipient- og miljøundersøkelser i Aust-Agder er utført av NIVA og Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen (HFF). Fylkesmannen i Aust-Agder henvendte seg derfor til NIVA Sørlandsavdelingen og HFF med spørsmål om å få utarbeidet en oversikt over tidligere miljøundersøkelser (biologi/kjemi) i vannforekomstene i fylket. Innhold og rammer ble diskutert i et møte mellom Fylkesmannen (v/ Miljøvern avdelingen), NIVA Sørlandsavdelingen og HFF 18. januar 1994. Det var enighet om at NIVA Sørlandsavdelingen og HFF i samarbeid utarbeidet en oversikt for sjøområdene i Aust-Agder, mens ferskvannsforkomstene skulle behandles separat. Prosjektforslag for marine resipienter forelå 11.3.94 og prosjekttilsagn ble gitt av Fylkesmannen i Aust-Agder i brev av 3.5.94.

Ved NIVA Sørlandsavdelingen har Tone Jacobsen hatt hovedansvar for sammenstilling av litteratur og beskrivelser av bunnorganismer, tarmbakterier og miljøgifter. Eivind Oug har i hovedsak skrevet kapitlet med generell omtale av miljøundersøkelser. Kristoffer Næs har bidratt med råd og kommentarer. NIVAs rapportarkiv har vært behjelpelig med å finne fram litteratur.

Ved HFF har Einar Dahl hatt hovedansvaret for beskrivelsene av hydrografi, hydrokjemi og plankton. Mange kolleger har bidratt med hjelp og synspunkter. Til vedlegget har Lena Omli laget figurene fra Ærøydypet og Tore Johannessen figurene fra strandnotundersøkelsene.

Kartarbeidet er utført av Svein Vike ved miljøvern avdeling hos Fylkesmannen i Aust-Agder.

NIVA Sørlandsavdelingen har hatt prosjektlederansvaret og stått for den endelige utformingen av rapporten.

Kontaktperson ved Fylkesmannen i Aust-Agder har vært Jan Atle Knutsen, miljøvern avdelingen. Vi retter en stor takk til ham for positivt samarbeid under gjennomføringen av prosjektet.

Grimstad 18. oktober 1994  
Eivind Oug

## INNHOLDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING .....	5
1.1. Bakgrunn for prosjektet .....	5
1.2. Miljøundersøkelser og tidligere oversikter i Aust-Agder .....	5
1.3. Mål .....	6
1.4. Prosjektelementer og avgrensninger .....	6
1.5. Naturforhold og vannmasser på kysten av Aust-Agder .....	7
2. MÅL OG FAGLIG INNHOLD I MILJØ- OG RESIPIENTUNDERSØKELSER .....	9
2.1. Generelt om undersøkelsene .....	9
2.2. Mål for undersøkelsene .....	9
2.3. Beskrivelse av tilstand .....	9
2.4. Overvåking .....	10
2.5. Resipientkapasitet, utslipp og tekniske løsninger .....	11
2.6. Veiledning for planlegging .....	11
2.7. De viktigste parametre i miljø- og resipientundersøkelser .....	12
2.7.1. Tilførsler .....	12
2.7.2. Hydrografi og hydrokjemisk .....	12
2.7.3. Plankton .....	13
2.7.4. Bløtbunnsfauna .....	14
2.7.5. Hardbunnsfunn .....	15
2.7.6. Hygieniske forhold og badevannskriterier .....	15
2.7.7. Miljøgifter .....	16
3. TIDLIGERE UNDERSØKELSER OG MILJØSTATUS I AUST-AGDER .....	17
3.1. Større regionale undersøkelser .....	17
3.2. Generelt om miljøtilstanden i Aust-Agder .....	23
3.2.1. Tilførsler .....	23
3.2.2. Tilstand .....	24
3.3. Risør kommune .....	28
3.3.1. Tidligere undersøkelser .....	28
3.3.2. Miljøstatus .....	37
3.4. Tvedestrand kommune .....	42
3.4.1. Tidligere undersøkelser .....	42
3.4.2. Miljøstatus .....	50
3.5. Arendal kommune .....	55
3.5.1. Tidligere undersøkelser .....	55
3.5.2. Miljøstatus .....	68
3.6. Grimstad kommune .....	74
3.6.1. Tidligere undersøkelser .....	74
3.6.2. Miljøstatus .....	80
3.7. Lillesand kommune .....	84
3.7.1. Tidligere undersøkelser .....	84
3.7.2. Miljøstatus .....	91
4. VURDERING AV KUNNSKAPSGRUNNLAGET - BEHOV FOR NYE UNDERSØKELSER <sup>94</sup>	
4.1. Kunnskapsgrunnlaget for kystsonen i Aust-Agder .....	94
4.2. Vurdering av kunnskapsgrunnlaget for de enkelte kommunene .....	94
4.2.1. Risør kommune .....	94
4.2.2. Tvedestrand kommune .....	95
4.2.3. Arendal kommune .....	96
4.2.4. Grimstad kommune .....	97

4.2.5. Lillesand kommune.....	97
4.3. Overvåking og nye undersøkelser .....	98
4.3.1. Grunnlag for overvåking.....	98
4.3.2. Aktuelle parametre i overvåking.....	98
4.3.3. Kommunale programmer .....	101
4.3.4. Forslag til fellesprogram for kommunene.....	102
5. REFERANSLISTE.....	104
VEDLEGG 1. Oksygendata fra strandnotundersøkelser .....	I
VEDLEGG 2. Rapporter fra Kystovervåkingsprogrammet .....	VII
VEDLEGG 3. Rapporter fra oppblomstringen av <i>Chrysochromulina polylepis</i> i 1988. ....	IX

# 1. INNLEDNING

## 1.1. Bakgrunn for prosjektet

I Aust-Agder har alle kommunene fått pålegg fra Fylkesmannen om å etablere overvåkingsprogrammer for sine vannforekomster. Påleggene er gitt i forbindelse med at kommunene har fått nye utslippstillatelser. Overvåkingen skal samordnes med nasjonale og/eller regionale overvåkingsprogram og skal omfatte rutineundersøkelser for kartlegging av tilstanden i vannforekomstene for eventuelt å påvise virkninger av utslipp og de saneringstiltak som foretas. I områder som har allmenn rekreasjonsmessig betydning, skal det dessuten gjennomføres bakteriologiske undersøkelser.

Kommunene har uttrykt at de trenger faglig bistand i dette arbeidet. Fylkesmannen i Aust-Agder har derfor ønsket at det blir utarbeidet en miljøstatus for vannforekomstene i Aust-Agder fylke som kan danne grunnlag for de enkelte programmene. Dette arbeidet vil også klarlegge hvilke typer overvåking det vil være hensiktsmessig for kommunene å utføre i tiden fremover.

Denne rapporten gir en oversikt over undersøkelser som belyser miljøtilstanden i sjøområdene i Aust-Agder. De fleste undersøkelsene omfatter sjøområder som er resipienter for kommunalt avløpsvann og industri. Det blir også gitt en vurdering av tilstanden i de sjøområdene som det finnes relevante data for. Videre blir det i rapporten gitt en generell omtale av faginnhold i marine miljø- og resipientundersøkelser. Denne omtalen er ment å gi bakgrunn for valg av prøvetakingsparametre, lokaliteter og varighet av overvåkingsprogrammer.

## 1.2. Miljøundersøkelser og tidligere oversikter i Aust-Agder

Alle kystkommunene i Aust-Agder har fått utført en eller flere større undersøkelser av sjøresipientene (resipient = mottaker av utslipp) i løpet av de siste 10-20 årene. I områder med utslipp av organisk stoff og næringssalter har undersøkelsene omfattet hydrografi, plankton, bunnfauna på bløtbunn og organismer på hardbunn (strandsonen/gruntvann). I industriresipienter har miljøgifter i sedimenter og organismer vært belyst. Videre har det vært utført undersøkelser av hydrografi og strømførhold for beregning av resipientkapasitet. Noen undersøkelser gir også oversikter over tilførsler av forurensende forbindelser til resipientene.

I tillegg til i de større resipientundersøkelsene inngår hydrografi, plankton, hardbunnssamfunn og bunnfauna i mange andre undersøkelser. De fleste av disse omfatter en avgrenset resipient eller en del av en kommune. Mange av disse vil gi verdifulle bakgrunnsdata for fremtidige miljøundersøkelser.

For tiden pågår det et større nasjonalt overvåkingsprogram hvor det også er stasjoner i Aust-Agder, nemlig '*Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystvannet langs Sør-Norge*' (heretter kalt Kystovervåkingsprogrammet) under Statlig program for forurensningsovervåking (SFT). Dette programmets primære mål er å overvåke trender i miljøkvaliteten langs kysten av Sør-Norge, men programmet vil også ha stor betydning som referanse for lokal resipientovervåking.

Undersøkelser av ressursgrunlaget for kommersielle arter av fisk og skalldyr gjennomføres årlig av Havforskningsinstituttet Forskningsstasjon Flødevigen (HFF). De fleste av disse undersøkelsene faller utenfor rammen for denne oppsummeringen, men noen av undersøkelsene gir også miljødata i tillegg til de rene ressursoversikter. Resultatene fra de faste strandnotstasjonene som HFF har gjennomført årlig siden 1917, blir rapportert separat (Enersen et al. 1994, Johannessen og Sollie 1994).

Det foreligger noen tidligere oversikter som gir miljøinformasjon for kystområdene i Aust-Agder. Wikander (1986c) gir en oversikt over marine undersøkelser fram til og med 1985. Oug, Jacobsen og Åsen (1992) gir en oversikt over alle undersøkelser av alger og dyr i strandsonen. Erga et al. (1990) gir en kortfattet omtale av eutrofitilstanden i de viktigste sjøområdene i Aust-Agder i forbindelse med en landsomfattende vurdering av norske fjorder og kystfarvann. Wikander (1989b) har i et notat gitt en stikkordsmessig vurdering (uten referanser) av eutrofisituasjonen i sjøresipienter i Aust-Agder.

En mer utførlig oversikt over undersøkelser er gitt i kap. 3.1.

### 1.3. Mål

Hovedmålene med denne rapporten kan sammenfattes ved:

- Gi en oversikt over alle sentrale undersøkelser i kystområdene i Aust-Agder som belyser miljøsituasjonen i de enkelte kommunene og gir grunnlag for overvåking av resipientene.
- Vurdere miljøstatus ut fra eksisterende kunnskapsgrunnlag. Gi grunnlag for anbefalinger om utforming av overvåkingsprogram og koordinering til nasjonale programmer.

Det har vært et mål ved arbeidet å vise til innen hvilke sjøområder det finnes god informasjon ut fra tidligere undersøkelser. I noen grad blir det også gitt råd for hva som bør inngå i fremtidige undersøkelser. Det blir også vist til hvordan undersøkelsene kan nyttiggjøre seg resultater fra nasjonale og regionale forskningsprogrammer.

### 1.4. Prosjektelementer og avgrensninger

Prosjektet har fire hovedelementer:

- *Gi en generell beskrivelse av det faglige innholdet i miljø- og resipientundersøkelser.* Det vil bli redegjort for forskjellen mellom undersøkelsesopplegg ved en overvåking og ved en enkel beskrivelse av tilstanden. Det vil også bli omtalt forskjeller mellom kvalitative og kvantitative undersøkelser, prøvetakingsfrekvens, stasjonsplassering, etc.
- *Gi en oppdatert oversikt over resipient- og miljøundersøkelser i Aust-Agder.* Undersøkelsene deles inn i regionale undersøkelser som dekker større deler av kysten eller flere kommuner, og lokale undersøkelser som er gjort innenfor mer avgrensede områder f.eks. i fjorder innen en kommune. Presentasjonen gjøres for hver kommune og inndeles etter emnene:

tilførsler  
hydrografi/hydrokjemi  
plankton  
hardbunnsamfunn  
bløtbunnsfauna  
tarmbakterier/badevann  
miljøgifter

Det blir også gitt kart for hver kommune som viser prøvetakingslokaliteter.

- *Gi en vurdering av miljøtilstanden i kommunene.* På basis av undersøkelsene vil det bli gitt en vurdering av tilstanden i sjøresipientene. Presentasjonen gjøres for hver kommune.



- *Gi en vurdering av kunnskapsgrunnlaget.* For hver kommune vil det bli gitt en vurdering av i hvilken grad de tidligere undersøkelsene egner seg for videre overvåking. Det vil også bli gitt forslag til undersøkelser som kan samordnes mellom kommunene for en langsiktig overvåking av fjorder og kystfarvann.

Oversikten bygger i hovedsak på rapporterte undersøkelser, dvs. ordinære resipientundersøkelser, overvåkingsrapporter, hovedfagsoppgaver, vitenskapelige publikasjoner, badevannsundersøkelser etc. I noen grad er relevante ikke-publiserte data og undersøkelser omtalt med henvisning til hvor data finnes. Det er også tatt med noe informasjon fra data som ikke tidligere er presentert.

## 1.5. Naturforhold og vannmasser på kysten av Aust-Agder

Kystområdene i Aust-Agder er preget av øyer, skjærgård og mindre fjorder som skjærer seg inn i landet. I enkelte områder er kystlinjen åpent eksponert mot hav uten skjærgårdsbrem. Det meste av strandsonen består av klipper og svaberg med noe stein- og sandstrender innimellom. I godt beskyttede områder, f.eks. inne i fjordbunner, er det stedvis mudderstrender og sivbelter. De fleste fjordene har terskler ved innløpet.

For Skagerrak som helhet er ferskvannstilførsel, vind og topografi de viktigste forhold av betydning for hydrografi og vannsirkulasjon (SFT 1993 NS8). Tilførslene av ferskvann er dominert av det utstrømmende vannet fra Østersjøen, men det er også vesentlige bidrag fra elvene på Østlandet og den svenske vestkysten. Ferskvannstilførslene gir opphav til et vestoverstrømmende overflatevann med nedsatt saltholdighet i kystsonen og nær land. Denne vannmassen (Skagerrak kystvann) har en saltholdighet på 25-32 PSU og kan variere fra noen få meters tykkelse til ca. 25 m dyb. I indre fjordområder og ved utløp av elver og større vassdrag forekommer brakkvann med lavere saltholdighet i overflaten.

Under kystvannet ligger vannmasser med saltholdigheter på 32-35 PSU som har opprinnelse i Nordsjøen. På dyp større enn 100-200 m kan finnes atlantisk vann med over 35 PSU (SFT 1993 NS8). Temperaturen i overflatevannet varierer meget gjennom året, fra 0-5 °C om vinteren til 15-20 °C om sommeren. Ved Torungen utenfor Arendal er månedsmidlene for februar og august henholdsvis 1.9 °C og 17.1 °C (Oug et al. 1992). Temperaturen i dypvannet varierer betydelig mindre og ligger på 5.5-7.5 °C gjennom året.

Strømsystemene i Skagerrak følger oftest et mot-klokken sirkulasjonsmønster med inngående strøm i syd langs Jylland og utgående strøm i nord ved norskekysten. Gjennomsnittlige strømhastigheter er 10-25 cm/s (0.2-0.5 knop), men strømhastigheter mer enn 50 cm/s (1 knop) er ikke uvanlig (SFT 1993 NS8). I volum for de øvre 50 m er den vanlige vannføringen vestover rundt 250 m<sup>3</sup>/s (Jan Aure, Havforskningsinstituttet, pers. med.). Om man regner at dette vannet inneholder 10 µmol total nitrogen og 0,6 µmol total fosfor pr. liter fører kyststrømmen henholdsvis ca 1 100 000 tonn nitrogen og 145 000 tonn fosfor pr. år. En grov beregning antyder at kyststrømmen på strekningen Svenskegrensen - Kristiansand kan "trekke opp" fra dypet ca 500 000 tonn nitrat og 94 000 tonn fosfat pr. år (Thaulow et al. 1990). I overflatelaget kan imidlertid strømretningen skifte fullstendig under påvirkning av vind og lufttrykk. Sterk vestlig vind kan blokkere hovedstrømmen og føre til oppstuvning av overflatevann i indre Skagerrak. Et karakteristisk trekk ved overflatesirkulasjonen i Skagerrak er derfor avvekslende oppstuvning og ut-transport av vannmasser styrt av fremherskende vinder (Aure og Sætre 1981).

I terskelfjordene og i bassenger i skjærgården vil dypvannet kunne fornyes når tungt dypvann med høy saltholdighet fra utsiden bringes inn over tersklene. Dette skjer hyppigst om vinteren når dypvannet i Skagerrak kommer nærmest mot overflaten. Sterk fralandsvind, f.eks. nordvest, som driver kystvannet ut fra kysten har stor betydning for å 'løfte' dypvannet og bidra til utskiftningene. Hvor omfattende og hyppige utskiftningene blir, avhenger av terskeldyp og lokale topografiske forhold i området. I de

mest avstengte fjordene kan det gå mange år mellom hver gang dypvannet fornyes (Bøhle et al. 1989). I disse fjordene forbrukes alt oksygen i dypvannet ved naturlige nedbrytningsprosesser og hydrogensulfid utvikles. Siste gang det var omfattende dypvannsutskiftninger i fjordene på Sørlandet var vinteren 1989. I Isefjærfjorden i Høvåg ble det da rapportert om misfarget vann og dødelighet av fisk og gruntvannsorganismer under utskiftningen (Bøhle et al. 1990a, Oug 1992).

Tidevannsforskjellen i Skagerrak er liten ( $< 25$  cm). Lufttrykk og vindforhold er mer bestemmende for vannstanden slik at det kan være lange perioder med lavvann eller høyvann avhengig av værforholdene. Islegging forekommer i enkelte vintre. Tall basert på perioden 1963-1979 viser at sannsynligheten for isdannelse lå på over 25 % i januar, februar og mars. Gjennomsnittlig antall isdager for isvintre var 50 dager (Oug et al. 1992).

## 2. MÅL OG FAGLIG INNHOLD I MILJØ- OG RESIPIENTUNDERSØKELSER

### 2.1. Generelt om undersøkelsene

Undersøkelser i fjorder og kystfarvann kan grovt sett inndeles i miljøundersøkelser, hvor målet er å karakterisere eller overvåke miljøforholdene, og ressursundersøkelser, slik som kartlegging av kommersielle fiskebestander, matskjell, tareskog og skjellsand. I dette prosjektet har det vært nødvendig å sette et skille mellom disse kategoriene. Miljø og ressurser henger imidlertid nært sammen. Alle levende ressurser er avhengig av et godt miljø i området der de finnes. Omvendt kan utnytting av enkelte ressurser påvirke miljøet. Ved spørsmål om bruk og vern av områder må miljø og ressurser omhandles samlet.

En resipient er en mottager av stoffer fra utslipp. Når utslippene omfatter forurensende og/eller miljøfremmede stoffer, påføres resipienten en belastning, men det betyr ikke nødvendigvis at resipienten er forurenset eller skadelidende. Målet for miljøarbeidet i dag vil nettopp være å sørge for at konsekvensene av utslipp vil være minst mulig, både lokalt der utslippet finner sted, og i et større område omkring hvor forurensningene blir spredt med vanntransport. Undersøkelsene i resipientene skal nettopp vise om resipientene tar skade av utslippene, eventuelt vurdere resipientens kapasitet til å ta imot utslipp uten at det oppstår negative effekter, samt avdekke eventuelle forandringer i resipienten der det gjøres endringer i utslippene.

### 2.2. Mål for undersøkelsene

Svært mange miljø- og resipientundersøkelser er rettet mot forvaltningsmessige problemstillinger. Undersøkelsene må imidlertid gjennomføres på et rent vitenskapelig grunnlag med klare krav til opplegg og gjennomføring. Dette er for å sikre påliteligheten i de konklusjoner en kommer fram til. Dessuten er det viktig at undersøkelsene bidrar til å øke den samlede kunnskap om vannforekomstene og mulige virkninger av forurensninger. Hver enkelt undersøkelse, selv om den er gjennomført enkeltstående, vil derved bidra til økt kunnskap og erfaringsgrunnlag. Ikke minst for kommunal forvaltning er det viktig med økt kunnskap om lokale forhold.

Det kan stilles opp ulike mål for miljø- og resipientundersøkelser alt etter hvilke problemstillinger som er aktuelle:

- beskrive tilstand i vannforekomstene
- overvåke forandringer i vannforekomstene over tid
- gi anbefalinger for utslippsarrangement og tekniske løsninger
- være veiledende for forvaltning og bruk av vannforekomstene

I mange undersøkelser vil det ene momentet gripe inn i det andre. Rent faglig vil det overordnede mål ved undersøkelser være avgjørende for innhold, gjennomføring og valg av måleparametre.

### 2.3. Beskrivelse av tilstand

Naturtilstanden er forskjellig fra vannforekomst til vannforekomst. Det er flere naturlige forhold som f.eks. topografi, vannutskiftning og ferskvannstilførsel som bestemmer tilstanden uavhengig av menneskelig aktivitet. I mange terskelfjorder på Sørlandet er det råttent bunnvann som følge av at

vannutskiftningen er for liten til å fornye oksygenet som forbrukes ved naturlige nedbrytningsprosesser. Menneskelig påvirkning kommer i tillegg, slik at tilstanden, som den observeres, er en sum av naturlige og menneskebetingede forhold. Alt etter naturforholdene kan en resipient tåle mye eller lite menneskebetingede tilførsler før negative konsekvenser opptrer.

SFT har utviklet et system for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (SFT 1993 a, b). I dette systemet klassifiseres tilstanden etter et sett av kriterier i fem klasser. Ved å fastsette en forventet normaltilstand for vannforekomsten kan man anslå grad av eventuell forurensning i forekomsten. Systemet skal være et hjelpemiddel ved fastsettelse av miljømål for tiltak mot forurensninger.

Det er en rekke parametre som kan være aktuelle å måle ved beskrivelse av tilstand. De mest brukte er vannfysiske (saltholdighet, temperatur), vannkjemiske (næringssalter, oksygen), sedimentforhold (kornfordeling, organisk karbon), biologi (flora/fauna-sammensetning, artsmangfold) og forurensningskomponenter (miljøgifter, tarmbakterier). Grovt sett er fysiske, kjemiske og sedimentologiske parametre enklest å prøveta og måle. Undersøkelser av miljøgifter og biologi er ofte mer ressurskrevende. Analysene av prøvene kan være svært kostbare og opparbeidelsen kan ta lang tid.

Direkte målinger av forurensningskomponenter og næringssalter i resipientene kan gi informasjon om nivåer og spredningmønstre. Særlig er dette aktuelt for miljøgifter og andre miljøfremmede stoffer hvor konsentrasjonene kan reflektere belastningen på resipientene. Målingene danner også grunnlag for næringsmiddelhygieniske anbefalinger. I en del tilfeller vil også slike målinger kunne vise om en type forurensning i det hele tatt er tilstede, f.eks. tarmbakterier, som indikator på kloakktilførsler, og spesielle miljøgifter. For næringssalter og organiske komponenter er forholdene mer kompliserte fordi disse raskt omsettes i de biologiske systemene. Målingene kan vise om det er konsentrasjoner utover det som er normalt i resipientene, men som oftest må det måles regelmessig over tid for å dokumentere forandringer som kan tilskrives lokale tilførsler.

Undersøkelsene tar i mange tilfeller også sikte på å beskrive virkningene av utslippene. Spesielt er dette aktuelt for utslipp av næringssalter og organisk stoff hvor forurensningen ligger i overbelastning av de biologiske systemene. Ved disse undersøkelsene settes fokus mer på 'respons'-parametre som oksygenforbruk i vannmassene og forandringer i dyre- og planteliv. De fleste biologiundersøkelsene gir beskrivelser av flora og fauna og sammenligner med upåvirkete områder eller generelle 'standarder' for artssammensetning og artsmangfold. Alle undersøkelser av resipienter for kommunalt avløpsvann og industri/landbruk med utslipp av næringssalter og organisk stoff, vil inkludere biologiske parametre. Et parallelt forhold finnes ved utslipp av finpartikulært materiale som steinstøv og mudringsmasser. Dette er materiale som i seg selv er ufarlig, men som kan gi negative virkninger gjennom påvirkning av de biologiske systemene.

Generelt er det ved resipientundersøkelser en stadig avveining om hvor fokus skal plasseres - måling av komponenter og nivåer eller registrering av virkninger. Slik rutinen er i dag, er det mest aktuelt å måle for nivåer når det gjelder miljøgifter, mens det måles for virkninger når det gjelder organiske utslipp. I miljøarbeidet blir det imidlertid stilt stadig flere spørsmål også ved virkningene av miljøgiftene for de naturlige systemene. Dette kan føre til nye faglige vinklinger og utvikling av nye teknikker for resipientundersøkelser av miljøgifter i fremtiden.

## 2.4. Overvåking

Overvåking er en naturlig videreføring av beskrivelse av tilstand. Man vil måtte gjøre de samme avveininger mellom måling av komponenter eller registrering av virkninger, men ved overvåking må presisjonen i registreringene økes. Dette kreves fordi selv små forandringer i tilstanden kan være betydningsfulle. Spesielt der overvåkingen skal danne grunnlag for tiltak, er det viktig å kunne

registrere så små endringer i miljøtilstanden som overhodet mulig for å kunne sette i verk tiltakene i rett tid.

Ved overvåking er det derfor nødvendig å kjenne naturlig variasjon i måleparametrene slik at utviklings-trender kan skilles fra naturgitte svingninger. Rent praktisk kreves det derfor større innsats i form av flere måleserier, flere parallellprøver eller større enkeltprøver for de valgte parametrene enn hva som er nødvendig for tilstandsbeskrivelser. På den annen side kan det velges færre parametre. Ved overvåking er det kanskje mest viktig å velge parametre hvor man har gode bakgrunnsdata og relevant sammenligningsgrunnlag fra andre områder.

Ved overvåking av virkningene av kommunalt avløpsvann har bløtbunnsfauna stått sentralt i en rekke år. Dette fordi bunnfauna har vist seg å være en følsom parameter, faunaens respons kan graderes i forhold til belastningen og forandringene kan vurderes mot naturlige svingninger. Ikke minst er det også av betydning at man har omfattende erfaring med bløtbunnsfauna for beskrivelse av tilstand og overvåking. Dette er i dag et av de viktige argumentene for fortsatt bruk av bunnfauna sammenlignet med andre parametre. Flora og fauna på hardbunn på grunt vann reagerer på lignende måte, men har ikke vært like meget brukt. Innen forskningen forsøkes det stadig å finne enklere målbare parametre for overvåking (f.eks. innen sedimentkjemi, fototeknikker, respons hos enkeltarter), men ingen av disse forsøkene har gitt noe gjennomslag til nå.

## 2.5. Resipientkapasitet, utslipp og tekniske løsninger

I resipienter hvor det planlegges nye utslipp eller hvor det skal gjøres endringer i eksisterende anlegg, blir det spørsmål om hvor mye resipienten kan tåle. Dette kan gjøres ved å beregne resipientens kapasitet for det aktuelle utslipp. Dette har vært et aktuelt tema både for kommunalt avløpsvann og for fiskeoppdrett. Slike beregninger er veiledende for fastsettelse av rensekrav, eller om det i det hele tatt kan tillates utslipp i et gitt område.

På basis av en tilstandsbeskrivelse, f. eks. basert på bunnfauna, bunnsedimenter og oksygeninnhold i vannmassene, kan man få et generelt inntrykk av resipientens tåleevne. I mer kritiske tilfeller vil det være aktuelt å beregne resipientens kapasitet. Slike beregninger gjøres i hovedsak ut fra hydrografiske/-fysiske parametre (strøm, vannmassefordeling) og bygger på målinger av saltholdighet, temperatur og strømforhold. I enkelte tilfeller er også oksygen en god parameter. Det finnes også utviklet generelle matematiske modeller for beregning av resipientkapasitet.

I alle resipienter blir det også spørsmål om å finne det best egnede sted og dyp for utslipp. Ved kommunale utslipp er det et mål å plassere utslippet neddykket og slik at avløpsvannet innblandes i vannmasser som sirkulerer fritt uten å trenge gjennom til overflaten. I mange tilfeller vil bruk av diffusor kunne lette innblandingen av avløpsvannet. Det finnes i dag enkle matematiske modeller som beskriver innblandingen av avløpsvannet basert på hydrografiske målinger i resipienten. Kombinert med strømmålinger kan slike beregninger gi god informasjon om innblanding, fordeling og transport av avløpsvannet.

## 2.6. Veiledning for planlegging

Bruk av kystsonen og utnytting av kystressurser øker stadig. Dette presser fram et behov for en formåltjenlig forvaltning av kystområdene. Man kan bli nødt til å velge om et sjøområde skal anvendes for næringsvirksomhet, brukes som resipient for avløpsvann eller sikres for friluftsfornål. Det bør være et utgangspunkt at det legges vekt på de naturgitte forholdene ved slike avgjørelser. Undersøkelser som kombinerer topografi, vannmasser, bunnforhold og flora/fauna gir veiledende informasjon om forvaltning og bruk.

I forbindelse med havbruksvirksomheten har det vært gjennomført egne undersøkelser (såkalte egnethetsundersøkelser) for å bestemme aktuelle lokaliteters kvaliteter for oppdrett. Disse undersøkelsene har variert fra svært grove overslag, som stort sett har bygd på kartinformasjon og generell hydrografi, til detaljerte resipientvurderinger med kapasitetsberegninger. I annet planarbeid synes informasjon om vannforekomstene i mindre grad å være brukt.

Ofte vil det oppstå konflikter omkring ressurser dersom et område tenkes utnyttet eller vernet. En kombinasjon av ressurskartlegging og miljøundersøkelser vil kunne belyse hvor viktige ressursene er i en større sammenheng. Det lar seg heller ikke gjøre å trekke noen klar grense mellom ressurs- og miljøundersøkelser i slike tilfeller.

## **2.7. De viktigste parametre i miljø- og resipientundersøkelser**

### **2.7.1. Tilførsler**

Mengden tilførsler til resipienter kan beregnes for en rekke ulike komponenter. De mest aktuelle er næringssalter, organisk stoff og miljøgifter.

Næringssalter og organisk stoff tilføres både naturlig og gjennom menneskelig virksomhet. Viktige kilder er kommunalt avløpsvann, landbruk, industri, fiskeoppdrett, nedbør og generell avrenning fra landområder (Erga et al. 1990). Tilførslene kommer ut i resipientene både som direkte utslipp (kommunalt og industrielt avløpsvann) og via elver. Resipienter med stor ferskvannstilrenning har ofte sammensatte problemer.

For alle kystområdene på Sørlandet er det i forbindelse med arbeidet med Nordsjøavtalen utarbeidet oversikter over tilførsler av næringssalter (nitrogen og fosfor). Beregningene bygger dels på bruk av normtall (for befolkning og landarealer) og dels på målinger av tilførsler. Beregningene er basert på en modell som er utviklet i forbindelse med Nordsjøplanen (Tjomsland og Ibrekk 1992). Normtallene kan forandres over tid. Dette skyldes både faktiske endringer, f.eks. gjødselbruk i landbruket, og bedret grunnlag for å fastsette normtall. Oppdaterte normtall er gitt av Holtan og Åstebøl (1990).

For tilførsler av miljøgifter finnes det også endel informasjon. Alle større bedrifter og annen virksomhet med forurensende utslipp er av SFT pålagt overvåking og kontroll. Mange miljøgifter kommer også inn i det kommunale avløpsvannet fra småindustri, verksteder, søppelfyllinger etc. knyttet til det kommunale avløpsnett. Men miljøgifter kan også tilføres uten at det er klare kilder tilstede. For eksempel kan PAH og klororganiske forbindelser stamme fra generelle forbrenningsprosesser, veitrafikk eller tilføres som langtransporterte forurensninger i luft eller med havstrømmer. I en del tilfeller kan også utlekking fra gammelt tungt forurenset industriavfall være en sekundær kilde til forurensning.

### **2.7.2. Hydrografi og hydrokjemi**

#### *Hydrografiske parametre*

Med hydrografiske parametre menes i alminnelighet de fysiske forhold som temperatur og saltholdighet og avledede parametre som tetthet og strøm. Oksygen vil av mange også grupperes som en hydrografisk parameter, men blir her behandlet under hydrokjemi. Temperatur og saltholdighet er de mest brukte parametre til å karakterisere vannmasser. For eksempel har Aure et. al (1993b) inndelt vannmassene langs kysten av Skagerrak slik:

- \* Brakkvann med saltholdighet mindre enn 25 PSU
- \* Skagerrak kystvann med saltholdighet 25 - 32 PSU
- \* Skagerrakvann - øvre med saltholdighet 32 - 34,5 PSU
- \* Skagerrakvann- nedre med saltholdighet 34,5 - 35 PSU
- \* Atlantisk vann med saltholdighet høyere enn 35 PSU

Målinger av temperatur- og saltholdighet kan med andre ord fortelle hva slags vanntyper som preger et område.

Temperatur- og saltholdighetsdata kan også brukes til å vurdere vannbevegelser og sirkulasjonsforhold. I terskelfjorder og bassenger med avstengt dypvann er slike målinger påkrevd for å karakterisere vannutskiftninger. I åpne resipienter beskrives vannbevegelsene bedre ved strømmålinger, men temperatur- og saltholdighetsdata er viktige støtteparametre. Temperatur og saltholdighet måles idag mest med sonder som registrerer data hele veien mens de senkes fra overflaten til like over bunnen.

### *Hydrokjemiske parametre*

Med hydrokjemiske parametre menes i første rekke de uorganiske næringssaltene som fosfat, ammonium, nitrat, nitritt og silikat, men andre forbindelser eller former av disse stoffene grupperes vanligvis også under hydrokjemiske parametre. Slike kan være urea, aminosyrer, ulike metaller/mineraler, oppløst organisk fosfor, oppløst organisk nitrogen, totalt fosfor, totalt nitrogen og partikulært fosfor, nitrogen og karbon. Noen av disse parametre er langt vanligere enn andre å ha med i undersøkelser. Oksygen og klorofyll blir også ofte inkludert blant de hydrokjemiske parametre. I denne rapporten vil klorofyll bli behandlet under plankton.

Hydrokjemiske målinger brukes i første rekke til å beskrive næringsforholdene i sjøen. Man kan finne ut om parametrene ligger innenfor det typiske/normale eller om de avviker fra det typiske. Om vinteren, når det er lite plankton og lav biologisk aktivitet i vannmassene, er de uorganiske næringssaltene relativt konservative parametre. De kan da også brukes til å karakterisere vannmasser i tillegg til temperatur og saltholdighet. Hydrokjemiske målinger gjøres oftest på vannprøver som er tatt fra bestemte dyp ved hjelp av vannhentere, og det krever nøyaktig analysearbeid i laboratoriet etterpå.

Oksygen kan idag måles med sonder som senkes i sjøen. Fortsatt er imidlertid målinger på vannprøver det vanligste. Oksygen forteller noe om fotosyntese i de øvre vannlag. I terskelfjorder og dypbassenger er oksygen en utsagnskraftig parameter til å beskrive graden av stagnasjon i dypvannet. Fra oksygenforbruket i stående vannmasser kan graden av organisk belastning beregnes.

### **2.7.3. Plankton**

Plankton er betegnelsen på planter og dyr som svever fritt i sjøen uten betydelig egenbevegelse. De er derved henvist til å følge vannmassenes bevegelser. Noen kan imidlertid svømme såpass i vertikal retning at de overskrider hastigheten til den vertikale omrøringen i sjøen. Disse kan derved opptre i tette bestander i overflaten eller i spesielle sjikt i dypet. Planteplankton er mikroskopisk små, oftest encellede planter, som bare kan vokse når de får nok lys. I Skagerrak vil det grovt sett si når de svever grunnere enn ca 30m. De representerer et stort mangfold av arter, hvor mange av de minste enda ikke er oppdaget og beskrevet i litteraturen. Som gruppe er de først og fremst havets "gress", mat for de planteetende dyra i sjøen eller basis for havets rike næringsnett. Noen få typer av planteplankton kan være lite populære som mat, og noen kan til og med inneholde giftstoffer.

Man kan få vite noe om mengden planteplankton ved å måle klorofyll, andre pigmenter eller partikulært karbon, men det beste bildet av planteplanktonet får man ved undersøkelser av vannprøver i mikroskop. Mengden og sammensetningen av planteplankton i sjøen kan nyttes til å vurdere tilstanden, om den er "normal" eller ikke. Dette er tidkrevende analyser og de naturlige variasjoner i Skagerrak er store. Klorofyll kan idag måles med sonder som senkes i sjøen. Klorofyllinnholdet forteller noe om produksjonen i de øvre vannlag.

Gruppen dyreplankton rommer fra mikroskopisk små, encellede former til store flercellede dyr, f.eks. maneter. Det er foretatt relativt få undersøkelser av dyreplankton i sjøen sammenlignet med hydrografiske/hydrokjemiske målinger og undersøkelser av planteplankton. Dette skyldes at dyreplankton er en høyst uensartet gruppe, som metodisk er svært vanskelig å studere på en helhetlig måte. Moderne forskning har imidlertid vist at de små formene, protozoer og heterotrofe flagellater sammen med bakteriene spiller en viktig økologisk rolle i sjøen. Man har de senere år innført termen "mikrobiell sløyfe" (microbial loop) med hensyn på den rollen de spiller i næringsnettet. Bakterier har også, bortsett fra de siste ca 10 årene, vært en lite kjent og undervurdert gruppe i havets frie vannmasser.

#### **2.7.4. Bløtbunnsfauna**

Undersøkelser av faunaen i bløte bunnsedimenter (mudderbunn) inngår i svært mange resipientundersøkelser hvor man ønsker å beskrive tilstanden eller foreta overvåking. Primærdata som opparbeides ved prøvetakingen, er fortegnelser over arter og angivelser av artenes individtall på de enkelte prøvetakingslokalitetene. Ut fra dette karakteriseres miljøtilstand og eventuell påvirkning av forurensninger. Prøvene tas vanligvis med bunngrabb, slede eller skrape. Grabber er mest brukt fordi de har en fast åpning og tar prøver fra et like stort bunnareal (vanligvis 0.1 m<sup>2</sup>) hver gang. I mange av analysene er det nødvendig å operere med slike 'kvantitative' data, dvs. at artstall og individtall kan relateres til kjente bunnsflater. Undersøkelsene begrenses til såkalt 'makrofauna' - arter større enn 1 mm. Dette er en praktisk grense som er satt ut fra at prøvene siktes på sifter med 1 mm hullåpning.

Under normale og gode miljøforhold vil mange arter finne livsbetingelser og være representert i prøvene. Det vil også være et typisk mønster i mengdefordelingen mellom dominerende og sjeldne arter. Ved forurensning eller ugunstige miljøforhold vil færre arter kunne klare seg, men enkelte tolerante arter kan bli begunstiget og forekomme i store tettheter. Påvirkninger gir seg derfor utslag både på artssammensetning og i individfordelingen mellom artene. Den totale sammensetningen av arter og artenes individtall ('samfunn') på en lokalitet gir derved indirekte informasjon om miljøforholdene på stedet.

Det er utviklet en rekke tallbehandlingsmetoder for å beskrive bløtbunnsamfunnets struktur og sammensetning. De mest brukte er såkalte diversitetsmål/-indekser og samfunnsanalyser. Ved diversitetsmålene søker man å karakterisere samfunnet på de enkelte lokalitetene, mens man ved samfunnsanalysene søker å sammenligne faunaen på flere lokaliteter samtidig. For de mest brukte diversitetsmålene er det laget en klassifikasjon med fastsatte grenseverdier til å angi forurensningsgrad (SFT 1993 d, e). Det har også vært forsøkt å lage og skalere indekser basert på forekomst av arter med kjente miljøkrav (Rygg 1986, Wikander og Rygg 1986).

Undersøkelsene av bløtbunnsfauna omfatter vanligvis de dypeste områdene av resipienten. Der gjenspeiles eventuell belastning fra de høyere vannlag, sedimentering og akkumulering av organisk materiale, oksygenvikt, strømforhold ved bunnen og graden av vannutskiftning (Wikander og Rygg 1986). For høy organisk belastning vil først komme til syne i dypområder og forsenkninger av bunnen, som således representerer de mest følsomme delene av resipienten. Studier av bløtbunnsamfunn har først og fremst vist seg egnet til å karakterisere organisk belastning. Bløtbunnsamfunn har også vært



brukt ved andre miljøproblemer, men f.eks. ved miljøgifter er sammenhengen mellom belastning og faunarespons mindre klar.

Bløtbunnsamfunnene er forholdsvis stabile over tid. Som oftest er det nok med bare en prøveinnsamling for å få et representativt bilde av tilstanden. Ved overvåking kan det være tilstrekkelig med prøvetaking med flere års mellomrom. Noe sesongvariasjoner og naturgitte forandringer fra år til år vil det imidlertid være i artenes forekomst. Ved kritisk overvåking er det derfor nødvendig å kjenne naturlig variasjon for å gi en presis tolkning av forandringene i et undersøkelsesområde.

### 2.7.5. Hardbunnsamfunn

Undersøkelser av organismer på hardbunn (fast fjell og stein) inngår tilsvarende som, og ofte parallelt med, undersøkelser av bløtbunnsfauna ved tilstandsbeskrivelse og overvåking. Undersøkelsene baserer seg på visuelle observasjoner, fotografering og prøvetaking ved dykking av både alger og dyr. Dybdeintervallet er fra fjæra og nedover til 25-30 m, som er nedre grense for praktisk gjennomføring med dykker. I mange tilfeller gjennomføres bare undersøkelser i fjæra, som er langt mindre ressurskrevende enn dykkerundersøkelser.

Ved undersøkelsene registreres både arter og mengdefordeling. De mest brukte teknikkene er såkalt 'semikvantitative' - dvs. at artenes mengde blir angitt etter en enkel, subjektiv skala. Registreringene kan gjøres innenfor oppmerkede ruter (ruteanalyser), over nærmere angitte strekninger (f. eks. 50 m av stranden) eller langs utlagte linjer (transektanalyser). Ved 'kvantitative' registreringer blir derimot artenes mengde gitt ved måltall, vanligvis prosent av bunnsflaten som artene dekker (dekningsgrad), innenfor faste ruter. Kvantitative registreringer er langt mer innsatskrevende enn semikvantitative, men kan gi svært presise overvåkingsdata. Rutene kan avmerkes på fjellet slik at samme prøveflate undersøkes hver gang. Det er heller ikke nødvendig å fjerne organismer eller foreta inngrep i rutene slik at organismsamfunnet ikke er utsatt for noen forstyrrelser.

Hardbunnsamfunnene reagerer på forurensninger og forstyrrelser ved å få nedsatt artstall og forandringer i mengdeforhold mellom dominerende arter og hovedgrupper. Diversitetsmål og samfunnsanalyser brukes derfor til å karakterisere samfunnene på tilsvarende måte som for bløtbunnsfauna. Videre settes det ofte opp forholdstall mellom rød-, brun-, og grønnsalg som kan tjene som indikator på eutrofiering (Bokn 1978).

Sammenhengen mellom forurensningspåvirkning og samfunnsrespons er imidlertid ikke like godt kjent som for bløtbunnsfauna. Det er derfor til nå ikke utarbeidet noen klassifikasjon for gradering av tilstand basert på hardbunnsamfunn. Det er også en ulempe at samfunnene forandrer seg mye ved naturlige forhold som f.eks. ferskvannstilrenning og grad av bølgeeksponering. Dette kan i de enkelte undersøkelsene utlignes ved å velge prøvetakingslokaliteter med standardiserte betingelser, men ofte lar det seg ikke gjøre å finne mange tilstrekkelig like lokaliteter i større undersøkelser.

Hardbunnsamfunnene responderer naturligvis på forholdene i overflatevannet i resipienten. Mest tydelig er påvirkningene fra næringssalter, organisk stoff og partikulært materiale. Trolig er det også reaksjoner på miljøgifter, men mindre er kjent om dette. Respons hos enkeltarter er imidlertid godt kjent hos sentrale organismegrupper som skjell, snegl og alger. Det arbeides derfor mye med å klargjøre om fysiologiske forhold, reproduksjon, vekst eller andre artsegenskaper kan benyttes for overvåking av spesifikke miljøforhold i resipientene.

### 2.7.6. Hygieniske forhold og badevannskriterier

Både hygieniske og estetiske forhold avgjør om et badevann er godt eller ikke. Vann som er påvirket av flytestoffer, uønskede bunnnavleiringer, høyt partikkelinnhold, uønsket farge, smak eller uønsket akvatisk liv (f.eks. algeoppblomstringer) er ikke estetisk tilfredsstillende. Helsemyndighetene har i tillegg satt krav til innholdet av tarmbakterier i vannet for å hindre sykdomsoverføring ved bading (Statens Helsetilsyn, 1994). Tarmbakterier kan forekomme i stort antall ved kloakkutslipp. Ved vurdering av badevann er det de hygieniske forholdene som er viktigst og som skal telle mest.

Som indikatorer på tarmbakterier fra kloakkpåvirkning brukes *termotolerante koliforme bakterier* (TKB), og i noen tilfeller *fekale streptococcer*. Den vanligste termotolerante koliforme bakterien er *Escherichia coli*, som forekommer i store mengder i menneskets tarmkanal, og som ikke formerer seg i sjøvann. *E. coli* er ikke sykdomsfremkallende, men brukes som indikator på fekal forurensning fordi de hyppigst forekommende patogene bakteriene har samme eller dårligere evne til å overleve i resipientvann enn *E. coli* (SFT 1994b).

Ved vurdering av badevannskvalitet tas bakterieprøver (TKB) fra overflatelaget en gang i uken gjennom hele badesesongen og analyseres i henhold til Norsk standard. Vurdering av den normale hygieniske vannkvaliteten på badeplassen bør baseres på serier av minst 10 ulike enkeltprøver spredd over badesesongen, de siste 1-2 år (Statens Helsetilsyn, 1994).

I tillegg til tarmbakterier kan blant annet siktedyp og innhold av næringssalter og organisk stoff brukes som vurderingsgrunnlag for badevannskvaliteten (SFT 1994b).

### 2.7.7. Miljøgifter

Med miljøgifter menes stoffer med en eller flere av følgende egenskaper: høy akutt giftighet, kronisk giftighet, markert tendens til oppkonsentrering i organismer (i enkeltorganismer og gjennom næringskjeder) og utpreget bestandighet mot nedbrytningsprosesser (SFT 1993c). Miljøgifter omfatter både metaller, fluorid og organiske stoffer. De mest aktuelle metallene omfatter kvikksølv, bly, kadmium, kobber og sink. De organiske stoffene omfatter en rekke tildels komplekse forbindelser. De deles gjerne i tjærestoffer (PAH) og klororganiske forbindelser (PCB; dioxiner/furaner). PAH er et tjærestoff som dannes ved ufullstendig forbrenning av organisk materiale. PCB er syntetiske organiske forbindelser som finnes bl.a. i transformatorolje, kondensatorvæske, tilsetningsstoffer i maling etc.

I resipientene måles miljøgiftene i vann, bunnsedimenter eller i organismer. Prøver av bunnsedimentene blir gjerne tatt på samme lokaliteter som bunnfauna og omfatter de dypeste områdene av resipienten. Mange av miljøgiftene er bundet til partikler og vil derfor bunnfelle i områder med høy partikkelsedimentasjon. Overvåking av miljøgifter i organismer omfatter for det meste gruntvannsorganismer som blåskjell, O-skjell, tang, krabbe og fisk. Flere av artene er kommersielt viktige eller fanges av hobbyfiskere. Resultatene av målingene kan gi grunnlag for å advare mot konsum av fisk og skaldyr, samt sette restriksjoner for fiske og akvakultur i de mest belastede områdene.

De største miljøgiftproblemer i norske kystfarvann er forårsaket av industriutslipp. Gamle industriresipienter er derfor typisk de områder hvor man finner de høyeste konsentrasjonene. De fleste miljøgifter vil imidlertid også kunne påvises i uforurensede områder. Generelt lave konsentrasjoner, som bare kan tilskrives langtransportert spredning eller som følge av at forbindelsene også forekommer naturlig, betegnes som 'bakgrunn'. Det er imidlertid ikke uten videre enkelt å fastsette grenseverdier for hva som er 'naturlig bakgrunnsnivå' for de ulike komponentene, dels fordi datagrunnlaget kan være utilstrekkelig og dels fordi kunnskapen om spredning og omsetning i miljøet ikke er god nok. Knutzen og Skei (1990) gir en omfattende diskusjon av denne problematikken.

## 3. TIDLIGERE UNDERSØKELSER OG MILJØSTATUS I AUST-AGDER

### 3.1. Større regionale undersøkelser

Enkelte undersøkelser dekker mer eller mindre store geografiske områder, som flere kommuner eller fylker. Slike regionale undersøkelser har ofte utgangspunkt i problemstillinger utover de rent lokale forholdene, og er viktige i overvåkingssammenheng. De er også viktige som sammenligningsgrunnlag for lokale undersøkelser. Nedenfor er de viktigste regionale undersøkelser i Aust-Agder nærmere omtalt. Oversiktsrapporter og sammenstillinger er også ført opp. Sammenfattende data om undersøkelserne er gitt i Tabell 1. De regionale undersøkelserne er også omtalt under hver kommune.

#### Utførte undersøkelser

##### *Undersøkelse av egnethet for havbruk*

I 1985 og 1986 ble utvalgte områder og lokaliteter i hele Aust-Agder evaluert med hensyn på egnethet for havbruksaktiviteter. Undersøkelsen omfattet både miljøet i de frie vannmassene og bunnfauna-analyser. HFF hadde ansvaret for den hydrografiske delen (Dahl og Danielssen 1987) og NIVA Sørlandsavdelingen hadde ansvaret for bløtbunnsundersøkelsene (Wikander 1986b). Prøvene av bunnfauna ble tatt med en Petersen's bunngrabb og opparbeidet kvantitativt. Overflatesedimentet i prøvene ble analysert for organisk innhold (TOC, tot-N, tot-P).

##### *Chrysochromulina-oppblomstringen i 1988*

Våren 1988 var det en kraftig oppblomstring av den giftige planktonalgen *Chrysochromulina polylepis* langs Skagerrak-kysten. Oppblomstringen forårsaket store skader på fisk og bunndyr, og flere institusjoner engasjerte seg i undersøkelser som dekket både planktonalgens biologi, oppblomstringens spredningsmønster, skadenes omfang og gjenvekst av de skadete organismesamfunnene.

