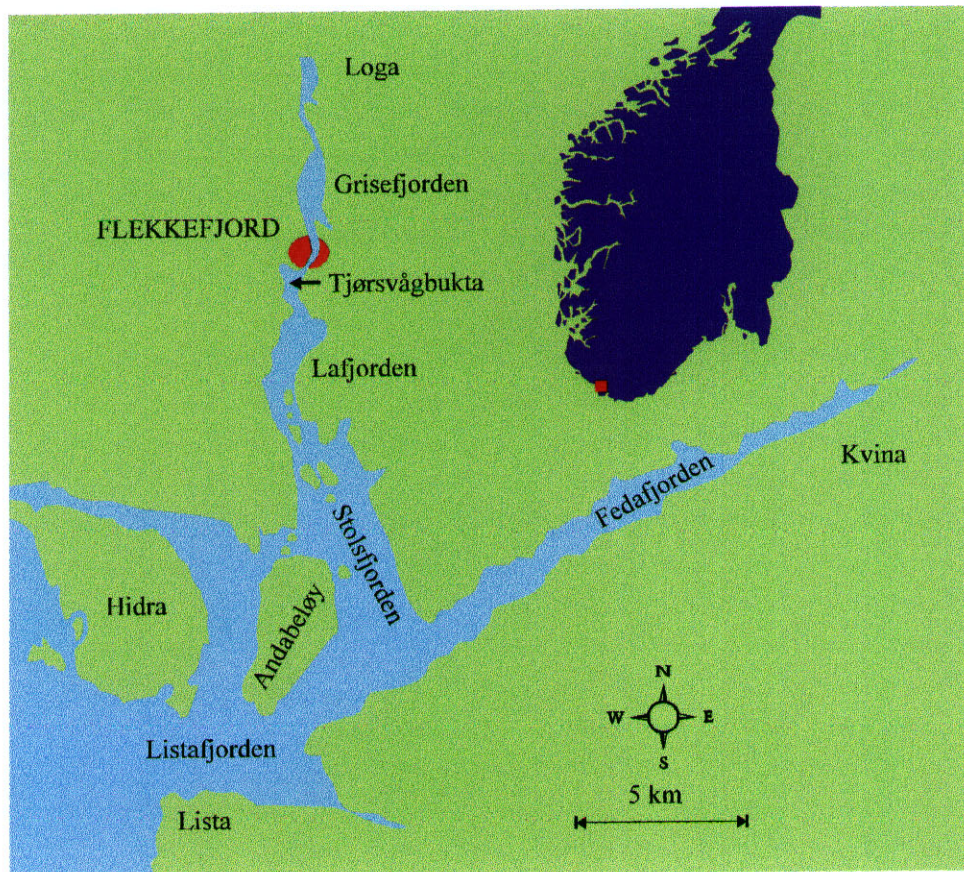


RAPPORT LNR 3456-96

# Resipientundersøkelse i fjordene ved Flekkefjord 1994 - 1995

Hydrografi,  
strandsonundersøkelse,  
krom i blåskjell



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Udemr.:
O-94249	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3456-96.	

<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:	Dato:	Trykket:
Resipientundersøkelse i fjordene ved Flekkefjord 1994 - 1995. Hydrografi, strandsonundersøkelse, krom i blåskjell.	24/04/96	NIVA 1996
	Faggruppe:	
	Marin eutrofi	
Forfatter(e):	Geografisk område:	
Tone Jacobsen Lars Golmen Kari Nygaard Frithjof Moy	Vest-Agder	
	Antall sider:	Opplag:
	53 + vedlegg	

Oppdragsgiver:	Oppdragsg. ref.:
Flekkefjord kommune, Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Vest-Agder	

Ekstrakt: Undersøkelse av miljøtilstanden ble foretatt i Grisefjorden, Tjorsvågbukta, Lafjorden og Stolsfjorden i Flekkefjord kommune i 1994 -1995. Undersøkelsen omfattet målinger av vannkjemi, undersøkelser av fastsittende alger og dyr i strandsonen, og analyse av krom-innholdet i blåskjell. Det ble registrert oksygenmangel i bunnvannet i Grisefjorden og Tjorsvågbukta, og reduserte oksygenverdier i Lafjorden. Høye næringssaltverdier ble registrert i hele fjordområder, spesielt i dypvannet. Grisefjorden hadde de høyeste ammonium-konsentrasjonene. Sammenliknet med forrige undersøkelse i 1986/87, er oksygentilstanden bedret i hele fjordområdet med unntak av overflatevann i Lafjorden. Innholdet av enkelte næringsalter er også redusert (spesielt i Grisefjorden og Tjorsvågbukta).

Organismesamfunnet i strandsonen viste en gradvis reduksjon i artsmangfold fra de ytterste områdene i Stolsfjorden til de indre områdene av Grisefjorden. Grisefjorden og Tjorsvågbukta bar preg av overgjødning, mens Stolsfjorden ikke var synlig påvirket.

Krominnholdet i blåskjell var lavt.

4 emneord, norske

1. Flekkefjord
2. Miljøtilstand
3. Hydrografi og næringssalter
4. Hardbunn (strandsonen)

4 emneord, engelske

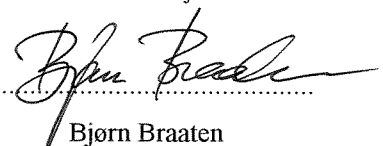
1. Flekkefjord
2. Environmental quality status
3. Hydrography and nutrients
4. Hard bottom (littoral zone)

Prosjektleder



Tone Jacobsen

For administrasjonen



Bjørn Braaten

ISBN 82-577-2993-0

Norsk institutt for vannforskning

**O-94249**  
**Resipientundersøkelse i fjordene ved Flekkefjord**  
**1994 - 1995**

**Hydrografi, strandsoneundersøkelse, krom i blåskjell**

Grimstad, 24. april 1996  
Prosjektleder: Tone Jacobsen  
Medarbeidere: Lars Golmen  
Frithjof Moy  
Kari Nygaard  
Tom Pedersen, HiA  
Jan Magnusson

## Forord

Foreliggende undersøkelse er gjennomført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) på oppdrag av Fylkesmannen i Vest-Agder og Flekkefjord kommune. Programforslag ble utarbeidet av NIVA, og forelå den 1. juli 1994. Prosjekttilsagn ble gitt i brev av 31. august 1994.

Bakgrunn for undersøkelsen er de omfattende endringene i utslippssituasjonen som Flekkefjord kommune har gjennomgått de siste årene. Utslipp er sanert og det er bygd et mekanisk-kjemisk renseanlegg i Skådeviga i Laffjorden. Renseanlegget ble satt i drift i juni 1993 og tar hånd om kloakkvann fra Flekkefjord sentrum og omegn.

Rapporten omhandler undersøkelser i vannmassene og i strandsonen gjennomført i 1994 og 1995. Tidligere undersøkelser i området er rapportert av Kolstad 1976, Magnusson et al. 1988, Molvær 1992 og Oug 1989.

Følgende personer har deltatt i arbeidet:

- Tone Jacobsen, NIVA                      Prosjektleder. Strandsoneundersøkelse
- Frithjof Moy, NIVA                        Strandsoneundersøkelse
- Lars Golmen NIVA                         Hydrografi
- Jan Magnusson, NIVA                     Hydrografi
- Kari Nygaard, NIVA                        Hydrografi
- Tom Einar Pedersen, HiA                Ansv. for innsamling av hydrografi-  
(Høgskolen i Agder)                        prøver samt kjemiske analyser

Vi takker herved Vannlaboratoriet, HiA, for samarbeidet. Takk også til Flekkefjord kommune og Flekkefjord Brannvesen for lån av båt til strandsoneundersøkelsen.

# Innhold

<b>FORORD .....</b>	<b>3</b>
<b>KONKLUSJONER OG SAMMENDRAG .....</b>	<b>5</b>
<b>1. INNLEDNING.....</b>	<b>8</b>
1.1. OMRÅDEBESKRIVELSE .....	8
1.2. FORURENSNINGSTILFØRSLER .....	10
1.2.1. Dagens utslipp .....	10
1.2.2. Tidligere utslipp og innlagringsberegninger .....	12
1.3. TIDLIGERE UNDERSØKELSER OG MILJØFORHOLD.....	16
1.4. MÅL FOR DENNE UNDERSØKELSEN.....	17
<b>2. HYDROGRAFI/KJEMI.....</b>	<b>18</b>
2.1. INNLEDNING.....	18
2.2. METODER.....	18
2.2. RESULTATER .....	20
2.2.1. Vannutskifting i fjordsystemet .....	20
2.2.2. Oksygenforhold.....	23
2.2.3. Siktedyb.....	27
2.2.4. Næringssalter.....	28
<b>3. STRANDSONE .....</b>	<b>34</b>
3.1. INNLEDNING.....	34
3.2. METODER.....	34
3.2.1. Stasjonsvalg .....	34
3.2.2. Feltinnsamling .....	36
3.2.3. Tallbehandling .....	36
3.3. RESULTATER .....	38
3.3.1. Dagens situasjon.....	38
3.3.2. Utvikling i området fra 1973/74 til 1995 .....	44
3.4. SAMMENFATTENDE VURDERINGER.....	47
<b>4. KROM I BLÅSKJELL.....</b>	<b>50</b>
4.1. METODER.....	50
4.2. RESULTATER OG VURDERINGER .....	51
<b>5. REFERANSER .....</b>	<b>53</b>
<b>VEDLEGG.....</b>	<b>54</b>

## Konklusjoner og sammendrag

### Konklusjoner

Sanering og rensing av kommunale utslipp og industriutslipp har generelt sett ført til en bedring i oksygentilstanden i hele fjordområdet. Det er fremdeles råttent bunnvann i Grisefjorden og Tjørsvågbukta, men omfanget av det råtne bunnvannet er redusert. Det har også vært en klar forbedring i ammoniumbelastningen i Grisefjorden og Tjørsvågbukta som følge av overflytting og dykking av utslipp. I overflaten har ammoniuminnholdet endret seg fra tilstandsklasse II-III i 1986/87 til klasse I-II i 1994/95. I Lafjorden har det vært en liten forverring i dypvannet sammenlignet med forrige undersøkelse i 1986/87. Det ble ikke registrert bedring i fosforkonsentrasjonene i overflaten i Lafjord og Tjørsvågbukta som følge av renseanlegget.

Det har trolig skjedd en ytterligere utarming av organismesamfunnet i strandsonen fra 1973/74 til 1995, som følge av langvarig belastning på fjordsystemet. Strandsamfunnet i Grisefjorden og Tjørsvågbukta viser fortsatt tegn til næringssaltbelastning, og det vil trolig ta flere år før gruntvannssamfunnet har stabilisert seg etter den siste reduksjonen i belastningen. Tilførsler av næringsrikt dypvann kan i tillegg påvirke organismesamfunnet. Stasjonene i ytre del av fjordområdet (Stolsfjorden) var svært artsrike og viste ingen tegn til negativ påvirkning.

Dagens kromutslipp gir ikke forhøyde konsentrasjoner i blåskjell utover normalnivået.

### Sammendrag

Den foreliggende undersøkelsen av Flekkefjordene ble gjennomført i 1994 og 1995 for å gi en tilstandsvurdering etter igangsatte forurensningsbegrensende tiltak. Undersøkelsen omfatter målinger av hydrografi (temperatur, saltholdighet), oksygen, næringssalter, siktedyp, klorofyll, strandsoneundersøkelse og analyse av krominnhold i blåskjell.

Fjordområdene ved Flekkefjord var tidligere sterkt belastet med næringssalter, organisk stoff og krom fra både industriutslipp og kommunale utslipp. Utslippene er i de senere årene betydelig redusert, og blir idag ført ut på dypt vann i Lafjorden etter rensing i mekanisk-kjemisk anlegg.

### *Grisefjorden*

Det ble registrert permanent oksygenmangel i dypvannet (under 15-20 m) i Grisefjorden, og lave oksygenverdier i sjiktet mellom 5 - 15 m dyp. Innholdet av ammonium (i dypvannet) og nitrat (i overflaten) var høyt. Grisefjorden hadde lite siktedyp, tilsvarende tilstandsklasse III (*nokså dårlig*). Sammenlignet med undersøkelsen fra 1986/87 var oksygen- og ammoniumforholdene tydelig forbedret, mens innholdet av nitrat i overflaten var noe forverret. Siktedypet var også forbedret siden 1986/87

Strandsonesamfunnet var artsfattig og dominert av småvokste alger, snegl, blåskjell og sjøstjerner. Samfunnet bar preg av overgjødning. Sammenlignet med en registrering av algefloren i 1973/74 var strandsonen noe mer utarmet.

Innholdet av krom i blåskjell var lavt og innenfor tilstandsklasse *god* (kl. I).

### ***Tjørsvågbukta***

Dypvannet i Tjørsvågbukta (under 20-25 m) hadde oksygenmangel i det meste av måleperioden, og det var lave oksygenverdier i sjiktet mellom 10-20 m. Dypvannet hadde også høyt innhold av nitrat og fosfat, mens ammoniumverdiene var relativt lave. I overflaten var det forhøyde verdier av nitrat om sommeren (tilstandsklasse IV, *dårlig*), mens de øvrige næringssaltene var i tilstandsklasse II (*mindre god*). Siktedypet var mindre enn i upåvirket områder (tilstandsklasse II, *mindre god*). Sammenlignet med undersøkelsen i 1986/87 har det vært en liten forbedring i oksygen- og ammonium-innholdet i dypvannet. Siktedypet var også noe forbedret.

Strandsonesamfunnet i Tjørsvågbukta bar preg av næringssaltbelastning med bl.a. tilstedeværelsen av mange påvekstalger. Artsrikheten var noe høyere enn i Grisefjorden. Det ble registrert færre arter ved stasjonen enn i 1973/74.

### ***Lafjorden***

I Lafjorden ble det registrert oksygenholdig vann i alle måledyp, men det var reduserte oksygenverdier fra 60 meter og dypere. Oksygenforholdene i dypvannet var forbedret siden 1986/87, da det ble registrert hydrogensulfid i dypvannet. I overflatelaget (0-6 m) ble det registrert lavere oksygenverdier enn i 1986/87. Ammoniuminnholdet i dypvannet var noe høyere i 1994 enn i 1986/87. Næringssaltinnholdet i overflaten (sommer) var i tilstandsklasse II (*mindre god*) for fosfat og ammonium, og i tilstandsklasse III (*nokså dårlig*) for nitrat. Det var ingen tydelige endringer i overflatevannets næringsinnhold fra 1986/87. Økning i ammoniuminnholdet i dypvannet kan være en effekt av overflytting av utslipp til Lafjorden.

Strandsoneundersøkelsen viste at Lafjorden kan betegnes som et overgangsområde mellom de friske, ytre områdene og de mer påvirkede indre områdene. Det var ingen tydelige tegn til overgjødning, men artssammensetningen var mer lik de indre områder enn de ytre.

### ***Stolsfjorden***

Strandsonen i ytre del av fjordområdet (Stolsfjorden) var svært artsrik og bar ingen tegn til påvirkning av utslipp. Det ble ikke gjort hydrografiske målinger fra dette fjordbassenget.



# 1. INNLEDNING

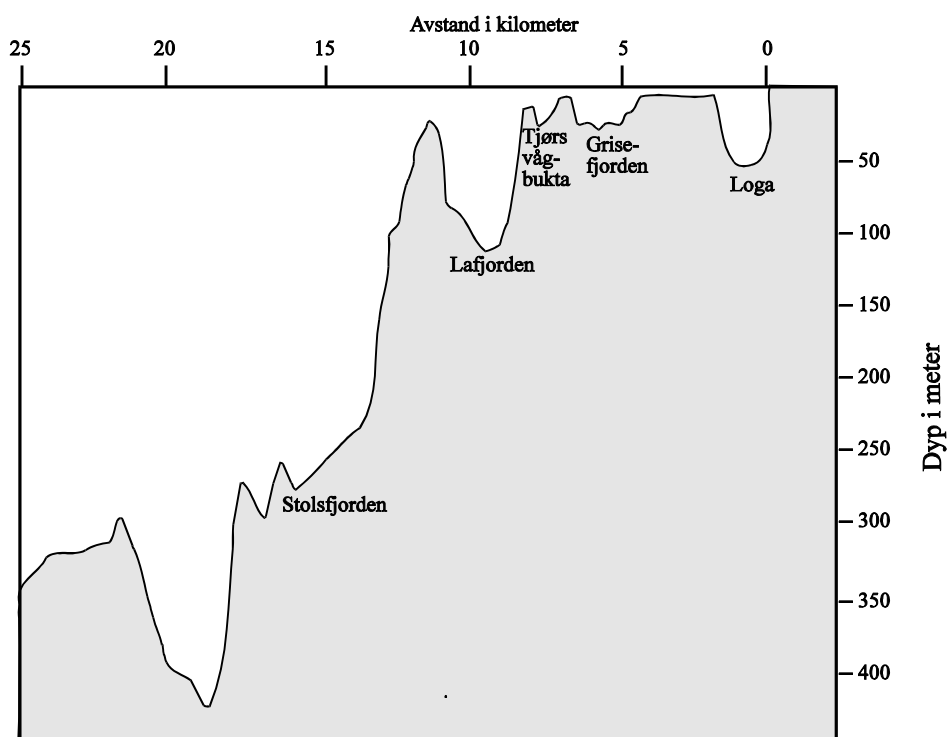
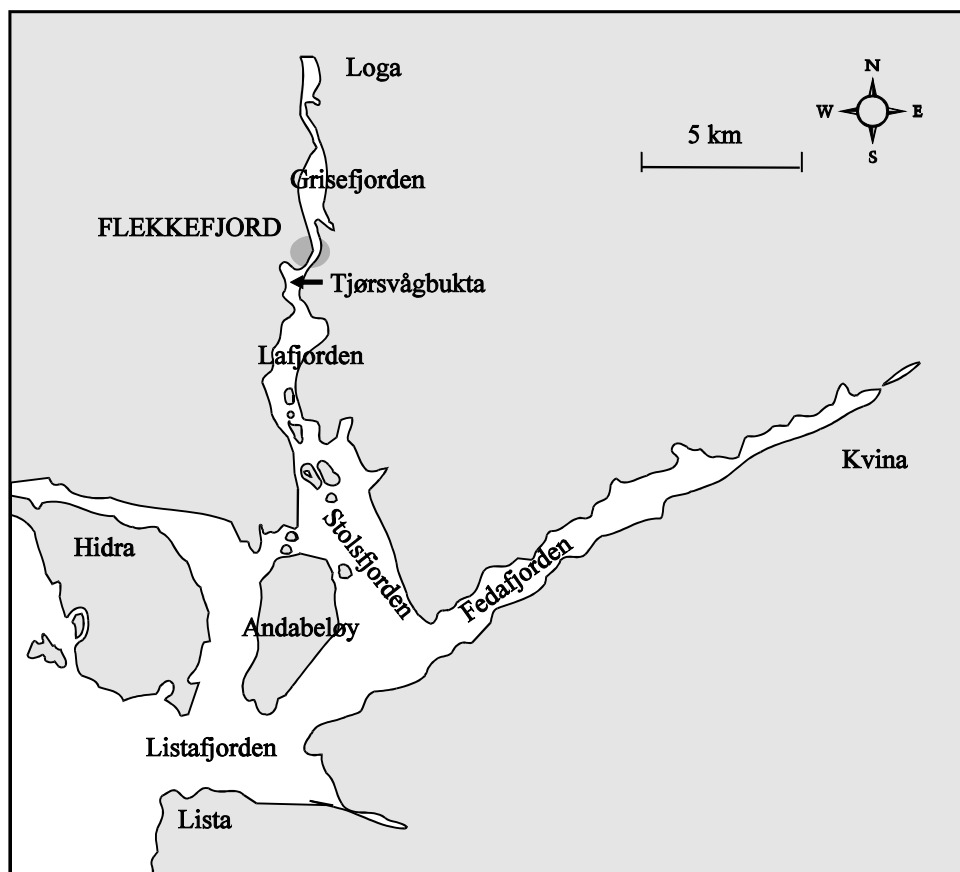
## 1.1. Områdebeskrivelse

Fjordområdet ved Flekkefjord består av et ca. 18 km langt og smalt fjordsystem som strekker seg fra Listafjorden i havgapet via Stolsfjorden, Lafjorden (=Flekkfjorden), Tjørsvågbukta og Grisefjorden til Loga. Området omfatter en serie bassenger med mellomliggende terskler (Figur 1), og er utpreget sårbart for organisk belastning.

Den ytterste terskelen mellom Stolsfjorden og Lafjorden har et dyp på ca. 23 meter, mens terskeldypet mellom Lafjorden og Tjørsvågbukta er ca. 8,5 meter (Tabell 1). Tjørsvågbukta er forbundet med Grisefjorden gjennom en 400 meter lang og 3 meter dyp kanal som går gjennom Flekkefjord sentrum.

**Tabell 1.** Areal, volum, største dyp, maksimalt terskeldyp og terskelareal (gjennomstrømningsareal) i tre av bassengene i Flekkefjordene (etter Magnusson et al. 1988).

	Areal (km <sup>2</sup> )	Volum (mill. m <sup>3</sup> )	Maks dyp (m)	Terskeldyp (m)	Terskelareal (m <sup>2</sup> )
Grisefjorden	0,98	14,8	32	4	70
Tjørsvågbukta	0,64	12,6	38	8,5	700
Lafjorden	2,68	141,5	109	23	2030



Figur 1. Oversiktskart og langsgående dybdeprofil av Flekkefjordene (etter Magnusson et al. 1988).

## 1.2. Forurensningstilførsler

### 1.2.1. Dagens utslipp

#### *Kommunale utslipp*

Mengde produsert fosfor i Flekkefjord kommune var 6,5 tonn P i 1994. Det tilsvarer 10.500 personekvivalenter (pe). De totale utslippene (etter rensing) var ca. 2,9 tonn P/år (Flekkefjord kommune 1995).

