



Statlig program for  
forurensningsovervåking

Rapport

361|89

Oppdragsgiver

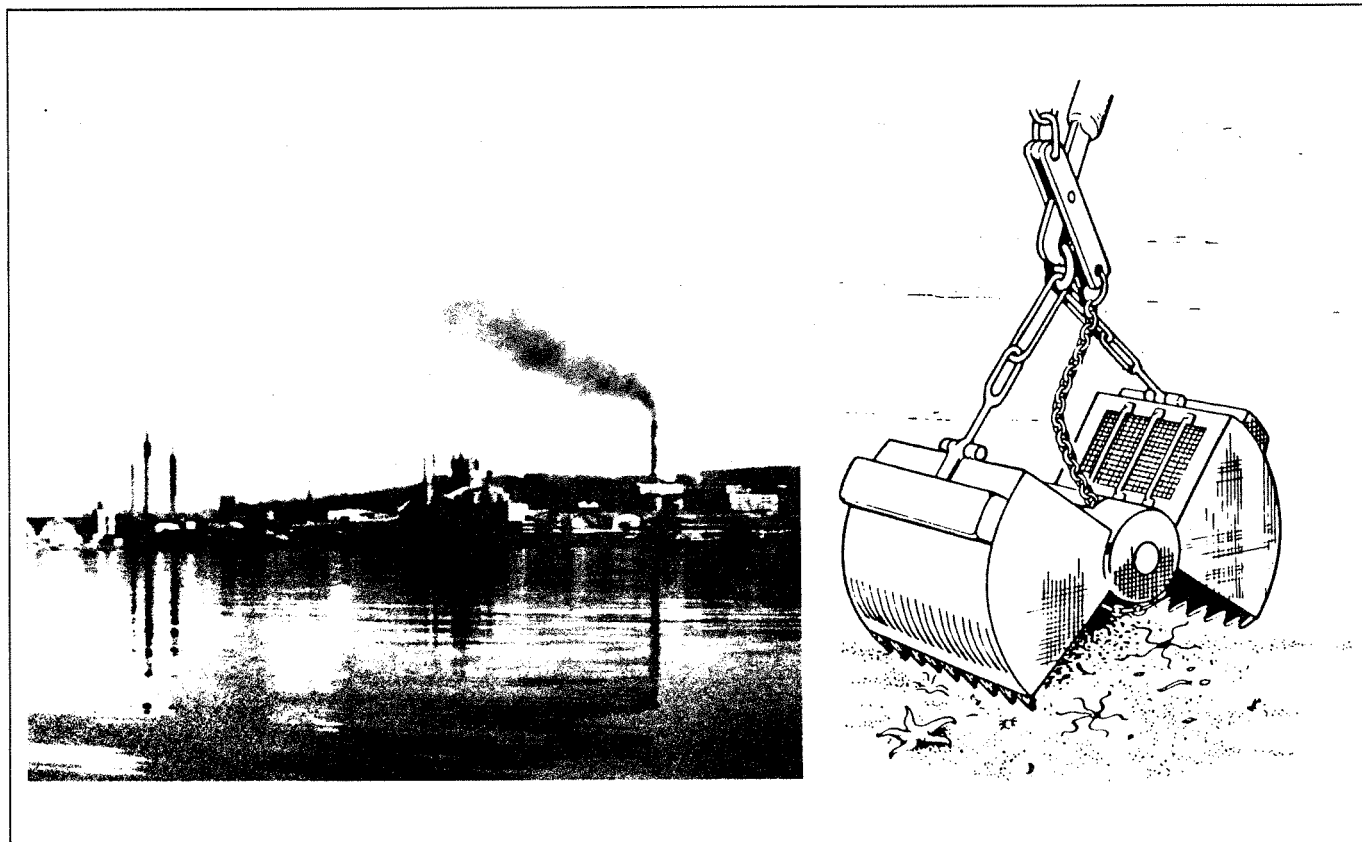
Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjoner

NIVA

# Bløtbunnfaunaundersøkelser i Grenlandsfjordene

1987





## Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør  
grunnvann  
vassdrag og fjorder  
havområder**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

**gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.**

**registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.**

**påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.**

**over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.**

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter vil bli publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. 0032 Oslo 1.  
tlf. 02 - 65 98 10.

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

<b>Hovedkontor</b> Postboks 33, Blindern 0313 Oslo 3 Telefon (02) 23 52 80 Telefax (02) 39 41 29	<b>Sørlandsavdelingen</b> Grooseveien 36 4890 Grimstad Telefon (041) 43 033 Telefax (041) 42 709	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (065) 76 752	<b>Vestlandsavdelingen</b> Breiviken 5 5035 Bergen - Sandviken Telefon (05) 95 17 00 Telefax (05) 25 78 90
--	--	--	--

**Rapportnummer:**  
0-8000312

**Undernummer:**

**Løpenummer:**

2271

**Begrenset distribusjon:**

<b>Rapportens tittel:</b> <i>Bløtbunnfaunaundersøkelser i Grenlandsfjordene 1987.</i>  <i>[Overvåkingsrapport 361/89]</i>	<b>Dato:</b> 27.7.1989
<b>Forfatter:</b>  <i>Brage Rygg</i>	<b>Prosjektnummer:</b>
	<b>Faggruppe:</b> <i>Eutrofi marin</i>
	<b>Geografisk område:</b> <i>Telemark</i>
	<b>Antall sider:</b> 23

**Oppdragsgiver:** Statens forurensningstilsyn  
(Statlig program for forurensningsovervåking)

**Oppdragsg.ref.:**

**Ekstrakt:**

Bløtbunnfaunaen i Frierfjorden, Brevikfjorden og Håøyfjorden er forurensningspåvirket, mest som følge av organisk belastning på dypvannet og oksygenmangel. I indre Frierfjord var det en gradvis forverring av tilstanden langs økende dyp mellom 25 og 50 m. I Brevikfjorden var faunaen moderat påvirket, men tilstanden var noe bedre i oktober 1987 enn tidligere. I Håøyfjorden var faunaen moderat eller betydelig påvirket. For å unngå ytterligere forverring, eventuelt minske forurensningsvirkningene, må sedimentasjonen av organisk materiale reduseres. Overvåking av tilstanden bør fortsette på noen faste stasjoner for å følge med i tidsutviklingen i forurensningsgraden.