NIVA utførte i 1988 og 1989 flere undersøkelser for å kartlegge skadeomfanget av algeoppblomstringen på naturlige organismesamfunn på hard- og bløtbunn og beskev gjenoppbyggingen i tiden etterpå. Undersøkelsene ble gjennomført ved dykking på hardbunn og prøvetaking med grabb på bløtbunn (Berge et al. 1988 a, b, c, Wikander og Green 1988, Pedersen et al. 1989 a, b, c).

HFF (Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen) utførte i 1988, 1989 og 1990 flere dykkerundersøkelser og strandnottrekk for å registrere skader etter oppblomstringen (Gjøsæter og Johannessen 1988, Johannessen og Gjøsæter 1990, Hop et al. 1988).

Universitetet i Oslo undersøkte området Langesund til Flosta rett etter algeoppblomstringen. Bløtbunnsfauna i tidevannssone og på dypt vann ble registrert, det ble fisket med strandnot, og det ble dykket ved flere stasjoner. Undersøkelsen omfattet fem stasjoner i Aust-Agder (Edvardsen et al. 1988).

##### *Bløtbunnsfauna i utvalgte terskelfjorder*

Vinteren 1989 var det omfattende vannutskiftninger i flere terskelbassenger i Telemark, aust- og Vest-Agder. I mange fjorder og poller kom råttent bunnvann opp til overflaten og medførte dødelighet av fisk, pigghuder og skalldyr. En undersøkelse av bløtbunnsfaunaen ble gjennomført i flere utvalgte terskelfjorder for å gi nærmere beskrivelser av konsekvensene av vannutskiftningen (Oug 1992).

## **Igangværende undersøkelser/programmer**

### *'Høstundersøkelser' langs Skagerrak-kysten*

Siden 1919 har HFF foretatt regelmessige (årlige) strandnottrekk langs Skagerrakkysten i september - oktober for å studere fiskerekrutteringen (se Enersen et al. 1994, Johannessen og Sollie 1994). I den forbindelse blir det gjort enkle registreringer av vegetasjonens dekningsgrad (ålegras, tang/tare) på alle stasjonene med vannkikkert. Bunndyr som kommer med i nottrekkene blir også registrert.

Fra 1927 er også hydrografiske målinger (tempertur, saltholdighet og oksygen) tatt med i høstundersøkelsene. Tilsammen 9 stasjoner i Aust-Agder inngår i det hydrografiske stasjonsnett (Johannessen og Dahl, innsendt).

### *Hydrografisk snitt Torungen - Hirtshals*

Etter at HFF fikk nytt havgående fartøy i 1948 startet man opp med tokt fra kysten og ut i Skagerrak. Toktene ble etterhvert ganske regelmessige, opptil månedlige, og omfattet temperatur, saltholdighet og oksygenmålinger. Fra 1980 ble næringssaltene fosfat og nitrat samt klorofyll inkludert i programmet og fra 1988 også næringssaltet silikat. Oksygenmålinger har over tid bare blitt utført på vann fra 300 meter eller dypere ute i Skagerrak, men fra 1990 ble alle standarddyp og alle stasjoner inkludert i programmet. Data fra dette snittet har vært nyttet i en lang rekke rapporter og publikasjoner. Eksempel på slike med data fra Arendals-regionen er Danielssen og Dahl (1992), Dahl et al. (1987b), Dahl (1988, 1989), Anon. (1991, 1992, 1993, 1994). Snittet inngår i et internasjonalt nett av hydrografiske stasjoner, som brukes av mange land. De innerste stasjonene på dette snittet, Ærøydypet og stasjonene 1 og 5 nautiske mil utenfor Torungen gir direkte informasjon om miljøforhold i Arendals skjærgård, mens stasjonene lenger ut er nyttige for å beskrive de storstilte forhold og som referansmateriale.

### *Fylkets badevannsundersøkelse*

Hver sommer siden 1988 har bakterieinnholdet ved de mest brukte badestedene i kommunen blitt undersøkt. Prøvene tas hver uke gjennom hele badesesongen og analyseres for tarmbakterier (termostabile koliforme bakterier). Resultatene rapporteres av Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvern avdelingen.

### *Kystovervåkingsprogrammet*

Kystovervåkingsprogrammet (Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge) er et overvåkingsprogram for kyststrekningen mellom Svenskegrensa og Vestlandet (Bergen). Programmet startet i 1990 og skal gå hvert år i en periode på 10 år eller mer for å se på langtidstendenser i trofiutviklingen. Programmet inneholder både hydrokjemiske og biologiske undersøkelser. NIVA ivaretar de biologiske (hardbunnsamfunn og bløtbunnsfauna) undersøkelsene. Den hydrokjemiske delen er et samarbeid mellom Havforskningsinstituttet og NIVA. Flere faste stasjoner langs kysten av Aust-Agder blir undersøkt hvert år.

Hardbunnsundersøkelsene består av dykking, fotografering av faste flater, ruteanalyser og tareskogsanalyse. Bløtbunnsprøvene undersøkes for antall og mengde arter, og overflatesedimentet analyseres for organisk karbon (TOC) og nitrogen (TN). Både hardbunns- og bløtbunnsundersøkelsene gjennomføres årlig. I hydrografidelen blir hydrografiske og hydrokjemiske parametre målt opptil hver 14. dag. To av stasjonene er i Aust-Agder. Se egen referanseliste for Kystovervåkingsprogrammet.

## *JMP*

"Joint Monitoring Programme" er et felles europeisk overvåkingsprogram med fokus på marine forurensninger. Undersøkelsene langs Norskekysten startet i 1980 og omfatter undersøkelser av miljøgifter i sedimenter og organismer fra utvalgte områder (Green 1992, 1994). I 1990 - 1992 inngikk Arendal som et av de utvalgte JMP-områdene, og i 1991 og 1992 inngikk en stasjon ved Risør.

### *Miljøgiftnivået i norske havner.*

I 1993 og 1994 ble det tatt prøver av sedimenter, blåskjell (*Mytilus edulis*) og purpursnegl (*Nucella lapillus*) fra havnebassenger langs hele Norskekysten som en sonderende undersøkelse. Prøvene er (blir) analysert for PCB (polyklorerte bifenyler), PAH (tjærestoffer), tungmetaller (kvikksølv, kadmium, bly, kobber, sink, nikkel, krom) arsen, THC (olje) og TBT (tri-butyl-tinn). Med unntak av Tvedestrand er det tatt prøver i alle havnebassengene i Aust-Agder (Koniczny 1994b).

## **Oversikter**

### *Oversikt over undersøkte lokaliteter i kystnære farvann i Aust-Agder.*

Det er tidligere laget en oversikt over undersøkte lokaliteter i hele Aust-Agder. Oversikten oppsummerer hva som er gjort innen temaene hydrografi, planteplankton, dyreplankton, fisk, marin botanikk og bunnfaunaundersøkelser (Wikander 1986c).

### *Tilstandsvurdering av norske fjorder og kystfarvann*

I 1990 ble det gjort en tilstandsvurdering av utvalgte norske fjorder og kystområder, basert på tidligere undersøkelser. Flere områder i Aust-Agder står omtalt (Erga et al. 1990).

### *Sammenstilling av miljøgiftdata fra marine sedimenter*

En sammenstilling av all tilgjengelig miljøgiftdata fra marine sedimenter i norske kystfarvann er under utarbeidelse. Miljøtilstanden i ulike geografiske områder blir vurdert, og omfatter alle kystkommunene i Aust-Agder (Koniczny 1994a).

### *Tilførselsberegninger*

Det er gjort flere beregninger av nærings saltbidrag til sjøområdene i fylket. Beregningene omfatter både hele fylket under ett og utvalgte kyststrekninger, og dekker ulike tilførselstyper fra land (Molvær et al. 1990, Thaulow et al. 1990, Ibrekk et al. 1991).

Tabell 1. Undersøkelser, løpende programmer og tidligere utarbeidet oversikter som dekker større regionale områder. Disse undersøkelsene står også omtalt under hver enkelt kommune.

REFERANSE	LOKALITET	ÅR MND.	PARAMETRE
<b>A. Utførte undersøkelser</b>			
Dahl og Danielssen 1987	Aust-Agder		Hydrografi. Vurdering av egnethet for havbruk.
Wikander 1986b	Aust-Agder	'85 juli	Bløtbunnfauna tatt med Petersens bunngrabb. Sedimentkjemi (TOC, TN, TP). Vurdering av egnethet for havbruk. 25 lokaliteter, fordelt på alle kommunene i Aust-Agder
Berge et al. 1988a, b, c	Sør-Norge	'88 mai, juni	<i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring. 12 dykke- og 33 bløtbunnsstasjoner i fylket. Grabb-prøver (ikke alle er opparbeidet)
Edvardsen et al. 1988	Langesund - Flosta	'88 juni	<i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring. Bløtbunnsfauna i tidevannssonen og i bunn-områder (grabb og skrape), strandnot, dykk, og plankton. Totalt 17 stasjoner, hvorav 5 i Aust-Agder
Gjøsæter og Johannessen 1988	Risør, Arendal	'88 mai-juni	<i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring 17 dykke- (fauna) og 28 strandnotstasjoner
Pedersen et al. 1989c	Sør-Norge	'88 november	<i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring 16 dykkestasjoner, hvorav 3 i Aust-Agder 23 bløtbunnsstasjoner, hvorav 6 i Aust-Agder
Pedersen et al. 1989 a, b	Sør-Norge	'89 juni	<i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring 16 dykkestasjoner, hvorav 4 i Aust-Agder 13 bløtbunnsstasjoner, hvorav 6 i Aust-Agder
Hindar 1990	Aust-Agder	'89 sommer, høst	Vannkvaliteten i 37 kystnære vassdrag Målinger av pH, Al, tot-P, tot-N, NO <sub>3</sub> og NH <sub>4</sub> i 6 av vassdragene
Johannessen og Gjøsæter 1990	Risør, Tv.strand, Arendal, Grimstad, Lillesand	'89, '90	<i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring 40 stasjoner for strandnot og 29 stasjoner for dykk (bunndyr). Oversiktsdyp, transekter. Strandnotdataene er sammenlignet med tidligere funn.
Oug 1992	Aust-Agder	'89 april	Undersøkelse av bløtbunnsfaunaen i utvalgte terskelfjorder etter omfattende vannutskiftninger vinteren 1989. Prøvetaking fra 11 lokaliteter i Aust-Agder.

Tabell 1. forts.

REFERANSE	LOKALITET	ÅR MND.	PARAMETRE
<b>B. Igangværende programmer</b>			
<i>Høstundersøkelsen</i> (Enersen et al. 1994, Johannessen og Sollie 1994).	Hele fylket	1919 -...	Strandnottrekk med enkel registrering av vegetasjon (ålegras) og fauna på grunt vann med vannkikkert
<i>Høstundersøkelsen</i> (Johannessen og Dahl, innsendt)	Risør, Lillesand, Grimstad	1927-- sept/okt.	Hydrografiske målinger (temperatur, saltholdighet og oksygen) fra 9 faste stasjoner i Aust-Agder. Årlige målinger.
<i>Hydrografiske snitt</i> (se bl.a. Anon. 1994)	Torungen- Hirtshals	1949 --	Hydrografiske/kjemiske målinger (temperatur, saltholdighet, næringssalter, oksygen) på faste stasjoner i Skagerrak. Månedlige målinger.
<i>JMP</i> (Green 1992, 1994)	Norskekysten	1980 --	Undersøkelse av miljøgifter i bunnsedimenter og organismer (Hg, Cd, Cu, Pb, Zn og PCB) som en del av Oslo og Paris konvensjonen. JMP (Joint Monitoring Programme)
<i>Badevannskvalitet</i> (Fylkesmannen i Aust-Agder)	Hele fylket	1988 --	Tilsammen 44 badeplasser i Aust-Agder sjekkes for innhold av tarmbakterier hvert år. (termotabile koliforme bakterier). Prøvene tas en gang i uken gjennom badesesongen (uke 25 - 34).
<i>Kystovervåkings- programmet</i> (Aure et al. 1991,1992, 1993a, b, c, 1994 Pedersen et al. 1991, 1994a, b, c b, 1994)	Hele fylket	1990 --	Faste stasjoner mellom Svenskegrensen og Bergen. Undersøkelser av hydrografi, hardbunn og bløtbunn. <b>Hydrografi/kjemi, plankton:</b> Tilsammen 7 stasjoner, hvorav 2 stasjoner i Aust-Agder. Prøvetaking hver 14. dag/ hver Rygg 1990, 1991a, mnd. <b>Hardbunnssamfunn:</b> Tilsammen 12 dykkerstasjoner undersøkes hvert år, hvorav 3 i Aust-Agder. Tilsammen er 7 hardbunnstasjoner undersøkt i Aust-Agder. Dykketransekt 0-30 m, ruteanalyser, stereofotografering, tareskogsanalyse <b>Bløtbunnsfauna, sedimentkjemi:</b> Tilsammen 29 stasjoner mellom Hvaler og Fedje er opprettet innen dette programmet, og ca. 20 undersøkes hvert år. 8 av stasjonene ligger i Aust-Agder. Prøvene tas med en Day-grabb, 0.1 m <sup>2</sup> . TOC, TN fra alle prøvene.
<i>Miljøgifter i Norske havner</i> (Konieczny 1994b)	Norskekysten	'93, '94	Undersøkelse av miljøgiftinnholdet i norske havner. Analyser av sedimenter, blåskjell og purpursnegl. PCB, PAH, Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, As, THC, TBT.

Tabell 1. forts.

REFERANSE	LOKALITET	ÅR MND.	PARAMETRE
<b>C. Oversikter (ikke original-undersøkelser)</b>			
Wikander 1986c	Hele fylket	-	Oversikt over undersøkte lokaliteter i kystnære farvann (hydrografi, dyre- og planteplankton, fisk, benthosalger bunndyr)
Wikander 1989b	Aust-Agder	-	Omtale av eutrofisituasjonen i utvalgte områder innen alle kommunene. Ingen målinger, ingen henvisninger
Hindar et al. 1989	Aust-Agder	-	Sur nedbørs betydning for økte nitrogenbidrag til fjordområder.
Thaulow et al. 1990	Skagerrak-kysten	-	Oversikt over forurensningstilførsler og forurensningstilstanden i fjorder og kystfarvann.
Wikander 1990	Agder og Telemark	-	Systematisk oversikt over molluskfaunaen funnet på Skagerrak-kysten fra 1982 til 1990.
Erga et al. 1990	Norskekysten	-	Tilstandsvurdering av norske fjorder og kystfarvann basert på tidligere undersøkelser. Flere fjorder i Aust-Agder er vurdert. Generelt om eutrofiering og tilførsler.
Ibrekk et al. 1991	Skagerrak-kysten	-	Sammendrag av NIVA's prosjekter omkring Nordsjøplanen.
Oug et al. 1992	Skagerrak-kysten	-	Oversikt over undersøkelser av alger og dyr i strandsonen. Vurdering av fjæresonens sårbarhet for oljesøl
Konieczny 1994a	Norskekysten	-	Sammenfatning av tilgjengelige miljøgiftdata fra marine sedimenter. Vurdering av tilstandsklasser.



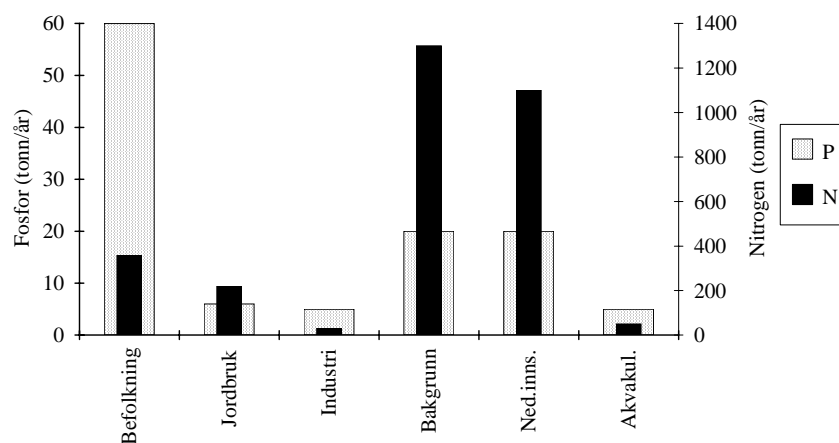
## 3.2. Generelt om miljøtilstanden i Aust-Agder

### 3.2.1. Tilførsler

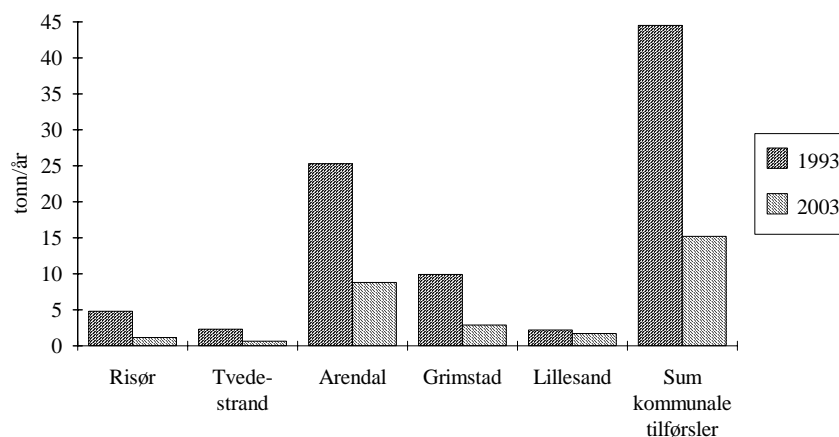
Beregninger viser at området fra svenskegrensen til Lindesnes tilføres årlig ca. 1.350 tonn fosfor og 41.200 tonn nitrogen. De største mengdene (85%) tilføres strekningen Svenskegrensen - Jomfruland. Den antropogene andelen (fra menneskelig aktivitet) av tilførslene er 1.000 tonn fosfor og 25.000 tonn nitrogen. Hovedkilden til fosfortilførslene er befolkning, mens den største kilden til nitrogen er jordbruket (Ibrekk et al. 1991).

Sjøområdene i Aust-Agder tilføres totalt ca. 111 tonn fosfor og 3010 tonn nitrogen årlig. Den største fosfortilførslen er fra befolkningen (52% av tilførselsmengdene). Resten av fosfortilførslene er fordelt på kildene bakgrunnsavrenning (17%), nedbør (17%) jordbruk (5%), industri (5%) og akvakultur (4%). Den største nitrogenkilden er bakgrunnsavrenning fra landområder (43%), og ikke jordbruk som for Skagerrak-kysten generelt. Resten av nitrogentilførslene er fordelt på kildene: nedbør (36%), befolkning (12 %), jordbruk (7%), akvakultur (2%) og industri (1%) (Figur 1) (Molvær et al. 1990, Hindar et al. 1989, Thaulow et al. 1990).

Figur 2 viser de kommunale tilførslene av fosfor fordelt på de enkelte kommunene.



Figur 1. Fosfor- og nitrogenskilder til sjøområder i Aust-Agder.



Figur 2. De kommunale utslippene av fosfor i dag og etter bygging av planlagte renseanlegg.

### 3.2.2. Tilstand

En generell oversikt over miljøtilstanden i Skagerrak, og derved også Aust-Agder, er gitt av SFT (1993 NS8). En større sammenfattende oversikt for hele Nordsjøområdet finnes i 'North Sea Quality Status Report 1993' utgitt av Oslo/Paris-kommisjonen og det internasjonale havforskningsråd (ICES) i fellesskap (OSPARCOM 1993).

#### *Næringssalter*

Data for næringssaltene nitrogen og fosfor for perioden 1971-82 har vist økende trend i sommermånedene (april - september) for vannmasser i Skagerrak med saltholdigheter > 30 PSU (SFT 1993 NS8). Generelt reflekterer høye nitrogenverdier tilførsler fra land. Nitrat har vist økende konsentrasjoner i flere av de store elvene i Nordsjøområdet, f.eks. Rhinen. Et overskudd av nitrogen er karakteristisk i vannmassene i sydlige Nordsjøen om vinteren og våren. Dette vannet transporteres via Jyllandsstrømmen inn i Skagerrak. Også norsk elvevann har høyt innhold av nitrogen og bidrar til et forhøyd nitrogeninnhold i kystområdene. Kystvannet i Aust-Agder får derfor tilførsler av næringssalter både lokalt og tilført med kyststrømmen fra indre Skagerrak, Kattegat og sydlige Nordsjøen (Erga et al 1990).

De siste års undersøkelser fra Kystovervåkingsprogrammet viser at næringsforholdene i vannmassene langs Skagerrak-kysten var noe bedre (e.g. noe lavere konsentrasjoner) i 1992 sammenlignet med observasjoner fra 1980-90 (Aure et al. 1993b). Det kan imidlertid ikke sluttes noen trend ut fra dette.

#### *Oksygen*

Hydrografi-data fra de årlige høstundersøkelsene til HFF viser en nedgang i oksygenmetning langs hele kysten, både i 10 og 30 m dyp og like over bunnen (Johannessen og Dahl innsendt). I bunnvannet har nedgangen i oksygenmetningen variert noe, med størst reduksjon på begynnelsen av 1970 tallet, mens i 10 og 30 m dyp har det vært en jevn nedgang fra midt på 60-tallet (se vedlegg).

#### *Plankton*

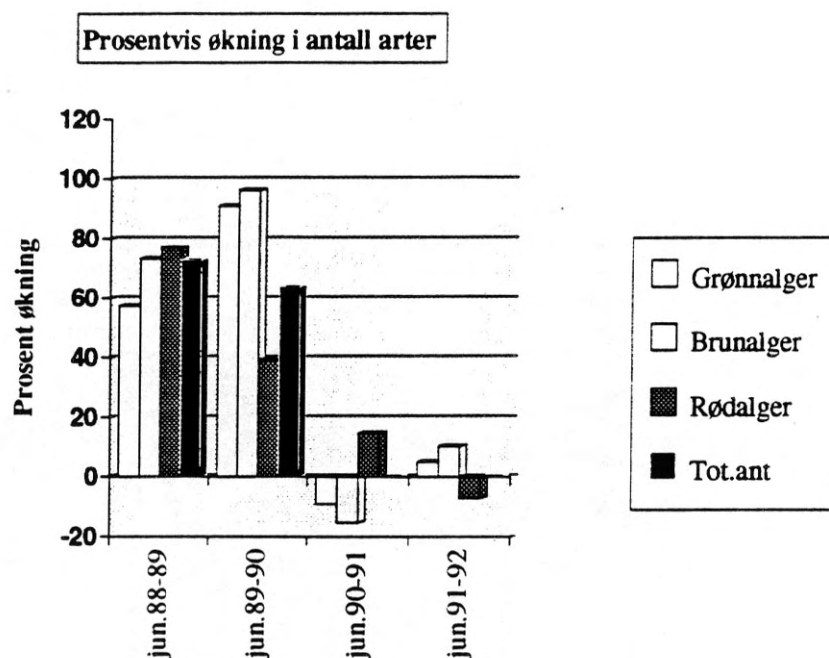
Sesongmessige oppblomstringer av planktonalger finner sted naturlig og regelmessig i området. Grovt sett dominerer kiselalger i vårplanktonet og dinoflagellater (fureflagellater) i høstplanktonet. I enkelte fjorder kan det vår og sommer forekomme kraftige oppblomstringer av kalkflagellater som forårsaker sterkt grønnfarget vann.

Det er lite data som kan knytte spesielle algeoppblomstringer til forandringer i konsentrasjonene av næringssalter. Det har vært antydning av oppblomstringer av giftige alger kunne settes i sammenheng med forhøyde næringssaltkonsentrasjoner, spesielt nitrogen, men dette er usikkert fordi mulighetene til å registrere slike oppblomstringer har økt vesentlig (SFT 1993 NS8). Det synes også som problemene med skadelige oppblomstringer har rammet ganske likt langs hele Skagerrak-kysten og ikke kan knyttes til lokale forhold.

#### *Hardbunn*

I fjæresonen er det generelt et noe fattigere organismsamfunn i Skagerrak enn nordover på norskekysten (Oug et al. 1992). Dette har sammenheng med liten tidevannssone, nedsatt saltholdighet i overflatevannet og store temperaturforskjeller mellom vinter og sommer. Spesielt i beskyttede områder i fjorder og indre skjærgård kan artsrikheten være lav. Under tidevannssonen er det artsrike organismsamfunn på strømrike steder. På fast fjell er det algevegetasjon ned til ca. 30 m dyp.

Resultatene fra Kystovervåkingsprogrammet har så langt vist at det ikke er tegn til noen spesielle påvirkninger i de ytre kystområdene i Skagerrak. Det ble registrert en noe frodigere vegetasjon i 1991 enn i 1990 (Figur 3), noe som antyder en forbedring fra 1990, da virkningene av oppblomstringen av *Chrysochromulina polylepis* fremdeles var tydelige (Aure et al. 1993b). I indre Skagerrak er det tegn til redusert voksedyp for enkelte arter, noe som blir tolket som et tegn på økt stress fra forhøyde tilførsler av næringssalter (eutrofiering) (SFT 1993 NS8).



Figur 3. Prosentvis økning i antall arter funnet på de stasjoner som ble hardt rammet av *Chrysochromulina polylepis* i 1988.

#### Bløtbunnsfauna

Kystovervåkingsprogrammets årlige prøver av bløtbunnsfaunaen på ca. 350 m dyp i Ytre Oslofjord og utenfor Arendal har vist høye individtall og lavt artsmangfold. Det tyder på at næringstilgangen er høy, trolig som følge av stor sedimentasjon av organisk materiale. Disse forholdene kan skyldes større primærproduksjon og/eller spesielle hydrofysiske forhold som medfører større sedimentasjon. Også utenfor Mandal var det lavt artsmangfold (Aure et al. 1993b). Det er trolig en høy deponering av organisk materiale i de nordlige områder av Skagerrak (strekningen ytre Oslofjord - Mandal). Undersøkelser på den svenske vestkysten fra tidlig på 70-tallet har vist klare tegn til eutrofiering med økt biomasse og forandret artssammensetning i bløtbunnsfaunaen (SFT 1993 NS8).

### Miljøgifter

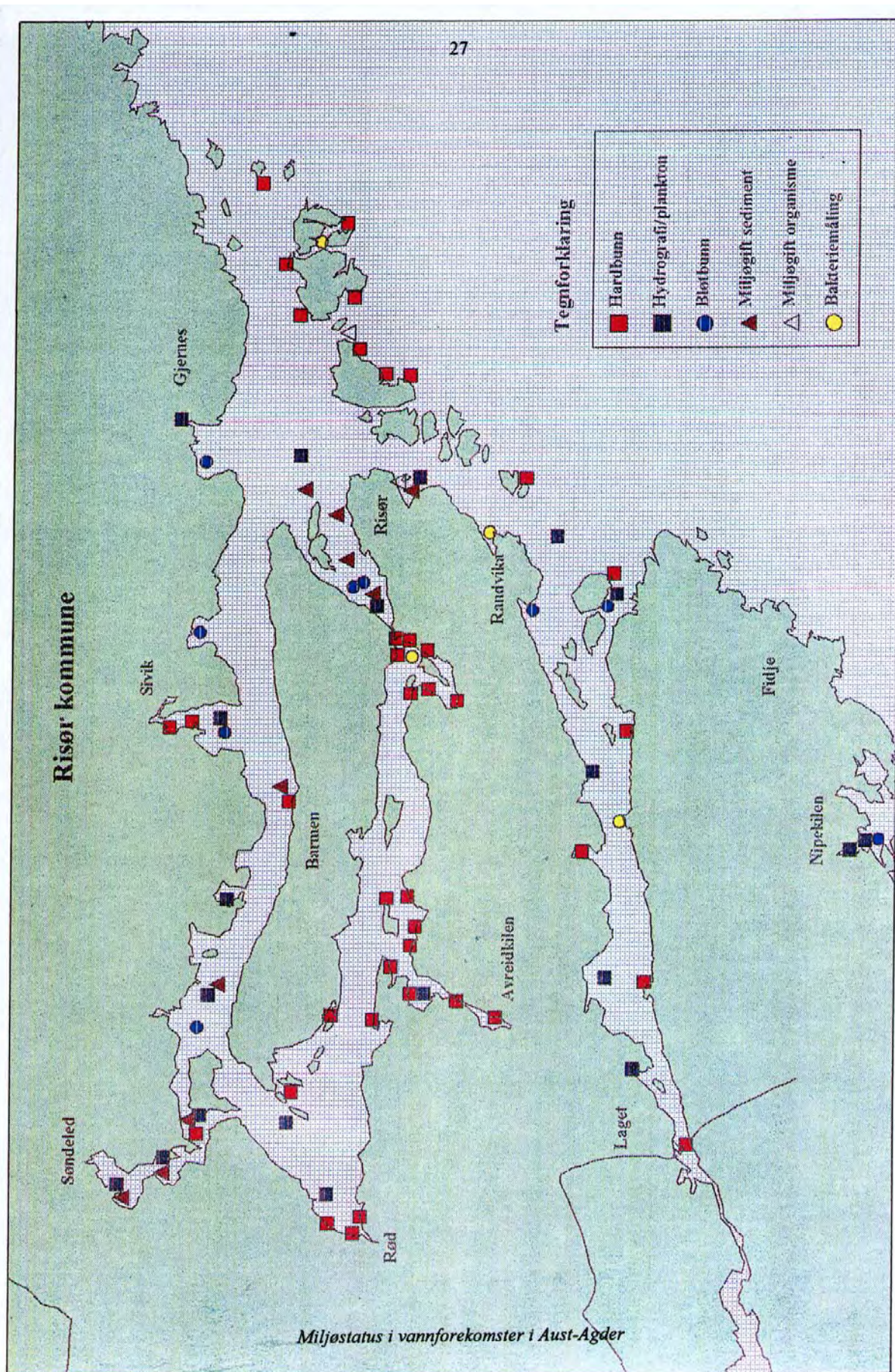
Undersøkelser av miljøgiftinnholdet i flere havner og forurensede fjorder viser at miljøtilstanden m.h.p. miljøgifter kan være nokså dårlig enkelte steder og utgjøre til dels sterk forurensningsgrad for enkelte metaller lokalt. Tilstanden m.h.p. polyklorerte bifenyl (PCB) og PAH er i enkelte områder dårlig til meget dårlig (tilstandsklasse IV-V) (Konieczny 1994b).

### Tarmbakterier

Badevannskvaliteten ved de undersøkte badeplassene har stort sett vært god de siste årene. De fleste stasjonene har hvert år hatt god badevannskvalitet (under 100 TKB /100 ml), mens enkelte stasjoner innimellom har hatt mindre god badevannskvalitet (flere prøver med 100 - 1000 TKB/100 ml). Se tabell 2 for inndeling i tilstandsklasser. I Nidelva ved Arendal har en bakterie knyttet til bark- og tremateriale (*Klebsiella* sp.) medført svært høye bakterietall. Nærmere vurderinger av badevannskvaliteten er gjort for den enkelte kommune.

Tabell 2. *Klassifisering av vannkvalitet og egnethet for bading m.h.p. termotolerante koliforme bakterier (TKB) (SFT 1994b, Statens Helsetilsyn 1994). 90% av målingene innen en tidsperiode skal ligge innenfor de gitte verdier. De øvrige 10% skal ligge innenfor neste tilstandsklasse.*

Antall TKB/100 ml (90 % av målingene)	TILSTANDSKLASSE	EGNETHET FOR FRILUFTSBAD OG REKREASJON
< 10	I God	2 Egnet
10 - 100	II Mindre god	
100 - 300	III Nokså dårlig	3 Mindre egnet
300 - 1000	IV Dårlig	
> 1000	V Meget dårlig	4 Ikke egnet



### 3.3. Risør kommune

#### 3.3.1. Tidligere undersøkelser

Se figur 4 - 7 for undersøkelseslokaliteter og tabell 3 for liste over undersøkelsene.

##### *Tilførsler*

Opplysninger om kommunale tilførsler foreligger hos teknisk etat i kommunen og hos Fylkesmannen i Aust-Agder, miljøvernavdelingen (se punkt 3.2.2).

Næringssalttilførslene fra befolkning, landbruk, industri, avrenning og nedbør er kvantifisert for hele fylket samlet (Molvær et al. 1990). I tillegg foreligger det egne beregninger for Risør - området i Thaulow et al. 1990.

##### *Hydrografi/hydrokjemi*

Fra 1927 har 5 stasjoner i Risørområdet, 2 i Sandnesfjorden og 3 i Søndeledfjorden inngått i det hydrografiske materiale som samles inn i forbindelse med de årvisse yngelundersøkelsene i regi av HFF ('høstundersøkelsen'). Det vil si, fra den tid har temperatur, saltholdighet og oksygen blitt målt i standard dyp en gang pr år i september-oktober. Samtidig har siktedypet blitt målt og organismer fanget med strandnot analysert (Johannessen og Dahl innsendt). I 1931 ble de samme hydrografiske parametrene tatt på de 3 stasjonene i Søndeledfjorden, pluss en referansestasjon i skjærgården utenfor Risør, både i juli, september og november (Dannevig 1933).

I 1967-68 ble 9 stasjoner i Risørområdet tatt 5 ganger med hensyn på temperatur, saltholdighet og oksygen i en lokal resipientundersøkelse (Dannevig 1970a). I perioden 1976-79 ble det igjen utført en omfattende undersøkelse i Risørfjordene med hydrografiske målinger på 6 stasjoner fire ganger hvert år. Næringssaltet fosfat var også med i programmet (Danielssen og Iversen 1978a, Danielssen 1979, Danielssen 1981).

I juni 85, november 85 og april 86 inngikk hydrografiske målinger på 7 stasjoner i Risørområdet i en egnethetsundersøkelse for fiskeoppdrett på Skagerrakkysten (Dahl og Danielssen 1987). Saltholdighet, temperatur og oksygen ble målt på alle stasjonene og næringssaltene fosfat, ammonium, nitrat og nitritt ble målt på 3 av dem.

I april-desember 1986 ble det i de øvre 50 m av Østerfjorden foretatt målinger 17 ganger av både saltholdighet, temperatur, fosfat, nitrat, klorofyll og forekomst av algeslekten *Dinophysis* (Bøhle et al. 1987). Et noe mindre måleprogram, 16 målinger i perioden juni-september, men ingen næringssaltanalyser, ble foretatt året etter i Kranfjorden (Dahl et al. i trykken). De nyeste målingene er fra perioden april-desember 1990 og fra mai og juni 1991 da det ble foretatt hydrografiske målinger på 6 stasjoner i fjordene ved Risør og på 1 referansestasjon utenfor skjærgården for å beregne oksygenforbruket i terskelbassenger på Sørlandskysten (Aure og Danielssen 1993).

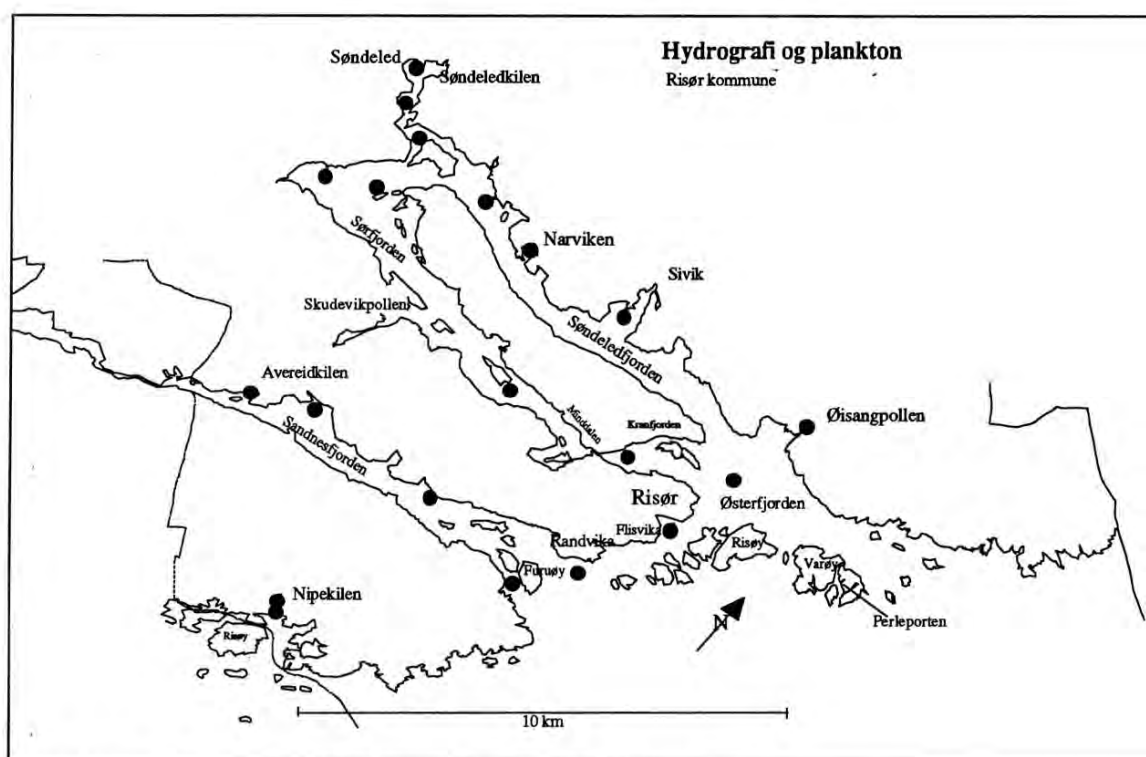
I tillegg foreligger hydrografiske rapporter fra noen få mer isolerte lokaliteter i Risør kommune. For årene 1928-1932 foreligger det spredte oksygendata fra Nipekilen (Dannevig 1933). Den samme kilen er undersøkt flere ganger siden, for saltholdighet, temperatur og oksygen i mai 1985 (Bøhle 1986), og for temperatur, saltholdighet, næringssalter, siktedyp, farvetall og turbiditet i perioden 1980-83 (Høgberget 1984).

Det foreligger videre to måleserier av temperatur, saltholdighet og oksygen fra Søndeledkilen vinteren 1991-92 (Jacobsen og Næs 1992), og målinger av saltholdighet, temperatur og oksygenforhold i mai 1985 fra lokalitetene Øisangpollen, Narviken, Skudevikpollen og ytre Avreidkilen (Bøhle 1986).

Strømnings- og utskiftningsforholdene i overflatelaget i Risør havn ble kartlagt i 1986 med selvregistrerende strømmålere utplassert på tre steder. Endringer i strømforholdene etter bygging av en ny molo mellom Holmen og Risør havn ble også vurdert (Magnusson og Tjomsland 1987).

### Plankton

Det foreligger lite data over plankton fra Risør kommune. Østergren (1977) beskrev en årssyklus for plantep plankton i Risørfjordene i 1975/76, og ellers er det bare spredte data i forbindelse med spesialstudier av potensielt giftige alger (Dahl og Yndestad 1985, Bøhle et al. 1987, Dahl et al. i trykken).



Figur 4. Hydrografi og plankton-stasjoner i Risør kommune

### Hardbunnssamfunn

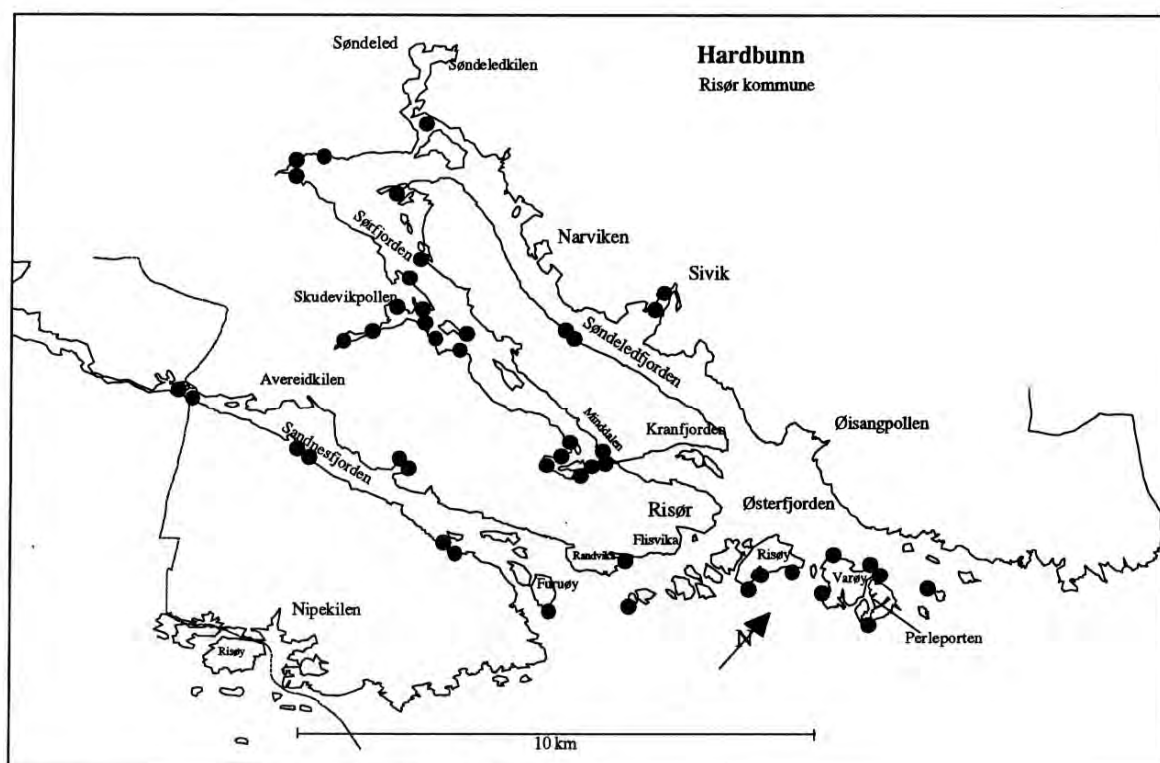
Under de årlige høstundersøkelsene til HFF er det gjort en rekke enkle registreringer av blant annet ålegras, tang/tare og bunnfauna på flere strandnotstasjoner i Risør-området. Registreringene er utført ved observasjoner gjennom vannkikkert.

I juli 1971 ble algevegetasjonen i Søndeledfjorden (Sørkjølen) undersøkt. Alle arter i fjæresonen og ned til ca. 2,5 m dyp ble registrert og artssammensetningen diskutert i lys av kloakkutslipp (Nilssen 1975).

Under algeoppblomstringen i 1988 (*Chrysochromulina polylepis*) gjennomførte Universitetet i Oslo en dykkerundersøkelse på Risør utenfor Risør for å registrere skader etter oppblomstringen (Edvardsen et

al. 1988). Stasjonen ble fulgt opp i september samme år med undersøkelser av hardbunnsfaunaen (Christie et al. 1989). Samtidig undersøkte HFF tilsammen 25 stasjoner i Risørrområdet (Sønedeledfjorden, Sandnesfjorden og skjærgården utenfor) med strandnot og dykking fram til november 1990 for å registre skader på fisk og bunnfauna (Gjøsæter og Johannessen 1988, Johannessen og Gjøsæter 1990).

Gjennom Kystovervåkingsprogrammet (Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge) ble en stasjon ved Varøy i skjærgården utenfor Risør undersøkt for hardbunnsorganismer i 1990. Stasjonen er ikke undersøkt senere.

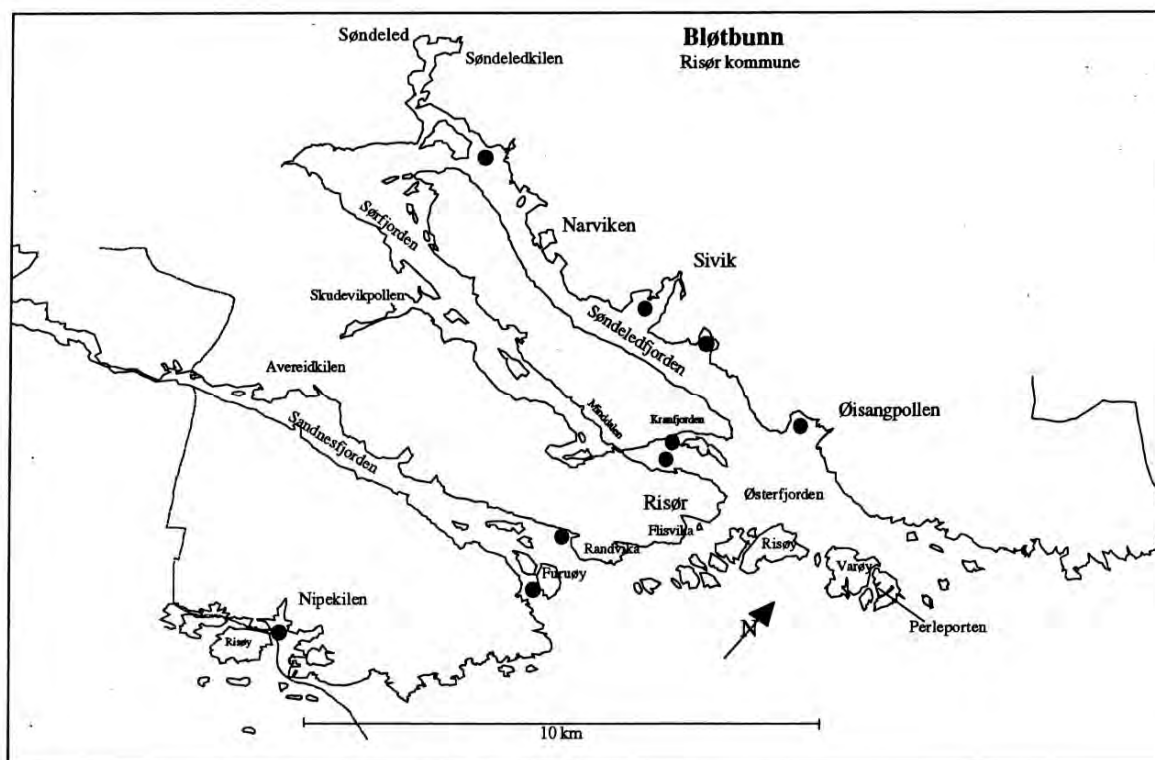


Figur 5. Hardbunnstasjoner i Risør kommune

### Bløtbunn

I forbindelse med en egnethetsundersøkelse for havbruk i Aust-Agder ble bløtbunnsfaunaen og sedimenter på 9 ulike lokaliteter undersøkt i 1985. Lokaliteter i Nordfjorden, Kranfjorden, utløpet av Sandnesfjorden og ved Risøya ble undersøkt (Wikander 1986b). Fra algeoppblomstringen i 1988 foreligger det en ikke-opparbeidet bløtbunnsprøve fra en stasjon ved Risøy (Berge et al. 1988c). I tillegg er det tatt flere skrapetrekk i området som ikke er publisert. Se Wikander (1986c) for nærmere omtale.





Figur 6. Bløtbunnstasjoner i Risør kommune

#### Tarmbakterier

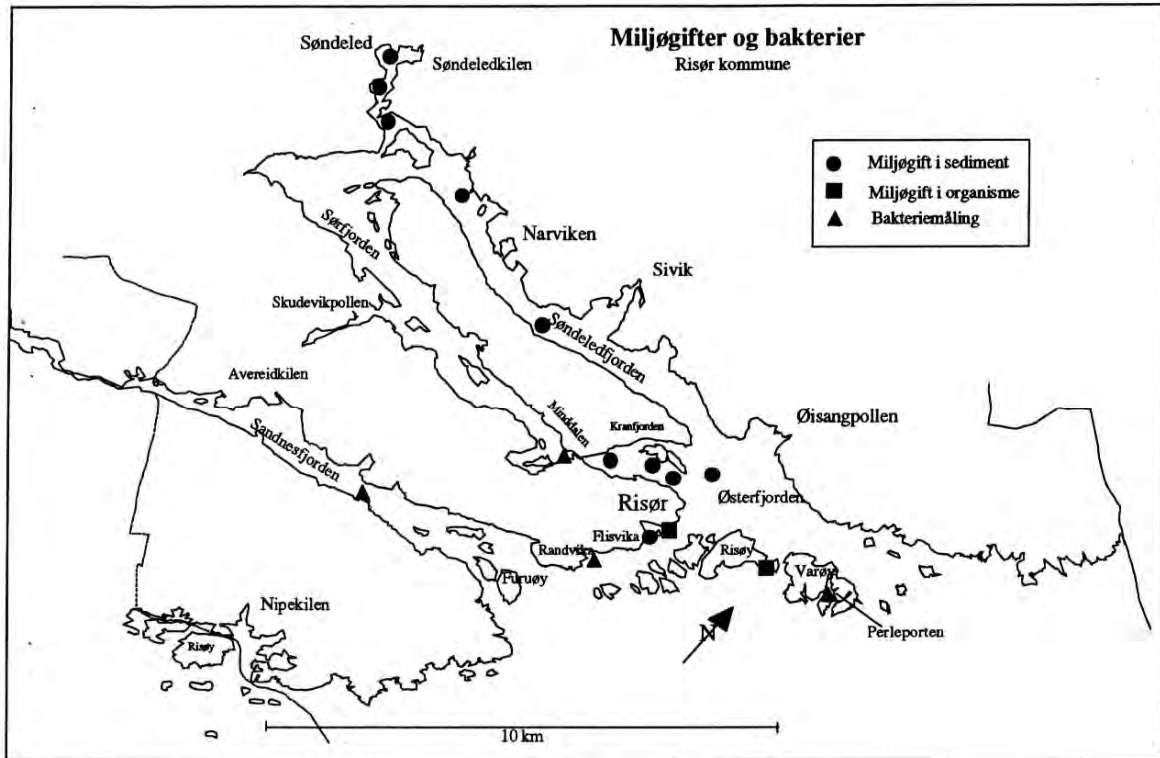
Innholdet av tarmbakterier (termotolerante koliforme bakterier) blir hvert år målt på 4 ulike plasser i Risørs skjærgård. Prøvene blir tatt hver uke gjennom hele badesesongen. De fire lokalitetene er Sørlandet Camping, Perleporten, Minddalen og Randvika (Fylkesmannen i Aust-Agder).

#### Miljøgifter

Bunnsedimentene i både Kranfjorden og Søndeledkilen er analysert for kvikksølv og kobber. Kranfjorden ble undersøkt i 1985 (Næs 1985b), mens Søndeledkilen ble undersøkt vinteren 1991/1992 (Jacobsen og Næs 1992).

I 1991 og 1992 ble vann og blåskjell fra Risøy utenfor Risør samlet inn og analysert for miljøgifter under programmet JMP (Green et al. 1992, 1994).

