



Statlig program for  
forurensningsovervåking

# Rapport 720/97

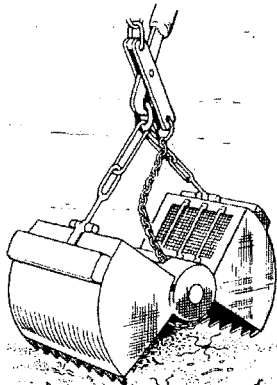
Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

Utførende institusjon

NIVA

## Overvåkning av Grenlandsfjordene Bløtbunnsfauna-undersøkelser 1997



**Hovedkontor**

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

**Sørlandsavdelingen**

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

**Østlandsavdelingen**

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

**Vestlandsavdelingen**

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

**Akvaplan-NIVA A/S**

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

<b>Tittel</b> Overvåking av Grenlandsfjordene. Bløtbunnsfaunaundersøkelser 1997 (Statlig program for forurensningsovervåking. Overvåkingsrapport nr. 720/97. TA-nr. 1506/1997)	Løpenr. (for bestilling) 3783-98	Dato 1998.01.29	
	Prosjektnr. Undernr. O-803124	Sider 20	Pris kr. 75,-
<b>Forfatter(e)</b>  Rygg, Brage	Fagområde Marin eutrofi	Distribusjon	
	Geografisk område Telemark	Trykket NIVA	

<b>Oppdragsgiver(e)</b> Statens forurensningstilsyn (Statlig program for forurensningsovervåking)	Oppdragsreferanse
--	-------------------

**Sammendrag**

Konsentrasjonene av totalt organisk karbon i sedimentene på de tre stasjonene i Grenlandsfjordene var høyere enn hva som er vanlig langs kysten av Sør-Norge. Artssammensetningen på de tre stasjonene er typisk for næringsrike fjordbassenger. På stasjonen i nordre Langesundsfjorden hadde det fra 1994 til 1995 og 1996 skjedd en moderat forverring i faunatilstanden, med en nedgang i artsmangfoldet. Det var tegn til en svak forbedring fra 1996 til 1997, men tilstanden var fortsatt dårligere enn i 1994. På stasjonen i søndre Langesundsfjorden var det ingen forverring i faunaen fra 1994 til 1996. Derimot ble det observert en liten nedgang i artsmangfoldet fra 1996 til 1997. På stasjonen i Håøyfjorden var det en dramatisk forverring fra mai 1994 til mai 1996, da faunaen nesten var utslettet. I 1997 var tilstanden tydelig forbedret, men fremdeles dårligere enn i Langesundsfjorden. Verdiene for artsmangfold viste *mindre god tilstand* (klasse III) på stasjonen i nordre Langesundsfjorden i 1986, 1995, 1996 og 1997, men *god tilstand* (klasse II) i 1987 og 1994. Stasjonen i søndre Langesundsfjorden hadde *god tilstand* (klasse II) i 1986, 1994 og 1996, men *mindre god tilstand* (klasse III) i 1997. Stasjonen i Håøyfjorden hadde *dårlig tilstand* (klasse IV) i 1987, 1994 og 1997, og *meget dårlig tilstand* (klasse V) i 1996.

Fire norske emneord 1. Langtidsovervåking 2. Grenlandsfjordene 3. Bløtbunnsfauna 4. Sedimenter	Fire engelske emneord 1. Long-term monitoring 2. Grenland fjords (Norway) 3. Soft-bottom fauna 4. Sediments
--	---

  
 Brage Rygg  
 Prosjektleder

ISBN 82-577-3356-3

  
 Bjørn Braaten  
 Forsknings sjef

# **Overvåking av Grenlandsfjordene**

Bløtbunnsfaunaundersøkelser 1997

## **Forord**

Undersøkelsene av bløtbunn i Grenlandsområdet er utført på oppdrag for SFT innen rammen av Statlig program for forurensningsovervåking.

Innsamling av bløtbunnsfaunaprøver og sedimentprøver ble gjennomført 31. mai 1997. Toktfartøy var M/S "Risøy". Deltakere fra NIVA var Unni Efraimsen og Lise Tveiten.

Prøvene ble opparbeidet av Unni Efraimsen, Randi Romstad, Brage Rygg, Pirkko Rygg og Lise Tveiten.

Oslo, 29. januar 1998

*Brage Rygg*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Bakgrunn</b>	<b>7</b>
<b>2. Materiale og metoder</b>	<b>7</b>
<b>3. Resultater</b>	<b>10</b>
3.1 Sedimenter	10
3.2 Bløtbunnsfauna	11
3.2.1 Artssammensetning	11
3.2.2 Artsmangfold og andre faunaparametre	12
<b>4. Diskusjon</b>	<b>15</b>
<b>5. Henvisninger</b>	<b>17</b>
<b>6. Vedlegg</b>	<b>18</b>

---

## Sammendrag

Tilførslene av organisk materiale og næringssalter til Grenlandsfjordene har ført til stor organisk belastning av dypvannet i området. I enkelte av fjordbassengene med liten vannutskiftning er det periodevis oksygenmangel. Forurensningsømfintlige arter er fortrent og tolerante arter dominerer. Overvåkingen av bløtbunnsfaunasamfunnene har som formål å følge med i tidsutviklingen i forurensningspåvirkningen. Stasjon F8 i nordre Langesundsfjorden, P8 lengre ute i Langesundsfjorden og H2 i Håøyfjorden ble valgt som stasjoner til langtidsovervåking for å indikere trender i faunaen. Stasjonene er tidligere prøvetatt i periodene 1986-87 og 1994-96.

Konsentrasjonene av totalt organisk karbon i sedimentene i Grenlandsfjordene var høyere enn hva som er vanlig ellers langs kysten av Sør-Norge. Nivåene på alle tre stasjonene viste *mindre god tilstand* (tilstandsklasse III). På stasjon H2 i Håøyfjorden var verdiene litt lavere i 1997 enn i 1996.

Arts sammensetningen på de tre stasjonene er typisk for næringsrike fjordbassenger. Børstemarkene *Heteromastus filiformis*, *Chaetozone setosa* og *Cossura longocirrata*, som er de mest dominerende, er opportunistiske og forurensningstolerante arter.

På stasjon F8 (nordre Langesundsfjorden) har det fra 1994 til 1995 og 1996 skjedd en moderat forverring i faunatilstanden, med en nedgang i artsmangfoldet. Fra 1996 til 1997 var det tegn til en svak forbedring, men tilstanden var fortsatt dårligere enn i 1994.

På stasjon H2 (Håøyfjorden) var det en dramatisk forverring i faunatilstanden fra mai 1994 til mai 1996, da faunaen nesten var utslettet. I 1997 var tilstanden tydelig forbedret, men H2 var fremdeles den av de tre stasjonene som viste den dårligste tilstanden. Den fattige faunaen på stasjon H2 i 1996, med børstemarken *Capitella capitata* til stede, er typisk for lokaliteter med svært dårlige miljøforhold. I 1997 var *Capitella* borte fra H2, og *Heteromastus* og *Chaetozone* dominerte på alle tre stasjonene.

