

O-

1920

82061

2.

ARKIV
EKSEMPLAR

O-82061

Overvåking av
Groosefjorden/Vikkilen
Grimstad kommune

Bunnfaunaundersøkelsene 1983–1985

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor
Postboks 333
0314 Oslo 3
Telefon (02) 23 52 80

Sørlandsavdelingen
Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen
Breiviken 2
5035 Bergen - Sandviken
Telefon (05) 25 97 00

Prosjektnr.: O-82061
Undernummer: 2
Løpenummer: 1920
Begrenset distribusjon: FRI

Rapportens tittel: OVERVÅKNING AV GROOSEFJORDEN/VIKKILEN, GRIMSTAD KOMMUNE. BUNNFAUNAUNDERSØKELSENE 1983 - 1985.	Dato: 09.10.1986
Forfatter (e): WIKANDER, PER BIE	Prosjektnummer: O-82061
	Faggruppe: MARIN ØKOLOGI
	Geografisk område: AUST-AGDER
	Antall sider (inkl. bilag): 62

Oppdragsgiver: GRIMSTAD KOMMUNE	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
------------------------------------	----------------------------------

Ekstrakt: Det er tatt kvantitative bunnprøver på fire stasjoner i 1983, 1984 og 1985. Tre stasjoner lå i Vikkilen-Groosefjordbassenget. En stasjon fungerte som referansestasjon. Det er utregnet en rekke parametre for å beskrive tilstand og utviklingstendens. Alle tilstandsparametre peker i retning av at stasjonene i fjordbassenget har gjennomgått en utvikling mot sterkere organisk belastning. Utviklingen var ikke dramatisk. Dyprennen i Groosefjorden har årlig oksygensvikt av varierende styrke og varighet. For å holde forurensningsvirkningene på et lavt til moderat nivå må nåværende belastning ikke øke og helst redusere.

4 emneord, norske:

1. Groosefjorden - Vikkilen
2. Overvåkning
3. Bløtbunnfauna
4. Kloakkforurensing

4 emneord, engelske:

1. Groosefjorden - Vikkilen
2. Monitoring
3. Soft bottom fauna
4. Municipal sewage

Prosjektleder:

Per Bie Wikander

For administrasjonen:

R. Wright

ISBN 82-577-1145-4

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
SØRLANDSAVDELINGEN
GRIMSTAD

O-82061

OVERVÅKING AV
GROOSEFJORDEN/VIKKILEN
GRIMSTAD KOMMUNE

BUNNFAUNAUNDERSØKELSENE 1983-1985

Grimstad, 9. oktober 1986

Prosjektleder: Per Bie Wikander

Medarbeidere: Cand. real Brage Rygg
Nat.Kand. Pirkko Rygg
Cand.scient Øystein
Stokland

FORORD

Med bakgrunn i programforslag for "OVERVÅKNING AV VANNKVALITET I GROOSEFJORDEN - VIKKILEN, GRIMSTAD KOMMUNE" utarbeidet ved Aust-Agder fylkeskommune, Utbyggingsavdelingen, fikk NIVA, Sørlandsavdelingen, i oppdrag fra Grimstad kommune å forestå en slik overvåkning.

Formålet med overvåkingen har vært:

1. Evaluere effektene av eksisterende kloakkutslipp og overløp.
2. Vurdere egnetheten av eksisterende beliggenhet av hovedutslipp.
3. Vurdere rensegrad ved fremtidig konsesjonsbehandling.
4. Overvåke den hygieniske vannkvaliteten av hensyn til friluftsjnteressene.

Overvåkingen har omfattet hydrografisk/hydrokjemisk og mikrobiell prøvetaking, samt bløtbunnsfauna (benthos).

Foreliggende rapport omhandler benthosdata fra 1983, 1984 og 1985 og danner en oppsummering av bunnprøvetakingen.

Overvåkingen har hittil blitt rapportert i notat av 27. febr. 1983 (konklusjoner på basis av aktiviteten i 1982), samt i WIKANDER (1985) og NÆS (1986 in prep).

Det biologiske materialet har blitt identifisert dels av cand. real Brage Rygg, Nat. Kand. Pirkko Rygg, begge NIVA, og Cand. scient Øystein Stokland, Rogalandsforskning. Sedimentanalyser er foretatt ved NIVA's hovedlaboratorium.

Grimstad, 9. oktober 1986

Per Bie Wikander

	Side
FORORD	2
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	4
<u>1.1. Hovedmål</u>	4
<u>1.2. Delmål</u>	4
<u>1.3. Sammendrag</u>	4
<u>1.4. Konklusjoner</u>	7
2. INNLEDNING	9
<u>2.1. Hensikten med bløtbunnsfaunaundersøkelser i resipientvurderinger</u>	9
<u>2.2. Områdebeskrivelse</u>	10
<u>2.3. Bakgrunn for undersøkelsen</u>	12
<u>2.4. Formål</u>	13
3. MATERIALE OG METODER	14
<u>3.1. Valg av stasjoner</u>	14
<u>3.2. Materiale</u>	15
<u>3.3. Feltmetodikk</u>	15
<u>3.4. Analysemetodikk og vurderingskriterier</u>	16
3.4.1. Sedimentet	16
3.4.2. Dyresamfunnets artssammensetning	17
3.4.3. Artsmangfold	20
3.4.4. Log-normalfordeling av individ- antall blant arter	24
3.4.5. Tilstandsindeks	26
3.4.6. Likhet i fauna mellom de ulike stasjonene	27
4. RESULTATER OG DISKUSJON	28
<u>4.1. St. 7, Gråholmen, referansestasjon</u>	28
<u>4.2. St. 1, Vikkilen</u>	32
<u>4.3. St. 3, Biødden - Rønnes</u>	36
<u>4.4. St. 5, Groosefjorden, Dyprennen</u>	41
<u>4.5. Samlet vurdering og konklusjon</u>	46
5. LITTERATUR	49
6. VEDLEGGSTABELLER	52

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

1.1. Hovedmål

Datainnsamlingen har hatt som formål å klarlegge og dokumentere eventuelle utviklingstendenser i fjordsystemets miljø som kan relateres til kommunale utslipp.

1.2. Delmål

Foreliggende rapport har som mål å belyse utviklingen i området vurdert på bakgrunn av bløtbunnfauna og sedimenter og omhandler ikke hydrografi og hygiene.

1.3. Sammendrag

Foreliggende rapport er en avsluttende rapport etter tre års bunnprøvetaking.

Prøvetakingen har omfattet fire stasjoner: en midt i Vikkilen, en i byfjordens dypeste del, en i Goosefjordens dyprenne, samt en referansestasjon ved Gråholmen, utenfor primærresipienten.

Prøvetaking har funnet sted en gang årlig i sommerhalvåret.

Ved toktet i 1983 ble prøvene tatt fra F/B "Villfugl" av Hesnesøy. I 1984 og 1985 ble NIVA's eget forskningsfarøty "H.H. Gran" benyttet.

Prøvene ble tatt med en 0,1 m² Petersen bunngrabb. Fem gjentatte (replikate) prøver ble tatt på hver stasjon.

Prøvene ble vasket gjennom perforerte stålplatesikter med lysåpning på henholdsvis 5,0 og 1,0 mm. Sikteresten ble fiksert på formalin og overført til etanol.

I laboratoriet ble alle flercellede organismer plukket ut under stereolupe, identifisert og talt opp. Artsliste og tallmateriale ble behandlet i datamaskin og følgende stasjonsparametre regnet ut:

Artsantall (S)
 Individantall (N)
 Indekser for artsmangfold (H og ES(n=100))
 Andel ømfintlige og tolerante arter
 Artsindeks (AI)
 Tilstandsindeks (TI)

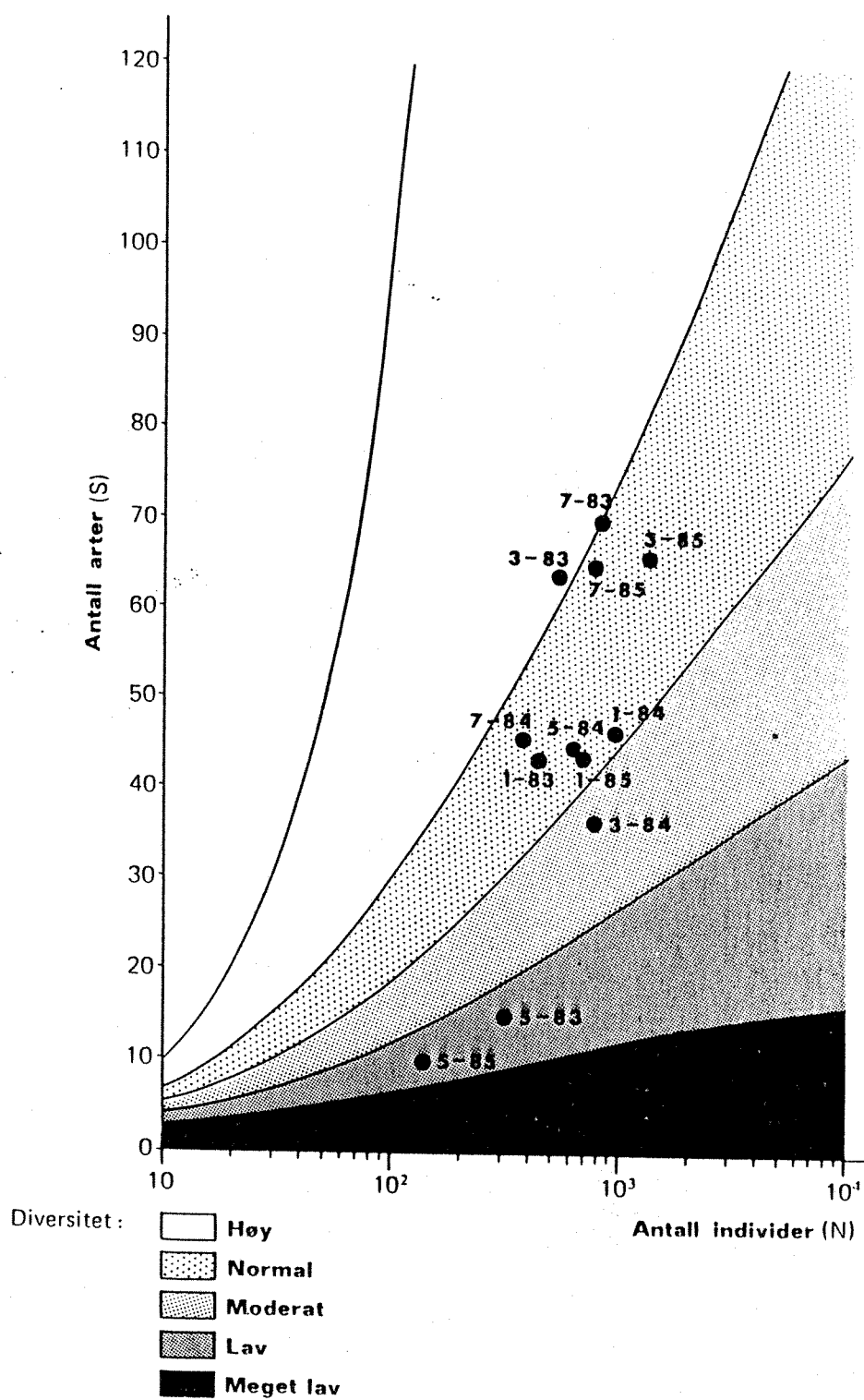
Tabell 1 sammenfatter utviklingen i essensielle miljøparametre på stasjonene i undersøkelsesperioden.