**4 emneord, norske:**

1. Grenlandsfjordene
2. Bløtbunnfauna
3. Forurensning
4. Oksygenmangel

**4 emneord, engelske:**

1. Grenland fjords, Norway
2. Soft-bottom fauna
3. Pollution
4. Oxygen deficit

**Prosjektleder:**

*Brage Rygg*  
.....  
Brage Rygg

**For administrasjonen:**

*Tor Bohn*  
.....  
Tor Bohn

ISBN 82-577-1570-0



Statlig program for  
forurensningsovervåking

O-8000312

BLØTBUNNFAUNAUNDERSØKELSER I GRENLANDSFJORDENE 1987

Oslo, 27. juli 1989

Prosjektleder: Brage Rygg

## INNHOLD

	Side
FORORD	3
1. FORMÅL - KONKLUSJONER - TILRÅDNINGER	4
2. INNLEDNING	5
3. TIDLIGERE UNDERSØKELSER	5
4. PRØVETAKINGEN I 1987	6
5. RESULTATER	7
6. SAMLET VURDERING AV RESULTATENE FRA 1987 OG TIDLIGERE	16
7. HENVISNINGER	19
VEDLEGG	20

*FORORD*

*Bløtbunnfaunaundersøkelsene i Grenlandsfjordene i 1987 er dels utført innenfor Statlig program for forurensningsovervåking (eutrofiprogrammet for Grenlandsfjordene), dels innenfor et forskningsprosjekt ved Norsk institutt for vannforskning.*

*Brage Rygg*

## 1. FORMÅL - KONKLUSJONER - TILRÅDNINGER

### 1.1. Formål

Formålet med bløtbunnfaunaundersøkelsene i indre Frierfjord, der prøvene ble tatt langs et dybdeprofil, var å finne ut hvordan faunaen forandrer seg med dypet, og på hvilket dyp faunaen ikke lenger finner levelige vilkår på grunn av oksygenmangel og hydrogensulfid. Ved å sammenligne med tidligere data fra samme lokalitet, kunne også forandringer over tid studeres.

Undersøkelsene i ytre fjordområder hadde som formål å gi en tilstandsbeskrivelse i enkelte fjordbassenger hvor det er målt lave og til dels kritisk lave oksygenkonsentrasjoner. På én av lokalitetene var det tatt prøver tidligere, og forandring over tid kunne studeres.

### 1.2. Konklusjoner

Bløtbunnfaunaen på strekningen Porsgrunn-Langesund og i Håøyfjorden er forurensningspåvirket, mest som følge av organisk belastning på dypvannet og oksygenmangel. Mange forurensningsømfintlige arter er borte og tolerante arter har blitt mer dominerende.

På stasjonen i indre Frierfjord var det en gradvis forverring av tilstanden langs økende dyp mellom 25 og 50 m. På 50 m fantes bare noen få individer av en særlig forurensningstolerant børstemark.

I fjordområdene utenfor Breviksundet var påvirkningen mest tydelig i Brevikfjorden og Håøyfjorden. I Brevikfjorden var tilstanden noe bedre i oktober 1987 enn i oktober 1986. Dårligst var den i januar 1986. Forskjellene skyldes trolig variasjoner i oksygenforholdene.

### 1.3. Tilrådninger

For å unngå ytterligere forverring, eventuelt minske forurensningvirkningene på bunndyrsamfunnene, må sedimentasjonen av organisk materiale reduseres.

Overvåking av tilstanden bør fortsette på noen faste stasjoner for å følge med i tidsutviklingen i forurensningsgraden.

## 2. INNLEDNING

De virkningstyper som kan påvirke faunaen er i første rekke sedimentering av organisk materiale, oksygenmangel, sulfiddannelse i sedimentet på grunn av at oksygenet er brukt opp, og miljøgiftinnhold i vann og sediment. Faunaens respons på de forskjellige faktorer er ofte ikke så spesifikk at den identifiserer forurensningstypen. Faunaens respons er mer et uttrykk for samlet påvirkning. Tolkningen av årsaker må derfor knyttes til andre miljødata og belastningstall.

Toleranse overfor ugunstige miljøforhold kan variere mye fra art til art. En snakker om tolerante og ømfintlige arter. Ved dårlige forhold vil de ømfintlige slås ut. Tolerante arter kan ta deres plass og øke i mengde.

## 3. TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Bløtbunnfauna i Grenlandsfjordene er tidligere undersøkt i 1974, 1979 og 1986. En spesialundersøkelse ved Rafnes ble gjort i slutten av 1987.

I dybdeområdet 20-30 m i indre Frierfjord og Volls fjorden er bløtbunnfaunaen påvirket av forurensning. Fluktuasjoner mellom sterk og liten påvirkning opptrer i Frierfjorden. De kan skyldes skiftende oksygenforhold. Dypere enn 30 m skjer det en forverring av forholdene på grunn av avtakende oksygenkonsentrasjon (Rygg et al. 1987).

Undersøkelser på 12-18 m dyp langs Rafneslandet viste moderat, betydelig og ofte sterk forurensningspåvirkning av faunaen (Rygg 1988).

I dypbassenget (100-115 m) på strekningen Eidangerfjorden-Brevikfjorden-Langesundfjorden er faunaen moderat preget av organisk belastning og oksygenmangel. Dette er mest tydelig i Brevikfjorden. I Åbyfjorden (76 m dyp) er faunaen upåvirket og har et tydelig høyere innslag av forurensningsømfintlige arter og et høyere artsmangfold enn faunaen innenfor Langesund (Rygg et al. 1987; Gray et al. 1988).



#### 4. PRØVETAKINGEN I 1987

Innsamlingen 13-14. oktober 1987 ble foretatt med en  $0.1 \text{ m}^2$  Petersengrabb. Det ble tatt 4 grabbprøver på hver stasjon. På de samme stasjonene ble det tatt prøver for sedimentanalyser. Stasjonenes plassering er vist i Fig. 1.