På stasjon P8 (søndre Langesundsfjorden) var det ingen forverring i faunaen fra 1994 til 1996. Derimot ble det observert en nedgang i artsmangfoldet fra 1996 til 1997, slik at tilstanden da var omtrent lik den på F8.

Artsmangfold (H og ES<sub>100</sub>) og indikatorartsindeks (AI) viste at bløtbunnsfaunaen hadde en *mindre god tilstand* (klasse III) på stasjon F8 i 1986, 1995, 1996 og 1997, men *god tilstand* (klasse II) i 1987 og 1994. Stasjon H2 hadde *dårlig tilstand* (klasse IV) i 1987, 1994 og 1997, og *meget dårlig tilstand* (klasse V) i 1996. Stasjon P8 hadde *god tilstand* (klasse II) i 1986, 1994 og 1996, men *mindre god tilstand* (klasse III) i 1997. Det var altså en tendens til dårligere tilstand i Langesundsfjorden fra 1994 til 1997

## Summary

Title: Monitoring of the Grenland fjords, Norway, 1997

Year: 1998

Author: Rygg, Brage

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3356-3

Inputs of organic material and nutrients to the Grenland fjords have caused a high organic load on the deep water bodies in the area. In some of the fjords' deep basins with restricted water renewal there is periodically a shortage of oxygen. Pollution sensitive species are eliminated and tolerant species dominate.

The purpose of monitoring the condition of the soft-bottom fauna communities is to keep an eye on trends in the pollution impact. The stations F8 in the inner Langesundsfjord, P8 farther out in the Langesundsfjord and H2 in the Håøyfjord were chosen for long-term monitoring to indicate trends in the fauna. The stations were previously sampled in 1986-87 and 1994-95.

The concentrations of total organic carbon in the sediments in the Grenland fjords were markedly higher than most levels elsewhere along the coast of southern Norway. At station H2 the levels were a little lower in 1997 than in 1996.

The species composition at the stations were typical of nutrient rich fjord basins. The polychaetes *Heteromastus filiformis*, *Chaetozone setosa* and *Cossura longocirrata*, which dominated, are opportunistic and pollution-tolerant species. The poor fauna at station H2 in 1996, with the polychaete *Capitella capitata* present, is typical of localities having very poor conditions.

At station F8 (northern Langesundsfjord) the fauna was moderately deteriorated, showing a decrease in diversity from 1994 to 1995 and 1996. There was some indication of a slight improvement from 1996 to 1997, but the conditions were still not as good as in 1994.

At station H2 (Håøyfjorden) the fauna was dramatically deteriorated from 1994 to a nearly wiped-out fauna in 1996. In 1997 the conditions had clearly improved.

At station P8 (southern Langesundsfjord) the fauna had not changed from 1994 to 1996, but a decline in the diversity from 1996 to 1997 was observed, approaching the conditions at the inner station F8.

Diversity (H and  $ES_{100}$ ) and the indicator species index (AI) showed *less good conditions* (class III) in the soft-bottom fauna at station F8 in 1986, 1995, 1996 and 1997, but *good conditions* (class II) in 1987 and 1994. Station H2 showed *bad conditions* (class IV) in 1987, 1994 and 1997, and *very bad conditions* (class V) in 1996. Station P8 showed *good conditions* (class II) in 1986, 1994 and 1996, but *less good conditions* (class III) in 1997.

# 1. Bakgrunn

Tilførslene av organisk materiale og næringssalter til Grenlandsfjordene har ført til stor organisk belastning av dypvannet i området. I enkelte av fjordbassengene med liten vannutskiftning er det periodevis oksygenmangel. Forurensningsømfintlige arter er fortrent og tolerante arter dominerer. I Frierfjorden er det en gradvis økende forverring av faunatilstanden med økende dyp fra 25 m (ved Rafneslandet allerede fra 10-15 m). Dype bunnområder i Frierfjorden er råtne og uten dyreliv. I de fjordområdene utenfor Breviksundet hvor bløtbunnsfauna er undersøkt, er påvirkningen mest tydelig i nordre del av Langesundsfjorden og i Håøyfjorden (Rygg 1995a; 1997).

I de siste årene er tilførslene av organisk stoff, nitrogen og fosfor til Frierfjorden redusert. Overvåkingen av bløtbunnsfaunasamfunnene har som formål å følge med i tidsutviklingen i forurensningspåvirkningen.

Bløtbunnsundersøkelser gir gode tilstandsbeskrivelser og muligheter for å avdekke gradienter og forskjeller eller likheter mellom lokaliteter, samt endringer over tid. Best egnet er undersøkelsene til å påvise virkninger av organisk belastning (direkte tilførsler av organisk materiale eller indirekte som følge av næringssaltforurensning og sedimentering av marint planteplankton) eller virkninger av oksygenmangel.

Et artsrikt dyresamfunn tyder på gode miljøforhold og liten forurensningspåvirkning. Et samfunn med jevn fordeling av individantall mellom artene betraktes som mer variert enn et samfunn hvor noen arter har mye høyere individantall enn andre arter. Et høyt antall arter i forhold til det totale individantallet betyr også at samfunnet er variert. Det er utviklet metoder for matematisk behandling av dette, slik at det kan beregnes indeksverdier for såkalt artsmangfold (diversitet) som gir mulighet til å sammenligne prøvematerialet fra stasjoner med forskjellig individtetthet. Indikatorartsindeksen (AI) viser om det er overvekt av forurensningstolerante eller forurensningsømfintlige arter. Toleranse overfor dårlige miljøforhold er forskjellig fra art til art. Ved forurensningsbelastning kan ømfintlige arter slås ut og tolerante arter bli mer vanlige. Indikatorartenes innslag i faunaen på en lokalitet kan brukes til utregning av en verdi for indikatorartsindeksen, som har sammenheng med lokalitetens miljøtilstand.

En stasjon i nordre Langesundsfjorden (F8), en lengre sør i Langesundsfjorden (P8) og en i Håøyfjorden (H2), ble valgt til stasjoner i langtidsovervåkingen for å indikere trender i faunaen. Stasjonene er tidligere prøvetatt i periodene 1986-87 og 1994-96 (Tabell 1). Det er anbefalt å gjøre årlige undersøkelser. Eventuelle trender kan raskere påvises ved årlige undersøkelser enn ved undersøkelser med flere års mellomrom.

## 2. Materiale og metoder

Prøvetakingen fant sted 31. mai 1997. Kart over stasjonenes plassering er vist i Figur 1. Stasjonenes posisjoner og dyp er vist i Tabell 1.

Prøvene ble tatt med en 0.1 m<sup>2</sup> Day-grabb. Det ble tatt 4 replikate prøver på hver stasjon. I hver prøve ble det analysert fauna, sedimentets kornstørrelse og innhold av totalt organisk karbon og nitrogen. Prøvene ble vasket gjennom 1 mm sil og det resterende materiale konserverte med formalin for senere analyse av faunaen. Dyrene ble sortert ut, artsbestemt og telt. Før vaskingen ble det tatt ut små delprøver (ca. 100 ml prøve av de øverste 2 cm av sedimentet i hver grabb) for analyse av sedimentets kornstørrelse og innhold av organisk materiale.