Sentrum/Lafjord er det største rensedistriktet i kommunen, og omfatter områdene rundt Grisefjorden, Tjørsvågbukta og Lafjorden. Rensedistriktet produserte ca. 4,9 tonn P (ca. 8.000 pe) i 1994, og utslippene var 1,9 tonn P. Utslippstallene er vist i Tabell 2, og de viktigste utslippsstedene er vist i Figur 3. Av de 4,9 tonn P/år som ble produsert, kom 4,3 tonn P/år fra boliger og institusjoner, og 0,6 tonn P/år fra industri.

Skådeviga renseanlegg i Lafjorden er kommunens hovedrenseanlegg, og ble satt i prøvedrift i juni 1993. Hovedutslipp fra anlegget ledes til 36 meters dyp i Lafjorden, mens overløpsledningen ledes til 8 meters dyp. Renseanlegget mottok ca. 2,8 tonn P (4.600 pe) fra sentrum/Lafjord rensedistrikt i 1994, og hadde et utslipp på 175 kg P (280 pe). Anlegget er dimensjonert for 13.800 pe samt utslipp fra Aarenes Lærfabrikk A/S. Lærfabrikken ble tilkopleet renseanlegget høsten 1994, og bidrar hovedsakelig med nitrogen, løst organisk karbon (LOC) og suspendert stoff (SS). Tabell 3 viser registrerte tilførsler og utløpsmengder fra renseanlegget i 1994 og 1995. Endringene fra 1994 til 1995 skyldes hovedsakelig tilknytning av prosessvann fra Aarenes Lærfabrikk.

**Tabell 2.** Utslippstall for de ulike rensedistriktene i Flekkefjord kommune 1994. pe = personekvivalenter (beregnet fra mengde fosfor i kg/år) (Flekkefjord kommune 1995).

	Produsert		Utslipp	
	pe	kg P/år	pe	kg P/år
Sentrum/Lafjord	7.700	4.957	2.900	1.985
Sira	643	399	302	188
Abelnes	360	222	145	90
Andabeløy	140	87	125	78
Hidra	670	417	560	348
Spredt bebyggelse	1.030	640	588	365
<b>Sum</b>	<b>10.500</b>	<b>6.722</b>	<b>4.631</b>	<b>3.054</b>

**Tabell 3.** Registrerte tilførsler og utslipp fra kommunens hovedrenseanlegg i 1994 og 1995 (Flekkefjord kommune 1995, 1996).

Parameter (kg/år)	Innløp		Utløp	
	1994	1995	1994	1995
Tot-P	2.870	2.500	175	185
Tot-N	32.650	74.620	29.160	67.730
LOC	27.600	55.100	17.480	39.000
SS	74.520	111.360	38.640	40.180

LOC = løst organisk karbon, SS = suspendert stoff

#### Metaller i avløpsvann fra renseanlegget

Resultater av slam-analyser fra Skådeviga renseanlegg viser at med unntak av krom, var tungmetallinnholdet i slam innenfor de grenser som settes for krav til bruk av slam i jordbruk og grøntareal (Flekkefjord kommune 1995) (Tabell 4). Krom tilføres renseanlegget fra garveribedriften Aarenes Lærfabrikk.

**Tabell 4. Skådeviga renseanlegg. Tungmetaller målt i avløpsvann fra renseanlegget og i sedimentert slam. Målinger av avløpsvann er basert på gjennomsnitt av 6 ukeblandprøver i 1994. Slamverdiene er snitt av månedlige målinger (Flekkefjord kommune 1995). Vannføring 1994: 920 000 m<sup>3</sup>/år. Slamproduksjon 1994: 210 tonn tørrstoff.**

Tungmetall		Avløpsvann		Slamkvalitet	Krav
		µg/liter	kg/år	mg/kg TS	jordbruk mg/kg TS
Kadmium	Cd	< 0,50	< 0,46	0,6	4
Bly	Pb	0,42	0,39	33,9	100
Kvikksølv	Hg	< 0,50	< 0,46	1,1	5
Nikkel	Ni	3,00	2,76	4,7	80
Sink	Zn	45,00	41,5	351	700
Kobber	Cu	48,00	44,0	111	1.000
Krom	Cr	5,3	4,9	417*	125

\* Snitt av november og desember (etter tilkøpling av Aarenes Lærfabrikk A/S)

#### Utslipp fra Aarenes Lærfabrikk A/S

Aarenes Lærfabrikk A/S produserer lær av oksehuder og har avfallsstoffer bestående av organisk stoff, krom og svovel. Avløpsmengden var 440 m<sup>3</sup> pr. døgn i 1994. Siden oktober 1994 har utslippene blitt ført til rensesanlegget i Skådeviga.

Tilførsler fra lærfabrikken til kommunens hovedrensanlegg er beregnet fra ukeblandprøver av prosessvann (Flekkefjord kommune 1996):

- 0,40 kg tot-P pr. døgn (80 kg/år)
- 137 kg tot-N pr. døgn (27.000 kg/år)
- 740 kg KOF pr. døgn (144.000 kg/år)
- 0,78 kg Cr pr år (146 kg/år)
- 0,97 kg S pr. døgn (189 kg/år)

I utslippstillatelsen fra SFT (1995) er utslippsbegrensningen for organisk stoff, krom og svovel som tilføres kommunalt nett satt til 1600 kg KOF pr. døgn, 0,4 kg krom pr. døgn og 2 kg sulfid pr.døgn. Utslippsvilkårene svarer til en produksjon på 5000 tonn lær pr. år (SFT 1995)

Utslippene av krom til resipienten etter rensing i Skådeviga rensesanlegg er ca. 7,5 kg/år (Flekkefjord kommune 1996).

Utslippene fra lærfabrikken utgjør 36% av kommunens samlede tilførsler av nitrogen (tot-N) til rensesanlegget.

### **1.2.2. Tidligere utslipp og innlagringsberegninger**

#### ***Næringsalter og organisk stoff***

Både Grisefjorden og Tjørsvågbukta var tidligere belastet med betydelige utslipp av næringsalter (nitrogen og fosfor) og organisk stoff. I Grisefjorden var hovedkilden til nitrogen og organisk stoff som ble tilført Grisefjorden industriutslipp, mens hovedkilden til fosfor kom fra kommunal kloakk. På midten av 1980-tallet kom 85% av tilført nitrogen og 75% av tilført organisk stoff fra Aarenes Lærfabrikk A/S, og omkring 70% av fosforet kom fra kommunal kloakk. Tjørsvågbukta var hovedsakelig belastet med kommunal kloakk.

Tabell 5 viser utslippstall for 1975 og 1986. Det kommunale utslippet i Grisefjorden lå på 10 meters dyp, mens garveriutslippet gikk ut på 15 meters dyp. Utslippet i Lafjorden var på 35 meters dyp.

Resten av utslippene var overflateutslipp. I 1986 var de samlede utslippene til Loga, Grisefjorden, Tjørsvågbukta og Lafjorden i overkant av 7 tonn fosfor pr. år.

**Tabell 5.** De samlede utslippene av næringsalter (total-fosfor og total-nitrogen) og organisk stoff (BOF<sub>7</sub>) fra industri og befolkning i 1975 og 1986 i tonn/år. Tallene er hentet fra Kolstad et al. 1976, Magnusson et al. 1988.

Industri og befolkning tonn/år	1975			1986		
	BOF <sub>7</sub>	Tot-P	Tot-N	BOF <sub>7</sub>	Tot-P	Tot-N
Loga og Logakanalen	14	0,5	2	14	0,37	2,2
Grisefjorden	202	3,05	14,7	396	3,4	178
Tjørsvågbukta	55	1,72	8,13	57,7	1,66	8,89
Lafjorden (36 m dyp)	7	0,2	1	67,4	1,69	10,14
<b>SUM</b>	<b>278</b>	<b>5,47</b>	<b>25,8</b>	<b>535</b>	<b>7,12</b>	<b>199</b>

Tilførsler av organisk stoff er angitt som biokjemisk oksygenforbruk (BOF<sub>7</sub>), og angir den mengde oksygen som medgår ved den biologiske nedbrytningen av det tilførte organiske materialet.

**Tabell 6.** Belastning av næringsalter beregnet fra jord, skog og utmark (Magnusson et al. 1988)

	BOF <sub>7</sub>	Tot-P	Tot-N
Loga og Logakanalen	-	0,2	7
Grisefjorden	-	0,3	12
Tjørsvågbukta	-	0,06	2
Lafjorden	-	0,2	6
<b>SUM, tonn/år</b>	<b>-</b>	<b>1,3</b>	<b>27</b>

### **Krom**

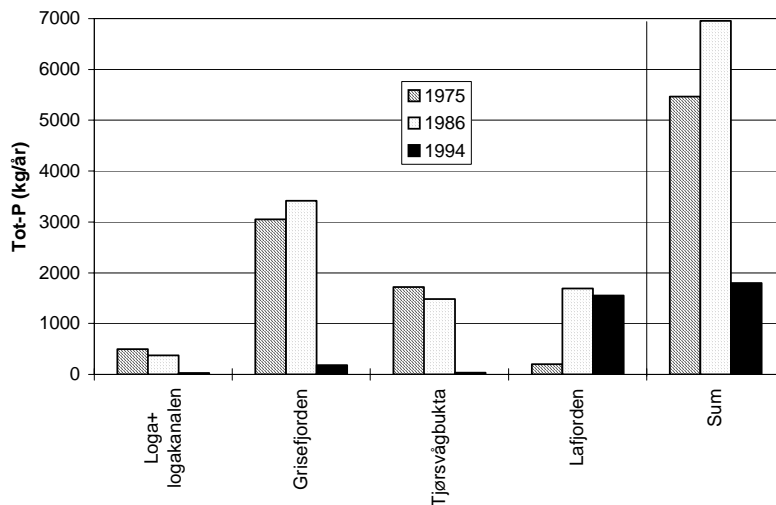
Garveriet (Aarenes Lærfabrikk A/S) hadde tidligere utslipp av krom (Cr) til Grisefjorden. I 1975 var kromutslippene ca. 6 tonn i året, og i 1986 ca. 10 tonn krom i året. I 1988/89 bygget lærfabrikken et renseanlegg som reduserte kromutslippene med størrelsesorden 90%. I 1994 ble utslippene fra garveriet overført til Skådeviga renseanlegg, og utslippene ble ytterligere redusert til dagens nivå.

### **Utslippsreduksjoner**

De viktigste utslippsreduksjonene som er gjennomført etter 1986 er:

- 1986/87: Kommunale utslippene til Grisefjorden og Tjørsvågbukta ble sanert og overført til dyputslipp (36 meters dyp) ved Lafjorden.
- 1988/89: Rensing av utslipp fra Aarenes Lærfabrikk A/S til Grisefjorden
- 1993: Skådeviga renseanlegg i Lafjorden i prøvedrift f.o.m. juni.
- 1994: Utslipp fra Aarenes Lærfabrikk A/S overført til renseanlegget i Lafjorden i oktober.

Utslippsmengder for fosfor for 1986/87 og 1994 er vist i Figur 2 og Figur 3.

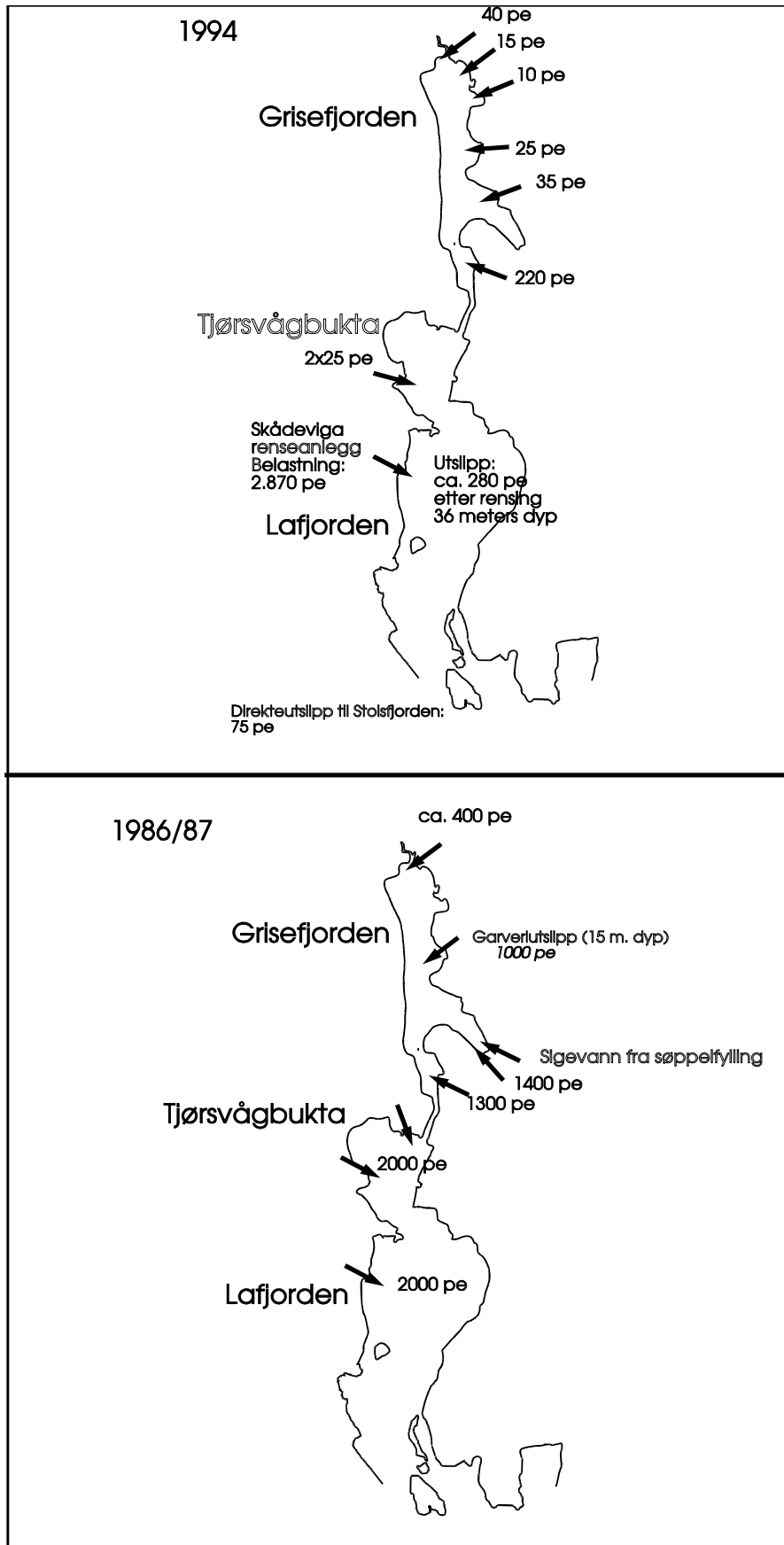


**Figur 2.** Utslippsmengder (befolkning + industri) til de ulike fjordbassengene i Sentrum/Lafjord rensedistrikt i Flekkefjord i 1975, 1986 og 1994.

### ***Innlagring og fortynning***

Innlagrings- og fortynningsberegninger for dyputslippene i Grisefjorden og Lafjorden ble gjennomført på observasjoner foretatt i 1986/87 (Magnusson et al. 1988). Beregningene viste at garveriutslippet til Grisefjorden på 15 meters dyp, trolig ble innlagret mellom 10 og 5 meters dyp med en fortynning mellom 20-30 ggr.

Innlagringsdyp til det kommunale utslippet i Lafjorden (35 m) ble beregnet til 9-27 meters dyp sommerstid, med en primærfortynning på 20-50 ggr. Normal innlagring vinterstid ble beregnet til 12-20 meters dyp, med ca. 30-50 ganger fortynning.



Figur 3 . Kart over utslippssteder i 1995 (øverst) og 1986/87 (nederst).



### 1.3. Tidligere undersøkelser og miljøforhold

Siden 1973 er det utført en rekke undersøkelser i området, både kontinuerlige overvåkinger i regi av Fylkesmannens miljøvernavdeling (se Molvær 1982, 1992), og større resipientundersøkelser (Kolstad et al. 1976, Magnusson et al. 1988, Oug 1989). Den siste store resipientundersøkelsen fra 1986/87 omfattet hydrografi, sedimentkjemi, krom i blåskjell, planktonalger og bløtbunnsfauna (Magnusson et al. 1988, Oug 1989).

På midten av 1970-tallet var det tydelige indikasjoner på organisk belastning i Grisefjorden og Tjørsvågbukta. (Kolstad et al. 1976). Belastningen gav særlig utslag i høyt oksygenforbruk og råttent (hydrogensulfid-holdig) dypvann. Også Lafjorden hadde dypvann preget av periodevis kritiske oksygenforhold, mens Stolsfjorden ikke viste markerte tegn til forurensningsvirkninger. Målinger av næringssalter viste overskudd av nitrogenforbindelser.

I 1986/87 ble Grisefjorden karakterisert som sterkt forurensningsbelastet. Store tilførsler av organisk stoff, nitrogen og krom (fra garveriet) gav tydelige effekter på fjorden. Dypvannet i Grisefjorden var hydrogensulfidholdig nesten hele året, og alt dyreliv var utryddet fra 8 meters dyp. Sedimentene var betydelig forurenset av krom. Beregnet oksygenbehov til utslippene ble beregnet til 1.200 tonn /år, og ca. 75% av oksygenforbruket skyldtes utslippet til garveriet. I Tjørsvågbukta var det hydrogensulfid fra ca. 20 meters dyp store deler av året. Også her var bunnsedimenter og blåskjell forurenset med krom fra Grisefjorden.

I 1989 ble det funnet tegn på reduksjon i oksygenforbruk i Grisefjorden (Molvær 1992). Dette ble tolket som en følge av redusert belastning av organisk materiale og redusert kjemisk oksygenforbruk. Det ble også funnet et noe lavere nitrogen-nivå som følge av reduserte utslipp fra garveriet. I Tjørsvågbukta og Lafjorden ble det ikke registrert tydelige endringer i oksygenforholdene, men det ble konstatert redusert tilstand i dypvannet i Lafjorden. Nær bunnen var det periodevis hydrogensulfid, og kritiske oksygenforhold under ca. 70 m.

## 1.4. Mål for denne undersøkelsen

Undersøkelsen er en oppfølging av tidligere undersøkelser og har hatt som målsetning å gi en tilstandsvurdering etter igangsetting av rens tiltak og flytting av utløpet for prosessert vann.

Undersøkelsen omfatter tre undersøkelsestyper:

- hydrografi/kjemi
- strandsoneundersøkelse
- krominnhold i blåskjell

### *Hydrografi/kjemi*

Hydrografi- og vannkjemi er en viktig del av undersøkelser som omhandler utslippsmengder og endringer av kommunal kloakk. Større endringer i utslippsmengder kan gi målbare endringer i vannets næringssaltinnhold, oksygeninnhold og oksygenforbruk, og påvises i denne type undersøkelser. Det foreligger flere tidligere målinger i Flekkefjordene, og det ble derfor valgt å følge opp disse undersøkelsene *for å dokumentere eventuelle endringer vannmassenes miljøtilstand etter igangsetting av rens tiltak og flytting av utløpet for prosessert vann*. Målingene gir i tillegg grunnlag for tilstandsvurdering av fjordområdet.

### *Strandsone*

Strandsoneundersøkelser blir ofte brukt for å beskrive tilstanden på grunt vann og overflatevannets kvalitet. Utvalg og mengde av alger og dyr i strandkanten endres med miljøforholdene, og gjenspeiler forholdene i overflatevannet. Fjæreundersøkelsen ble foretatt for å *beskrive dagens miljøtilstand og kartlegge eventuelle endringer i gruntvannssamfunnet siden forrige undersøkelse på 1970-tallet* (Kolstad et al. 1976). Undersøkelsen skulle også danne basis for senere å kunne dokumentere effektene av igangsatte tiltak.

### *Krom i blåskjell*

I 1986 ble det funnet meget høye krom-verdier i sedimenter og blåskjell i de indre deler av Flekkefjordene. Kilde til utslippene var garveriet i Grisefjorden. Utslippene er nå flyttet til Lafjorden, og blir behandlet i rensanlegget før utslipp til fjorden. Det forventes at krominnholdet i både blåskjell og sedimenter forbedres over tid. Sedimentene kan imidlertid ha høyt krominnhold en lang stund fremover, og kan i seg selv være en kilde til krom i blåskjell. Nye analyser av krominnhold i blåskjell ble foretatt for å *undersøke dagens krombelastning i overflaten, og følge utviklingen i fjorden*.

## 2. HYDROGRAFI/KJEMI

### Vurderinger av vannskiftning og hydrokjemi etter igangsetting av rensetiltak og flytting av utløpet for prosessert vann

#### 2.1. Innledning

Overvåkning av Flekkefjordene ble igangsatt ca. et år etter at Skådeviga renseanlegg ble satt i prøvedrift i juni 1993. Avløpsvannet som tidligere gikk ut i Grisefjorden og Tjørsvågbukta ledes nå ut i Lafjorden.

#### 2.2. Metoder

Vannprøver fra Grisefjorden (H1), Tjørsvågbukta (H2) og Lafjorden (H3) ble analysert for oksygen, salinitet, totalfosfat, ortofosfat, nitrat, ammonium og total nitrogen i perioden juli 1994 til januar 1995 (til sammen 7 tokt). Næringsalter i dypvannet ble analysert på to tokt, i juli og oktober. For resten av perioden foreligger næringsaltdata kun fra overflaten. Innsamlingsprogrammet er vist i Tabell 7. Stasjonsoversikt er gitt i Figur 4.