Tabell 1. Sammenfatting av essensielle stasjonsparametre.

PARAMETER	St. 1, Vikkilen			St. 3, Rønnes/Biodden		
	1983	1984	1985	1983	1984	1985
Sulfider i sediment	nei	nei	nei	nei	nei	nei
Antall arter	43	45	42	61	35	64
Antall individer	463	1011	735	572	824	1423
Artsmangfold (Hurlb.)	22,9	18,6	16,4	33,0	15,8	22,6
Ømfintlige arter	56,5%	42,9%	33,3%	58,6%	52,4%	39,0%
Artsindeks	7,65	6,54	6,02	7,02	6,55	6,10
Tilstandsindeks	1,10	0,98	0,92	1,15	0,95	0,99

PARAMETER	St. 5, Groosefjorden			St. 7, Gråholmen		
	1983	1984	1985	1983	1984	1985
Sulfider i sediment	ja	nei	ja	nei	nei	nei
Antall arter	14	43	9	68	44	63
Antall individer	327	647	141	353	386	806
Artsmangfold (Hurlb.)	9,7	20,7	3,1	23,9	23,6	24,6
Ømfintlige arter	25,0%	46,2%	37,3%	59,5%	52,4%	51,5%
Artsindeks	5,01	6,32	5,12	7,27	7,11	6,84
Tilstandsindeks	0,78	0,98	0,78	1,08	1,07	1,06

Figur 1 sammenfatter utviklingen i artsmangfold på samtlige stasjoner i undersøkelsesperioden.



Figur 1. Sammenfatting av utviklingen i artsmangfold på stasjonene i undersøkelsesperioden.

1.4. Konklusjoner

Store variasjoner - som kan være naturgitte - ble konstatert på samtlige stasjoner over den tre-årsperiode undersøkelsen har pågått.

På de stasjonene som ligger innenfor Vikkilen-Groosefjordbassenget peker variasjonene i de fleste parametre forholdsvis tydelig i retning av at den organiske belastning på de dypeste bunnområdene har blitt forsterket eller at vannutskiftingen har vært mindre effektiv enn tidligere. Utviklingen er ikke dramatisk og den er reversibel.

Stasjonen i Vikkilen og Grimstadfjorden viste moderat påvirkning i 1985. Stasjonen i dyprennen i Groosefjorden var betydelig påvirket.

På referansestasjonen var det liten eller ingen påvirkning og ingen påvisbar utvikling i noen retning.

Kloakkutslippets bidrag til den organiske belastning kan ikke kvantifiseres, men det er konkludert med at den ikke er ubetydelig sammenlignet med de naturlige kilder.

For å holde forurensningsvirkningene på et lavt til moderat nivå, må nåværende belastning ikke øke og helst reduseres.

Med hensyn til selve utslippsarrangementet med den eksisterende beliggenhet kan følgende forhold slås fast:

1. Innlagring av avløpsvannet dypere enn de belyste vannlag (eufotisk sone) vil redusere næringssalttilførslene til de øvre vannlag hvor disse saltene kan omsettes til planktonproduksjon (eutrofiering).
2. Produksjon av planteplankton har ikke vært særlig høy i fjorden i undersøkelsesperioden.
3. Innlagring av avløpsvannet vil innebære diffusorutslipp.
4. Diffusorutslipp må innebære partikkelfjerning (slamavskilling/siler).

5. Kvalitativ prøvetaking i utslippets nærsone (mellom st. 5 og utslippet) syntes å vise uforstyrrede forhold.
6. Utslippsstedet synes derfor ikke å være uheldig valgt.
7. Fordi det er oksygenvikt i dyprennen bør ikke totalbelastningen av organisk stoff til fjorden økes, helst reduseres.

2. INNLEDNING

I foreliggende rapport er det gitt en fremstilling av de miljøtilstander og eventuelle utviklingstendenser som er fremkommet ved analyser av bløtbunnsfaunaen på de samme stasjoner som er blitt gjenstand for hydrografisk prøvetaking (se Wikander 1985 samt Næs in prep.).

Fremstillingen baserer seg på prøvetaking over tre år i 1983, 1984 og 1985.

I dette kapitlet er det gitt en omtale av hensiktsmessigheten med undersøkelse av bløtbunnsfauna, bakgrunn for undersøkelsen og en beskrivelse av det undersøkte området.

2.1. Hensikten med bløtbunnsfaunaundersøkelser i resipientvurderinger

Organismesamfunnet på bløt bunn (som vi som oftest finner i fjorder og dypere kystfarvann) er sammensatt av en lang rekke arter som ernærer seg av det organiske materiale som produseres i vannmassen og sedimenterer eller som er rovdyr på og i bunnen.

Fordelen med bunnundersøkelser ligger fremfor alt i det forhold at de aller fleste organismene er gravende eller fastsittende og kan derfor ikke unnslippe hvis miljøet blir dårlig. Arter går enten til grunne eller overlever. De fleste artene er flerårige, hvorav noen oppnår høy alder, samtidig som de har bestemte krav til miljøet. Hvilke arter som fins, artenes innbyrdes mengde og individtettheten bestemmes i stor grad av faktorer som: nærings-tilgang, sedimentets beskaffenhet, type av sedimenterende organisk materiale, oksygeninnholdet over og under sedimentoverflaten, miljøgifter, nedslamming og andre forstyrrelser.

Normale, balanserte samfunn opptrer når stabile, naturgitte betingelser rå, og fysiske og kjemiske faktorer (f.eks. oksygenkonsentrasjonen, saltholdighet, grumsing) ikke er ekstreme.

Forurensningspåvirkninger og andre forstyrrelser med kort tidsskala kan føre til avvikende arts- og individsammensetning i faunasamfunnet. Fordi marine bløtbunnsamfunn normalt er artsrike og likeartede over store områder, er det lett å oppdage uregelmessigheter i dem. Derfor er de velegnet som indikatorsamfunn ved bedømmelse av forurensningstype og -grad.

I de senere årene er det utviklet statistiske bearbeidelsesmetoder som produserer utsagnskraftige grafiske fremstillinger når det gjelder graden av miljøforstyrrelse (Pearson, T.H., et al. 1983, Rygg 1984, Wikander 1986). Det er disse metoder som er anvendt i den foreliggende rapport.

2.2. Områdebeskrivelse

Vikkilen og Groosefjorden er et sammenhengende fjordsystem som skjærer seg inn i grunnfjellsmassivet langs aksene NØ-SV (fig. 2). Fjordsystemet er ca 7 km langt og avgrenset fra Skagerrak av skjærgårdsbremmen mot SV og SØ, som utgjør fjordens egentlige terskel - dvs. en rekke grunne sund. Den dypeste forbindelsen med Skagerrak er Rivinggapet vest for Håøya - et sund som er utdypet ved sprenging ned til drøyt 20 m dyp.

Et karakteristisk trekk ved fjordtopografien er en dyp renne som går fra Indre Maløya (N. for st. 5) langs Ytre Maløya og sørover til midten av Håøya. Rennet har et dyp på mellom 60 og 70 m. På to steder i fjorden er det loddet dyp på 80 og 82 m, henholdsvis vest for V. Svertingen og nordøst for Herøya. Fjorden har hittil vært svært dårlig opploddet. På det nåværende tidspunkt er det ikke godt nok grunnlag for å beskrive fjordens undersjøiske topografi i detalj.

Etter oppfordring fra NIVA har Sjøkartverket høsten 1986 foretatt sjømålinger med utgangspunkt i Grimstad. Hydrografiske originaler er nå under utarbeidelse.

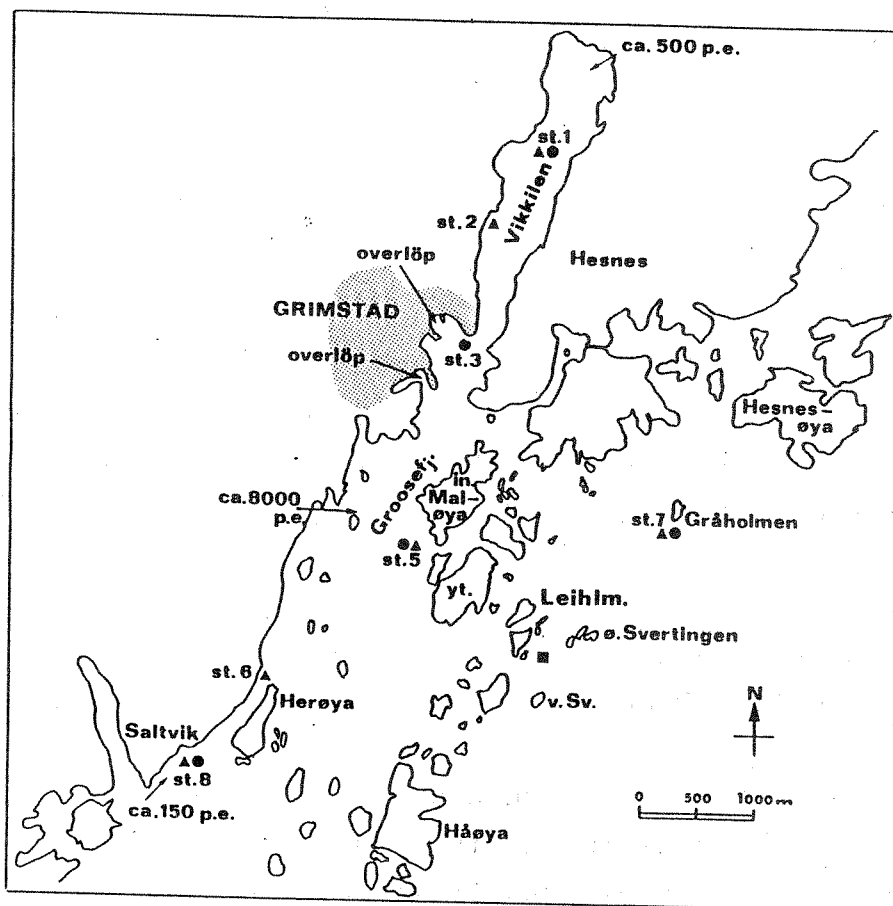
Fjordområdet fra Vikkilens munning til sydspiss av Indre Maløya og Groosefjordens vestlige halvdel synes å utgjøre et platå med

dybder mellom 30 og 40 m. Vannmassene i Vikkilen kommuniserer med vannmassene i Grimstadvfjorden - Groosefjorden uten å være hemmet av noen egentlig terskel annet enn en fjellrygg som hever seg ca 3 m over bunnen på tvers av Vikkilens munning. Fra dette punkt blir kilen jevnt grunnere innover.

Fjordsystemets bunnsedimenter består vesentlig av siltig fin sand og silt. Hardbunn fins stort sett bare i skråningene.

Ferskvannstilførslene til fjordsystemet er små og i hovedsak representert ved Sævelibekken som kommer ut innerst i Vikkilen og Groosebekken som renner ut på Groos. Vannføringen i disse bekkene er ikke kjent.