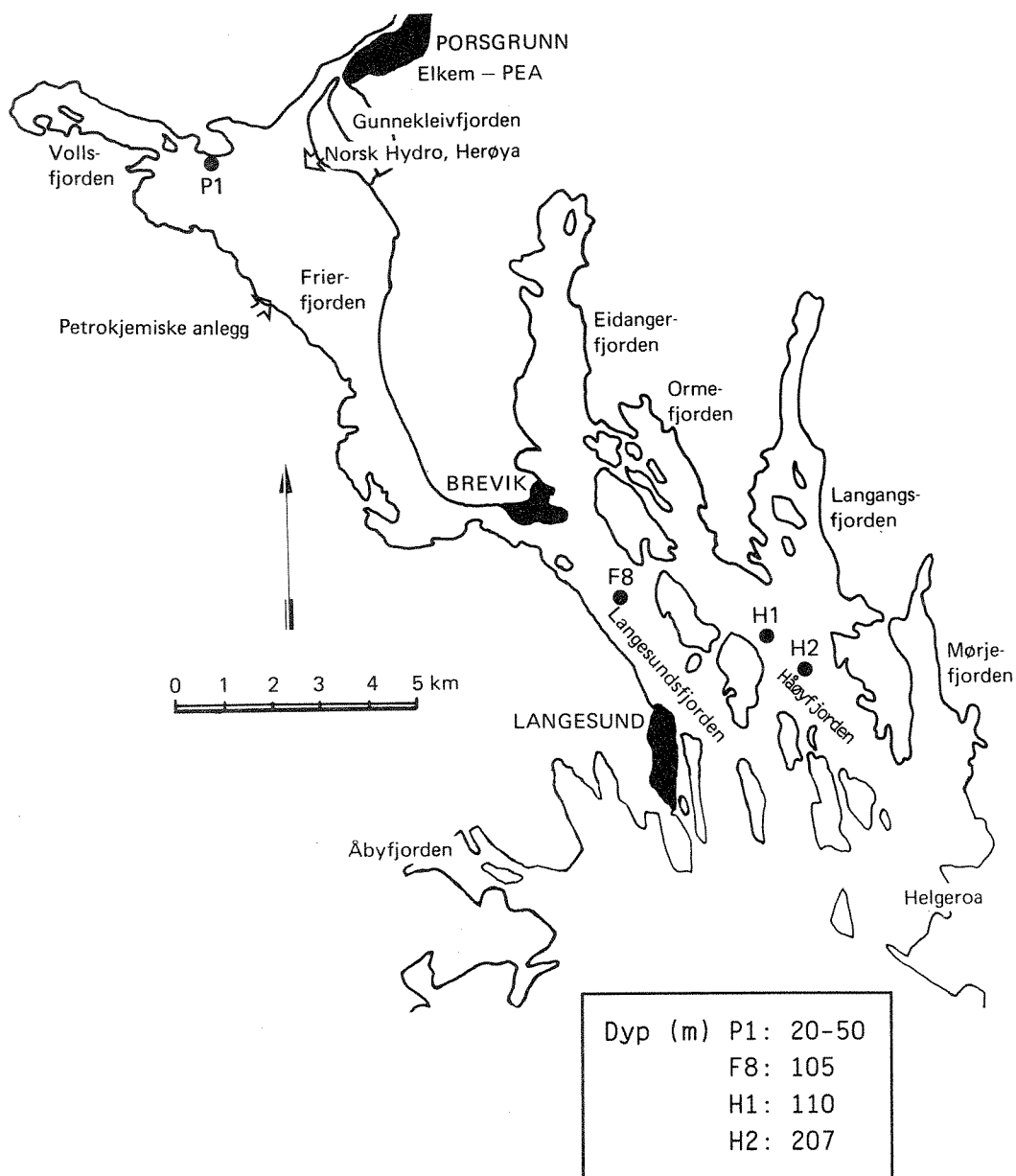


Fig. 1. Stasjoner for undersøkelser av bløtbunnfauna.

## 5. RESULTATER

I det følgende presenteres resultatene fra oktober 1987. Materialet fra de parallelle grabbprøvene ble slått sammen til én stor prøve pr. stasjon forut for analysen og den statistiske bearbeidelsen. Data fra tidligere er også tatt med for å sammenligne de forskjellige fjordpartiene og gi et bilde av fluktuasjoner over tid. De komplette faunistiske resultater fra 1987 finnes i Vedlegg (Tabell I-II).

### 5.1. Artsmangfold

Artsmangfoldet (diversiteten) går ned ved forurensningspåvirkning, mens det holder seg høyt ved naturlige, upåvirkete forhold. Artsmangfoldet avhenger både av artsantallet på lokaliteten og av hvordan individmengden er fordelt blant artene. Mange arter og jevn fordeling av individer blant artene gir et høyt artsomangfold. Omvendt gir lavt artsantall og dominerende individantall hos en eller få arter et lavt artsomangfold.

Artsomangfoldet kan defineres som artsantall som funksjon av antall individer i prøven. Det er utarbeidet et klassifiseringssystem som viser sammenhengen mellom artsantall og individantall ved forskjellig artsomangfold (Rygg 1984). Dette har blitt brukt til å gradere miljøtilstand (Fig. 2).