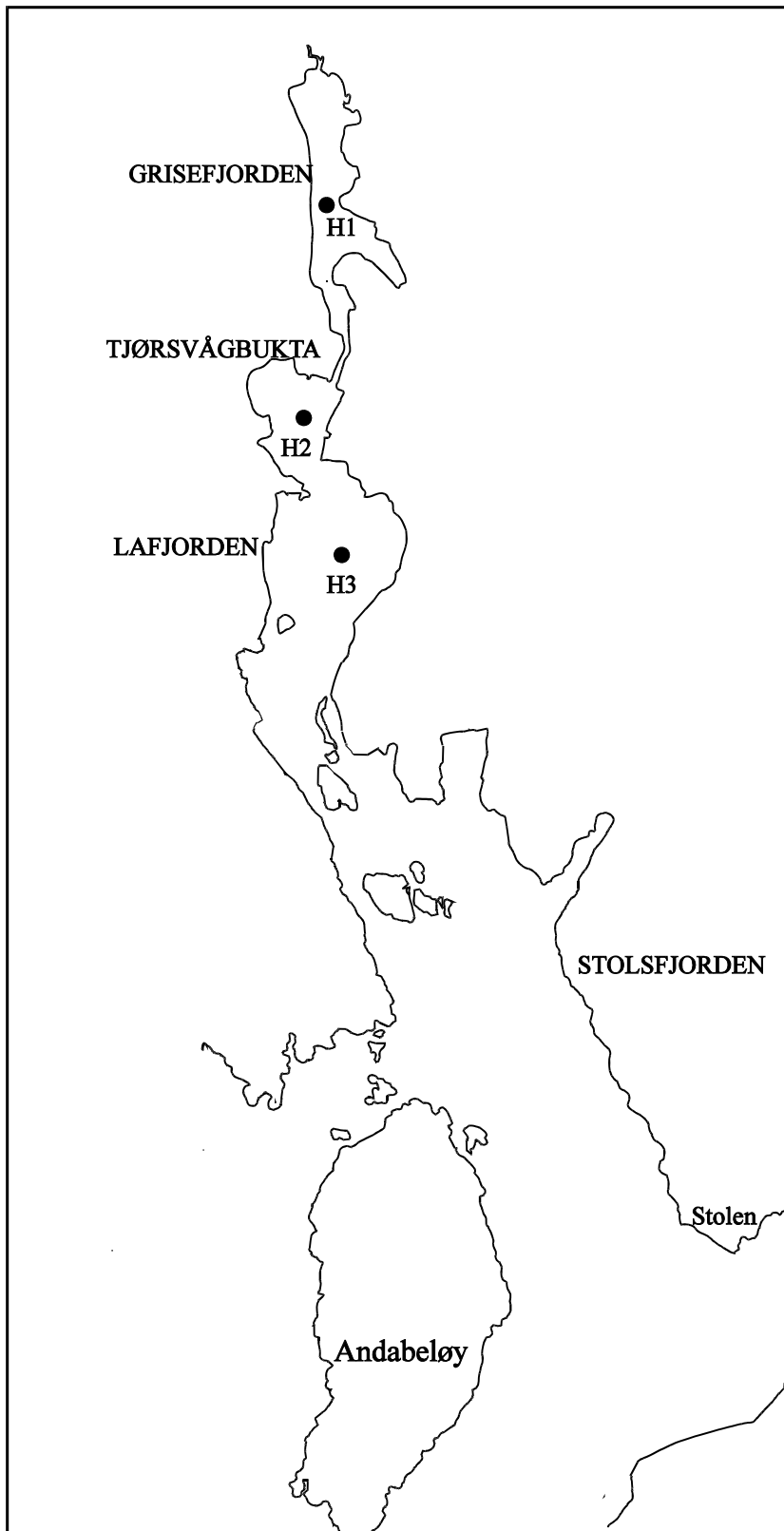
**Tabell 7. Oversikt over innsamlingsprogrammet for vannkjemiske data.**

	<i>Dato</i>						
	26.7.94	31.8.94	20.9.94	18.10.94	22.11.94	21.12.94	24.1.95
STD-data*	x	x	x	(x)	(x)	x	x
Oksygen/H <sub>2</sub> S	x	x	x	x	x	x	x
Næringsalter, overflate	x	x	x	x	x	x	x
Næringsalter, 0m - bunn	x			x			
Klorofyll-a	x	x	x				

\*STD = Salinitet/temperatur/dyp

Analysene og feltarbeidet ble utført av Vannlaboratoriet ved Høgskolen i Agder. Salinitet og temperatur ble målt med Sensordata SD 202 automatisk målesonde, mens oksygen ble analysert med Winkler-metoden. Siktedypet er målt med secci-skive.

Resultatene er vurdert og sammenlignet med en noe mer omfattende undersøkelse i 1986 og 1987.



**Figur 4.** Stasjoner for prøvetaking av hydrografi

## 2.2. Resultater

### 2.2.1. Vannutskifting i fjordsystemet

#### *Generelt*

Vannutskifting i terskelfjorder drives av bl.a. ferskvannstilførsler, tidevann, vind og tetthetsforskjeller mellom kyst- og fjordvann. De store dypvannsutskiftingene skjer når tyngre vannmasser (høyere salinitet og/eller lavere temperatur enn gammelt dypvann) i kystvannet drives opp over terskelen og strømmer inn i fjorden. Det tyngre vannet vil strømme inn langsmed bunnen av fjorden og erstatte det eksisterende bunnvannet. Gammelt bunnvann presses opp. Dypvannsutskiftinger kan skje hele året, men er mest vanlig om våren. Mindre utskiftinger av vannlag grunnere enn terskeldypet foregår hyppigere, dels ved inn/utstrømming over terskelen, dels på grunn av ferskvannstilrenning og konvektiv blanding.

Vannutskifting er motstykket til belastning og oksygenforbruk i fjorder. Dersom vannutskiftingen er stor nok, vil en selv ved store forurensingstilførsler kunne ha akseptable oksygenverdier.

Vannutskiftingen i Flekkefjordssystemet er tidligere beskrevet i undersøkelsen fra 1986-87 (Magnusson et al. 1988).

#### *Vannutskifting i perioden juli 1994 til januar 1995.*

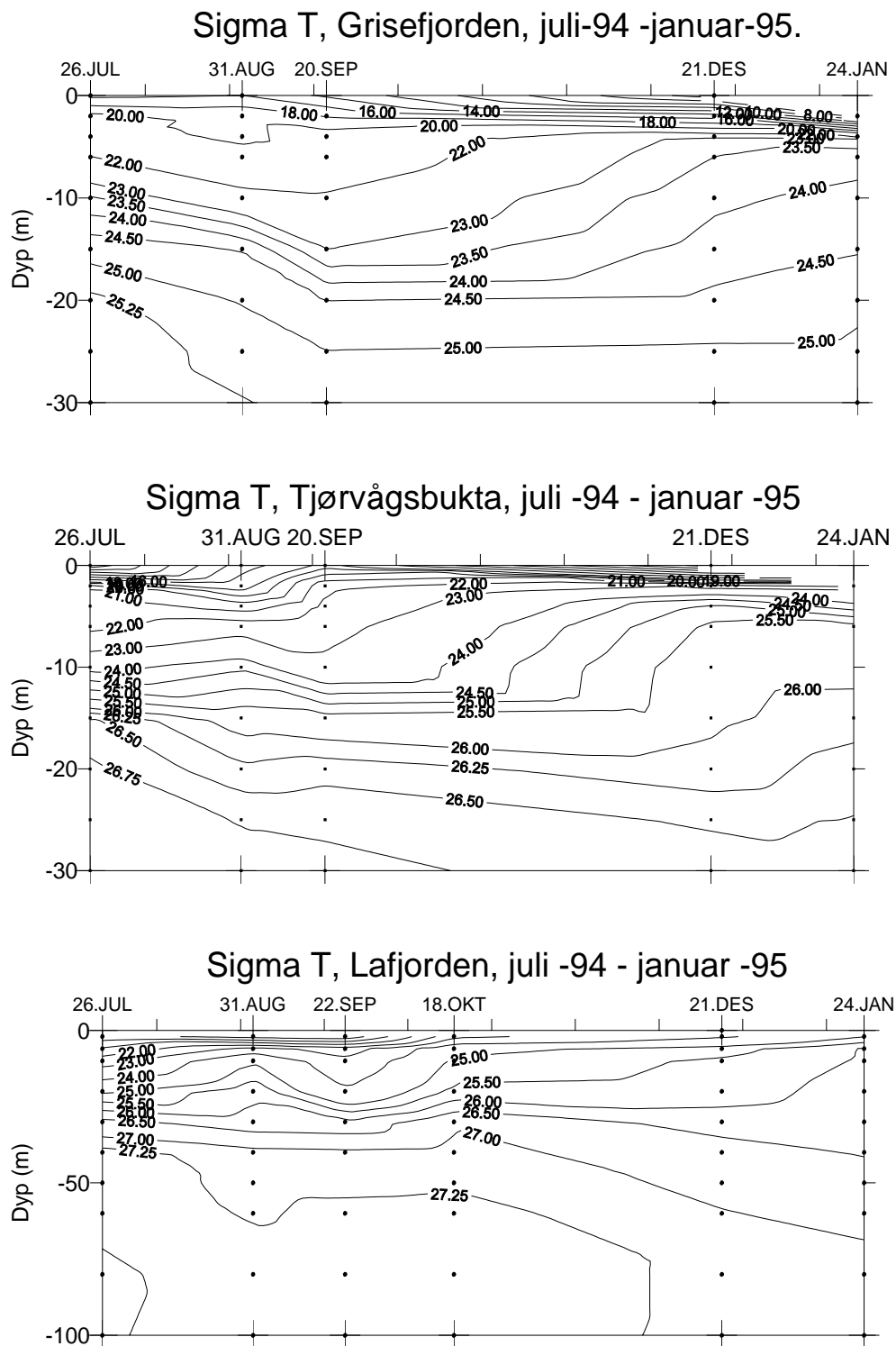
De hydrografiske målingene i 1994/95 ble tatt med ca. 1 måneds mellomrom. Resultatene fra oktober og november var mangelfulle, og målingene er således kun i stand til å avdekke tilstandsendringer over relativt lang tid. Mindre utskiftinger kan eventuelt ha funnet sted innimellom, uten at dette kan merkes på målingene. Formålet med denne undersøkelsen var imidlertid å gi en tilstandsvurdering (jamfør med avsnitt 1.4) av resipientene, og ikke en beskrivelse av vannutskiftingsmekanismer eller beregning av resipientkapasitet.

Figur 5 viser isopleter av sjøvannets tetthet for de tre fjordområdene i perioden juli 1994 til januar 1995. Det er endringer i tetthet som i størst grad vil indikere at vannutskifting har funnet sted. Ingenting tyder på at det foregikk noen storstilt dypvannsutskifting i løpet av måleperioden. De registrerte endringene i hydrografi var moderate, og foregikk langsomt.

Det var tydelig forskjell i tidsutviklingen for vann over og under terskeldypet. I dypvannet var det en langsom reduksjon i tettheten, mens det over terskeldypet skjedde en gradvis økning, dog ikke større enn at vannsøylen hele tiden var markert sjiktet.

Reduksjonen i dypvannet er i tråd med det en oftest observerer i stagnasjonsperioder, da det kun foregår en svak, diffusiv blanding. Tetthetsøkningen i øvre lag henger sammen med den gradvise avkjølingen utover høsten, som bryter ned noe av sjiktningen.

I Lafjorden og i Tjørsvågbukta var det karakteristiske dybdevariasjoner av tetthetsflatene i første del av måleperioden (Figur 5). Dette kan skyldes indre bølger, som framkommer i framstillingen her ved at målingene er tatt ved ulik bølgefase fra gang til gang. Dersom dette faktisk er tilfelle, kan noen av variasjonene for de vannkjemiske prøvene skyldes vertikale vannmasseforflyttinger, og ikke tilstandsending i aktuelt dyp. Indre bølger kan også bidra til periodevis å løfte innlagret vann fra utslippet fra Skåneviga renseanlegg nær opp til overflaten. I så fall er dette en uønsket effekt.



**Figur 5.** Isopleter for beregnet tetthet (enhet:  $\text{kg/m}^3 - 1000$ ) for vann i de tre undersøkte fjordområdene i 1994/95.

### 2.2.2. Oksygenforhold

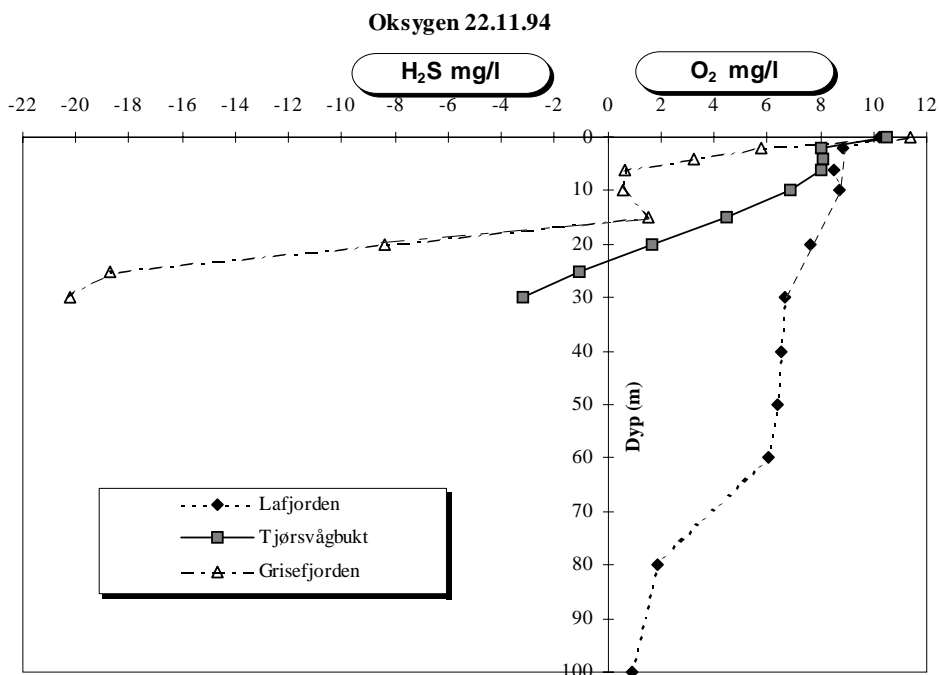
Høsten er vanligvis den mest kritiske perioden med hensyn til oksygenmangel. Figur 6 viser resultat av målingene i november 1994. Det framgår at Grisefjorden hadde H<sub>2</sub>S fra et sted mellom 15 og 20 m dyp og ned til bunn. Sjøttet mellom 5 m og 15 m hadde lave oksygenverdier, og øvre lag bar også preg av overbelastning. Tjørsvågbukta hadde oksygenmangel fra 20-25 m dyp og nedover, og dårlige oksygenforhold i et 10 meter tykt sjikt over dette. I Lafjorden var det oksygen i alle måledyp, men reduserte nivåer (< 4 mg O<sub>2</sub>/l) fra 60-70 meter og nedover.

Figur 7 viser tidsutviklingen fra juli 1994 til januar 1995 for konsentrasjoner av oksygen og hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S) fra dyp like under terskeldypet for de tre fjordområdene, samt i sjiktet nær bunn. Det framgår at Grisefjorden hadde permanent oksygenmangel i dypvannet (30 m), med H<sub>2</sub>S-konsentrasjoner på over 23 mg/l. Også bunn-sjiktet (30 m) i Tjørsvågbukta hadde oksygenmangel det meste av tida. Lafjordens bunnvann (100 m) lå lavt i oksygennivå hele tida, men H<sub>2</sub>S ble ikke registrert.

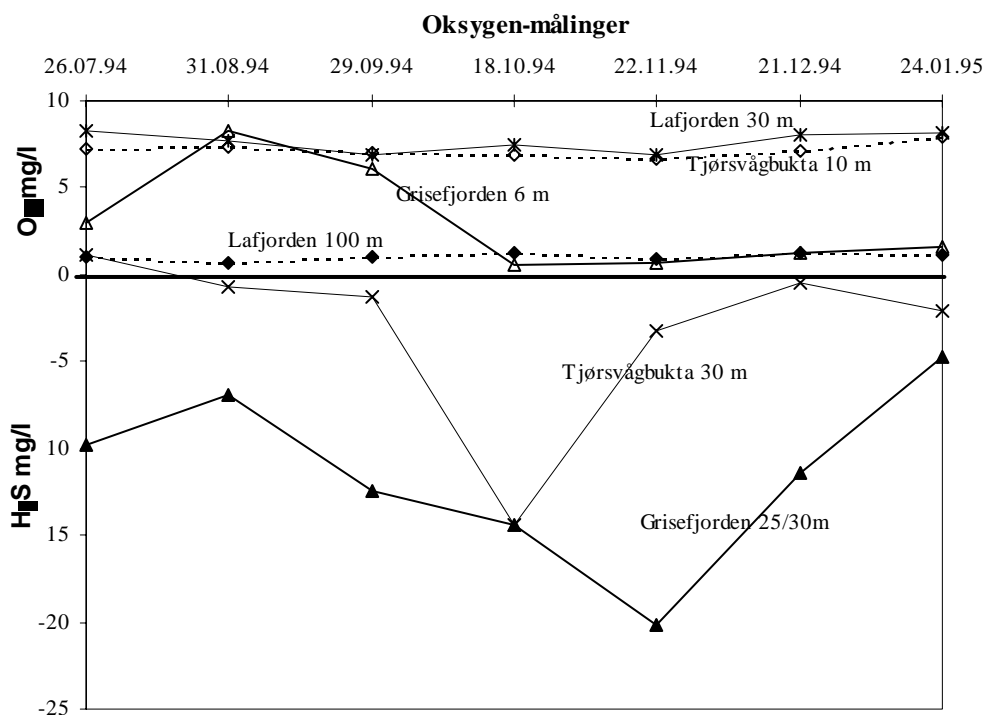
Både Lafjord og Tjørsvågbukta hadde tilfredsstillende oksygenforhold i sjiktet i nær terskeldypet for disse områdene (hhv. 30 og 10 m). I Grisefjorden var det imidlertid i lange perioder nesten oksygenfritt like under terskeldypet (6 m).

Målt reduksjon av oksygen i dypvannet i stagnasjonsperioder benyttes ofte som en indikator på oksygenforbruket, og dermed også på belastningen av dypvannet. I Lafjorden var det lite variasjon i oksygenkonsentrasjonene i dypvannet i 1994/95. I forrige undersøkelse (1986/87) var det samme tendens til konstante verdier hele høsten, men det var en tydelig utskifting i januar/februar, med markert økning i oksygenverdier da. En slik utskifting ble ikke oppfanget i løpet av målingene i 1994/95, som var av kortere varighet enn forrige gang.





**Figur 6.** Vertikalprofiler for oksygen (mg/l) eller hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S, mg/l) målt i de tre fjordområdene i november 1994.



**Figur 7.** Tidsutvikling for oksygen (mg/l) eller hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S, mg/l) i de tre undersøkte fjordene. Målinger som representerer terskeldypet og dypvannet er tatt med.

**Sammenlikning med tidligere oksygenmålinger**

I 1986/87 hadde alle tre fjordområdene tidvis eller permanent anoksiske forhold (oksygenmangel) i deler av dypvannet. I Grisefjorden var det permanent oksygenmangel med unntak av en periode om våren. I Tjørsvågbukta var det oksygenmangel både om sommeren og i en lang periode fra august til januar. I Lafjorden inntraff oksygenmangel kun en kortere periode seinhøstes (1986). Oksygenmålingene fra 1986/87 danner et grunnlag for sammenlikning med de nye verdiene fra 1994/95. Både prøveomfang/hyppighet og total varighet av målingene var noe forskjellig for de to periodene, men tidsrommet juli-januar er felles for begge.

Tabell 8 viser noen tallverdier for sammenlikning. Vi har valgt ut verdier for månedene juli-januar, som overlapper med begge måleperiodene. De fleste størrelsene viser endringer som peker i positiv retning. Lafjord hadde periodevis hydrogen sulfid ( $H_2S$ ) i dypvannet i 1986/87, men var helt fri for  $H_2S$  under målingene i 1994/95. Grensesjiktet mellom oksygen og  $H_2S$  for de to andre fjordområdene lå dypere i 1994/95 enn forrige gang, og maksimumskonsentrasjonene av  $H_2S$  var også noe lavere.

Både Grisefjorden og Tjørsvågbukta hadde større grad av vedvarende oksygenmangel i dypvannet i 1994/95 enn forrige gang. Dette henger sannsynligvis sammen med ulike strøm- og utskiftingsforhold de to periodene, og skyldes neppe større belastning. For høyeste målte  $H_2S$  verdi i Grisefjorden må det settes et spørsmålstegn. Det ble kun målt i 30 m dyp en gang, mot hver gang sist. Den oppgitte maksimumsverdien er fra 25 m dyp. Sannsynligvis var konsentrasjonen i 30 meters dyp høyere.

Forrige undersøkelse viste hyppig forekomst av oksygenovermetning i øvre lag. Slik overmetning kan oppstå på grunn av primærproduksjon (fotosyntese) og/eller soloppvarming av vannet. Overmetning forekom også i siste perioden. Og fortsatt hadde Grisefjorden høyest overmetning. Tendensen er at grad av overmetning er redusert i alle tre fjordområdene (Tabell 9) siden forrige målinger. Dette selv om sjøtemperaturen i juli-september var noe høyere ved de siste målingene.

**Tabell 8.** Statistikk og verdier for forekomst av oksygen og hydrogensulfid for de to periodene som sammenliknes. I 1986/87 var det mer sporadiske målinger i sjiktet 0-6 m i Grisefjorden etter september 1986, slik at perioden juli-september er grunnlag for sammenlikning for denne fjorden. For de andre fjordene er det perioden juli-januar/februar som er lagt til grunn.

Parameter	Grisefjorden		Tjørsvågbukta		Lafjorden	
	1986/87	1994/95	1986/87	1994/95	1986/87	1994/95
O <sub>2</sub> middel 0-6 m, mg/l	6,96	<b>8,67</b>	8,82	<b>8,59</b>	9,38	<b>6.92</b>
Grunneste H <sub>2</sub> S måling	4 m	<b>6 m</b>	20 m	<b>25 m</b>	100 m	-
Høyeste H <sub>2</sub> S verdi, mg/l	31	<b>23,21*</b>	15	<b>14,4</b>	4	-
Del av tid med H <sub>2</sub> S	60%	<b>100%</b>	50%	<b>80%</b>	10%	<b>0%</b>

\*) Verdien tatt i 25 m dyp. Ingen prøvetaking i 30 m dyp på det aktuelle tidspunktet.