Hovedmassen av bebyggelse ligger langs fjordens vestside fra Grimstad gamle sentrum (rastert på fig. 2) og sørover til Saltvik. Skjærgården inneholder ubetydelig fritidsbebyggelse.



Figur 2. Prøvetakingssteder.

- Kjemil og bunnprøver
- ▲ Bakteriologiske prøver
- Opprinnelig referansestasjon

Til sammen mottar fjordsystemet kommunalt avløpsvann tilsvarende ca 8 500 pe. Ca 150 pe ledels ut til Saltvik, utenfor terskel.

Lokaliseringen av utslippene fremgår av fig. 2: ca 8 000 pe går ut i Groosefjordens hovedbasseng på 35 m dyp. Ett utslipp på ca 500 pe ledes ut innerst i Vikkilen på ca 12 m dyp. Samtlige utslipp er urenset. På fig. 2 er også inntegnet to overløp, ett til Grimstad havn og ett til Saulebukta. Disse fører periodevis ikke ubetydelige mengder organisk stoff til nærområdene.

2.3. Bakgrunn for undersøkelsen

Undersøkelsens design og igangsettelse tok utgangspunkt i "PROGRAMFORSLAG, OVERVÅKNING AV VANNKVALITET I GROOSEFJORDEN - VIKKILEN, GRIMSTAD KOMMUNE" utarbeidet av Aust-Agder fylkeskommune, Utbyggingsavdelingen, september 1981. Dette programforslaget ble utarbeidet med utgangspunkt i kommunenes kloakksaneringsplan og utslippstillatelse av 15. august 1977.

Fra nevnte programforslag skal siteres:

"På bakgrunn av den økonomiske situasjonen de senere år er utbyggingen av sentralrenseanlegget noe tidsforskjøvet. Dette medfører at dårlig rensed avløpsvann føres ut i sjøen i lengre tid enn opprinnelig forutsatt. Videre vil "tyngdepunktet" av kloakkutslipp forskyves til Grooseområdet etter hvert som avløpsnettutbyggingen i henhold til avløpsplanen. Dette gjør det ønskelig å følge vannkvalitetsutviklingen i området.

Statens biologiske stasjon foretok en undersøkelse av Groosefjorden - Vikkilen (Dannevig, 1970).

Som et ledd i å fremskaffe bedre grunnlagsdata for beregning av utslippsdyp, avløpsvannets innlagring m.v. utførte Utbyggingsavdelingen i samarbeid med Grimstad kommune hydrografiske og hydrokjemiske målinger (Boman & Andreassen

1980).

Grimstad kommune har i brev av 21.5.1980 anmodet Utbyggingsavdelingen om å utarbeide programforslag for oppfølgende undersøkelser i området.

Ved utarbeidelsen av programforslaget til overvåkingsundersøkelsen er det tatt hensyn til resultatene fra forannevnte undersøkelser."

Av de data som inntil nå har blitt rapportert fra Groosefjorden - Vikkilen er det ingen som omfatter bunnforhold og organismsamfunn.

2.4. Formål

Datainnsamlingen har hatt som målsetting å kunne dokumentere eventuelle endringer i økologiske forhold som kan relateres til de nevnte utslipp av kommunalt avløpsvann.

To nye problemstillinger er dukket opp i den senere tids debatt vedrørende fremtidige avløpsarrangement. Det ene er samling av alt spillvann og utledning ved Saltvik. Det andre går ut på utslipp utenfor skjærgårdsterskelen til kyststrømmen. Den pågående fortolkning av data fra Groosefjorden vil også bidra til å avklare hvilke av de tre alternativer som bør realiseres, eventuelt hvilke tiltak som bør iverksettes ved opprettholdelse av utslippet til Groosefjorden.

3. MATERIALE OG METODER

I dette kapitlet redegjøres det for hvilket stasjonsnett og materiale som er lagt til grunn for rapporten og hvilken metodikk som er anvendt under feltarbeidet.

Det er videre forklart hvordan materialet er analysert og hvilke kriterier og parametre som er lagt til grunn for vurderingene. Parametrene er definert.

3.1. Valg av stasjoner

Stasjonsnettet (fig. 2) utgjør et minimum av det antall som er ansett som nødvendig for å beskrive de ulike deler av fjordsystemet og deres påvirkningsgrad av utslippene fra Grimstad.

St. 1 ligger i Vikkilen på midlere dyp (18 m) og antas å være representativt for denne.

St. 3 (35 m) ligger nær det dypeste punkt i Grimstadfjroden mens st. 5 ligger i dyprennen (60 m dyp) som på forhånd ble antatt å være den sterkest belastede og mest ømfintlige del av fjordsystemet.

St. 7 ligger S. for Gråholmen på 55 m dyp og fungerer som referansestasjon i denne undersøkelsen etter som denne ligger helt på utsiden av primærresipienten for Grimstad by.

Ideelt sett burde det ha ligget en stasjon på det som tidligere er kalt platået i Groosefjorden, mellom Fjordbåen (st. 5) og land fordi det er i dette området hovedutslippet ledes ut. Økonomiske grunner tilsa at dette ikke var mulig.

3.2. Materiale

På samtlige fire stasjoner ble det tatt kvantitative bunnprøver (fig. 2).

Prøvetakingen har funnet sted juni 1983, september 1984 og juli 1985. Fem gjentatte (replikate) prøver ble tatt hver gang på hver stasjon for å få et bedre gjennomsnitt av naturlige variasjoner på hver stasjon. I tillegg ble det tatt skrapetrekke på hver stasjon for å få et supplerende bilde av faunaen. Resultatene av skrapetrekke er ikke behandlet spesielt i denne rapporten, men bearbeidet med hensyn på et bestemt utvalg av organismegrupper i forbindelse med et annet prosjekt. Dette materialet har bidradd til å underbygge vurderingene av de ulike stasjonene.

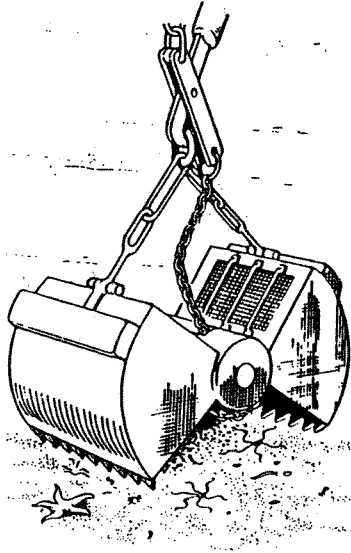
3.3. Feltmetodikk

Prøvetakingen fant sted dels fra fiskeskøyta "Villfugl" av Hesnesøy (1983) dels fra NEVA's eget forskningsfartøy "H.H. Gran" (1984 og 1985).

Prøvene ble tatt med en Petersen bunngrabb (fig. 3).

En Petersen grabb hugger ut 0,1 m² av sjøbunnen og samler således et like stort areal hver gang. Dette muliggjør en direkte sammenligning mellom stasjonene, samt en kvantitativ bearbeidelse av data. Etter som organismene i bunnen ikke er jevnt fordelt, og for å få nok materiale, blir det alltid tatt flere, gjentatte grabbhugg pr. stasjon.

Alle replikater ble bearbeidet med hensyn på biologisk materiale.



Figur 3. Petersen bunngrabb.

På dekk ble innholdet i grabben tømt i et spylebord og vasket gjennom perforerte stålplatesikter med lysåpning h.h.v. 5,0 og 1,0 mm. Sikteresten ble fiksert i 5 % nøytralisert formalin (borax) og senere overført til 70 % etanol.

Det biologiske materiale i prøvene ble sortert under binokulære stereoluper. Alle flercellede organismer fra hvert av de fem grabbhuggene ble plukket ut, identifisert og talt. Data fra de fem prøvene ble slått sammen og så bearbeidet statistisk.

3.4. Analysemetodikk og vurderingskriterier

Egenskaper ved sedimenter og organismesamfunn er brukt som vurderingskriterier ved bedømmelse av miljøtilstanden.

3.4.1. Sedimentet

Sedimentet er beskrevet ut fra visuell vurdering.

Sedimenttype og utseende reflekterer strømforhold og organisk belastning på bunnen. Der hvor bunnstrømmen er meget svak, vil fine partikler akkumuleres. Grove sedimenter indikerer at bunnstrømmen er så sterk at finstoff ikke sedimenterer.

Med hensyn til minkende bunnstrøm og økende organisk belastning kan løsmassebunnen klassifiseres som følger (fra god til dårlig):

1. Grov sand og skjellsand, brunaktig til grå. Frisk lukt.
2. Sand, brunaktig til grå. Frisk lukt.
3. Grå - til gråbrun silt/fin sand. Tykt grågult lag øverst. Frisk lukt.
4. Mørk grå silt, ofte med svak lukt av H_2S . Tykt eller manglende grågult lag øverst.
5. Svart gyttje. Stark lukt av H_2S .

Innhold av H_2S ble ikke analysert kjemisk, men ble registrert ved lukt. Innholdet av totalt organisk karbon (TOC) ble analysert på prøvene fra 1985 (våt oksydasjon).

3.4.2. Dyresamfunnets artssammensetning

Hvilke arter som finnes på den enkelte stasjon er bl.a. en funksjon av miljøet på stasjonen over tid. Viktige elementer i miljøet er naturgitte (f.eks. vannutskiftning, sedimentenes beskaffenhet), andre er betinget av sivilisatoriske situasjoner på land; industriutslipp, kommunale utslipp, havbruksinstallasjoner osv.

Toleranse overfor forurensning kan variere svært fra art til art og man snakker om forurensningstolerante og forurensningsømfintlige arter. Ved en tiltagende forurensning vil de ømfintlige slås ut og de tolerante kan da ta deres plass. Ved tiltagende forurensning er det derfor vanlig å påvise økt tetthet blant de forurensningstolerante artene. Dette betyr at artsmangfoldet eller diversiteten har en tendens til å gå ned ved en tilstand av forurensning, mens den som oftest er høy under naturlige, upåvirkede forhold. Enkelte av livsformene på bløtbunn, f.eks. noen muslinger, kan oppnå en svært høy alder: 15 - 50 år. Dersom slike arter påvises samtidig som man vet at disse er forurensningsømfintlige, kan man slutte at miljøet på stasjonen har vært tilfredsstillende over meget lang tid.