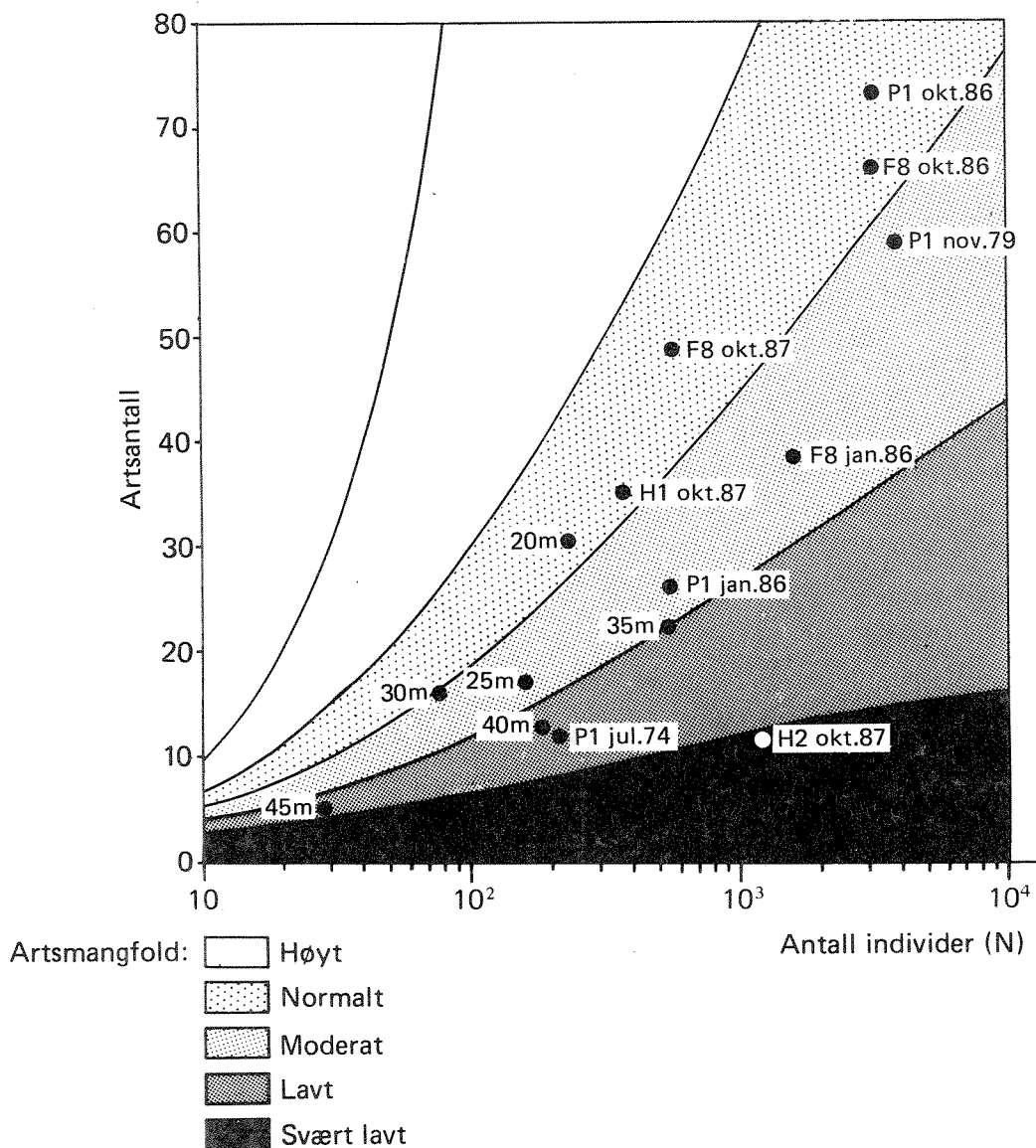


Fig. 2. På grunnlag av resultater fra en rekke fjorder med forskjellig forurensningsgrad er det laget et klassifiseringssystem som viser sammenhengen mellom antall individer og antall arter ved forskjellig artsmangfold. Moderat, lavt og svært lavt artsmangfold tyder på forurensningsvirkninger. Figuren viser resultatene fra Frierfjorden, Brevikfjorden og Håøyfjorden.

Plottene som er merket kun med dyp er prøver fra stasjon P1 i oktober 1987

For å få et enkelt tall for artsmangfoldet, kan det forventede artsantallet ved et bestemt individantall i prøven, f.eks. 100, beregnes (Hurlbert 1971). Denne artsmangfoldindeksen er gitt benevnelsen  $E(S_{n=100})$  (nedenfor forkortet til ES). Det er foretatt en klassifisering av denne indeksen til bruk ved bedømmelse av miljøkvalitet (Tabell 1).

En annen vanlig brukt indeks for artsmangfold er Shannon-Wiener's indeks (H) (Shannon og Weaver 1963). Verdiene for ES og H for Grenlandsfjordprøvene fra 1987 og tidligere er vist i Tabell 2.

### 5.2. Faunaens artssammensetning

Hvilke arter som finnes på en lokalitet er i stor grad avhengig av miljøforholdene. Miljøkravene til de fleste vanlig forekommende arter er i dag så godt kjent at artene kan klassifiseres som tolerante eller ømfintlige. På grunnlag av klassifisering av 100 vanlige arter etter ømfintlighet er det utarbeidet en artsindeks, definert ved gjennomsnittet av ømfintlighetsgraden hos artene i prøven (Rygg 1986a). Et faunasamfunn med mange ømfintlige arter til stede vil ha en høy artsindeksverdi og indikere gunstige miljøforhold. Lav artsindeksverdi vil tyde på overvekt av tolerante arter og ugunstige miljøforhold.

Artsindekser som er beregnet for et stort antall stasjoner fra lokaliteter med forskjellig forurensningsbelastning, tyder på godt samsvar mellom indeksverdi og antatt forurensningsgrad. Det er foretatt en klassifisering av artsindeksverdier til bruk ved bedømmelse av forurensningsgrad (Rygg 1986b; Tabell 1).

Verdiene for artsindeksen for Grenlandsfjordprøvene fra 1987 og tidligere er vist i Tabell 2.

### 5.3. Tilstandsindeks

Tilstandsindeksen (Rygg 1986b) er et veid gjennomsnitt av artsindeksen AI og artsmangfoldet ES.

En indeksverdi på 1.0 angir grenseverdien mellom påvirket og upåvirket lokalitet (Tabell 1).

Tabell 1. Graden av påvirkning av bløtbunnfaunasamfunn kan klassifiseres ved samfunnets artsmangfold (ES), artsindeks (AI), og ved en tilstandsindeks (TI) som kombinerer ES og AI (Etter Rygg 1986b).

Påvirkningsgrad	ES	AI	TI
Liten (ikke påvisbar)	>18.5	>6.85	>1.00
Moderat	12-18.5	5.90-6.85	0.87-1.00
Betydelig	7-12	5.10-5.90	0.76-0.87
Sterk	<7	<5.10	<0.76

Verdiene for tilstandsindeksen for stasjonene i Grenlandsfjordene er vist i Tabell 2.

Tabell 2. Oversikt over stasjoner og prøver, verdier for noen viktige faunaparametre, samt klassifisering av påvirkningsgrad. Stasjonenes plassering, se Fig. 1.