**Tabell 9.** Median verdier for oksygenmetning (%) i Flekkefjordene for periodene 1986/87 og 1994/95. Verdier merket med minustegn (-) markerer oksygenfrie dyp med sulfid.

Dyp (m)	Grisefjorden		Tjørsvågbukta		Lafjorden	
	% oksygen metning					
	-86/87	-94/95	-86/87	-94/95	-86/87	-94/95
0	108	97	107	103	118	
2	130	122	112	100	116	94
4	114	95	114	91		
6	50	33	110	85	111	89
10	11	7	99	84	108	89
15	-	-	84	63		
20	-	-	29	24	98	83
25	-	-	3	4		
30	-	-	-	-	86	75
40					79	71
50	73	68			73	68
60	61	64			61	64
80	19	26			19	26
100	7	11			7	11

### 2.2.3. Siktedyp

Siktedyp ble målt ved alle syv prøvetakingstidspunkt i 1994/95. Gjennomgående hadde Lafjorden størst siktedyp, og Grisefjorden minst. Ett trekk er at mens Grisefjorden hadde sin laveste verdi i oktober, hadde de to andre områdene samtidig sine høyeste verdier. Dette kan ha hatt sammenheng med stor høstnedbør.

Målt siktedyp gir et godt anslag for hvor mye partikler det er i øvre lag i sjøen. Partiklene kan f.eks. stamme fra land (elveutløp), fra urensset kloakk eller fra primærproduksjonen (alger). Grisefjorden hadde tidligere gjennomgående lavt siktedyp. Gjennom hele forrige prøvetakingsrunde i 1986/87 lå verdiene rundt 4 m, uten særlig sesongvariasjon. De lave verdiene, også vinterstid, ble satt i sammenheng med de eksisterende utslippene.

Verdiene fra 1994/95 gir grunnlag for en sammenlikning med forrige serie. Tabell 10 angir middelveidier for h.h.v. sommer- og vinterhalvåret for de to periodene. Verdiene er også vurdert etter SFT's klassifisering av tilstand i fjorder og kystfarvann (Rygg og Théliin 1993). Klassifiseringstabellen er gjengitt i Vedlegg.

Av resultatene framgår det at sikten har bedret seg for alle tre fjordområdene. Endringene er størst for vinter-situasjonen. For sommersituasjonen har tilstanden forbedret seg én klasse, i henhold til SFT's system (-SFT har ingen klassifisering av siktedyp for vintersituasjonen).

**Tabell 10.** Middelveidier for målt siktedyp (meter) i sommer-perioden (juni-september) og vintersituasjonen (oktober-januar) for måleseriene i 1987 og 1994. Tilstandsklasse (SFT 1993) for sommerverdiene er gitt i romertall: I = God, II= Mindre god, III= Nokså dårlig, IV= Dårlig, V= Meget dårlig.

Fjordområde	Sommer-situasjon, middelveidier		Vinter-situasjon, middelveidier	
	1986/87	1994/95	1986/87	1994/95
Grisefjorden	4,3 IV	5,2 III	4,1	7,7
Tjørsvågbukta	6,2 II (III)	7,0 II	10,5	14,7
Lafjorden	6,9 II	7,8 I	10,0	13,8

### 2.2.4. Næringsalter

Løste næringsalter som fosfat, nitrat og ammonium gir grunnlag for algevekst i de øvre vannlag. Store tilførsler av løste næringsalter vil derfor medføre stor algeproduksjon som igjen gir grunnlag for et stort oksygenforbruk i forbindelse med nedbrytningen av algebiomassen i bunnvannet. I terskelfjorder med liten utskiftning av dypvannet vil dette kunne medføre anoksisk bunnvann (råttent bunnvann).

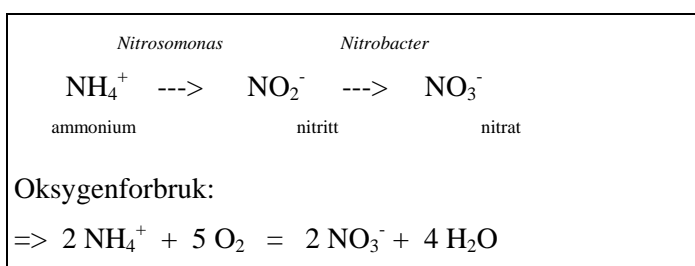
#### *Målte næringssaltkonsentrasjoner*

Resultatene fra 1986-87 og 1994-95 er presentert i Tabell 10, Tabell 12 og Tabell 11, og Figur 8. Tabellene viser snittverdier for hvert enkelt dyp, mens figuren kun skiller mellom øvre lag og dypvann.

Resultatene indikerer en klar forbedring med hensyn til ammonium-belastning ( $\text{NH}_4$ ) i Grisefjorden og Tjørsvågbukta, men tenderer til en forverret situasjon i Lafjorden. Dette er sannsynligvis en effekt av flytting og neddykking av utslippene til Lafjorden. For fosfat ( $\text{PO}_4$ ) og nitrat ( $\text{NO}_3$ ) har det vært en økende tendens for øvre lag i de tre fjordområdene, mens det er mer divergerende resultater for dypvannet. Det har m.a.o. ikke vært bedring for fosfor i overflaten som følge av renseanlegget.

Reduksjon i utslippet av ammonium til Grisefjorden har trolig redusert oksyngjelden i fjordsystemet. Ammonium omdannes til nitrat av bakteriene *Nitrosomonas* og *Nitrobacter*, og under denne prosessen forbrukes det store mengder oksygen (se kjemisk ligning under). Reduksjon i ammoniumtilførsler medfører derfor reduksjon i oksygenforbruket i overflatelaget.

#### *Nitrifisering av ammonium til nitrat::*



**Tabell 11.** Gjennomsnittsverdier for næringsalter i Grisefjorden,

1986/7 og 1994/5. 0 m: 7 målinger. Øvrige: 2 målinger.

Dyp (m)	Sommer og vinter					
	PO4 -86/87	PO4 -94/95	NO3 -86/87	NO3 -94/95	NH4 -86/87	NH4 -94/95
0	5,9	2,0	198,4	292,9	71,0	25,7
2	2,4	5,0	78,7	44,5	228,9	132,0
4	1,6	6,5	62	42,0	523,3	181,5
6	13,1	6,5	33,1	23,0	1097,9	199,0
10	17,9	10,3	4,9	101,3	1914,6	162,3
15	59,1	35,0	<2	5,0	1269,3	352,5
20	79,1	89,0	<2	<2	1445,6	613,0
25	121,6	126	<2	<2	2030,9	854,0

**Tabell 12.** Gjennomsnittsverdier for næringsalter i Tjørsvågbukta,

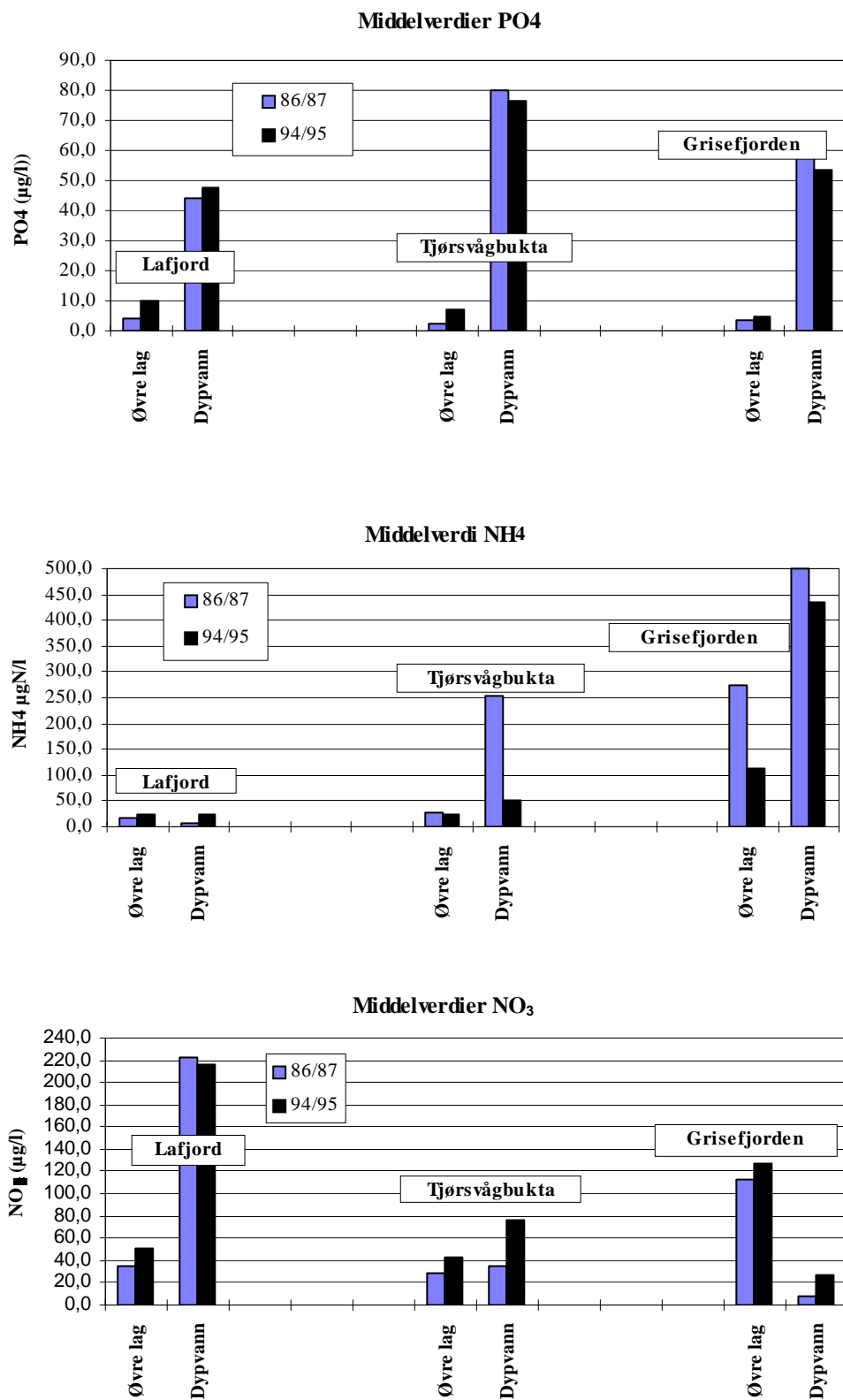
1986/7 og 1994/5. 0 m: 7 målinger. Øvrige: 2 målinger.

Dyp (m)	Sommer og vinter					
	PO4 -86/87	PO4 -94/95	NO3 -86/87	NO3 -94/95	NH4 -86/87	NH4 -94/95
0	2.1	5.1	96.7	130.3	68.4	29.6
2	1.7	6.5	13.7	12.0	14.6	23.0
4	2.2	8.0	2.0	15.0	14.4	22.0
6	3.3	8.0	2.4	16.0	14.0	23.0
10	5.1	8.0	19.3	41.0	18.1	29.5
15	7.7	15.5	47.3	123.0	28.1	28.0
20	38.0	62.0	84.4	95.0	161.1	45.5
25	130.1	126.0	4.6	63.0	383.7	72.5
30	219.7	171.5	21.4	58.5	673.7	87.0

**Tabell 13.** Gjennomsnittsverdier for næringsalter i Laffjorden,

1986/7 og 1994/5. 0 m: 7 målinger. Øvrige: 2 målinger.

Dyp (m)	Sommer og vinter					
	PO4 -86/87	PO4 -94/95	NO3 -86/87	NO3 -94/95	NH4 -86/87	NH4 -94/95
0	1,1	5,6	46,1	141,7	41,0	24,9
2	1,5	11,0	7,4	10,0	13,1	25,5
6	3,1	10,5	7,6	16,0	13,6	25,5
10	4,2	11,0	23,7	22,5	11,9	24,5
20	9,5	12,5	86,9	61,5	10,3	26,5
30	17,4	26,0	135,0	161,0	9,9	25,5
40	22,9	28,5	177,7	175,0	5,1	24,5
50	29,2	32,5	194,6	185,0	6,1	24,0
60	39,7	36,5	226,4	199,0	8,3	25,0
80	70,1	66,5	315,4	279,5	8,0	25,0
100	84,8	95,5	285,4	297,0	13,9	28,0



**Figur 8.** Endringer i fosfat (PO<sub>4</sub>), ammonium (NH<sub>4</sub>) og nitrat (NO<sub>3</sub>) -innhold fra 1986/87 til 1994/95. Verdiene er basert på middelerdi for vannmasser over og under terskeldypet.

**Klassifisering av fjordene i forhold til total nitrogen og fosfat i overflatevannet**

Som for siktedyp, er næringssaltinnholdet vurdert mot SFT's veiledningshefte for klassifisering av tilstand (Rygg og Thélin 1993). Tilstanden klassifiseres kun i overflatelaget, og det skilles mellom sommer- og vinterverdier.

Sommersituasjon

Tabell 14 nedenfor viser gjennomsnittlig konsentrasjon av næringssalter i **overflatelaget** om sommeren i 1986/87 og 1994/95, og tilhørende tilstandsklasser. Det har vært følgende endringer i Flekkefjordene fra 1986/87 til 1994/95:

- Tilstandsklassen for løst fosfat er forbedret fra klasse II til I for Grisefjorden, men tilsvarende forverret fra klasse I til II for Lafjorden og Tjørsvågbukta.
- Total-fosfor-konsentrasjonene er uendret (klasse I) for Grisefjorden, og forverret fra tilstandsklasse I til II for Lafjorden og Tjørsvågbukta.
- Ammonium er tydelig forbedret for Grisefjorden (fra klasse III til I) og Tjørsvågbukta (fra klasse III til II), men er uendret for Lafjorden (klasse II).
- Nitrat er forverret fra klasse IV til V i Grisefjorden, og uendret for Lafjorden (klasse III) og Tjørsvågbukta (klasse IV).
- Totalnitrogen er uendret for Grisefjorden (klasse III), forbedret fra klasse III til II for Tjørsvågbukta og fra klasse II til I for Lafjorden.

**Tabell 14.** Midlere næringssaltkonsentrasjoner i overflatevann fra Flekkefjordene sommeren 1994 (A) og sommeren 1986/87 (B). Tilstandsklasse I = God, II = Mindre god, III = Nokså dårlig, IV = Dårlig, V = Meget dårlig.

A) Juli - september 1994	PO <sub>4</sub>	Tilstands-	Tot-P	Tilstands-	NH <sub>4</sub>	Tilstands-	NO <sub>3</sub>	Tilstands-	Tot-N	Tilstands-	Antall obs.
	µg P/l	klasse	µg P/l	klasse	µg N/l	klasse	µg N/l	klasse	µg N/l	klasse	
Grisefjorden	3	I	10	I	15,3	I	277	V	475	III	3
Tjørsvågbukta	4,3	II	14,7	II	20	II	95	IV	276	II	3
Lafjorden	4,3	II	13,3	II	23	II	63	III	248	I	3

B) Juni - september 1986/87	PO <sub>4</sub>	Tilstands-	Tot-P	Tilstands-	NH <sub>4</sub>	Tilstands-	NO <sub>3</sub>	Tilstands-	Tot-N	Tilstands-	Antall obs.
	µg P/l	klasse	µg P/l	klasse	µg N/l	-klasse	µg N/l	klasse	µg N/l	-klasse	
Grisefjorden	7,3	II	7,8	I	71	III	198	IV	468	III	7*
Tjørsvågbukta	1,7	I	11,3	I	68	III	97	IV	401	III	7*
Lafjorden	0,9	I	10,3	I	41	II	42	III	283	II	7*

\*Tot-N, Tot-P: 4 observasjoner

Vintersituasjon

Tilstandsklassifiseringen (Tabell 15) basert på vinterverdier for 1994/94 viser ingen større forskjeller fra sommerverdiene. Tilstanden er *god* (I) for fosfor (PO<sub>4</sub> + Tot-P), og *mindre god* (II) til *nokså dårlig*



(III) for nitrogen ( $\text{NH}_4 + \text{NO}_3 + \text{Tot-N}$ ). Fra 1986/87 foreligger det ikke vinterverdier for næringssalter, slik at en vurdering av evt. endringer ikke kan gjøres.

**Tabell 15.** Midlere næringssaltkonsentrasjoner i overflatevann fra Flekkefjordene oktober 1994 - januar 95. Tilstandsklasse I = God, II = Mindre god, III = Nokså dårlig, IV = Dårlig, V = Meget dårlig.

Vinter 94/95	PO <sub>4</sub>		Tot-P		NH <sub>4</sub>		NO <sub>3</sub>		Tot-N		Antall obs.
	µg P/l	Tilstands-klasse	µg P/l	Tilstands-klasse	µg N/l	Tilstands-klasse	µg N/l	Tilstands-klasse	µg N/l	Tilstands-klasse	
Grisefjorden	1.3	I	5.8	I	33	II	305	IV	508	III	4
Tjørsvågbukta	5.8	I	13.3	I	37	II	224	III	426	III	4
Lafjorden	6.5	I	13.3	I	38.5	II	201	III	379	III	4

### *Algevekstpotensiale*

#### Grisefjorden

I måleperioden 1986-87 ble det observert lave fosfatverdier (under deteksjons-grensen), noe som kan indikere fosfatbegrensning i systemet. Fosfatbegrensning vil hemme videre oppbygging av algebiomasse. I perioden 1994-95 var det også fosfatverdier under deteksjonsgrensen, men ikke i vekstsesongen. Det kan derfor ikke utelukkes et økt algevekstpotensiale i Grisefjorden. Det ble målt overskudd av løst nitrogen i fjorden for begge periodene. Det er derfor lite sannsynlig at algeveksten i fjorden er nitrogenbegrenset.

#### Lafjorden og Tjørsvågbukta

Også i Lafjorden og Tjørsvågbukta ble det i 1986-87 tidvis observert fosfatverdier under deteksjonsgrensen, med potensiell fosfatbegrenset vekst. Dette ble ikke observert for måleperioden 1994-95, noe som kan være et signal på en økning i algevekstpotensialet i Lafjorden og Tjørsvågbukta fra 1986 til 1995 (det foreligger ikke direkte måldata som kan avkrefte/bekreftede dette).

Alternativt kan algeveksten være begrenset av nitrogen. Det foreligger imidlertid ikke måldata som støtter nitrogenbegrenset algevekst for noen av periodene, da ammonium alltid ble målt i overskudd i begge periodene.

### *N/P forholdet*

N/P forholdet i planteplankton er gjennomsnittlig 41:7:1 (C:N:P, vektbasis). N/P-forholdet i de tre fjordene viser at det er stort overskudd av nitrogen i fjordsystemet (Tabell 16).

**Tabell 16.** N/P-forholdet i overflatevann i juli-januar 1994/95 (7 observasjoner) og sommer -86 (4 observasjoner).

	N/P -86/87	N/P -94/95
Lafjorden	27:1	24:1
Tjørsvågbukta	35:1	26:1
Grisefjorden	60:1	68:1

## 3. Strandsone

### 3.1. Innledning

Fjell og stein i fjæresonen har vanligvis et stort utvalg av tang (brunalger), småvokste alger og fastsittende eller lite mobile fjæredyr. Mange arter er tilpasset denne sonen, men hvilke arter som er tilstede og deres mengdemessige fordeling er blant annet avhengig av naturlige faktorer som eksponeringsgrad, substrattype, ferskvannspåvirkning, geografisk beliggenhet og sesong. I tillegg er forurensningspåvirkninger (overkonsentrasjoner av næringssalter og organisk materiale, partikler, miljøgifter etc) av betydning for fjæresamfunnets sammensetning.