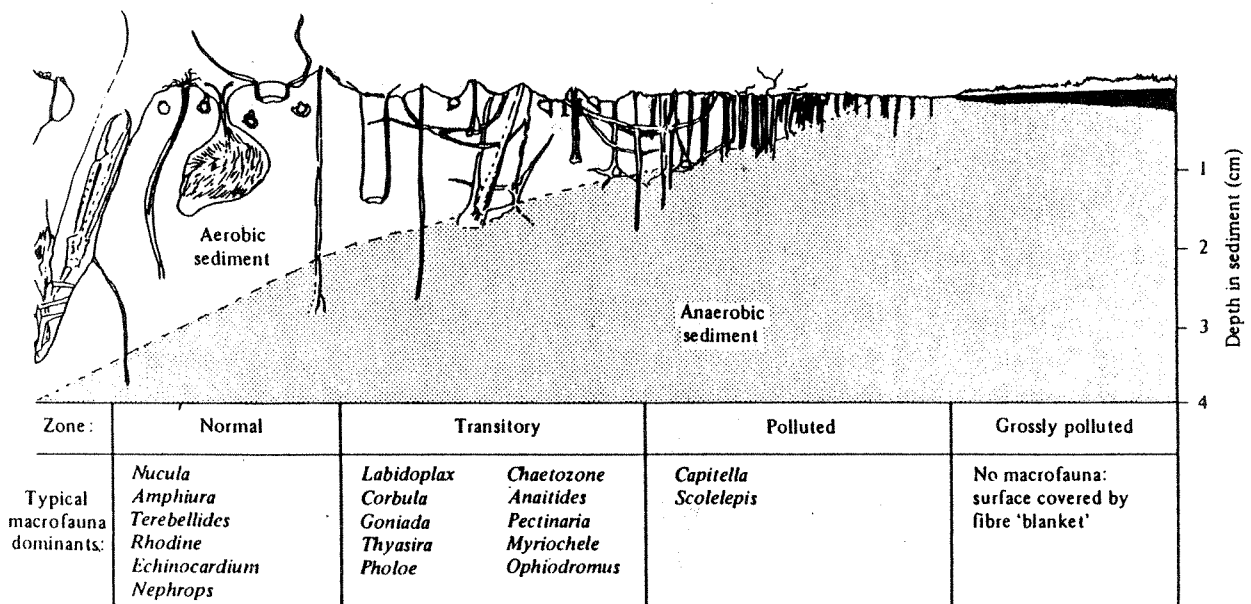
Ved bunnfaunaundersøkelser vil det videre være mulig å påvise omfanget av influensområdene fra større utslipp. En slik situasjon er skjematisk illustrert i figur 4.

Når det gjelder en del vanlig forekommende arter, så vet man pr. idag så mye om deres økologiske krav og forekomst at man kan klassifisere dem som enten forurensningstolerante eller -ømfintlige. En slik klassifikasjon er blitt foretatt av Rygg (1986 a,b). Han baserte sin analyse på 193 bløtbunnsstasjoner fra fjorder i hele landet. Et mål for hver arts toleranse er det laveste artsmangfold (kalt ES-min), den enkelte art er påvist ved på de nevnte 193 stasjoner. Disse artene er listet i vedleggstabell 1 med deres korresponderende ES-min-verdi.

Grensen mellom forurensningstolerant og -ømfintlig er satt ved ES-min-verdien 7. Følgelig:

Forurensningstolerante: ES-MIN < 7

Forurensningsømfintlige: ES-MIN > 7



Figur 4. Fremstilling av hvordan bunnfaunaen endrer seg med avstand fra utslipp (etter Pearson & Rosenberg 1978).

Vedleggstabell 1 ble brukt til å regne ut en artsindeks for hver stasjon (Rygg 1986 a, c).

Artsindeksen ble regnet ut på følgende måte:

Hver art på hver stasjon som er klassifisert med angitt toleransegrense (altså med i vedleggstabell 1) ble notert for sin ES-min-verdi, og gjennomsnittsverdien for disse artene ble beregnet. Denne verdien er benevnt artsindeks i det følgende.

I foreliggende rapport er ømfintlighetsindeksen klassifisert i overensstemmelse med tabell 2.

Tabell 2. Klassifikasjon av artsindeksen.

<u>Artsindeks</u>	<u>Klassifikasjon</u>
<5,10	svært lav
5,10 - 5,90	lav
5,90 - 6,85	moderat
>6,85	normal til høy

På hver enkelt stasjon er det også blitt beregnet den relative andel av forurensningsømfintlige og -tolerante arter. Andelene er beregnet i prosent av totalt antall klassifiserte arter (fra vedleggstabell 1).

Dersom f.eks. totalt antall klassifiserte arter var 37- og 20 av disse forurensningsømfintlige, blir andel ømfintlige arter 54,1 % (20 av 37) og andel tolerante følgelig 45,9 % (17 av 37).

Andelen av forurensningsømfintlige arter er klassifisert i overensstemmelse med tabell 3.

Tabell 3. Klassifikasjon av andel forurensningsømfintlige arter.

<u>Andel ømfintlige arter</u>	<u>Klassifikasjon</u>
< 40 %	lav andel
40 - 50 %	middels andel
> 50 %	høy andel

Det at andelen ømfintlige arter er høy eller artsindeksen er høy på en stasjon, er en sikker indikasjon på uforstyrrede forhold.

Det forhold at forurensningstolerante arter forekommer på samme stasjon er mindre interessant fordi disse artene vil finne tilfredsstillende forhold både ved en tilstand av belastning og ved en upåvirket situasjon.

3.4.3. Artsmangfold

Høyt artsomangfold (diversitet) henger bl.a. sammen med normale miljøforhold. Organisk belastning og fysiske og kjemiske stressfaktorer fører til at opportunistiske arter øker sine individantall og blir dominerende i samfunnet, mens mer ømfintlige arter slås ut. Resultatet er at artsomangfoldet blir lavere.

Artsomangfoldet er definert som artsantall som funksjon av individantall og kan fremstilles som en kurve i et diagram med individantallet langs x-aksen og artsantallet langs y-aksen.

Fig. 5 er et eksempel på slike diversitetskurver.

Generelt øker individantallet i takt med prøvestørrelsen, mens artsantallet ikke øker i samme grad. Stigningen på kurven avtar derfor etter hvert som individantallet øker. Høyt artsantall i forhold til individantall betyr høyt artsomangfold. Dette gir brattere kurver enn ved lavt artsomangfold. Vi bruker en logaritmisk x-akse for å få en god fremstilling av kurven.

Rygg (1984 b) er vist i fig. 6. Klassifiseringen er angitt ved ulike typer skravering som symboliserer forhold fra meget høyt artsmangfold til meget lavt. Forstyrrede områder vil ha endepunktene for sine diversitetskurver i sonene for "moderat", "lavt" eller "meget lavt" artsmangfold.

For lettere å kunne sammenligne stasjonene direkte i rom og tid, er det vanlig å regne ut verdiene for $E(S)$ når $n = 100$ for samtlige stasjoner, altså $ES(n = 100)$. Da kommer plottene rett under hverandre i diagrammet og man kan sammenligne stasjonene direkte, med y-aksen som skala.

På grunnlag av materiale fra en rekke fjordområder i Norge kan en klassifisere artsmangfoldet som vist i tabell 4.

Tabell 4. Klassifikasjon av artsmangfold uttrykt som det beregnede antall arter pr. 100 individer i en prøve $ES(n = 100)$.

<u>Verdi for artsmangfold $ES (n = 100)$</u>	<u>Klassifikasjon</u>
< 7	svært lavt
7-12	lavt
12-18	moderat
18-30	normalt
30-35	høyt
>35	svært høyt

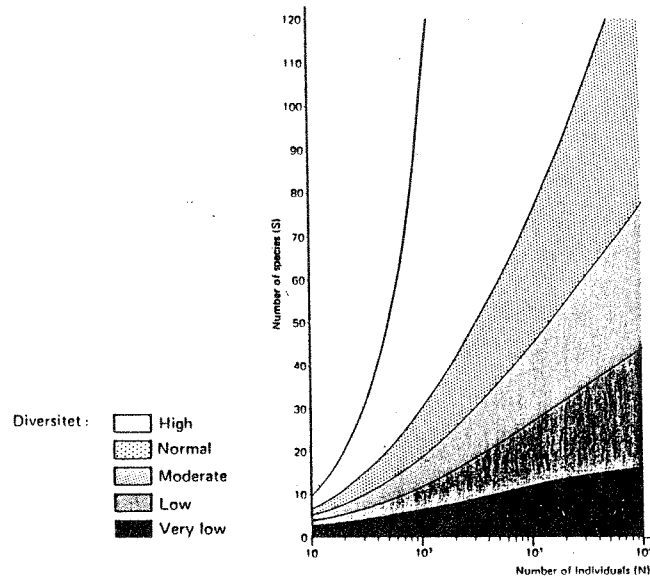
Artsmangfoldet ble også regnet ut etter den mest anvendte metoden: Shannon-Wienerindeksen H , (Shannon & Weaver 1963). Formelen for denne ser slik ut:

$$H = - \sum \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

hvor:

n_i = antall individer av artten i

N = totalt antall individer i prøven



Figur 6. Eksempel på klassifikasjon av arts mangfold foreslått av RYGG 1984 b.

På lignende måte som for øvrige faunaparametre, kan Shannon-Wiener's indeks for arts mangfold klassifiseres som i tabell 5.

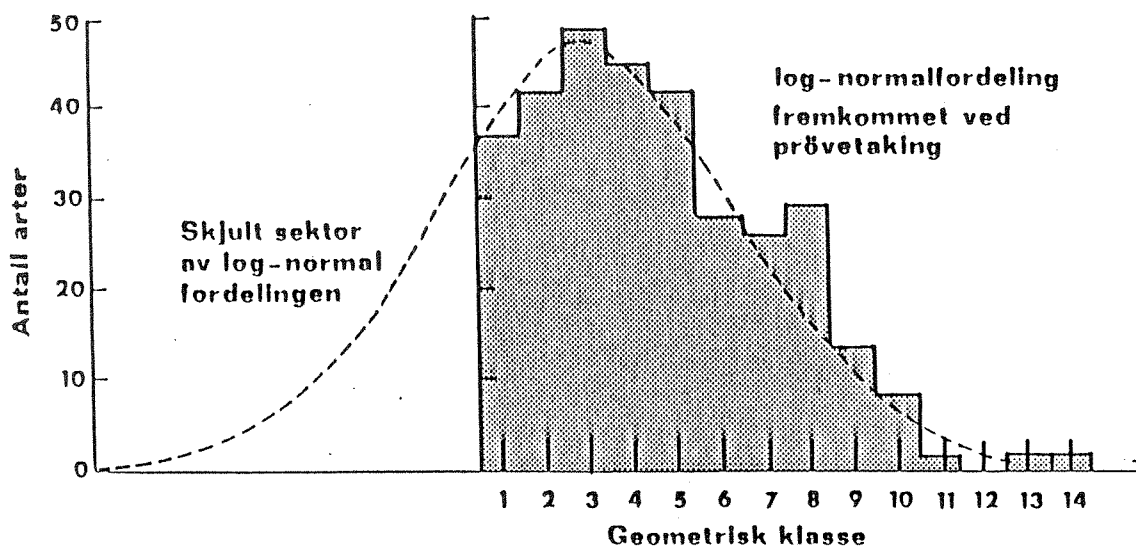
Tabell 5. Klassifikasjon av arts mangfold uttrykt som Shannon-Wiener's indeks H' .

<u>H'</u>	<u>Klassifikasjon</u>
<1,3	svært lav
1,3 - 2,1	lavt
2,1 - 3,1	moderat
3,1 - 4,3	normalt
4,3 - 4,8	høyt
>4,8	svært høyt

3.4.4. Log-normalfordeling av individantall blant arter

Ved prøvetaking av et organismsamfunn er det vanlig at man identifiserer alle artene og teller dem. Man kan sortere de ulike artene i mengdegrupper etter en såkalt geometrisk mengdeskala (se tabell 6). Ved plotting av disse data i et aksekors, hvor de geometriske klasser er angitt på x-aksen og antall arter innenfor de ulike klasser på y-aksen, vil det, når prøvestørrelsen er tilstrekkelig, fremkomme en kurve som er tilnærmet normalfordelt (klokkekurve). Etter som x-aksen i virkeligheten er en logaritmisk skala (når geometriske klasser brukes) kalles en slik kurve for en log-normalfordeling.