Sedimentparametre som sedimentets finhet og innhold av organisk karbon og nitrogen påvirkes av sedimentasjonsforholdene. Det benyttes en normalisering av TOC-verdiene som tar hensyn til sedimentets innhold av finstoff (Aure et al. 1993). Kornstørrelsen på 63µm angir grenseverdien mellom sand og det som er finere enn sand (silt og leire). I marine sedimenter er det en nær sammenheng mellom sedimentets innhold av finstoff (<63µm) og konsentrasjonen av totalt organisk karbon. TOC-konsentrasjonen ligger normalt mellom 18 og 25 mg/g i sedimenter med høyt (>90%) finstoffinnhold (Rygg 1995b)<sup>1</sup>. I de fleste fjordbassenger er sedimentets finstoffinnhold høyere enn 90%.

Faunaparametre som individtetthet, artstall, artsmangfold og indikatorartsindeks ble bestemt for hver enkelt grabb og for stasjonen samlet.

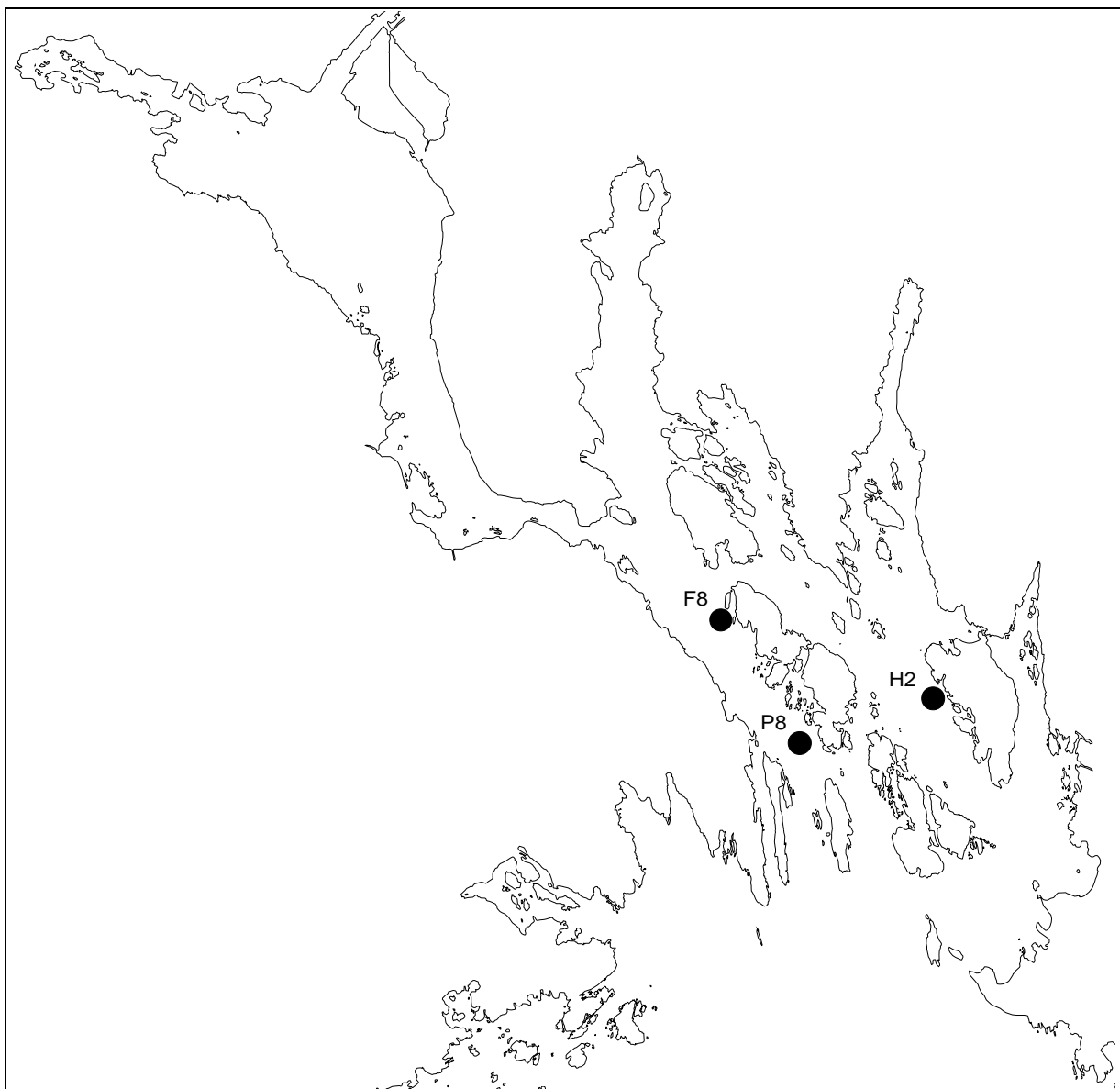
Artsmangfold er beregnet ved indeksen H (Shannon og Weaver 1963) og ved forventet antall arter pr. 100 individer (ES<sub>100</sub>) (Hurlbert 1971). Normale verdier for H er 3.5-4.5 og for ES<sub>100</sub> 20-35. Verdier lavere enn ca. 3 for H og ca. 18 for ES<sub>100</sub> tyder på ugunstige miljøforhold (Molvær og medarb. 1997). Normale verdier for indikatorartsindeksen (AI) er 7-8. AI pleier å ha noe lavere verdier (6.5-7) i områder med grunnere dyp enn ca. 100 m. Verdier lavere enn ca. 6 tyder på ugunstige miljøforhold (Rygg 1995c).

Klassifiseringen av tilstanden i faunasamfunnene følger hovedsakelig Molvær og medarb. (1997), dvs. klassifisering basert på artsmangfold. I tillegg er det tatt hensyn til forekomst og dominans av forurensningstypiske arter i faunaen.

Tabell 1. Stasjoner i 1997 og tidligere prøvetaking

Stasjon	Nord	Øst	Dyp	Tidligere prøvetatt
F8 Nordre Langesundsfjorden	59° 01,99	9° 44,11	105	1986 (jan), 1986 (okt), 1987 (okt), 1994 (mai), 1995 (mai) og 1996 (mai)
H2 Håøyfjorden	59° 01,33	9° 47,94	206	1987 (okt), 1994 (mai) og 1996 (mai)
P8 Søndre Langesundsfjorden	59° 00,86	9° 45,61	113	1986 (jan), 1994 (mai) og 1996 (mai)

<sup>1</sup> Dette er justerte tall etter omlegging av NIVAs analyseprosedyre i 1995 som gir ca. 15% høyere TOC-verdier enn den tidligere analyseprosedyre for denne type sedimenter.



Kartet er basert på digitale data framstilt av SKNS som disponeres med tillatelsesnr. D293 fra SKNS. Gjengivelse (kopiering), bearbeidelse og utnyttelse av disse data er ikke tillatt uten tillatelse fra rettighetshaverne.