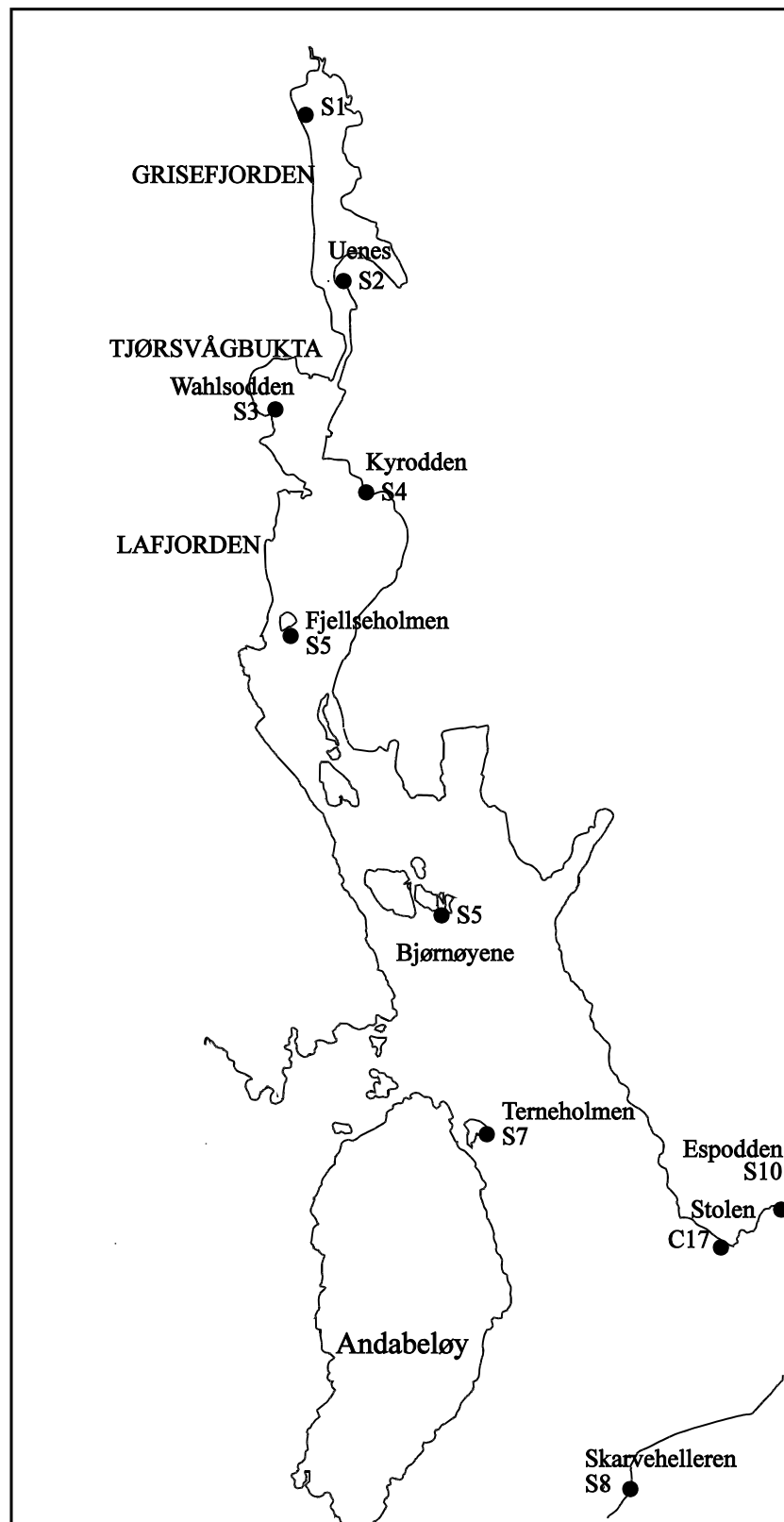
Svake overkonsentrasjoner av næringssalter kan virke gunstig på organismsamfunnet i fjæra ved at artsrikheten øker (gjødslingseffekt). Ved høye overkonsentrasjoner av næringssalter vil imidlertid de negative effektene dominere. Artsrikheten reduseres, mens enkelte arter blir begunstiget og øker i mengde. Av fastsittende makroalger er det særlig små blad- og trådformete grønnalger og enkelte brunalger som blir begunstiget av høye overkonsentrasjoner av næringssalter. Rødalger og større tangarter reduseres i mengde eller forsvinner (Mathieson & Penniman 1991, Knutzen 1986, Bokn 1978). Også økt mengde påvekstorganismer på tang vil være et resultat av overkonsentrasjoner av næringssalter.

Undersøkelser i fjæra er derfor ofte brukt for å beskrive miljøtilstanden på grunt vann. Ved å se på artssammensetning, forholdet mellom ulike organismegrupper, diversitet etc., kan man få inntrykk av vannkvaliteten i et område. Det kreves imidlertid at man også tar hensyn til de naturlige faktorene som kan påvirke organismsamfunnet.

### 3.2. Metoder

#### 3.2.1. Stasjonsvalg

Det ble undersøkt tilsammen 10 stasjoner i Grisefjorden, Tjørsvågbukta, Lafjorden (Flekkefjorden) og Stolsfjorden. En stasjon ble også lagt til innløpet av Fedafjorden (S10). Alle stasjonene er tidligere undersøkt i 1973 og 1974 (Kolstad et al. 1976), med unntak av C17. Stasjon C17 inngår i det statlige Kystovervåkingsprogrammet, og er undersøkt hvert år i mai siden 1990. Alle stasjonene ble lagt til områder med fast fjell eller større stein.

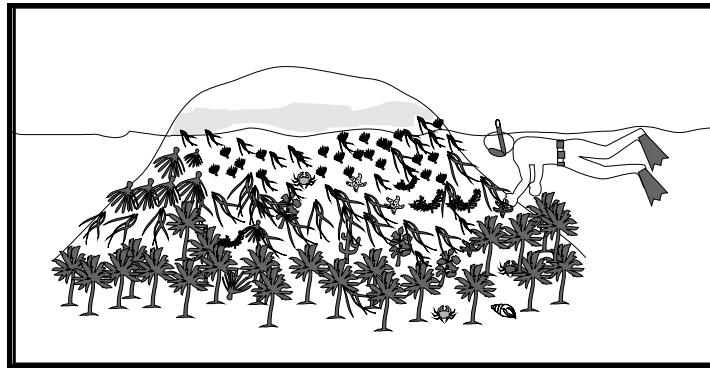


**Figur 9.** Stasjoner for undersøkelse av strandsonen 28. august 1995.

### 3.2.2. Feltinnsamling

Organismesamfunnet i strandsonen (0 - 1 meter) ble undersøkt ved å registrere alle makroskopiske alger (større enn 1 mm) og de vanligste makroskopiske dyrene i et ca. 50 meter langt belte langs stranden. Metoden innebærer registrering ved fridykking i maksimalt 20 minutter ved hver stasjon (Figur 10). Registreringen var kvalitativ og dels kvantitativ ved at artenes forekomst ble angitt etter en subjektiv skala: enkeltfunn(e), spredt(s), vanlig(v) og dominerende(d).

Arter som var vanskelig å identifisere i felt ble samlet inn og senere mikroskopert i laboratoriet. Undersøkelsen ble gjennomført 28. august 1995.



Figur 10. Skjematisk tegning - strandsonundersøkelse

### 3.2.3. Tallbehandling

Ved tallbehandlingen ble alle mengdeangivelsene erstattet med tall: enkeltfunn = 2, spredt = 4, vanlig = 8 og dominerende = 16.

#### *Diversitet (H')*

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

$$H = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N} \quad \text{hvor } n_i \text{ er mengdeverdien (forekomstangivelsen) av art } i, N \text{ er summen av}$$

mengdeverdiene for alle artene og s er antall arter.

***Dominansindeks (I).***

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

***Forholdet mellom antall rød-, brun og grønnalger***

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

I områder med kloakk/og eller ferskvannspåvirkning vil andel grønnalger øke, og rødalgeprosenten avta.

***Likhetsanalyse (Clusteranalyse)***

Clusteranalyser kan vise i hvilken grad samfunnene på ulike stasjoner er like eller forskjellige. Likheten mellom stasjonene er beregnet vha. Bray-Curtis likhetsindeks. Resultatene av analysen presenteres i en figur (dendrogram) hvor stasjoner som er mest like blir plassert nærmest hverandre. Likhetsanalyser er beskrevet av bl.a. Clifford & Stephenson (1975).

$$\text{'Bray-Curtis ulikhetsmål' : } (BC) = \frac{\sum |x_{pi} - x_{qi}|}{\sum (x_{pi} + x_{qi})}$$

der  $x_{pi}$  er mengden av art i på stasjon p,  $x_{qi}$  er mengden av art i på stasjon q.

### 3.3. Resultater

#### 3.3.1. Dagens situasjon

##### *Artssammensetning*

Tabell 17 viser et utvalg av artene som ble registrert i fjordsystemet ved Flekkefjord.

Indre del av Grisefjorden hadde lite vegetasjon og var preget av småvokste arter. Den lille rødalgen røddokke (*Polysiphonia urceolata*) var den vanligste arten og vokste i tette bestander. Grønnalgene grønnalge (*Cladophora sp.*) og tarmgrønske (*Enteromorpha sp.*), samt fjæredyr som vanlig strandsnegl (*Littorina littorea*), blåskjell (*Mytilus edulis*), vanlig korstroll (*Asterias rubens*) og posthornmark (*Spirorbis*), var vanlige. Spredte bestander av grisetang (*Ascophyllum nodosum*) og blæretang (*Fucus vesiculosus*) vokste på noe dypere vann sammenlignet med ytre kystområder. Dette er vanlig innerst i fjorder, hvor det er liten tidevannsveksling og redusert saltholdighet i overflaten. På stasjon S2 Uenes i Grisefjorden var det tettere bestander av tang, men også her var det en overvekt av småvokste arter.

I Lafjorden og Stolsfjorden dominerte de store tang- og tareartene, skorpeformete kalkalger (*Corallinaceae*), trådformete rød-, brun- og grønnalger, samt små kolonidyr som hydroider og mosdyr. Grisetang vokste ikke på de ytterste stasjonene og er trolig et resultat av stor bølgeeksponering.

Mange arter var tydelig begrenset til de ytre deler av fjordområdet og de arter som var vanlige eller dominerende i Stolsfjorden, hadde svært redusert forekomst (evt. fraværende) i Lafjorden og Tjørsvågbukta og var helt fraværende i Grisefjorden. De mest framtrepende artene med en slik utbredelse var skorpeformete kalkalger (*Corallinaceae*), fjærehinne (*Porphyra umbilicalis*), vorteflik (*Mastocarpus stellatus*), søl (*Palmaria palmata*), sjøris (*Ahnfeltia plicata*), tare (*Laminaria spp.*), laksesnøre (*Chaetomorpha melagonium*), albusnegl (*Patella vulgata*), hydroider (*Hydroidea*) og sjøroser (*Actinida*).

Eksempler på arter som vokste i Grisefjorden og Tjørsvågbukta, men var fraværende i de ytre deler av fjordområdet, var blågrønnalgen *Spirulina*, ålegras (*Zostera marina*), røddokke (*Polysiphonia urceolata*), posthornmark (*Spirorbis*) og sekkedyr (*Ciona intestinalis*).

Tabell 17. De vanligste artene i strandsonen i Flekkefjordene i 1995.

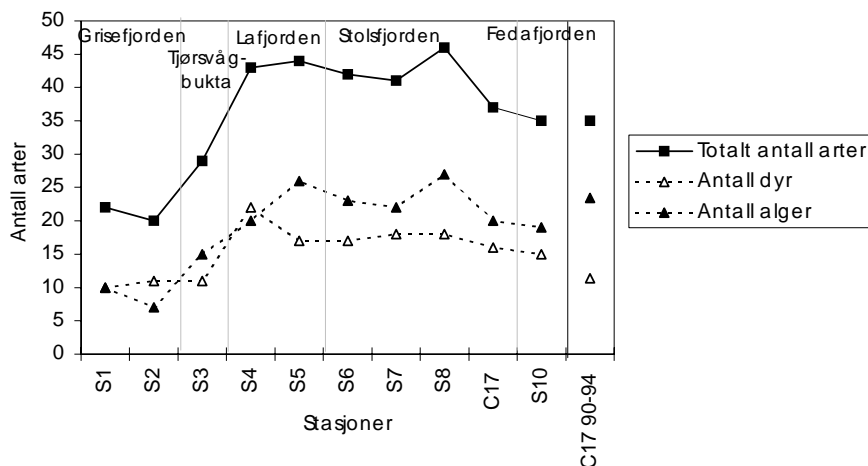
	Grisefj Uenes Wahlsodden Kyrodden Fjellseholm Bjørnøyene Terneholm Skarvehelleren Stolen Esp- odden Fedafj Grise- fjorden Tjørs- - våg- buk- ta La- fjorden Stolsfjorden S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7 S8 C17 S10										Latinske navn	
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	C17	S10		
<b>Rødalger</b>												
Kalkalger			s	s	s	v	d	d	d	d		<i>Corallinaceae, skorpef.</i>
Rekeklo			v	d	d	d	d	v	v	d		<i>Ceramium rubrum</i>
Fjærehinne						v	s	s	v	v		<i>Porphyra umbilicalis</i>
Vorteflik								d	v	v		<i>Mastocarpus stallatus</i>
Søl						s-v	s	v	v	v		<i>Palmaria palmata</i>
Sjørís					s	v	v	s	s	s		<i>Ahnfeltia plicata</i>
Fjæreblood			s	d	d	d	d					<i>Hildenbrandia rubra</i>
div. dokker	d	d	s	s-v	v	s	e	s	s	e		<i>Polysiphonia spp.</i>
<b>Brunalger</b>												<b>Brunalger</b>
Tare				s	s	v	d	d	d	v		<i>Laminaria (digit. og hyperb.)</i>
Sagtang			s	d	d	d	d	s		d		<i>Fucus serratus</i>
Bruntufs		v		e	e	e						<i>Sphacelaria cirrosa</i>
Brunslí		v	d	d	s		e	e	e			<i>Ectocarpus sp.</i>
Blæretang	s	v	s	s	s	s	s	s				<i>Fucus vesiculosus</i>
Grisetang	s	s	s		s							<i>Ascophyllum nodosum</i>
<b>Grønnalger</b>												<b>Grønnalger</b>
Laksesnøre							s	s	v	s-v		<i>Chaetomorpha melangonium</i>
Vanlig grønnndusk	v				v	d	d	s	v	v		<i>Cladophora rupestris</i>
Tarmgrønske	v	s	v	s-v		s	s	v	s-v	v		<i>Enteromorpha spp.</i>
Havsalat	s			s	s	s		s	s	v		<i>Ulva lactuca</i>
Lys grønnndusk	s-v	d	d	s	s	v				s		<i>Cladophora sp.</i>
<b>FAUNA</b>												<b>FAUNA</b>
Albusnegl								v	e			<i>Patella vulgata</i>
Brødsvamp				s	s	d	v	s	v-d	s		<i>Halichondria panicea</i>
Hydroider			e-s	s	s	v	d	v-d	v-d	d		<i>Hydroida</i>
Sjørose						v	v	d	v			<i>Actinide</i>
				v	v-d	d	v	s	s	s		<i>Alcyonidium hirsutum</i>
Sjøstjerne	v	d	s	v	s	v	s	s	s	v		<i>Asterias rubens</i>
Rur	s		e	s			s	d	v	v		<i>Balanus balanoides</i>
Mosdyr	s	v	d	v-d	v	d	d	d	d	d		<i>Bryozoa</i>
Strandsnegl	v	v	v	v	v	s	s	v	s	v		<i>Littorina spp.</i>
Blåskjell	v	v	d	v	s	v	e	v-d		s		<i>Mytilus edulis</i>
Posthornmark	v	v	v	s	v-d	d	v	s				<i>Spirorbis sp.</i>



### Artsantall

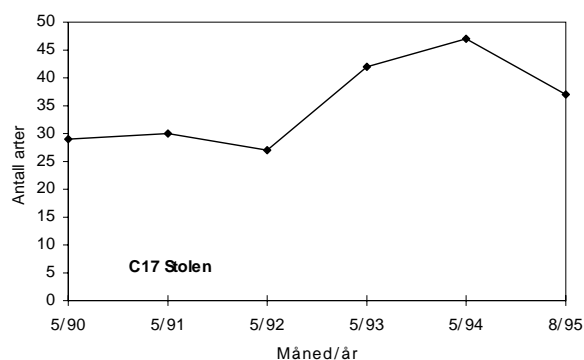
Det ble registrert tilsammen 90 arter/taxa i strandsonundersøkelsen. Av disse var 53 alger, 34 dyr og 3 som falt utenom disse gruppene (2 lav/blågrønnbakterier, ålegras).

Stasjonene innerst i Grisefjorden (S1 og S2) hadde få arter, men artsantallet økte utover i fjordsystemet (Figur 11). På de ytterste stasjonene i Lafjorden og Stolsfjorden ble det observert over dobbelt så mange arter som i Grisefjorden. Sammenlignet med registreringer i Kystovervåkingsprogrammet (stasjon C17 Stolen) hadde stasjonene i Lafjorden og Stolsfjorden et 'normalt' antall arter for ytre kystområder (Pedersen et al. 1995).



**Figur 11.** Antall arter registrert i Grisefjorden (S1,S2), Tjørsvågbukta (S3), Lafjorden (S4, S5) og Stolsfjorden/ytre Fedafjord (S6, S7, S8, S10, C17). Totalt antall arter omfatter både alger, fjæredyr og blågrønnbakterier. C17 90-94 viser middelerverdier fra Kystovervåkingsprogrammets stasjon C17, for årene 1990 til 1994.

Antall arter i strandsonen på stasjon C17 har variert mellom 27 til 47 arter i perioden 1990 til 1994 (Figur 12). Noe av denne variasjonen kan trolig tilskrives etter-effekter av den giftige algeoppblomstringen i 1988, og noe skyldes klima (temperaturøkning fra 1992 til 1993 gav økning i antall arter) (Pedersen et al. 1995). Variasjonene på Kystovervåkingsstasjonen viser at det kan være relativt store, naturlige årsvariasjoner i området, som må tas hensyn til ved tolking av resultatene.

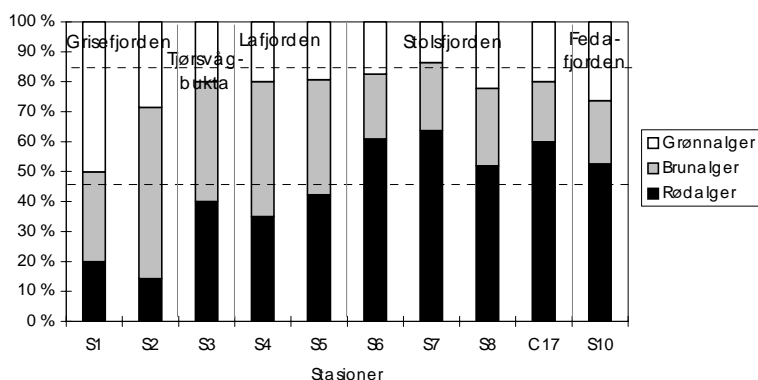


**Figur 12.** Antall arter registrert i strandsonen på Kystovervåkingsprogrammets stasjon C17 i perioden 1990 til 1994. Registreringene er foretatt i mai. Målepunktet 8/95 er fra den foreliggende undersøkelsen (august 1995).

#### Forholdet mellom antall rødalger, brunalger og grønnalger

Figur 13 viser den prosentvise fordelingen mellom andel rødalger, brunalger og grønnalger. Fordelingen i uforurensede kyst- og fjordfarvann er beregnet til  $45\pm 10\%$ ,  $35\pm 10\%$ ,  $15\pm 5\%$  (Bokn 1978).

Stasjonene S1 og S2 i Grisefjorden hadde lav rødalgeprosent, og høy andel av både brunalger og grønnalger. Spesielt var andelen grønnalger høy ved den innerste stasjonen i Grisefjorden. Stasjon S10 hadde også en høyere prosentdel grønnalger enn det som regnes som normalt. Stasjonene i Stolsfjorden hadde en markert høyere andel rødalger enn stasjonene lenger inne i fjordsystemet.

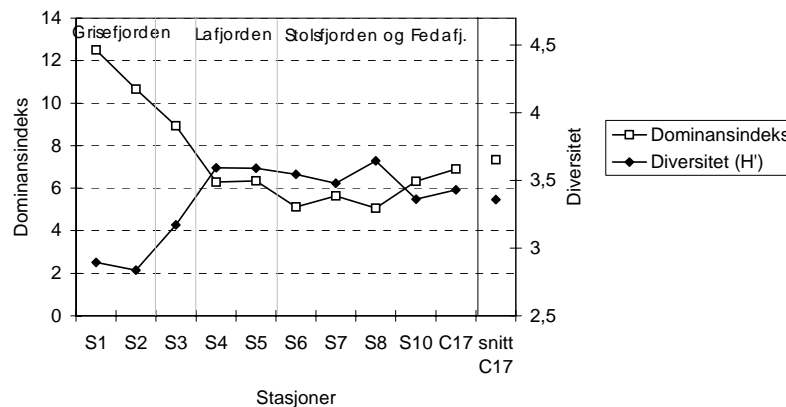


**Figur 13.** Fordeling mellom antall rødalger, brunalger og grønnalger på ulike lokaliteter i Flekkefjordene. Stiplet linje angir normal prosentandel rødalger (45%) og grønnalger (15%).

### Diversitet og dominans

Stasjonene i Grisefjorden og Tjørsvågbukta (S1, S2, S3) skilte seg klart ut fra de andre stasjonene med lav diversitet og høy dominans. Det tilsier at organismesamfunnet hadde lavt artsmangfold og var dominert av en eller noen få arter (mengdemessig).

Det var mindre forskjeller blant de øvrige stasjonene. Den ytterste stasjonen, S8 Skarvehelleren, hadde høyest diversitet (artsmangfold) og lavest dominans. Stasjonene S10 Espodden og C17 Stolen hadde noe lavere diversitet og høyere dominans enn de andre stasjonene i Stolsfjorden og Lafjorden. S10 Espodden ligger i innløpet til Fedafjorden og C17 der Stolsfjorden og Fedafjorden møtes.



**Figur 14.** Diversitet og dominans beregnet for ulike lokaliteter i Flekkefjordene i 1995. 'Snitt C17' viser gjennomsnittsverdi for overvåkingsstasjon C17 i Kystprogrammet i perioden 1990 til 1994 (Pedersen et al. 1995).

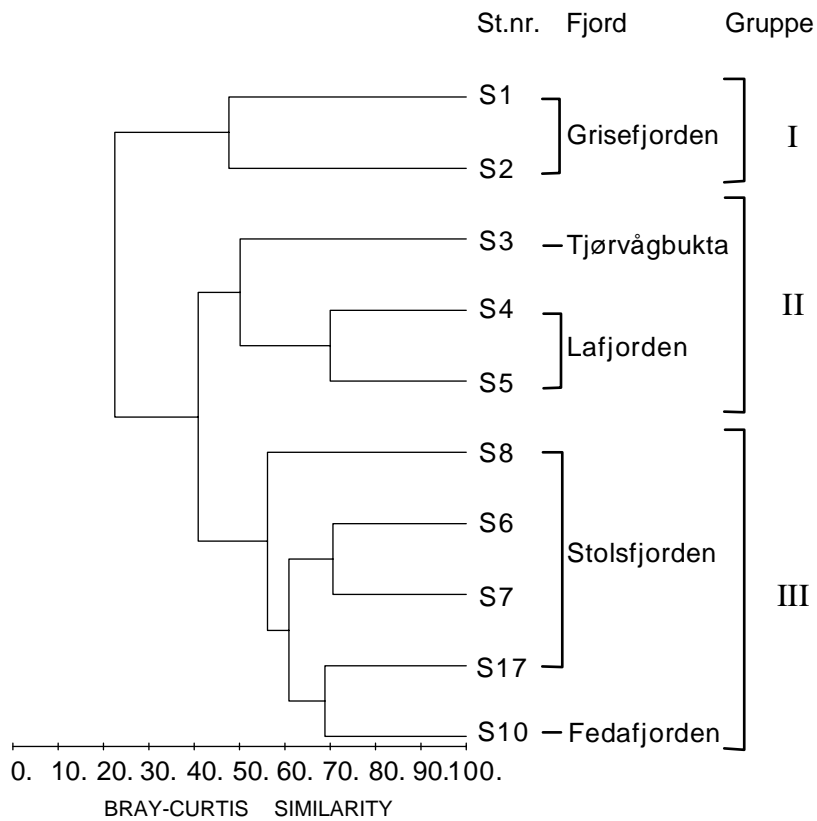
### Likhet mellom stasjonene

Likhetsanalysen viser stasjonenes parvise likhet mht. de fastsittende alger og dyrs artssammensetning. Analysen er følsom overfor kvalitative endringer, dvs. om det er ulike arter som er dominante på de forskjellige stasjonene. I

Figur 15 er stasjoner som viser høy innbyrdes likhet markert med klammeparantes.