ST	ÅR	MND	DYP	AREAL (m <sup>2</sup> )	S	N	H	ES	AI	TI	PÅVIRKNING
P1	74	jul	23	0.5	12	222	1.78	9.39	3.99	0.71	Sterk
P1	79	nov	23	0.4	58	4179	3.54	19.20	6.79	1.00	Liten/Mod.
P1	86	jan	24	0.4	26	597	3.04	18.71	5.34	0.89	Moderat
P1	86	okt	25	0.8	72	3438	3.93	21.14	6.81	1.02	Liten/Mod.
P1	87	okt	20	0.4	30	248	3.44	21.36	6.77	1.02	Liten/Mod.
			25	0.4	17	168	2.51	14.49	5.63	0.87	Betydelig
			30	0.4	16	79	2.66	*	5.32	*	Betydelig
			35	0.4	22	562	2.05	10.16	6.24	0.88	Betydelig
			40	0.4	13	190	1.72	9.71	3.87	0.70	Sterk
			45	0.4	5	30	1.81	*	4.44	*	Sterk
			50	0.2	1	3	0.00	*	2.00	*	Sterk
F8	86	jan	106	0.4	38	1652	2.42	13.20	6.62	0.94	Moderat
F8	86	okt	106	0.8	65	3240	2.28	15.15	6.77	0.96	Moderat
F8	87	okt	105	0.4	48	595	3.04	23.35	7.51	1.09	Liten
H1	87	okt	110	0.4	35	379	3.32	22.10	6.42	1.00	Moderat
H2	87	okt	207	0.4	11	1302	1.30	4.77	5.61	0.78	Betydelig

S: Artsantall

N: Samlet individantall

H: Shannon-Weaver diversitetsindeks (Shannon og Weaver 1963)

ES: Forventet artsantall pr. 100 individer (Hurlbert 1971)

AI: Artsindeks (andel av forurensningsømfintlige arter i faunasamfunnet) (Rygg 1986a)

TI: Tilstandsindeks (Rygg 1986b)

Individtallene pr. m<sup>2</sup> av de vanligste artene på hver stasjon er vist i Tabell 3-4.

Tabell 3. De vanligste artene på de forskjellige dyp på stasjon P1.

CERI	EDWA	MYRT	AMPH	ECHI	NEME	GONI	CORB	SCOL	MYRI	THYA	CHON	PARA	HETE	CHAE	CAPI	Dyp
10	5	16	3	4	8	39	18	13	7	90	-	2	-	-	-	20 m
3	3	2	5	10	5	13	12	8	5	95	-	-	-	-	-	25 m
-	-	2	-	3	1	12	2	4	7	39	-	-	-	-	-	30 m
-	-	-	1	1	6	6	9	31	300	154	32	1	4	-	-	35 m
-	-	-	-	-	-	1	1	2	1	133	8	17	10	12	-	40 m
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	3	2	12	-	45 m
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	50 m

CERI = Cerianthidae

SCOL = Scoloplos armiger

EDWA = Edwardsia sp

MYRI = Myriochele oculata

MYRT = Myrtea spinifera

THYA = Thyasira sp

AMPH = Amphiuura filiformis

CHON = Chone sp

ECHI = Echinocardium cordatum

PARA = Paramphinome jeffreysii

NEME = Nemertinea

HETE = Heteromastus/Mediomastus

GONI = Goniada maculata

CHAE = Chaetozone setosa

CORB = Corbula gibba

CAPI = Capitella capitata

Tabell 4. Individantall pr. m<sup>2</sup> av de tallrikeste artene.

STASJON:	P1 BALSØYA (20-25 m dyp)				
DATO:	JULI	NOV	JAN	OKT	OKT
	1974	1979	1986	1986	1987
Thyasira sp	306	2545	555	859	231
Corbula gibba	34	178	240	241	38
Labidoplax buskii	-	663	68	635	6
Prionospio cirrifera	-	785	-	573	-
Prionospio malmgreni	-	320	-	236	-
Amphiura filiformis	-	718	2	235	10
Pseudopolydora antennata	-	2755	-	465	6

STASJON:	F8 BREVIKFJORDEN (105-106 m dyp)		
DATO:	JAN	OKT	OKT
	1986	1986	1987
Heteromastus/Mediomastus	2360	2650	853
Chaetozone setosa	438	410	93
Cossura longocirrata	438	295	3
Myriochele oculata	270	63	10
Melinna cristata	113	19	28
Prionospio malmgreni	70	36	48
Paradoneis lyra	53	31	23
Proclea graffi	18	66	33
Mugga wahrbergi	8	76	10
Cumacea spp	-	41	83
Amphipoda spp	-	18	28

forts. ....



...forts.

STASJON:	H1 HÅØYFJORDEN	(110 m dyp)
DATO:		OKT 1987
Heteromastus/Mediomastus		423
Thyasira sarsi/flexuosa		123
Amphicteis gunneri		48
Nuculoma tenuis		48
Eriopisa elongata		38
Nereimyra punctata		30
Melinna cristata		20
STASJON:	H2 HÅØYFJORDEN	(207 m dyp)
DATO:		OKT 1987
Chaetozone setosa		2258
Heteromastus/Mediomastus		675
Thyasira sarsi/flexuosa		230
Paramphinome jeffreysii		60
Spiophanes kroeyeri		15

På stasjon F8 i Brevikfjorden var faunaen i oktober 1986 nokså lik den i januar, bortsett fra krepsdyrene. I januar fantes ingen krepsdyr, mens det i oktober fantes 33 cumacéer fordelt på 4 arter og 14 amfi-poder fordelt på 8 arter. Dominerende arter ved begge tidspunkter var børstemarkene Heteromastus/Mediomastus, Chaetozone setosa og Cossura longocirrata. I oktober 1987 var det totale individantall lavere, men sammensetningen av faunaen var nokså lik den i oktober 1986, bl.a. med innslag av krepsdyr. Viktigste endring var at Cossura longocirrata, som var tallrik i 1986, nesten var helt borte. Årsaken til denne forurensningstolerante artens nedgang i 1987 er ukjent.

#### 5.4. Sedimentanalyser

Sedimentets innhold av organisk stoff (målt som konsentrasjoner av karbon og nitrogen) indikerer forholdet mellom tilførsel og omsetning av organisk materiale.

Verdiene for karbon og nitrogen på både stasjon P1, F8, H1 og H2 (Tabell 5-6) lå høyere enn hva som er vanlig i lite påvirkete norske fjorder, hvor verdiene ofte er lavere enn 25 mg/g for C og lavere enn 2.5 mg/g for N.

Tabell 5. Konsentrasjon av karbon (C) og nitrogen (N) i de øverste 2 cm av sedimentet på forskjellige dyp på stasjon P1 i indre Frierfjord, 13.10.1987, mg/g tørrvekt. Gjennomsnitt av to paralleller.

Dyp (m)	C	N
20	70.5	2.55
25	79.8	2.97
30	83.5	3.35
35	87.4	3.20
40	88.1	3.73
45	80.8	3.49
50	78.0	3.37

Tabell 6. Konsentrasjon av karbon (C) og nitrogen (N) i de øverste 2 cm av sedimentet på stasjonene i Brevikfjorden og Håøyfjorden, mg/g tørrvekt. Gjennomsnitt av to paralleller.