Ved de prøvestørrelser som er vanlige ved resipientundersøkelser vil imidlertid ikke hele normalfordelingen fremkomme til høyre for y-aksen, men bare en del av den. Dersom man øker prøvestørrelsen til det uendelige (omfattende hele samfunnet) vil også hele klokkekurven fremkomme. Dette betyr i praksis at i et fullstendig organismsamfunn er det få arter som er meget sjeldne og få arter som er meget tallrike. De fleste ligger "midt på treet". Dette forhold er forsøkt illustrert i fig. 7.



Figur 7. Forholdet mellom log-normalfordelingskurven og innsamlet/ikke-innsamlet materiale (etter Krebs 1973).

Tabell 6. Definisjon av de geometriske klasser som er brukt i foreliggende undersøkelse.

<u>Antall individer</u>	<u>Tilsv. Geom. klasse</u>
1	I
2-3	II
4-7	III
8-15	IV
16-31	V
32-63	VI
64-127	VII
128-255	VIII
256-511	IX
512-1023	X
1024-2047	XI
2049-4095	XII
osv.	osv.

I stabile og artsrike organismesamfunn observeres som regel en tilnærmet log-normal frekvensfordeling av individantall blant artene. Avvik fra log-normalfordeling kan tyde på forandringer i samfunnet, f.eks. som følge av forurensningspåvirkning (Gray & Mirza 1979). Avvik fra den log-normale fordeling kan oppdages ved plotting som vist på fig. 7.

Pearson, Gray & Johannessen (1983) foreslo å benytte metoden til å registrere biologiske forandringer forårsaket av forurensninger. Ved moderat organisk belastning vil det fremkomme grupper av arter med høye individtall. Disse vil manifestere seg som ekstra topper på kurven mer eller mindre langt ute til høyre på x-aksen. Dette forklares ved at de artene som er i stand til å trekke fordeler av den endrede situasjon, (opportunistene) blir mer tallrike. (Se også Gray & Mirza 1979, Gray & person 1982, Gray 1982).

For at metoden skal være pålitelig, kreves det artstrike og store

prøver (Gray og Mirza 1979). Ved små og artsfattige prøver kan det opptre tilfeldige avvik som ikke er signifikante. Det er derfor nødvendig å bruke et kritisk skjønn ved tolkningen av log-normale plott og eventuelt utelukke små prøver fra analysen. Rygg (1986 d) valgte 16 arter som minimum for at prøven skulle inngå i en log-normal analyse. Enkelte forfattere (Shaw et al. 1983; Platt og Lamshead 1985) har forkastet log-normal metoden.

3.4.5. Tilstandsindeks

Tilstandsindeksen (kalt egnethetsindeks i Wikander 1986) er en parameter som utgjør en syntese mellom artsindeks og ES (n = 100). (Kulbert's indeks.).

Egnethetsindeksen er empirisk og basert på medianverdiene for artsindeksen og ES (n = 100) fra 193 bløtbunnsstasjoner fra norske fjorder. (Dette er nærmere forklart hos Rygg 1986 c).

Formelen for tilstandsindeksen TI ser slik ut:

$$TI = 0,073 AI + 0,009 ES + 0,33$$

Verdiene for tilstandsindeksen TI kan klassifiseres som i tabell 7.

Tabell 7. Klassifikasjon av tilstandsindeksen TI i relasjon til organisk belastning (fra Rygg 1986 c).

<u>TI</u>	<u>Klassifikasjon</u>
<0,76	sterkt påvirket
0,76-0,87	betydelig påvirket
0,87-1,0	moderat påvirket
>1,0	normalt, eller lite påvirket

3.4.6. Likhet i fauna mellom de ulike stasjonene

Det er beregnet innbyrdes likhet for alle par av prøver for begge år. Det er brukt en kvantitativ beregningsmåte som tar hensyn til de enkelte arters individantall som prosent av alle individer på stasjonen.

Likhetsverdien PS (percent similarity) regnes ut ved:

$$PS = \sum_{i=1}^S \min(P_{ai}, P_{bi})$$

(Renkonen, 1938), hvor P_{ai} er prosentandelen av art i av det totale individantall på stasjon a , P_{bi} er tilsvarende for stasjon b , og $\min(P_{ai}, P_{bi})$ er den minste av de to prosentandelene for art i . Ved total likhet er PS lik 100. Ved total ulikhet er den lik 0.

På grunnlag av likhetsverdiene for alle par av prøver er det foretatt en gruppering ved hjelp av s.k. klaseanalyse (clusteranalyse). Resultatet av klaseanalysen framstilles som dendrogram (fig. 16). Dendrogrammet skiller prøver som er forskjellige, og grupperer dermed også prøver som er innbyrdes mer like. Like prøver grupperes tidligst sammen i dendrogrammet, d.v.s. lengst til venstre. Skalaen viser en ulikhetsindeks, basert på likhetsverdiene.

4. RESULTATER OG DISKUSJON

I dette kapitlet er hver enkelt stasjon behandlet for seg. Referansestasjonen er behandlet først. Omtalen av hver stasjon innledes med et kort sammendrag av tilstand og eventuelle utviklingstendenser.

Avslutningsvis er inntatt et avsnitt som oppsummerer situasjonen i hele fjordsystemet basert på de fire prøvetakingsstasjonene.

4.1. St. 7. Gråholmen, referansestasjon

Stasjonen er en uforstyrret bløtbunnslokalitet med et normalt høyt artsmangfold og med et høyt innslag av ømfintlige arter.

Tabell 8. Nøkkelparametre for st. 7, Gråholmen.

<u>Parameter</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>
Bunntype	silt,fin skjellsand	silt,fin skjellsand	silt,fin skjellsand
Farge	lys grå	lys grå	lys grå
Sulfider i sediment	Nei	Nei	Nei
Antall arter	68	44	63
Antall individer	893	386	806
Artsmangfold (sh.w.)	3,67	3,41	4,20
Artsmangfold (Hurlb.)	23,9	23,6	24,6
Ømfintlige arter	59,5 %	52,4 %	51,5 %
Tolerante arter	40,5 %	47,6 %	48,5 %
Ømfintlighetsindeks	7,27	7,10	6,84
Tilstandsindeks	1,08	1,0	1,06
Totalt org. karbon	-	-	3,52 %
Dyp	55-60 m		
Posisjon	58° 19,4'N - 08° 38'10"E		

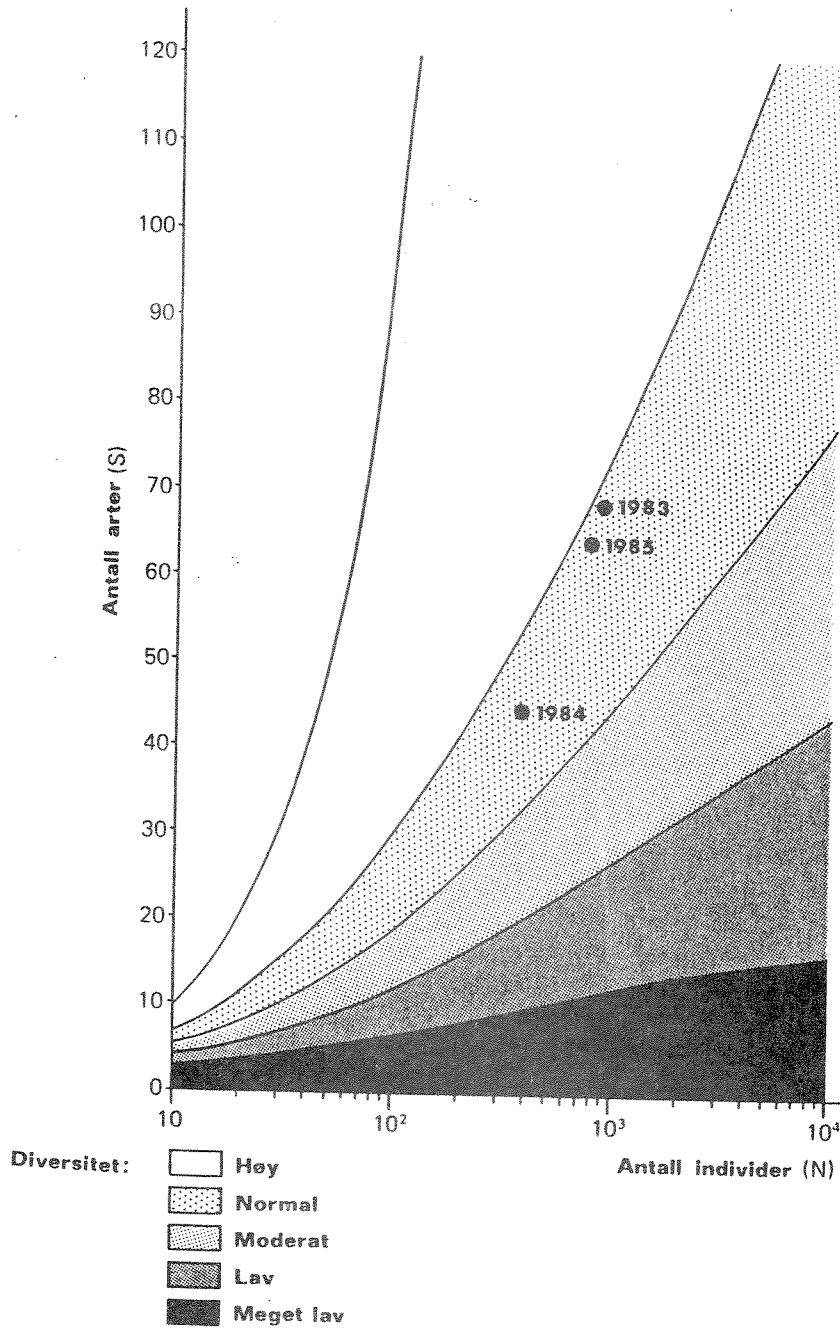
Stasjonens beliggenhet er (fig. 1) like sør for Gråholmen. Herfra strekker det seg en slette nesten helt opp til Leiholmen som har dybder mellom 50 og 60 m (dypest nær Gråholmen). Stasjonen påvirkes ikke av utslippene fra Grimstad by og vannmassen er oppfattet som representativ for ytre skjærgårdsområde og Skagerrak. Sedimentet besto av leirblandet silt, lys grå på farge og med et svakt innslag av fin skjellsand.

Antallet arter og individer på stasjonen (fig. 3) viste en nedgang i 1984, men i 1985 var disse parametrene mer sammenlignbare med 1983. Dette tyder derfor ikke på noen utviklingstendens, men reflekterer nærmere det vel kjente fenomenet at faunaen aldri er jevnt fordelt men utbredt i flekker med varierende tetthet (patchiness).