Risør havn inngår blant de havnebassenger hvor det i 1993 ble tatt prøver av sedimenter og organismer for analyse av miljøgifter (Konieczny 1994b).



Figur 7. Stasjoner for prøvetaking av miljøgifter og tarmbakterier i Risør kommune

Tabell 3. Risør kommune. Marine miljøundersøkelser. Undersøkelsene er ordnet etter utgivelsesår.

REFERANSE	LOKALITET	ÅR MND.	PARAMETRE	ANTALL STASJONER
<b>Regionale undersøkelser</b>				
Danielssen og Iversen 1978a	Søndeledfjorden Sandnesfjorden Risør havn	'76-77	Saltholdighet, temperatur, oksygen, fosfat ( PO <sub>4</sub> )	6
Danielssen 1979	Søndeledfjorden Sandnesfjorden Risør havn	'78	Saltholdighet, temperatur, oksygen, fosfat ( PO <sub>4</sub> )	6
Danielssen 1981	Søndeledfjorden Sandnesfjorden Risør havn	'79	Saltholdighet, temperatur, oksygen, fosfat ( PO <sub>4</sub> )	6
Dahl og Yndestad 1985	Kranfjorden	nov '84	<i>Dinophysis</i> , DST	1
Bøhle 1986	Øisangpollen, Narviken, Skudevigpollen, Avereidkilen, Nipekilen	'85 mai-aug	Topografi, saltholdighet, temperatur, oksygen	5
Wikander 1986b	Furuøy (Sandnesfj.) Kranfjorden Søndeledfjorden	'85 juli	Bløtbunnfauna (grabb), Sedimentkjemi (TOC, TN, TP) (Egnethetsundersøkelsen)	9
Wikander 1986c	Hele kommunen		Oversikt over undersøkte lokaliteter i kystnære farvann (hydrografi, dyre- og planteplankton, fisk, benthosalger, bunndyr)	-
Dahl og Danielssen 1987	Søndeledfjorden Sandnesfjorden	'85-'86	Saltholdighet, temperatur, oksygen, næringssalter (PO <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> )	7
Berge et al. 1988b	Risøy	'88 juni	Bløtbunnfauna, ikke opparbeidet ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring)	1
Edvardsen et al. 1988	Risøy	'88 juni	Dykkerundersøkelse Befaring i tidevannssonen ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring)	1 1
Gjøsæter og Johannessen 1988	Hele kommunen	'88 mai-juni	Dykkerundersøkelse (fauna) Strandnot og trollgarn ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring)	9 19 og 10

*Risør kommune forts .*

REFERANSE	LOKALITET	ÅR MND.	PARAMETRE	ANTALL STASJONER
Hop et al. 1988	Risør skjærgård, Sivik	'88 mai	Fisk, invertebrater	
Bøhle og Halvorsen 1989	Risør	'84	Saltholdighet, temperatur, blåskjellyngel	1
Christie et al. 1989	Risøy	'88 sept	Hardbunnsfauna (dykking, rute- analyser, fotografiering) ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstringen)	1
Wikander 1989b	Søndeledfjorden Sandnesfjorden Risør havn	-	Omtale av eutrofisituasjonen i 6 utvalgte områder i kommunen. Ingen målinger, ingen henvisninger.	-
Bøhle et al. 1990a	Kranfjorden	'86-'87	Østers	1
Erga et al. 1990	Søndeledfjorden Sandnesfjorden Lyngør, Nipekilen	-	Tilstandsvurdering av utvalgte områder, basert på tidligere undersøkelser.	-
Johannessen og Gjøsæter 1990	Risør	'88-'90	Dykkerundersøkelse (1 stasjon med oversiktsdykk, 9 stasjoner med transekt). Registrering av bunnfauna. I tillegg tre rekognoseringsdykk. ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring)	10
Wikander 1990	Hele kommunen	-	Systematisk oversikt over mollusk- faunaen funnet på Skagerrak-kysten fra 1982 til 1990.	ca. 6
Pedersen et al. 1991	Varøy	'90 mai	Dykkerundersøkelse av hardbunns- samfunn. Stasjonen er kun undersøkt i 1990 ( <i>Kystovervåkingsprogrammet</i> )	1
Fylkesmannen i A-A 1991, 1993, 1994		sommer	Badevannsundersøkelse (tarmbakterier) Prøvene tas hver uke i badesesongen	4
Hop et al. 1992	Søndeledfjorden Sandnesfjorden skjærgården	'86-'89	Næringsorganismer for torsk	ca 80
Green 1992, 1994	Risøy	'91,'92	Miljøgifter i vann og blåskjell (Hg, Cd, Cu, Pb, Zn og PCB) <i>JMP -Joint Monitoring Programme</i>	1
Aure og Danielssen 1993	Søndeledfjorden Sandnesfjorden	'90-'91	Saltholdighet, temperatur, oksygen, næringssalter (PO <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> )	7

*Risør kommune forts.*

REFERANSE	LOKALITET	ÅR MND.	PARAMETRE	ANTALL STASJONER
Hop et al. 1993	Søndeledfjorden	'87 feb-apr	Næringsorganismer for torsk	ca 18
Konieczny 1994a	Norskekysten		Sammenfatning av tilgjengelige miljøgiftdata fra marine sedimenter. Vurdering av tilstandsklasser.	-
Konieczny 1994b	Risør havn	'93 sommer	Miljøgifter i sedimenter, blåskjell og purpursnegl (PCB, PAH, Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, As, THC, TBT).	2
Enersen et al. 1994, Johannessen og Sollie 1994	Hele kommunen	1919-...	Enkel registrering av vegetasjon (ålegras) og fauna på grunt vann med vannkikkert ('Høstundersøkelsen')	16
Johannessen og Dahl, innsendt	Sandnesfjorden, Søndeledfjorden	sept	Oksygen og siktedyp ( <i>'Høstundersøkelser'</i> )	3
<b>Lokale undersøkelser</b>				
Dannevig 1970a	Søndeledfjorden Sandnesfjorden Risør havn	'67-'68	Saltholdighet, temperatur, oksygen	9
Nilssen 1975	Sørfjorden	'71 juli	Algevegetasjon i strandsonen Hydrografi (temperatur, saltholdighet), oksygen	31 2
Høgberget 1984	Nipekilen	'80-'83	Saltholdighet, temperatur, nærings- salter (tot-P, tot-N, PO <sub>4</sub> , NH <sub>4</sub> NO <sub>2</sub> , tot-Fe), O <sub>2</sub> , pH, fargetall, siktedyp, turbiditet. 6 prøvetakinger.	1
Næs 1985b	Kranfjorden/ Nordfjorden	'85	Kobber og kvikksølv i sedimentene.	8
Bøhle et al. 1987	Kranfjorden	'86 apr-des	Saltholdighet, temperatur, PO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> klf.a, <i>Dinophysis</i> , DST	1
Magnusson og Tjomsland 1987	Risør havn	'86 sept/okt	Strømmålinger. Vurdering av vannutskiftning.	3
Jacobsen og Næs 1992	Søndeledkilen	'91-'92 des-feb.	Hydrografi: O <sub>2</sub> , temperatur, salth. Sedimenter: TOC, TN, Hg, Cu Miljøstatus. Forprosjekt	4
Oug 1992	Gjevingpollen	'89, april	Bløtbunnsfauna (grabb)	1

*Risør kommune forts.*

<b>REFERANSE</b>	<b>LOKALITET</b>	<b>ÅR MND.</b>	<b>PARAMETRE</b>	<b>ANTALL STASJONER</b>
Hop et al. 1994	Søndeledfjorden skjærgården	'87 jul-sept	Næringsorganismer for torsk og hvitting	ca 17
Dahl et al. (i trykken)	Kranfjorden	'87 jun-sept	Saltholdighet, temperatur, klf.a <i>Dinophysis</i> , algetoksiner	1
Østergren 1977	Søndeledfj.	'75-'76	Fytoplankton	3

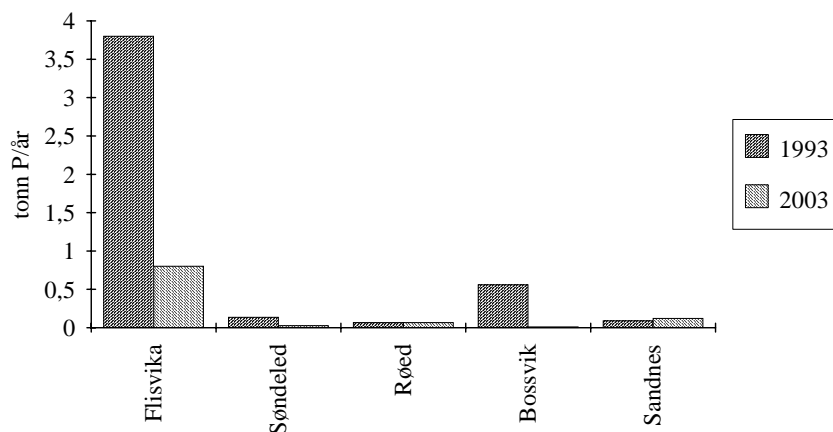
### 3.3.2. Miljøstatus

Kystområdene i Risør består av både åpen kyst og relativt store fjordområder inkludert flere isolerte poller og kiler.

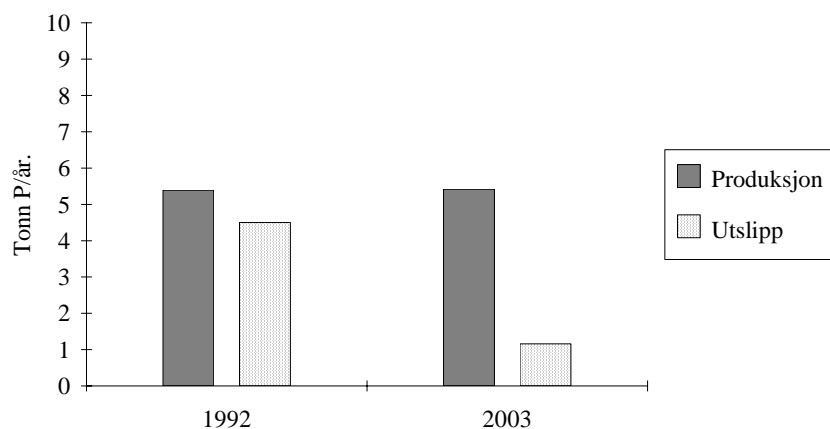
#### Tilførsler

De kommunale utslippene til sjøområder i Risør kommune var i 1993 ca. 7700 pe (personekvivalenter) som tilsvarer ca. 4,8 tonn fosfor og 34 tonn nitrogen pr. år (oppl. fra Risør kommune). Hovedutslippet går ut utenfor Risør, mens det er mindre utslipp til Søndeled, Sandnes og Røed (Figur 8). Andel av befolkningen som ikke er tilknyttet avløpsnettets tilsvarer 1360 pe. Etter bygging av renseanlegg i 1996 - 1998 regner man med at de totale utslippene vil være redusert til 1900 pe (1,16 tonn P og 25,5 tonn N) (opplysninger fra Fylkesmannen i Aust-Agder 1994). Se figur 9.

De samlede utslippene av næringsalter til Risør-området (fra kommunalt avløpsvann, industri, avrenning, jordbruk m.m.) er totalt på 12 tonn fosfor og 362 tonn nitrogen pr. år (Thaulow et al. 1990). De kommunale utslippene til Risør utgjør ca. 40% av fosfor- og ca. 9 % av nitrogen-tilførslene.



Figur 4. Kommunale utslipp av fosfor i 1993 og 2003 fordelt på rensedistrikt



Figur 5. Kommunalt avløpsvann i Risør kommune. Forholdet mellom produksjon og utslipp av fosfor i 1992 og 2003. Renseanlegg skal etter saneringsplan stå ferdig i 1998.

## Tilstand

### ***Søndeledfjorden***

#### Nordfjorden og Østerfjorden.

I Nordfjorden og Østerfjorden er det registrert oksygenkonsentrasjoner over 2 ml/l ned til 75m dyp, men dypere ned i Østerfjorden det stadig betydelig mindre oksygen. Det er ikke registrert hydrogensulfid (råttent vann) i dypområdene. Konsentrasjonene av næringssalter (fosfat og nitrat) er omtrent normale i overflatelagene, men stiger raskt mot dypet (Danielssen 1981, Dahl og Danielssen 1987)).

I den indre delen av Nordfjorden tyder oksygenmålinger og prøver av bløtbunnsfaunaen på god vannutskiftning og høye oksygenverdier (Jacobsen og Næs 1992, Wikander 1985b).

Sedimentene i denne delen av fjorden er markert forurenset av kvikksølv og moderat forurenset av kobber (Jacobsen og Næs 1992). Tungmetallene har trolig sin opprinnelse fra tresliperiet innerst ved Søndeled.

I tre korte, nordvendte sidearmer til Nordfjorden er det funnet normalt artsmangfold for bløtbunnsfaunaen på 27-55m dyp, som tyder på god vannutskiftning i disse vannlagene (Wikander 1986b).

#### Sørfjorden.

Sørfjorden er en fortsettelse av Nordfjorden og er en avstengt fjord. Dannevig (1970a) fant svært lite oksygen (0,06 ml/l) så grunt som 20 m dyp ved Engholmen helt øst i Sørfjorden, mens det ved Hanø ble registrert tilsvarende lite (0,15 ml/l) i 30 m dyp. I Rødsfjorden var det avtagende oksygenforhold med dypet, men ned til 50 m ble det ikke registrert oksygenkonsentrasjoner under 2 ml/l av Dannevig (1970a). Senere er det imidlertid registrert oksygenkonsentrasjoner ned mot 0 ml/l i 50m dyp og råttent vann på 70m dyp i Rødsfjorden (Danielssen 1981, Dahl og Danielssen 1987).

Badevannsmålingene har siden 1991 vist tilfredsstillende badevannskvalitet ved Sørlandet Camping (Fylkesmannen i Aust-Agder).

#### Kranfjorden.

Kranfjorden ligger i ytre del av Nordfjorden og nord for Risør havn, med største dyp på 29 m og terskeldyp på 20 m. I vannmassene er det påvist høye ammoniumkonsentrasjoner og H<sub>2</sub>S mot bunnen (Dahl og Danielssen 1987). Bunnsedimentene er sterkt belastet med organisk materiale (trefiber), kobber og kvikksølv fra et tidligere tresliperi, og er sterkt sulfidholdig. Produksjonen på Krana opphørte i 1975, men i 1985 var kvikksølvkonsentrasjonene fremdeles opptil 30 ganger naturlig nivå (Næs 1985b). Det tilsvarer forurensningsgrad 3 og 4 (*markert* og *sterkt* forurenset) i SFT's klassifiseringssystem for miljøkvalitet (SFT 1993 c). Sedimentene var *lite* til *moderat* forurenset av kobber (forurensningsgrad 1 og 2). De dypeste områdene i Kranfjorden er uten dyreliv men over terskeldypet er bløtbunnsfaunaen normal (Wikander 1986b).

#### Pollen ved Søndeled.

Denne pollen er en sidefjord til Søndeledfjorden og er adskilt fra resten av fjordsystemet med flere grunne terskler og trange sund. Innerst i pollen er det treforedlingsindustri. Bunnsedimentene er belastet med organisk materiale som hovedsaklig kommer fra land (avrenning, fiberutslipp fra treforedlingsindustri osv.). Kombinasjonen av nedsatt vannutskiftning og organisk belastning medfører hydrogensulfidholdig vann dypere enn 10 m trolig store deler av året. Dannevig (1970a) registrerte svært lite oksygen (0,71 ml/l) på 7 m dyp og råttent vann på 10 m dyp. Disse dårlige forhold er senere bekreftet (Jacobsen og Næs 1992). I tillegg er sedimentene *moderat til markert*



forurenset av kvikksølv og *lite til moderat* forurenset av kobber (Jacobsen og Næs 1992). Både kvikksølv og kobber ble tidligere brukt som fungicider i treforedlingsindustrien.

#### Generelt om Sønedeledfjorden

De hydrografiske undersøkelser som er gjort opp gjennom årene viser at vannmassene i Sønedeledfjorden under terskelnivå er mer eller mindre stagnerende. Stagnasjonen tiltar med dyppet og med avstanden fra den åpne kysten. Oksygenforbruk og tid for utskiftning av dypvannet tiltar innover i fjordsystemet (Aure og Danielssen 1993). En nærmere analyse av utviklingen i oksygenforholdene i Sønedeledfjorden, basert på de årlige målingene om høsten siden 1927, viser at det har vært en statistisk signifikant nedgang i oksygenmetningen både i 1 og 30 m dyp og nær bunnen på 3 undersøkte stasjoner i Nordfjord, Rødsfjord og Sørfjord. Nedgangen har vært mest markert på den innerste stasjonen, Sørfjord (Johannessen og Dahl innsendt). Nedgangen spiller knapt noen praktisk rolle for dyrelivet, men indikerer, sammen med andre data (Aure og Danielssen 1993) at det har blitt en øket organisk belastning/sedimentasjon til dypvannet, og at forholdet mellom fotosyntese, som tilfører oksygen, og respirasjon, som forbraker oksygen, har blitt forskjøvet i de øvre vannlag mot en relativt større respirasjon på høsten de senere år (Johannessen og Dahl innsendt).

Oksygenforholdene i dypvannet i Sønedeledfjorden faller inn under tilstandsklassene nokså dårlig til dårlig (SFT 1993d).

De fleste målingene av næringssalter som er utført i overflatelaget av Sønedeledfjorden (Danielssen 1981, Dahl og Danielssen 1987) faller inn under tilstandsklasse god, men under en intensiv undersøkelse i Østerfjorden (Bøhle et al. 1987) falt en del registreringer også innenfor tilstandsklasse mindre god (SFT 1993d).

I disse kategoriene faller også det meste av det som foreligger av klorofylldata fra Østerfjorden sommeren 1986 (Bøhle et al. 1987), mens dataene for Kranfjorden året etter, i forbindelse med en oppblomstring av alger i september medførte klorofyllkonsentrasjoner på mer enn både 5 og 10 ug/l (Dahl et al. i trykken). Dette faller inn i tilstandsklasse nokså dårlig til dårlig (SFT 1993d). Det forekommer imidlertid normalt relativt store høstopplomstringer av planktonalger langs kysten, slik at de høye klorofyllkonsentrasjonene i september 1987 skyldes neppe lokale forhold.

De få undersøkelser som forteller noe om planteplanktonforholdene i Risør indikerer at de øvre vannlag i de ytre delene av begge fjordene står i god sirkulasjonsmessig kontakt med kystvannet utenfor. Større, tildels skadelige, algeoppblomstringer, som har gått langs hele kysten, synes å ramme de ytre og midtre deler av Risørfjorden ganske parallelt til resten av kysten (Dahl og Yndestad 1985, Hop et al 1988). De indre deler, særlig av Sønedeledfjorden (Sørfjorden), kan imidlertid utvikle en noe mer lokalpreget planktonalgebestand (Østergren 1977).

#### **Risør havn.**

Bakteriemålinger ved Randvika har stort sett vist godt badevann siden 1991 og kommer inn under "godt egnet badevann". Én måling i 1992 overskred grensen på 100 bakterier pr. 100 ml.

#### **Sandnesfjorden**

Sandnesfjorden er avgrenset mot den åpne kysten med terskelområde i de ytre deler.

Det er en viss stagnasjon i dypet (Dannevig 1970a, Danielssen 1981) men dypvannet skiftes hyppigere enn i Sønedeledfjorden, ca 2 ganger pr. år ifølge beregninger (Aure og Danielssen 1993). Oksygenkonsentrasjonene blir derved ikke kritisk lave. Minimumsverdiene har stort sett ligget over 3,2 ml/l, som gir tilstandsklasse god (SFT 1993d), men ved enkelte anledninger har det vært målt lavere konsentrasjoner aller dypest (Dannevig 1970a, Danielssen 1981). En analyse av utviklingen over tid viser de samme tendenser som i Sønedeledfjorden, med signifikant nedgang i både 10 og 30m dyp og mindre markert nedgang i bunnvannet (Johannessen og Dahl innsendt).

Det er lite målinger av næringssalter fra Sandnesfjorden, men fosfat (Danielssen 1981) er innenfor tilstandsklasse god (SFT 1993d).

En bløtbunnsundersøkelse fra 1985 viste gode forhold på 45-65 m dyp i bassengene utenfor fjorden og det var ikke tegn til organisk belastning (Wikander 1986b).

Bakteriemålinger ved Minddalen har siden 1991 vist tilfredsstillende badevannskvalitet (Fylkesmannen i Aust-Agder).

### **Risøy/Åkvåg**

Bløtbunnsfaunaen nord-øst for Risøya hadde i 1985 normalt til høyt artsmangfold. Det tyder på tilstrekkelig vannutskiftning for å opprettholde permanent oksygenerte forhold (Wikander 1985b).

### **Nipekilen og andre poller**

Nipekilen mellom Risør og Tvedestrand er en avstengt poll med et bassengdyp på ca. 8 m og terskel på ca. 1 - 1,5 m. Gjennom årene 1928-32 ble det registrert mer eller mindre råttent vann fra 4-10m dyp og ned til bunnen, bortsett fra etter en vannutskiftning tidlig i 1929 (Dannevig 1933). De dårlige forholdene er stadfestet ved senere undersøkelser (Høgberget 1984, Bøhle 1986). I 1984 ble Nipekilen vurdert som sterkt belastet med nedbrytbart organisk materiale, hovedsaklig kloakk og landbruksavrenning. I dypvannet var det høye verdier for næringssalter (nitrat, ammonium, fosfat), og i dypvannet var det oksygensvikt og dannelse av hydrogensulfid. Nipekilen er en gammel østerspoll hvor det ble drevet kommersiell østerssamling fram til 1930-årene. Idag er det ikke registrert levende østers i pollen, og kilen betraktes som uegnet for østersoppdrett (Bøhle 1986). Det har trolig vært en forverring av forholdene.

Også de andre undersøkte poller og kiler, Øisangpollen og Narviken med forbindelse til Nordfjorden, Skudevikpollen med forbindelse til Sørfjorden og ytre Avereidkilen med forbindelse til Sandnesfjorden, har vist seg å ha oksygenfattig vann like under overflaten og råttent vann nær bunnen (Bøhle 1986).

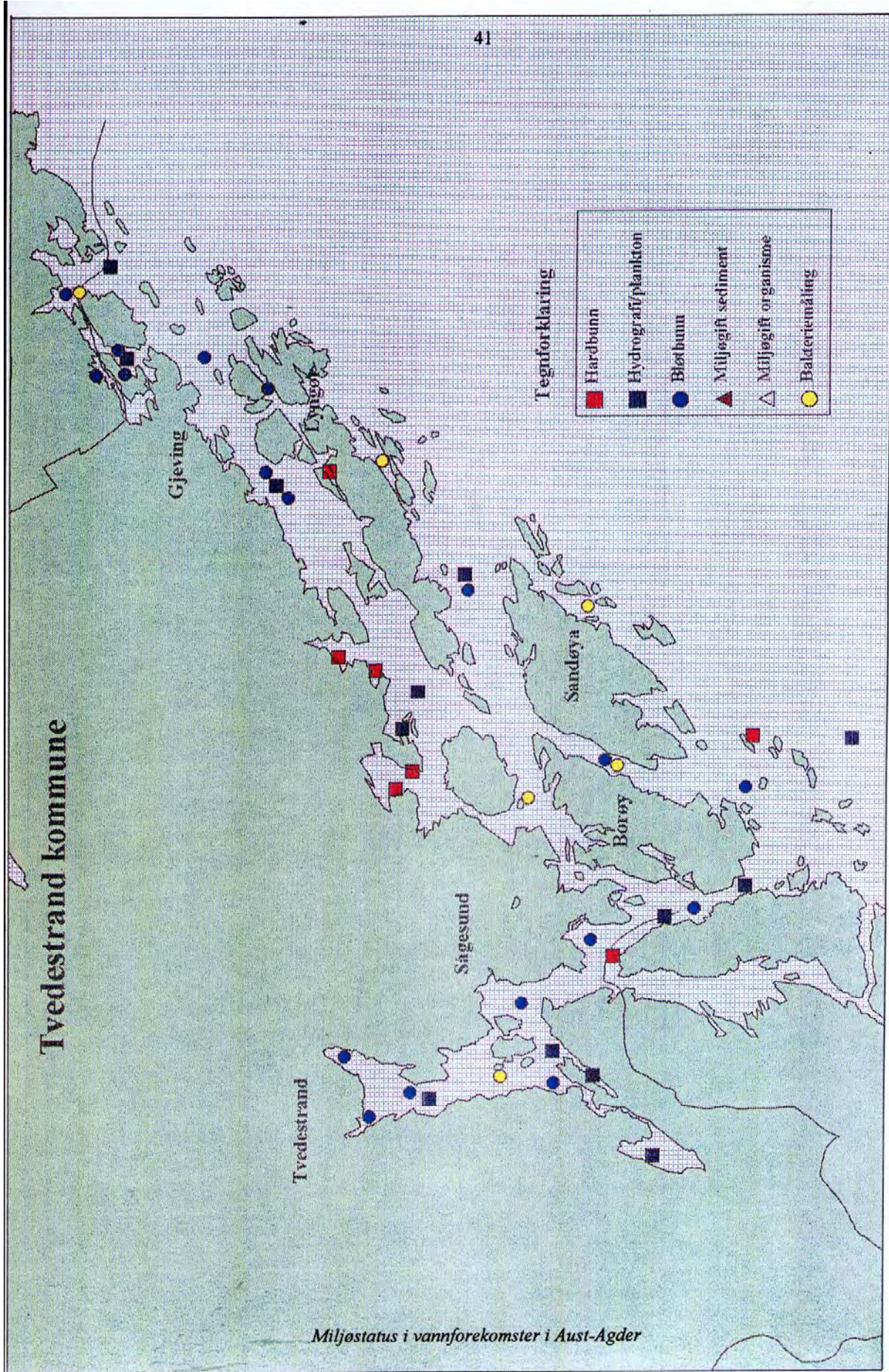
### **Generelt om badevannskvaliteten i kommunen:**

Det har stort sett vært god badevannskvalitet ved alle målestasjonene i Risør de siste årene. (Tabell 4). I 1994 var det imidlertid to enkeltmålinger ved Sørlandet Camping som gav "mindre god" badevannskvalitet for denne stasjonen.

Tabell 4. Badevannskvalitet i Risør kommune.

Tegnforklaring: ☺ = GOD ☹ = MINDRE GOD ⊗ = IKKE BADEVANNSKVALITET

	1990	1991	1992	1993	1994
Sørlandet Camping	☹	☺	☺	☺	☹
Perleporten	☺	☺	☺	☺	☺
Minddalen	☺	☺	☺	☺	☺
Randvika øst	☹	☺	☺	☺	☺



### 3.4. Tvedestrand kommune

#### 3.4.1. Tidligere undersøkelser

Figur 10 - 13 vise kart over undersøkelseslokaliteter, og i tabell 5 er det gitt en oversikt over alle tidligere undersøkelser.

##### *Tilførsler*

Opplysninger om kommunale tilførsler foreligger hos teknisk etat i kommunen og hos Fylkesmannens miljøvernavdeling.

De totale nærings salttilførslene fra befolkning, landbruk, industri, avrenning og nedbør er kvantifisert for hele fylket samlet (Molvær et al. 1990). I tillegg er nærings salttilførselen for strekningen Tvedestrand - Moland beregnet (kommunalt avløpsvann, industri, avrenning, jordbruk m.m.) (Thaulow et al. 1990).

##### *Hydrografi/hydrokjemii*

##### ***Tvedestrandsfjorden***

I desember 1967 og i mars, juni, august og oktober 1968 ble temperatur, saltholdighet og oksygen målt ned til 40-50 m dyp på 3 stasjoner, Tvedestrand havn, Saltnes og Møkkalasset, og temperatur på 2 stasjoner, Mågeøy og Hestø (Dannevig 1971). Deretter var bassenget innerst i Tvedestrandsfjorden ved Bjørnevikhalsen og Hestø del av en større undersøkelse i årene 1976-79 hvor temperatur, saltholdighet, oksygen og fosfat ble målt 4 ganger i året (Danielssen og Iversen 1978a, Danielssen 1979, Danielssen 1981). I årene 1983-85 ble Tvedestrandsfjorden igjen omfattende undersøkt da stasjonene Bjørnevikhalsen, Hestø, Øitangen og Møkkalasset ble tatt fire ganger pr. år. Foruten de tidligere parametre temperatur, saltholdighet og oksygen, ble det utført målinger av fosfat, ammonium, nitrat, nitritt og klorofyll (Dahl et al. 1984, 1985, 1987a). I tillegg ble det utført strømmålinger med tilhørende målinger av temperatur og saltholdighet over terskelen ved Furøy og ute ved Bota.

I perioden april - desember 1990 og i mai og juni 1991 ble det foretatt hydrografiske målinger på tre stasjoner i et prosjekt hvor hensikten var å beregne oksygenforbruket i terskelbasseng på Sørlandskysten (Aure og Danielssen 1993).

##### ***Andre områder***

I årene 1976-79 ble temperatur, saltholdighet, oksygen og fosfat målt 4 ganger i året på en stasjon ved Gjeving sammen med målingene i Tvedestrandsfjorden (Danielssen og Iversen 1978a, Danielssen 1979, Danielssen 1981).

Ved Dypvåg og Sandøya ble temperatur og saltholdighet målt i 0, 1 og 3 m dyp minst hver fjerde dag i perioden 21. mai til 30. august 1984. Målingene ble tatt i forbindelse med et studium av avsetning av blåskjellyngel på Skagerrakkysten (Bøhle og Halvorsen 1989).

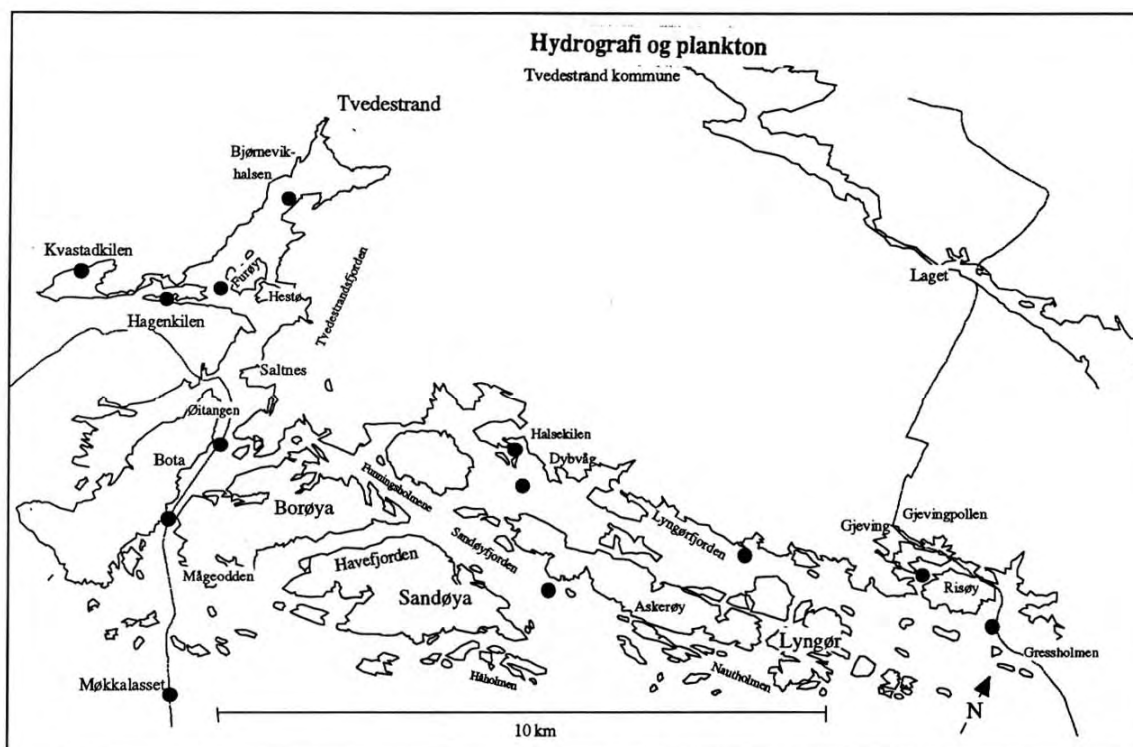
Stasjoner ved Gressholmen, Lyngørfjorden, Dypvåg, Sandøfjorden og Havefjorden ble tatt i juni og oktober 1985 og i april 1986 i forbindelse med egnethetsundersøkelsen for fiskeoppdrett på Skagerrakkysten (Dahl og Danielssen 1987). Temperatur, saltholdighet og oksygen ble målt på fem stasjoner og i Lyngørfjorden var også målinger av fosfat, ammonium, nitrat og nitritt inkludert i programmet.

Flere poller i Tvedestrand har blitt undersøkt opp gjennom årene. I Gjevingkilen, Halsekilen, Kvastadkilen og Hagenkilen ble temperatur, saltholdighet og oksygen målt i mai 1985 (Bøhle 1986). Deretter fulgte opptil månedlige målinger av de samme parametre i Kvastadkilen fra februar 1986 til mai 1987 (Bøhle 1987), og endelig nye månedlige målinger i Kvastadkilen fra april 1989 til november 1989 etter at dypvannet i mange terskelbasseng langs kysten var skiftet ut den foregående vinter (Bøhle et al. 1990a). I den siste undersøkelsen ble også hydrogensulfid analysert.

### Plankton

I undersøkelsen av Tvedestrandsfjorden i årene 1983-85 ble planteplanktonet på de fire stasjonene Bjørnevikhalsen, Hestø, Øitangen og Møkkalasset analysert (Dahl et al. 1984, 1985, 1987a).

Ellers foreligger det bare litt spredt informasjon om plankton fra lokaliteter i Tvedestrand kommune. I oktober 1937 ble det registrert rødt sjøvann i Tvedestrand havn på grunn av en stor forekomst av dinoflagellater, i hovedsak arten *Gonyaulax polyedra* (Braarud 1938). I november 1986 ble en misfarging av vann i Dypvåg på grunn av masseforekomster av ciliater registrert og beskrevet (Dale og Dahl 1987a, b), og høsten 1984 ble det samlet informasjon om forekomst av *Dinophysis* og diarégivende gift i blåskjell fra Dypvågområdet (Dahl og Yndestad 1985).



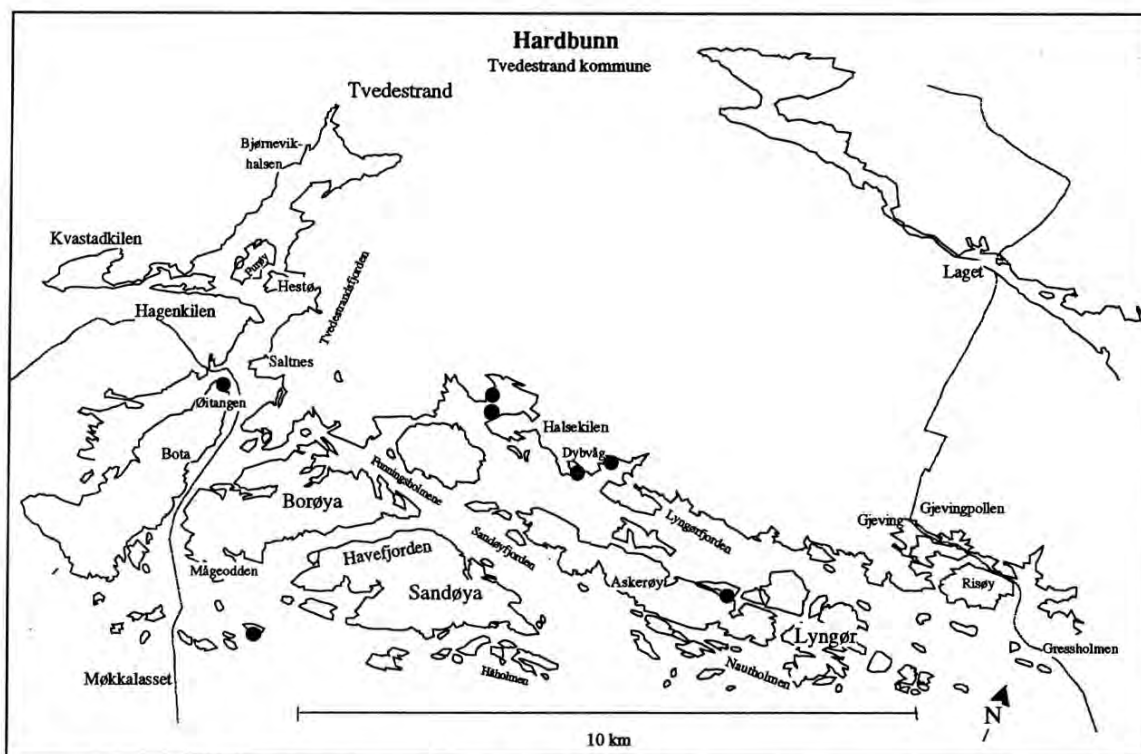
Figur 10. Lokaliteter for prøvetaking av hydrografi og plankton i Tvedestrand kommune.

### Hardbunnssamfunn

To eldre samlinger av benthosalger fra Lyngør er gjennomgått og artslisten er publisert av Rueness (1969). Algene ble innsamlet av N. Wille i 1907 og E. Dahl i 1939.

Vegetasjon og bunnfauna registreres på flere strandnotstasjoner i Dybvåg-området hvert år under 'høstundersøkelsene' (HFF). Registreringen av organismegrupper skjer gjennom observasjoner i vannkikkert (Enersen et al. 1994).

I forbindelse med algeoppblomstringen i 1988 ble det gjort dykkerundersøkelser på flere lokaliteter i kommunen. HFF undersøkte tilsammen 6 stasjoner ved Dypvåg og Sandøya for å registrere skader på fisk og bunnfauna. Undersøkelsen bestod av strandnotttrekk og dykking (Johannessen og Gjørseter 1990). Universitetet i Oslo foretok dykkerundersøkelser ved Langeboen og Øitangen (Arendal kommune) i samme periode (Edvardsen et al. 1988). Stasjonen ved Øitangen ble fulgt opp med nye undersøkelser av hardbunnsfaunaen i september 1989, og Langeboen i april 1989 (Christie et al 1989).



Figur 11. Lokaliteter for prøvetaking på hardbunn i Tvedestrand kommune.

### Bløtbunnsamfunn

Bløtbunnsfaunaen i Tvedestrandsfjorden ble undersøkt av NIVA som en del av resipientundersøkelsen på 1980-tallet. Prøver ble tatt fra innerst til ytterst i Tvedestrandsfjorden i 1983, 1984 og 1986 og opparbeidet kvantitativt. Fra det dypeste punktet i fjorden ble sedimentnivåene datert ved hjelp av radioaktivt bly (Wikander 1987a, Rygg og Wikander 1985).

Tre stasjoner fra Sandøyfjorden til Risøya ble undersøkt for bløtbunnsfauna og organisk innhold gjennom egnethetsundersøkelsen for havbruk i Aust-Agder. Resultatene er rapportert i Wikander (1986b).

Etter omfattende vannutskiftninger i flere terskelfjorder på Sørlandet vinteren 1989 ble bløtbunnsfaunaen fra tilsammen tre stasjoner i Gjevingpollen og Tvedestrandsfjorden undersøkt (Oug 1992). Både grabb- og sledeprøver ble tatt, men kun sledeprøvene er opparbeidet og rapportert.

I 1988 ble det tatt prøver på 6 stasjoner ved Lyngør og på utsiden av Lyngør i forbindelse med algeoppblomstringen (Berge et al. 1988a,b,c).

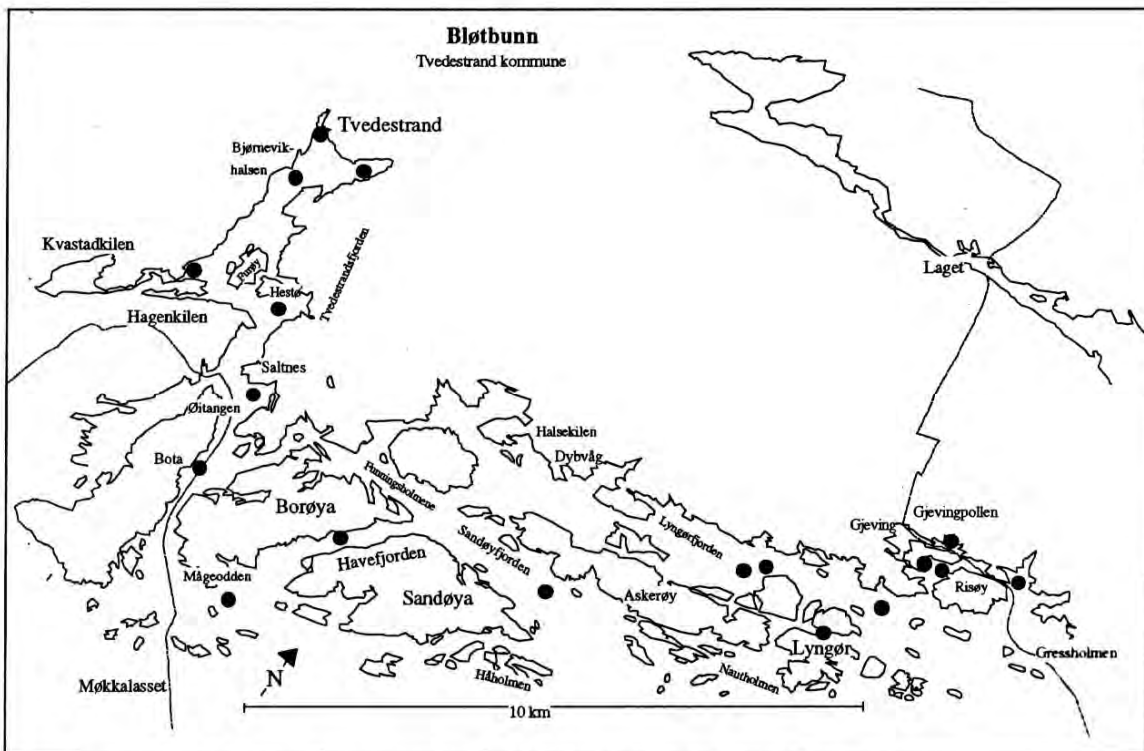
I tillegg er det tatt flere skrapetrekk i området som ikke er publisert. Se Wikander 1986c for nærmere omtale.

### Tarmbakterier

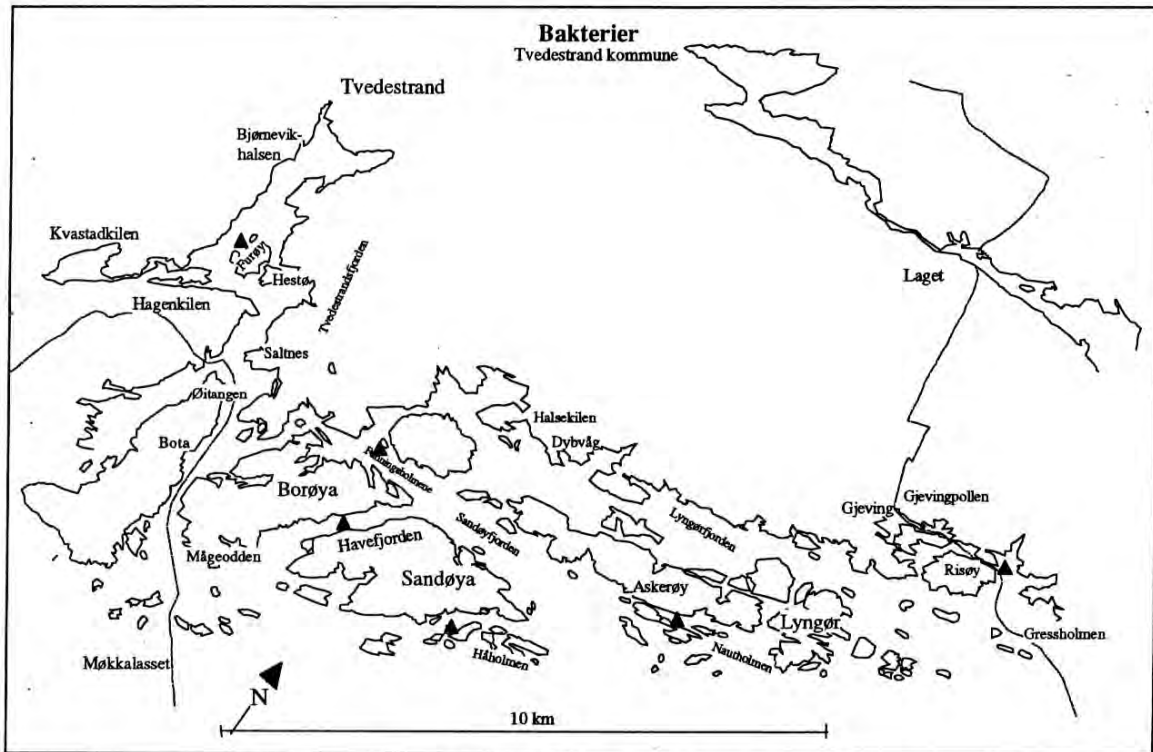
Innholdet av tarmbakterier blir hvert år målt på 6 ulike steder i Tvedestrand. Prøvene blir tatt hver uke gjennom hele badesesongen. De 6 lokalitetene er Furøya, Nautholmen, Risøy badestrand, Persøygarden, Funningsholmene og Håholmen (Fylkesmannen i Aust-Agder).

### Miljøgifter

Det er ikke funnet undersøkelser som omfatter miljøgifter i kommunen.



Figur 12. Lokalteter for prøvetaking på bløtbunn i Tvedestrand kommune.



Figur 13. Lokalteter for prøvetaking av tarmbakterier i Tvedestrand kommune.



Tabell 5. Tvedestrand kommune

REFERANSE	LOKALITET	ÅR	PARAMETRE	ANTALL STASJONER
<b>Regionale undersøkelser</b>				
Danielssen og Iversen 1978a	Bjørnevikhalsen Hestø Gjeving	'76-'77	Saltholdighet, temperatur, oksygen, fosfat (PO <sub>4</sub> )	3
Danielssen 1979	Bjørnevikhalsen Hestø Gjeving	'78	Saltholdighet, temperatur, oksygen, fosfat (PO <sub>4</sub> )	3
Danielssen 1981	Bjørnevikhalsen Hestø Gjeving	'79	Saltholdighet, temperatur, oksygen, fosfat (PO <sub>4</sub> )	3
Dahl og Yndestad 1985	Dypvåg	'84 nov	<i>Dinophysis</i> , DST	1
Bøhle 1986	Gjevingkilen, Halsekilen, Kvaastadkilen, Hagenkilen	'85 mai-aug	Topografi, saltholdighet, temperatur, oksygen	4
Wikander 1986b	Askerøy Risøy	'85 juli	Bløtbunnfauna (grabb) Sediment (TOC, TN, TP) (Egnethetsundersøkelsen)	4
Wikander 1986c	Hele kommunen		Oversikt over undersøkte lokaliteter i kystnære farvann (hydrografi, dyre- og planteplankton, fisk, benthosalger bunndyr)	
Bøhle 1987	Kvastadkilen	'86-'87	Saltholdighet, temperatur, oksygen	1
Dahl og Danielssen 1987	Havefjord-Lyngør	'85-'86	Saltholdighet, temperatur, oksygen, næring (PO <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> )	5
Berge et al. 1988b	Lyngør	'88 juni	Bløtbunnfauna (grabb) Prøvene er ikke opparbeidet ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring)	5
Edvardsen et al. 1988	Langeboen, Øitangen	'88 juni	Dykkerundersøkelse ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring)	2
Bøhle og Halvorsen 1989	Dypvåg, Sandøya	'84	Saltholdighet, temperatur, blåskjellyngel	2

## Tvedestrand kommune forts.

REFERANSE	LOKALITET	ÅR MND.	PARAMETRE	ANTALL STASJONER
Christie et al. 1989	Langeboen, Øitangen	'88/'89 sept/apr	Hardbunnsfauna (dykking, rute- analyser, fotografiering) ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstringen)	2
Wikander 1989b	Hele kommunen	-	Omtale av eutrofisitusasjonen i 12 områder i kommunen. Ingen målinger, ingen henvisninger.	-
Bøhle et al. 1990a	Kvastadkilen	'89-'90	Saltholdighet, temperatur, oksygen	1
Bøhle et al. 1990b	Dypvåg	'86-'87	Østers	1
Erga et al. 1990	Tv.strandsfj.	-	Tilstandsvurdering av fjorden, basert på tidligere undersøkelser.	-
Johannessen og Gjøsæter 1990	Dybvåg, Sandøya	'88-'90	Dykketransekter for registrering av bunnsfauna (strandnottrekk) ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring)	3
Wikander 1990	Hele kommunen	-	Systematisk oversikt over mollusk- faunaen funnet på Skagerrak-kysten fra 1982 til 1990.	ca. 10
Oug 1992	Gjeving, Tv.strandsfj.	'89 apr.	Bløtbunnsfauna (grabb-prøver).	4
Aure og Danielssen 1993	Tv.strandsfj. Lyngør	'90-'91	Saltholdighet, temperatur, oksygen, næring (PO <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> )	3
Enersen et al. 1994, Johannessen og Sollie 1994	Hele kommunen	1919-...	Enkel registrering av vegetasjon og fauna på grunt vann med vannkikkert. ( <i>Høstundersøkelsen</i> )	5
Fylkesmannen i A-A		sommer	Badevannsundersøkelse (tarmbakterier)	6
<b>Lokale undersøkelser</b>				
Braarud 1938	Tvedestrand havn	okt '37	Rødt vann, planktonalger	1
Ruiness 1969	Lyngør	1907/ 1939	Benthosalger. Artsidentifisering fra tidl. innsamlinger (N. Wille og E. Dahl)	
Dannevig 1971	Tvedestrand havn Hestø, Saltnes, Mågeodden	'67-'68	Saltholdighet, temperatur, oksygen	4

*Tvedestrand kommune forts.*

<b>REFERANSE</b>	<b>LOKALITET</b>	<b>ÅR MND.</b>	<b>PARAMETRE</b>	<b>ANTALL STASJONER</b>
Dahl et al. 1984	Tv.strandsfj.	'83	Saltholdighet, temperatur, oksygen, strøm, næring (PO4, NO2, NO3, NH4), klf.a, planktonalger	6
Dahl et al. 1985	Tv.strandsfj.	'84	Saltholdighet, temperatur, oksygen, strøm, næring (PO4, NO2, NO3, NH4), klf.a, planktonalger	6
Rygg og Wikander 1985	Tv.strandsfj.	nov.'83 des.'84	Bløtbunnfauna (grabb)	7
Dahl et al. 1987a	Tv.strandsfj.	'85	Saltholdighet, temperatur, oksygen, strøm, næring (PO4, NO2, NO3, NH4), klf.a, planktonalger	6
Dale og Dahl 1987a, b	Dypvåg	nov.'86	Ciliater, planktonalger	1
Wikander 1987a	Tv.strandsfj.	jun.'86	Bløtbunnfauna (grabb)	7
Slotta og Skogsaas 1994	Tv.strandsfj.	-	Vurdering av miljøtilstanden i fjorden basert på tidligere rapporter.	