Stasjon	Dato	C	N
F8 106m	21. okt. 1986	37.1	2.71
F8 105m	13. okt. 1987	41.7	3.32
H1 110m	14. okt. 1987	59.7	5.57
H2 207m	14. okt. 1987	47.4	4.36

## 6. SAMLET VURDERING AV RESULTATENE FRA 1987 OG TIDLIGERE

Forurensningsvirkningene på faunaen i Grenlandsfjordene kan skyldes flere faktorer. Det er betydelig belastning av fjordsystemet, både med forskjellige miljøgifter, organisk materiale og næringssalter. Tilførselene av organisk materiale og næringssalter har ført til økt organisk belastning av dypvannet. Forurensningsømfintlige arter fortrenses og tolerante arter blir mer dominerende.

På stasjon P1 i indre Frierfjord økte forurensningsgraden fra moderat i 20 m dyp til sterk i 45 og 50 m dyp. Årsaken til forverringen med økende dyp er oksygenmangel. Figur 3 viser oksygenforholdene i Frierfjorden i en periode med stagnerende dypvann (Rygg et al. 1988).

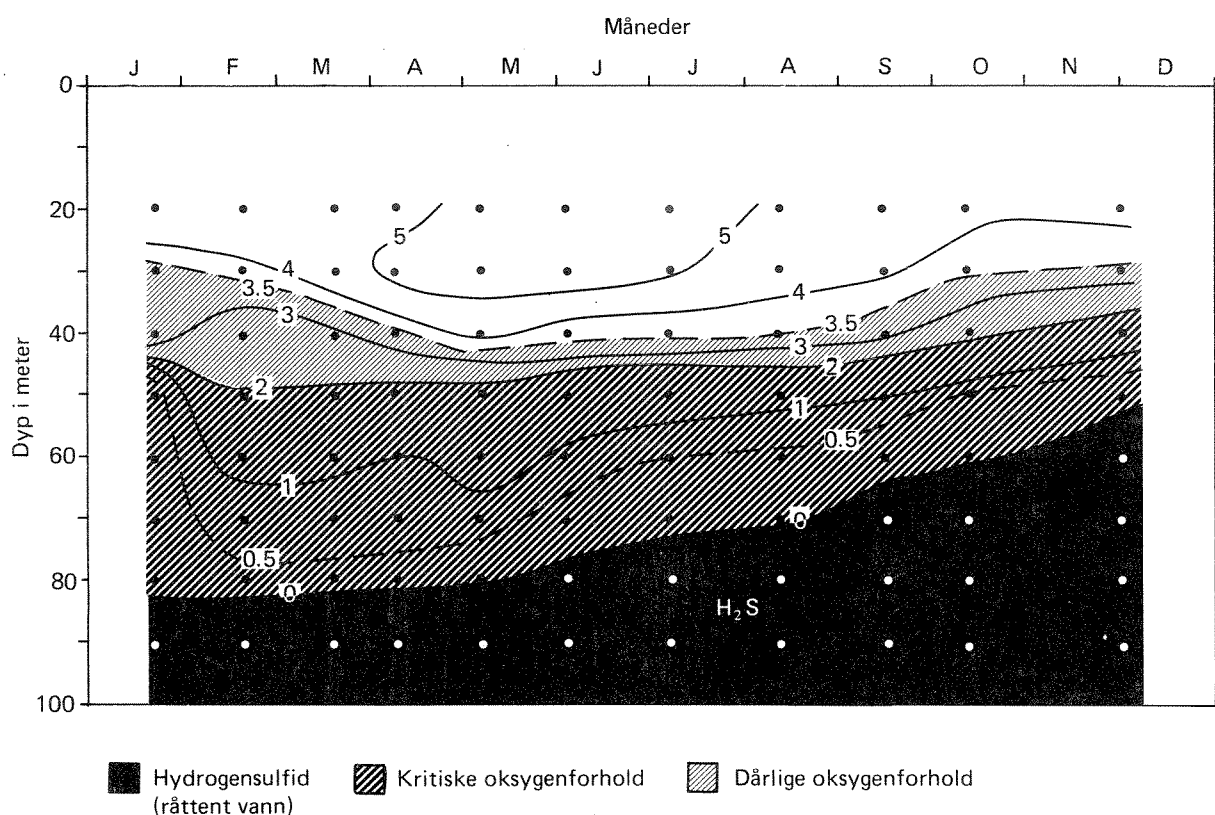


Fig. 3. Oksygenkonsentrasjoner i Frierfjordens dypvann i 1987.

Betydelig minskning av den organiske belastningen i Frierfjorden vil bedre oksygenforholdene og utvide dybdeområdet hvor faunaen kan finne levelige vilkår.

I Brevikfjorden (F8), Langesundfjorden (P8) og Håøyfjorden (H1, H2) var påvirkningen moderat eller betydelig. Påvirkningen var mest tydelig i Brevikfjorden og Håøyfjorden. I Brevikfjorden var tilstanden noe bedre i oktober 1987 enn i oktober 1986. Dårligst var den i januar 1986.

Konsentrasjoner under 2 ml O<sub>2</sub>/l er kritiske for bunnfaunaen. Den dårlige tilstanden på stasjon F8 i januar 1986 og H2 i oktober 1987, som bl.a. mangelen på krepsdyr indikerte, kan ha sammenheng med forutgående lav oksygenkonsentrasjon.

Oksygenminima ned mot 2 ml/l i dypvannet i Brevikfjorden er observert i flere år i november-desember. Målinger 20. desember 1985 og 21. januar 1986 viste henholdsvis 4.4 og 5.4 ml O<sub>2</sub>/l nær bunnen. Lavere oksygenkonsentrasjon i november kan ha forekommet og satt spor etter seg i faunaen utover vinteren. Imidlertid mangler oksygenmålinger fra høsten 1985 før 20. desember. Ved faunainnsamlingen 22. oktober 1986 var oksygenkonsentrasjonen i dypvannet (105 m) 2.68 ml/l. Høsten 1986 ble et oksygenminimum på 2.12 ml/l målt den 18. desember. Den 22. januar 1987 hadde nytt vann brakt oksygenkonsentrasjonen opp i 5.9 ml/l. I oktober 1987 var oksygenkonsentrasjonen i dypvannet på stasjon F8 den samme som i oktober året før. Figur 4 viser oksygenprofiler ved tre tidspunkter. Målinger av sedimenterende organisk materiale har vist høye verdier på stasjon F8.