Det er et tydelig skille mellom indre fjordsystem og ytre fjord. Stasjonene i Grise-fjorden skiller seg klart ut fra de andre stasjonene, men er heller ikke utpreget like seg imellom. Ved > 50% likhet danner stasjonene i Tjørsvågbukta og Lafjorden (S3, S4 og S5) én gruppe, og stasjonene i Stolsfjorden/ytre Fedafjorden en annen gruppe (S6, S7, S8, S10, C17). Analysen viser et tydelig skille

mellom Lafjorden og Stolsfjorden, som ikke har kommet klart fram i den tidligere behandlingen av dataene. En endring i dominerende/vanlige arter mellom Stolsfjorden og Lafjorden er imidlertid kommentert i avsnittet om artssammensetning (se ovenfor).



**Figur 15.** Likhetsanalyse av stasjonene i Flekkefjordene.

### 3.3.1.1. Utvikling i området fra 1973/74 til 1995

Resultatene er sammenlignet med forrige undersøkelse i 1970-årene (Kolstad et al. 1976). Det ble brukt noe andre registreringsmetoder i forrige undersøkelse, bl.a. bruk av skrapetrekk for å nå dypere vann, som vanskeliggjør sammenligningen. De fastsittende algene ble dessuten kun registrert med +/- tilstedeværelse i 1973/74, med unntak av noen kommentarer om mengder i teksten. Det er derfor hovedsakelig sammenlignet artssammensetning og antall arter.

Enkelte arter som ble registrert i 1973/74 er slått sammen til grupper for å tilrettelegge for sammenligning med årets resultater. Det gjelder småvokste arter innen slektene *Audouinella*, (*Acrochaetium*), *Lithothamnion*, *Ectocarpus* og *Cladophora*.

#### **Artssammensetning**

Algevegetasjonen synes å være noe endret siden 1973/74, spesielt på de indre stasjonene. På stasjon Uenes i Grisefjorden var det i forrige undersøkelse karakteristiske belter med grisetang og sagtang (dominerende assosiasjoner). I 1995 var sagtangen forsvunnet, og grisetang var redusert til spredte individer. Også på stasjon S3 Wahlsodden og S4 Kyrodden er det grunn til å tro at det har skjedd en reduksjon i mengden tang fra 1970-årene til 1995. Fullstendige registreringslister for 1995 og 1973/74 er vist i vedlegg.

Mange arter som ble registrert i 1973/74, ble ikke registrert i 1995. En av årsakene til dette kan være bruk av skrapetrekk i innsamlingen i 1973/74. Arter merket med stjerne (\*) i Tabell 18 vokser normalt på litt dypere vann og ble trolig innsamlet fra skrape i 1973/74. Tre av artene (*Callophyllis laciniata*, *Dilsea carnosa*, *Ptilota plumosa*) er registrert gjennom Kystovervåkingsprogrammet (> 2 m dyp), og viser at artene fremdeles vokser i området. De øvrige artene er imidlertid arter som vokser på grunt vann, er lett gjenkjennelige, og burde vært registrert hvis algefloraen var uforandret.

Arter som hadde **større** utbredelse i 1995 enn i 1973/74 er satt opp i Tabell 19.

**Tabell 18.** Utvalg av arter som ble registrert i Flekkefjordene i 1973/74, men ikke i 1995. Latinske navn i parentes. Tallet bak hver art angir antall stasjoner arten ble registrert på i 1973/74.

Art	Ant. stasjoner	Art	Ant. stasjoner
*Rødhånd ( <i>Callophyllis laciniata</i> )	3	*Draugfjær ( <i>Ptilota plumosa</i> )	3
Tynn rekeklo ( <i>Ceramium strictum</i> )	4	Vortesmokk ( <i>Asperococcus spp.</i> )	1
*Kransrør ( <i>Chylocladia verticillata</i> )	3	Spiraltang ( <i>Fucus spiralis</i> )	2
*Kjøttblad ( <i>Dilsea carnosa</i> )	2	Bleiktuste ( <i>Spermatochnus paradoxus</i> )	2
Pollris ( <i>Gracilaria verrucosa</i> )	2	Stripesveig ( <i>Striaria attenuata</i> )	3
Rødkluft ( <i>Polyides rotundus</i> )	2	Pollpryd ( <i>Codium fragile</i> )	6

\* = vokser normalt på dypere vann (> 2 m dyp). Samlet inn med skrape i 1973/74?

**Tabell 19.** Arter som har økt sin utbredelse siden 1973/74.

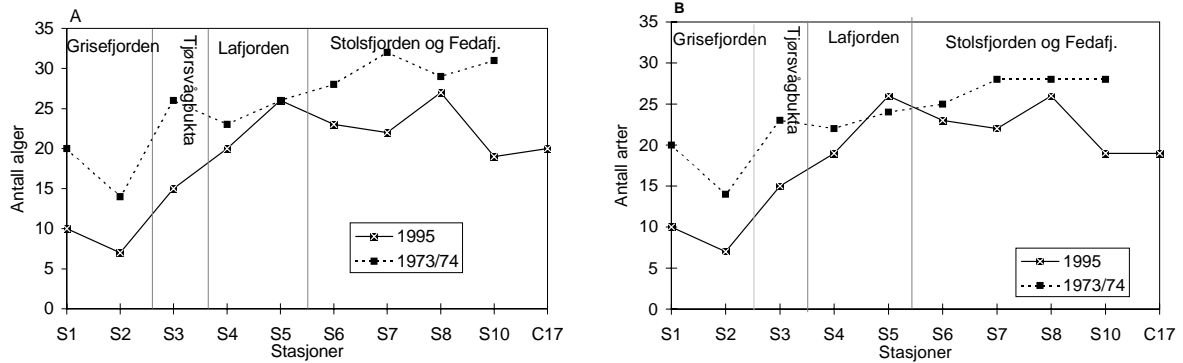
Arter	
Sjørør ( <i>Ahnfeltia plicata</i> )	Skorpeformete kalkalger ( <i>Corallinaceae</i> )
Fiskeløk ( <i>Cystoclonium purpureum</i> )	Smalving ( <i>Membranoptera alata</i> )
Rødsleipe ( <i>Nemalion helminthoides</i> )	Tanglo ( <i>Elachista fucicola</i> )
Laksesnøre ( <i>Chaetomorpha melagonium</i> )	

#### Artsantall, fordeling mellom rød-, brun- og grønnalger.

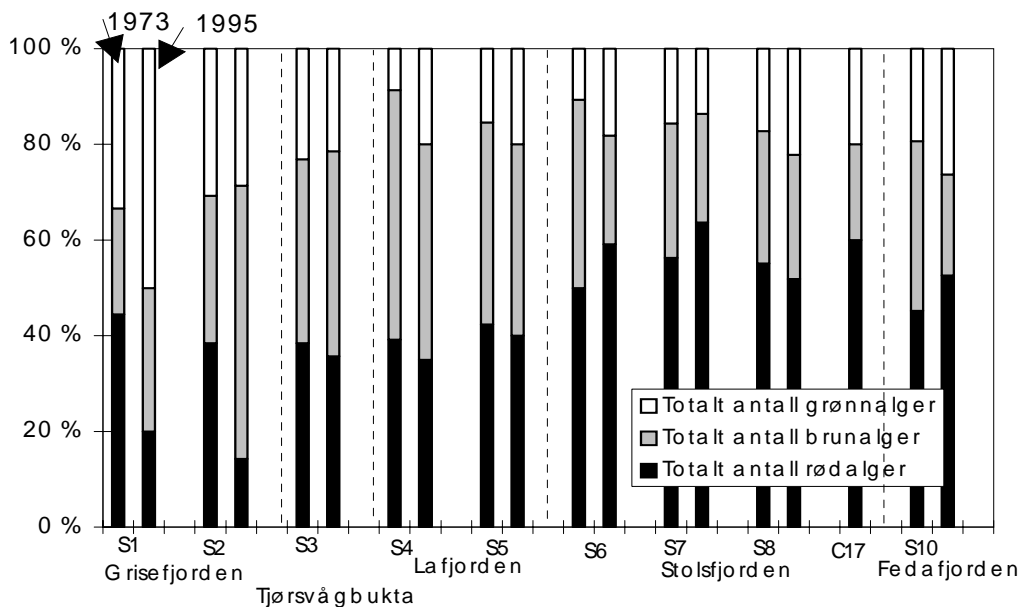
Totalt ble 63 algearter registrert i 1973/74 (ikke medregnet de sublittorale artene), mens 51 alger ble registrert i 1995. Det var størst forskjell i artsantall mellom 1973/74 og 1995 på de tre innerste stasjonene (S1 Indre Grisefjorden, S2 Uenes og S3 Wahlsodden). Eksempelvis ble 20 arter observert i Indre Grisefjord i 1973/74 og kun 10 arter i 1995. Av større arter som ble registrert i 1973/74 men ikke i 1995 kan nevnes pollpryd (*Gracilaria verrucosa*), hummerblekke (*Phyllophora pseudoceranooides*), martaum (*Chorda filum*), sagtang (*Fucus serratus*) og bleiktuste (*Spermatochnus paradoxus*).

Større forskjeller i artsantall ble også registrert på Terneholmen (S7) i Stolsfjorden, samt Espodden (S10) i Fedafjorden (hhv. 6 og 9 flere arter i littoralsonen i 1973/74). På de øvrige stasjonene var det kun små forskjeller mellom de to registreringene (Figur 16).

Fordelingen mellom rødalger, brunalger og grønnalger er også noe forskjellig fra 1973/74 (Figur 17). Forskjellen er spesielt tydelig på de indre stasjonene, hvor andelen rødalger har gått ned og andelen grønnalger har økt fra 1973/74 til 1995. For de øvrige stasjonene er endringene i prosentfordeling mellom rød-, brun- og grønnalgene små.



**Figur 16.** Antall makroskopiske, fastsittende alger registrert i Flekkefjordene i 1973/74 og 1995. A: Alle registrerte arter. B: Uten de sublittorale arter som ble registrert i 1973/74.



**Figur 17.** Fordeling mellom antall arter i de ulike algegruppene i 1973/74 og 1995.

### 3.4. Sammenfattende vurderinger

#### *De enkelte fjordområdene*

##### Grisefjorden

Begge stasjonene i Grisefjorden hadde et lavt arts mangfold, sterk overvekt av én eller noen få arter (dominansindeks), og hadde en unormal fordeling mellom rødalger, brunalger og grønnalger. Dette tyder på et 'forstyrret' samfunn. Lav saltholdighet og liten tidevannsveksling i Grisefjorden begrenser antallet arter som kan vokse på grunt vann og bidrar sannsynligvis til økt andel grønnalger. Men, utvalget av arter og stor partikkelsedimentasjon på bunnen tyder på at fjorden også er belastet med organisk stoff eller næringssalter. Det vokste svært lite vegetasjon på dypere vann, trolig på grunn av stor turbiditet og sterk nedslamming.

Kommunale utslipp til Grisefjorden ble sanert i 1986/87 og industriutslippet ble sanert i 1993/94. Det tar gjerne flere år før et fjæresamfunn har stabilisert seg etter en endring i miljøtilstanden, og fjæresamfunnet i Grisefjorden er trolig fortsatt i endring som følge av reduksjonene i belastningen. Næringsrikt dypvann vil også påvirke overflatelaget og de organismer som lever der en lang stund fremover. Over tid kan man forvente at flere arter etableres i Grisefjorden og at de større tangplantene blir mer vanlig. Observasjoner fra folk tyder på at det allerede er bedre sikt i vannet og at tang og sukkertare er mer utbredt i 'Elva' mellom Grisefjorden og Tjørsvågbukta enn tidligere.

##### Tjørsvågbukta

Stasjonen i Tjørsvågbukta hadde et relativt lavt Artsantall, lav diversitet og høy dominans. Artsutvalget var dominert av påvekstalger, og sammen med stor sedimentasjon og målene for diversitet/dominans ga klare tegn på organisk belastning. Tilstedeværelsen av bl.a. blågrønnbakterien *Spirulina*, som trives i organisk belastede miljøer, underbygger dette. Denne stasjonen gav også visuelt inntrykk av å være den mest belastede stasjonen i undersøkelsen. Det er et direkteutslipp i nærheten av stasjonen (50 pe), og det er derfor usikkert hvor stor betydning reduksjonen i de øvrige utslippene vil ha. Alle utslippene fra Flekkefjord by er sanert.

##### Lafjorden

Stasjonene i Lafjorden hadde et klart høyere artsantall og diversitetsmål og lavere dominans enn stasjonene i Tjørsvågbukta og Grisefjorden. Dette tyder på at området er mindre belastet enn de indre områdene. En av stasjonene hadde imidlertid mange påvekstalger som kan være tegn på overbelastning av næringssalter. De to stasjonene viste større likhet med stasjonen noe lenger inn i fjordsystemet, enn de ytre stasjonene.



### Stolsfjorden og nærliggende områder

Stasjonene i de midtre og ytre områdene av Stolsfjorden hadde høyt artsantall, høy diversitet og lav dominans. Artsutvalget var variert, med en stor andel rødalger. Dette tyder på gode, friske forhold. Den ytterste stasjonen hadde de beste forholdene, og viste ingen tegn til påvirkning av utslipp. Denne stasjonen var også den mest eksponerte for bølgeslag. Stasjonene i innløpet til Fedafjorden hadde noe lavere diversitet og høyere dominans enn den ytterste stasjonen, og faktorer som ferskvannspåvirkning og mindre eksponering for bølgeslag kan være årsaken til dette.

**Resultatene viser at det var en gradvis reduksjon i artsmangfold fra de ytterste områdene i Stolsfjorden til de indre områdene i Grisefjorden. De ytre stasjonene virket friske og upåvirkede, mens stasjonene i Grisefjorden og Tjørsvågbukta bar preg av organisk belastning. Lafjorden er et overgangsområde, og viste større likhet med de indre stasjonene enn de ytre mhp. dominerende arter.**

### *Årsvariasjoner*

Registreringene på stasjon C17 gjennom Kystovervåkingsprogrammet har vist relativt store variasjoner i gruntvannssamfunnet fra år til år (Pedersen et al. 1995). Mye av denne variasjonen skyldes mest sannsynlig svingninger i temperatur/værforhold gjennom året, ettersom det er registrert flere arter i strandsonen etter en mild vinter enn etter en streng vinter. Mange arter er dessuten ettårige, og vil forekomme i ulike mengder og med ulik utbredelse fra år til år. En annen faktor som kan ha innvirkning på hvilke arter som blir registrert, er værforhold under feltarbeidet. Dårlig sikt i vannet eller mye bølgeslag gjør registreringsarbeidet vanskelig, og sjansen for å overse de minste artene er større enn ved gode værforhold. Forskjeller i artsantall og forekomst av enkelte arter må derfor ikke ukritisk tolkes som f.eks. varige endringer i tilstanden.

### *Utvikling i området*

Det ble registrert gjennomgående flere arter på stasjonene i 1973/74 enn i 1995. Det var også en høyere andel rødalger og mindre andel grønnalger i 1970-årene, som kan tyde på at det har skjedd en ytterligere utarming av flora og fauna i strandsonen som følge av langvarig belastning på fjordsystemet. Noen av endringene kan også være resultat av en generell eutrofiering langs kysten, men det finnes ikke sikre bevis på dette.

Det ble brukt andre registreringsmetoder i 1973/74, med bl.a. bruk av skrape på litt dypere vann. Man vil derfor forvente at det ble registrert flere arter i 1973/74 enn i 1995. Det er likevel grunn til å tro at dette ikke alene kan forklare alle forskjellene. Mange av artene som ble registrert på flere stasjoner i

1970-årene og ikke registrert i 1995, er større lett gjenkjennelige arter som fanges opp med dagens metoder. Dette gjelder bl.a. arter som 'tynn rekeklo', 'pollris', 'bleiktuste', 'stripesveig' og 'pollpryd'. Det er derfor sannsynlig at det har skjedd en ytterligere eutrofiering og artsutarming i Flekkefjordene siden begynnelsen av 1970-årene.

*Spirulina subsalsa* er en blågrønnbakterie som er kjent for å trives i et miljø hvor det tilføres organisk stoff. Denne blågrønnbakterien ble funnet i Grisefjorden og Tjørsvågbukta, på de samme stasjonene som den ble registrert i 1973/74.

## 4. Krom i blåskjell

I 1986 ble det funnet meget høye krom-verdier i blåskjell og i sedimenter både fra Grisefjorden og Tjørsvågbukta. Konsentrasjonene tilsvarte tilstandsklasse IV ("dårlig") og V ("meget dårlig") i SFT's veiledning for klassifisering av miljøkvalitet (Rygg og Thélin 1993). Kromtilførslene kom fra garveriet i Grisefjorden, som bruker krom i garveprosessen. I 1987 var kromutslippene til Grisefjorden (15m dyp) ca. 10-12 tonn pr. år (Magnusson et al. 1988).

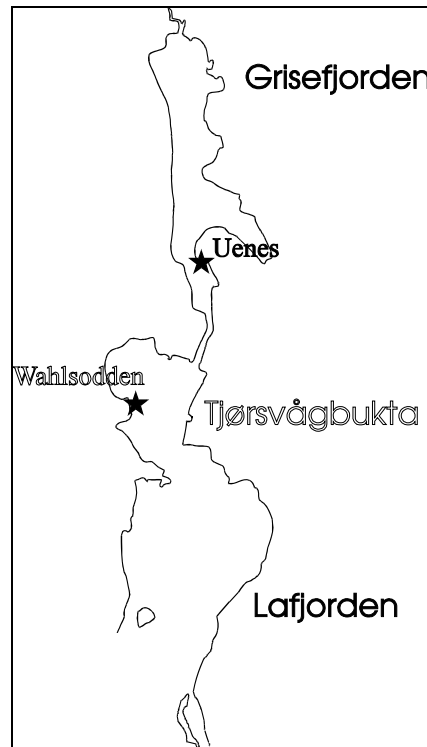
Etter 1986 er utslippene av krom blitt kraftig redusert. I 1988/89 ble utslippene redusert med størrelsesorden 90% i forbindelse med igangsetting av nytt renseanlegg ved bedriften (oppl. fra bedriften). Høsten 1994 ble utslippene ytterligere redusert, da lærfabrikken ble tilknyttet kommunens hovedrenseanlegg. Utslipp av krom til resipienten var ca. 171 kg i 1994, og ca. 7,5 kg i 1995 (etter tilknytning til kommunens renseanlegg (Flekkefjord kommune 1996)).

### 4.1. Metoder

Blåskjell ble samlet inn 28. og 29. august 1995 ved fridykking. Innsamlingen ble gjort på grunt vann (0-1 m dyp) ved Uenes i Grisefjorden og Wahlsodden i Tjørsvågbukta. Stasjonsplasseringen er vist i Figur 18.

Blåskjellene ble nedfrosset samme dag som innsamlingen ble foretatt. Skjellene ble deretter tint, rensset, og bløtdelene ble sendt i frossen tilstand til NIVA's laboratorium i Oslo for videre behandling og analyse. Prøvene er analysert etter standard metode (Norsk standard). Metodens anvendelse og prinsipper er gitt i vedlegg 3.

Det ble analysert på blandprøver av 50 skjell, størrelse 4-6 cm.



Figur 18. Innsamlingslokaliteter for blåskjell

## 4.2. Resultater og vurderinger

Krominnholdet i blåskjell fra Uenes i Grisefjorden og Wahlsodden i Tjørsvågbukta er vist i Tabell 20. Krominnholdet er redusert fra tilstandsklasse IV (*Dårlig*) og V (*Meget dårlig*) i 1986 til tilstandsklasse I (*God*) i 1994. De målte verdiene lå under antatt høyt bakgrunnsnivå, dvs.  $< 3\mu\text{g/g}$  tørrvekt (Rygg og Thélin 1993).

Resultatene viser at det ikke lenger er forhøyde konsentrasjoner av krom i blåskjell nær tidligere utslippssted i Grisefjorden eller i Tjørsvågbukta. Av dette kan konkluderes at:

- 1) dagens utslippsmengder medfører ikke forhøyde krom-konsentrasjoner i overflatelaget innover i fjordsystemet
- 2) Kromlageret i bunnsedimentene blir heller ikke mobilisert i en grad som gir noe vesentlig utslag i blåskjell.

Ved reduksjoner i metallutslipp til et fjordområde vil man forvente en gradvis reduksjon i blåskjell, såfremt det ikke tilføres metaller fra et eventuelt lager i sedimentene. Reduksjonen vil være et resultat av utskillelse og stadig fornying av individene som følge av bl.a. isskuring og naturlig frafall.

Det foreligger lite opplysninger om kromutskillelse i blåskjell.

Det ble ikke gjort målinger av krom i bunnsedimentene, der man fortsatt må regne med høye konsentrasjoner.

**Tabell 20.** Krominnhold ( $\mu\text{g/g}$  tørrvekt) i blåskjell i Grisefjorden og Tjørsvågbukta i 1986 og 1995. Stasjonene er innsamlet fra litt ulike stasjoner i 1986 og 1995, men fra samme området.