### 3.4.2. Miljøstatus

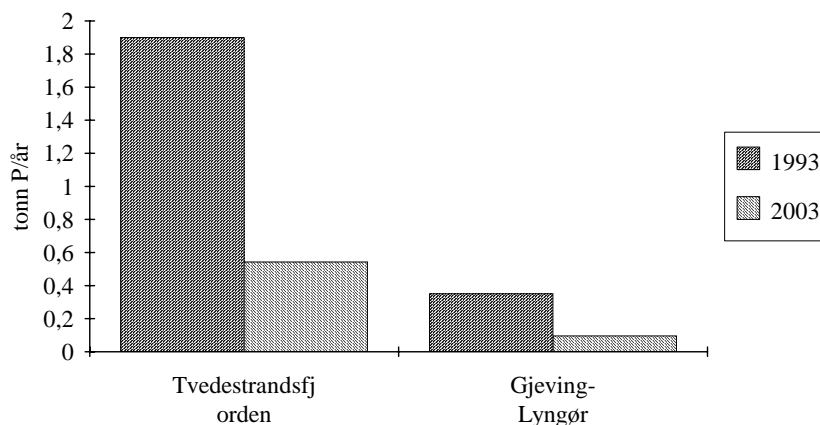
Kysten av Tvedestrand består i øst av en nokså omfattende skjærgård med sund, mindre fjorder og våger, tildels med terskler som hemmer sirkulasjonen med kystvannet i noen grad. Bare Tvedestrandsfjorden, vest i kommunen, skjærer noe dypere inn i landet. De innerste bassengene har flere terskler og markerte stagnerende forhold.

#### Tilførsler

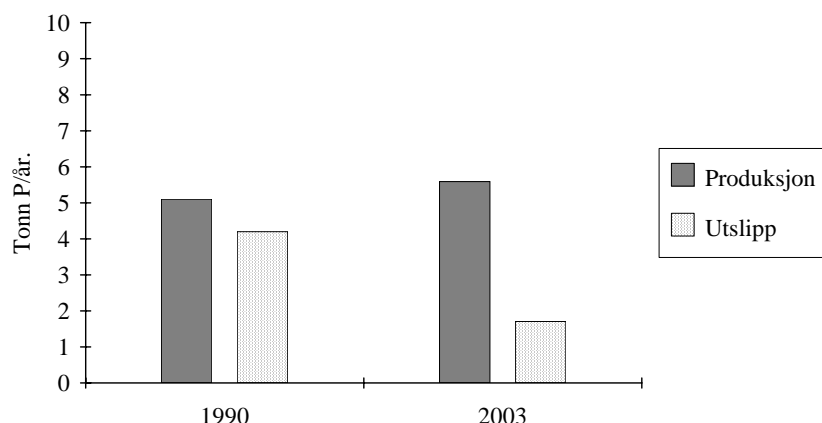
Utslipp av kommunalt avløpsvann til sjøområdene i Tvedestrand kommune var i størrelsesorden ca. 4 000 pe i 1993 (2,3 tonn fosfor og 17,5 tonn nitrogen pr. år). Tvedestrandsfjorden er den resipient som mottar det største utslippet av kommunalt avløpsvann (3100 pe), mens det er mindre utslipp til bl.a. Gjeving og Lyngør, ca 800 pe tilsammen (Figur 14) (oppl. fra teknisk etat, Risør kommune og MVA). Direkteutslippene utgjør ca. 600 pe, dvs. ca. 0,4 tonn P og 2,6 tonn N pr. år. Etter bygging av renseanlegg i 1996 regner man med at de totale utslippsmengdene til Tvedestrandsfjorden og Gjeving/Lyngør vil bli redusert til ca. 1030 pe (0,64 tonn fosfor og 14,5 tonn nitrogen) (oppl. fra Fylkesmannen i Aust-Agder). Figur 14 og 15 viser hvor mye kommunalt avløpsvann som produseres, og hvor mye som slippes ut i resipienten etter rensing (målt i tonn fosfor pr. år).

De samlede utslippene av næringssalter til strekningen Tvedestrand - Moland (fra kommunalt avløpsvann, industri, avrenning, jordbruk m.m.) er totalt på 9 tonn fosfor og 94 tonn nitrogen pr. år (Thaulow et al. 1990). De kommunale utslippene fra Tvedestrand utgjør ca. 25 % av fosfor- og ca. 18 % av nitrogen-tilførslene til denne strekningen.

Se Kap. 3.1. for oversikt over de ulike tilførselskildene i Aust-Agder.



Figur 6. Kommunale utslipp av fosfor i 1993 og 2003 fordelt på rensedistrikt.



Figur 7. Kommunalt avløpsvann i Tvedestrand kommune. Forholdet mellom produksjon og utslipp av fosfor i 1990 og 2003. Renseanlegg skal etter saneringsplan bygges i 1996.

### Tilstand

#### Tvedestrandsfjorden

Tvedestrandsfjorden skjærer seg ca 8 km inn i landet og har flere terskler. Strømmålinger har vist at fjorden ved Furøy har en typisk såkalt estuarin sirkulasjon. Det vil si at vannet går ut fjorden i overflaten og inn litt dypere over terskelen (Dahl et al. 1985, 1987a).

Alle de hydrografiske undersøkelsene som er foretatt i fjorden (Dannevig 1971, Danielssen og Iversen 1978a, Danielssen 1979, 1981, Dahl et al. 1984, 1985, 1987a) bekrefter de stagnerende forhold innerst i fjorden ved Bjørnevikhalsen. Der kan det forekomme råttent vann fra bunnen og nesten opp til 30m (Dahl et al. 1987a). Middel oksygenforbruk i bassenget innerst i fjorden er beregnet til ca 1 ml/l i måneden og sannsynlig tid mellom hver utskiftning 1-2 år (Aure og Danielssen 1993). I undersøkelsen, 1983-1985, var det en utskifting vinteren 83/84 (Dahl et al. 1985). Også ved Hestø kan det bli lite oksygen, mindre enn 1 ml/l helt ved bunnen (Dahl et al. 1987a), men der er årvisse utskiftninger. Oksygenverdiene ved Bjørnevikhalsen faller inn i tilstandsklasse *dårlig* og ved Hestø *nokså dårlig* (SFT 1993d).

En sammenstilling av HFF's næringssaltdata fra Bjørnevikhalsen og Møkkalasset for perioden 1983-1992, og en vurdering av disse mot SFT's klassifisering av miljøkvalitet, ble utført av Slotta og Skogsaa (1994). Dette viste at ved Bjørnevikhalsen falt vinterkonsentrasjonene av fosfat i overflatelaget innenfor tilstandsklasse god, mens enkelte vinterverdier for ammonium og nitrat også gikk over i tilstandsklasse mindre god (SFT 1993d). Ute ved Møkkalasset var det motsatt, alle vinterkonsentrasjoner av ammonium og nitrat falt innenfor tilstanden god, mens noen fosfatkonsentrasjoner gikk over i tilstandsklasse mindre god. Ut fra sommerdata for de tre næringssaltene var tilstandsklassen generelt dårligere på begge stasjonene. Den falt ofte inn under både mindre god og nokså dårlig (Slotta og Skogsaa 1994) på begge stasjonene, men med tendens til å være bedre på Møkkalasset enn ved Bjørnevikhalsen.

Dette siste forhold er interessant og peker mot at tilstandsklassen i Tvedestrandsfjorden og like utenfor, bedømt ut fra konsentrasjonen av næringssalter i overflatelaget, er god om vinteren og mindre god om sommeren. Dette kan skyldes større tilførsler av næringssalter til overflatelaget sommertid på grunn av større befolkning i kystsonen og mer stabile vannmasser. Men det er også et moment at erfaringsgrunnlaget med bruk av slike kriterier og inndeling i tilstandsklasser enda er lite.

Klorofylldata fra overflatelaget for perioden mai - september fra Bjørnevikhalsen og Møkkalasset vurdert mot tilstandsklassene viste på begge stasjonene, som for nærings saltene, en stor variasjon fra god til nokså dårlig tilstand med tendens til best forhold ved Møkkalasset (Slotta og Skogsås 1994).

Bunnfaunaen i indre deler av Tvedestrandsfjorden er sterkt utarmet og det er tildels døde bunnområder (Rygg og Wikander 1985, Wikander 1987a). Sedimentene er preget av sulfider og inneholder tykke lag av sagflis. Dateringer viser at utslippene av treflis går tilbake til ca. år 1700 (Erga et al. 1990).

#### ***Skjærgården ved Borøya og Sandøya***

Oksygen data viser bra forhold ved Gressholmen og Havefjord og økende grad av stagnasjon i dypet i Sandøfjorden, Dypvåg og Lyngørfjorden (Dahl og Danielssen 1987).

I Sandøfjorden er oksygenkonsentrasjoner på ca 4 ml/l i dypet målt flere ganger, noe som tyder på stor sedimentasjon av organisk materiale (Dahl og Danielssen 1987). Sandøyfjorden er antagelig et naturlig sedimentasjonsbasseng til tross for at det ligger langt ute og åpent til. Bassenget har et største dyp på 50 m og terskeldyp på 21 og 30 m. Bunn sedimentene viser også tegn til organisk belastning med lavt artsmangfold, lukt av hydrogensulfid og høyt organisk innhold (Wikander 1986b).

I Havefjorden mellom Borøya og Sandøya er det ifølge Wikander (1989b) upåvirket og god vannutskiftning, mens innsiden av Borøya er avstengt med H<sub>2</sub>S i sedimentet og sedimentasjon av *Zostera* og annen lokal produksjon.

Aure og Danielssen (1993) fant at flere åpentliggende kystbasseng hadde et betydelig høyere oksygenforbruk og dermed større tilførsler av organisk materiale enn forventet ut fra observasjonene i de fjordlignende terskelbasseng. De antok at tilførsler av resuspendert organisk materiale fra utenforliggende gruntvannsområder til disse ytre bassengene kunne være en årsak til dette.

#### ***Lyngørfjorden***

Området ved Lyngør består av skjærgård med flere store sund og relativt åpne bassenger. På ca. 60 m dyp på innsiden av Askerøya og Lyngør er det registrert oksygenkonsentrasjoner på mindre enn 1 ml/l, det vil si tilstandsklasse nokså dårlig (SFT 1993d). Oksygenforbruket der er beregnet til ca 1 ml/l i måneden og tid mellom hver dypvannsfornyelse ca 0,5 år (Aure og Danielssen 1993).

Bløtbunnsfaunaen i de østlige deler av Lyngørfjorden var i 1985 preget av høyt artsmangfold som tydet på gode miljøforhold (Wikander 1985b). I det østlige bassenget på innsiden av Askerøya ble det i 1985 funnet tegn til organisk belastning og noe dårlig vannutskiftning, noe som trolig har naturlige årsaker (Wikander 1985b).

#### ***Gjevingkilen og andre avstengte områder***

Gjevingkilen er delt i en ytre og indre del. Den ytre hadde stagnerende forhold, men ikke oksygenmangel ved en undersøkelse i mai 1985 (Bøhle 1986). Der var en oksygenkonsentrasjon på ca 4 ml/l i 20 m. Den indre delen hadde oksygenmangel i 8 m og hydrogensulfid på 10 m. I 1992 ble det funnet tegn til organisk belastning med få gravende organismer i bunnsedimentene, men med organismer på selve sedimentoverflaten (Oug 1992). Den organiske belastningen kommer trolig fra treforedlingsindustri (Wikander 1989b).

Halsekilen, som er meget liten, var frisk helt til bunnen på ca 4m, mens Kvastadkilen og Hagenkilen hadde hydrogensulfid fra henholdsvis 10 og 8 m dyp. Kvastadkilen er undersøkt flere ganger. Den har terskel på 2 m og største dyp på ca 20 m. Der ligger det hydrogensulfidholdige vannet normalt fra 8-12 m dyp og ned til bunnen på (Bøhle 1987, Bøhle et al. 1990a). I januar-februar 1989 kom det nytt, friskt vann helt til bunnen, men allerede i mars-april samme år var det hydrogensulfid fra ca 15 m og dypere (Bøhle et al. 1990a).

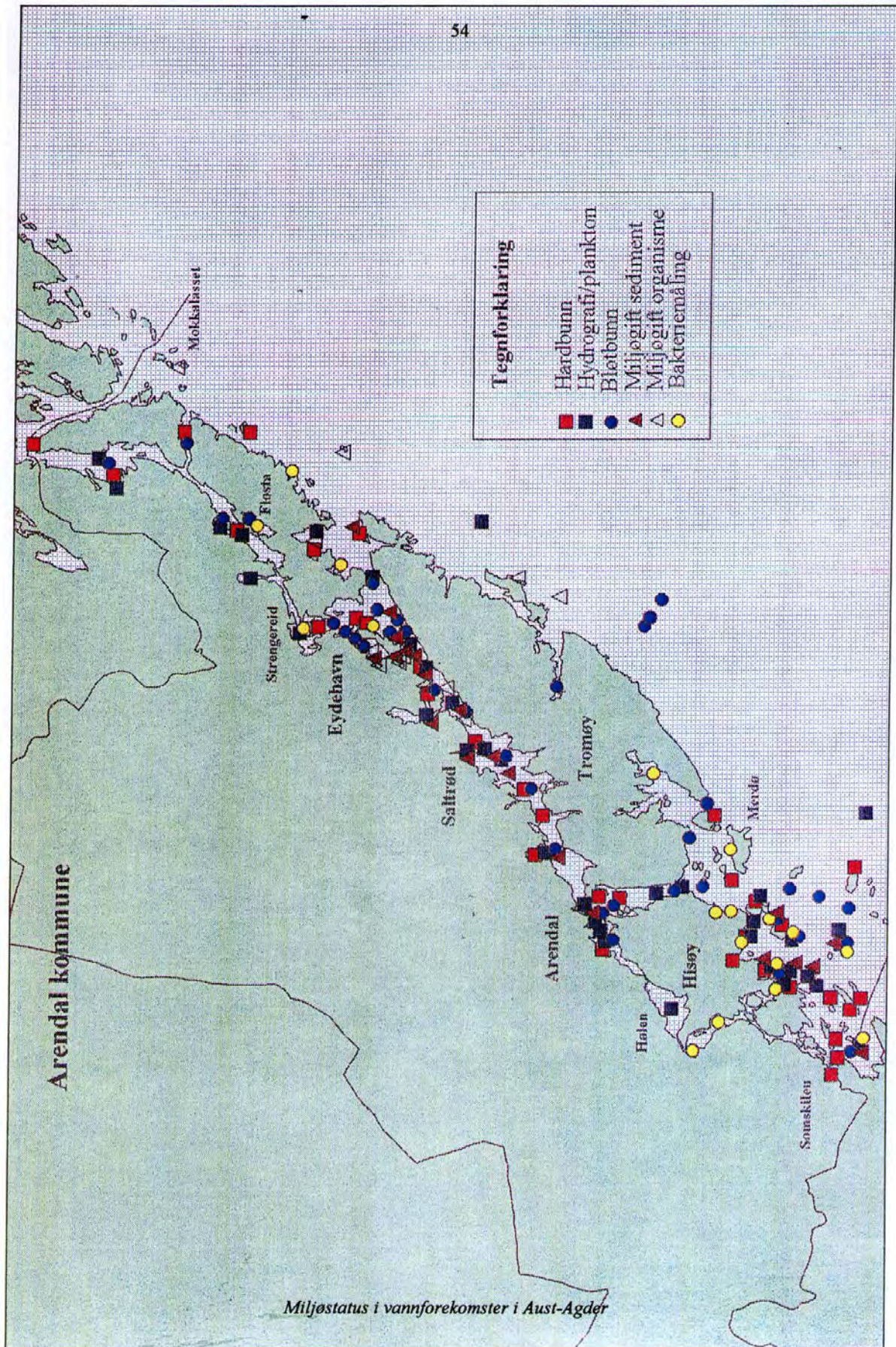
**Generelt om badevannskvaliteten i kommunen::**

Målinger fra 1990 - 1994 viser at sjøvannet i kommunen er *godt egnet* som badevann på alle målestasjonene (Tabell 6).

Tabell 6. *Badevannskvalitet i Tvedestrand kommune.*

Tegnforklaring: ☺ = GOD ☹ = MINDRE GOD ☒ = IKKE BADEVANNSKVALITET

	1990	1991	1992	1993	1994
Furøya	☺	☺	☺	☺	☺
Nautholmen	☺	☺	☺	☺	☺
Risøy badestr.	☺	☺	☺	☺	☺
Persøygard	☺	☺	☺	☺	☺
Funningsholmene	☺	☺	☺	☺	☺
Håholmen	☺	☺	☺	☺	☺





## 3.5. Arendal kommune

### 3.5.1. Tidligere undersøkelser

Figur 16 - 19 vise kart over undersøkelseslokaliteter, og i tabell 7 er det gitt en oversikt over alle tidligere undersøkelser.

#### *Tilførsler*

Opplysninger om kommunale tilførsler foreligger blant annet hos teknisk etat i kommunen og hos Fylkesmannens miljøvernnavdeling.

Stoffbudsjettet for Utnesområdet er beregnet av Molvær et al. (1990) og Hindar et al. (1989). Beregningene omfatter tilførsler av fosfor og nitrogen fordelt på kilder som kommunalt avløpsvann, landbruk, arealavrenning og sur nedbør. Det foreligger også beregninger av næringssalttilførsler for hele Arendalsområdet (Thaulow et al. 1990) og for hele fylket (Molvær et al. 1990). Tilførselsberegningene er fordelt på ulike kilder som befolkning, landbruk, industri, avrenning og nedbør.

I tillegg er det gjort beregninger av tilførsler fra et oppdrettsanlegg i Boråskilen i Eikelandsfjorden (Wikander 1987c). Beregningene ble gjort ut fra tidligere målinger (Moksness et al. 1986).

#### *Hydrografi/hydrokjem*

Fra kysten utenfor Arendal foreligger et omfattende hydrografisk materiale, vesentlig innsamlet av HFF. Helt tilbake til før 1920 foreligger det regelmessige, opptil daglige data av temperatur og saltholdighet fra Flødevigen. Disse data har ikke blitt samlet fremstilt, men deler av dem har inngått i en lang rekke rapporter og publikasjoner, for eks. Aure og Sætre 1981, Aksnes et al. 1989, Hognestad 1992, Anon. 1991, 1992, 1993, 1994).

Fra 1950 begynte stasjonen med regelmessige hydrografiske tokt, med målinger av temperatur, saltholdighet og i noen grad oksygen, på tvers av Skagerrak hvor også stasjoner i Ærøydypet og 1 og 5 nautiske mil utenfor Torungen inngikk i programmet (Dahl og Danielssen 1992). Fra 1980 inngikk også næringssalter, klorofyll og alger i prøvetagningsprogrammet (Dahl og Danielssen 1981, Danielssen og Dahl 1992).

Det er også utført to større hydrografiske undersøkelser i Arendalsområdet. En i 1967-68, som omfattet saltholdighet, temperatur og oksygen (Dannevig 1969, 1970b). En annen undersøkelse omfattet en lang rekke parametre i årene 1975-79 (Danielssen og Iversen 1976, 1978b, Sand 1978, 1979, Dahl og Danielssen 1986). Der inngikk også noen strømmålinger (Dahl 1978).

I årene 1981-1985 fulgte NIVA Sørlandsavdelingen opp med en overvåking av Utnes-bassenget og Sømnskilen for å se på mulige effekter av hovedrenseanlegget for Arendalsregionen. Utnesbassenget mottar også betydelige tilførsler av ferskvann fra Nidelva. Overvåkingen omfattet månedlige målinger av temperatur, saltholdighet, siktedyp, næringssalter, oksygen og tarmbakterier. Målingene ble tatt fra tilsammen syv stasjoner i overflaten og tre stasjoner i dypvannet. De hydrografiske dataene er rapportert i Boman (1982), Boman og Wikander (1983), Olsen (1984), Næs (1985a), Wikander (1985b) og Næs (1986c). Strømmålinger er rapportert i Magnusson (1976).

I juni 1981 ble det utført en intensiv undersøkelse ved Utnes i forbindelse med kraftverkets forsøk i Nidelva (Danielssen og Dahl 1981).

Fra mai 1990 har stasjonene 1 og 5 nautiske mil utenfor Torungen inngått i det såkalte Kystovervåkingsprogrammet. Siden da har en lang rekke hydrografiske parametre blitt målt ca hver 14. dag på den innerste stasjonen og ca hver måned på den ytterste (Aure et al. 1991, 1992, 1993a,b, 1994). I tillegg har selskapet OCEANOR fra 1989 i lange perioder hatt en bølge med mye måleutstyr for hydrografiske og meteorologiske data liggende i Kyststrømmen ca 3 nautiske mil utenfor Torungen.

Fra 1992 og 1993 foreligger det flere hydrografiske målinger fra Utnesbassenget som en oppfølging av tidligere undersøkelser. Undersøkelsen er en del av et større overvåkingsprogram som NIVA Sørlandsavdelingen har for Arendal kommune. Overvåkingsprogrammet omfatter hydrografiske målinger fra 16 stasjoner fordelt i de indre kystområdene fra Utnes til Eikelandsfjorden.

Vannutskiftning og oksygenforbruket i Ærøydypet og Eikelandfjorden er beregnet, som for flere terskelbasseng langs kysten (Aure og Danielssen 1993). I denne rapporten blir oksygendata fra Ærøydypet, som tidligere har inngått i enkeltrapper og toktrapper med lite utbredelse, fremstilt særskilt, sammen med noen nyere næringsaltdata.

Det foreligger også en del hydrografiske data fra noen mer innelukkede lokaliteter i Arendal kommune. Temperatur, saltholdighet og oksygen ble målt i Lindviga og Joranstadkilen i mai 1985 (Bøhle 1986), og igjen i Joranstadkilen i 1986-87 (Bøhle 1987). I Boråskilen ble mange parametre målt i årene 1985-1987 i forbindelse med overvintringsforsøk av regnbueørret og laks i merder (Moksness et al. 1986, Moksness 1987).

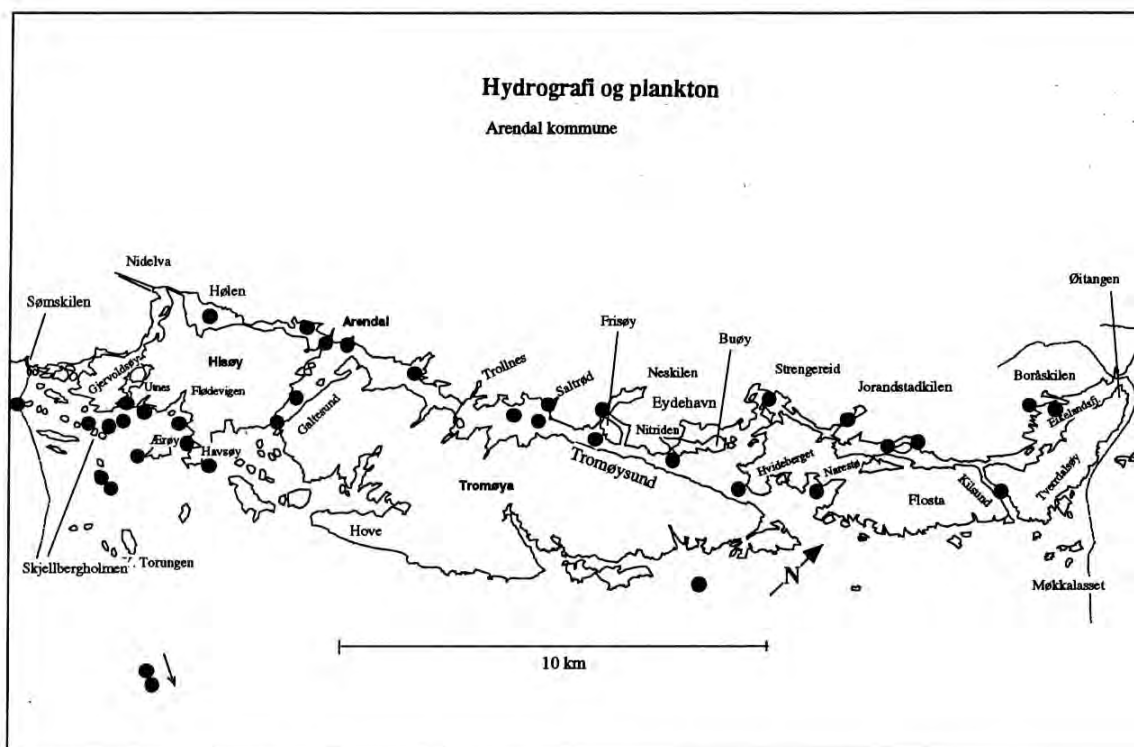
#### *Plankton*

Planteplankton og klorofyll ble med i programmet for snittet Torungen-Hirtshals fra og med 1980 (Dahl og Danielssen 1981, Danielssen og Dahl 1992). I forbindelse med en stor og skadelig oppblomstring av dinoflagellaten *Gyrodinium aureolum* høsten 1981, ble mange observasjoner og mye datainnsamling foretatt i Flødevigen og dens nærområde (Dahl og Danielssen 1985a, 1985b, Dahl et al. 1982, 1987b). Og etter den tid har en rekke skadelige alger blitt særlig nøye registrert nettopp i dette området; *Gyrodinium aureolum* i 1982 (Dahl og Tangen 1983), *Dinophysis* spp. i 1984 (Dahl og Yndestad 1985), *Gyrodinium aureolum* i 1985 (Dahl og Tangen 1985), *Dinophysis* spp. i 1985-87 (Dahl 1989, Lee et al. 1988, 1989), *Gyrodinium aureolum* i 1988 (Dahl og Tangen 1990) og *Chrysochromulina polylepis* i 1988 (Dahl 1988, Dahl et al. 1989, Lindahl og Dahl 1990). Etter 1988 er det etablert en omfattende algeovervåking i Flødevigen med prøvetagning tre ganger pr. uke. De årlige data blir nå regelmessig rapportert (Anon. 1991, 1992, 1993, 1994).

I resipientundersøkelsen 1975-79 inngikk et hovedfagsarbeid om planteplankton og dets produksjonskapasitet i perioden mai-oktober 1975 (Andersen 1980).

I Kystovervåkingsprogrammet, som startet i mai 1990, inngår klorofyll og alger, og i årene 1990-91 ble det utført noen spesialstudier for å belyse om fosfor eller nitrogen kunne virke begrensende på algeveksten i kystvannet (Dahl 1992, de Jong 1994).

I Flødevigen er en masseforekomst av ciliater i mai 1985 beskrevet (Dale og Dahl 1987a, b).



Figur 16. Lokalteter for prøvetaking av hydrografi og plankton i Arendal kommune.

### Hardbunnssamfunn

Under oppblomstringen av *Chrysochromulina polylepis* i 1988 ble det dykket på mange stasjoner i Arendal kommune for å registrere skader på flora og fauna. Flere av stasjonene ble fulgt opp i 1989 og 1990 for å se på gjenvekst.

NIVA dykket ved Ærøy, Torungen og Tromøy i mai-juni 1988 og registrerte skader på hardbunnsorganismer (Berge et al. 1988a, b, c). Undersøkelsen ble fulgt opp med nye registreringer i november 1988 og juni 1989 ved Tromøy og Buøy (Pedersen et al. 1989 a, b, c). De to stasjonene er senere opprettholdt i Kystovervåkingsprogrammet som startet i 1990. Fra og med 1991 er det kun én stasjon på nordenden av Tromøya som er undersøkt. Undersøkelserprogrammet for hardbunn består av dykkerundersøkelse, stereofotografering, ruteanalyse og tareskogsanalyse.

HFF undersøkte flere stasjoner ved Arendal under og etter algeoppblomstringen i 1988. I mai og juni 1988 ble det dykket på 7 stasjoner mellom Havsøy og Sjøskilen for å registrere skader på fisk og bunnfauna. Samtidig ble det fisket med strandnot og trollgarn ved hhv. 9 og 11 stasjoner (Gjøsæter og Johannessen 1988). Undersøkelsen ble fulgt opp med nye dykke- og strandnotundersøkelser i 1989 og 1990 (Johannessen og Gjøsæter 1990).

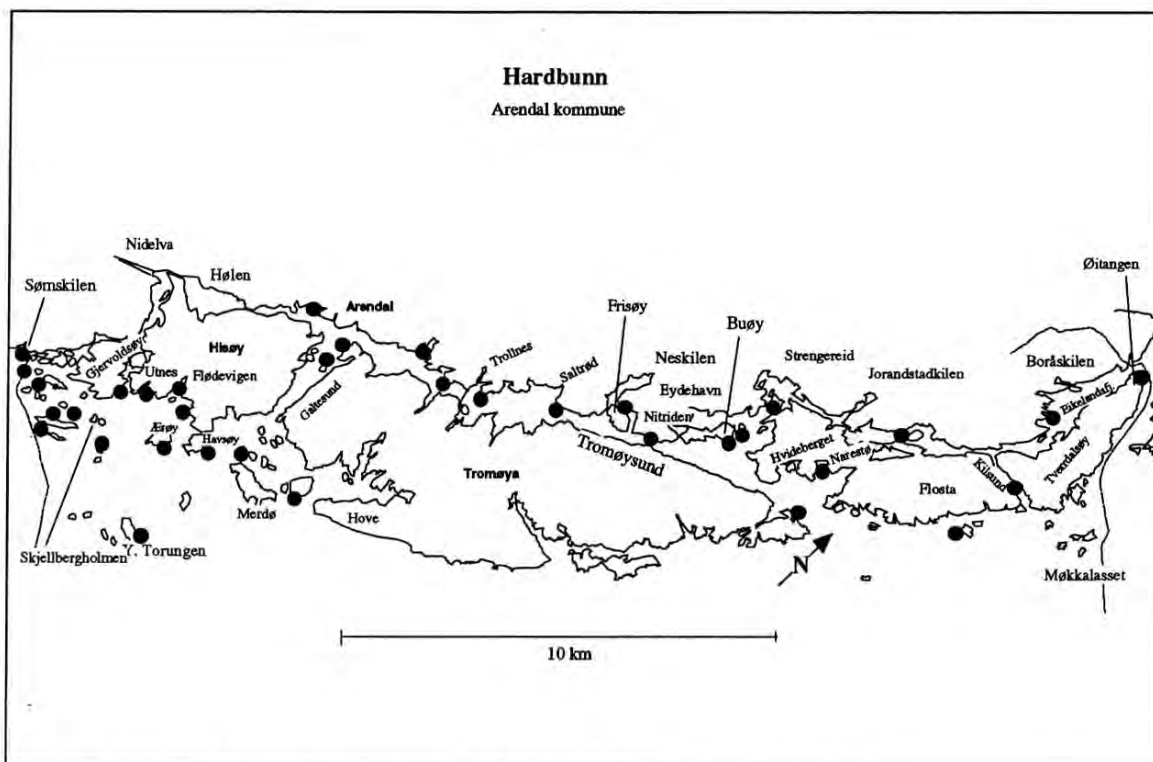
Universitetet i Oslo dykket ved Kilsund, Krøgleholmen øst for Flosta, og Øitangen i juni 1988 for å registrere effekter av algeoppblomstringen (Edvardsen et al. 1988). Alle stasjonene ble fulgt opp i september 1988 med undersøkelser av hardbunnsfaunaen (Christie et al. 1989).

Under overvåkingen av Utnesbassenget på 1980-tallet for å kartlegge mulige effekter av hovedreanlegget, ble det gjort hardbunnsundersøkelser på 11 lokaliteter i Utnes-Søm området i juli/august 1988 og i juli 1989. Metodene som inngikk var transektdykk (vertikalprofil), strandsoneregistrering (alger og dyr i fjæresonen) og fotografering (Moy og Wikander 1990).

I en større resipientundersøkelse av Tromøysund ble 6 hardbunnsstasjoner undersøkt i august 1990. På alle stasjoner ble fjæresonen undersøkt, og på tre av stasjonene ble det tatt dykkertransekter ned til 20 m dyp (Næs et al. 1991).

I det pågående overvåkingsprogrammet for Arendal kommune undersøker NIVA Sørlandsavdelingen 11 lokaliteter i fjæra for fastsittende alger og dyr. Stasjonene er plassert mellom Utnes og Eikelandsfjorden, og undersøkes to år på rad.

I Flødevigen registreres vegetasjonens (ålegras og tang/tare) dekningsgrad og bunnfauna hvert år i forbindelse med strandnottrekk i 'høstundersøkelsen'. Registreringene bli utført ved observasjoner gjennom vannkikkert (Enersen et al. 1994, Gjøsæter et al 1989)



Figur 17. Lokaliteter for prøvetaking på hardbunn i Arendal kommune.

### Bløtbunn

I 1988 ble det tatt prøver av bløtbunnsfaunaen ved flere lokaliteter (9) i Arendal for å registrere skader etter den giftige algeoppblomstringen (Berge et al. 1988a, b, c). Tre av stasjonene på utsiden av Tromøy er siden opprettholdt innen Kystovervåkingsprogrammet og blir tatt prøver fra hvert år. Prøvene blir tatt med en 0.1m<sup>2</sup> Day-grabb og dyrene sorteres og bestemmes. Sedimentet analyseres for kornfordeling og konsentrasjon av organisk karbon og nitrogen (se Aure et al. 1993c).

Overvåking av Utnesbassenget på 1980-tallet for å kartlegge mulige effekter av hovedrenseanlegget omfattet også prøvetaking på bløtbunn. Prøver ble tatt i 1981, 1983, 1985, 1987, 1988 og 1989. Ialt 8 stasjoner ble inngikk i prøvetakingsprogrammet, men stasjonsvalget varierte noe, og det er kun én stasjon som er undersøkt alle årene (Wikander 1985a, 1986a, 1988, 1989a, Moy og Wikander 1990).

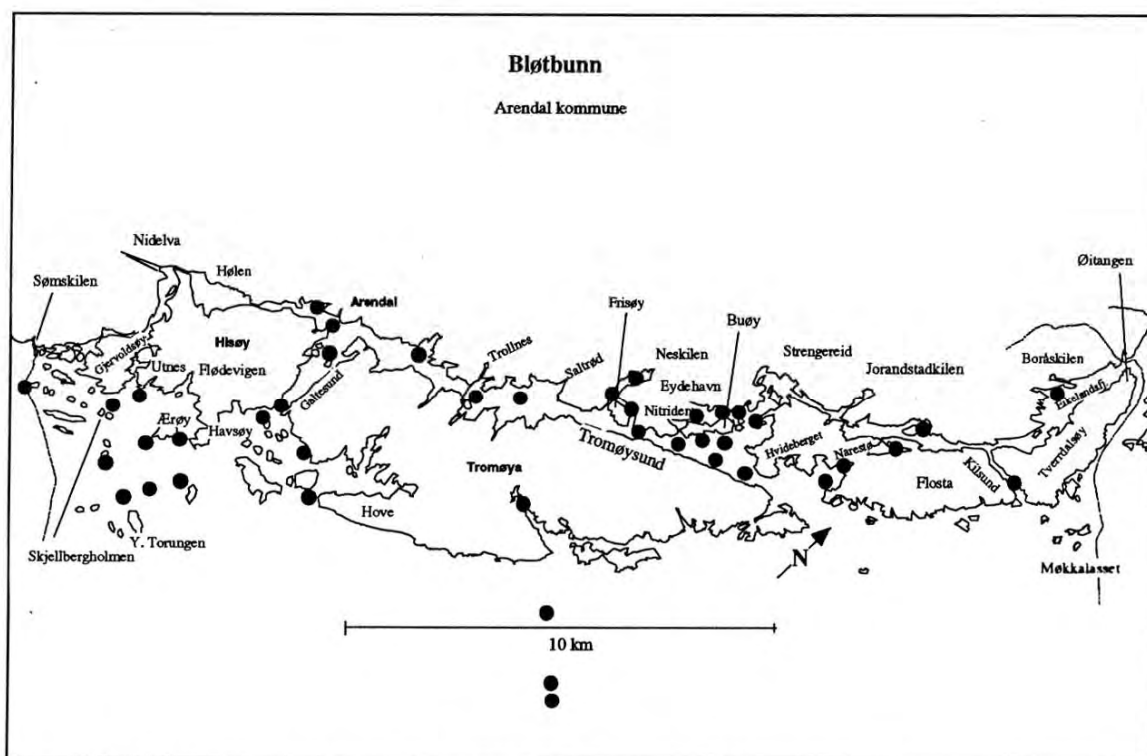
Etter omfattende vannutskiftninger i flere terskelfjorder på Sørlandet vinteren 1989 ble bløtbunnsfaunaen fra to stasjoner på innsiden av Flosta undersøkt (Oug 1992). Både grabb- og sledeprøver ble tatt, men kun sledeprøvene er opparbeidet og rapportert.

I egnethetsundersøkelsen for havbruk i Aust-Agder fra 1986 ble det tatt prøver fra 2 stasjoner ved nordenden av Tromøysund (Hvideberget og Narestø). Det ble også tatt prøver av sedimentene for TOC, tot-N og tot-P (Wikander 1986b).

En forundersøkelse fra 1983 beskriver bløtbunnsfaunaen og bunnsedimentene i Tromøysund og Galtesund, basert på en prøve fra hver av 8 lokaliteter (Wikander 1986e).

I 1989 ble det tatt prøver fra 15 stasjoner i Tromøysund med grabb og slede for å beskrive bløtbunnsfaunaen og vurdere miljøtilstanden i bunnområdene i sundet. Undersøkelsen var en del av en større resipientundersøkelse (Næs et al. 1991). Ved de fire hovedstasjonene ble det tatt flere parallelle prøver med bunngrabben, mens ved åtte andre stasjoner ble det tatt enkeltprøver. Fra tre stasjoner ble det tatt prøver med bunnslede. Det foreligger kvantitativ opparbeidelse fra 10 av stasjonene, og resultatene er rapportert i Næs et al. (1991).

I det pågående overvåkingsprogrammet for Arendal kommune har NIVA Sørlandsavdelingen tatt prøver av bløtbunnsfaunaen på 17 lokaliteter mellom Utnes og Flosta. Prøvene ble tatt i mai 1994 og omfatter bl.a. de fire hovedstasjonene i Tromøysund som ble undersøkt i 1989. Også flere av de andre stasjonene er undersøkt tidligere. Prøvene ble tatt med bunngrabb (Petersen's type) og et utvalg av stasjonene vil bli opparbeidet kvantitativt.



Figur 18. Lokaliteter for prøvetaking på bløtbunn i Arendal kommune.

### Tarmbakterier

Innholdet av tarmbakterier blir hvert år målt på 12 ulike saltvannslokaliteter i Arendal kommune (Fylkesmannen i Aust-Agder). I tillegg kommer flere stasjoner i Nidelva. Prøvene blir tatt hver uke gjennom hele badesesongen.

I Utnes-undersøkelsen ble innholdet av termotolerante koliforme bakterier (tarmbakterier) målt hver måned på 7 stasjoner fra 1981 til 1985.

I tillegg foreligger det flere undersøkelser av bakterieinnholdet i Nidelva (Jacobsen 1993, 1994).

### *Miljøgifter*

Under overvåkingen av Utnesbassenget på 1980-tallet ble bunnsedimentene på seks stasjoner analysert for organisk innhold, tungmetaller, PCB og DDT. Stasjonene ble undersøkt to ganger (Boman og Wikander 1983, Wikander 1986a).

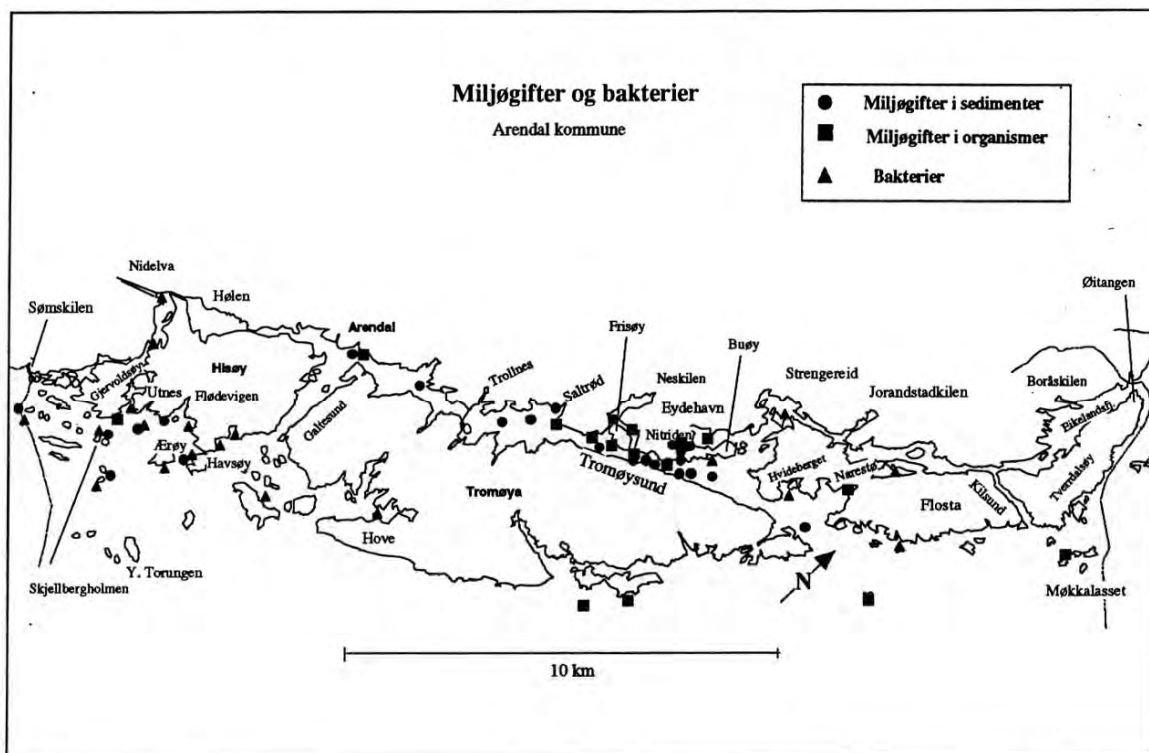
I 1989 og 1990 ble det foretatt en omfattende miljøgiftundersøkelse i Tromøysund for å kartlegge omfanget av eventuelle forurensninger fra Det Norske Nitridaksjeselskap (Nitriden) og Arendal Smelteverk A/S (Næs 1989, Næs et al. 1991). Sedimenter fra 9 lokaliteter og organismer fra 7 lokaliteter ble analysert for en rekke komponenter (PAH, PCB, HCB, jern, aluminium, silisium, bly, kobber, kvikksølv, sink, kadmium, nikkel, krom og kobolt). Organismer som ble undersøkt var skrubbe, sandflyndre, taskekrabbe og blåskjell. Stasjonene var fordelt langs hele Tromøysund, med referansestasjoner på utsiden av Tromøy.

Undersøkelsen gav grunnlag for nærmere undersøkelser av industriområdet rundt Nitriden, og i 1992 ble miljøgiftinnholdet i sedimenter undersøkt på 20 stasjoner rundt industriområdet. Man ønsket bl.a. å kartlegge lokaliteter med spesialavfall. Sedimentene ble analysert for PAH, PCB, metaller (bly, kadmium, kobber, kvikksølv og litium) samt totalt organisk karbon og nitrogen (Helland 1993). NIVA er nå igang med nye undersøkelser av miljøgiftinnholdet rundt Nitriden. Undersøkelsen omfatter sedimentanalyser og utsetting av blåskjell for måling av PAH-opptak i organismer (Helland in prep.).

Gjennom den sonderende havneundersøkelsen langs norskekysten (Koniczny 1994b) og JMP-programmet (Green 1992, 1994) foreligger det nye analyser av miljøgifter fra Arendal havn, Narestø, utsiden av Flosta og ved Gjervoldsøy. I Arendal havn er sedimenter og blåskjell undersøkt, mens de øvrige stasjonene er undersøkt på vann og blåskjell.

I tillegg kan det nevnes at PAH-innholdet i noen få prøver av marine organismer ved Tromøy/Moland ble målt i 1979 (Knutzen og Sortland 1982, Knutzen et al. 1986), og at det i forbindelse med en ny veitrase på Saltrød ble analysert for miljøgifter i sedimentene i 1990. Veitraseén lå i tilknytning til en gammel industrifylling og var i kontakt med sjøen (Helland 1991).

En sammenstilling av alle tilgjengelige miljøgiftdata fra marine sedimenter er under utarbeidelse (Koniczny 1994a).



Figur 19. Lokalteter for prøvetaking av miljøgifter og tarmbakterier i Arendal kommune.