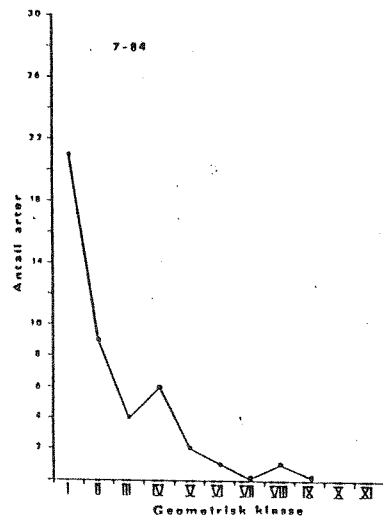
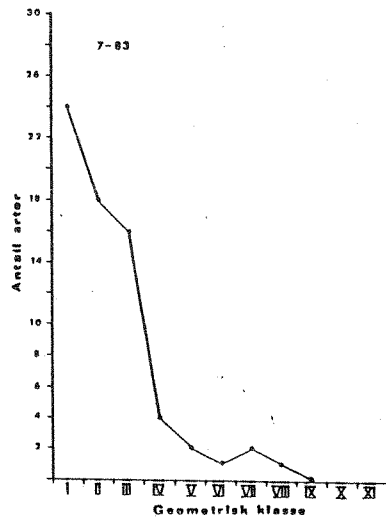
Artsmangfoldet var normalt, med høyest beregnede verdier i 1985 (se fig. 8).

Fig. 9 viser faunaens tilpassing til log-normalfordelingen i undersøkelsesperioden. Kurvene viser en rimelig god tilpassing alle tre årene. Uregelmessighetene, som forekommer nesten alltid, kan ikke tillegges betydning. Det forekommer ingen topper ved høye geometriske klasser. De lave toppene som forekommer mot slutten av hver kurve utgjør ikke noen arter som er opportunistiske eller forurensningsindikerende. I disse toppene går nøttemuslingen Nuculoma tenuis igjen samtlige år. Den kan tåle en viss organisk belastning, men andre tallrike arter var muslingen Abra nitida og slangestjernen Amphiura som begge er klassifisert som ømfintlige.

Som oppsummering må st. 7 karakteriseres som en typisk, uforstyrret bløtbunnslokalitet.



Figur 3. Klassifikasjon av artsmangfoldet på st. 7, 1983-1985. Plottet viser at organismesamfunnet hadde et normalt artsmangfold i undersøkelsesperioden.



Figur 9. Faunaens tilpassing til log-normalfordelingen 1983-1985.

4.2. St. 1, Vikkilen

Flere biologiske parametre tyder på at stasjonen er inne i en negativ utvikling. Artsmangfoldet har vist synkende tendens. Det samme har tilstandsindeks og innslag av ømfintlige arter. Utviklingen er ikke drastisk. Stasjonen hadde i 1985 fremdeles et moderat til normalt arts mangfold. Stasjonen var moderat forurensningspåvirket.

Tabell 9. Nøkkelparametre for st. 1, Vikkilen.

<u>Parameter</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>
Bunntype	Silt, fin sand	Silt, fin sand	Silt, fin sand
Farge	Gråbrun	Gråbrun	Gråbrun
Sulfider i sediment	Nei	Nei	Nei
Antall arter	43	45	42
Antall individer	463	1011	735
Artsmangfold (Sh.w.)	3,23	2,97	3,09
Artsmangfold (Hurlb.)	22,9	18,6	16,4
Ømfintlige arter	56,5 %	42,9 %	33,3 %
Tolerante arter	43,5 %	57,1 %	66,7 %
Artsindeks	7,65	6,54	6,02
Tilstandsindeks	1,10	0,98	0,92
Totalt org. karbon	-	-	2,35 %
Dyp		18 m	
Posisjon	58° 21,1'N-08° 37,1'E		

Stasjonens beliggenhet (fig. 1) er midtfjords i Vikkilen, Ø for Skjeviga. Dybden (18 m) er omtrent Vikkilends midlere dybde. Ved munningen er Vikkilen ca 40 m dyp og grunner jevnt opp mot innerste del uten mellomliggende terskler. Det er derfor sannsynlig at den forurensningsmessige belastning Vikkilen mottar, relativt lett kan fordele seg over hele området.

Innerst i Vikkilen er et urensset utslipp på ca 500 pe. I tillegg finnes en større skipsindustri hvis utslipp det ikke foreligger full oversikt over.

Sedimentet besto av gråbrun silt med fin sand. Skrapetrek på stasjonen inneholdt klumper av stiv blåleire, noe som kan tyde på at mudringsmasser har vært dumpet i området.

Tabell 9 viser at antallet arter har vært nær konstant over treårsperioden, men det synes å ha funnet sted en forskyvning av artenes sammensetning i retning av mer forurensningstolerante. Andelen ømfintlige arter har gått ned fra 56,5 % i 1983 til 33,3 % i 1985. Dette forhold gjenspeiles også i artsindeksen og tilstandsindeksen.

Resultatene kan derfor tyde på at Vikkilen er i ferd med å gjennomgå en negativ utvikling.

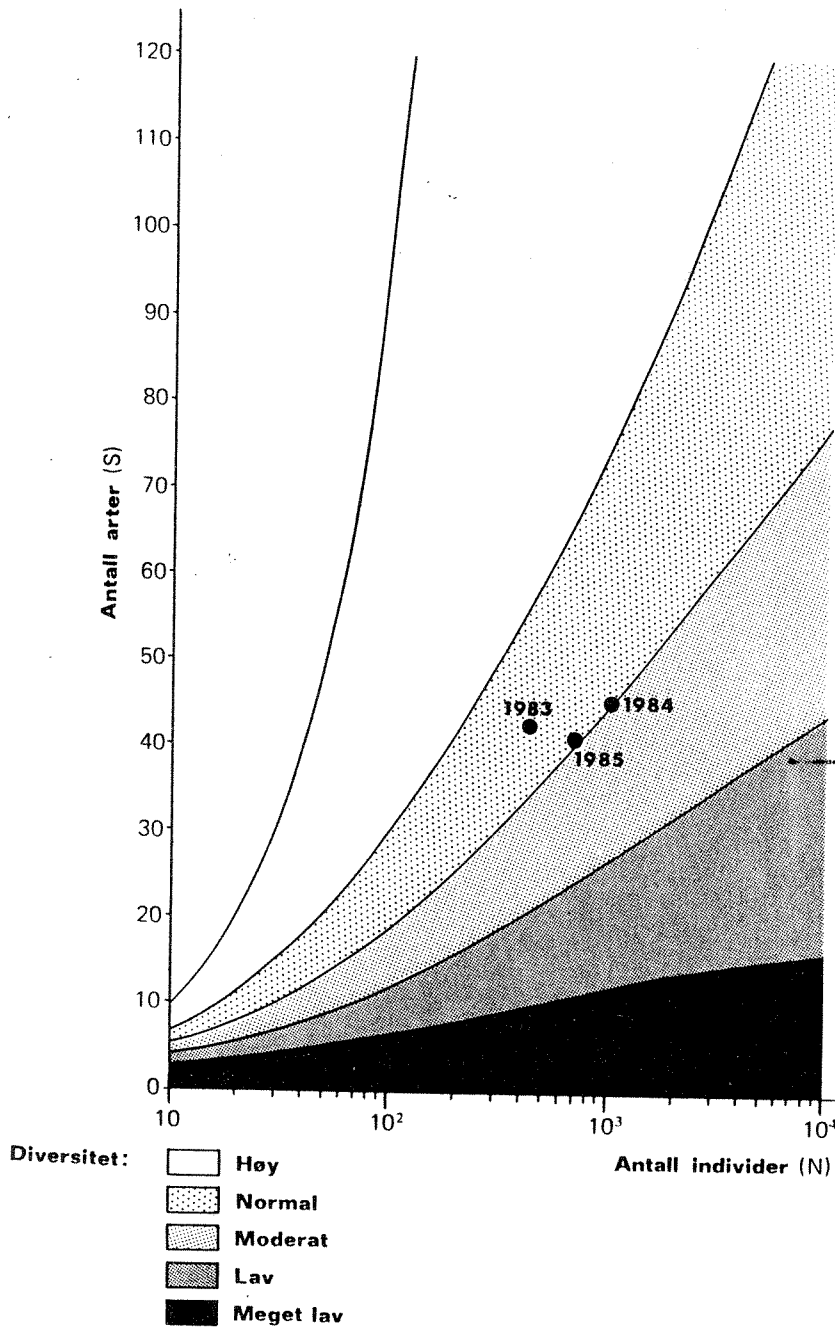
Fig. 10 viser at artsmangfoldet i 1984 og 1985 hadde gått ned og lå på grensen mellom normalt og moderat.

Fig. 11 viser at tilpassingen til log-normalfordelingen ikke var helt god, heller ikke i 1983. I alle tre årene forekom lave toppe i geometriske klasser mellom VI og X. Alle tre årene går to arter igjen i de høye geometriske klasser: Slangestjernen Amphiura filiformis og muslingen Mysella bidentata. Disse kan ikke karakteriseres som forurensningsindikerende. Mysella har en høy toleranse for organisk belastning, mens Amphiura er klassifisert som ømfintlig. Disse to artene lever ofte i store tettheter sammen (kommensalisme).

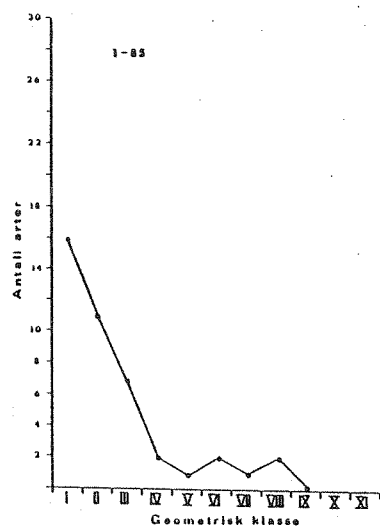
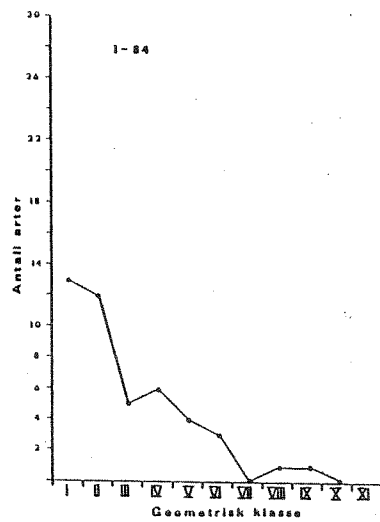
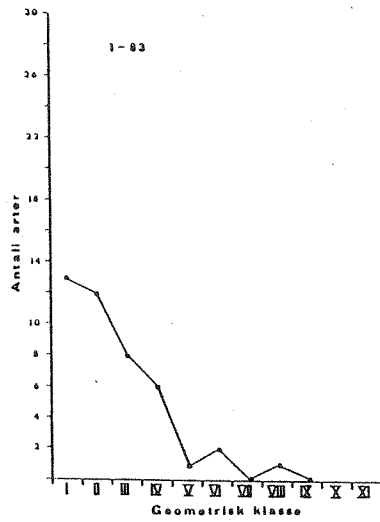
I 1985 forekom børstemarken Scalibregma inflatum i et antall av 36 individer (geometrisk klasse VI). Den fantes ikke på stasjonen i 1983 og hadde kun 2 individer i 1984. Denne arten er forurensningstolerant, og finnes ofte på næringsrike lokaliteter og kan i sterkere grad enn de to førtnævnte artene antyde en endring i miljøet.