Stasjon	1986	1995	Grenseverdi
<b>Grisefjorden</b>			
(1986: Elva, 1995: Uenes)	116 $\mu\text{g/g}$	1,6 $\mu\text{g/g}$ *	< 3
<b>Grønsundet/Lafjorden</b>			
(1986: Svegeholmen, 1995: Wahlsodden)	44 $\mu\text{g/g}$	1,3 $\mu\text{g/g}$ *	< 3

\*I analyseutskriftene er krominnholdet angitt på våtvektbasis (0,25  $\mu\text{g/g}$  våtvekt ved Uenes og 0,21 $\mu\text{g/g}$  ved Wahlsodden). Ved omregning til tørrvekt er det antatt et tørrvektinnhold på 16%.

## 5. Referanser

- Bokn, T. 1978. Klasser av fastsittende alger brukt som indikatorer på eutrofiering i estuarine og marine vannmasser. NIVA Årbok 1978: 53-59.
- Clifford, H.T. og W.Stephenson 1975. An introduction to numerical classification. Academic press. 229 pp.
- Flekkefjord kommune 1995 (T. Glendrange). Årsrapport avløp 1994. Samlerapport. Flekkefjord, 13.02.95.
- Knutzen J. 1986. Effekter av kloakkutslipp og overgjødning på fastsittende marine alger. Blyttia 44.: 15-21.
- Kolstad, S, T. Bokn, L. Kirkerud, J. Molvær, B. Rygg 1976. Resipientundersøkelse av fjordsystemet i Flekkefjordregionen. NIVA rapport O - 123/72.
- Magnusson, J., K. Næs, K. Tangen 1988. Resipientundersøkelser av fjordområdet ved Flekkefjord 1986/87. Vannkvalitet, planteplankton, krom i sedimenter og blåskjell. NIVA-rapport nr. 2071, 102s.
- Mathieson A.C. and C.A. Penniman 1991. Floristic patterns and numerical classification of New England estuarine and open coast seaweed populations. Nova Hedwiga 52 (3-4), 453-485.
- Molvær, J. 1992. Fjorder i Vest-Agder. Vurdering og kommentarer til fysisk-kjemiske analyseresultater i tidsrommet 1979-1989. NIVA-rapport 2769. 160 s.
- Molvær, J. 1982. Vannforekomster i Vest-Agder. Vurdering og kommentarer til fysisk-kjemiske analyseresultater fra fjorder i tidsrommet 1978-1981. NIVA-rapport 1361. 151 s.
- Oug, E. 1989. Resipientundersøkelser av fjordområdet ved Flekkefjord 1986/87. Bløtbunnsfauna. NIVA-rapport nr. 2203, 28s.
- Pedersen A., J. Aure, E. Dahl, N.W. Green, T. Johnsen, J. Magnusson, F. Moy, B. Rygg, M. Walday 1995. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Fem års undersøkelser: 1990 - 1994. Hovedrapport. Overvåkingsrapport nr. 624/95. TA-nr. 1264/1995. NIVA-rapport nr.3332.
- Rygg, B. og I. Thélin 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. SFT-veiledning 93:02. 20 s. ISBN 82-7655-102-5.
- Shaw, K.M., Lambshead, P.J.D., Platt, H.M., 1983. Detection of pollution-induced disturbance in marine benthic assemblages with special reference to nematodes. Mar. Ecol. Prog. Ser., 11, 195-202.
- SFT 1995. Utslippstillatelse for Aarenes Lærfabrikk A/S. Datert 20.9.95.

## Vedlegg 1

Vannkjemiske data fra Flekkefjordene juli 1994 - januar 1995.

LAFJORDEN		A4								
Dato:		Tid:	Siktedyp (m):		Farge:		Vær:	Vind:	Klorofyll:	
26.07.1994		11,00	6,50		Grønlig		Sol	Stille	0,6 µg/l	
Dyp Meter	Temp °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> -metn %	H <sub>2</sub> S mg/l	Salt ppt	PO <sub>4</sub> µg P/l	Tot-P µg P/l	NH <sub>4</sub> µgN/l	NO <sub>3</sub> µgN/l	Tot- N µg N/l
0	18,4	9,06				5	14	26	9	221
2	18,0	8,88	110,73		27,35	8	12	24	3	179
6	17,2	8,82	109,56		29,31	10	12	26	3	147
10	14,4	9,39	110,99		30,38	10	12	24	3	137
20	9,9	8,29	90,12		32,33	10	12	26	30	134
30	5,5	7,29	121,07		33,80	24	27	24	147	250
40	5,1	6,96	68,73		34,60	27	34	22	168	261
50	5,1	6,97	68,82		34,60	30	36	22	168	263
60	5,1	6,69	66,10		34,70	35	40	24	172	276
80	6,0	1,25	12,64		35,00	65	77	24	253	355
100	6,2	1,02	10,37		35,00	84	97	31	250	368

TJØRSVÅGBUKT		A3								
Dato:		Tid:	Siktedyp(m):		Farge:		Vær:	Vind:	Klorofyll:	
26.07.1994		12,15	5,50		Grålig			Stille	0,9 µg/l	
Dyp Meter	Temp °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> -metn %	H <sub>2</sub> S mg/l	Salt ppt	PO <sub>4</sub> µg P/l	Tot-P µg P/l	NH <sub>4</sub> µgN/l	NO <sub>3</sub> µgN/l	Tot- N µg N/l
0	19,3	9,19	104,79		8,10	5	14	22	6	180
2	18,0	9,56	120,73		29,50	5	14	19	3	160
4	17,6	9,32	117,00		9,32	6	14	17	3	150
6	17,0	9,49	117,95		9,49	6	14	19	3	155
10	9,9	8,27	89,07		30,90	5	14	22	5	125
15	6,0	5,50	55,15		33,70	7	14	22	96	215
20	5,6	3,67	36,52		34,00	67	78	46	119	300
25	5,6	3,06	30,47		34,10	84	96	46	116	300
30	5,6	1,14	11,35		34,10	126	163	61	117	284

GRISEFJORDEN		A2								
Dato:		Tid:	Siktedyp(m):		Farge:		Vær:	Vind:	Klorofyll:	
26.07.1994		13,15	4,20		Grålig			Stille	2,6 µg/l	
Dyp Meter	Temp °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> -metn %	H <sub>2</sub> S mg/l	Salt ppt	PO <sub>4</sub> µg P/l	Tot-P µg P/l	NH <sub>4</sub> µgN/l	NO <sub>3</sub> µgN/l	Tot- N µg N/l
0	20,8	9,43	120,93		23,10	5	12	22	130	375
2	18,1	9,71	122,42		28,90	5	12	34	60	300
4	15,9	8,66	104,74		29,20	5	12	46	71	345
6	12,4	2,94	33,08		29,20	5	15	134	46	470
10	8,2	0,57	5,89		30,30	5	20	149	20	365
15	6,6			0,32	31,70	52	72	497	<2	1265
20	6,2			6,34	32,20	94	118	649	<2	1245
25	6,1			9,81	32,30	101	137	778	<2	1380
30					32,30					

<b>LAFJORDEN</b>		<b>A4</b>									
<b>Dato:</b> 31.08.1994		<b>Tid:</b> 10,00	<b>Siktedyp(m):</b> 10,0			<b>Farge:</b> Grønn		<b>Vær:</b> Klart	<b>Vind:</b> Stille	<b>Klorofyll</b> 2,2 µg/l	
Dyp Meter	Temp °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> -metn %	H <sub>2</sub> S mg/l	Salt ppt	PO <sub>4</sub> µg P/l	Tot-P µg P/l	NH <sub>4</sub> µgN/l	NO <sub>3</sub> µgN/l	Tot- N µg N/l	
0	15,0	9,16				4	13	19	117	303	
2	17,5	8,16	99,95		26,00						
6	12,4	7,40	84,21		31,00						
10	10,7	7,38	81,79		32,60						
20	9,4	7,39	80,04		33,50						
30	9,4	7,37	80,03		33,90						
40	6,3	7,00	71,08		34,50						
50	6,3	6,87	68,80		34,60						
60	6,1	6,55	66,24		34,60						
80	6,3	3,24	32,96		34,80						
100	6,5	0,73	7,46		34,86						

<b>TJØRSVÅGBUKT</b>		<b>A3</b>									
<b>Dato:</b> 31.08.1994		<b>Tid:</b> 11,15	<b>Siktedyp(m):</b> 9,5			<b>Farge:</b> Grønn		<b>Vær:</b> Klart	<b>Vind:</b> Stille	<b>Klorofyll</b> 3,5 µg/l	
Dyp Meter	Temp °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> -metn %	H <sub>2</sub> S mg/l	Salt ppt	PO <sub>4</sub> µg P/l	Tot-P µg P/l	NH <sub>4</sub> µgN/l	NO <sub>3</sub> µgN/l	Tot- N µg N/l	
0	16,2	9,24	106,97		21,00	4	16	16	172	384	
2	17,7	8,31	101,25		24,50						
4	15,5	7,43	88,49		28,00						
6	12,6	7,41	84,14		30,00						
10	11,2	7,31	81,57		32,00						
15	8,2	6,34	66,69		33,20						
20	6,5	2,16	21,89		33,50						
25	6,2	0,36	3,63		34,00						
30	6,2			0,70	34,10						

<b>GRISEFJORDEN</b>		<b>A2</b>									
<b>Dato:</b> 31.08.1994		<b>Tid:</b> 12,15	<b>Siktedyp(m):</b> 5,5			<b>Farge:</b> Grøn/brun		<b>Vær:</b> Klart	<b>Vind:</b> Stille	<b>Klorofyll</b> 3,1 µg/l	
Dyp Meter	Temp °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> -metn %	H <sub>2</sub> S mg/l	Salt ppt	PO <sub>4</sub> µg P/l	Tot-P µg P/l	NH <sub>4</sub> µgN/l	NO <sub>3</sub> µgN/l	Tot- N µg N/l	
0	18,3	9,79	119,61		23,00	2	9	10	259	497	
2	19,1	9,85	125,91		28,00						
4	20,1	11,35	147,86		28,00						
6	16,8	8,31	102,20		29,00						
10	10,6			0,41	29,20	8	10	400	<2	1059	
15	7,8			0,52	31,40						
20	7,0			3,51	31,90						
25	6,8			6,97	32,10						
30											



<b>LAFJORDEN</b>		<b>A4</b>									
<b>Dato:</b> 20.09.1994		<b>Tid:</b> 10,00	<b>Siktedyp(m):</b> 7,0			<b>Farge:</b> Grønn		<b>Vær:</b>	<b>Vind:</b> NØ-bris	<b>Klorofyll</b> 1,6 µg/l	
Dyp Meter	Temp °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> -metn %	H <sub>2</sub> S mg/l	Salt ppt	PO <sub>4</sub> µg P/l	Tot-P µg P/l	NH <sub>4</sub> µgN/l	NO <sub>3</sub> µgN/l	Tot- N µg N/l	
0	14,2	8,57				4	13	24	62	220	
2	14,3	8,48	96,59		24,70						
6	14,7	7,35	87,42		30,40						
10	14,2	7,07	83,64		31,20						
20	13,3	7,03	82,09		32,10						
30	8,4	6,97	73,86		33,60						
40	6,5	6,87	70,09		34,50						
50											
60	6,1	6,35	64,26		34,70						
80	6,3	2,65	26,96		34,80						
100	6,4	1,04	10,61		34,85						

<b>TJØRSVÅGBUKT</b>		<b>A3</b>									
<b>Dato:</b> 20.09.1994		<b>Tid:</b> 11,30	<b>Siktedyp(m):</b> 6,0			<b>Farge:</b> Grønn		<b>Vær:</b>	<b>Vind:</b> N-bris	<b>Klorofyll</b> 1,9 µg/l	
Dyp Meter	Temp °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> -metn %	H <sub>2</sub> S mg/l	Salt ppt	PO <sub>4</sub> µg P/l	Tot-P µg P/l	NH <sub>4</sub> µgN/l	NO <sub>3</sub> µgN/l	Tot- N µg N/l	
0	14,8	8,79	101,51		25,30	4	14	22	106	263	
2	15,0	8,49	101,08		29,60						
4	14,9	7,87	93,80		30,10						
6	14,5	7,38	87,51		30,60						
10	13,9	6,89	80,94		31,10						
15	8,5	5,99	63,40		33,10						
20	7,0	2,31	23,71		33,70						
25	6,4	0,64	6,49		34,00						
30	6,3			1,25	34,10						

<b>GRISEFJORDEN</b>		<b>A2</b>									
<b>Dato:</b> 20.09.1994		<b>Tid:</b> 12,15	<b>Siktedyp(m):</b> 6,0			<b>Farge:</b> Grønn		<b>Vær:</b>	<b>Vind:</b> NØ-Bris	<b>Klorofyll</b> 0,6 µg/l	
Dyp Meter	Temp °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> -metn %	H <sub>2</sub> S mg/l	Salt ppt	PO <sub>4</sub> µg P/l	Tot-P µg P/l	NH <sub>4</sub> µgN/l	NO <sub>3</sub> µgN/l	Tot- N µg N/l	
0	13,5	9,63				2	9	14	442	552	
2	17,5	10,50	127,99		25,20						
4	16,2	7,81	94,93		29,00						
6	15,6	6,07	72,94		29,10						
10	12,3	0,59	6,63		29,30	13	102	333	9	1264	
15	7,7			1,46	29,50						
20	6,9			7,65	31,30						
25	6,7			12,43	31,90						
30	6,7			14,39	32,10						

<b>LAFJORDEN</b>		<b>A4</b>									
<b>Dato:</b> 18.10.1994		<b>Tid:</b> 09,00	<b>Siktedyp(m):</b> 17,0			<b>Farge:</b> Grønn		<b>Vær:</b> Sol	<b>Vind:</b> Stille	<b>Klorofyll</b>	
Dyp Meter	Temp °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> -metn %	H <sub>2</sub> S mg/l	Salt ppt	PO <sub>4</sub> µg P/l	Tot-P µg P/l	NH <sub>4</sub> µgN/l	NO <sub>3</sub> µgN/l	Tot- N µg N/l	
0	8,9	8,65				8	9	26	46	164	
2	11,3	8,20	90,51		29,90	14	15	27	17	132	
6	11,3	7,82	87,74		32,50	11	15	25	29	126	
10	11,1	7,69	86,13		32,90	12	17	25	42	138	
20	10,8	7,19	80,31		33,50	15	18	27	93	167	
30	8,0	6,91	73,03		34,60	28	31	27	175	221	
40	7,4	6,92	72,18		34,70	30	33	27	182	224	
50	6,8	6,61	68,00		34,70	35	37	26	202	241	
60	6,3	6,29	63,99		34,80	38	39	26	226	264	
80	6,3	3,03	30,83		34,80	68	70	26	306	336	
100	6,4	1,28	13,05		34,80	107	110	25	344	368	

<b>TJØRSVÅGBUKT</b>		<b>A3</b>									
<b>Dato:</b> 18.10.1994		<b>Tid:</b> 10,30	<b>Siktedyp(m):</b> 16			<b>Farge:</b> Grønn		<b>Vær:</b> Lett skyet	<b>Vind:</b> Stille	<b>Klorofyll</b>	
Dyp Meter	Temp °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> -metn %	H <sub>2</sub> S mg/l	Salt ppt	PO <sub>4</sub> µg P/l	Tot-P µg P/l	NH <sub>4</sub> µgN/l	NO <sub>3</sub> µgN/l	Tot- N µg N/l	
0	11,0	7,61				7	12	35	75	284	
2	11,3	8,20				8	14	27	21	160	
4	11,3	7,99				10	17	27	27	176	
6	11,2	7,91				10	13	27	29	166	
10	11,2	7,51				11	15	37	77	179	
15	9,4	4,98				24	28	34	150	281	
20	8,6	1,26				57	72	45	71	218	
25	6,5			0,37		168	205	99	10	218	
30	6,3			14,40		217	247	113	<2	218	

<b>GRISEFJORDEN</b>		<b>A2</b>									
<b>Dato:</b> 18.10.1994		<b>Tid:</b> 12,45	<b>Siktedyp(m):</b> 3,75			<b>Farge:</b> Grønn		<b>Vær:</b> Lett skyet	<b>Vind:</b> Stille	<b>Klorofyll:</b>	
Dyp Meter	Temp °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> -metn %	H <sub>2</sub> S mg/l	Salt ppt	PO <sub>4</sub> µg P/l	Tot-P µg P/l	NH <sub>4</sub> µgN/l	NO <sub>3</sub> µgN/l	Tot- N µg N/l	
0	7,2	10,53	107,44		32,00	3	6	25	339	549	
2	13,8	1,76				5	16	230	29	549	
4	12,1	0,12				8	22	317	13	763	
6	11,5			0,53		8	21	264	<2	632	
10	11,3	4,66				11	22	64	63	263	
15	9,5	0,55				18	76	208	10	606	
20	7,1			4,90		84	189	577	<2	1275	
25	6,8			14,40		151	226	930	<2	1464	
30											

<b>LAFJORDEN</b>		<b>A4</b>								
<b>Dato:</b> 22.11.1994		<b>Tid:</b> 0945	<b>Siktedyp(m):</b> 13,0		<b>Farge:</b> Grønn		<b>Vær:</b>	<b>Vind:</b> SV Frisk br.	<b>Klorofyll:</b>	
Dyp	Temp	O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> -metn	H <sub>2</sub> S	Salt	PO <sub>4</sub>	Tot-P	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	Tot- N
Meter	°C	mg/l	%	mg/l	ppt	µg P/l	µg P/l	µgN/l	µgN/l	µg N/l
0	7,3	10,24				6	25	20	216	394
2	8,6	8,88								
6	9,1	8,53								
10	8,9	8,70								
20	9,4	7,60								
30	8,5	6,63								
40	7,8	6,53								
50	7,2	6,40								
60	6,4	6,06								
80	6,3	1,88								
100	6,3	0,89								

<b>TJØRSVÅGBUKT</b>		<b>A3</b>								
<b>Dato:</b> 22.11.1994		<b>Tid:</b> 10,45	<b>Siktedyp(m):</b> 14,0		<b>Farge:</b> Grønn		<b>Vær:</b>	<b>Vind:</b> SV frisk br.	<b>Klorofyll:</b>	
Dyp	Temp	O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> -metn	H <sub>2</sub> S	Salt	PO <sub>4</sub>	Tot-P	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	Tot- N
Meter	°C	mg/l	%	mg/l	ppt	µg P/l	µg P/l	µgN/l	µgN/l	µg N/l
0		10,52				5	23	18	277	467
2	9,0	8,04								
4	9,4	8,08								
6	9,5	8,06								
10	10,2	6,90								
15	9,6	4,45								
20	7,8	1,54								
25	6,7			1,10						
30	6,4			3,20						

<b>GRISEFJORDEN</b>		<b>A2</b>								
<b>Dato:</b> 22.11.1994		<b>Tid:</b> 12,00	<b>Siktedyp(m):</b> 8,0		<b>Farge:</b> Grønn		<b>Vær:</b>	<b>Vind:</b> Frisk brs	<b>Klorofyll:</b>	
Dyp	Temp	O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> -metn	H <sub>2</sub> S	Salt	PO <sub>4</sub>	Tot-P	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	Tot- N
Meter	°C	mg/l	%	mg/l	ppt	µg P/l	µg P/l	µgN/l	µgN/l	µg N/l
0		11,37	93,81			<0,5	9	84	303	483
2	9,3	5,80	103,99							
4	10,5	3,24	27,81							
6	11,2	0,63	13,77							
10	10,9	0,55	18,52			7	42	124	<2	328
15	10,0	0,51	15,63							
20	7,6			8,42						
25	6,8			18,70						
30	6,8			20,20						

<b>LAFJORDEN</b>		<b>A4</b>								
<b>Dato:</b> 21.12.1994		<b>Tid:</b> 10,00	<b>Siktedyp(m):</b> 15,0		<b>Farge:</b> Grønn		<b>Vær:</b>	<b>Vind:</b> N-svak	<b>Klorofyll:</b>	
Dyp Meter	Temp °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> -metn %	H <sub>2</sub> S mg/l	Salt ppt	PO <sub>4</sub> µg P/l	Tot-P µg P/l	NH <sub>4</sub> µgN/l	NO <sub>3</sub> µgN/l	Tot- N µg N/l
0	4,7	11,36	93,04		7,74	3	8	59	275	494
2	7,7	8,90	87,77		30,60					
6	8,7	8,40	87,04		32,60					
10	8,8	8,69	92,36		33,00					
20	8,9	7,85	83,73		33,20					
30	9,0	7,16	76,88		33,90					
40	7,9	6,43	69,38		34,30					
50	7,2	6,22	65,50		34,40					
60	6,5	5,50	57,00		34,40					
80	6,2	2,47	25,04		34,60					
100	6,2	1,20	12,16		34,60					

<b>TJØRSVÅGBUKT</b>		<b>A3</b>								
<b>Dato:</b> 21.12.1994		<b>Tid:</b> 11,00	<b>Siktedyp(m):</b> 15,0		<b>Farge:</b> Grønn		<b>Vær:</b> Klart	<b>Vind:</b> N-svak	<b>Klorofyll:</b>	
Dyp Meter	Temp °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> -metn %	H <sub>2</sub> S mg/l	Salt ppt	PO <sub>4</sub> µg P/l	Tot-P µg P/l	NH <sub>4</sub> µgN/l	NO <sub>3</sub> µgN/l	Tot- N µg N/l
0	5,0	11,34	92,79		6,47	5	8	54	276	486
2	7,8	8,94	91,11		29,70					
4	8,5	7,97	83,98		32,40					
6	8,7	7,96	84,58		33,00					
10	8,8	8,00	85,42		33,40					
15	9,0	5,34	57,31		33,50					
20	8,1	1,30	13,67		33,50					
25	7,1			0,19	33,80					
30	6,7			0,52	33,96					