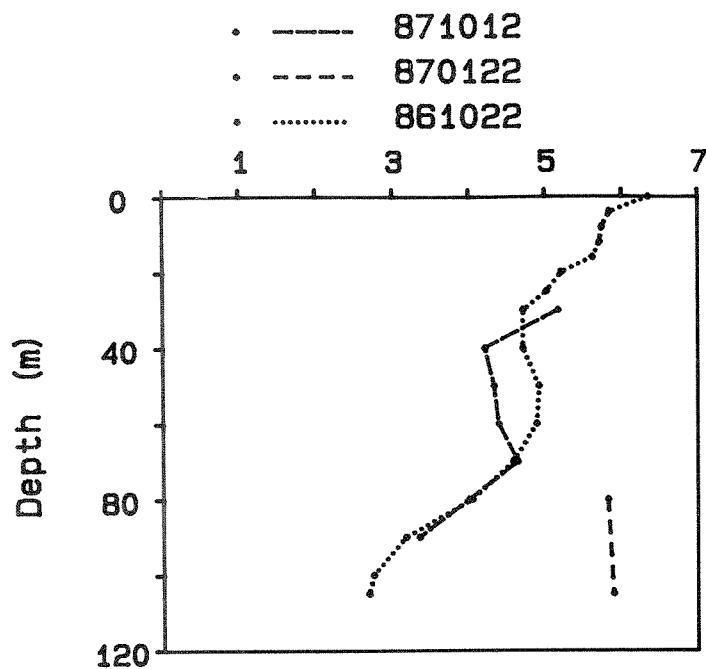


Fig. 4. Oksygenkonsentrasjoner (ml/l) i forskjellige dyp på stasjon F8 i oktober 1986, januar 1987 og oktober 1987.

Oksygenmålinger i Håøyfjorden tyder på at dypvannet gjennomgår en periode med kritiske oksygenforhold hvert vinterhalvår.

Hvis målet er å opprettholde en tilstand med lite påvirkete eller upåvirkete bunndyrsamfunn i Brevikfjorden og Håøyfjorden, er dagens organiske belastning for stor.

## 7. HENVISNINGER

- Gray, J.S., Aschan, M., Carr, M.R., Clarke, K.R., Green, R.H., Pearson, T.H., Rosenberg, R., Warwick, R.M. 1988. Analysis of community attributes of the benthic macrofauna of Frierfjord/Langesund fjord and in a mesocosm experiment. Mar. Ecol. Prog. Ser. 46: 151-165
- Hurlbert, S.N., 1971. The non-concept of species diversity. Ecology, 53: 577-586.
- Niemistö, L., 1974. A gravity corer for studies of soft sediments. Havforskningsinst. Skr. Helsinki, 238: 3-38.
- Rygg, B., 1984. Bløtbunnfaunaundersøkelser - et godt verktøy ved marine resipientvurderinger. NIVA OF-80612, 29 s.
- Rygg, B., 1986a. Bløtbunnfauna som indikatorsystem på miljøkvalitet i fjorder. En ny forurensningsindeks basert på artssammensetning. NIVA, OF-80612, 20 s.
- Rygg, B., 1986b. Miljøkvalitetskriterier for marine områder. Rapport 2. Forurensningsvirkninger på bløtbunnfaunasamfunn. NIVA O-8612601, 42 s.
- Rygg, B. 1988. Vurdering av forurensningspåvirkning av Frierfjorden som følge av utsig av pyrolyseolje fra etylenfabrikken, Hydro Rafnes. NIVA O-87201, 21 s.
- Rygg, B., Green, N., Molvær, J., Næs, K. 1987. Grenlandsfjordene og Skienselva 1986. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 287/87. SFT/NIVA, 91 s.
- Rygg, B., Green, N., Knutzen, J., Molvær, J. 1988. Grenlandsfjordene og Skienselva 1987. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 327/88. SFT/NIVA, 72 s.
- Shannon, C.E., Weaver, W. 1963. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana.

## VEDLEGG

Tabell I. Arter og antall individer i 20-50 dyp på stasjon P1 i Frierfjorden  
13. oktober 1987.

	Dyp (m)	20	25	30	35	40	45	50
	Areal (m <sup>2</sup> )	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2
ANTHOZOA								
Cerianthidae		10	3	-	-	-	-	-
NEMERTINEA								
Nemertinea indet		8	5	1	6	-	-	-
POLYCHAETA								
Ampharetidae indet		1	-	-	-	-	-	-
Brada sp		1	-	-	-	-	-	-
Brada villosa (Rathke 1843)		3	-	-	-	-	-	-
Capitella capitata (Fabricius 1780)		-	-	-	-	-	-	3
Chaetozone setosa Malmgren 1867		-	-	-	-	12	12	-
Chone sp		-	-	-	32	8	-	-
Glycera alba (O.F.Mueller 1776)		1	-	-	-	1	1	-
Glycinde nordmanni (Malmgren 1865)		1	-	-	-	-	-	-
Goniada maculata Oersted 1843		39	13	12	6	1	-	-
Hesionidae indet		-	-	-	-	1	-	-
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)		-	-	-	4	10	2	-
Jasmineira sp		1	1	-	-	-	-	-
Myriochele oculata Zaks 1922		7	5	7	300	1	-	-
Nephtys ciliata (O.F.Mueller 1776)		-	-	1	1	-	-	-
Ophiodromus flexuosus (Delle Chiaje 1822)		-	-	-	1	-	-	-
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)		2	-	-	1	17	3	-
Pectinaria auricoma (O.F.Mueller 1776)		1	-	-	1	-	-	-
Pherusa plumosa (O.F.Mueller 1776)		-	-	-	1	-	-	-
Pholoe minuta (Fabricius 1780)		-	-	1	2	2	-	-
Pilargis sp		1	1	-	-	-	-	-
Polydora ciliata (Johnston 1838)		-	-	-	-	1	-	-
Pseudopolydora antennata (Claparede 1868)		5	-	1	-	-	-	-
Scoloplos armiger (O.F.Mueller 1776)		13	8	4	31	2	-	-
Sosane gracilis (Malmgren 1865)		-	1	-	-	-	-	-
Sphaerodorum flavum Oersted 1843		1	-	-	2	-	-	-
Terebellides stroemi M.Sars 1835		-	-	1	2	-	-	-
PROSOBRANCHIA								
Oenopota sp		-	-	-	1	-	-	-
OPISTHOBANCHIA								
Philine quadrata (S.Wood)		1	-	-	-	-	-	-
Philine scabra (O.F.Mueller 1776)		3	-	-	2	-	-	-
CAUDOFOVEATA								
Caudofoveata indet		2	2	1	3	-	-	-
BIVALVIA								
Abra nitida (Mueller 1789)		1	-	-	-	-	-	-
Corbula gibba (Olivieri 1792)		18	12	2	9	1	-	-
Lima sulcata (Brown 1827)		-	-	-	1	-	-	-
Montacuta ferruginosa (Montagu 1803)		1	-	-	-	-	-	-
Myrtea spinifera (Montagu)		16	2	2	-	-	-	-
Parvicardium minimum (Philippi 1836)		-	1	2	-	-	-	-
Thracia sp		2	1	1	-	-	-	-
Thyasira sp		90	95	39	154	133	12	-
SIPUNCULIDA								
Phascolion strombi (Montagu 1804)		2	-	-	-	-	-	-
OPHIUROIDEA								
Amphiura filiformis (O.F.Mueller)		3	5	-	1	-	-	-
ECHINOIDEA								
Echinocardium cordatum (Pennant)		4	10	3	1	-	-	-
Edwardsiidae indet		5	3	-	-	-	-	-
HOLOTHUROIDEA								
Labidoplax buski (McIntosh)		5	-	1	-	-	-	-