Figur 1. Kart over bløtbunnsfaunastasjonene som inngår i overvåkingen

### 3. Resultater

#### 3.1 Sedimenter

Beskrivelser av grabbprøvene er gitt i Tabell 2.

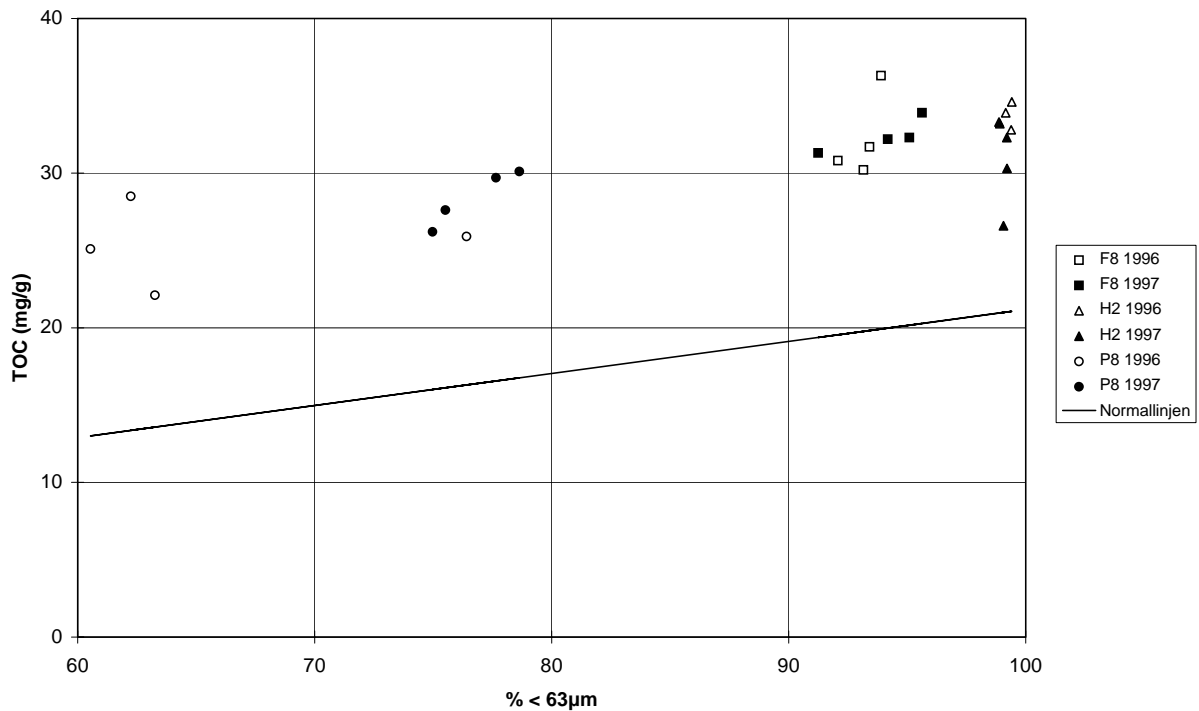
Tabell 2. Sedimentbeskrivelser

---

H2:	Fulle grabber. Gråbrun (oliven) siltig leire. Tynt brunt topplag med noe sorte spetter.
F8:	Fulle grabber. Gråbrun (oliven), løs siltig leire, noe sort iblandet. Tynt brunt topplag.
P8:	Fulle grabber. Gråbrun (oliven) løs siltig leire. Tynt brunt topplag.

---

I Figur 2 er verdiene for TOC i 0-2 cm plottet mot finstoffinnhold (% < 63 $\mu$ m). Nivåene fra 1997 er sammenlignet med 1996. I figuren er også "normallinjen", som er basert på et stort antall prøver tatt langs kysten av Sør-Norge (Aure et al. 1993)<sup>2</sup>, lagt inn. Dataene finnes i Tabell 7 i Vedlegg.



Figur 2. Prosent finstoff og totalt organisk karbon i sedimentet på stasjonene i Grenlandsfjordene i 1996 og 1997, sammenlignet med "normallinjen" for kystsedimenter.

<sup>2</sup> Omlegging av analyseprosedyren i 1995 har gitt ca. 15% høyere TOC-verdier for denne type sedimenter. "Normallinjen" i Figur 2 er korrigeret for dette

## 3.2 Bløtbunnsfauna

### 3.2.1 Artssammensetning

De komplette artslistene fra 1997 finnes i Tabell 9 i Vedlegg. Tabell 3-Tabell 5 viser individtall av de vanligste artene i perioden 1986-1997.

Tabell 3. Individtall (pr. 0.4 m<sup>2</sup>) av de vanligste artene på stasjon F8 i perioden 1986-1997

Gruppe	Familie	Art	Jan 1986	Okt 1986 <sup>3</sup>	Okt 1987	Mai 1994	Mai 1995 <sup>4</sup>	Mai 1996	Mai 1997
POLYCHAETA	Capitellidae	<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparede)	944	1060	341	700	604	1061	975
POLYCHAETA	Cirratulidae	<i>Chaetozone setosa</i> Malmgren 1867	175	164	37	222	288	233	201
POLYCHAETA	Cossuridae	<i>Cossura longocirrata</i> Webster&Ben.	175	118	1	15	52	136	220
POLYCHAETA	Oweniidae	<i>Myriochele oculata</i> Zaks 1922	108	25	4	49	4	96	916
POLYCHAETA	Ampharetidae	<i>Melinna cristata</i> (M.Sars 1851)	45	8	11	67	4	28	35
NEMERTINEA		Nemertinea indet	39	18	6	55	24	50	68
POLYCHAETA	Spionidae	<i>Prionospio malmgreni</i> Claparede	28	15	19	86	20	24	29
POLYCHAETA	Paraonidae	<i>Paradoneis lyra</i> (Southern 1914)	21	13	9	55	124	85	41
POLYCHAETA	Terebellidae	<i>Proclea graffii</i> (Langerhans 1884)	7	27	13	67	0	5	0

Tabell 4. Individtall (pr. 0.4 m<sup>2</sup>) av de vanligste artene på stasjon H2 i perioden 1987-1997

Gruppe	Familie	Art	Okt 1987	Mai 1994	Mai 1996	Mai 1997
POLYCHAETA	Cirratulidae	<i>Chaetozone setosa</i> Malmgren 1867	903	1007	0	54
POLYCHAETA	Capitellidae	<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparede 1864)	270	79	3	59
BIVALVIA	Thyasiridae	<i>Thyasira sarsi</i> (Philippi 1845)	92	34	0	9
POLYCHAETA	Amphinomidae	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (McIntosh 1868)	24	27	0	0
POLYCHAETA	Spionidae	<i>Spiophanes kroeyeri</i> Grube 1860	6	14	0	0
POLYCHAETA	Cossuridae	<i>Cossura longocirrata</i> Webster & Benedict	1	73	0	0
BIVALVIA	Thyasiridae	<i>Thyasira equalis</i> (Verrill & Bush)	0	194	0	8
NEMERTINEA		Nemertinea indet	0	74	0	0
POLYCHAETA	Capitellidae	<i>Capitella capitata</i> (Fabricius 1780)	0	0	13	0
POLYCHAETA	Spionidae	<i>Prionospio cirrifera</i> Wiren 1883	0	0	0	18