Tabell 7. Arendal kommune

REFERANSE	LOKALITET	ÅR	PARAMETRE	ANTALL STASJONER
<b>Regionale undersøkelser</b>				
Dahl og Danielssen 1981	Torungen	vår '80	Saltholdighet, temperatur, klf.a, næring (PO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> ), planktonalger	1
Dahl et al. 1982	Torungen, Flødevigen	'81 sept-okt	Saltholdighet, temperatur, oksygen, Klf.a, <i>Gyrodinium</i>	2
Dahl og Tangen 1983	Flødevigen	'82 aug-okt	<i>Gyrodinium</i>	1
Dahl og Danielssen 1985a	Flødevigen	'81 sept-okt	Saltholdighet, temperatur, <i>Gyrodinium</i>	1
Dahl og Danielssen 1985b	Hele kommunen	'81 sept-okt	<i>Gyrodinium</i> , fiskedød	
Dahl og Yndestad 1985	Flødevigen	nov '84	<i>Dinophysis</i> , DST	1
Bøhle 1986	Lindviga Joranstadkilen	'85 mai-aug	Topografi, saltholdighet, temperatur, oksygen	2
Knutzen et al. 1986	Tromøy	'79	PAH i invertebrater	
Wikander 1986b	Narestø	'85 juli	Bløtbunnfauna Sedimentkjemi (TOC, TN, TP) (Egnethetsundersøkelsen)	2
Wikander 1986c	Hele kommunen		Oversikt over undersøkte lokaliteter i kystnære farvann (hydrografi, dyre- og planteplankton, fisk, benthosalger bunndyr)	-
Bøhle 1987	Joranstadkilen	'86-'87	Saltholdighet, temperatur, oksygen	1
Dahl og Danielssen 1987	østre Tromøysund	'85-'86	Saltholdighet, temperatur, oksygen	1
Dahl et al. 1987b	Torungen, Ærøy	'81 sept-okt	Saltholdighet, temperatur, næring (PO <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> ), klf.a, <i>Gyrodinium</i>	2
Berge et al. 1988a, b, c	Hele kommunen	'88 mai-juni	Bløtbunnfauna (grab) - to av prøvene er opparbeidet Hardbunnsundersøkelse (dykk) ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring)	10 3



*Arendal kommune forts.*

REFERANSE	LOKALITET	ÅR	PARAMETRE	ANTALL STASJONER
Dahl 1988	Torungen, Flødevigen	mai '88	Saltholdighet, temperatur, oksygen næringssalter ( PO4, NO2+NO3, NH4) ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring)	2
Edvardsen et al. 1988	Fløsta, Tverrdalsøy Øitangen	'88 juni	Dykkerundersøkelse Befaring i tidevannssonen Strandnot ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring)	3 1 1
Gjøsæter og Johannessen 1988	Havsøy/Ærøy/ Sømskilen	'88 mai-juni	Dykkerundersøkelse (fauna) Strandnot Trollgarn ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring)	7 9 11
Hop et al. 1988	Vestre deler	mai '88	Fisk, invertebrater	9
Lee et al. 1988	Flødevigen	'85-'86	DST (skjellgifter)	1
Bøhle og Halvorsen 1989	Flødevigen	'84	Saltholdighet, temperatur, blåskjellyngel	1
Christie et al. 1989	Øitangen, Kilsund, Krøgleholmen	'88 sept	Hardbunnsfauna (dykking, rute- analyser, fotografiering) ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstringen)	3
Dahl 1989	Torungen	'86-'87	<i>Dinophysis</i> , <i>Gyrodinium</i>	3
Dahl et al. 1989	Hele kommunen	mai '88	Om <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstringen	
Hindar et al. 1989	Utnes	1989	Beregninger av ulike nitrogentilførsler til Nidelva	-
Lee et al. 1989	Flødevigen	'87	<i>Dinophysis</i> , DST	1
Pedersen et al. 1989c	Tromøy	'88 november	Dykkerundersøkelser Bløtbunnsfauna ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring)	2 2
Pedersen et al. 1989 a, b	Tromøy	'89 juni	Transektdykk (2 stasj.) Bløtbunnsfauna (1 stasj.) ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring)	3
Wikander 1989b	Hele kommunen	-	Omtale av eutrofisitasjonen i 11 utvalgte områder i kommunen. Ingen målinger, ingen henvisninger	11
Bøhle et al. 1990b	Strengereid, Flødevigen	'86-'87	Østers	2

*Arendal kommune forts.*

REFERANSE	LOKALITET	ÅR	PARAMETRE	ANTALL STASJONER
Dahl og Tangen 1990	Flødevigen	'88 aug-okt	Saltholdighet, <i>Gyrodinium</i>	1
Lindahl og Dahl 1990	Hele kommunen	mai '88	<i>Chrysochromulina polylepis</i>	
Erga et al. 1990	Utnes	-	Tilstandsvurdering av Utnes-området, basert på tidligere undersøkelser.	-
Johannessen og Gjøsaeter 1990	Utnes-Søm	'88-'90	Rekognoseringsdykk (bunnfauna) Strandnotstasjoner ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring)	6 3
Molvær et al. 1990	Utnes		Stoffbudsjett for Utnesområdet	-
Wikander 1990	Hele kommunen	-	Systematisk oversikt over molluskfaunaen funnet på Skagerrak-kysten fra 1982 til 1990.	ca. 25
Anon. 1991	Torungen, Flødevigen	'91	Saltholdighet, temperatur, klf.a, planktonalger	2
Anon. 1992	Torungen, Flødevigen	'92	Saltholdighet, temperatur, næring (PO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> ), klf.a, planktonalger	2
Danielssen og Dahl 1992	Torungen	'80-'90	PO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , klf.a	1
Green 1992	Flosta, Gjervoldsøy	'91	Miljøgifter i vann og blåskjell (Hg, Cd, Cu, Pb, Zn og PCB) JMP (Joint Monitoring Programme)	3
Oug 1992	Sjøverstø Flosta	'89 april	Bløtbunnsfauna (grabb)	2
Anon. 1993	Torungen, Flødevigen	'93	Saltholdighet, temperatur, næring (PO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> ), klf.a, planktonalger	2
Aure og Danielssen 1993	Hele kommunen	'90-'91	Saltholdighet, temperatur, fosfat (PO <sub>4</sub> )	4
Anon. 1994	Torungen, Flødevigen	'94	Saltholdighet, temperatur, næring (PO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> ), klf.a, planktonalger	2
Konieczny 1994a	Hele kommunen		Oversikt over miljøgiftdata fra marine sedimenter	
Konieczny 1994b	Arendal havn	'94 sommer	Miljøgifter i sedimenter og blåskjell (PCB, PAH, Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, As, THC, TBT).	3

*Arendal kommune forts.*

REFERANSE	LOKALITET	ÅR	PARAMETRE	ANTALL STASJONER
Enersen et al. 1994	Flødevigen	1919-...	Enkel registrering av vegetasjon og fauna på grunt vann med vannkikkert. ( <i>Høstundersøkelsen</i> )	4
<i>Kystovervåkingsprogrammet</i> (se referanseliste i vedlegg)	Tromøy/ Utnes	1990 - 2000 (årlig)	Hydrografi/kjemi, plankton Prøvetaking hver 14. dag/ hver mnd. Hardbunnssamfunn (1990: 3 stasjoner. 1991-94: én stasj.) Bløtbunnsfauna Årlig prøvetaking i mai-juni.	2 3(1) 3
Fylkesmannen i A-A			Badevannsundersøkelse (tarmbakterier)	11
<b>Lokale undersøkelser</b>				
<i>Undersøkelser i forbindelse med renseanlegget på Utnes</i>				
Magnusson 1976	Utnes	'75 aug-nov.	Temperatur, saltholdighet, strømmålinger. Topografi, vind, tilførsler	14
Boman 1982	Utnes	'81-'82	Hydrografi/kjemi <u>overflatevann</u> (temp., salt, sikt, turb., tot-N, tot-P, tarmbakterier). Månedlige målinger	7
Boman og Wikander 1983	Utnes	'81-'82	Hydrografi/kjemi i <u>dypvann</u> (temp, salt, O <sub>2</sub> , tot-P, tot-N). Månedlige målinger Sedimenter (org. innh., Hg, Pb, Cu, Kc, Zn, Ni, Cr, PCB, DDT)	3 6
Olsen 1984	Utnes	'82-'83	Hydrografi/kjemi <u>overflatevann</u>	
Næs 1985a	Utnes	'83-'85	Hydrografi, <u>overflatevann</u> (0-2m) (Salt, temp, bakt., tot-N, tot-P) Siktedyp. Månedlige målinger	7
Wikander 1985a	Utnes	'81,'83 nov.	Bløtbunnsfauna (grabb)	6(2)
Wikander 1985b	Utnes	'83-'85	Hydrografi/kjemi <u>dypvann</u> : (salt, temp, O <sub>2</sub> , tot-P, tot-N) Månedlige målinger	3
Næs 1986c	Utnes	'81-'85	Konklusjonsrapport '81 - '85. Delrapport 1-6. Overflatevann, dypvann, bløtbunnsfauna	

*Arendal kommune forts.*

REFERANSE	LOKALITET	ÅR	PARAMETRE	ANTALL STASJONER
Wikander 1986a	Utnes	nov.'81 nov.'83 jul.'85	Bløtbunnfauna PCB i sedimentet	6
Wikander 1988	Utnes	'87 sept.	Bløtbunnfauna	3
Wikander 1989a	Utnes	'88 aug.	Bløtbunnfauna	3
Moy og Wikander 1990	Utnes	'88/'89	Bløtbunnfauna Hardbunn (transektdykk 0-30 m)	3 13
<i>Andre lokale undersøkelser</i>				
Dannevig 1969	Arendal havn, Tromøysund, Galtesund		Saltholdighet, temperatur, oksygen	10
Dannevig 1970b	Vestre deler	'67-'68	Saltholdighet, temperatur, oksygen	3
Danielssen og Iversen 1976	Hele kysten	'75	Saltholdighet, temperatur, oksygen, PO4	23
Dahl, 1978	Kyststrømmen	'75-'76	Strøm	1
Danielssen og Iversen 1978b	Hele kommunen	'75	Næringssalter (NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> )	23
Sand 1978	Hele kommunen	'76	Saltholdighet, temperatur, næring (O <sub>2</sub> , PO <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> )	23
Sand 1979	Hele kommunen	'76-'77	Saltholdighet, temperatur, oksygen, næring (PO <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> , Tot. oppløst P, Tot. oppløst N), siktedyp	23
Andersen 1980	Hele kysten	'75	Planktonalger, klf.a, primærproduksjon, siktedyp	23
Danielssen og Dahl 1981	Utnes	'81 juni	Saltholdighet, temperatur, oksygen, næring (PO <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> ), klf.a	2
Dahl og Danielssen 1986	Hele kommunen	'75-'79	Saltholdighet, temperatur, oksygen, næring (PO <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> , Tot. oppløst P, Tot. oppløst N).	23
Mokness et al. 1986	Boråskilen	'85-'86	Saltholdighet, temperatur, oksygen, næring ( PO <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> )	1

*Arendal kommune forts.*

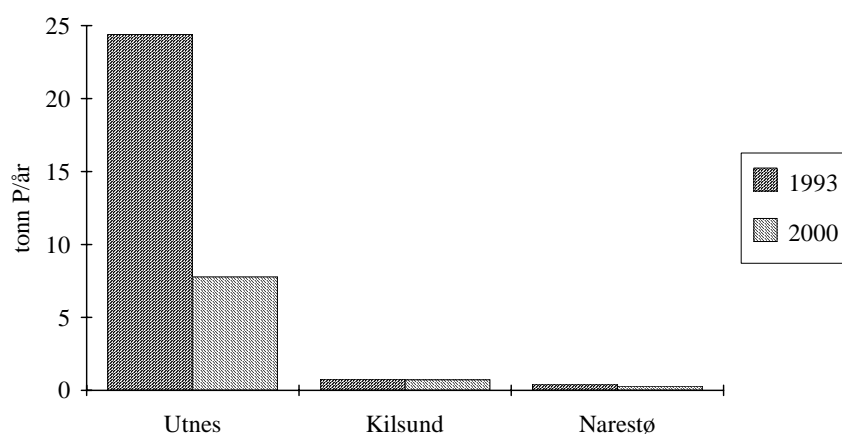
REFERANSE	LOKALITET	ÅR	PARAMETRE	ANTALL STASJONER
Wikander 1986e	Tromøysund/ Galtesund	'83 nov.	Bløtbunnsfauna (en prøve pr. stasj) Hydrografi (O <sub>2</sub> , tot-N, tot-P)	8 3
Dale og Dahl 1987a, b	Flødevigen	'85 mai	Saltholdighet, temperatur, ciliater, planktonalger	2
Mokness 1987	Boråskilen	'86-'87	Saltholdighet, temperatur, oksygen, næring ( PO <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> )	1
Wikander 1987c	Boråskilen		Hydrografidata fra MVA	
Næs 1989	Tromøysund	jun. '89	Miljøgifter i bunnsedimenter nær Nitriden industriområde PAH, PCB, EPOCl, Pb	7
Aure et al. 1991, 1992, 1993b, 1994	Torungen	'90, '91, '92, '93	Saltholdighet, temperatur, oksygen, næring (PO <sub>4</sub> , tot-P, part-P, SiO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> , tot-N, part-N, part-C ) klf.a, planktonalger, siktedyp	1
Helland 1991	Saltrød	sept. '90	Miljøgifter i sedimenter i tilknytning til ny veitrasé	4
Næs et al. 1991	Tromøysund	okt. '89	Sedimenter (PAH, org.mat., metaller, PCB).	9
		89, 90	Miljøgifter i organismer (PAH, PCB)	7
		aug.'90	Hardbunn (fjæresone, dykk 0-30 m)	6
		okt.'89	Bløtbunnsfauna	12
Dahl 1992	Torungen	'90-'91	Saltholdighet, temperatur, oksygen, næring (PO <sub>4</sub> , tot-P, part-P, SiO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> , tot-N, part-N, part-C ) klf.a, planktonalger, siktedyp	1
Hognestad, 1992	Flødevigen	'40-'92	Saltholdighet, temperatur	1
Helland 1993	Tromøysund	'92 okt.	Sedimentkjemi: PAH, PCB, TOC, TN, Pb, Cd, Cu, Hg, Li	20
NIVA 1994	Utnes, Galtesund, Tromøysund, Flosta	'94	Bløtbunnsfauna hydrografi strandsone	17 20 12
Helland 1994 (in prep)	Nitriden	'94	Dykk, PAH i blåskjell og sedimenter	30

### 3.5.2. Miljøstatus

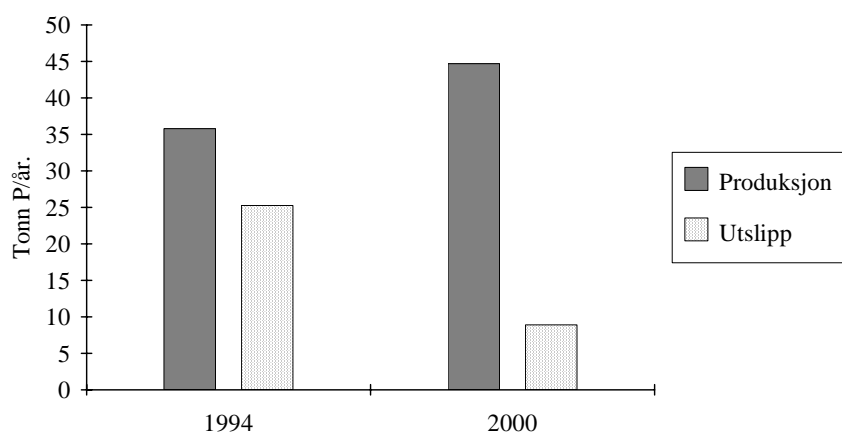
#### Tilførsler

De kommunale tilførslene til sjøområder i Arendal kommune er ca. 41 000 pe, tilsvarende 25,3 tonn fosfor og 189 tonn nitrogen (oppl. fra Fylkesmannen i Aust-Agder og tekn. etat, Arendal kommune). Av disse er ca. 6000 pe direkteutslipp. Ærøydypet er resipient for hovedrenseanlegget på Utnes og mottar de største tilførslene (26 000 pe fra renseanlegget, 4600 pe fra private anlegg og 5700 pe fra direkteutslipp). De kommunale utslipp til Kilsund og Strengereid er henholdsvis 1240 pe. og 685 pe (Figur 20) Etter ferdigstillelse av det planlagte nye renseanlegget på Utnes i 1989-99 og i Kilsund og Strengereid i 1996-97 vil de samlede utslippene fra kommunen være redusert fra 41 000 pe til 14 271 pe. Det tilsvarer årlige tilførsler på 8,8 tonn fosfor og 25 tonn nitrogen (Figur 21).

De samlede tilførslene til Arendals-området (fra befolkning, jordbruk, industri, bakgrunnsavrenning etc) er beregnet til 45 tonn fosfor og 1229 tonn nitrogen. De kommunale tilførslene utgjør 56% av fosfortilførslene og 15% av nitrogentilførslene (Thaulow et al. 1990).



Figur 8. Kommunale utslipp av fosfor i 1994 og 2000 fordelt på rensedistrikt.



Figur 9. Kommunalt avløpsvann i Arendal kommune. Forholdet mellom produksjon og utslipp av fosfor i 1994 og 2000. Renseanlegg i Kilsund og Strengereid skal etter saneringsplan stå ferdig innen 1996-1997, og nytt renseanlegg skal bygges ved Utnes innen 1998-99.

I 1989 ble det gjort beregninger av stoffbudsjettet i Utnesområdet som viste at hovedtilførslen av fosfor kom fra avrenning og utslipp av kloakk, mens de største nitrogen-tilførslene kom fra avrenning og sur nedbør (Hindar et al. 1989, Molvær et al. 1990). Av de totale tilførslene kom ca. 55% av fosforbidragene og 80 % av nitrogenbidragene via Nidelva. Da beregningene ble utført var de kommunale utslippene til Utnes rundt halvparten av idag, ca. 20 000 pe (12,5 tonn P/år og 87,6 tonn N/år).

Andre tilførsler til marine resipienter i kommunen omfatter bl.a. gamle og nye industriutslipp til Tromøysund. Arendal Smelteverk A/S slipper ut noen hundre tonn silisiumkarbid (SiC) i året og tidligere produksjon ved Det Norske Nitrideselskap er en kilde til tjærestoffer i sundet (Næs et al 1991).

### *Tilstand*

#### ***Områdene rundt Flosta og Tverrdalsøya***

Fjordene på innsiden av Flosta og Tverrdalsøya er sterkt avstengt fra Tvedestrandsfjorden og de andre områdene rundt. Dype bassenger og grunne terskler gjør vannutskiftningen dårlig og områdene er derfor sårbare for belastninger. Bunnvannet i Eikelandsfjorden er hydrogensulfidholdig (NIVA 1994), og der er høyt oksygenforbruk (Aure og Danielsen 1993). Overvintringsforsøkene med regnbueørret og laks (Moksness 1987) viste imidlertid at det kunne hentes friskt vann på ca 20 m dyp. De store algeoppblomstringene langs kysten har hurtig trengt inn i Eikelandsfjorden og til Boråskilen hvor de har drept mye fisk (Dahl et al. 1982, Dahl 1988). Dette tyder på at overflatelaget i området ofte er i god sirkulasjonsmessig kontakt med kysten utenfor.

De to pollene i området, Lindviga med terskel på 2 m og dyp opptil 20m, og Joranstadkilen med terskel på 1m og dyp opptil 12 m, har begge friskt vann bare i de øvre metre (Bøhle 1986). I begge pollene er det registrert reduserte oksygenmengder fra ca 8 m dyp og nedover og hydrogensulfid dypere enn 10-12 m. I Joranstadkilen ble det gjennom målinger fra januar 1986 til april 1987 registrert et par utskiftninger av dypvannet, som gav kortvarig friske forhold (Bøhle 1987).

I Kilsund ble det registrert tydelig lukt av hydrogensulfid fra sedimentene til tross for relativ åpen beliggenhet og liten terskel (NIVA 1994). En av årsakene er trolig organisk belastning fra kloakkutslipp.

I sundet innenfor Flosta er det H<sub>2</sub>S i sedimentene (Oug 1992).

I Narestø hvor det er god forbindelse til de ytre kystområder er artsmangfoldet i bløtbunnsfaunaen høyt (Wikander 1986b) og det er ikke funnet tegn til hydrogensulfid i sedimentene (NIVA 1994).

Miljøgiftkonsentrasjonen i marine organismer fra Tromøy og Moland var i 1979 lavt til moderat (Knutzen og Sortland 1982).

#### ***Tromøysund***

I overflatelaget i Tromøysund er utskiftningsforholdene gode, men i de dypeste partiene, ved Frisøy og Trollenes er det stagnerende forhold som periodevis gir nedsatt oksygenkonsentrasjoner i 40m dyp, men bunnvannet fornyes minst årlig (Dahl og Danielssen 1986). Utskiftningen er koblet til storstilte hydrografiske hendelser i Skagerrak. Ved stor vannføring i Nidelva kan det gå en overflatestrøm østover i Tromøysund, men det normale er vestgående strøm og at ferskvannet fra Nidelva går ut Galtiesund (Dahl og Danielssen 1986). I sundet er det en rekke tverrgående terskler med sand og grus som tyder på god vanntransport også i mellomliggende vannlag.

I Tromøysund-undersøkelsen fra 1991 ble det funnet at strekningen fra Arendal til Trollenes var moderat påvirket av organiske tilførsler (kloakk, avrenning fra land). Den avstengte Neskilen på innsiden av Frisøy ble beskrevet som organisk belastet med anoksisk mudder. Prøver av bløtbnnsfaunaen viste dårlige forhold også på innsiden av Buøya. I østlige deler av Tromøysund var forholdene generelt gode med hensyn på effekter av organiske tilførsler (Næs et al. 1991).

Undersøkelser av organismesamfunn på fjell og stein på grunt vann viste at det er påvirkning fra organiske tilførsler og steinstøv i hele Tromøysund. Områdene rundt Nitriden og Frisøy var klart belastede områder. Partikkelsedimenteringen var moderat ved Skibvig og Trollenes, mens den var sterk ved Nitriden. Frisøy og Neskilen var hhv. markert-moderat og sterkt påvirket av silisiumkarbidstøv fra Arendal Smelteverk A/S. Krøgenes og Frisøy var tydelig ferskvannspåvirket (Næs et al. 1991).

Sedimentene i Tromøysund har forhøyde verdier av miljøgiftene PCB og PAH. Forurensningene er størst nær industriområdet på Nitriden, hvor det er funnet PAH-konsentrasjoner på opptil 2500 ganger høyere enn antatt bakgrunnsnivå for marine sedimenter. Det tilsvarer forurensningsgrad 4, *sterkt forurensset* (Helland 1993). Midt i sundet, rett ut for Buesund og Nitriden er det målt opptil 25-50 ganger bakgrunnsnivå, som også er innenfor forurensningsgrad 4. På stasjoner nærmere Arendal ble det i 1991 målt verdier på 10-15 ganger bakgrunnsnivå, mens ved Frisøy ble det ikke registrert overkonsentrasjoner (Næs et al. 1991). I 1991 hadde blåskjell overkonsentrasjoner av PAH på 3-5 ganger over det normale, mens fisk og krabbe ikke overskred bakgrunnsnivået. Sedimentene i de sentrale deler av Tromøysund er også *markert påvirket* av miljøgiften PCB, mens PCB-innholdet i fisk, blåskjell og krabber er lavt. Det skjer ikke direkte utslipp av miljøgifter til sjø fra Arendal Smelteverk A/S (Næs et al. 1991).

Sedimentene i Tromøysund var lite til moderat forurensset av metaller (bly, sink, kobber, kadmium og kvikksølv) i 1991, og de registrerte metallkonsentrasjonene i fisk legger ikke begrensning på konsum. Resultatene tyder på at det tidligere har vært større belastning av spesielt kvikksølv på sedimentene (Næs et al. 1991).

Egnethetsundersøkelsen i 1985 viste at den østlige delen av Tromøysund, ved Hvideberget/Rørvik, hadde gode forhold, men det var relativt høyt innhold av organisk materiale i sedimentet. Området kan være en bakevje.

#### ***Arendal havn og områdene rundt***

Sedimentene nær Arendal havn er beskrevet som organisk overbelastet, begrunnet med lokale tilførsler og elvetransportert materiale (Wikander 1989b).

Hølen er et sterkt avstengt basseng hvor elvetransportert materiale sedimenteres. Dypområdene er anoksiske med svært høye konsentrasjoner av hydrogenulfid.

#### ***Galtesund og Merdøffjorden***

Hardbunnsamfunnet i fjæra i beskyttede områder i ytre Galtesund og ved Merdø viste i 1989 tegn til næringssaltpåvirkning (Moy og Wikander 1990).

Mellom Mædø og Revesand er det ifølge Wikander (1989) siltig sandbunn med svak lukt av hydrogenulfid. Området kan være belastet av lokale tilførsler.

#### ***Utnesbassenget og Flødevigen***

Utnesbassenget var resipient for det kommunale hovedrenseanlegget i Arendal fram til 1989. Utslipet var på 30 meters dyp. I 1989 ble utslippstedet flyttet lenger ut i skråningen mot Ærøydypet, og går nå ut ved ca. 40 meters dyp.



Gjennom undersøkelser av overflatevannet i 1981-1985, var det ikke mulig å spore effekter av utslippet på vannkvaliteten. Dypvannet viste imidlertid økt oksygenforbruk, men kun nær utslippet fra renseanlegget (Næs 1986c). Bløtbunnsfaunaen var normal fram til 1985-1986, med liten til moderat forurensningsgrad. Fra 1987 til 1989 ble det imidlertid registrert en forverring av tilstanden nær utslippet, og forurensningsgraden endret seg til betydelig/stor. Det ble påvist hydrogensulfid i sedimentene (Moy og Wikander 1990). Sommeren 1994, fem år etter flytting av utslippstedet, ble det ikke registrert hydrogensulfid i sedimentene nær Utnes. Dette tyder på en klar forbedring i dypområdene (NIVA 1994).

I 1989 var hardbunnsorganismer på grunt vann i Stølsviga-Utnesområdet påvirket av næringssalter og organisk stoff. Det var ikke mulig å skille effektene av avløpsvannet fra elvetilførsler eller andre lokale tilførsler. Sømskilen var preget av sedimentasjon av leirpartikler og organisk materiale fra Nidelva, og ble vurdert som belastet (Moy og Wikander 1990).

Undersøkelser viser at de hydrografiske forhold i Flødevigen, for eksempel temperatur og saltholdighet, kan variere mye og hurtig (Hognestad 1992, Anon. 1991, 1992, 1993, 1994) i takt med forandringer i

kyststrømmen utenfor. Således kan de daglige observasjoner i Flødevigen brukes til å beskrive de storstilte forhold i kyststrømmen (Aure og Sætre 1981). En 3 døgns undersøkelse utenfor Utnes i juni 1981 (Danielssen og Dahl 1981) demonstrerte også store og hurtige vannutskiftninger i de øvre 30m.

Planktonforholdene i Flødevigen og på stasjon 1 nautisk mil utenfor Torungen har gjennom 80-tallet blitt jevnlig overvåket med vekt på skadelige alger, særlig omfattende siden midt på 80-tallet. Hovedinntrykket er at algebildet i Flødevigen og utenfor Torungen er likt, noe som har vært særlig tydelig i forbindelse med de større, skadelige algoppløstringene i 1981 (Dahl et al. 1982) og 1988 (Dahl et al. 1989). Planktonforekomstene gjenspeiler med andre ord en regelmessig og god vannutveksling mellom Flødevigen og kystvannet utenfor. Planktonalgene viste få og svake tegn på fysiologisk næringsbegrensning, men med tendens til fysiologisk fosforbegrensning heller enn nitrogenbegrensning (Dahl 1992, de Jong 1994).

### ***Ærøybassenget***

Ærøybassenget er et skjærgårdsbasseng med terskler på ca 50m mot Skagerrak og største dyp på nesten 160 m.

Noen næringssaltdata og oksygendata fra Ærøydypet, som ikke tidligere er samlet presentert, er vist i vedlegg. Målingene viser at det er stagnerende forhold i dypet, men regelmessige vannutskiftninger minst en gang pr. år. Data over næringssalter fra 1980 og frem til idag viser ingen klare forandringer, men oksygendata viser en tendens til avtagende oksygenkonsentrasjoner. Den fallende tendens er konsistent med en utvikling mot øket oksygenforbruk som er registrert i terskelbasseng langs hele kysten av Skagerrak (Aure og Danielssen 1993, Rosenberg 1990). Fra og med 1990 er det foretatt særlig mange oksygenmålinger i Ærøydypet, og i økende grad på de største dypene, under 100 m. I desember 1993 ble det målt 3,1 ml/l som tilsvarer tilstandsklasse II 'mindre god' (se vedlegg). Når minimumskonsentrasjonen holder seg høyere enn 3,2 ml/l regnes oksygenforholdene som gode (SFT 1993 NS8).

I perioden før overføring av kommunalt avløpsvann til det nye utslippstedet i Ærøydypet, var bløtbunnsfaunaen i dette området normal og artsrik (Moy og Wikander 1990). Ved prøvetaking sommeren 1994, fem år etter overføring av utslippet, var sedimentene visuelt vurdert friske (NIVA 1994). Prøvene er under opparbeidelse.

### ***Generelt om badevannskvaliteten i kommunen:***

Målinger fra 1990 - 1994 viser at vannkvaliteten ved de undersøkte saltvannslokalitetene har vært *egnet* for bading og rekreasjon. Enkelte målinger har overskredet 100 bakterier pr. 100 ml

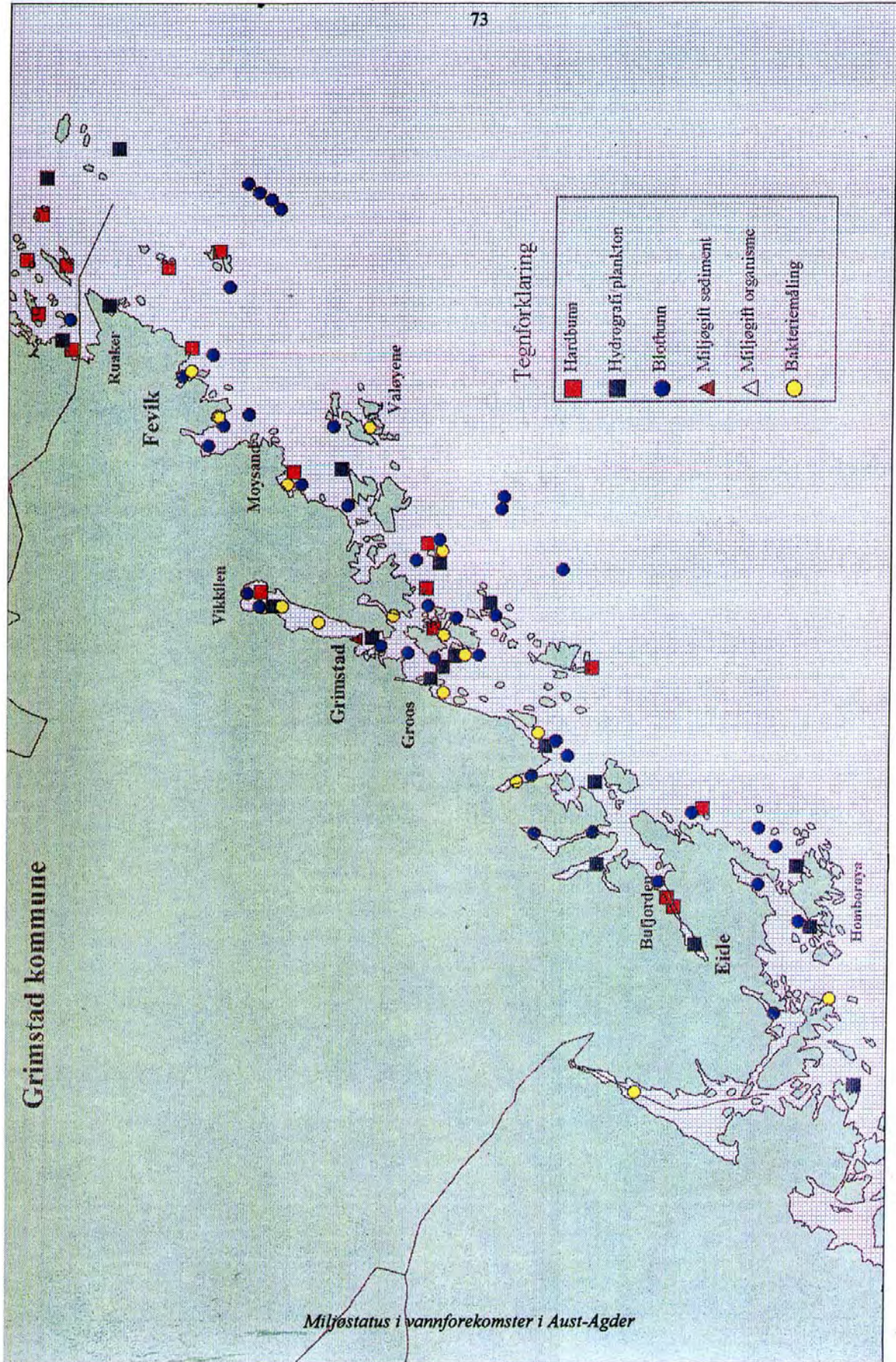
(tilstandsklasse nokså dårlig) men badevannskvaliteten har likevel vært innenfor grensen for *egnet badevann*.

Vannkvaliteten i Nidelva har de siste årene variert mellom *egnet og ikke egnet* som badevann. Bakteriemålingene har vist høye bakterietall før og etter fellesferien, og lave tall i selve fellesferien. De høye bakterietallene har ikke skyltes kloakkutslipp, men vekst av *Klebsiella*-bakterier i forbindelse med tremassefremstilling. Bakteriene slår imidlertid ut på de vanlige bakterietestene og maskerer eventuelle kloakkforurensninger. Det arbeides nå med å begrense bakterieveksten i bedriften.

Tabell 8. Badevannskvalitet i Arendal kommune.

Tegnforklaring: ☺ = GOD ☹ = MINDRE GOD ☹☹ = IKKE BADEVANNSKVALITET

	1990	1991	1992	1993	1994
<b>Sjølokaliteter</b>					
Klokkerøya	☺	☺	☺	☺	☹☹
Buøya	☺	☺	☺	☺	☺
Skinnefeltangen	☺	☺	☺	☺	☺
Lodalen	☺	☺	☺	☺	☺
Korshamn	☺	☺	☺	☺	☺
Merdø museumsbr.	☺	☺	☺	☺	☺
Hove Camping	☺	☺	☺	☺	☺
Stølsvika	☺	☺	☺	☺	☺
Ærøy	☺	☺	☺	☺	☺
Vrakvika	☺	☺	☺	☺	☺
Graudvika	☺	☺	☺	☺	☺
<b>Nidelva</b>					
Rykene	☺	☺	☺	☹☹	☹☹
Helle	☹☹	☹☹	☹☹	☹☹	☹☹
Hammeren bru	☹☹	☹☹	☺	☹☹	☹☹
Lilleelv	☹☹	☺	☺	☹☹	☹☹
Tangen	-	☺	☹☹	☹☹	☹☹
Bødkerbukt	-	-	☹☹	☹☹	☹☹
Vippa	☹☹	☺	☹☹	☹☹	☹☹
Ramsøya syd	-	-	☹☹	☹☹	☹☹



## 3.6. Grimstad kommune

### 3.6.1. Tidligere undersøkelser

Figur 22 - 25 vise kart over undersøkelseslokaliteter, og i tabell 9 er det gitt en liste over tidligere undersøkelser i kommunen.

#### *Tilførsler*

Oversikt over kommunale utslipp foreligger blant annet hos teknisk etat i kommunen og Fylkesmannens miljøvernnavdeling.

De totale nærings salttilførslene fra befolkning, landbruk, industri, avrenning og nedbør er kvantifisert for hele fylket samlet (Molvær et al. 1990), og for strekningen Grimstad-Lillesand (Thaulow et al. 1990). I tillegg er utslippsmengder og -typer til det kommunale kloakknett i Grimstad vurdert i forbindelse med ny saneringsplan og vurdering av biologisk fosforfjerning i Norge (Næs et al. 1993). Det er bl.a. utarbeidet et register over alle industriavløp i kommunen.

#### *Hydrografi/hydrokjemi*

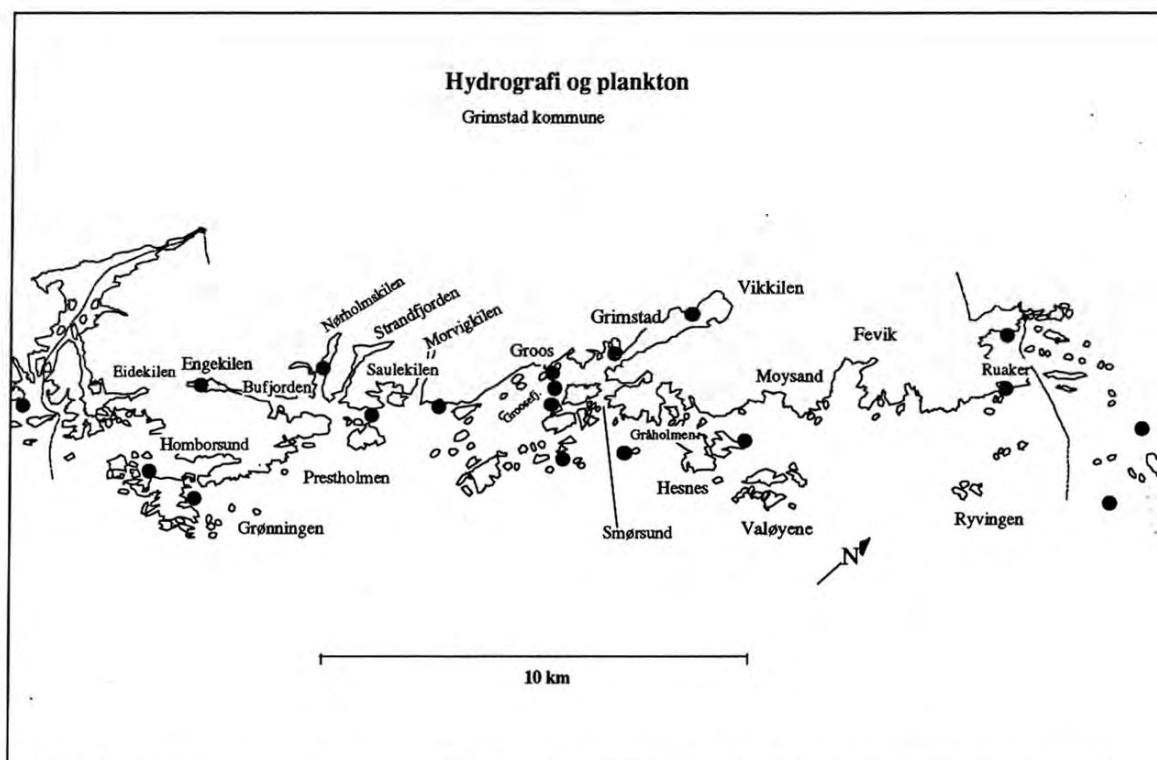
I 1962 ble en hydrografisk stasjon, med målinger av temperatur, saltholdighet og oksygen, i Bufjorden inkludert i de årvisse 'høstundersøkelsene' (yngelundersøkelser) til HFF i september-oktober (Johannessen og Dahl innsendt). Deretter ble de samme parametre målt 5 ganger i perioden 1967-1968 på 7 stasjoner (Dannevig 1970b), og i tillegg ble saltholdighet og temperatur målt 2 ganger i august i Fevikkilen og i skipsleden utenfor. Gjennom årene 1975-1979 var Ruaker og et snitt ut i Skagerrak fra Hesnesøy med i en omfattende hydrografisk undersøkelse for Arendalsregionen (Dahl og Danielssen 1986). Da ble foruten temperatur, saltholdighet og oksygen, også nærings saltene fosfat, ammonium, nitrat og nitritt, samt totalt oppløst nitrogen og fosfor målt. Det ble utført opptil 10 målinger pr. år gjennom undersøkelsesperioden.

I 1978 og 1979 ble det utført målinger av temperatur og saltholdighet på 4 stasjoner i Groosefjorden og i 1979 også en del målinger av oksygen og nærings salter, samt siktedyp (Boman og Andreassen 1980). Bakgrunnen for undersøkelsen var planene om et stort renseanlegg med hovedutslipp av kloakk fra Grimstad by til Groosefjorden. I perioden 1982 til 1985 ble det gjennomført en mer omfattende resipientundersøkelse i Groosefjorden og omkringliggende områder for å dokumentere eventuelle endringer som følge av økte utslippsmengder til Groosefjorden (Wikander 1986d, Næs 1986a). På syv stasjoner ble det målt temperatur, saltholdighet, totalt fosfor, totalt nitrogen og klorofyll, i tillegg ble det målt bakterietall på 2 andre stasjoner. Målefrekvensen varierte noe med dyp og sesong, men generelt var det ca månedlige målinger.

I juni 1985, november 1985 og april 1986 ble temperatur, saltholdighet og oksygen målt på 5 stasjoner i Grimstad kommune (Dahl og Danielssen 1987). I juni 1985 ble det også målt nærings salter på en av stasjonene. I mai 1985 ble Ruakerkilen, Nørholmskilen og Engekilen i Grimstad kommune undersøkt for temperatur, saltholdighet og oksygenforhold (Bøhle 1986).

#### *Plankton*

Det foreligger ikke mye data om plankton i Grimstad, bare enkelte klorofyllmålinger (Wikander 1986d, Næs 1986a).



Figur 22. Lokalteter for prøvetaking av hydrografi og plankton i Grimstad kommune.

#### Hardbunnssamfunn

I 1988 og 1989 ble tilsammen syv hardbunnstasjoner i Grimstad-skjærgården undersøkt for å registrere skader etter den giftige algeoppblomstringen (Wikander og Green 1988, Berge et al. 1988, Pedersen et al. 1989a, c). En av stasjonene, Prestholmen, er opprettholdt gjennom Kystovervåkingsprogrammet og blir nå undersøkt hvert år. Undersøkelsen omfatter dykkerundersøkelse (vertikalprofil med registrering av fastsittende alger og fauna ned til nedre voksegrense for alger), stereofotografering, ruteanalyse og tareskogsanalyse. I tillegg ble to standnotstasjoner i Bufjorden prøvetatt for å registrere skader på fiskerekutteringen (Johannessen og Gjørseter 1990).

Hvert år blir vegetasjon og bunnfauna registrert på to standnotstasjoner i Bufjorden under 'høstundersøkelsen' til HFF. Registreringene blir utført ved observasjoner gjennom vannkikkert (Enersen et al. 1994, Johannessen og Sollie 1994).

#### Bløtbunnssamfunn

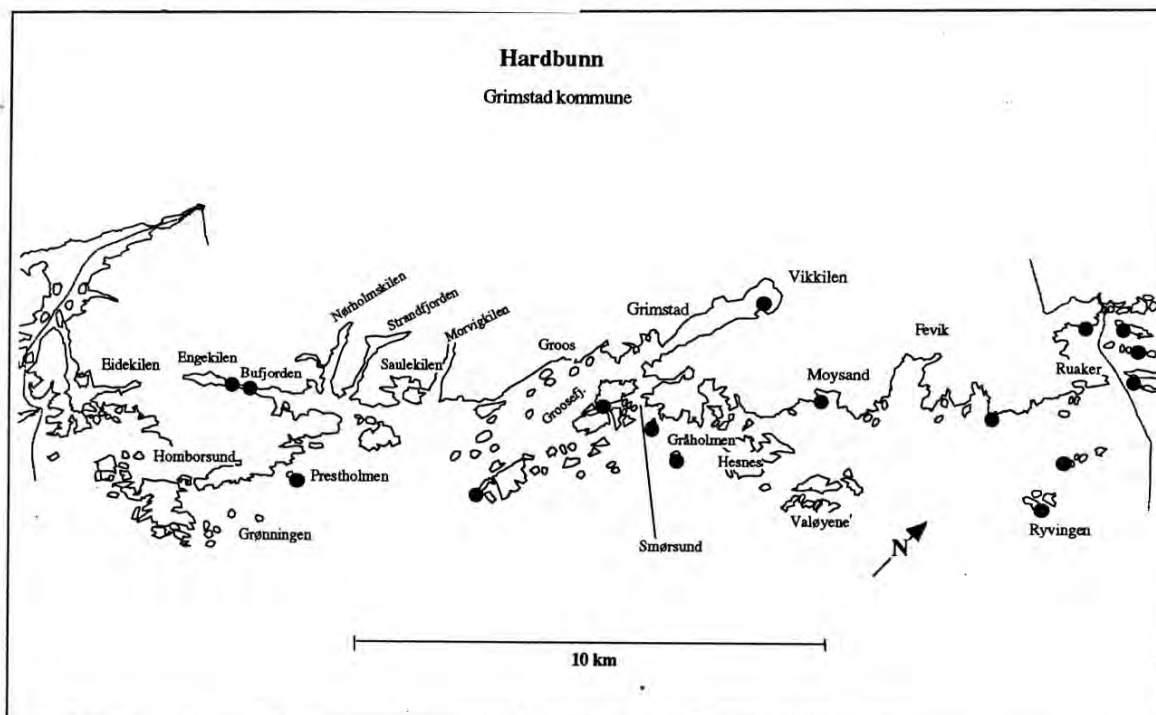
I resipientundersøkelsen i Groosefjorden og Vikkilen ble bløtbunnssfaunaen undersøkt på fire stasjoner i 1983, 1984 og 1985. Prøvene ble tatt med en Petersen's bunngabb og ble opparbeidet kvantitativt (Wikander 1986d).

I forbindelse med egnethetsundersøkelsen for havbruk i Aust-Agder ble fire bløtbunnstasjoner undersøkt, to stasjoner ved Homborøy, en i Bufjorden og en ved Hesnes. Prøvene ble tatt med en Petersen's bunngabb og er opparbeidet kvantitativt for bunnfauna. Sedimentene ble analysert for organisk innhold (TOC, tot-N, tot-P) (Wikander 1986b).

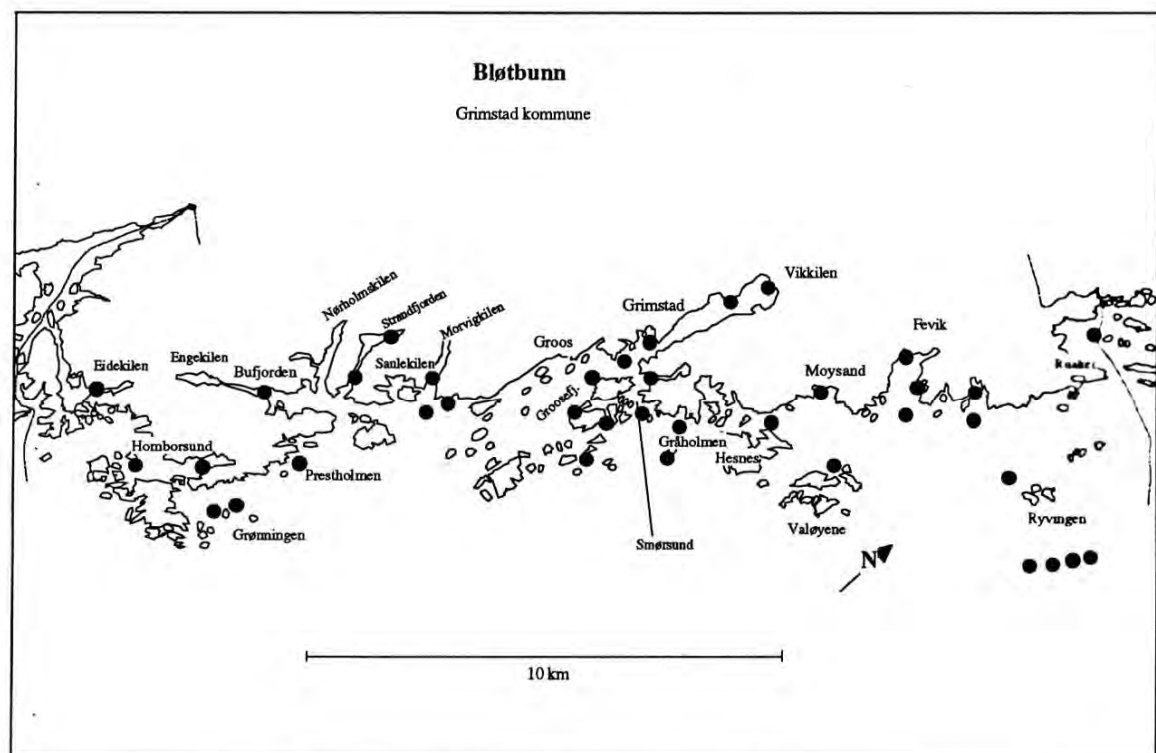
I 1988 ble 12 bløtbunnstasjoner i Grimstad-skjærgården undersøkt for å registrere skader etter oppblomstringen av *Chrysochromulina polylepis* (Wikander og Green 1988, Berge et al. 1988a, b, c,

Pedersen et al. 1989a, c). En av disse stasjonene (Ryvingen utenfor Fevik) blir nå årlig undersøkt for bløtbunnsfauna hvert år gjennom Kystovervåkingsprogrammet. Sedimentet analyseres for kornfordeling og konsentrasjon av organisk karbon og nitrogen (se bl.a. Aure et al. 1993c)

Etter omfattende vannutskiftninger i flere terskelfjorder på Sørlandet vinteren 1989 ble bløtbunnsfaunaen fra to stasjoner i Eide undersøkt (Oug 1992). Både grabb- og sledeprøver ble tatt, men kun sledeprøvene er opparbeidet og rapportert.



Figur 23. Lokalteter for prøvetaking på hardbunn i Grimstad kommune.



Figur 24. Lokalteter for prøvetaking på bløtbunn i Grimstad kommune.

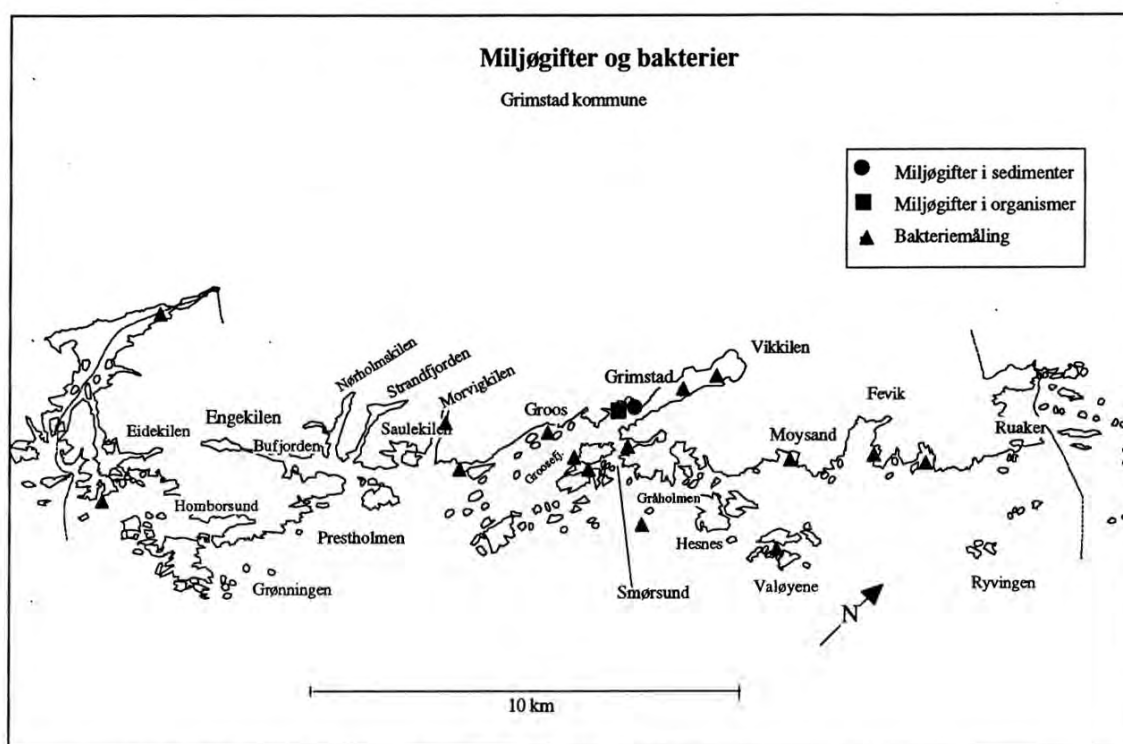
### Tarmbakterier

Innholdet av tarmbakterier blir hvert år målt på 10 ulike saltvannslokaliteter i Grimstad kommune (Fylkesmannen i Aust-Agder). Prøvene blir tatt hver uke gjennom hele badesesongen.

I resipientundersøkelsen av Groosefjorden og Vikkilen i 1982-1985, ble vannets innhold av tarmbakterier (termotolerante) undersøkt ved 6 stasjoner. Det ble tatt månedlige prøver gjennom fire år (Næs 1986a).

### Miljøgifter

Gjennom den sonderende havneundersøkelsen langs norskekysten foreligger det målinger av miljøgiftinnholdet i sedimenter og blåskjell fra Grimstad havn (Konieczny 1994b).



Figur 25. Lokalteter for prøvetaking av miljøgifter og tarmbakterier i Grimstad kommune.