Skrapetrek på stasjonen viste at et karakteristisk element i faunaen på stasjonen var kuskjellet Arctica islandica. Erfaringsmessig kan denne arten tåle en betydelig organisk belastning

og samtidig som den kan oppnå en svært høy alder (60-70 år). Som oppsummering kan parametrene på st. 1 tyde på en utviklings-tendens i negativ retning. Det er i dag ikke berettiget å tale om en belastet stasjon. Stasjonen antas å være representativ for hele Vikkilen.



Figur 10. Klassifikasjon av artsmangfoldet på st. 1, 1983-1985. Plottet viser en nedgang i artsmangfold i undersøkelsesperioden. Det lå i 1984 og 1985 på grensen mellom normalt og moderat.



Figur 11. Faunaens tilpassing til log-normalfordelingen på st. 1, 1983-1985.

4.3. St. 3, Biudden - Rønnes

Data tyder på at de dypere deler av Grimstadfjorden befinner seg i en situasjon hvor forurensningsbelastningen har tiltatt i styrke siden 1983. Det har funnet sted en innvandring av, og økning i tetthet av en del forurensningstolerante arter. Utviklingen er ikke langt fremskredet. Stasjonen kan klassifiseres som moderat forurensningspåvirket.

Tabell 10. Nøkkelparametre for st. 3, Biudden - Rønnes.

<u>Parameter</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>
Bunntype	silt, slagg	silt, slagg	silt, slagg
Farge	Mørk gråbr.	Mørk gråbr.	Mørk gråbr.
Sulfider i sediment	Nei	Nei	Nei
Antall arter	61	35	64
Antall individer	572	824	1423
Artsmangfold (Sh.w.)	4,75	2,27	3,91
Artsmangfold (Hurlb.)	33,0	15,8	22,6
Ømfintlige arter	58,6 %	52,4 %	39,0 %
Tolerante arter	41,4	47,6 %	61,0 %
Artsindeks	7,02	6,55	6,10
Tilstandsindeks	1,15	0,95	0,99
Totalt org. karbon	-	-	6,07 %
Dyp		35 m	
Posisjon		58° 20,3'N - 08° 36'25"E	

Stasjonen ligger på 35 m dyp ved Vikkilens munning, (fig. 1), nær Grimstadfjordens dypeste punkt som er 43 m. På grunn av sin dype beliggenhet og nærhet til Grimstad by, er det grunn til å oppfatte stasjonen som representativ med hensyn på effekter av den forurensningsbelastning som i dag kommer fra selve byen.

Sedimentet kunne gis samme karakteristikk alle tre årene: mørk gråbrun silt med et visst innslag av fin sand og med et karakter-

istisk innslag av slagg. I skrapetrekene kunne det også forekomme en god del skrot.

Det ble aldri konstatert lukt av hydrogensulfid, men på grunn av sedimentets mørke farge kunne man konstatere at det hadde et høyere organisk innhold enn f.eks. st. 1, Vikkilen. Dette bekreftes av analysene med hensyn på totalt organisk karbon (tabell 10).

Tabell 10 viser en sterk variasjon i antall arter på stasjonen i den forstand at det i året 1984 ble det påvist et vesentlig lavere antall enn 1983 og 1985. Samtidig var individantallet markert høyere i 1984. Dette ga en nedgang i artsmangfoldet fra 1983 til 1984. Høyest individantall ble påvist i 1985. Det var da nesten tredoblet fra 1983, mens artsantallet bare var litt høyere (64) enn i 1983 (61). Den relative artsfattigdommen i 1984 er ikke så lett å finne forklaringen på. Som det fremgår av Wikander (1985) og Næs (1986 in prep) gjennomgår st. 3 store variasjoner i oksygeninnholdet ved bunnen, men i løpet av undersøkelsesperioden har ikke minimumsverdiene vært så lave at disse kan forklare en utarming av faunaen. Minimumsverdiene for oksygen i 1984 opptrådte i sept.-okt. og lå på 3,0 mg O₂ pr. liter. Denne verdien ligger på grensen til kritisk nivå, men var av kort varighet. På tidspunktet for prøvetaking var oksygeninnholdet over 5 mg/l og hadde da vært høyt siden høsten 1983. Prøvetakingen i 1984 synes ikke å være representativ for stasjonen men årsakene til dette er uklare.

Det er ellers av interesse å merke at i 1983 hadde stasjonen det høyeste artsmangfoldet av samtlige stasjoner i hele undersøkelsesperioden.

Den mest tydelige tendensen på stasjonen kommer til syne i parametrene for ømfintlighet og tilstandsindeks. Det er helt tydelig at området har fått en markert økning i forurensningstolerante arter mens andelen forurensningsømfintlige er redusert. Elleve av de forurensningstolerante artene som opptrådte i 1985 er nye for stasjonen i forhold til 1983 og syv arter var nye i forhold til 1984. Blandt de nye forurensningstolerante artene hadde børstemarkene Prionospio og Scalibregma etablert seg med

betydelige tettheter og Polyphysia hadde øket sterkt (se vedleggstabell 2).

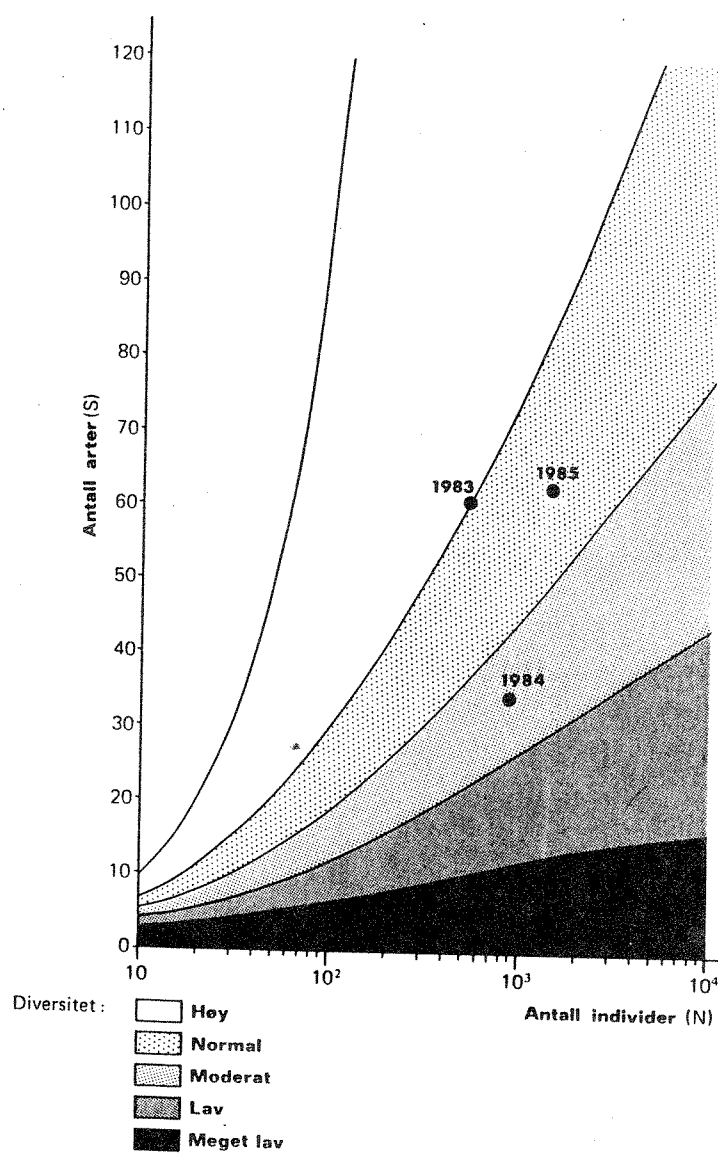
Det skal imidlertid også understrekes at hele syv av de forurensningsømfintlige artene i 1985 var nye i forhold til 1983. Bildet er derfor ikke helt entydig, men nedgangen i tilstandsindeksen fra 1983 til 1985 er så markert at den trolig reflekterer en utviklingstendens.

Fig. 12 illustrerer utviklingen i artsmangfoldet i undersøkelsesperioden. Situasjonen i 1984 skiller seg tydelig ut fra 1983 og 1985.

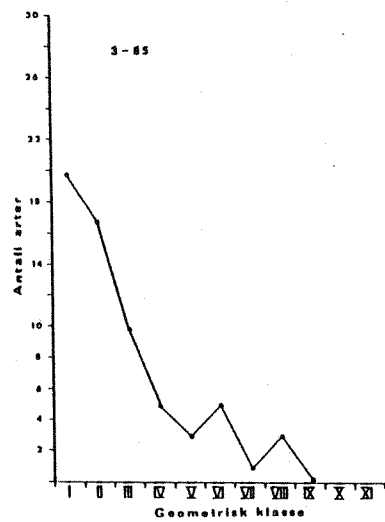
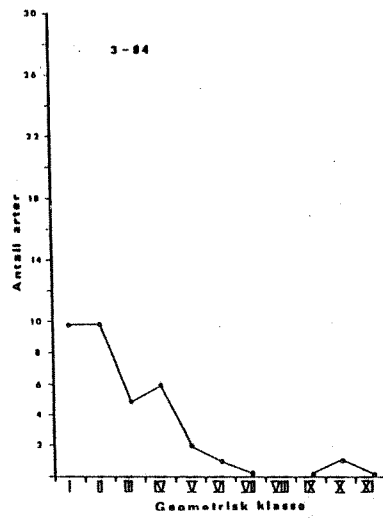
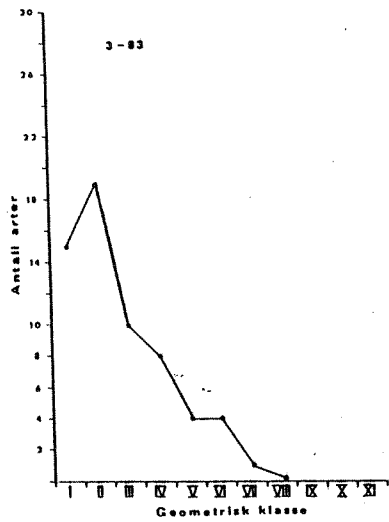
Fig. 13 viser at fordelingen mellom arter og individer både i 1983 og 1985 var rimelig godt tilpasset log-normalfordelingen. Året 1984 er også i denne henseende avvikende.

Forskjellen mellom 1983 og 1985 ligger fremfor alt i de to toppene i kurven ved geometrisk klasse VI og VIII. I klasse VIII skapes toppene av muslingene Mysella og Thyasira, samt børstemarcken Scalibregma. Alle er forurensningstolerante og synes å øke i tetthet.

Det kan på denne bakgrunn tyde på at stasjonen (og dermed de dypere deler av Grimstadfjorden) befinner seg i en situasjon med økende forurensningsbelastning. Resultatene fra 1985 viste en moderat påvirkning.



Figur 12. Klassifikkasjon av artsmangfoldet på st. 3, 1983-1985. Plottet viser en nedgang i 1985 i forhold til 1983. Den laveste verdi ble beregnet i 1984.