Tabell II. Arter og antall individer pr. 0.4m<sup>2</sup> i Brevikfjorden  
(F8) og Håøyfjorden (H1, H2) 13-14. oktober 1987.

	Stasjon		
	F8	H1	H2
Dyp (m)	105	110	207
NEMERTINEA (BÅNDMARK)			
Nemertinea indet	-	1	-
POLYCHAETA (MANGEBØRSTEMARK)			
Amphicteis gunneri (M.Sars 1835)	4	19	-
Anaitides groenlandica (Oersted 1842)	-	1	-
Caulleriella killariensis (Southern 1914)	-	2	-
Caulleriella sp	1	-	-
Ceratocephale loveni Malmgren 1867	1	-	1
Chaetozone setosa Malmgren 1867	37	5	903
Chone sp	2	-	-
Cirratulus cirratus (O.F.Mueller 1776)	-	1	-
Cossura longocirrata Webster & Benedict 1887	1	-	1
Eteone sp	-	-	1
Euchone papillosa (M.Sars 1851)	-	2	-
Euchone sp	1	-	-
Euclymeninae indet	1	-	-
Gattyana cirrosa (Pallas 1766)	-	2	-
Glycera rouxii Audouin & Milne Edwards 1833	1	-	-
Harmothoe sp	2	-	-
Heteromastus sp/Mediomastus sp	341	169	270
Maldane sarsi Malmgren 1865	5	-	-
Melinna cristata (M.Sars 1851)	11	8	-
Mugga wahrbergi Eliason 1955	4	6	-
Myriochele oculata Zaks 1922	4	-	-
Neoamphitrite affinis (Malmgren 1865)	-	2	-
Neoamphitrite grayi (Malmgren 1865)	1	9	-
Nephtys ciliata (O.F.Mueller 1776)	5	7	1
Nereimyra punctata (O.F.Mueller 1788)	-	12	-
Nereis sp	-	1	-
Ophelina modesta Stoep-Bowitz 1958	2	-	-
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	9	4	24
Paraonis gracilis (Tauber 1879)	2	-	-
Paraonis lyra (Southern 1914)	9	5	-
Pholoe minuta (Fabricius 1780)	2	-	-
Phylo norvegica (M.Sars 1872)	-	2	-
Pista cristata (O.F.Mueller 1776)	1	-	-
Polyphysia crassa (Oersted 1843)	-	3	-
Prionospio cirrifera Wiren 1883	8	-	-
Prionospio malmgreni Claparede 1868	19	-	-
Proclea graffii (Langerhans 1884)	13	4	-
Pseudopolydora antennata (Claparede 1868)	5	-	-
Rhodine loveni Malmgren 1865	2	2	-
Sosane gracilis (Malmgren 1865)	-	4	2
Sosane sulcata Malmgren 1865	6	-	-
Spiophanes kroeyeri Grube 1860	9	6	6
Terebellides stroemi M.Sars 1835	4	7	-
Tharyx sp	7	3	-
OPISTHOBANCHIA (BAKGJELLESNEGLER)			
Philine quadrata (S.Wood)	-	1	-
CAUDOFOVEATA (ORMEBLØTDYR)			
Chaetoderma nitidulum Loven 1845	1	-	-
BIVALVIA (MUSLINGER)			
Abra nitida (Mueller 1789)	2	-	-
Nuculoma tenuis (Montagu)	2	19	-
Thyasira sarsi (Philippi 1845)/flexuosa (Phil.)	14	49	92
OSTRACODA (MUSLINGKREPS)			
Philomedes globosus Lilljeborg	-	1	-
CUMACEA (CUMACEER)			
Diastylodes serrata (Sars 1865)	2	-	1
Eudorella emarginata Kroeyer	4	3	-
Eudorella truncatula Sp.Bate	5	-	-
Leucon nasica (Kroeyer)	22	-	-

	Stasjon		
	F8	H1	H2
Dyp (m)	105	110	207
TANAIDACEA (TANAIDER)			
Tanaidacea indet	9	-	-
ISOPODA (ISOPODER)			
Eurycope cornuta G.O.Sars	1	-	-
AMPHIPODA (AMFIPODER)			
Arrhis phyllonx (M.Sars)	4	-	-
Eriopisa elongata Bruzelius	5	15	-
Gammaropsis sophiae (Boeck 1861)	1	-	-
Halirages fulvocinctus (M.Sars)	-	1	-
Tryphosites longipes (Bate & Westwood 1861)	1	-	-
SIPUNCULIDA (PØLSEORMER)			
Phascolion strombi (Montagu 1804)	-	2	-
OPHIUROIDEA (SLANGESTJERNER)			
Amphiura chiajei Forbes	1	-	-
Ophiopholis aculeata (O.F.Mueller)	-	1	-
ECHINOIDEA (KRÅKEBOLLER)			
Brissopsis lyrifera (Forbes)	1	-	-