Tabell 9. Grimstad kommune

REFERANSE	LOKALITET	ÅR	PARAMETRE	ANTALL STASJONER
<b>Regionale undersøkelser</b>				
Dannevig 1970b	Arendal-Grimstad	'67-'68	Saltholdighet, temperatur, oksygen	7
Wikander 1986b	Homborsund Bufjorden Hesnes	'85 juli	-Bløtbunnfauna -Sediment (TOC, TN, TP) (Egnethetsundersøkelsen)	4
Wikander 1986c	Hele kommunen		Oversikt over undersøkte lokaliteter i kystnære farvann (hydrografi, dyre- og plantep plankton, fisk, benthosalger, bunndyr)	
Bøhle 1986	Ruakerkilen, Nørholmskilen, Engekilen	'85 mai-aug	Topografi, saltholdighet, temperatur, oksygen	3
Dahl og Danielssen 1986	Gråholmdypet Snitt ut av Hesnes	'75-'79	Saltholdighet, temperatur, oksygen, næringssalter (PO <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> , Tot. oppløst P, Tot. oppløst N).	5
Dahl og Danielssen 1987	Hele kommunen	'85-'86	Saltholdighet, temperatur, oksygen, næringssalter (PO <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> )	5
Berge et al. 1988a, b, c	Hele kommunen	'88 mai-juni	Bløtbunnfauna (grabb) - kun 5 av stasjonene er opparbeidet Hardbunnsundersøkelse (dykk) ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstringen)	13 7
Pedersen et al. 1989c	Vikkilen, Gråholmen	'88 nov.	Bløtbunnsfauna ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring)	2
Pedersen et al. 1989a	Prestholmen, Ryvingen, Vikkilen, Gråholmen	'89 juni	Transektdykk 0-30 m Bløtbunnsfauna ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring)	1 3
Wikander 1989b	Hele området		Vurdering av eutrofisituasjonen Ingen målinger, ingen henvisninger	9
Erga et al. 1990	Groosefjorden		Eutrofitilstand	
Johannessen og Gjørseter 1990	Homborsund	'88-'90	Strandnottrekk ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring)	2
Wikander 1990	Hele kommunen	-	Systematisk oversikt over molluskfaunaen funnet på Skagerrak-kysten fra 1982 til 1990.	ca. 60



*Grimstad kommune forts.*

REFERANSE	LOKALITET	ÅR	PARAMETRE	ANTALL STASJONER
Oug 1992	Eidekilen	'89 april	Bløtbunnsfauna.	2
Aure et al. 1991, 1992, 1993c	Grimstad	1990 - 2000 (årlig)	Hardbunnsamfunn Bløtbunnsfauna ( <i>Kystovervåkingsprogrammet</i> )	1 1
Fylkesmannen i A-A		årlig	Badevannsundersøkelse (tarmbakterier)	10
Konieczny 1994b	Grimstad havn	'94 sommer	Miljøgifter i sedimenter og blåskjell (PCB, PAH, Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, As, THC, TBT).	3
Enersen et al. 1994, Johannessen og Sollie 1994	Bufjorden	1919-...	Enkel registrering av vegetasjon og fauna på grunt vann med dykking og vannkikkert ( <i>Høstundersøkelsen</i> ).	2
Johannessen og Dahl, innsendt	Bufjorden	'62 -... sept.	Oksygen, siktedyp ( <i>Høstundersøkelsen</i> )	1
<b>Lokale undersøkelser</b>				
Boman og Andreassen 1980	Groosefjorden	'78-'79	Hydrografi (temperatur, saltholdighet, siktedyp, N, P)	4
Bakke et al. 1981	Saulekilen, Alsand	-	Vurdering av sigevannsutslipp fra planlagt søppelfyllplass	
Næs 1986a	Groosefjorden Vikkilen	'82-'85	Hydrografi/kjemi (temp, salt, siktedyp, tot-N, tot-P, tarmbakterier, Kl.f.a, oksygen)	8
Wikander 1986d	Groosefjorden Vikkilen	'83-'85	Bløtbunnsfauna	4
Wikander og Green 1988	Vikkilen, Smørsund, Gråholmen, Prestholmen og Moysand	'88 mai	Skader etter <i>Chrysochromulina</i> - oppblomstringen. Hardbunn (dykk) Bløtbunnsfauna (grabb og skrape)	6 5
Katla et al. 1992	Groosefjorden	'92 okt.	Temp, salt, O <sub>2</sub> , Kl.f.a, siktedyp (Studentoppgave, AID)	1
Næs et al. 1993	Groos	'93	Utslippstall for renseanlegg Forslag til resipientundersøkelse	

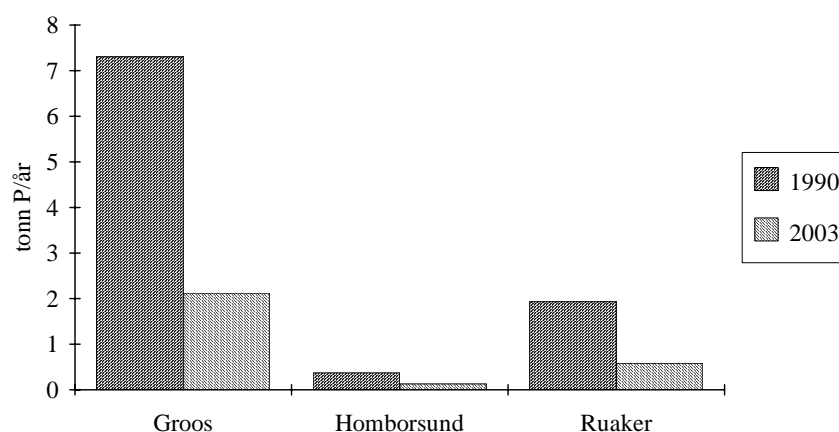
### 3.6.2. Miljøstatus

Grimstad kommune har stort sett en åpen skjærgård, men også noen beskyttede områder, som Vikkilen, Bufjorden og Nørholmkilen, som skjærer noen km inn fra kysten. I tillegg finnes noen mindre, tildels meget isolerte poller og kiler, i kommunen. Groosefjorden like utenfor Grimstad by er en terskelfjord med stagnerende dypvann.

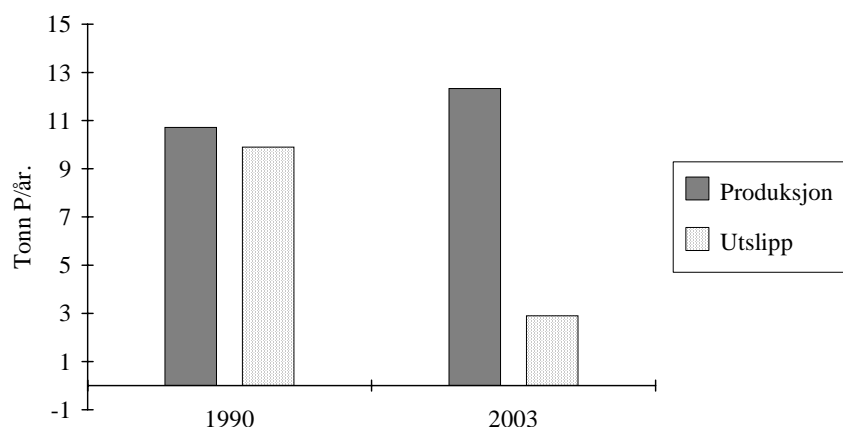
#### Tilførsler

De kommunale utslippene av avløpsvann til sjøområder i Grimstad var i 1990 ca. 16 000 pe som tilsvarer 9,9 tonn P/år og 72 tonn N/år (oppl. fra tekn. etat, Grimstad kommune). Det meste av utslippene (ca. 12 000 pe) går til det mekaniske renseanlegget på Groos med utlipp i Groosefjorden. Mindre utlipp går til Ruaker (3500 pe) og Eide/Homborsund (850 pe) (Figur 26). Etter ferdigstillelsen av et biologisk renseanlegg på Groos i 1995 og nytt renseanlegg på Ruaker i 1999 vil den samlede utslippsmengden være redusert til ca. 4 560 pe, tilsvarende 2,9 tonn P/år og 59 tonn N/år (Figur 27) (opplysninger fra Fylkesmannen i Aust-Agder).

De samlede tilførslene til strekningen Grimstad - Lillesand (Valøyene - Kvåsefjorden) er beregnet til 17 tonn fosfor og 203 tonn nitrogen pr. år (Thaulow et al. 1990). De kommunale utslippene utgjør 58 % av fosfortilførslene og 35 % av nitrogentilførslene.



Figur 10. Kommunale utslipp av fosfor i 1990 og 2003 fordelt på rensedistrikt.



Figur 11. Kommunalt avløpsvann i Grimstad kommune. Forholdet mellom produksjon og utslipp av fosfor i 1990 og 2003 i Grimstad kommune. Renseanlegg skal etter saneringsplan stå ferdig i 1998.

#### Tilstand

##### **Strekingen Sømskilen - Goosefjorden**

I Sømskilen, som er grunn, er de hydrografiske forhold sterkt preget av ferskvann fra Nidelva (Dahl og Danielssen 1986). Der er ikke betydelig oksygensvikt, selv om det kan være kortvarige stagnasjonsperioder i laget under overflaten, 5-10m dyp.

Dypbassenget mellom Hesnes og Ryvingen har et største dyp på 187 m, og vannmassene her er preget av kystvannet (Dahl og Danielssen 1986). Ut mot Skagerrak går det en dyprenne på 100 m som er den viktigste kommunikasjonen med Skagerrak. Området er gjenstand for kommersiell reketråling. I 1985 var sedimentene godt oksygenerte og bløtbunnsfaunaen upåvirket. Artsmangfoldet var svært høyt, og man antok at vannstokiftningen var god (Wikander 1986b).

##### **Goosefjorden - Vikkilen**

Det største dypet i området er 81m og terskelen mot Skagerrak er 22m. Undersøkelsene i 1982-85 viste at det meste av fjorden var moderat påvirket av utslippene fra kommunalt avløpsvann. Det var ingen dramatiske tegn til overgjødning i overflatelaget, men fosforverdier viste noe forhøyde konsentrasjoner. I dypvannet var det tildels meget høyt oksygenforbruk, med periodevis oksygenmangel og dannelse av hydrogensulfid. Det høye oksygenforbruket var trolig forårsaket av utslipp av avløpsvann (Næs 1986a). Også Dahl og Danielssen (1987) påviste stagnerende forhold i dypvannet. Bløtbunnsfaunaen i Vikkilen og Grimstadjfjorden viste moderat påvirkning, men i dypområdene i Goosefjorden var bløtbunnsfaunaen utarmet og tydelig påvirket (Wikander 1986d, Erga et al. 1990). Det kan synes som lokalitetene har gjennomgått en utvikling mot sterkere organisk belastning.

##### **Bufjorden**

Bufjorden ligger relativt åpent til med et største dyp på ca 45m og terskel på 35m. Der er gode oksygenforhold helt til bunnen (Dahl og Danielssen 1987), men lokaliteten gjenspeiler den generelle trenden med hensyn til negativ oksygenutvikling langs kysten (se vedlegg).

Området ved Saltøy hadde i 1985 lavt innhold av organisk materiale, og det visuelle inntrykket av bløtbunnsfaunaen var godt (Wikander 1986b).

##### **Homborsund**

Området på innsiden av Homborøy er åpent og er preget av kystvann (Dahl og Danielssen 1987). Artsmangfoldet i bløtbunnsfaunaen var normalt i 1985, men med dominans av en forurensningstolerant art som ble tolket som en ugunstig tendens (Wikander 1986b).

Nord-øst for Homborøy (Homborside) ble det tatt bløtbunnsprøver i 1985. Området har ingen terskler, men flater ut ved 70 m dyp. Vannutskiftningen er derfor svært god, og det ble funnet et normalt bløtbunnsamfunn med høyt arts mangfold (Wikander 1986b).

#### ***Kiler og avstengte områder***

Ruakerkilen har terskel omtrent i havets nivå, men er meget grunn. Den hadde ikke problemer med oksygenvinn ved undersøkelsen i mai 1985 (Bøhle 1986). Nørholmkilen har terskel på 8m og største dyp på 14m. Det ble registrert oksygen helt til bunnen, men en gradvis reduksjon fra 8m til bunnen (Bøhle 1986). I Engekilen, med terskel på 1m og største dyp på 8m, ble det registrert hydrogensulfid i dypet (Bøhle 1986). Denne kilen er trolig noe påvirket av jordbruksavrenning.

Eidekilen er tungt organisk belastet og er preget av oksygenvikt i dypvannet (Oug 1992). Dette til tross for at utskiftningsforholdene virker gode (Bøhle 1986).

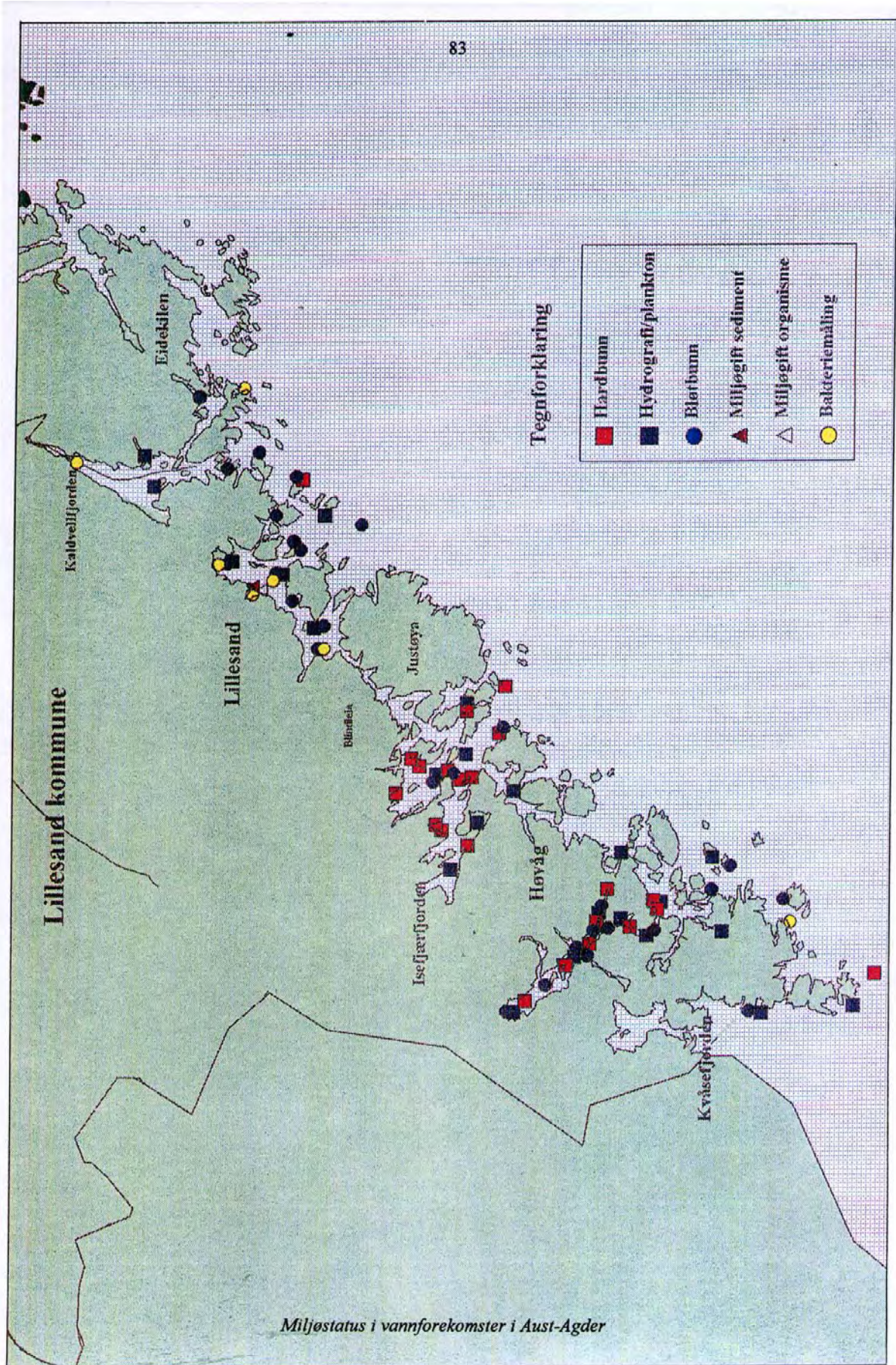
#### ***Generelt om badevannskvaliteten i kommunen:***

Innholdet av tarmbakterier blir hver uke gjennom hele badesesongen målt på 10 ulike plasser i Grimstads skjærgård (Fylkesmannen i Aust-Agder). Målinger fra 1990 - 1994 viser at alle lokalitetene har hatt godt badevann. I 1990 var badevannskvaliteten ved Moysand mindre god, mens de øvrige stasjonene hadde god badevannskvalitet.

*Tabell 10. Badevannskvalitet i Grimstad kommune.*

Tegnforklaring: ☺ = GOD ☹ = MINDRE GOD ☹☹ = IKKE BADEVANNSKVALITET

	1990	1991	1992	1993	1994
Groos	☺	☺	☺	☺	☺
Hauslandssanden	☺	☺	☺	☺	☺
Storesand	☺	☺	☺	☺	☺
Moysand	☹☹	☺	☺	☺	☺
Valøyene	☺	☺	☺	☺	☺
Marivoll	☺	☺	☺	☺	☺
Ytre Maløya	☺	☺	☺	☺	☺
Morviksanden	☺	☺	☺	☺	☺
Sokken	☺	☺	☺	☺	☺
Svennevig bro	☺	☺	☺	☺	☺



## 3.7. Lillesand kommune

### 3.7.1. Tidligere undersøkelser

Figur 28 - 31 viser kart over undersøkelseslokaliteter, og tabell 11 er en liste over alle tidligere undersøkelser i kommunen.

#### *Tilførsler*

Opplysninger om kommunale tilførsler foreligger blant annet hos teknisk etat i kommunen og hos Fylkesmannens miljøvernavdeling. I tillegg foreligger det beregninger av tilførselsmengder fra befolkning, landbruk, industri, avrenning og nedbør for hele fylket samlet (Molvær et al. 1990) og for strekningen Grimstad-Lillesand (Thaulow et al. 1990).

#### *Hydrografi/hydrokjem*

Helt tilbake fra før 1930 finnes temperatur-, saltholdighets- og oksygendata fra Vallesvær, og fra noe senere, også fra Ulvøy og Steindalsfjorden, som er målt årlig i forbindelse med 'høstundersøkelsene' til HFF (Johannessen og Dahl, innsendt, se også vedlegget). I 1985-86 ble videre 6 stasjoner besøkt 3 ganger for måling av temperatur, saltholdighet og oksygen, samt på en stasjon også næringssalter (Dahl og Danielssen 1987). I mai 1985 ble 5 poller og innestengte lokaliteter, Kaldvellfjorden, Kraksøkilen, Lusekilen, Heslevigen og Isefjærfjorden undersøkt for temperatur, saltholdighet og oksygenforhold (Bøhle 1986). Isefjærfjorden ble også undersøkt for over 60 år siden (Strøm 1936).

Fra 1983 til 1986 undersøkte NIVA Sørlandsavdelingen fjordene ved Lillesand etter oppdrag fra Lillesand kommune. Fire hydrografi-stasjoner ble regelmessig prøvetatt i både vinterhalvåret og sommerhalvåret. (Wikander 1984). Prøvene ble analysert for temperatur, saltholdighet, næringssalter, oksygen, klorofyll og tarmbakterier (Næs 1986b, Wikander 1984). Både overflatevann og dypvann inngikk i undersøkelsen.

I årsskiftet 1992-1993 ble det gjennomført en undersøkelse i Isefjærfjorden og i området utenfor for å beskrive tilstanden i fjorden og grad av vannutskiftning i dypvannet. To ganger ble det foretatt hydrografiske og hydrokjemiske målinger på 7 stasjoner samtidig som det ble satt ut en selvregistrerende vannstandsmåler. Vannet ble analysert for temperatur, saltholdighet, næringssalter, oksygen og siktedyp (Jacobsen et al. 1993).

#### *Plankton*

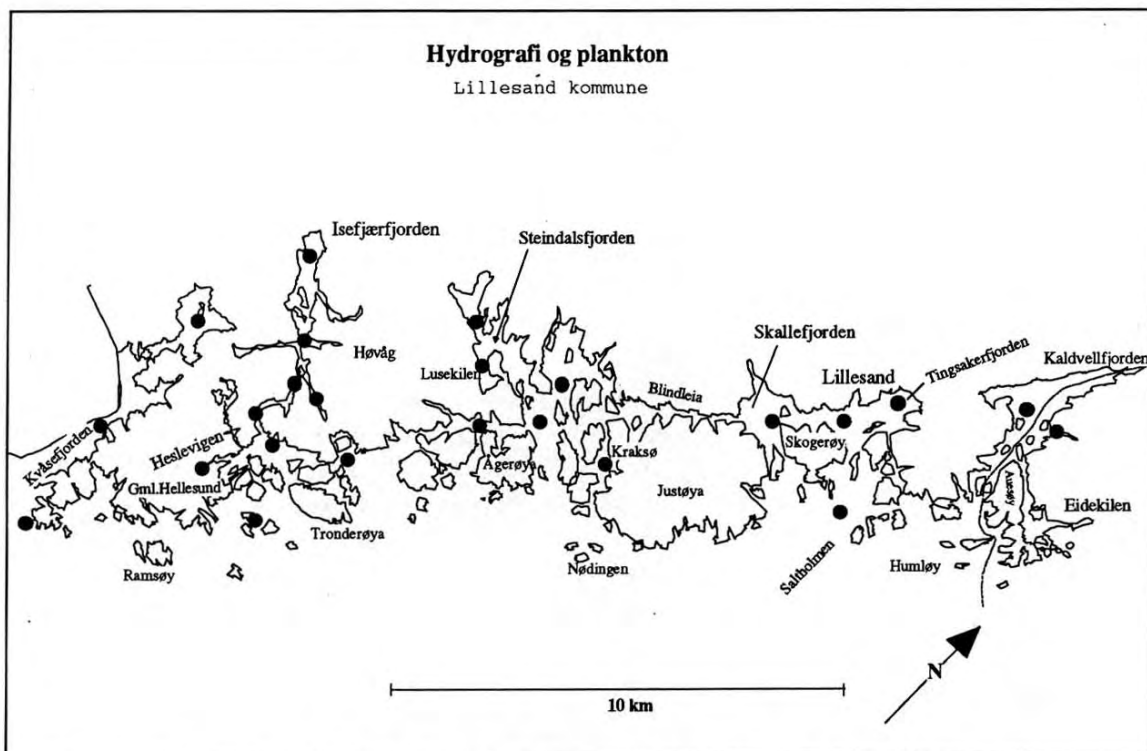
Det er ikke gjort planktonundersøkelser i kommunen

#### *Hardbunnssamfunn*

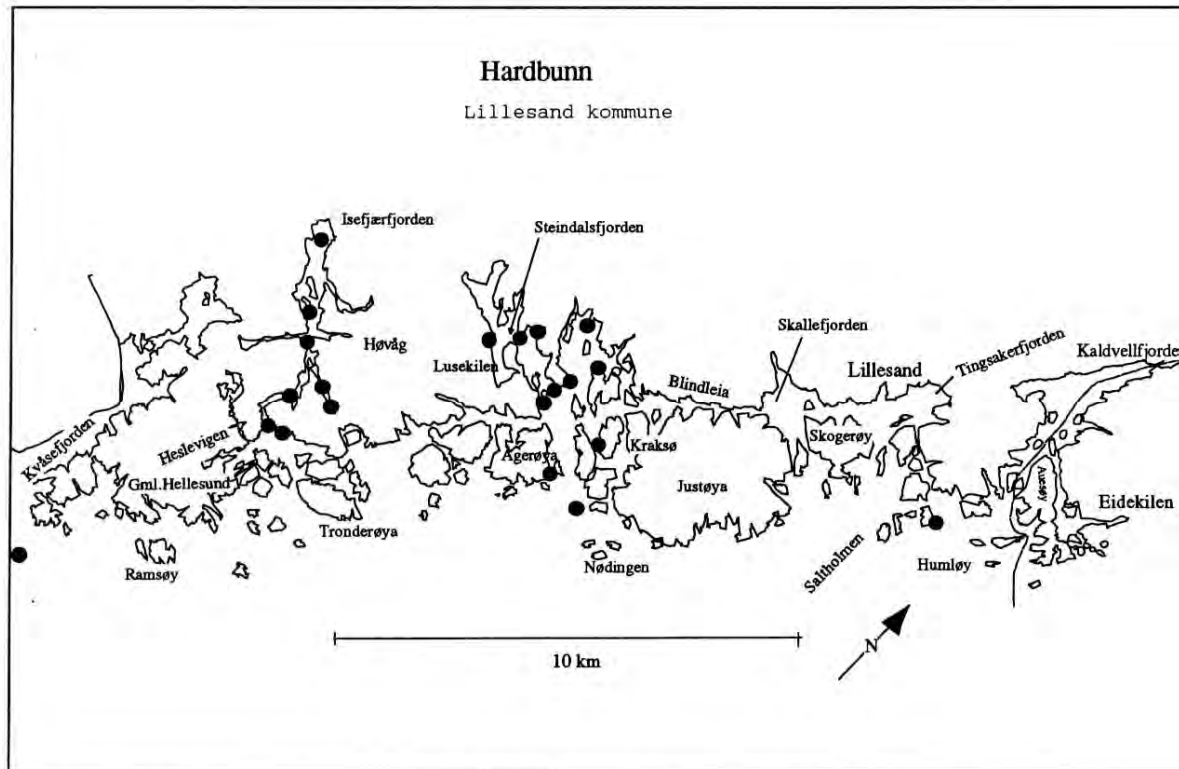
Forenklet registrering av vegetasjon og bunnfauna utføres på flere stasjoner i Steindalsfjorden ved Justøy hvert år under strandnotundersøkelsene (HFF). Registreringene blir utført ved observasjoner gjennom vannkikkert (Enersen et al. 1994).

Etter oppblomstringen av *Chrysochromulina polylepis* i 1988 ble to hardbunnstasjoner i Lillesand undersøkt av NIVA (Pedersen et al 1989a, b, c, Berge et al. 1988 a, b, c). Begge stasjonene inngår nå i Kystovervåkingsprogrammet. Stasjonen på Humløy blir undersøkt hvert år mens stasjonen i Kvåsefjorden foreløpig kun er undersøkt i 1990. Undersøkelsesprogrammet består av dykkerundersøkelse (vertikalprofil med registrering av fastsittende alger og fauna ned til nedre voksegrense for alger), stereofotografering, ruteanalyse og tareskogsanalyse.

Det synes å foreligge få andre undersøkelser av hardbunnssamfunn i Lillesand. En undersøkelse av benthosalgelvegetasjonen i Isefjærfjorden er utført i 1965 (Rueness 1966), og en rask befaring er gjort på samme sted i 1992 (Jacobsen et al. 1993).



Figur 28. Lokalteter for prøvetaking av hydrografi og plankton i Lillesand kommune.



Figur 29. Lokalteter for prøvetaking på hardbunn i Lillesand kommune.

### Bløtbunn

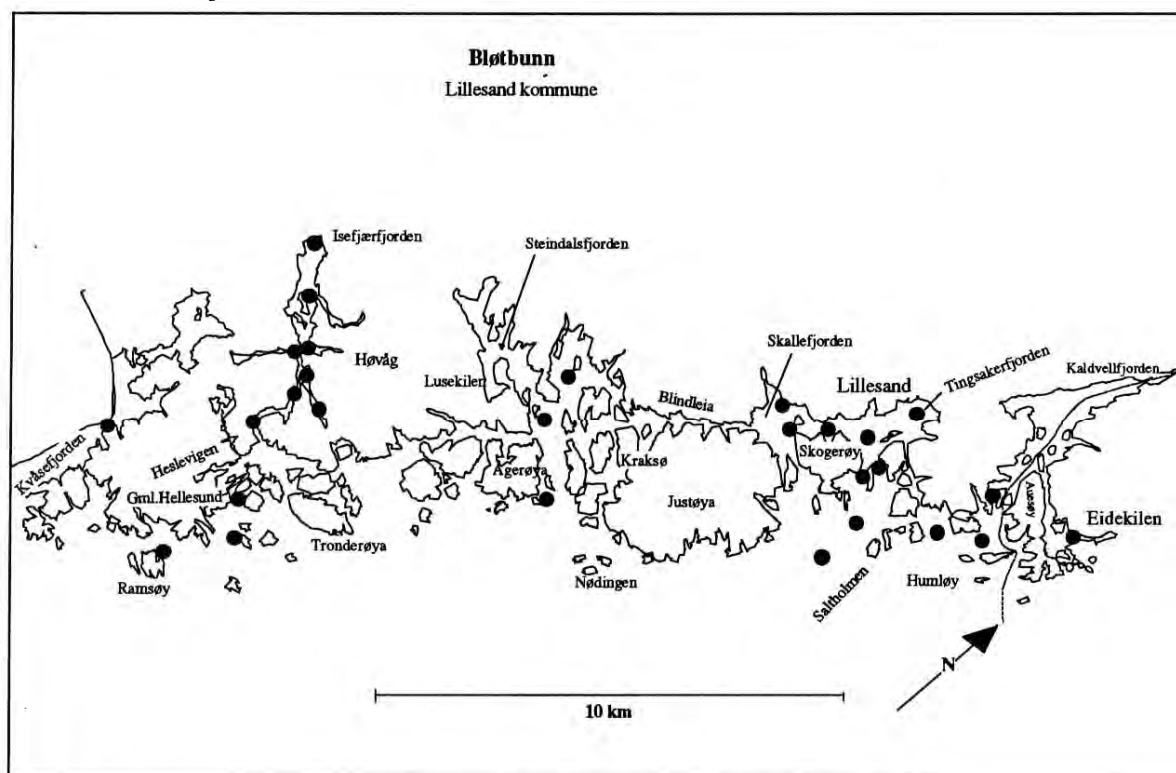
I perioden 1983-1986 ble 4 stasjoner i fjordene ved Lillesand prøvetatt tre ganger for bløtbunnsfauna. Undersøkelsen var en del av resipientundersøkelsen i Tingsakerfjorden, Skallefjorden og Saltholmrenna (Wikander 1987b).

Egnethetsundersøkelsen for havbruk i Aust-Agder omfattet 8 bløtbunnsstasjoner i Lillesand kommune. Stasjonene ble lagt til Kvåsefjorden, Ramsøy, Gamle Hellesund-området, Steindalsfjorden og området mellom Humløy og Auesøya. Prøvene ble tatt med en Petersen's bunngabb og det foreligger kvantitative bearbeidelser av dataene. Sedimentene ble analysert for organisk innhold (TOC, tot-N, tot-P) (Wikander 1986b).

Etter oppblomstringen av *Chrysochromulina polylepis* i 1988 ble 6 bløtbunnsstasjoner i Lillesand kommune prøvetatt (Berge et al. 1988a, b, c, Pedersen et al. 1989a, c). En av stasjonene (Skogerøy) inngår nå i Kystovervåkingsprogrammet. Stasjonen ble prøvetatt i 1990 med bunngabb og bløtbunnsfaunaen ble opparbeidet kvantitativt. Sedimentet er analysert for kornfordeling og organisk karbon og nitrogen.

Etter omfattende vannutskiftninger i flere terskelfjorder på Sørlandet vinteren 1989 ble bløtbunnsfaunaen fra tilsammen tre stasjoner i Isefjærfjorden undersøkt (Oug 1992). Både grabb- og sledeprøver ble tatt, men kun sledeprøvene er opparbeidet og rapportert.

I 1992 ble seks stasjoner i Isefjærfjorden prøvetatt med en håndoperert 'Ekman-grabb' for å beskrive tilstanden i terskelfjorden (Jacobsen et al. 1993).



Figur 30. Lokalteter for prøvetaking på bløtbunn i Lillesand kommune.



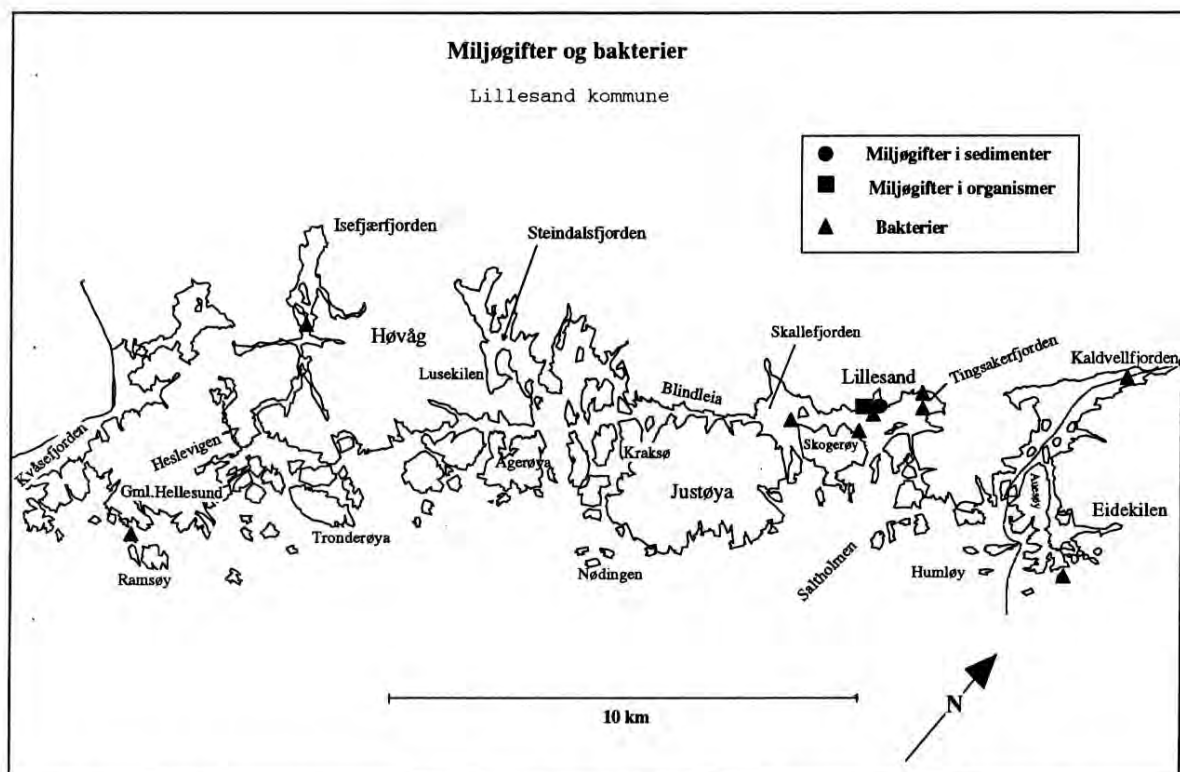
### Tarmbakterier

Innholdet av tarmbakterier blir hvert år målt på 5 ulike saltvannslokaliteter i Lillesand kommune (Fylkesmannen i Aust-Agder). Prøvene blir tatt hver uke gjennom hele badesesongen.

I resipientundersøkelsen fra 1983-86 ble overflatevannets innhold av tarmbakterier målt en gang i måneden gjennom hele året på tilsammen fire stasjoner i Skallefjorden og Tingsakerfjorden (Næs 1986b).

### Miljøgifter

Gjennom den sonderende havneundersøkelsen langs norskekysten foreligger det målinger av miljøgiftinnholdet i sedimenter og blåskjell fra Lillesand havn (Konieczny 1994b).



Figur 31. Lokaliteter for prøvetaking av miljøgifter og tarmbakterier i Lillesand kommune.

Tabell 11. Lillesand kommune

REFERANSE	LOKALITET	ÅR	PARAMETRE	ANTALL STASJONER
<b>Regionale undersøkelser</b>				
Bøhle 1986	Kaldvellfjorden - Isefjærfjorden	'85 mai-aug	Topografi, saltholdighet, temperatur, oksygen	6
Wikander 1986b	Grønningen Gamle Hellesund Justøy, Ågerøy Auesøy	'85 juli	Bløtbunnfauna Sedimentkjemi (TOC, TN, TP) ( <i>Egnethetsundersøkelsen</i> )	8
Wikander 1986c	Hele kommunen		Oversikt over undersøkte lokaliteter i kystnære farvann (hydrografi, dyre- og planteplankton, fisk, benthosalger, bunndyr)	
Dahl og Danielssen 1987	Hele kysten	'85-'86	Saltholdighet, temperatur, oksygen, næringssalter (PO <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> ) ( <i>Egnethetsundersøkelsen</i> )	6
Berge et al. 1988a, b, c	Hele kommunen	'88 mai-juni	Bløtbunnfauna (grab) - kun tre av prøvene er opparbeidet	6
			Hardbunnsundersøkelse (dykk) ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring)	2
Pedersen et al. 1989c	Humløy, fjordene	'88 nov.	Dykkerundersøkelse	1
			Bløtbunnsfauna ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring)	2
Pedersen et al. 1989 a, b	Humløy Tingsakerfjorden	'89 juni	Transektdykk	1
			Bløtbunnsfauna ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring)	2
Wikander 1989b	Hele området	-	Omtale av eutrofisitasjonen i utvalgte områder i kommunen. Ingen målinger, ingen henvisninger	7
Bøhle et al. 1990a	Isefjærfjorden	'89-'90	Saltholdighet, temperatur, oksygen	1
Erga et al. 1990	Tingsakerfjorden Skallefjorden		Eutrofitilstand	
Johannessen og Gjøsæter 1990	Nødingen Høvåg	'88-'90	Transektdykk (bunnfauna)	2
			Oversiktsdykk (bunnfauna)	1
			Strandnottrekk ( <i>Chrysochromulina</i> -oppblomstring)	10

*Lillesand kommune forts.*

REFERANSE	LOKALITET	ÅR	PARAMETRE	ANTALL STASJONER
Wikander 1990	Hele kommunen	-	Systematisk oversikt over mollusk-faunaen funnet på Skagerrak-kysten fra 1982 til 1990.	ca. 20
Oug 1992	Isefjærfjorden	'89 april	Bløtbunnsfauna i utvalgte terskelfjorder	3
Aure et al. 1993a, b, Pedersen et al. 1991, 1994a, b, c	Lillesand	1990 - 2000 (årlig)	Hardbunnsamfunn. (1990: 2 stasjoner. 1991-94: én stasjon) Bløtbunnsfauna ( <i>Kystovervåkingsprogrammet</i> )	2 (1) 1
Konieczny 1994b	Lillesand havn	'94 sommer	Miljøgifter i sedimenter og blåskjell (PCB, PAH, Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, As, THC, TBT).	3
Enersen et al. 1994, Johannessen og Sollie 1994	Steindalsfjorden Isefjærfjorden	1919-...	Enkel registrering av vegetasjon og fauna på grunt vann med dykking og vannkikkert. ( <i>Høstundersøkelsen</i> )	13
Fylkesmannen i A-A	Hele kommunen		Badevannsundersøkelse (tarmbakterier)	4
Johannessen og Dahl, innsendt	Vallesvær, Ulvøy, Steindalsfjorden	1930-....	Hydrografiske målinger (temperattur, saltholdighet og oksygen) ( <i>Høstundersøkelsen</i> )	3
<b>Lokale undersøkelser</b>				
Rueness 1966	Isefjærfjorden	'65 jun.-aug.	Benthosalgevegetasjon (0 - 2,5m)	7
Dannevig 1970d	Høvåg	'67-'68	Saltholdighet, temperatur, oksygen	11
Dannevig 1970c	Lillesand havn, Kaldvell,	'67-'68	Saltholdighet, temperatur, oksygen	7
Miljøplan A/S 1980	Lillesandsfj.	'80	Bløtbunnfauna Siktedyp, O <sub>2</sub> , PO <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> /NO <sub>3</sub>	
Wikander 1984	Tingsakerfjorden Skallefjorden Saltholmen	'83-'84	Hydrografi/kjemi	
Næs 1986b	Tingsakerfjorden Skallefjorden Saltholmrenna	'85 hele året (12x)	Hydrografi/kjemi (Salt, temp, O <sub>2</sub> , kl.f.a, tot-N, tot-P) Tarmbakterier (TKB). Siktedyp	4(2)

*Lillesand kommune forts.*

<b>REFERANSE</b>	<b>LOKALITET</b>	<b>ÅR</b>	<b>PARAMETRE</b>	<b>ANTALL STASJONER</b>
Wikander 1987b	Tingsakerfjorden Skallefjorden Saltholmrenna	'83/'85/ '86	Bløtbunnsfauna	5
Jacobsen et al. 1993	Isefjærfjorden	'92 des.	Hydrografi/vannutskifting (+ noe bløtbunn og fjæresone)	7 6+6

### 3.7.2. Miljøstatus

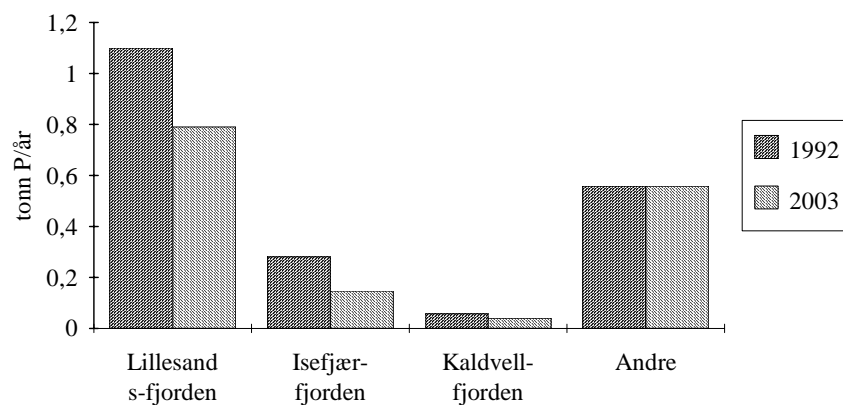
Fjordsystemet ved Lillesand består av flere sammenhengende fjorder med relativt åpen forbindelse til sjøområdet utenfor. Kommunen har dessuten flere andre fjorder og beskyttede sjøområder som Isefjærfjorden og Kaldvellfjorden .

#### Tilførsler

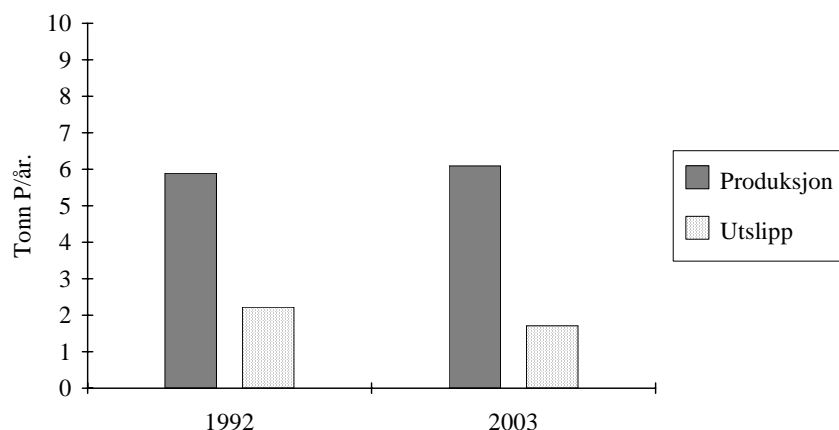
Byfjordene ved Lillesand tilføres kommunalt avløpsvann tilsvarende ca. 1800 pe etter rensing (1,1 tonn P og 7,9 tonn N pr. pr), mens utslippene til Isefjærfjorden og Kaldvellfjorden er hhv. 450 pe og 90 pe (Figur 32). Totalt for hele kommunen slippes det ut ca. ca 3800 pe fra kommunale avløp, som tilsvarer 2,2 tonn fosfor og 30 tonn nitrogen pr. år. Dette tallet ventes å reduseres til ca. 2700 pe (1,7 tonn P og 29 tonn N pr. år) ved århundreskiftet (Figur 33) (opplysninger fra Fylkesmannen i Aust-Agder).

Beregninger for Isefjærfjorden viser at hovedtilførselen av nitrogen skjer med ferskvannstilførselen i området, mens fosfortilførselen skjer hovedsaklig ved transport av vann fra kystvannet utenfor (Jacobsen et al. 1993).

De samlede tilførselene til strekningen Grimstad - Lillesand (Valøyene - Kvåsefjorden) er beregnet til 17 tonn fosfor og 203 tonn nitrogen pr. år (Thaulow et al. 1990). De kommunale utslippene fra Lillesand kommune utgjør 12,9 % av de totale fosfortilførselene og 15 % av nitrogentilførselene til denne kyststrekningen.



Figur 12. Kommunale utslipp av fosfor i 1992 og 2003 fordelt på rensedistrikt.



Figur 13. Kommunalt avløpsvann i Lillesand kommune. Forholdet mellom produksjon og utslipp av fosfor i 1992 og 2003.

### Tilstand

#### **Kaldvellfjorden**

Kaldvellfjorden har terskel på 5m og største dyp på 25m. Der ble funnet hydrogensulfid på 20m og dypere (Bøhle 1986). Overflatelaget var preget av lokal ferskvannsavrenning. Wikander (1989b) angir at bunnsedimentene er sterkt organisk belastet og preget av sagflis, antagelig fra et gammelt sagbruk ved Kaldvell gård. Ved innsilingen til fjorden er faunaen beskrevet som svært rik med østers og kamskjellforekomster.

#### **Humløy**

Området nord-nordøst for Humløy har et største dyp på 70 m med en utenforliggende terskel på 39 m. Vannutsiftningen er god og det er et typisk, uforstyrret bløtbunnsamfunn ved 40 m dyp. Artsmangfoldet er høyt og området viser ingen tegn til organisk belastning (Wikander 1986b).

#### **Tingsakerfjorden/Lillesand havn**

Vannutsiftningen i Tingsakerfjorden er god, og det er gode oksygenforhold i dypvannet (Næs 1986b). Resipientundersøkelsen på '80-tallet avdekket moderat påvirkning av organisk materiale i bunnområdene men med tendenser til bedret tilstand, og innen slutten av undersøkelsesperioden kunne ingen slik påvirkning spores. Lillesand havn var i liten grad forstyrret av utslippene til indre havnebasseng (Wikander 1987b). Det ble funnet noe høye næringssaltverdier i vannsøylen (Næs 1986b).

#### **Skallefjorden**

Fjorden er et sedimentasjonsbasseng for partikulært materiale fra land samt trolig transport av avløpsvann fra Tingsakerfjorden. Næringssaltinnholdet i dypvannet er høyt. Dårlig vannutsiftning av dypvannet og høyt oksygenforbruk gir til tider kritiske oksygenverdier. Midlere oksygenforbruk høsten 1985 var 0.1 mg/l pr. døgn, som er 3-4 ganger høyere enn forbruket i indre Oslofjord og Frierfjorden (Næs 1986b). Bløtbunnsundersøkelser har vist at fjorden er betydelig organisk belastet i de dypere deler med innslag av hydrogensulfid i sedimentet (Wikander 1987b).

I området utenfor Tingsakerfjorden og Skallefjorden er bløtbunnsfaunaen uforstyrret med høyt artsmangfold (Wikander 1987b).

**Isefjærfjorden**

Isefjærfjorden er en terskelfjord med trange fjordarmer og et største dyp på ca. 21 m. Begrenset vannutskiftning gir hydrogensulfidholdig vann fra ca. 15 m dyp over større deler av året, men den øvre grensen kan i perioder ligge opp mot 6-7 meters dyp (Bøhle 1986). Forholdene for bunnfauna er gode ned til minst 5 meters dyp, men ved 10 meter er alt livløst (Jacobsen et al. 1993).

**Strekningen Justøy - Kvåsefjorden**

Kraksøkilen på Justøy har tre innløp og terskler på 4-5m. Største dyp er 15m. Det var relativt gode oksygenforhold, > 5 ml/l, helt til bunnen (Bøhle 1986).

Lusekilen i Steindalsfjorden har terskel på 8m og største dyp på 35m. Det var reduserte oksygenverdier ved bunnen, 3 ml/l, (Bøhle 1986).

Heslevigen ved Gamle Hellesund har terskel på 2m og største dyp på 8m. Det var reduserte oksygenverdier ved bunnen (0,9 ml/l) (Bøhle 1986).

Ulvøy, Steindalsfjorden og Vallesvær gjenspeiler den generelle trenden med hensyn til oksygenutvikling langs kysten (se vedlegg).

Bunnsedimentene mellom Justøy og Åkerøy og i Steindalsfjorden hadde i 1985 et relativt høyt organisk innhold og lukt av hydrogensulfid, men med normale til moderate organismesamfunn. Området er et sedimentasjonsbasseng for organisk finstoff (Wikander 1986b).

Utenfor Skottevik og ved Gamle Hellesund var bløtbunnsfaunaen ved 40-50 m dyp normal mens ved Natvig var bløtbunnsfaunaen preget av dårligere vannutskiftning og større sedimentering av organisk materiale (Wikander 1986b). Etter SFTs klassifiseringssystem kommer tilstanden for bløtbunnsfaunaen ved Skottevik og Gamle Hellesund inn under kategorien *god* mens tilstanden ved Natvig var i kategorien *nokså dårlig til dårlig*.

Ytre Kvåsefjorden har ingen utpregede terskler, og vannutskiftningen antas derfor å være god. Fjorden er eksponert for sørlige og sørøstlige vinder. I 1985 ble det funnet sterkt innslag av skjellsand i sedimentene og bunnfaunaen var rik, som tyder på gode miljøforhold i dypvannet (Wikander 1986b).

**Generelt om badevannskvaliteten i kommunen:**

Badevannskvalitet: Innholdet av tarmbakterier blir hver uke gjennom hele badesesongen målt på 5 ulike plasser i Lillesand (Fylkesmannen i Aust-Agder). Målinger fra 1991 - 1992 viser enkelte høye bakteriemålinger, men de fleste målingene er under 100 bakterier pr. 100 ml som er grensen for *egnet* badevann.

Tabell 12. Badevannskvalitet i Lillesand kommune.

Tegnforklaring: ☺ = GOD ☹ = MINDRE GOD ☹☹ = IKKE BADEVANNSKVALITET

	1990	1991	1992	1993	1994
Hestholmen	☺	☺	☺		☺
Skottvik Camping	☹	☺	☺		☺
Julbauen	☺	☺	☹☹		☺
Tingsaker Camping	☹	☺	☺		☺
Justøy Camping		☺	☺		☺

## 4. VURDERING AV KUNNSKAPSGRUNNLAGET - BEHOV FOR NYE UNDERSØKELSER

### 4.1. Kunnskapsgrunnlaget for kystsonen i Aust-Agder

Sett under ett må man kunne karakterisere kystområdene i Aust-Agder som godt undersøkte. Generell kunnskap om naturgitte forhold som fordeling av vannmasser, vannutskiftning, algevegetasjon, dyreliv og fiskeressurser er god. De viktigste miljøproblemene i fylket må også betraktes som kjente. De fleste undersøkelsene er av nyere dato, men for enkelte parametre finnes det data tilbake til 1920-årene i HFFs langtidsserier. Allmennkunnskapen om naturforhold og miljøtilstand, som behøves som basis for lokale undersøkelser og overvåking, er derfor god.

Det er ingen store konsentrerte utslipp av forurensninger noe sted i fylket. Det er derfor heller ingen sjøområder i fylket med omfattende og tunge forurensningsproblemer. Hele kystsonen kan imidlertid påvirkes av menneskelig virksomhet. Kystsonen preges av spredt bosetning, stedvis rik småindustri og brukes i omfattende grad til rekreasjon. Lokale miljøproblemer kan derfor opptre langs hele kyststrekningen og ikke bare i resipientene til befolkningssentra og større industriforetak.

Aust-Agder ligger utsatt til for langtransporterte forurensninger. Både forurensninger fra nedbør som tilføres i vassdrag og forurensninger med havstrømmer kan påvirke kystvannet i fylket. I den senere tid har det vært mye oppmerksomhet omkring mulige virkninger av økte eller endrede tilførsler av næringssalter. Problemene med forhøyde tilførsler av næringssalter (eutrofiering) er omfattende i deler av Nordsjøen og Kattegat. I Aust-Agder har flere undersøkelser gitt signaler om effekter av tilførsler av næringssalter, men det er ikke påvist noen klare negative miljøvirkninger så langt. HFFs tidsserier for oksygen, som viser fallende tendens i alle undersøkte fjordområder (vedlegg), indikerer en gradvis utvikling med økte organiske tilførsler. Noen av de skadelige algeoppblomstringene de senere år er tatt som signal på økt eutrofiering.