<sup>3</sup> Omregnet fra 0.8 m<sup>2</sup>

<sup>4</sup> Omregnet fra 0.1 m<sup>2</sup>

Tabell 5. Individttall (pr. 0.4 m<sup>2</sup>) av de vanligste artene på stasjon P8 i perioden 1986-1997

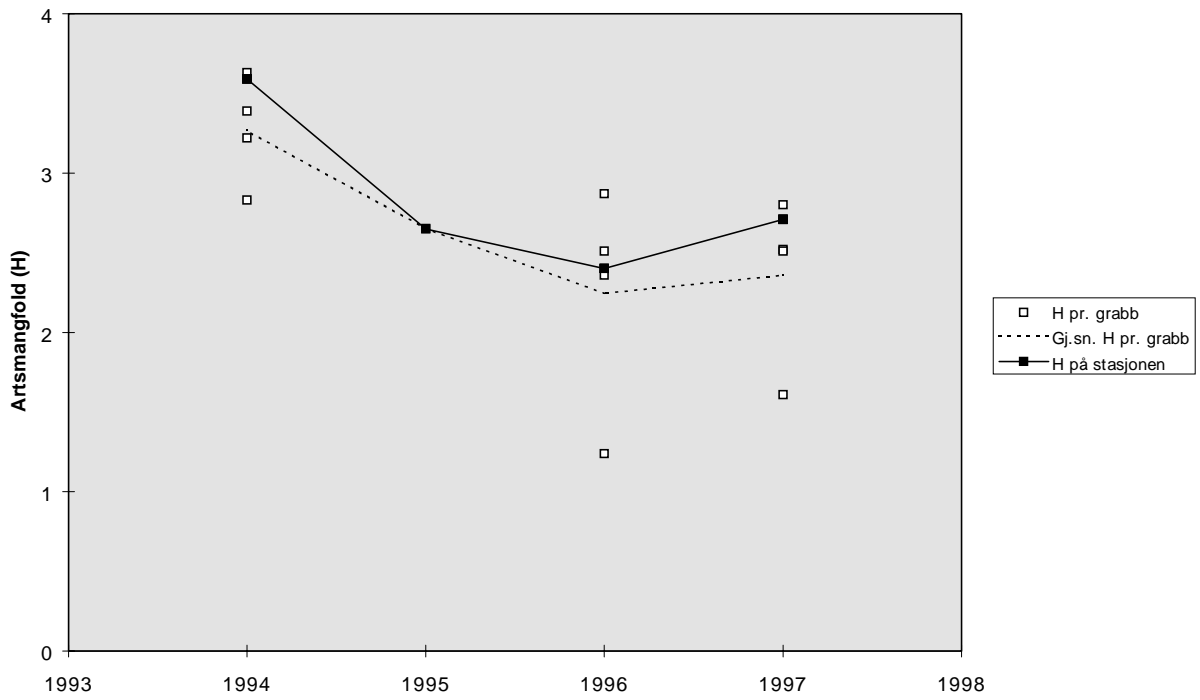
Gruppe	Familie	Art	Jan 1986	Mai 1994	Mai 1996	Mai 1997
POLYCHAETA	Capitellidae	<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparede 1864)	951	811	537	568
POLYCHAETA	Cirratulidae	<i>Chaetozone setosa</i> Malmgren 1867	156	569	194	308
POLYCHAETA	Oweniidae	<i>Myriochele oculata</i> Zaks 1922	146	198	64	584
POLYCHAETA	Cossuridae	<i>Cossura longocirrata</i> Webster & Benedict	79	526	139	256
NEMERTINEA		Nemertinea indet	72	211	83	81
POLYCHAETA	Terebellidae	<i>Proclea graffii</i> (Langerhans 1884)	51	59	18	0
POLYCHAETA	Spionidae	<i>Prionospio malmgreni</i> Claparede 1868	32	95	27	15
POLYCHAETA	Paraonidae	<i>Paradoneis lyra</i> (Southern 1914)	30	118	148	24
POLYCHAETA	Ampharetidae	<i>Melinna cristata</i> (M.Sars 1851)	27	44	74	15
POLYCHAETA	Cirratulidae	<i>Caulleriella</i> sp	11	17	71	16

### 3.2.2 Artsmangfold og andre faunaparametre

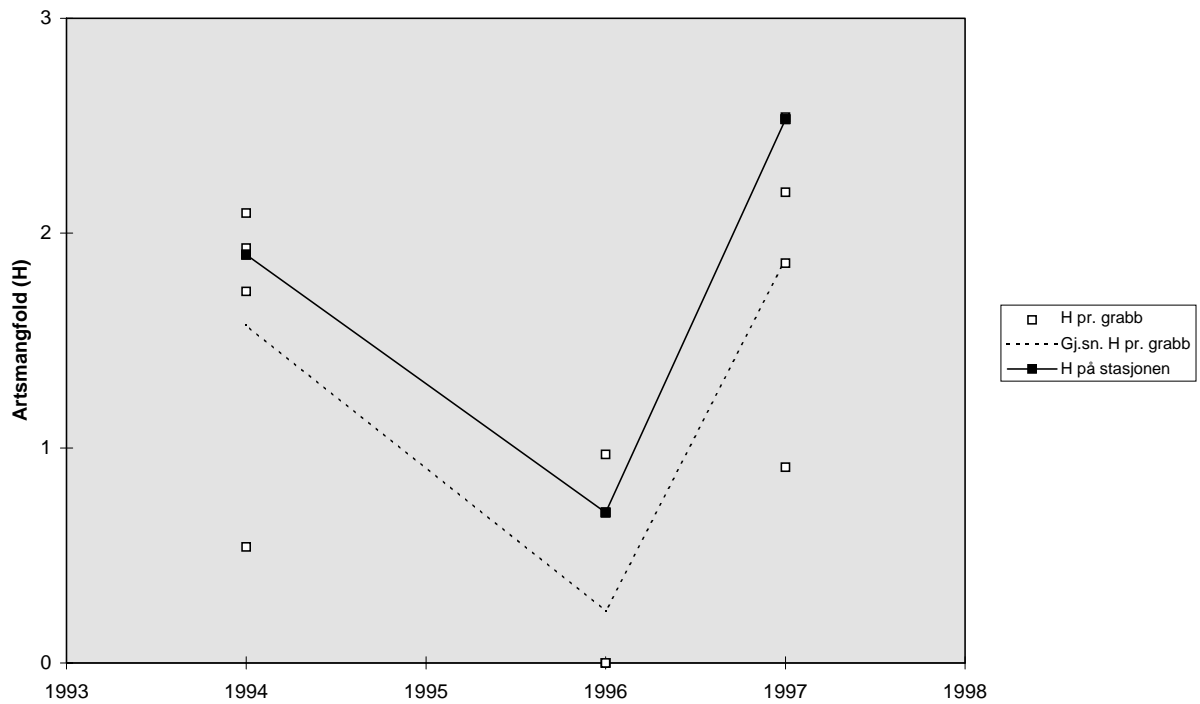
Tabell 6 viser verdiene for artstall, individtall, artsmangfold (to indekser) og indikatorartsindeks for perioden 1986-1997. I Figur 3-Figur 5 er det vist artsmangfold (H) for perioden 1994-1997. Verdiene for hver enkelt grabb i 1997 er vist i Tabell 8 i Vedlegg.