<b>GRISEFJORDEN</b>		<b>A2</b>								
<b>Dato:</b> 21.12.1994		<b>Tid:</b> 12,00	<b>Siktedyp(m):</b> 7,0		<b>Farge:</b> Grøn/brun		<b>Vær:</b> Klart	<b>Vind:</b> N-svak	<b>Klorofyll:</b>	
Dyp Meter	Temp °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> -metn %	H <sub>2</sub> S mg/l	Salt ppt	PO <sub>4</sub> µg P/l	Tot-P µg P/l	NH <sub>4</sub> µgN/l	NO <sub>3</sub> µgN/l	Tot- N µg N/l
0	4,3	11,90			3,56	<0,5	4	9	266	463
2	5,3	11,60	94,23		19,20					
4	9,3	2,63	36,19		30,10					
6	9,6	1,29	16,69		30,50					
10	9,6	1,73	23,30		31,00	12	23	41	245	579
15	9,2	1,47	28,67		31,30					
20	7,3			11,47	31,50					
25	6,9			16,80	32,00					
30					32,10					

<b>LAFJORDEN A4</b>											
<b>Dato:</b> 24.01.1995		<b>Tid:</b> 10,30	<b>Siktedyp(m):</b> 10m			<b>Farge:</b> Grønn		<b>Vær:</b> Nord vest	<b>Vind:</b> Frisk bris	<b>Klorofyll:</b>	
Dyp Meter	Temp °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> -metn %	H <sub>2</sub> S mg/l	Salt ppt	PO <sub>4</sub> µg P/l	Tot-P µg P/l	NH <sub>4</sub> µgN/l	NO <sub>3</sub> µgN/l	Tot- N µg N/l	
0	3,1	11,28				9	11	49	267	465	
2	6,5	9,07	77,23		31,80						
6	7,3	8,85	89,58		33,30						
10	7,2	8,87	91,48		33,30						
20	7,5	8,74	90,10		33,60						
30	8,5	7,96	82,85		34,00						
40	8,2	7,16	76,24		34,00						
50	7,4	6,11	64,70		34,20						
60	6,7	5,35	55,66		34,30						
80	6,3	2,39	24,27		34,50						
100	6,5	1,11	11,33		34,60						

<b>TJØRSVÅGBUKT A3</b>											
<b>Dato:</b> 24.01.1995		<b>Tid:</b> 11,30	<b>Siktedyp(m):</b> 14			<b>Farge:</b> Grønn		<b>Vær:</b> Nord vest	<b>Vind:</b> Frisk bris	<b>Klorofyll:</b>	
Dyp Meter	Temp °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> -metn %	H <sub>2</sub> S mg/l	Salt ppt	PO <sub>4</sub> µg P/l	Tot-P µg P/l	NH <sub>4</sub> µgN/l	NO <sub>3</sub> µgN/l	Tot- N µg N/l	
0	4,0	11,18				6	10	40	267	467	
2	7,0	8,45	84,14		29,00						
4	7,8	7,79	65,54								
6	7,8	7,93	82,55		33,00						
10	7,6	8,19									
15	7,8	7,10	74,15		33,50						
20	8,2	2,82	29,80		33,90						
25	7,3			0,10	33,90						
30	7,0			2,08	33,90						

<b>GRISEFJORDEN A2</b>											
<b>Dato:</b> 24.01.1995		<b>Tid:</b> 12,15	<b>Siktedyp(m):</b> 9			<b>Farge:</b> Grønn		<b>Vær:</b>	<b>Vind:</b> NV-svak	<b>Klorofyll:</b>	
Dyp Meter	Temp °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> -metn %	H <sub>2</sub> S mg/l	Salt ppt	PO <sub>4</sub> µg P/l	Tot-P µg P/l	NH <sub>4</sub> µgN/l	NO <sub>3</sub> µgN/l	Tot- N µg N/l	
0	2,9	12,20				2	4	14	311	537	
2	3,7	11,93	121,84		6,20						
4	7,6	3,57	47,08		29,60						
6	8,3	1,61	23,47		30,60						
10	8,3	2,24	33,29		31,10	16	25	25	372	588	
15	8,0	2,77	41,25		31,40						
20	8,0			4,79	32,00						
25	6,9			23,21	32,00						
30					32,00						

## Vedlegg 2

## Klassifisering av tilstand. Virkninger av næringsalter og organiske stoffer.

(Fra SFT-veiledning nr. 93:02. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Rygg, 1993)).

Overflate-lag	Parametre	Tilstandsklasser				
		I God	II Mindre god	III Nokså dårlig	IV Dårlig	V Meget dårlig
Sommer (mai-september)	( $\mu\text{g/l}$ )					
	Tot. Fosfor	< 12	12-16	<b>16-29</b>	<b>29-60</b>	> 60
	Fosfor-P	< 4	4-7	<b>7-16</b>	<b>16-50</b>	> 50
	Tot. Nitrogen	< 250	250-330	<b>330-500</b>	<b>500-800</b>	> 800
	Nitrat-N	< 12	12-23	<b>23-65</b>	<b>65-250</b>	> 250
	Ammonium-N	< 19	19-50	<b>50-200</b>	<b>200-325</b>	> 325
	Klorofyll <i>a</i>	< 1.9	1.9-3.4	<b>3.4-7.3</b>	<b>7.3-20</b>	> 20
Siktedyp (m)	> 7.5	7.5-6.2	<b>6.2-4.5</b>	<b>4.5-2.5</b>	> 2.5	
Vinter (november- februar)	( $\mu\text{g/l}$ )					
	Tot. Fosfor	< 21	21-25	<b>25-42</b>	<b>42-60</b>	> 60
	Fosfor-P	< 16	16-21	<b>21-34</b>	<b>34-50</b>	> 50
	Tot. Nitrogen	< 295	295-380	<b>380-560</b>	<b>560-1300</b>	> 1300
	Nitrat-N	< 90	90-125	<b>125-225</b>	<b>225-350</b>	> 350
Ammonium-N	< 33	33-75	<b>75-155</b>	<b>155-325</b>	> 325	
Dypvann	Oksygen (ml/l, gjennomsnitt år <sup>-1</sup> )	> 5.3	5.3-3.8	<b>3.8-1.0</b>	<b>1.0-0</b>	H <sub>2</sub> S
	Oksygen (ml/l, minimum år <sup>-1</sup> )	> 3.2	3.2-1.0	<b>1.0-0</b>	<b>H<sub>2</sub>S</b>	H <sub>2</sub> S
Sediment	Organisk karbon (mg C/g)	< 30	30-48	<b>48-70</b>	<b>70-130</b>	> 130
	Organisk nitrogen (mg N/g)	> 2.7	2.7-4.2	<b>4.2-5.9</b>	<b>5.9-7.5</b>	> 7.5
Arts- mangfold bløtbnns-fauna	Huberts indeks (ES <sub>n=100</sub> )	> 18.5	18.5-12	<b>12-7</b>	<b>7-4</b>	< 4
	Shannon-Wiener indeks (H)	> 3.1	3.1-2.1	<b>2.1-1.3</b>	<b>1.3-0.8</b>	< 0.8

## Vedlegg 3

### Avendelse og prinsipper for de kjemiske analysemetodene som benyttes ved NIVA.

#### Metode E 2. METALLER, ATOMABSORPSJON GRAFITTOVN

Denne metoden benyttes når metallkonsentrasjonene i løsningene er så lave at de ikke kan bestemmes ved atomisering i flamme uten oppkonsentrering. Atomisering i grafittovn omfatter bestemmelse av sølv, aluminium, kadmium, kobolt, **krom**, kobber, jern, mangan, molybden, nikkel, bly, sink, strontium og vanadium. Prøvene kan være naturlig vann, ekstrakter, eller oppslutninger av slam, sedimenter og biologisk materiale.

**Instrument:** Perkin-Elmer 2380/HGA-500

**Prinsipp:** En passende mengde prøve (20-50 µl), konservert med salpetersyre, overføres til et grafittrør som oppvarmes elektrotermisk. Ved trinnvis øking av temperaturen etter et program tilpasset for hvert enkelt metall, gjennomføres tørking, foraskning og atomisering. Som lyskilde benyttes en hulkatodelampe, der katoden inneholder det metallet som skal bestemmes, eller en elektrodøs lampe (EDL). Lampene avgir et linjespektrum som er spesifikt for lampen og det metallet som skal bestemmes. Lyset absorberes selektivt av dette elementets atomer når det passerer gjennom den atomiserte prøven. Metallkonsentrasjonen bestemmes ved å jevnføre prøvens absorbans med kjente kalibreringsløsningers absorbans.

## Vedlegg 4

## Artsliste fra strandsoneregistreringer i Flekkefjordene august 1995.

Tegnforklaringer: d= dominerende, v= vanlig, s= spredt, e= enkeltfunn, \*= nærmere identifisert i mikroskop.

Prosjektnummer: O-94249		FYLKE: Vest-Agder								
		KOMMUNE: Flekkefjord								
		DATO: 28/08/95								
STASJONSNR	1	2	3	4	5	6	7	8	10	C17
STASJONSNAVN	Grisefj	Unes	Wahlsodden	Kyr- odden	Fjellsehol m.	Bjørn- øyene	Ternehl m.	Skarve hellere n	Esp- odden	Stol-en
<i>Calothrix.</i>	d	s	v	s	d	v	v	v	v	v
<i>Spirulina</i>	*	*	*							
<i>Zostera marina</i>			s							
<b>Rødalger</b>										
<i>Ahnfeltia plicata</i>					s	v*	v	s	s	s
<i>Audouinella</i> sp.					*			s*		
<i>Callithamnion corymbosum</i>	*			*	*	s*	s*			
<i>Ceramium rubrum</i>			v*	d*	d*	d*	d*	v*	d*	v*
<i>Chondrus crispus</i>			s	s	s		s	s		
<i>Corallinaceae</i>			s	s	s	v	d	d	d	d
<i>Cystoclonium purpureum</i>				s*	s*	e*			*	s
<i>Furcellaria lumbricalis</i>					s	v		s		
<i>Hildenbrandia rubra</i>			s	d	d	d	d			
<i>Mastocarpus stallatus</i>								d	v*	v
<i>Membranoptera alata</i>							e*	e*		*
<i>Nemalion helminthoides</i>						e	s*		*	
<i>Palmaria palmata</i>						s-v	s	v	v	v
<i>Phycodrys rubens</i>						e*	s*			
<i>Phyllophora pseudoceranoides</i>								s*		
<i>Phyllophora truncata</i>							s*			
<i>Polysiphonia brodiaei</i>								*	*	
<i>Polysiphonia elongata</i>						*				*
<i>Polysiphonia nigrescens</i>			s*	s-v*	v*	e*				
<i>Polysiphonia</i> sp.			s		s	s	e	s*	*	s
<i>Polysiphonia urceolata</i>	d*	d*						*		
<i>Polysiphonia violacea</i>										*
<i>Porpyra umbilicalis</i>						v	s	s	v	v
<i>Rhodomela confervoides</i>							e*			
<i>Trailliella intricata</i>										s-v
<b>Brunalger</b>										
<i>Ascophyllum nodosum</i>	s	s	s		s					
<i>Chorda filum</i>				s	s				e	e
<i>Chordaria falgelliformis</i>						s				
<i>Desmarestia aculeata</i>								e		
<i>Ectocarpus</i> sp.		v	d*	d*	s*		*	*		*
<i>Giffordia</i> sp.								s		
<i>Fucus evanescens</i>			s	s						
<i>Elachista fucicola</i>				s	s		s	v		
<i>Fucus serratus</i>			s	d	d	d	d	s	d	
<i>Fucus vesiculosus</i>	s	v	s	s	s	s	s	s		
<i>Laminaria digitata</i>				s	s	v	d		v	d
<i>Laminaria saccharina</i>								d		
<i>Laminaria hyperborea</i>										
<i>Pilayella littoralis</i>										s
<i>Ralfsia verrucosa</i>				s	s-v				s	
<i>Sphacelaria</i> sp.	s		s							
<i>Sphacelaria cirrosa</i>		v*		*	*	*				
<i>Halidrys siliquosa</i>					s					



## Vedlegg 3 forts.

STASJONSNR	1	2	3	4	5	6	7	8	10	C17
<b>Grønnalger</b>										
<i>Cladophora rupestris</i>	v*				v*	d	d	s	v	v
<i>Cladophora</i> sp.	s-v*	d*	d*	s	s*	v*			s	
<i>Enteromorpha</i> spp.	v	s	v	s-v		s	s	v	v	s-v
<i>Spongomorpha</i> sp.								s		
<i>Ulva lactuca</i>	s			s	s	s		s	v	s
<i>Blidingia minima</i>	*				*					
<i>Prasiola stipitata</i>								v		
<i>Rhizoclonium</i>			*		*					
<i>Chaetomorpha melangonium</i>							s	s	s-v	v
cf. <i>Myriactula</i>				*						
<b>Fjæredyr</b>										
<i>Actinide</i>						v	s-v	d		v
<i>Alcyonidium hirsutum</i>				v	v-d	d	v	s	s	s
<i>Asterias rubens</i>	v	e	s	v	s	s	s	s	v	s
( <i>Asterias rubens</i> , juv.)		d	s	v	s	v				
<i>Balanus balanoides</i>	s		e	s			s	d	v	v
( <i>B. balanoides</i> , døde)	s									
<i>Balanus improvisus</i>	s	s		s			s			
( <i>B. improvisus</i> , døde)	v	s	s							
<i>Bittium</i>	s			s						
<i>Botryllus schlosseri</i>				v	s					
<i>Bryozoa</i> indet.	s	v	d	v-d	s	s				
<i>Carcinus maenas</i>	e	e	e	e	e					
<i>Ciona intestinalis</i>	e	v								
<i>Electra pilosa</i>			s	v	v	d	d	d	d	d
<i>Halichondria panicea</i>				s	s	d	v	s	s	v-d
<i>Clava</i>					s-v	s	s		s	
<i>Dynamena pumila</i>		e-s	s	s	v	d	v	d	v-d	
<i>Laomedea</i>			s	s	s	v	v-d	s	s	
<i>Littorina littorea</i>	e	v	v	s	s	s	e	s	e-s	s
( <i>Littorina littorea</i> , juv.)	v		v							
<i>Littorina obtusata</i>				v	v					
<i>Littorina saxatilis</i>					s	s	s	v	v	s
<i>Marthasterias glacialis</i>				e			e		e	
<i>Membranipora membr.</i>		v	v	v	v	v-d	d	d	v	
<i>Metridium senile</i>						v		v		s-v
Mosdyr på tang		v								
<i>Mytilus edulis</i>		v	d	v	s					
( <i>Mytilus edulis</i> , juv.)	v	s	s	s		v	e	v-d	s	
<i>Patella vulgata</i>								v		e
<i>Patina pellucida</i>										e
<i>Porifera</i> indet.				s	s					
<i>Psammechinus miliaris</i>		v		e						
<i>Rissoa</i>		e	e	v						
<i>Sagartiogeton</i> sp.						v				
små røde snegl				s				s	v	
småhvite snegl				s						
<i>Spirorbis</i> sp.	v	v	v	s	v-d	d	v	s		
<i>Tubularia indivisa</i>							s	s	e	s
<i>Urticina felina</i>						v	v	s		s
<b>Totalt antall arter</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>29</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>46</b>	<b>35</b>	<b>37</b>
<b>Antall rødalger</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>12</b>
<b>Antall brunalger</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Antall grønnalger</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
<b>Annet (diatomeer, bl.gr. bakt)</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Antall dyr</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>22</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>16</b>

## Vedlegg 4

## Arter registrert i Flekkefjordene i september 1973/74 og august 1995.

Data fra 1973/74 er hentet fra Kolstad et al. (1976). Stasjon 1: Grisefjorden, 2: Uenes, 3: Wahlsodden, 4: Kyrodden, 5: Fjellseholmen, 6: Bjørnøyene, 7: Terneholmen, 8: Skarvehelleren, 10: Espodden, C17: Stolen.

STASJONSNR	1	2	3	4	5	6	7	8	10	C17	1	2	3	4	5	6	7	8	10
Årstall	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	73	73	73	73	73	73	73	73	73
<i>Calothrix</i> .	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1		1	1		1	1	1
<i>Spirulina</i>	1	1	1								1	1	1						
<i>Zostera marina</i>			1										1	1					
<b>Rødalger</b>																			
<i>Ahnfeltia plicata</i>					1	1	1	1	1	1							1		
<i>Audouinella</i> sp.					1			1					1					1	1
<i>Callithamnion corymosum</i>	1			1	1	1	1						1		1	1			1
<i>Callophyllis laciniata</i>																1	1		1
<i>Ceramium rubrum</i>			1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Ceramium</i> sp.											1	1	1	1	1			1	1
<i>Chondrus crispus</i>			1	1	1		1	1								1	1	1	
<i>Chylocladia verticillata</i>															1	1	1		
<i>Corallina officinalis</i>															1	1	1		
<i>Corallinaceae</i>			1	1	1	1	1	1	1	1						1	1	1	
<i>Cystoclonium purpureum</i>				1	1	1				1	1								
<i>Dilsea carnosa</i>																	1		1
<i>Erythrotrichia carnea</i>													1						
<i>Furcellaria lumbricalis</i>					1	1		1									1		
<i>Goniotrichum elegans</i>											1	1							
<i>Gracilaria verrucosa</i>											1					1			
<i>Hildenbrandia rubra</i>			1	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Mastocarpus stallatus</i>									1	1	1			1				1	
<i>Fosliella limitata</i>																1			
<i>Membranoptera alata</i>							1	1		1									
<i>Nemalion helminthoides</i>						1	1		1								1		
<i>Palmaria palmata</i>						1	1	1	1	1					1			1	
<i>Phycodrys rubens</i>					1	1											1	1	1
<i>Phyllophora pseudocer.</i>								1			1								
<i>Phyllophora truncata</i>							1											1	
<i>Plumaria elegans</i>													1						
<i>Polyides rotundus</i>																1	1		
<i>Polysiphonia brodiaei</i>								1	1										
<i>Polysiphonia elongata</i>						1				1				1	1	1	1		1
<i>Polysiph. hemispherica</i>											1								
<i>Polysiphonia nigrescens</i>				1	1	1	1				1		1	1	1	1	1	1	1
<i>Polysiphonia</i> sp.				1		1	1	1	1	1									
<i>Polysiphonia urceolata</i>	1	1							1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Polysiphonia violacea</i>										1									1
<i>Porpyra umbilicalis</i>						1	1	1	1	1		1					1	1	1
<i>Ptilota plumosa</i>																	1	1	1
<i>Rhodomela confervoides</i>							1						1				1		
<i>Seirospora seirosperma</i>													1	1					
<i>Trailiella intricata</i>										1									1
<b>Brunalger</b>																			
<i>Ascophyllum nodosum</i>	1	1	1		1						1	1	1	1	1				
<i>Asperococcus</i> spp.														1	1	1			
<i>Chorda filum</i>				1	1				1	1	1		1	1	1				
<i>Chordaria falgelliformis</i>						1										1			1
<i>Cladostephus spongiosus</i>														1					

STASJONSNR	1	2	3	4	5	6	7	8	10	C17	1	2	3	4	5	6	7	8	10
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	----	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Årstall	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	73	73	73	73	73	73	73	73	
<i>Desmarestia aculeata</i>											1							1	1	1
<i>Ectocarpus</i> sp.		1	1	1	1		1	1		1			1						1	1
<i>Elachista fucicola</i>				1	1		1	1							1					
<i>Fucus evanescens</i>			1	1																
<i>Fucus serratus</i>			1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Fucus spiralis</i>													1							1
<i>Fucus vesiculosus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Giffordia</i> sp.										1			1							
<i>Halidrys siliquosa</i>					1								1	1	1	1	1			
<i>Laminaria digitata</i>				1	1	1	1		1	1			1			1		1	1	1
<i>Laminaria hyperborea</i>								1								1	1	1	1	1
<i>Laminaria saccharina</i>													1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pilayella littoralis</i>											1		1	1	1					
<i>Ralfsia verrucosa</i>				1	1					1				1						
<i>Spermatochnus paradoxus</i>												1						1		
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	1	1	1	1	1	1								1	1	1	1	1	1	1
<i>Spongonema tomentosum</i>																				1
<i>Stictyosiphon tortilis</i>																		1		
<i>Striaria attenuata</i>														1	1	1				
<b>Grønnalger</b>																				
<i>Blidingia minima</i>	1				1															
<i>Bryopsis plumosa</i>																				1
cf. <i>Myriactula</i>				1																
<i>Chaetomorpha melangonium</i>							1	1	1	1										
<i>Cladophora rupestris</i>	1				1	1	1	1	1	1		1			1	1	1	1	1	1
<i>Cladophora</i> sp.	1	1	1	1	1	1				1		1	1	1	1			1	1	
<i>Codium fragile</i>														1	1	1	1	1		1
<i>Derbesia marina</i>													1							
<i>Enteromorpha</i> spp.	1	1	1	1		1	1	1	1	1		1	1	1		1		1	1	1
<i>Prasiola stipitata</i>									1											1
<i>Rhizoclonium</i> sp.				1	1							1		1						
<i>Spongomorpha</i> sp.										1										1
<i>Ulva lactuca</i>	1			1	1	1		1	1	1		1		1		1	1	1	1	1
<i>Urospora/Ulothrix</i>												1	1	1						
<b>STASJON</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>C17</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
Totalt antall rødalger	2	1	6	7	11	14	14	14	10	12		8	5	10	9	11	14	18	16	14
Totalt antall brunalger	3	4	6	9	10	5	5	7	4	4		4	4	10	12	11	11	9	8	11
Totalt antall grønnalger	5	2	3	4	5	4	3	6	5	4		6	4	6	2	4	3	5	5	6
Totalt antall alger (R+B+G)	10	7	15	20	26	23	22	27	19	20		18	13	26	23	26	28	32	29	31
% andel:																				
Rødlager	20	14	40	35	42	61	64	52	53	60		44	38	38	39	42	50	56	55	45
Brunalger	30	57	40	45	38	22	23	26	21	20		22	31	38	52	42	39	28	28	35
Grønnalger	50	29	20	20	19	17	14	22	26	20		33	31	23	9	15	11	16	17	19