Nedgangen i bestandene av kystfisk på Skagerrak tyder også på endringer i miljøforholdene. Det er sannsynlig at ernærings- og oppvekstforholdene for yngel i kystsonen er blitt dårligere (Johannessen & Sollie 1994). Dette kan skyldes forurensninger eller eutrofiering, men det er ikke mulig å peke på noen mer konkret årsak på det nåværende stadium. Undersøkelsene viser imidlertid et felles mønster for kyststrekningen fra Oslofjorden til Vest-Agder, med tidligst nedgang i fiskebestandene i de østlige områdene. Dette mønsteret, med først opptreden i de mest folketette områdene, kan tyde på en sammenheng med lokale tilførsler, men det er heller ikke mulig å si noe om viktigheten av lokale bidrag mot langtransporterte forurensninger. Resultatene viser imidlertid at det er all grunn til å holde øye med utviklingen i kystområdene.

### 4.2. Vurdering av kunnskapsgrunnlaget for de enkelte kommunene

#### 4.2.1. Risør kommune

Hovedtrekkene ved de hydrografiske forhold, som stagnasjonsforhold, vannutskiftning og oksygenforhold er godt kjent for Risørs marine områder. For de fem stasjonene som er med i HFF's yngelundersøkelser, Nordfjorden, Rødsfjorden og Sørfjorden i Søndeledsfjorden og Såta og Åmland i Sandnesfjorden, foreligger historiske oksygendata som gir grunnlag for en trendovervåking av oksygenforholdene. Det er også et godt grunnlag for overvåking av oksygenutviklingen i Østerfjorden. For de områdene det foreligger beregninger av oksygenforbruket (Østerfjorden, Nordfjorden, Rødsfjorden, øst i Sørfjorden og midt i Sandnesfjorden), er dette et godt



referansemateriale for å sammenligne med eventuelle fremtidige målinger. Det foreligger relativt mye næringsaltsdata fra Risør kommune, men noe mer sporadisk og spredt enn oksygendata. Næringsaltsdata tilbake til 70-tallet og dagens målinger er også litt kompliserte å sammenligne på grunn av skifte av metodikk. Et brukbart grunnlag for å sammenligne næringsalttilstand har man likevel med data som er tatt opp de siste ca 10 år i områdene Østerfjorden, Nordfjorden, Sørfjorden og Sandnesfjorden. Kunnskapen om forekomsten av planktonalger er sparsom, men vi har ikke kjennskap til at planktonalgevekst har gitt særskilte problemer av helt lokal karakter. En del områder i Risør har bunnsedimenter som viser klare tegn på sterk organisk belastning. De er i store trekk kjent, eks. Kranfjorden og pollen ved Søndeled. Men i hvilken grad sedimentene er med på å prege vannkvaliteten lokalt, på grunn av utlekking av stoffer eller ved å bidra til høyt oksygenforbruk, er ikke kjent.

Mange av hardbunnsundersøkelsene som er gjort i kommunen, sier lite om miljøtilstanden og egner seg ikke som grunnlag for videre overvåking. Undersøkelsene etter oppblomstringen av den giftige planktonalgen *Chrysochromulina polylepis* representerer en unormal situasjon og er et usikkert sammenligningsgrunnlag. Strandnotstasjonene til HFF (Sandnesfjorden, Risøy/Varøy, Nordfjorden) som blir undersøkt for ålegras hvert år, fanger kun opp de større miljøendringene i vegetasjonen. Denne typen undersøkelser egner seg heller ikke til videre oppfølging utover det som skjer i dag. Det foreligger imidlertid en grundig undersøkelse av algevegetasjonen i Sørfjorden fra 1971 som vurderte effekter av forurensning på den øverste delen av algesamfunnet (0-2,5 m). En oppfølging av undersøkelsen kan belyse eventuelle endringer som har skjedd i overflatelaget i Sørfjorden. En hardbunnsstasjon i Kystovervåkingsprogrammet er lagt til skjærgården utenfor Risør, og dekker de ytre områdene. Med mindre det skjer spesielle ting, er det ikke behov for ytterligere hardbunnsundersøkelser i dette området.

Undersøkelsene av bløtbunnsfauna fra Nordfjorden, Kranfjorden, ytre del av Sandnesfjorden og ved Gjeving fra 1986 egner seg godt for videre oppfølging og overvåking. Det er med andre ord gode grunnlagsdata om bløtbunnsfaunaen fra flere områder i kommunen.

Fylkemannens årlige undersøkelser av hygieniske forhold (badevannsundersøkelsene) utføres etter fastlagte kriterier for overvåking og egner seg derfor for videre oppfølging.

Kranfjorden og pollen ved Søndeled er svært påvirket av tidligere treforedlingsvirksomhet. Undersøkelser av kobber-, kvikksølv- og organisk innhold i sedimenter fra begge disse lokalitetene gir grunnlag for eventuelle videre undersøkelser. Resultatene av miljøgiftundersøkelsen fra Risør havn vil vise om det er grunnlag for å gå videre med ytterligere undersøkelser av miljøgifter.

#### **4.2.2. Tvedestrand kommune**

De hydrografiske forhold i Tvedestrands marine områder er stort sett godt kjent. Det gjelder vannutskiftning, stagnasjon og oksygenforhold for største delen av kommunen. Men i Tvedestrand er det ingen stasjoner med regelmessige målinger av oksygenforhold langt tilbake som kan gi grunnlag for å overvåke eventuelle trender. På stasjonene Bjørnevikhalsen, Hestø og Lyngør er det imidlertid et godt datagrunnlag for å sammenligne fremtidig oksygenforbruk med eksisterende data. Næringssaltforhold og forekomsten av planktonalger er også i store trekk kjent for Tvedestrands del, men det er bare på de fire stasjonene Bjørnevikhalsen, Hestø, Øitangen og Møkkalasset at datagrunnlaget er såpass omfattende at det gir grunnlag for å følge eventuelle forandringer i tilstand. De viktigste områder med organisk belastede sedimenter er kjent. Men i hvilken grad sedimentene er med på å prege vannkvaliteten lokalt, på grunn av utlekking av stoffer eller ved å bidra til høyt oksygenforbruk, er ikke kjent.

Bløtbunnsundersøkelsene av Tvedestrandsfjorden som ble gjennomført på 1980-tallet beskriver tilstanden i bunnområdene, og danner et naturlig grunnlagsmateriale for eventuelle senere undersøkelser. Det foreligger data om bløtbunnsfaunaen fra Tvedestrand havn, Østerå, Bjørnevikhalsen, Hestø og ved Bota. Også andre områdene av kommunen, dvs. Havefjorden, Sandøyfjorden, Lyngørfjorden og Gjeving er forholdsvis godt dekket av bløtbunnsfaunaundersøkelser.

Hardbunnsundersøkelser og undersøkelser av miljøgifter i Tvedestrand kommune er stort sett manglende eller ikke egnet for tilstandbeskrivelse eller grunnlagsdata. Utenom dykkerundersøkelser under *Chrysochromulina*-oppblomstringen i 1988 og registreringer av ålegras i forbindelse med strandnottrekk (HFF), har det kun vært to eldre innsamlinger av algevegetasjonen (begge før 1940). Man har derfor lite grunnlag for å vurdere tilstanden i hardbunnsamfunnet.

Fylkemannens årlige undersøkelser av hygieniske forhold (badevannsundersøkelsene) utføres etter fastlagte kriterier for overvåking og egner seg derfor for videre oppfølging.

Det foreligger ikke undersøkelser av miljøgifter i sjøområdene i kommunen.

#### **4.2.3. Arendal kommune**

For Arendal kommune foreligger et omfattende hydrografisk materiale, som beskriver vannutskiftning, stagnasjon og oksygenforhold på de fleste lokaliteter i kommunen. Videre er det et omfattende datamateriale over næringssalter i Arendals marine områder, og for de ytre deler også over forekomsten av planktonalger. De dårligst dekkede områdene er helt øst i kommunen. For Arendal kommune foreligger likevel ikke regelmessige oksygenmålinger langt tilbake i tid, men for Ærøydypet er det såpass med målinger at det gir grunnlag for å overvåke eventuelle trender. For Ærøydypet og Eikelandsfjorden er eksisterende data om oksygenforbruket et godt sammenligningsgrunnlag med eventuelle nye tilsvarende målinger. Tidligere oksygenmålinger i andre deler av kommunen (Tromøysund, Arendal havn og Galtesund), gir grunnlag for relativt grove sammenligninger med nye målinger. Av næringssaltdata for Arendal gir data fra Ærøydypet på 80-tallet grunnlag for en trendovervåking, mens næringssaltdata ellers gir et nyttig, men grovt sammenligningsgrunnlag for eventuelle nye målinger. Også for klorofyll/alger gir data fra 80-tallet fra Ærøydypet et grunnlag for å følge med i fremtidige trender, og fra 1985 finnes tilsvarende data også fra Flødevigen.

Strømforholdene i Tromøysund, et komplisert område i så henseende på grunn av topografien og påvirkningen fra Nidelva, er ikke spesielt studert. De viktigste områder med organisk belastede sedimenter i kommunen er trolig kjent. I hvilken grad sedimentene er med på å prege vannkvaliteten lokalt, på grunn av utlekking av stoffer eller ved å bidra til høyt oksygenforbruk, er ikke kjent.

De fleste hardbunnsundersøkelsene som er gjort i kommunen har hatt som mål å beskrive tilstanden og danne basis for eventuelle senere undersøkelser. Datamaterialet gir derfor grunnlag for sammenligning med nye registreringer. Dykkerundersøkelser på hardbunn er hovedsakelig gjennomført i området Havsøy - Sømshalen (1988/89) og i Tromøysund (1990), i tillegg til enkelte spredte stasjoner. Strandsonundersøkelser (fjæreundersøkelser) er utført i de fleste deler av kommunen, dvs. Utnes, Arendal havn, Tromøysund og Flosta/Tverdalsøy. Undersøkelsene egner seg godt for videre oppfølging og overvåking.

Bløtbunnsundersøkelser er også godt dekket i kommunen. Både indre og ytre områder er undersøkt, og danner et godt kunnskapsgrunnlag og basis for videre undersøkelser. Som for hardbunn er det spesielt Utnesområdet og Tromøysund som er godt dekket, mens det er færre undersøkelser i de helt østlige områdene i kommunen. De ytre kystområdene blir undersøkt gjennom Kystovervåkingsprogrammet.

Fylkemannens årlige undersøkelser av hygieniske forhold (badevannsundersøkelsene) utføres etter fastlagte kriterier for overvåking og egner seg derfor for videre oppfølging.

Undersøkelser av miljøgiftinnholdet i sedimenter og organismer foreligger i de områder man har kunnet forvente å finne forhøyde verdier, dvs. Tromøysund, Utnes og Arendal havn. I tillegg er det lagt referansestasjoner til utsiden av Tromøy og Flosta. Undersøkelsene så langt har vist at det er behov for å gå videre med ytterligere undersøkelser av miljøgifter.

#### 4.2.4. Grimstad kommune

For Grimstad kommune foreligger et mindre hydrografisk materiale enn for Risør, Tvedestrand og Arendal, men forholdene må likevel sies å være rimelig godt kjent. Det er bare fra Bufjorden det foreligger oksygendata, som gir grunnlag for en trendovervåking. For Goosefjorden-Vikkilen gir tidligere undersøkelser en nyttig tilstandsbeskrivelse og data for oksygenforbruk, men ikke grunnlag for noen overvåking av trender. Det er stort sett sparsomt med næringsaltdata, selv om tidligere undersøkelser i Goosefjorden-Vikkilen gir et visst sammenligningsgrunnlag. De viktigste områder med organisk belastede sedimenter er trolig kjent.

De fleste hardbunnsundersøkelsene som er utført i kommunen, er gjort under algeoppblomstringen i 1988, og er mindre godt egnet som grunnlag for videre undersøkelser. Unntaket er en stasjon ved Kjekstadneset (Prestholmen) som blir undersøkt i Kystovervåkingsprogrammet hvert år, og danner et viktig referansemateriale. Det er ikke utført strandsonundersøkelser i noen deler av kommunen.

Bløtbunnsprøver er tatt fra mange lokaliteter i kommunen. Mange av prøvene er imidlertid tatt under algeoppblomstringen i 1988, og er lite egnet som sammenligningsgrunnlag for andre undersøkelser. Goosefjorden og Homborsund er to områder hvor det foreligger gode data om bløtbunnsfaunaen, og som egner seg for videre oppfølging.

Fylkemannens årlige undersøkelser av hygieniske forhold (badevannsundersøkelsene) utføres etter fastlagte kriterier for overvåking og egner seg derfor for videre oppfølging.

Resultatene av miljøgiftundersøkelsen fra Grimstad havn vil vise om det er grunnlag for å gå videre med ytterligere undersøkelser av miljøgifter. Det foreligger ikke andre data om miljøgifter i sjøområdene i Grimstad kommune.

#### 4.2.5. Lillesand kommune

Som for Grimstad foreligger også for Lillesand et mindre hydrografisk materiale enn for kommunene lenger øst i fylket, men i store trekk må de hydrografiske forhold likevel sies å være rimelig godt kjent. Enkelte forholdsvis store og noe innelukkede områder, som Kaldvellfjorden og Steindalsfjorden, er lite undersøkt, mens Isefjærfjorden er godt undersøkt. For stasjonene Ulvøy, Steindalsfjorden og Vallesvær finnes historiske oksygendata som gir et godt grunnlag for trendovervåking. De tidligere resipientundersøkelsene i Tingsakerfjorden og Skallefjorden gir et godt sammenligningsgrunnlag for eventuelle nye undersøkelser. Mest belastet er Skallefjorden. I hvilken grad sedimentene i fjorden er med på å prege vannkvaliteten lokalt, på grunn av utlekking av stoffer eller ved å bidra til høyt oksygenforbruk, er ikke kjent.

Det foreligger få hardbunnsundersøkelser fra Lillesand kommune. Gjennom Kystovervåkingsprogrammet blir to stasjoner undersøkt, og dekker de ytre kystområdene. Dette er et viktig referansemateriale for videre undersøkelser. I Isefjærfjorden og Steindalsfjorden er flere lokaliteter undersøkt, men danner et tynnere grunnlag for tiltandsvurdering og videre overvåking.

Strandnotstasjonene i Steindalsfjorden og Isefjærfjorden dekker kun forekomst av ålegras, og gir lite informasjon om miljøtilstanden. Undersøkelsen av algevegetasjonen i Isefjærfjorden i 1966 og befaringen i strandsonen i 1992 gir et bilde av tilstanden, men er ikke uten videre egnet som grunnlag for overvåking.

Undersøkelser av bløtbunnsfauna foreligger fra området rundt Tingsakerfjorden, Skallefjorden og Saltholmrenna, ytre del av Kaldvellfjorden, Isefjærfjorden og Gamle Hellesund. Undersøkelsene dekker det meste av kommunen og er et viktig grunnlag for senere undersøkelser.

Fylkemannens årlige undersøkelser av hygieniske forhold (badevannsundersøkelsene) utføres etter fastlagte kriterier for overvåking og egner seg derfor for videre oppfølging.

Resultater fra miljøgiftundersøkelsen i Lillesand havn vil vise om det er grunnlag for ytterligere undersøkelser. Det foreligger ikke andre data om miljøgifter i sjøen fra Lillesand kommune.

### 4.3. Overvåking og nye undersøkelser

#### 4.3.1. Grunnlag for overvåking

Som tidligere omtalt, vil faginnholdet i et overvåkingsprogram avhenge av målsettingen med programmet. Overvåkingen må bygge på en beskrivelse av tilstanden i resipienten. Er tilstanden god, kan det være et vesentlig moment ved overvåking å sikre at tilstanden bevares. Er tilstanden mindre god, er det naturlig at overvåkingen skal dokumentere de forandringer som følger av iverksatte tiltak. En presis beskrivelse av tilstanden må derfor gå forut for etablering av et overvåkingsprogram. Det er også nødvendig for valg av faginnhold i programmet å ha god oversikt over forurensningskilder og tilførsler.

Overvåkingen må også ta utgangspunkt i generell kunnskap om området eller resipienten. I flere tilfeller vil det være nødvendig å ha parallelle undersøkelser i områder uten noen påvirkning for å fange opp naturlige variasjoner i de valgte parametrene. Spesielt er dette viktig for vannmasseparametre (næringssalter) og biologiparametre (hardbunn/bløtbunn) hvor det er naturlige variasjoner med årstid og fra år til år. Der det finnes større regionale eller nasjonale programmer som fanger opp slike variasjoner, er det naturlig og ønskelig å bruke data fra disse som referanse for den lokale overvåkingen. På Skagerrak-kysten er de mest aktuelle programmene Kystovervåkingsprogrammet (næringssalter, hardbunn, bløtbunn), JMP (miljøgifter) og 'høstundersøkelsene' (vannkjemi).

Det kan også være et moment i overvåkingssammenheng å ta utgangspunkt i 'synlige' problemer, f.eks. grumset vann, luktproblemer, urensede kloakkutslipp i strandsonen etc. I flere tilfeller kan det i programmene legges inn enkle kontroller eller målinger som bokstavelig talt synliggjør forandringene ved tiltak. Dette har ofte stor verdi for markedsføring og generelle holdninger til tiltakene, selv om slike undersøkelser ikke fyller de faglige kravene til overvåking.

#### 4.3.2. Aktuelle parametre i overvåking

##### *Næringssalter*

Måling av konsentrasjoner av næringssalter (N, P) er ikke spesielt godt egnet for overvåking fordi verdiene fluktuerer mye i vannmassene. Dette medfører at det må gjennomføres mange og hyppige målinger for å få fram eventuelle trender eller variasjoner. Næringssalter inngår imidlertid i større

programmer, både Kystovervåkingsprogrammet og andre lands nasjonale overvåking, som medfører at det finnes gode bakgrunnsdata for vannmassene på kysten. Det er allikevel ingen klare linjer for hvor omfattende måleserier man må ha for å kunne spore betydningsfulle trender. Foreløpige resultater fra Kystovervåkingsprogrammet viser også at man i Skagerrak må ta fluktuasjoner i vannmassene i betraktning fordi de ulike vanntypene (kystvann, Baltisk vann) har ulik næringssaltfordeling. Dette er ytterligere kompliserende for prøvetaking og tolkning av resultatene.

Næringssalter inngår i SFTs veiledere for klassifisering av miljøkvalitet (SFT 1993d). Dette gir grunnlag for å bruke næringssalter i forbindelse med karakterisering av tilstand, men systemet er nytt, og det er lite og ingen erfaring i hvor god klassifiseringen er for vannmasser på Skagerrak-kysten. Det er også mulig at næringssalter i noen grad kan brukes som 'sporstoffer' i resipienter for kommunalt avløpsvann. Det er derfor kanskje mest aktuelt å benytte næringssalter for karakterisering av tilstand.

### *Oksygen*

Oksygen er en meget følsom parameter for tilførsler av organisk stoff. I stagnerende vannmasser hvor oksygen ikke kan fornyes annet enn ved utskiftning av vannet, vil oksygenforbruket direkte gjenspeile tilførslene av organisk stoff. Dette vil både være direkte tilførsler av materiale fra land (organiske utslipp, plantemateriale) og fra plantevekst i overliggende vannlag. Dersom planteveksten i overflatelaget stimuleres gjennom økte tilførsler av næringssalter, vil dette føre til økt forbruk av oksygen i dypvannet fordi tilførslene av organisk materiale til nedbrytning øker. Oksygenmålinger kan derfor brukes både ved lokal overvåking og for regional overvåking av eutrofiering ('overgjødning').

HFFs lange måleserier av oksygen i utvalgte fjorder og skjærgårdområder danner en god basis for videre overvåking. I tillegg er disse data, sammen med data fra nye undersøkelser, benyttet for å kvantifisere oksygenforbruket i en rekke områder. Det finnes i dag derfor bakgrunnsdata som viser normale oksygenverdier for en rekke områder, langtidstrender og hva som er vanlig forbruk i fjorder.

Ved langtidsovervåking vil trendene framkomme ved undersøkelser en eller noen få ganger i året (se f.eks. figurer av oksygentrender i vedlegg). I resipienter med stagnerende vann kan det imidlertid være like aktuelt å måle oksygenforbruk og sammenligne dette med målinger fra andre fjorder eller fra år til år. Beregning av forbruk krever flere målinger i løpet av en stagnasjonsperiode, f.eks. månedlige målinger i en sesong. Det vil imidlertid ikke være nødvendig å måle hvert år. Omlegging av organiske utslipp vil forventes å gi umiddelbare utslag på målingene.

### *Bløtbunn*

Bløtbunnsfauna er en klassisk parameter i overvåkingssammenheng. Det finnes mye erfaring med bruk av bunnfauna, og det er laget gode systemer for å klassifisere tilstand og beskrive forandringer. Bløtbunnsfauna inngår i alle større programmer for overvåking, deriblant også Kystovervåkingsprogrammet. Dette programmet fanger opp både variasjoner mellom år og eventuelle storskala-trender på kysten. Det finnes derfor både bakgrunnsdata og referansedata for Aust-Agder som kan benyttes i lokal overvåking.

Undersøkelsene av bløtbunnsfauna omfatter normalt de dypeste områdene av resipientene. Dette er oftest de mest følsomme områdene og de områdene som er sterkest utsatt for avsetning av tilført materiale. Forandringer i resipienten vil derfor gi klare utslag i bløtbunnsfaunaen. Faunaen integrerer forandringene over tid. En prøvetaking i året er derfor tilstrekkelig, og i mange resipienter vil det normalt gå flere år mellom hver prøvetaking.

Alle kystkommunene i Aust-Agder, kanskje med unntak for Risør, har tidligere gjort resipientundersøkelser med omfattende bunnprøvetaking. Disse undersøkelsene danner et godt grunnlag for overvåking. Det vil være naturlig å benytte så mange som mulig av de tidligere prøvelokalitetene i fremtidige programmer.

### *Hardbunn*

Hardbunnsundersøkelser fanger opp endringer i bl.a. tilførsler av organiske stoff og næringssalter på grunt vann. Algene nyttiggjør seg næringssaltene, men de ulike artene har ulike krav og respons på næringssaltnivået, og samfunnsstrukturen i tangbeltet vil endres tilsvarende. Det har imidlertid ikke lyktes å lage et godt og enkelt system for å klassifisere tilstand i hardbunnsamfunnet som det har for bløtbunnsfaunaen. Grunnen til dette er blant annet at den registrerte tilstanden eller endringene kan ha mange ulike årsaker som må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Faktorer som ferskvannspåvirkning, grad av eksponering mot bølgeslag, isskuring og partikkelsedimentering må tas hensyn til og kompliserer derfor bildet. Vurderinger av tilstanden gjøres med hjelp av diversitetsmål, dominansindekser og lignende, men er også i stor grad subjektiv.

Registrering av flora og fauna på hardbunn har inngått i de fleste resipientundersøkelsene i fylket, og er en sentral del i Kystovervåkingsprogrammet som pågår langs kysten. Det finnes derfor bakgrunnsmateriale fra tidligere undersøkelser i de fleste områdene. Bakgrunns materialet varierer imidlertid noe i omfang og innhold ettersom ulike metoder benyttes avhengig av undersøkelsens mål og problemstilling. Transektdykk registrerer vegetasjon og hardbunnsfauna fra overflaten ned til ca. 30 m dyp (nedre grense for algevegetasjon), mens en strandsonundersøkelse konsentrerer seg om organismesamfunnet i de øverste 1 - 2 metrene. Hva som velges vil avhenge av eventuelle utslippsforhold, andre elementer i undersøkelsen etc. Registrering av alger og dyr innen de samme definerte arealer flere år på rad benyttes for å få et detaljert, og mer kvantitativt bilde av endringene.

Data og erfaringer fra bl.a. Kystovervåkingsprogrammet vil være viktig for videre overvåking av vannresipientene.

### *Tarmbakterier*

Målinger av tarmbakterier vil vise om vannkvaliteten i et område er påvirket av ekskrementer fra varmblodige dyr (dermed mennesker). I så måte er tarmbakterier å betrakte som indikatorparametre for en spesifikk forurensning. I de fleste tilfeller gjennomføres prøvetaking og måling i egne programmer som ikke er koblet til generelle tilstandsbeskrivelser eller langtidsovervåking. Dette er også tilfelle i Aust-Agder hvor måleprogrammene skal gi en rutinemessig kontroll med hygienetilstanden i attraktive friluftsområder. Måling av tarmbakterier gir ikke informasjon om eventuelle virkninger av kloakk i resipientene.

### *Miljøgifter*

De fleste miljøgiftundersøkelsene gjennomføres i resipienter med kjente utslipp for å kartlegge nivåer og spredning. Som oftest er det spesifikke stoffgrupper eller utvalgte enkeltforbindelser det analyseres for. I resipienter hvor det settes i verk tiltak mot forurensningene er det naturlig å ha løpende programmer for å overvåke at miljøgiftkonsentrasjonene reduseres. Programmene kan omfatte både målinger i sedimenter og i organismer. Målinger i sedimentene utføres gjerne sammen med målinger av bløtbunnsfauna, mens målinger i organismer utføres som egne programmer.

Mange miljøgifter vil også fungere som indikatorer på spesifikke forurensninger. Spesielt i havneområder og resipienter for urensset kommunalt avløpsvann kan det finnes mange ulike typer forurensninger. I flere tilfeller har undersøkelser vist at det finnes forurensningskilder man ikke har vært klar over. Siktemålet med de sonderende havneundersøkelsene som nettopp er gjennomført i Aust-Agder, har vært å vise om det finnes særlige forurensninger som bør følges opp med tiltak eller nærmere undersøkelser.

### 4.3.3. Kommunale programmer

For at kommunene skal kunne forvalte vannforekomstene best mulig er det viktig å ha god oversikt over miljøtilstand og utvikling i vannforekomstene. I kapitlene foran (3 og 4.2) er dagens tilstand i sjøområdene beskrevet så langt det finnes relevante undersøkelser. Målet med dette er å vise for hver kommune hvor godt miljøtilstanden er kjent og hvilke forandringer i vannforekomstene man til nå har oversikt over. I alle kommunene finnes det sjøområder som er lite eller ikke undersøkt og sjøområder som er godt undersøkt og hvor det er lagt grunnlag for framtidig overvåking.

For å komme videre er det viktig at kommunene tar stilling til hvilke sjøområder som må undersøkes/overvåkes ved framtidige undersøkelser. Kommunene bør også sette opp mål for miljøtilstand og ta stilling til hvilken framtidig utvikling man ønsker i områdene. Disse målene setter hoveddrammene for nye undersøkelser, både med hensyn på faginnhold og undersøkelsenes omfang.

Nedenfor er det i stikkords form satt opp noen momenter som bør tas i betraktning:

#### \* Kjente/potensielle forurensningskilder i aktuelle sjøområder

- kommunalt avløpsvann
- spredt bebyggelse og fritidshus
- båthavner
- fyllplasser
- industriavløp
- forurensninger fra tidligere virksomhet (nedlagt industri)
- landbruksavrenning og tilførsler fra vassdrag

Det bør gjøres undersøkelser i områder med kjente eller antatte forurensninger. Kommunene bør ta stilling til hva de oppfatter som mulige problemer. I områder hvor det gjennomføres tiltak er det behov for oppfølgende undersøkelser for å kontrollere at målene blir nådd.

#### \* Aktuelle forurensninger

- eutrofieringsproblematikk (næringssalter/organisk stoff)
- miljøgifter
- hygieniske forhold
- synlige lokale problemer (misfarget vann, lukt, begroing)

Tiltagende eutrofiering kan føre til svært dårlige forhold i utsatte områder. Forholdene med råttent bunnvann i terskelfjordene kan forsterkes og det kan være fare for oksygensvikt i områder med nedsatt vannutskiftning. Kommunene bør vurdere hvilke områder som bør holdes under oppsikt. I flere kommuner kan det videre være behov for en bedre kartlegging av miljøgifter.

#### \* Fysiske inngrep som kan endre sjøområder

- veianlegg og fyllinger

- graving av kanaler
- uttak av sand og grus fra sjøbunnen

Flere typer inngrep kan endre de fysiske forholdene i vannforekomstene, først og fremst ved å påvirke vannskiftning og strømsystemer. Virkningene kan være positive eller negative, men det bør gjøres veiledende undersøkelser før inngrepene for å vurdere effektene så langt dette er mulig.

\* Brukerinteresser

- friluftsområder
- verneområder
- fiske
- resipient for avløpsvann
- utbygging for bolig- eller industriformål

Kommunene bør ta stilling til bruk av sjøområdene for å klarlegge behovet for undersøkelser. I mange tilfeller vil undersøkelser av naturtilstanden gi verdifull informasjon om hva områdene egner seg for. Dette kan være viktig informasjon i planarbeid og for avgjørelser i områder med brukskonflikter.

\* Miljømål

- lokale miljømål for vannkvalitet og tilstand
- nasjonale målsettinger for vannkvalitet
- internasjonale avtaler, f.eks. Nordsjø-avtalen

Kommunene bør sette mål for miljøtilstanden i vannforekomstene. Formulerte miljømål har i noen grad også betydning for valg av faginnhold og parametre i undersøkelsene. Miljøtilstanden bør kunne fastsettes etter nærmere angitte kriterier (f.eks. etter SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann).

#### 4.3.4. Forslag til fellesprogram for kommunene

Selv om kommunene hver for seg må utarbeide egne planer for overvåking med utgangspunkt i lokale problemstillinger, vil det være enkelte momenter av felles karakter. Spesielt gjelder dette forhold som går på eutrofierings-problematikken (næringssalter/organisk stoff) hvor det kan være vanskelig å skille mellom hva som skyldes lokale bidrag og hva som er regionale/langtransporterte bidrag. Vi vil derfor foreslå at kommunene i fellesskap gjennomfører et program for å overvåke miljøtilstanden i indre kystområder i Aust-Agder spesielt rettet mot effekter av næringssalter og organisk stoff.

Programmet bør omfatte oksygenforhold, bløtbunnsfauna og hardbunnsamfunn (dykkertransekt). Undersøkelsene bør gå over flere år. Deler av programmet, i hvert fall oksygenmålingene, bør innarbeides i langtidsovervåking av kommunenes resipienter.

Siktemålet med dette programmet er å:

- fange opp generelle utviklingstrender i vannforekomstene i kystsonen
- gi signaler om utviklingen i kommunenes hovedresipienter
- danne basis for tiltaksrettet overvåking av resipientene i kommunene
- gi grunnlag for å fastsette miljømål for kommunenes resipienter



Undersøkelsene av oksygen gjennomføres i kommunens hovedresipienter. Prøvetakingen gjennomføres samtidig med og med samme metodikk som HFFs undersøkelser av oksygen i fjordområder i Aust-Agder ('høstundersøkelsene'). Resultatene vil være direkte sammenlignbare med resultatene fra høstundersøkelsene. Prøvetakingen vil gi signaler om utviklingen i hovedresipientene i fylket.

Prøvetakingen for bløtbunnsfauna gjennomføres med 'standard' metodikk for kvantitativ prøvetaking (bunngrabb) og foretas samtidig med bløtbunnsundersøkelsene i SFTs Kystovervåkingsprogram. Stasjonene plasseres i indre kyst- og fjordområder uten direkte organiske tilførsler (punktkilder). Det legges vekt på å plassere stasjonene på lokaliteter hvor det måles oksygen i bunnvannet ved 'høstundersøkelsene'. Undersøkelsene vil kunne fange opp eventuelle forandringer i miljøtilstanden i kystsonen.

Undersøkelsene av hardbunnssamfunn (dykkertransekt) gjennomføres med samme metodikk som i SFTs Kystovervåkingsprogram. Stasjonene plasseres i indre kyst- og fjordområder uten direkte organiske tilførsler. Undersøkelsene gjennomføres primært for å beskrive organismsamfunnene og skaffe referansedata for resipientundersøkelsene, men vil også kunne fange opp eventuelle forandringer i miljøtilstanden i kystsonen. Spesielt for hardbunn finnes det lite referansedata for resipientene i fylket.

Undersøkelsene samordnes med SFTs Kystovervåkingsprogram og HFFs 'høstundersøkelser' for oksygen. Tilsammen vil undersøkelsene sikre at det gjennomføres en overvåking av både kystsonen og kystnære havområder i Aust-Agder. Dette kan gi grunnlag for å skille mellom effekter av lokale tilførsler og regionale/langtransporterte tilførsler. Ved fastsettelse av tiltaksrettede miljømål for kommunenes resipienter vil det være viktig å kunne skille mellom virkninger av lokale bidrag (f.eks. kommunalt avløpsvann) og en generell utvikling i kystvannet. Undersøkelsene vil også dra nytte av arbeidet med å beregne tilførsler av næringsalter og organisk stoff fra avrenningsvann og nedbør.

Det understrekes at parametrene i dette fellesprogrammet også vil være svært aktuelle for tiltaksrettet overvåking av resipientene i kommunene.

## 5. REFERANSER

- Aksnes, D.L., J. Aure, G.K. Furnes, H.R. Skjoldal og R. Sætre. 1989. Analysis of the *Chrysochromulina polylepis* bloom in the Skagerrak, May 1988. Environmental conditions and possible causes. Bergen Scientific Centre, BSC 89/1: 1-38 + 28 Fig.
- Andersen, N.B. 1980. En undersøkelse av fytoplankton og produksjonskapasitet i Arendalsområdet, mai-oktober 1975. Hovedfagsoppgave, Univ. i Oslo, Biologisk Inst., Avd. Marin Botanikk, 150 s.
- Anon. 1991. Miljørapport for 1991. Fisken og havet, Særnummer 2, 1991, 72s. ISSN 0802 0620.
- Anon. 1992. Miljørapport for 1992. Fisken og Havet, Særnummer 2, 1992, 80 s. ISSN 0802-0620
- Anon. 1993. Miljørapport for 1993. Fisken og havet, Særnummer 3, 1993, 71s. ISSN 0802 0620.
- Anon. 1994. Miljørapport for 1994. Fisken og havet, Særnummer 2, 1994, 97s. ISSN 0802 0620.
- Aure, J. og E. Dahl (innsendt). Oxygen, nutrients, carbon and water exchange in the Skagerrak Basin. Manuskript sendt til Continental Shelf Research,
- Aure, J., E. Dahl, N. Green, J. Magnusson, F. Moy, A. Pedersen, B. Rygg og M. Walday. 1993a. Langtidsovervåking av trofisisituasjonen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1991 og Samlerapport 1990-1991. Statlig program for forurensningsovervåking, TA-914/1993. SFT/NIVA, Oslo 100s.
- Aure, J., E. Dahl, N. Green, J. Magnusson, F. Moy, A. Pedersen, B. Rygg og M. Walday. 1993b. Langtidsovervåking av trofisisituasjonen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1992. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 528/93, TA-972/1993. SFT/NIVA, Oslo 99s.
- Aure, J., E. Dahl, H. Hovind og J. Magnusson 1991. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Hydrografi/hydrokjemi. Årsrapport for 1990. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 454/91, TA-769/1991, SFT/NIVA, Oslo 93s.
- Aure, J., E. Dahl, H. Hovind og J. Magnusson 1992. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Hydrografi/hydrokjemi. Datarapport 1991. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 485/92, TA-834/1992, SFT/NIVA, Oslo 87s.
- Aure, J., E. Dahl, H. Hovind og J. Magnusson 1993c. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Hydrografi/hydrokjemi. Datarapport 1992. Statlig program for forurensningsovervåking rap. 513/93, TA-931/1993, NIVA/SFT, Oslo 75 s.
- Aure, J., E. Dahl, H. Hovind, J. Magnusson og K. Sørensen 1994. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Hydrografi/hydrokjemi. Datarapport 1993. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 556/94, TA-1056/1994. SFT/NIVA, Oslo 63 s.
- Aure, J. og D.S. Danielssen 1993. Terskelbasseng på Sørlandskysten. Organisk belastning og vannutskifting. Fisken og Havet, Nr. 1 - 1993: 1-16.
- Aure, J. og R. Sætre 1981. Wind effects on the Skagerrak outflow. In: Sætre, R. & Mork, M. (Editors), The Norwegian coastal current. University of Bergen, Bergen: pp. 263-294.

- Bakke, T., T. Damhaug og J. Magnusson 1981. Vurdering av sigevannsutslipp fra søppelfyllplass i Saulekilen (Alsand) - Grimstad-regionen. Norsk institutt for vannforskning, O-81001. 23s.
- Berge J.A., N. Green og B. Rygg 1988a. Invasjon av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis* langs Sør-Norge i mai - juni 1988. Akutte virkninger på organismesamfunn langs kysten. Samlede bidragsrapporter. NIVA 88115. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 328b/88. SFT/NIVA, Oslo.
- Berge J.A., N. Green og B. Rygg 1988b. Invasjon av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis* langs Sør-Norge i mai - juni 1988. Akutte virkninger på organismesamfunn langs kysten. Datarapport fra NIVAs undersøkelser. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 329/88, SFT/NIVA, Oslo.
- Berge J.A., N. Green, B. Rygg og O. Skulberg 1988c. Invasjon av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis* langs Sør-Norge i mai - juni 1988. Akutte virkninger på organismesamfunn langs kysten. Sammendragsrapport. NIVA 88115. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 328a/88, SFT/NIVA.
- Bokn, T. 1978. Klasser av fastsittende alger som indikatorer på eutrofiering i estuarine og marine vannmasser. NIVA årbok 1978, 53-59.
- Boman, E. 1982. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Overflatens vannkvalitet i perioden juni 1981 - april 1982. Rapport fra Norsk institutt for vannforskning, O-81112. 24 s.
- Boman, E. og E. Andreassen 1980. Hydrografiske undersøkelser i Goosefjorden 1978-79. Grimstad kommune. Fylkesrådmannen i Aust-Agder. Utbyggingsavdelingen. Mars 1980.
- Boman, E. og P.B. Wikander 1983. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 2. Dypvann og sedimenter i perioden juni - november 1982. Rapport fra Norsk institutt for vannforskning, O-81112, 29s.
- Braarud, T. 1938. 'Rødt sjøvann' ved Tvedestrand. Naturen 1938, 108-111.
- Bøhle, B. 1986. Østerspoller på Skagerrak-kysten. Egnethetsundersøkelser sommeren 1985. Flødevigen meldinger nr. 4-1986. 65s.
- Bøhle, B. 1987. Hydrografi i fire poller på Skagerrak-kysten 1986-1987. Flødevigen meldinger nr. 4-1987. 42s.
- Bøhle, B., E. Dahl, M. Yndestad og G. Langeland 1987. Nedsenking av dyrkingsanlegg for å unngå algegift i blåskjell. Flødevigen Meldinger 1987 (2): 1-27.
- Bøhle, B. og A-L. Halvorsen 1989. Avsetting av blåskjellyngel (*Mytilus edulis*) på Skagerrakkysten sommeren 1984. Flødevigen Meldinger 1989 (6): 1-23 + 23 Fig. og 20 Tab.
- Bøhle, B., T. Jåvold og K. Kristiansen 1990a. Hydrografiske forhold og utskiftning av bunnvann i fjorder og poller på Skagerrak-kysten i 1989. Flødevigen meldinger nr. 3-1990.
- Bøhle, B., K. Kristiansen og B. Lundin 1990b. Vekst og overlevning av østers (*Ostrea edulis*) på Skagerrakkysten 1985-1989. Flødevigen Meldinger 1990(4): 1-17+ 21 Fig. og 5 Tab.

- Christie, H., H.P. Leinaas og B. Reppe 1989. Effekter på bunndyr, med spesiell referanse til potensielle næringsorganismer for ærfugl. I: Oppblomstring av *Chrysochromulina polylepis* 1988. Direktoratet for Naturforvaltning, rapport nr. 12, s. 50-53.1989.
- Dahl, F.E. 1978. Appendiks angående variasjoner i kyststrømmen utenfor Arendal 1975/76. I: Sand, N.P. Intern rapport angående resipientundersøkelser i Arendalsområdet i 1976. Rapport fra Statens Biologiske Stasjon Flødevigen februar 1978, 138s.
- Dahl, E. 1988. Masseoppblomstring av *Chrysochromulina polylepis* i Skagerrak i mai 1988. Vann 1988 (3B): 512-523.
- Dahl, E. 1989. Monitoring of toxic phytoplankton causing fish mortality and mussel toxicity in Norwegian waters. In: N. De Pauw, E. Jaspers, H. Ackefors and N. Wilkins (Editors), Aquaculture - A biotechnology in progress. European Aquaculture Society, Bredene, Belgium, pp. 21-28.
- Dahl, E. 1992. Algeoppblomstringer i Skagerrak - fosfor eller nitrogenbegrenset? NFFR-Sluttrapport, prosjekt nr. 1202-703.017, 8 s. + 9 fig.
- Dahl, E., F.E. Dahl og D.S. Danielssen 1984. Resipientundersøkelser i Tvedestrandsfjorden 1983. Flødevigen Meldinger 1984 (5): 1-45.
- Dahl, E., F.E. Dahl og D.S. Danielssen 1985. Resipientundersøkelser i Tvedestrandsfjorden 1984. Flødevigen Meldinger 1985 (4): 1-80.
- Dahl, E., F.E. Dahl og D.S. Danielssen 1987a. Resipientundersøkelser i Tvedestrandsfjorden 1985. Flødevigen Meldinger 1987 (1): 1-55.
- Dahl, E. og D.S. Danielssen 1981. Hydrography, nutrients and phytoplankton in the Skagerrak along the section Torungen-Hirtshals, January-June 1980. In: Sætre, R. & Mork, M. (Editors), The Norwegian coastal current. University of Bergen, Bergen: pp. 294-310.
- Dahl, E. og D.S. Danielssen 1985a. Observasjoner på fisk og skalldyr under masseforekomsten av *Gyrodinium aureolum* høsten 1981. Flødevigen Meldinger 1985 (3): 89-91.
- Dahl, E. og D.S. Danielssen 1985b. *Gyrodinium aureolum* høsten 1981. Observasjoner langs kysten av Sør-Norge. Flødevigen, Meldinger 1985 (3): 75-87.
- Dahl, F.E. og D.S. Danielsen 1986. Resipientundersøkelser i Arendalsområdet i perioden 1975-79. Flødevigen Meldinger nr. 5-1986, 68s.
- Dahl, E. og E.S. Danielsen 1987. Egnethetsundersøkelser for fiskeoppdrett på Skagerrak-kysten. Flødevigen meldinger nr. 6 - 1987. 205s.
- Dahl, E. and D.S. Danielsen 1992. Long-term observations of oxygen in the Skagerrak. ICES mar. Sci. Symp., 195: 455-461.
- Dahl, E., D.S. Danielssen and B. Bøhle 1982. Mass occurrence of *Gyrodinium aureolum* Hulburt and fish mortality along the southern coast of Norway in September-October 1981. Flødevigen rapportser.1982, (4): 1-15.
- Dahl, E., D.S. Danielssen, A. Semb and K. Tangen 1987b. Precipitation and run-off as a fertilizer to a *Gyrodinium aureolum* Hulburt bloom. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer 187: 66-73.

- Dahl, E., O. Lindahl, E. Paasche. and J. Thronsen 1989. The *Chrysochromulina polylepis* bloom in Scandinavian waters during spring 1988. In: Coper, E.M., Bricelj, V.M. & Carpenter, E.J. (Editors), Novel Phytoplankton Blooms, Springer Verlag, Berlin, pp. 383-405.
- Dahl, E. og K. Tangen 1983. Forekomsten av *Gyrodinium aureolum* høsten 1982. Norsk Fiskeoppdrett, 1983 (1): 17-19.
- Dahl, E. og K. Tangen 1985. Urovekkende mengder av "brunalgen" langs kysten. Norsk Fiskeoppdrett 1985 (9): 12-15.
- Dahl, E. and K. Tangen 1990. *Gyrodinium aureolum* bloom along the Norwegian coast in 1988. In: Granéli, E., Sundström, B., Edler, L. & Anderson, D.M., Toxic Marine Phytoplankton, Elsevier, New York, pp.123-127.
- Dahl, E. and M. Yndestad 1985. Diarrhetic shellfish poisoning (DSP) in Norway in the autumn 1984 related to the occurrence of *Dinophysis* spp. In: Anderson, D.M., White, A.W. & Baden, D.G. (Editors), Toxic dinoflagellates. Elsevier, New York, pp. 495-500.
- Dahl, E., A. Rogstad, T. Aune, V. Hormazabal and B. Underdal 1994. Toxicity of mussels related to the occurrence of *Dinophysis* species. Proceedings from the Sixth International Conference on Toxic Phytoplankton, Nantes, October 18.-22. 1993 (i trykken).
- Dale, T. and E. Dahl 1987a. Mass occurrence of a planktonic oligotrichous ciliate in a bay in southern Norway. J. Plankton Res. 9: 871-879.
- Dale, T. og E. Dahl 1987b. Rødt vann ved Tvedestrand - masseforekomst av flimmerdyret *Tiarina fusus*. Fauna 40: 98-103.
- Danielsen, D. 1979. Rapport angående resipientundersøkelser i Risør/Tvedestrandsområdet i 1978. Fiskeridirektoratets havforskninginstitut. Statens biologiske stasjon Flødevigen.
- Danielsen, D. 1981. Rapport angående resipientundersøkelser i Risør/Tvedestrandsområdet i 1979. Fiskeridirektoratets havforskninginstitut. Statens biologiske stasjon Flødevigen. 43s.
- Danielssen D.S. og E. Dahl 1981. Hydrografiske undersøkelser ved Utnes i forbindelse med Aust-Agder kraftverks forsøk i Nidelven 10.-12. juni 1981. Notat fra Flødevigen, 15/7-1981, 6 s.
- Danielssen, D.S. and E. Dahl 1992. Variability of nutrients and chlorophyll in the Skagerrak, 1980-1990. ICES mar. Sci. Symp., 195: 462-464.
- Danielsen, D.S. og S.A. Iversen 1976. Intern rapport angående resipientundersøkelser i Arendalsområdet i 1975. Del I. Fiskeridirektoratets Forskningssinstitut, Statens Biologiske Stasjon Flødevigen.
- Danielsen, D. og S.A. Iversen 1978a. Rapport angående resipientundersøkelser i Risør/Tvedestrandsområdet i 1976-77. Rapport fra Statens Biologiske Stasjon Flødevigen mai 1978. 48 pp.
- Danielsen, D.S. og S.A. Iversen 1978b. Intern rapport angående resipientundersøkelser i Arendalsområdet i 1975. Del II. Fiskeridirektoratets Forskningssinstitut, Statens Biologiske Stasjon Flødevigen.

- Dannevig, A. 1933. Oseanografiske undersøkelser i fjordene ved Risør. Særtrykk av Aust Agder Blad, Flødevigen 11. januar 1933, 11s.
- Dannevig, G. 1969. Resipientundersøkelser på Skagerrakkysten. Delrapport for Arendalsområdet (Arendal havn, Tromøysund og Galtiesund). Rapport fra Statens Biologiske Stasjon Flødevigen, Arendal. 20s.
- Dannevig, G. 1970a. Resipientundersøkelser på Skagerrakkysten. Delrapport for Risørområdet. (Risør havn, Søndeledfjorden, Sandnesfjorden og Lyngørfjorden. Rapport fra Statens Biologiske Stasjon Flødevigen. 18s.
- Dannevig, G. 1970b. Resipientundersøkelser på Skagerrakkysten. Delrapport for strekningen Arendal-Grimstad. Rapport fra Statens Biologiske Stasjon Flødevigen. 24 s.
- Dannevig, G. 1970c. Resipientundersøkelser på Skagerrakkysten. Delrapport for Lillesand-området (Lillesand havnebasseng, Kaldvellfjorden og Homborsund). Rapport fra Statens Biologiske Stasjon Flødevigen. 15 s.
- Dannevig, G. 1970d. Resipientundersøkelser på Skagerrakkysten. Delrapport for Høvåg-distriktet og Kvåsefjorden. Rapport fra Statens Biologiske Stasjon Flødevigen. 20 s.
- Dannevig, G. 1971. Resipientundersøkelser på Skagerrakkysten. Delrapport for Tvedestrandsområdet. Rapport fra Statens Biologiske Stasjon Flødevigen 27. februar 1971. 14p.
- de Jong, E.A. 1994 Fosfor- og nitrogengebegrensning av planteplanktonveksten i kystvannet i Skagerrak. Hovedfagsoppgave, Univ. i Oslo, Biologisk Inst., Avd. Marin Botanikk, 68 s.
- Edwardsen, B., M. Anstensrud, H. Christie, S. Fredriksen, J.S. Gray, H. P. Leinaas, T. Schram, I. Saanum og T. Winter-Larsen 1988. Rapport fra undersøkelse om effekter på bunnlevende organismer og strandlevende fisk på kyststrekningen Langesund - Tvedestrand etter oppblomstringen av *Chrysochromulina polylepis*. In: Berge et al. Invasjon av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis* langs Sør-Norge i mai-juni 1988. Akutte virkninger på organismesamfunn langs kysten. Samlede bidragsrapporter. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 328b/88, SFT/NIVA, Oslo, 123-172.
- Enersen, K., J. Gjøsæter og Aa. Sollie 1994. Strandnotundersøkelser langs kysten av Aust-Agder. Rapport til Fylkesmannens Miljøvernveddeling (i trykken).
- Erga, S.R., E. Oug, J. Knutzen og J. Magnusson 1990. Eutrofitilstand for norske fjorder og kystfarvann med tilgrensende havområder. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 391/90, SFT/NIVA, Oslo 131 s.
- Fylkesmannen i Aust-Agder 1991. Badevannsundersøkelser i Aust-Agder 1990. Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvernveddeling. Rapport nr. 2-1991. 35s.
- Fylkesmannen i Aust-Agder 1993. Badevannsundersøkelser i Aust-Agder 1992. Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvernveddeling. Notat nr. 1-1993. 23s.
- Fylkesmannen i Aust-Agder 1994. Badevannsundersøkelser i Aust-Agder 1993. Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvernveddeling. Notat nr. 1-1994, 7s.
- Gjøsæter, J., K. Hansen, K. Lønnehaug og Aa. Sollie 1989. Variasjoner i fiskefaunaen i strandsonen i Arendalsområdet 1985-1987. Flødevigen rapportserie 1989 (1): 1-19.