Tabell 6. Faunaparametre for perioden 1986-1997 (i.b.=ikke beregnet)

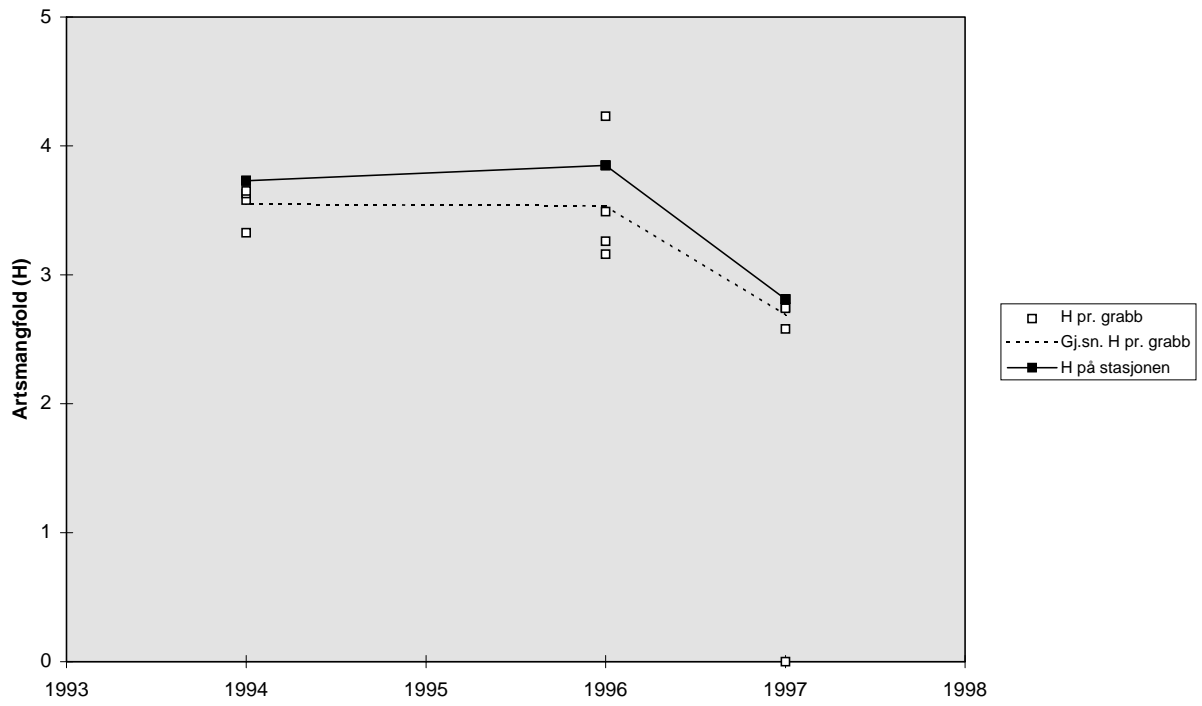
Stasjon	År	Dato	Areal (m <sup>2</sup> )	Artstall	Individttall	Artsmangfold (H)	Artsmangfold (ES <sub>100</sub> )	Indikatorarts- indeks (AI)
F8	1986	20. jan.	0.4	38	1652	2.42	13.20	6.90
F8	1986	22. okt.	0.8	65	3240	2.28	15.15	6.81
F8	1987	14. okt.	0.4	48	595	3.04	23.35	7.70
F8	1994	14. mai	0.4	75	1696	3.59	22.66	7.04
F8	1995	18. mai	0.1	28	321	2.65	15.87	6.58
F8	1996	31. mai	0.4	42	1840	2.40	12.65	6.74
F8	1997	31. mai	0.4	56	2726	2.71	13.91	7.29
H2	1987	14. okt.	0.4	11	1302	1.30	4.77	5.73
H2	1994	14. mai	0.4	25	1533	1.90	9.34	6.21
H2	1996	31. mai	0.4	2	16	0.70	i.b.	3.11
H2	1997	31. mai	0.4	10	175	2.53	9.46	5.08
P8	1986	20. jan.	0.4	58	1807	3.02	19.52	6.85
P8	1994	14. mai	0.4	81	3197	3.73	21.13	6.80
P8	1996	31. mai	0.4	67	1709	3.85	22.33	7.22
P8	1997	31. mai	0.3	38	1515	2.81	12.59	6.32



Figur 3. Artsmangfold (H) i perioden 1994-1997 på stasjon F8, nordre Langesundsfjorden



Figur 4. Artsmangfold (H) i perioden 1994-1997 på stasjon H2, Håøyfjorden



Figur 5. Artsmangfold (H) i perioden 1994-1997 på stasjon P8, søndre Langesundsfjorden

## 4. Diskusjon

Nivåene av organisk karbon i sedimentene var høyere enn hva som er normalt langs kysten av Sør-Norge (Figur 2). Vurdert etter SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet (Molvær og medarb. 1997) får sedimentene karakteristikken *mindre god tilstand* (tilstandsklasse III) basert på nivåene av organisk karbon. Dette kan skyldes unormalt høy sedimentering av organisk materiale og/eller begrenset tilgang på oksygen til å omsette det organiske materialet. Men fordi stasjonene ligger nær land, kan også organiske partikler av terrestrisk opprinnelse og rester av tang og tare ha bidratt til høyere nivåer av organisk karbon.

Artssammensetningen på de tre stasjonene er typisk for næringsrike fjordbassenger. Børstemarkene *Heteromastus filiformis*, *Chaetozone setosa* og *Cossura longocirrata*, som var de mest dominerende, er opportunistiske og forurensningstolerante arter.

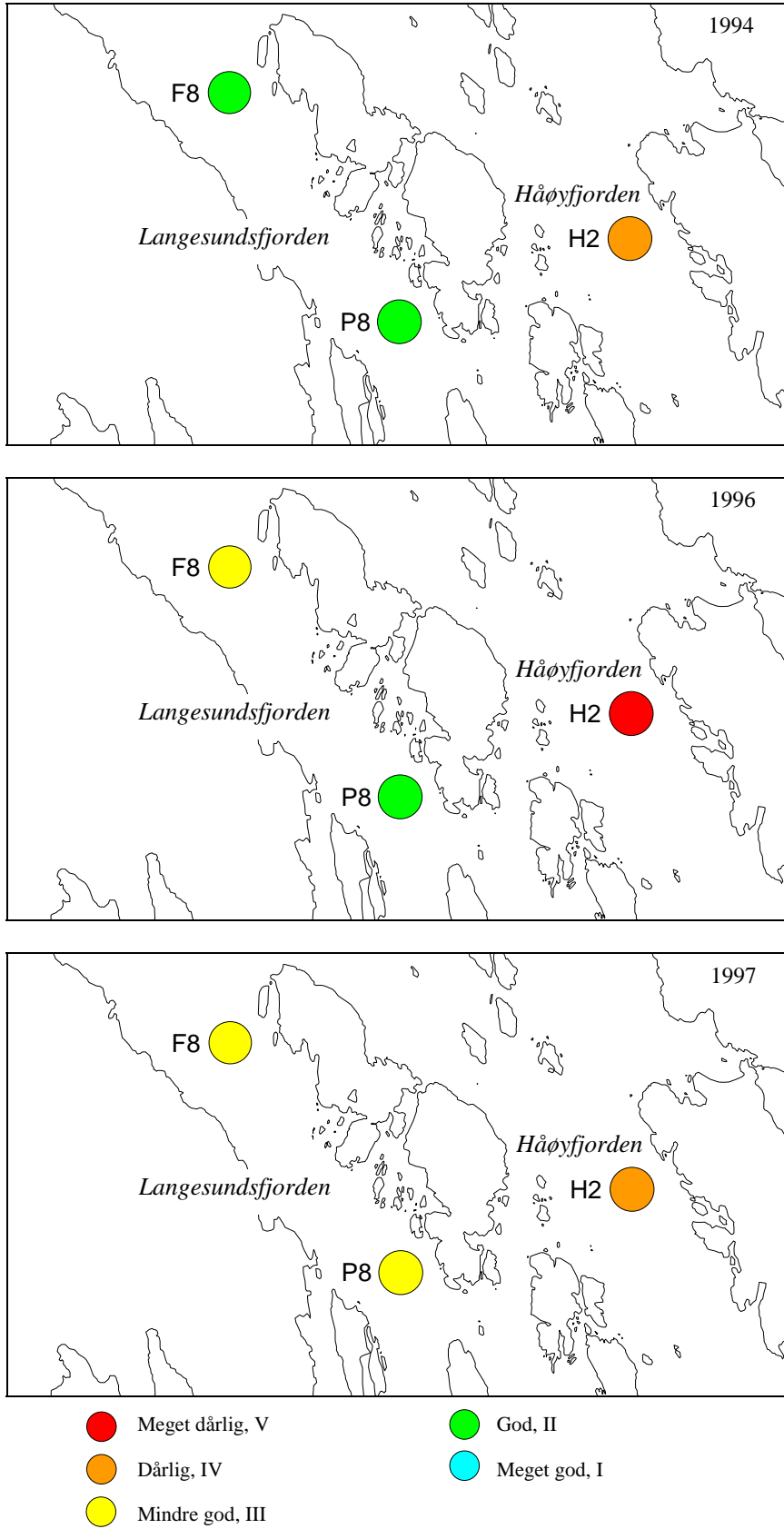
På stasjon F8 (nordre Langesundsfjorden) hadde det skjedd en moderat forverring i faunatilstanden, med en nedgang i artsmangfoldet fra 1994 til 1995 og 1996. I 1997 var situasjonen nokså lik den i 1996 eller en svak tendens til forbedring (Figur 3).

På stasjon H2 (Håøyfjorden) var det en dramatisk forverring til en nesten utslettet fauna fra 1994 til 1996. Dette skyldes utvilsomt en periode med oksygenmangel forut for innsamlingen. Målinger i 1988 og 1989 viste at oksygenkonsentrasjonen i 200 m dyp i Håøyfjorden kan ligge omkring 0.5 ml/l i lange perioder. Forut for bløtbunnsprøvetakingen i mai 1997 lå oksygenkonsentrasjonen over 2 ml/l. I 1997 var faunatilstanden tydelig bedre enn i 1996 (Figur 4), men H2 var fremdeles den av de tre stasjonene som viste den dårligste tilstanden. Den fattige faunaen på stasjon H2 i 1996, med børstemarken *Capitella capitata* til stede, er typisk for lokaliteter med svært dårlig miljøtilstand. I 1997 var *Capitella* borte fra H2, og *Heteromastus* og *Chaetozone* dominerte på alle tre stasjonene.

På stasjon P8 (søndre Langesundsfjorden) var det ingen forverring i faunaen fra 1994 til 1996. Derimot ble det observert en nedgang i artsmangfoldet fra 1996 til 1997, slik at tilstanden da var omtrent lik den på stasjon F8. Det er usikkert hva som er årsaken til dette.

Artsmangfold (H og ES<sub>100</sub>) viste *mindre god tilstand* (klasse III) for bløtbunnsfaunaen på stasjon F8 i 1986, 1995, 1996 og 1997, men *god tilstand* (klasse II) i 1987 og 1994. Stasjon H2 hadde *dårlig tilstand* (klasse IV) i 1987, 1994 og 1997, og *meget dårlig tilstand* (klasse V) i 1996. Stasjon P8 hadde *god tilstand* (klasse II) i 1986, 1994 og 1996, men *mindre god tilstand* (klasse III) i 1997. Det var altså en tendens til dårligere tilstand i Langesundsfjorden fra 1994 til 1997 (Figur 6).





Figur 6. Klassifisering av bløtbunnsfaunaens tilstand i Grenlandsfjordene i 1994, 1996 og 1997

## 5. Henvisninger

- Aure J, Dahl E, Green N, Magnusson J, Moy F, Pedersen A, Rygg B, Walday M, 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 510/93. 100 s. (NIVA 2827)
- Hurlbert S N, 1971. The non-concept of species diversity. *Ecology* 53, 577-586.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-veiledning nr. 97:03, 36 s.
- Rygg B, 1995a. Undersøkelser av bløtbunnsfauna i Grenlandsfjordene 1994. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 619/95. 50 s. (NIVA 3320)
- Rygg B, 1995b. Vanlige konsentrasjoner av organisk karbon (TOC) i sedimenter i norske fjorder og kystfarvann. 8 s. (NIVA 3364-95)
- Rygg B, 1995c. Indikatorarter for miljøtilstand på marin bløtbunn. Klassifisering av 73 arter/taksa. En ny indeks for miljøtilstand, basert på innslag av tolerante og ømfintlige arter på lokaliteten. 68 s. (NIVA 3347-95)
- Rygg B, 1997. Overvåking av Grenlandsfjordene. Bløtbunnsfaunaundersøkelser 1996. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 682/96. 27 s. (NIVA 3602-97)
- Shannon C E, Weaver W, 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana.