- Gjøsæter, J. og T. Johannessen 1988. Algeoppblomstringen i Skagerrak i mai 1988. Effekter på bunnfauna på Sørlandskysten. Flødevigen Meldinger nr. 3 1988. In: Berge Green og Rygg. Invasjon av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis* langs Sør-Norge i mai - juni 1988. Akutte virkninger på organismsamfunn langs kysten. Samlede bidragsrapporter. Statlig program for forurensningsovervåking rap. 328b/88, SFT/NIVA, Oslo.
- Green, N. 1992. "Joint Monitoring Group" (JMG). Joint Monitoring Programme in Norway. Oslofjord-area, Arendal, Lista, Sørfjorden, Hardangerfjorden, Bømlo, Orkdalsfjorden, Ålesund-area, Froan-area, Helgeland-area and Lofoten-area. NIVA Programme Proposal 1992.
- Green, N. 1994. "Joint Monitoring Programme" (JMP). National comments to the Norwegian data for 1992. Oslo and Paris conventions for the prevention of marine pollution. Ninteenth meeting of the Joint Monitoring Group. Dublin: 24-28 January 1994.
- Helland, A. 1991. Sedimentundersøkelser i veitraseén til Saltrød Terrasse i Moland kommune. Aust-Agder veikontor. NIVA-rapport 2520. 15s.
- Helland, A. 1993. Nitriden-industriområde i Arendal. Prosjektområde 6: Sedimenter i Tromøysund og Heggedalsbukta. NIVA-rapport 2846. 73s.
- Hindar, A. 1990. Vurdering av vannkvaliteten i kystnære småvassdrag i Aust-Agder - grunnlag for tiltak. NIVA-rapport nr. 2389.
- Hindar, A., K. Næs og J. Molvær. 1989. Betydning av sur nedbør for økte nitrogen-tilførsler til fjordområder. Forprosjekt. NIVA-rapport 2257. 45s.
- Hognestad, P.T., 1992. Vintertemperaturer i overflatelaget i Flødevigen 1940-1992. Havforskningsinstituttet, Forskningsstasjonen Flødevigen, September 1992, 7s + 8 Fig.
- Holtan, H. og S.O. Åstebøl 1990. Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder. Revidert utgave. NIVA-rapport 2510. 53s.
- Hop, H., Danielssen, D.S., Gjøsæter, J. og Paulsen, Ø. 1988. Dykkerobservasjoner ved Arendal og Risør under algeoppblomstringen i mai 1988. Flødevigen Meldinger 1988 (2): 1-17.
- Hop, H., D.S. Danielssen og J. Gjøsæter 1993. Winter feeding ecology of cod (*Gadus morhua* L.) on a fjord of southern Norway. Journal of Fish Biology 43: 1-18.
- Hop, H., J. Gjøsæter, J. og D.S. Danielssen 1992. Seasonal feeding ecology of cod (*Gadus morhua* L.) on the Norwegian Skagerrak coast. ICES J. mar. Sci., 49: 453-461.
- Hop, H., J. Gjøsæter and D.S. Danielssen 1994. Dietary composition of sympatric juvenile cod, *Gadus morhua* L., and juvenile whiting, *Merlangius merlangus* L., in a fjord of southern Norway. Aquaculture and Fisheries Management 25, Supplement 1: 49-64.
- Høgberget, R. 1984. Nipekilen. En tilstandsrapport om forurensningsbelastning. NIVA-rapport O-83022.
- Ibrekk, H.O., K. Baalsrud, J. Molvær og H. Thaulow 1991. Nordsjøplanen. Sammendragsrapport. NIVA-rapport 2631. 23s.
- Jacobsen, T. 1993. Undersøkelse av bakterieinnholdet i Nidelva 1992. NIVA-notat O-92126, 21 s.

- Jacobsen, T. 1994. Bakteriologisk undersøkelse i Nidelva, Aust-Agder 1993. NIVA-rapport nr. 3029, 20s.
- Jacobsen, T. og K. Næs 1992. Forprosjekt: Forurensning og miljøstatus i Sønedeledfjorden. Notat. NIVA Sørlandsavdelingen.
- Jacobsen, T., E. Oug, J. Magnusson og A. Stigebrandt 1993. Undersøkelse av de miljø- og samfunnsmessige konsekvensene ved graving av kanal gjennom "Kassen". Vannfaglig del. In: Kanal fra Kirkekilen til Kvanneidfjorden i Høvåg, Lillesand kommune. Rapport, Fylkesmannen i Aust-Agder. Miljøvernnavdelingen.
- Johannessen, T. og E. Dahl (innsendt). Negative trends in oxygen saturation along the Norwegian Coast, 1927-1993: A signal of ecosystem changes due to eutrophication?
- Johannessen, T. og J. Gjøsæter 1990. Algeoppblomstringen i Skagerrak i mai 1988 - ettervirkninger på fisk og bunnfauna langs Sørlandskysten. Flødevigen Meldinger nr. 6, 1990. ISSN 0800-7667. 68s.
- Johannessen, T. og Aa. Sollie 1994. Overvåking av gruntvannsfauna på Skagerrak-kysten - historiske forandringer i fiskefauna 1919-1993 og ettervirkninger av den giftige algeoppblomstringen i mai 1988. Fisken og Havet, Nr. 10, 1994. 91s.
- Katla, M., I. Rasmussen, O. Lunden, H.N. Stad, M. Dypvik, B.O. Matheussen, H. Skogsaa og V. Carlsson 1992. Feltarbeid Groosefjorden. Studentoppgave AID høsten 1992.
- Kirkerud, L., J. Knutzen, J. Magnusson, K. Ormerod og B. Rygg 1984. Vurdering av renskrav for sjøresipienter. Rapport nr. 7. Effekter av tilførsler av plantenæringsstoffer og organisk stoff. NIVA-rapport nr. 1587. 88s.
- Knutzen, J., N. Green og L. Lingsten 1986. Forekomst av miljøgifter i norske vassdrag og fjorder. Rapport 1: Hovedrapport. NIVA-rapport 1946. 95s.
- Knutzen, J. og J. Skei 1990. Kvalitetskriterier for miljøgifter i vann, sedimenter og organismer samt foreløpige forslag til klassifikasjon av miljøkvalitet. NIVA-rapport 2540. 139 pp.
- Knutzen, J. and B. Sortland 1982. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in some algae and invertebrates from moderately polluted parts of the coast of Norway. Water Res., 16: 421-428.
- Konieczny, R. 1994a. Miljøgifter i marine sedimenter i Norge. Statusrapport. SFT-rapport nr. 16, 1994. TA-1119/1994. 96 s.
- Konieczny, R. 1994b. Sonderende sedimentundersøkelse i norske havner og kystområder. Fase I. Strekningen Narvik-Kragerø. NIVA-rapport under utarbeidelse.
- Lee, J-S., T. Igarashi, S. Fraga, E. Dahl, P. Hovgaard and T. Yasumoto 1989. Determination of diarrhetic shellfish toxins in various dinoflagellate species. J. Applied Phycology 1: 147-152.
- Lee, J-S., K. Tangen, E. Dahl, P. Hovgaard and T. Yasumoto 1988. Diarrhetic shellfish toxins in Norwegian mussels. Nippon Suisan Gakkaishi 54: 1953-1957.



- Lindahl, O. and E. Dahl 1990. On the development of the *Chrysochromulina polylepis* bloom in the Skagerrak in May - June 1988. In: Granéli, E., Sundström, B., Edler, L. & Anderson, D.M., Toxic Marine Phytoplankton, Elsevier, New York, pp.189-194.
- Magnusson, J. 1976. Strømundersøkelser ved Utnes, Arendalsområdet. Rapport fra Norsk institutt for vannforskning, O-8475, 93s.
- Magnusson, J. og T. Tjomsland 1987. Strømforhold i Risør havn - før og etter utbygging av ny molo. NIVA-rapport 2082. 18 s.
- Miljøplan A/S 1980. Resipientundersøkelse. Lillesandsfjorden. 1980. I/S Miljøplan, Høvik.
- Moksness, E. 1987. Forsøk med overvintring av regnbueørret (*Salmo irredus*) og laks (*Salmo salar*) på Sørlandet. Flødevigen Meldinger 1987 (3): 1-11.
- Moksness, E., O. Johanssen og S. Johanssen 1986. Forsøk men overvintring av regnbueørret (*Salmo irredus*) på Sørlandet. Flødevigen meldinger. Nr. 6 - 1986. 12 s.
- Molvær, J., K. Næs, H.O. Ibrekk og L. Lingsten 1990. Landbrukets bidrag til fosfor og nitrogen til marine områder. Forprosjekt. NIVA-rapport 2362. 45 s.
- Moy, F. og P.B. Wikander 1990. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy, Aust-Agder. Bløtbunns- og hardbunnsundersøkelser i 1989. Fellesrapport. NIVA rapport O - 89120 O - 88127.L. nr 2490.
- Nilssen, J. P. 1975. En algologisk undersøkelse fra Sønedeledfjorden ved Risør - en "land-locked" fjord som er særlig utsatt ved forurensning. Blyttia 33: 17-26.(kopi)
- NIVA 1994. Vannkvalitet i kystområdene i Arendal kommune. Prøvetaking på bløtbunn mai 1994. Toktrapport. 21.06.94. 5s.
- Næs, K. 1985a. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Overflatens vannkvalitet i perioden juni 1983 - juni 1985. Delrapport 4. Rapport fra Norsk institutt for vannforskning, O-81112. 21 s.
- Næs, K. 1985b. Sedimentundersøkelser i Kranfjorden/Nordfjorden. Norsk institutt for vannforskning, Sørlandsavdelingen. Notat, 7s.
- Næs, K. 1986a. Overvåking av Goosefjorden/Vikkilen, Grimstad kommune. Hydrografiske /hydrokjemiske undersøkelser 1982-1985. NIVA-rapport 1919. 62 s.
- Næs, K. 1986b. Overvåking av fjordene ved Lillesand. Hydrografiske/ - kjemiske undersøkelser januar - desember 1985. NIVA-rapport 1866. 49s.
- Næs, K. 1986c. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Konklusjonsrapport for undersøkelser i perioden 1981 - 1985. Rapport fra Norsk institutt for vannforskning, O-81112. 12 s.
- Næs, K. 1989. Orienterende sedimentundersøkelse i Tromøysund. Notat O-8921701, NIVA Sørlandsavdelingen, Grimstad, 6s. (Som vedlegg i Tromøysundrapporten - Næs et al. 1991)
- Næs, K., T. Bilstad, A. Haaland og K. Mørkved 1993. Biologisk forsorfjerning i Norge. Grimstad som eksempel. NIVA-rapport nr. 2903. 95s.

- Næs, K., Oug, E., J. Knutzen og F. Moy 1991. Resipientundersøkelse av Tromøysund. Bunnsedimenter, organismer på bløt- og hardbunn, miljøgifter i organismer. NIVA rapport O - 89170, L.nr. 2645.
- Olsen, S. 1984. Overvåkning av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 3. Overflatens vannkvalitet i perioden mai 1982 - mai 1983. NIVA-rapport nr. 1644. 38s.
- OSPARCOM 1993. North Sea Quality Status Report 1993. Oslo and Paris Commissions, London, 132pp.
- Oug, E. 1992. Bunnfauna i terskelfjorder i Aust-Agder. Undersøkelser etter vannutskiftningene vinteren 1989. NIVA rapport nr. 2686. 26 s.
- Oug, E., T. Jacobsen og P.A. Åsen 1992. Strandsonen i Skagerrak. Organismer i fjæra og vurderinger av sårbarhet på organismesamfunn ved oljeforurensning. AKUP. NIVA-rapport 2829, 61s.
- Pedersen, A. N.Green, M. Walday og F. Moy 1991. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport for hardbunnsundersøkelsene i 1990. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 447/91, SFT/NIVA, Oslo 127s.
- Pedersen, A. N.Green, F. Moy og M. Walday 1994a. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Datarapport 1990. Hardbunnsundersøkelser. Statlig program for forurensningsovervåking rap. 555/94, SFT/NIVA, Oslo.
- Pedersen, A. N.Green, F. Moy og M. Walday 1994b. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Datarapport 1993. Hardbunnsundersøkelser. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 554/94, SFT/NIVA, Oslo.
- Pedersen, A., E. Oug og N. Green 1989a. Oppblomstring av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis*. Gjenvekst av organismesamfunn langs kysten. NIVAs undersøkelser i juni 1989. Hovedrapport. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 403a/90, SFT/NIVA, Oslo.
- Pedersen, A., E. Oug og N. Green 1989b. Oppblomstring av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis*. Gjenvekst av organismesamfunn langs kysten. NIVAs undersøkelser i juni 1989. Vedleggsrapport. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 403b/90, SFT/NIVA, Oslo.
- Pedersen, A., B. Rygg, J. Magnusson og E. Dahl 1994c. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Årsrapport 1993. Biologi. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 560/94, SFT/NIVA, Oslo.
- Pedersen, A., P.B. Wikander, E. Oug og N. Green 1989c. Invasjon av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis* langs Sør-Norge i mai-juni 1988. Virkninger på organismesamfunn langs kysten. NIVAs undersøkelser i november 1988. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 355/89, SFT/NIVA, Oslo.
- Rosenberg, R. 1990. Negative oxygen trends in Swedish coastal bottom waters. Mar. Poll. Bull., 21: 335-339.
- Rueness, J. 1966. Algevegetasjonen i Høvåg, Aust-Agder. Hovedfagsarbeid i marinbotanikk. Univ. i Oslo.
- Rueness, J. 1969. Alger fra Lyngør. Blyttia 27: 26-29.

- Rygg, B. 1986. Miljøkvalitetskriterier for marine områder. Rapport 2. Forurensningsvirkninger på bløtbunnssamfunn. NIVA-rapport 1890, 42 s.
- Rygg, B. 1990. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Bløtbunnsundersøkelser 1988-1989. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 410/90, SFT/NIVA, Oslo 19 s.
- Rygg, B. 1991a. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Bløtbunnsundersøkelser 1990. Årsrapport. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 444a/91, SFT/NIVA, Oslo 42s.
- Rygg, B. 1991b. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Bløtbunnsundersøkelser 1990. Datarapport. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 444b/91, SFT/NIVA, Oslo 78s.
- Rygg, B. 1994. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Bløtbunn. Datarapport 1993. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 549/94, SFT/NIVA, Oslo.
- Rygg, B., P. B. Wikander 1985. Bunnfaunaundersøkelser i Tvedestrandsfjorden. NIVA-rapport 1795. 33s.
- Sand, N.P. 1978. Intern rapport angående resipientundersøkelser i Arendalsområdet i 1976. Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Statens Biologiske Stasjon Flødevigen.
- Sand, N.P. 1979. En fysisk/kjemisk helårsundersøkelse i Arendalsområdet (1976-1977). Hovedfagsoppgave i marinbiologi. Univ. i Oslo, 13s.
- SFT 1993a. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Generell del. SFT-veiledning nr. 93:01. TA-921/1993. 20 s.
- SFT 1993b. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. SFT-veiledning nr. 93:02. TA-922/1993. 20 s.
- SFT 1993c. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Virkninger av miljøgifter. SFT-veiledning nr. 93:03. TA-923/1993. 20 s.
- SFT 1993d. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Virkninger av næringssalter. SFT-veiledning nr. 93:04. TA-924/1993. 16 s.
- SFT 1993e. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Virkninger av organiske stoffer. SFT-veiledning nr. 93:05. TA-925/1993. 16 s.
- SFT 1993 NS8. North Sea Subregion 8. Assessment report. North Sea Task Force. SFT-report TA 991/1993, 79 s.
- SFT 1994a. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Egnethet for ulike brukerintereser. SFT-veiledning 94:01. TA-1004/1994. 23 s.
- SFT 1994b. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Virkninger av tarmbakterier. SFT-veiledning 94:09. TA-1003/1994. 16 s.

- Slotta, B. og H.M. Skogsaas 1994. Vurdering av miljøtilstanden i marine resipienter i Tvedestrand kommune. Prosjektoppgave, Agder Ingeniør og Distriktshøgskole, Avd. Bygg- og miljøteknikk. 45s.
- Statens Helsetilsyn 1994. Vannkvalitetsnormer for friluftsbad. Vedlegg til Rundskriv IK-21/94. 8s.
- Strøm, K.M. 1936. Land-locked waters. Hydrography and bottom deposits in badly-ventilated Norwegian fjords with remarks upon sedimentation under anaerobic conditions. N. Vidensk.Akad. Oslo. I. Mat.- Naturv. Klasse. 1936, no. 7. 85s.
- Thaulow, K. Baalsrud, H.O. Ibrekk, J. Magnusson, J. Molvær, E. Oug og B. Rygg 1990. Sårbare områder og nærings saltutslipp til Nordsjøen. NIVA-rapport 2349. 69s.
- Tjomsland & Ibrekk 1992. TEOTIL. Modell for teoretisk beregning av fosfor- og nitrogentilførsler i Norge. NIVA-rapport 2786, 38 s.
- Wikander, P. B. 1984. Overvåking av fjordene ved Lillesand. Fremdriftsrapport, NIVA. 44s.
- Wikander, P.B. 1985a. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 5. Bløtbunnsfauna 1981-1983. NIVA-rapport 1792.
- Wikander, P.B. 1985b. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 6. Dypvannets kvalitet i perioden januar 1983-juni 1985. NIVA-rapport nr. 1797.
- Wikander, P.B. 1986a. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 7. Bløtbunnsfauna 1981, 1983 og 1985. Sedimenter. NIVA-rapport nr. 1939. 79s.
- Wikander, P.B. 1986b. Egnethetsundersøkelser for havbruk i Aust-Agder fylke. NIVA-rapport 1898. 59s.
- Wikander, P. B. 1986c. Lokalteter for marin - økologisk datainnsamling langs kysten av Aust - Agder. NIVA -rapport O - 86179. L.nr.1902.
- Wikander, P.B. 1986d. Overvåking av Groosefjorden/Vikkilen, Grimstad kommune. Bunnfaunaundersøkelsene 1983-1985. NIVA-rapport 1920, 62 s.
- Wikander, P. B. 1986e. Farvannet Tromøysund-Galtesund. Sammenfatning av preliminær undersøkelse. Forslag til overvåkingsprogram. Norsk Institutt for vannforskning, notat O-83138, 14s.
- Wikander, P.B. 1987a. Bløtbunnsfaunaen i Tvedestrandsfjorden. Resultatene fra 1983, 1984 og 1986. NIVA-rapport 1978. 72s.
- Wikander, P.B. 1987b. Overvåking av bløtbunnsfaunaen i fjordene ved Lillesand 1983-86. NIVA-rapport 2023. 63s.
- Wikander, P. B. 1987c. Forurensning av Boråskilen - Moland kommune, Aust-Agder. Tilførsler fra fiskeoppdrett. NIVA-notat.
- Wikander, P.B. 1988. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 8. Bløtbunnsfauna ved eksisterende utslipp, fremtidig utslipp og fremtidig hovedresipient 1987. NIVA-rapport nr. 2166.

- Wikander, P.B. 1989a. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 9. Bløtbunnsfauna ved eksisterende utslipp, fremtidig utslipp og fremtidig hovedresipient 1988. NIVA-rapport nr. 2252. 47s.
- Wikander, P. B. 1989b. Eutrofisituasjonen i endel marine områder i Aust-Agder. NIVA-notat. 10. januar 1989.
- Wikander, P.B. 1990. Inventering av molluskfaunaen på Skagerrak-kysten II. 180 stasjoner prøvetatt fra 1982 til 1990. NIVA-rapport 2376. 274s.
- Wikander, P.B. og N. Green 1988. Skadevirkninger av *Chrysochromulina*-oppblomstringen på utvalgte stasjoner i Aust-Agder. NIVA-rapport 2173. 52s.
- Wikander, P.B. og B. Rygg 1986. Havbruk og miljøundersøkelser. Norsk Fiskeoppdrett nr. 11, 1986, 41-44.
- Østergren, I. 1977. Fytoplanktonundersøkelser i Søndeledfjorden og i kystvannet ved Risør, april 1975-april 1976. Hovedfagsoppgave, Univ. i Oslo, Biologisk Inst., Avd. Marin Botanikk.

## VEDLEGG 1. Oksygendata fra strandnotundersøkelser

Hvert år i september-oktober siden 1927 har Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen foretatt målinger av temperatur, saltholdighet og oksygen på faste stasjoner langs Skagerrakysten i forbindelse med strandnotundersøkelsene. Det overordnede bildet med hensyn til oksygenforhold er at det har vært en nedgang i oksygenmetning langs hele kysten, både i 10 og 30 m dyp og like over bunnen (Johannessen og Dahl innsendt). I bunnvannet har det vært tendens til en svak nedgang i oksygenmetningen fra de tidligste målingene og fram til begynnelsen av 1970-tallet. Da var det, i løpet av få år, et fall til et markert lavere nivå. Siden midten av 70-tallet har oksygenmetningen holdt seg på dette lavere nivået. Nedgangen ved bunnen skyldes etter alt å dømme økt sedimentering av organisk materiale og derved økt oksygenforbruk i dypet, og den understøttes av andre undersøkelser (Rosenberg 1990, Aure og Danielssen 1993).

Utviklingen i 10 og 30 m viser et litt annet bilde. Der var ingen nedgang fram til midt på 60-tallet, men siden er det overordnede bildet en jevn nedgang helt fram til idag (Johannessen og Dahl innsendt). Årsakene til den negative trenden i 10 og 30m dyp er mer uklar. På den årstiden målingene er foretatt har de intemediære vannlag vanligvis sin laveste oksygenmetning. Det kommer av at primærproduksjonen, som frigjør oksygen, begynner å avta, mens beiting og nedbrytning av organisk materiale, som forbruker oksygen, er høy. Den negative trenden kan derfor avspeile kvalitative og kvantitative forskyvninger i de planktoniske økosystemet, mot økende preg av oksygenforbrukende prosesser/organismer på sensommeren og høsten. Det er også mulig at mengden organisk materiale i de øvre vannlag på sensommeren har tiltatt, og at nedbrytningen derved krever mer oksygen.

I det følgende er utvalgte data fra de 9 stasjonene som er tatt i Aust-Agder vist særskilt (Figur 1). De følger det generelle bildet som skissert foran. På figurene er den lineære regresjonen lagt på enkeltmålingene. Nesten alle fallene i oksygenmetningen er statistisk signifikante. De få, som ikke er signifikante, viser imidlertid en fallende tendens.

### Næringssalter og oksygendata fra Ærøybassenget

Data over næringssalter fra 1980 og frem til idag viser ingen klare forandringer, men enkelte forhold kan nevnes. Fosfat- og nitrat konsentrasjonene viser fallende tendens i 50 m dyp (Figur 2) og stigende i 100 m (Figur 3). Antallet registreringer av særlig høye vinterverdier (desember-februar) av fosfat var litt flere mot slutten av 80-tallet enn ved starten. Vintermålinger av næringssaltene fosfat og nitrat viser ulike tendenser, førstnevnte tiltar med økt saltholdighet mens sistnevnte avtar. Dette peker mot at dypvannet/sedimentene er en viktig kilde til høye konsentrasjoner av fosfat i området, mens som nitratkilde er ferskvannet også av betydning.

Oksygendata fra Ærøydypet viser klart de stagnerende forhold i dypet, og også de årlige utskiftningene som gjerne kommer rundt årskiftet (Figur 4). I 50 m dyp viser målinger fra 67-68, 75-79 og fra 1990 en tendens til avtagende oksygenkonsentrasjoner. Den fallende tendens er konsistent med en utvikling mot økt oksygenforbruk som er registrert i terskelbasseng langs hele kysten av Skagerrak (Aure og Danielssen 1993, Rosenberg 1988) og med den negative trenden i oksygenmetning som er omtalt like foran. Fra og med 1990 er det foretatt særlig mange oksygenmålinger i Ærøydypet, og i økende grad på de største dypene, under 100 m. Sålangt er det ikke i noe dyp registrert mindre oksygen enn 3,1 ml/l.

**Referanser**

Aure, J. og Danielssen, D.S. 1993. Terskelbasseng på Sørlandskysten. Organisk belastning og vannutskiftning. Fisken og Havet, nr. 1-1993: 1-16.

Johannessen, T. og Dahl, E. innsendt. Negative trends in oxygen saturation along the Norwegian Skagerrak Coast, 1927-1993: A signal on ecosystem changes due to eutrophication?

Rosenberg, R. 1990. Negative oxygen trends in Swedish coastal bottom waters. Mar. Poll. Bull., 21: 335-339.

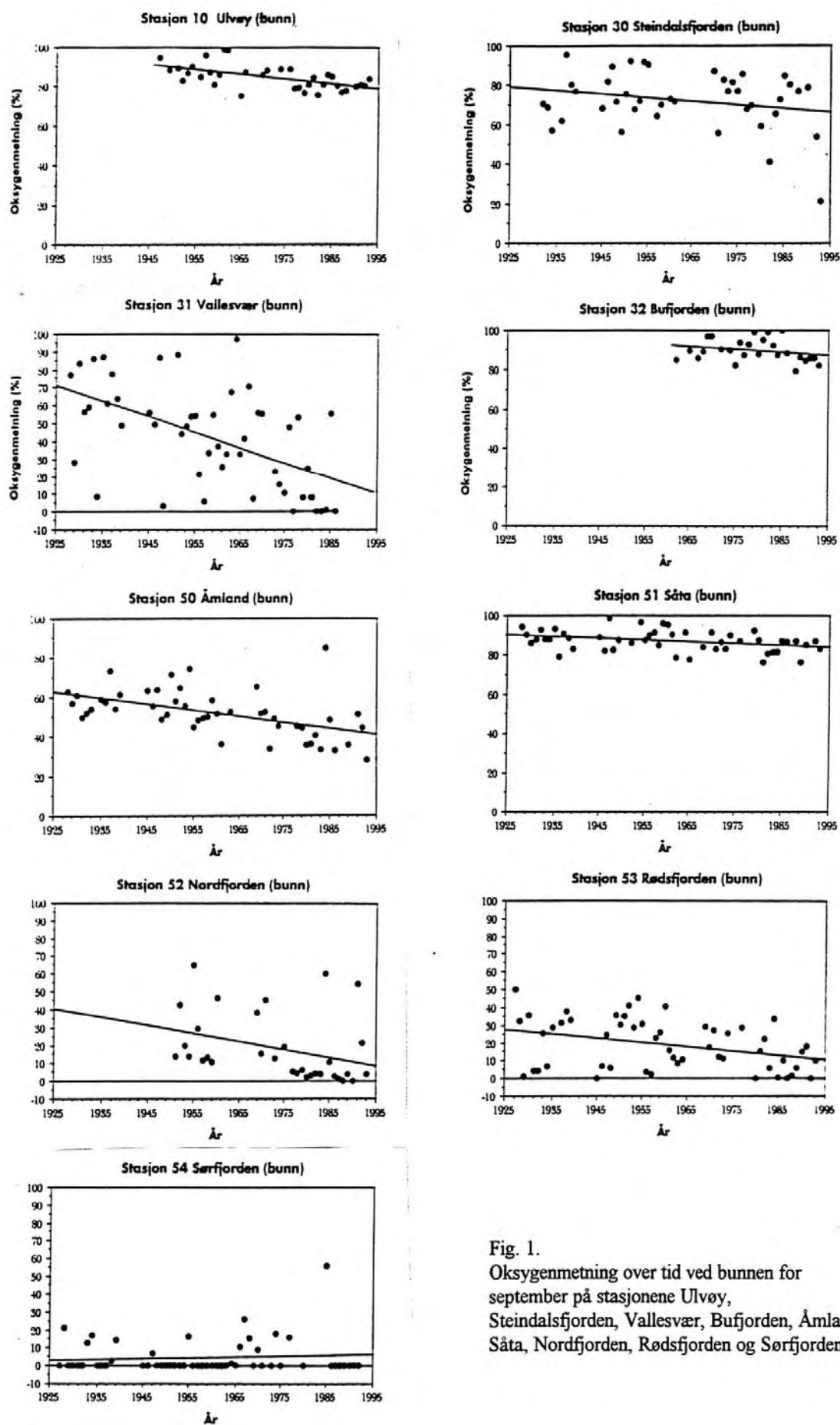


Fig. 1.  
Oksygenmetning over tid ved bunnen for september på stasjonene Ulvøy, Steindalsfjorden, Vallesvær, Bufjorden, Åmland, Sâta, Nordfjorden, Rødsfjorden og Sørfjorden.



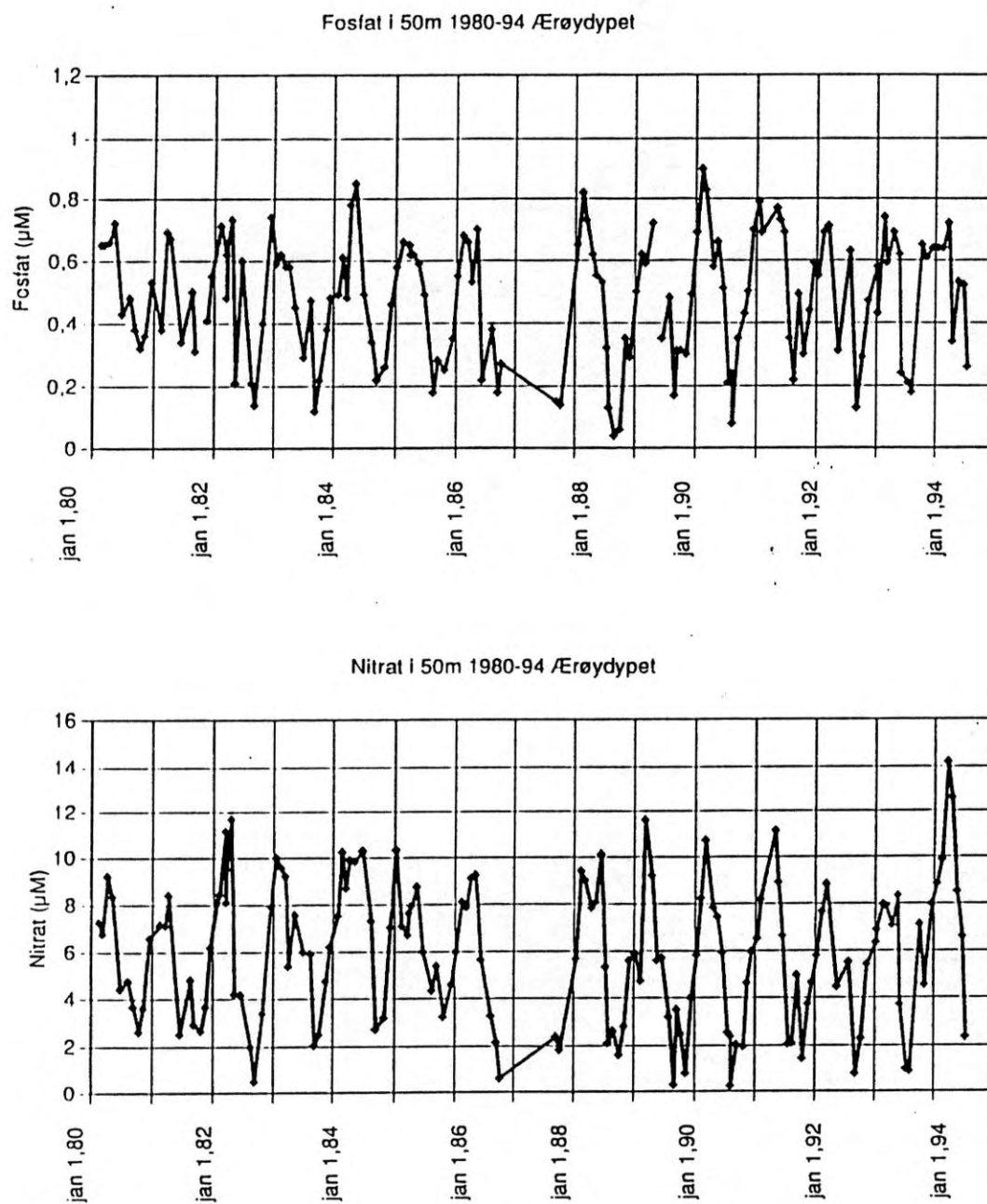


Fig. 2.  
Fosfat og nitrat i 50m dyp på stasjon Ærøydypet for årene 1980-94.

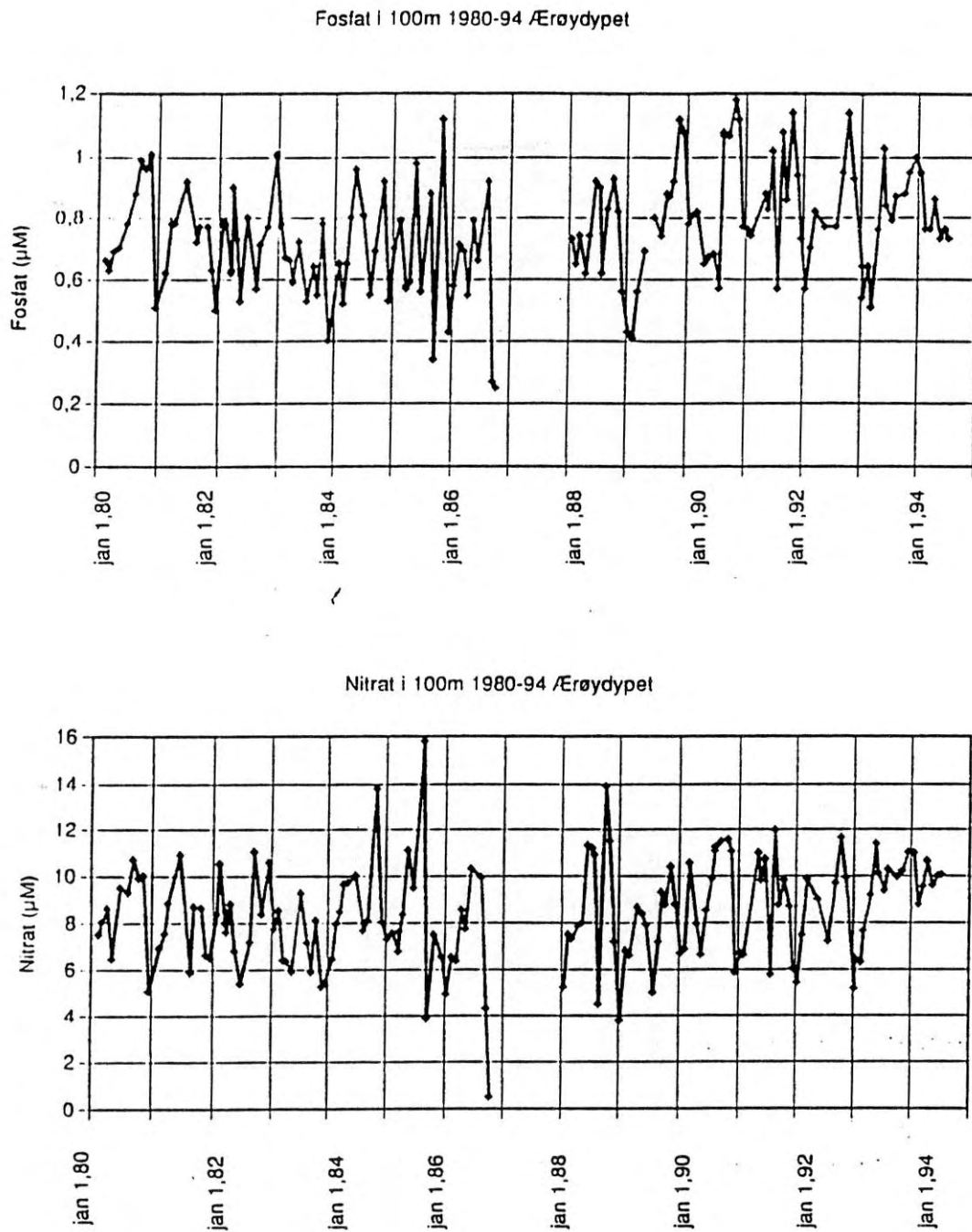
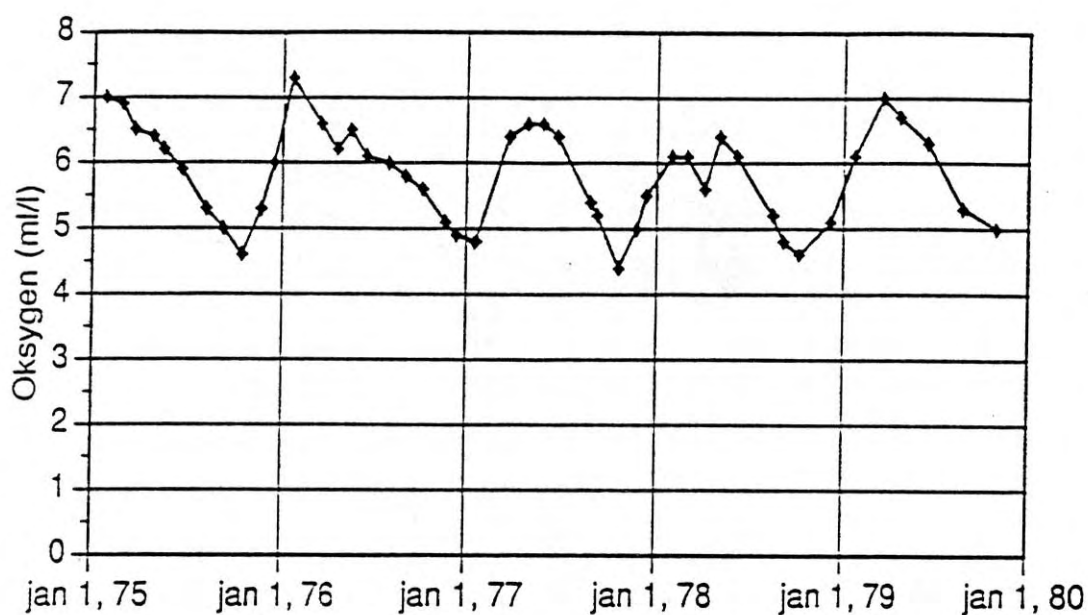


Fig. 3.  
Fosfat og nitrat i 100m dyp på stasjon Ærøydypet for årene 1980-94.

## Oksygen i 100m 1975-79 Ærøydypet



## Oksygen i 100m 1990-94 Ærøydypet

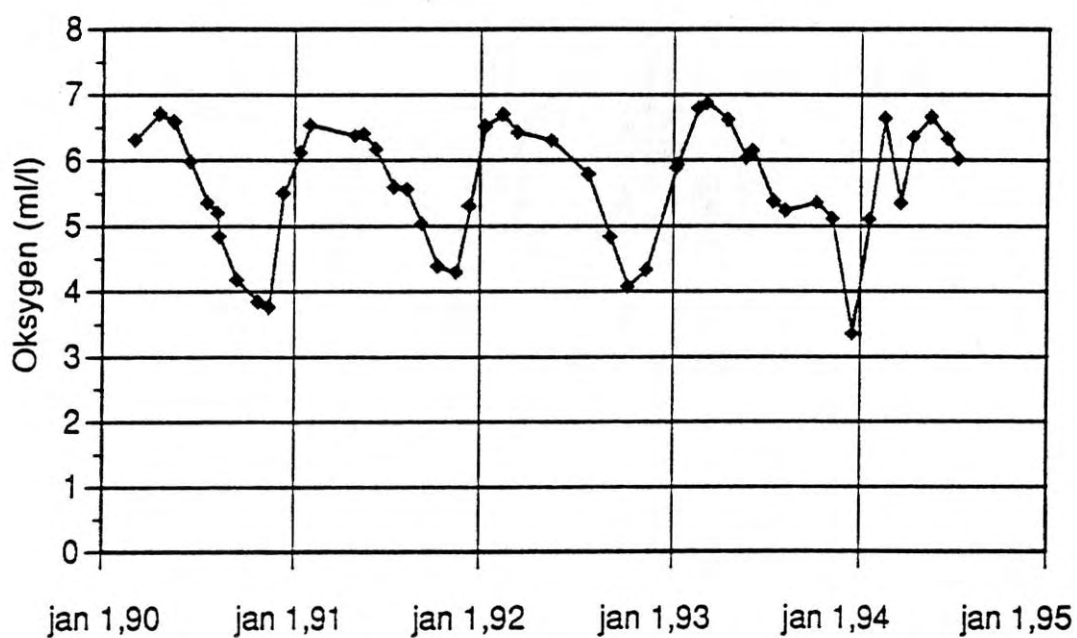


Fig. 4.  
Oksygen (ml/l) i 100m dyp på stasjon Ærøydypet for årene 1975-79 (øverst) og årene 1990-94 (nederst).

## VEDLEGG 2.

### Rapporter fra Kystovervåkningsprogrammet

- Aure, J., E. Dahl, N. Green, J. Magnusson, F. Moy, A. Pedersen, B. Rygg og M. Walday. 1993a. Langtidsovervåkning av trofisisituasjonen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1991 og Samlerapport 1990-1991. Statlig program for forurensningsovervåking, TA-914/1993. SFT/NIVA, Oslo 100s.
- Aure, J., E. Dahl, N. Green, J. Magnusson, F. Moy, A. Pedersen, B. Rygg og M. Walday. 1993b. Langtidsovervåkning av trofisisituasjonen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1992. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 528/93, TA-972/1993. SFT/NIVA, Oslo 99s.
- Aure, J., E. Dahl, H. Hovind og J. Magnusson 1991. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Hydrografi/hydrokjemi. Årsrapport for 1990. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 454/91, TA-769/1991, SFT/NIVA, Oslo 93s.
- Aure, J., E. Dahl, H. Hovind og J. Magnusson 1992. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Hydrografi/hydrokjemi. Datarapport 1991. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 485/92, TA-834/1992, SFT/NIVA, Oslo 87s.
- Aure, J., E. Dahl, H. Hovind og J. Magnusson 1993c. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Hydrografi/hydrokjemi. Datarapport 1992. Statlig program for forurensningsovervåking rap. 513/93, TA-931/1993, NIVA/SFT, Oslo 75 s.
- Aure, J., E. Dahl, H. Hovind, J. Magnusson og K. Sørensen 1994. Langtidsovervåkning av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Hydrografi/hydrokjemi. Datarapport 1993. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 556/94, TA-1056/1994. SFT/NIVA, Oslo 63 s.
- Pedersen, A. N.Green, M. Walday og F. Moy 1991. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport for hardbunnsundersøkelsene i 1990. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 447/91, SFT/NIVA, Oslo 127s.
- Pedersen, A. N.Green, F. Moy og M. Walday 1994a. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Datarapport 1990. Hardbunnsundersøkelser. Statlig program for forurensningsovervåking rap. 555/94, SFT/NIVA, Oslo.
- Pedersen, A. N.Green, F. Moy og M. Walday 1994b. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Datarapport 1993. Hardbunnsundersøkelser. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 554/94, SFT/NIVA, Oslo.
- Pedersen, A., B. Rygg, J. Magnusson og E. Dahl 1994c. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Årsrapport 1993. Biologi. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 560/94, SFT/NIVA, Oslo.

## VIII

- Rygg, B. 1990. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Bløtbunnsundersøkelser 1988-1989. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 410/90, SFT/NIVA, Oslo 19 s.
- Rygg, B. 1991a. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Bløtbunnsundersøkelser 1990. Årsrapport. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 444a/91, SFT/NIVA, Oslo 42s.
- Rygg, B. 1991b. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Bløtbunnsundersøkelser 1990. Datarapport. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 444b/91, SFT/NIVA, Oslo 78s.
- Rygg, B. 1994. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Bløtbunn. Datarapport 1993. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 549/94, SFT/NIVA, Oslo.

## VEDLEGG 3

### Rapporter fra oppblomstringen av *Chrysochromulina polylepis* i 1988.

- Aksnes, D.L., Aure, J., Furnes, G.K., Skjoldal, H.R. og Sætre, R. 1989. Analysis of the *Chrysochromulina polylepis* bloom in the Skagerrak, May 1988. Environmental conditions and possible causes. Bergen Scientific Centre, BSC 89/1: 1-38 + 28 Fig.
- Berge J.A., N. Green og B. Rygg 1988a. Invasjon av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis* langs Sør-Norge i mai - juni 1988. Akutte virkninger på organismesamfunn langs kysten. Samlede bidragsrapporter. NIVA 88115. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 328b/88. SFT/NIVA, Oslo.
- Berge J.A., N. Green og B. Rygg 1988b. Invasjon av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis* langs Sør-Norge i mai - juni 1988. Akutte virkninger på organismesamfunn langs kysten. Datarapport fra NIVAs undersøkelser. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 329/88, SFT/NIVA, Oslo.
- Berge J.A., N. Green, B. Rygg og O. Skulberg 1988c. Invasjon av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis* langs Sør-Norge i mai - juni 1988. Akutte virkninger på organismesamfunn langs kysten. Sammendragsrapport. NIVA 88115. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 328a/88, SFT/NIVA.
- Christie, H., H.P. Leinaas og B. Reppe 1989. Effekter på bunndyr, med spesiell referanse til potensielle næringsorganismer for ærfugl. I: Oppblomstring av *Chrysochromulina polylepis* 1988. Direktoratet for Naturforvaltning, rapport nr. 12, s. 50-53.1989.
- Christie, H., H.P. Leinaas, E. Rinde og M. Anstensrud, 1991. Hardbunnssamfunn etter *Chrysochromulina*-oppblomstringen våren 1988 - resultater fra 1990. NINA oppdragsmelding 61: 1-21.
- Dahl, E. 1988. Masseoppblomstring av *Chrysochromulina polylepis* i Skagerrak i mai 1988. Vann 1988 (3B): 512-523.
- Dahl, E., O. Lindahl, E. Paasche. and J. Thronsen 1989. The *Chrysochromulina polylepis* bloom in Scandinavian waters during spring 1988. In: Coper, E.M., Bricelj, V.M. & Carpenter, E.J. (Editors), Novel Phytoplankton Blooms, Springer Verlag, Berlin, pp. 383-405.
- Draget, H.B.H. og T. Holthe (red.), 1990. Oppblomstring av *Chrysochromulina polylepis* 1988. Direktoratet for Naturforvaltning, rapp. 12-1989, 56 s.
- Edvardsen, B., M. Anstensrud, H. Christie, S. Fredriksen, J.S. Gray, H. P. Leinaas, T. Schram, I. Saanum og T. Winter-Larsen 1988. Rapport fra undersøkelse om effekter på bunnlevende organismer og strandlevende fisk på kyststrekningen Langesund - Tvedestrand etter oppblomstringen av *Chrysochoromulina polylepis*. In: Berge et al. Invasjon av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis* langs Sør-Norge i mai-juni 1988. Akutte virkninger på organismesamfunn langs kysten. Samlede bidragsrapporter. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 328b/88, SFT/NIVA, Oslo, 123-172.
- Gjøsæter, J. og T. Johannessen 1988. Algeoppblomstringen i Skagerrak i mai 1988. Effekter på bunnfauna på Sørlandskysten. Flødevigen Meldinger nr. 3 1988. In: Berge Green og Rygg.

- Invasjon av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis* langs Sør-Norge i mai - juni 1988. Akutte virkninger på organismesamfunn langs kysten. Samlede bidragsrapporter. Statlig program for forurensningsovervåking rap. 328b/88, SFT/NIVA, Oslo.
- Hop, H., Danielssen, D.S., Gjøsæter, J. og Paulsen, Ø. 1988. Dykkerobservasjoner ved Arendal og Risør under algeoppblomstringen i mai 1988. Flødevigen Meldinger 1988 (2): 1-17.
- Johannesen, T. og J. Gjøsæter 1990. Algeoppblomstringen i Skagerrak i mai 1988 - ettervirkninger på fisk og bunnfauna langs Sørlandskysten. Flødevigen Meldinger nr. 6, 1990. ISSN 0800-7667. 68s.
- Johannesen, T. og Aa. Sollie 1994. Overvåking av gruntvannsfauna på Skagerrak-kysten - historiske forandringer i fiskefauna 1919-1993 og ettervirkninger av den giftige algeoppblomstringen i mai 1988. Fisken og Havet, Nr. 10, 1994. 91s.
- Lindah, O. og Dahl, E. 1990. On the development of the *Chrysochromulina polylepis* bloom in the Skagerrak in May - June 1988. In: Granéli, E., Sundström, B., Edler, L. & Anderson, D.M., Toxic Marine Phytoplankton, Elsevier, New York, pp.189-194.
- Maestrini, S.Y. and E. Granéli 1991. Environmental conditions and ecophysiological mechanisms which led to the 1988 *Chrysochromulina polylepis* bloom: an hypothesis. Oceanologica Acta, Vol. 14, no. 4, 397-413.
- Oug, E. and B. Rygg 1991. Changes of soft-bottom macrofauna following the toxic bloom of *Chrysochromulina polylepis* in Skagerrak 1988. Poster, 26 European Marine Biology Symposium, Middelburg, The Netherlands, 17-21 September 1991.
- Pedersen, A. N.Green, F. Moy og M. Walday 1994a. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Datarapport 1990. Hardbunnsundersøkelser. Statlig program for forurensningsovervåking rap. 555/94, SFT/NIVA, Oslo.
- Pedersen, A. N.Green, F. Moy og M. Walday 1994b. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Datarapport 1993. Hardbunnsundersøkelser. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 554/94, SFT/NIVA, Oslo.
- Pedersen, A. N.Green, M. Walday og F. Moy 1991. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport for hardbunnsundersøkelsene i 1990. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 447/91, SFT/NIVA, Oslo 127s.
- Pedersen, A., E. Oug og N. Green 1989a. Oppblomstring av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis*. Gjenvekst av organismesamfunn langs kysten. NIVAs undersøkelser i juni 1989. Hovedrapport. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 403a/90, SFT/NIVA, Oslo.
- Pedersen, A., E. Oug og N. Green 1989b. Oppblomstring av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis*. Gjenvekst av organismesamfunn langs kysten. NIVAs undersøkelser i juni 1989. Vedleggsrapport. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 403b/90, SFT/NIVA, Oslo.
- Pedersen, A., M. Walday og E. Oug 1992. *Chrysochromulina polylepis* - en katastrofe? Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 810/91, SFT/NIVA, Oslo.
- Pedersen, A., P.B. Wikander, E. Oug og N. Green 1989c. Invasjon av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis* langs Sør-Norge i mai-juni 1988. Virkninger på organismesamfunn

langs kysten. NIVAs undersøkelser i november 1988. Statlig program for forurensningsovervåking, rap. 355/89, SFT/NIVA, Oslo.

Wikander, P.B. og N. Green 1988. Skadevirkninger av *Chrysochromulina*-oppblomstringen på utvalgte stasjoner i Aust-Agder. NIVA-rapport 2173. 52s.