## 6. Vedlegg

Tabell 7. Sedimentparametre for hver grabb 31. mai 1997

Stasjon	Grabb	%<63 $\mu$ m	TOC (mg/g)	TOC <sub>63</sub> (mg/g)	TN (mg/g)	TOC/N
F8	I	95.62	33.9	34.8	2.6	13.0
F8	II	95.09	32.3	33.3	3.1	10.4
F8	III	91.24	31.3	33.1	2.7	11.6
F8	IV	94.18	32.2	33.4	3.9	8.3
H2	I	98.87	33.3	33.5	4	8.3
H2	II	99.21	32.3	32.5	3.9	8.3
H2	III	99.22	30.3	30.5	2.9	10.4
H2	IV	99.07	26.6	26.8	3.7	7.2
P8	I	78.64	30.1	34.5	3.8	7.9
P8	II	74.97	26.2	31.4	3	8.7
P8	III	77.65	29.7	34.3	3.6	8.3
P8	IV	75.51	27.6	32.7	2.9	9.5

Tabell 8. Faunaparametre for hver grabb 31. mai 1997 (i.b.=ikke beregnet)

Stasjon	Grabb	Artstall	Individtall	Artsmangfold (H)	Artsmangfold (ES <sub>100</sub> )	Indikatorarts- indeks (AI)
F8	I	26	367	2.8	14.8	6.31
F8	II	17	476	1.61	8.9	6.28
F8	III	38	1459	2.52	13.55	7.18
F8	IV	27	424	2.51	14.73	6.85
H2	I	8	91	2.54	i.b.	5.08
H2	II	4	20	1.86	i.b.	5.17
H2	III	3	15	0.91	i.b.	5.22
H2	IV	6	49	2.19	i.b.	5.16
P8	I	21	200	2.75	15.01	6.67
P8	II	27	1043	2.74	11.46	5.95
P8	III <sup>5</sup>					
P8	IV	17	272	2.58	12.31	6.20

<sup>5</sup> Prøven tapt

Tabell 9. Arter og deres individtall i hver grabb ved prøvetakingen 31. mai 1997

Gruppe	Familie	Art	Stasjon Grabb	F8 I	F8 II	F8 III	F8 IV	H2 I	H2 II	H2 III	H2 IV	P8 I	P8 II	P8 IV
NEMERTINEA		Nemertinea indet		7	6	46	9					4	44	13
POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)			1	3								
POLYCHAETA	Aphroditidae	Aphrodita aculeata Linne 1758				1								
POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe sp				1								
POLYCHAETA	Sigalionidae	Leanira tetragona (Oersted 1844)					1							
POLYCHAETA	Sigalionidae	Pholoe anoculata Hartmann 1965												1
POLYCHAETA	Sigalionidae	Pholoe minuta (Fabricius 1780)											1	
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eteone sp		1									1	
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodocidae indet				3								
POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata (O.F.Mueller 1788)				1					3			
POLYCHAETA	Hesionidae	Ophiodromus flexuosus (Delle Chiaje 1822)			1							1		
POLYCHAETA	Pilargiidae	Synelmis klatti (Friedrich 1950)				1								
POLYCHAETA	Nereidae	Ceratocephale loveni Malmgren 1867		1		2								
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys ciliata (O.F.Mueller 1776)		1	1	1	1							
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera capitata Oersted 1843				1								
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera sp		1										
POLYCHAETA	Goniadidae	Glycinde nordmanni (Malmgren 1865)		1			2							
POLYCHAETA	Orbiniidae	Scoloplos armiger (O.F.Mueller 1776)				1						1		
POLYCHAETA	Apistobranchidae	Apistobranchus tullbergi (Theel 1879)		2		13							1	
POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis lyra (Southern 1914)		11	1	26	3					2	10	6
POLYCHAETA	Paraonidae	Paraonis gracilis (Tauber 1879)				1								
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera Wiren 1883			1	7	3	9		1	8		3	
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax Soederstroem 1920		3		22	4					1	9	1
POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora sp		5	2	14	6	1					2	
POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroeyeri Grube 1860		8	5	12	14					4	11	3
POLYCHAETA	Cirratulidae	Caulleriella sp			1	1	2					2	10	
POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa Malmgren 1867		6	8	128	59	24	5	12	13	22	178	31
POLYCHAETA	Cirratulidae	Tharyx sp		1		2	1					3	1	
POLYCHAETA	Cossuridae	Cossura longocirrata Webster & Benedict 1887		65	79	63	13					44	135	13
POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus (Malmgren 1867)				3	1					1	2	2
POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum Rathke 1843						5	5		2			
POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis (Claparede 1864)		103	331	307	234	30	8	2	19	76	257	93
POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus sp II				2								
POLYCHAETA	Maldanidae	Maldane sarsi Malmgren 1865			1									
POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine loveni Malmgren 1865		3		1						1		

forts. ...

NIVA 3783-98

.... forts.			Stasjon	F8	F8	F8	F8	H2	H2	H2	H2	P8	P8	P8
			Grabb	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	IV
Gruppe	Familie	Art												
POLYCHAETA	Oweniidae	Myriochele oculata Zaks 1922		120	22	735	39	5	2			28	320	90
POLYCHAETA	Oweniidae	Owenia fusiformis Delle Chiaje 1841				1								
POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria auricoma (O.F.Mueller 1776)				1								1
POLYCHAETA	Ampharetidae	Anobothrus gracilis (Malmgren 1865)				3						1		
POLYCHAETA	Ampharetidae	Melinna cristata (M.Sars 1851)		15	11	9						2	3	6
POLYCHAETA	Terebellidae	Artacama proboscidea Malmgren 1865												1
POLYCHAETA	Terebellidae	Lanassa venusta (Malm 1874)		1		3	2							
POLYCHAETA	Terebellidae	Pista cristata (O.F.Mueller 1776)				1								
POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus plumosus (Wollebaek 1912)					1					1		
POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemi M.Sars 1835				2								
POLYCHAETA	Trichobranchidae	Trichobranchus roseus (Malm 1874)		1										
POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone sp					1							
POLYCHAETA	Sabellidae	Sabellidae indet		1	4	8	1						21	
OLIGOCHAETA		Oligochaeta indet											1	2
BIVALVIA	Nuculidae	Nucula tumidula (Malm)					1							
BIVALVIA	Nuculidae	Nuculoma tenuis (Montagu)		2		2	8					1	25	3
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf. sarsi (Philippi 1845)												5
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira equalis (Verrill & Bush)		4		15		8					2	
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sarsi (Philippi 1845)		1				9				2	1	
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp					2				4			
BIVALVIA	Lasaeidae	Montacuta ferruginosa (Montagu 1803)										2		
BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida (Mueller 1789)				16	12						1	1
CUMACEA	Leuconidae	Eudorella emarginata Kroeyer					1							
CUMACEA	Leuconidae	Eudorella truncatula Sp.Bate												1
TANAIDACEA		Tanaidacea indet												1
AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata Bruzelius					1							
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Arrhis phyllonx (M.Sars)			1									
AMPHIPODA	Aoridae	Lembos longipes (Liljeborg)		2										
AMPHIPODA	Isaeidae	Gammaropsis sp					2							
SIPUNCULIDA		Phascolion strombi (Montagu 1804)		1										
OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiura sp												1
ECHINOIDEA	Brissidae	Brissopsis lyrifera (Forbes)										1		
ECHINOIDEA	Loveniidae	Echinocardium cf. flavescens (O.F.Mueller)												1
Artstall				26	17	38	27	8	4	3	6	21	27	17
Individtall				367	476	1459	424	91	20	15	49	200	1043	272