Figur 13. Faunaens tilpassing til log-normalfordelingen på st. 3, 1983-1985.

4.4. St. 5, Goosefjorden, Dyprennen

Dyprennen er betydelig påvirket av organisk stoff og periodevis oksygenmangel. Påvirkningskildene er produksjon i vannsøylen, tilførsler fra naturen og kloakkutslippet. Det er vanskelig å fastslå noen utviklingstendens fra 1983 til 1985 p.g.a. varierende vannutskifting og oksygenforhold. Det er anbefalt å bruke sedimentfeller på denne stasjonen for å finne ut hvor mye av sedimenterende materiale som stammer fra kloakkutslippet.

Tabell 11. Nøkkelparametre for st. 5, Goosefjorden, dyprennen.

<u>Parameter</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>
Bunntype	mørk silt	mørk silt	mørk silt
Sulfider i sediment	Ja	Nei	Ja
Antall arter	14	43	9
Antall individer	327	647	141
Artsmangfold (Sh.w.)	2,21	3,60	0,80
Artsmangfold (Hurlb.)	9,7	20,7	8,1
Ømfintlige arter	25,0 %	46,2 %	33,3 %
Tolerante arter	75,0 %	53,8 %	66,7 %
Artsindeks	5,01	6,32	5,12
Tilstandsindeks	0,78	0,98	0,78
Totalt org. karbon	-	-	5,66 %
Dyp		60 m	
Posisjon	58° 19,1'N - 08° 35,9'E		

Stasjonen ligger på 60 m dyp mellom Fjordbåen og Ytre Maløya og i dyprennen som strekker seg fra Indre Maløyas sørspiss til Bratte-Rivingen, - Håøya. Med unntak av to punkter med ca 80 m dyp, er dyprennen det dypeste partiet i Goosefjorden.

Generelt kan en si at det er i de dypeste partier i en fjord at organisk overbelastning vil komme til syne tydeligst og tidligst. Av denne grunn ble stasjonen lagt til dyprennen.

Dyprennen fungerer som sedimentasjonsbasseng for organiske partikler fra vannsøylens produksjon, fra naturen på land og ikke minst fra det store kloakkutslippet på Groos ca 1 000 m unna. Det er påvist at dyprennen har en stagnerende vannmasse lange perioder av året. Vannfornyelsen finner hovedsaklig sted i vinterhalvåret (Wikander 1985, Næs 1986 in prep). Sedimentet på stasjonen bar tydelig preg av dårlig vannutskifting og organisk akkumulasjon: det var mørkt på farge og med en svak lukt av råttent (H_2S) i 1983 og 1985 - ikke i 1984.

Tabell 11 viser en svært utarmet fauna i 1983 og 1985 - med henholdsvis 14 og 9 arter. I 1984 ble det konstatert hele 43 arter på stasjonen. I det hele tatt skiller året 1984 seg sterkt ut sammenlignet med 1983 og 1985. 1984 hersket tilnærmet normale forhold på stasjonen. Forklaringen på dette må ligge i følgende forhold: I 1982 ble det konstatert fullstendig oksygensvikt i dyprennen (Wikander 1985), antagelig med utvikling av H_2S (dette ble ikke analysert særskilt). Denne situasjonen har utryddet det aller meste av organismesamfunnet. Det samfunnet som ble påvist i 1983 er fra en biotop som enda ikke har kommet seg etter "sjokket" året før, men full oksygensvikt ble ikke målt i 1983. Ved to anledninger var verdiene kritisk lave. I 1983 ble forholdene med andre ord slik at tolerante arter kunne etablere seg i området og har tydeligvis klart det.

I hele 1984 var oksygenforholdene overraskende gode helt frem til september. Med andre ord har biotopen hatt hele 1983 og halve 1984 på seg til å bygge opp et organismesamfunn. Det er antagelig resultatet av denne oppbygging som ble konstatert ved prøvetakingen i 1984.

I 1985 ble det påvist utvikling av H_2S (Næs 1986 in prep), men ikke på tidspunktet for prøvetakingen, men etter. Det var derfor litt overraskende å påvise en så sterkt utarmet fauna i 1985 (kun 9 arter). Forklaringen kan ligge i episoder med utvikling av H_2S som har falt mellom tidspunktene for oksygenanalysene. Prøvetaking på denne stasjonen siden 1970 (Wikander unpubl.) har imidlertid vist at organismesamfunnet kan variere uvanlig sterkt fra det ene året til det andre. På bakgrunn av denne erfaring kan en si

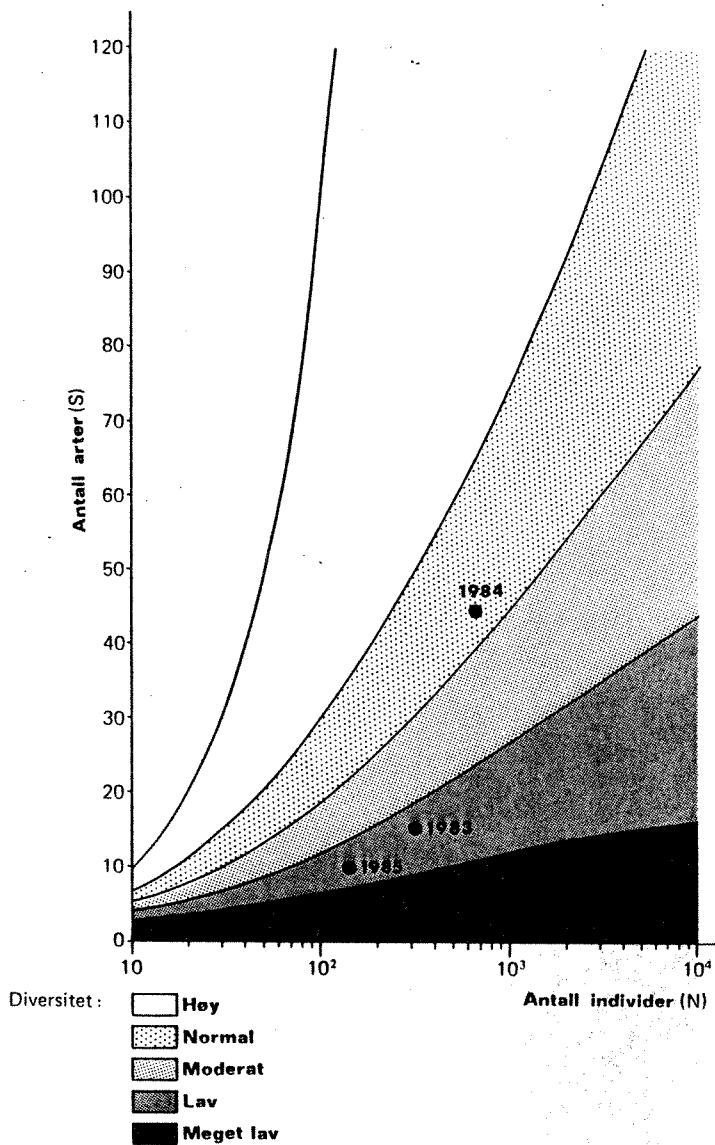
at situasjonen i 1984 neppe er representativt. Fra 1983 til 1985 synes det å ha funnet sted en nedgang i artsmangfold, men arts- og tilstandsindeks har holdt seg nesten konstant, men på et lavt nivå.

Det foreliggende materiale er egentlig fortolkningsmessig for dårlig til å være gjenstand for log-normal analyse, men dette er allikevel gjort for å gjøre en direkte sammenligning mulig med de øvrige stasjonene i undersøkelsen.

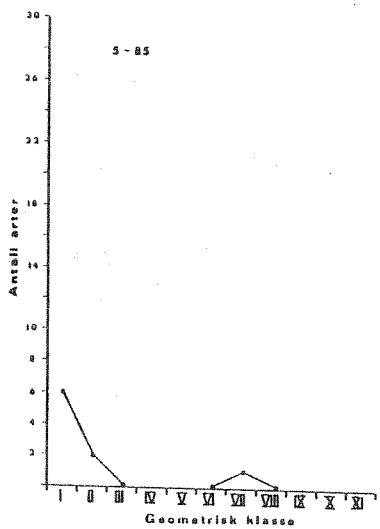
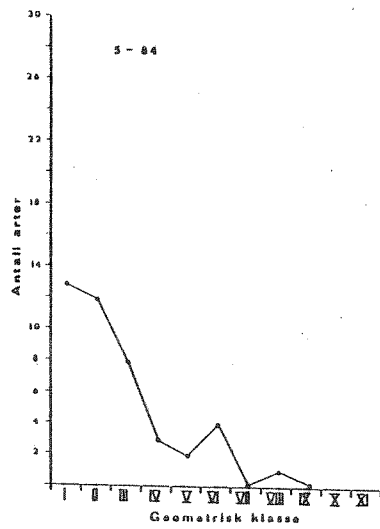
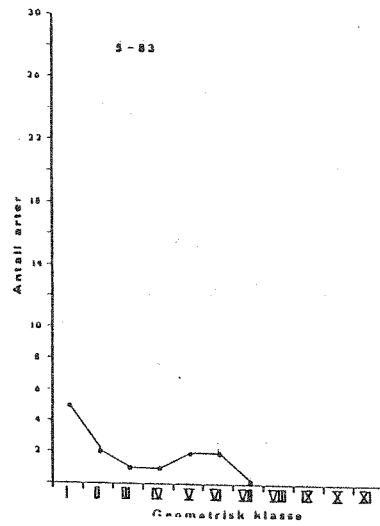
Plotting av artsmangfold er vist i fig. 14, log-normalfordelingen i fig. 15. Etter som materialet er så fattig, skal det ikke gis noen fyldig kommentar til fig. 15, bare påpekes at den absolutt mest dominerende arten alle tre årene var den rørbyggende børstemarken Spiochaetopterus typicus. Det er kjent at denne arten kan overleve ekstremt lave oksygenverdier i perioder og er et svært karakteristisk faunaelement på bunnområder med dårlig oksygenregime.

Stasjonen må karakteriseres som betydelig påvirket. Det er neppe noen tvil om at den dårlige vannutskiftingen og tilførslene fra naturen selv er bidragsytende faktorer til dette. Den belastning fjordsystemet påføres via kloakkutslippet må nødvendigvis også bety mye selv om en ukjent, men betydelig fraksjon av dette omsettes dels i de frie vannmasser, dels etter sedimentering på grunnere bunnområder mellom utslippsstedet og dyprennen hvor der er et mer gunstig oksygenregime enn i dyprennen. Dypområdet er dårlig egnet som resipient for organisk materiale.

Bruk av sedimentfeller på stasjonen vil kunne gi svar på hvor stor andel av sedimenterende materiale som stammer fra kloakkutslippet.



Figur 14. Klassifikasjon av artsmangfoldet på st. 5, 1983-1985. Plottet viser en nedgang i artsmangfold i 1985 i forhold til 1983. Begge år var den organiske belastning betydelig.



Figur 15. Faunaens tilpassing til log-normalfordelingen på st. 5, 1983-1985.

4.5. Samlet vurdering og konklusjon

Blant de undersøkte stasjonene var det kun st. 7 - referansestasjonen, som kan karakteriseres som upåvirket. Dette var ventet. Situasjonen var tilnærmet konstant fra 1983 til 1985.

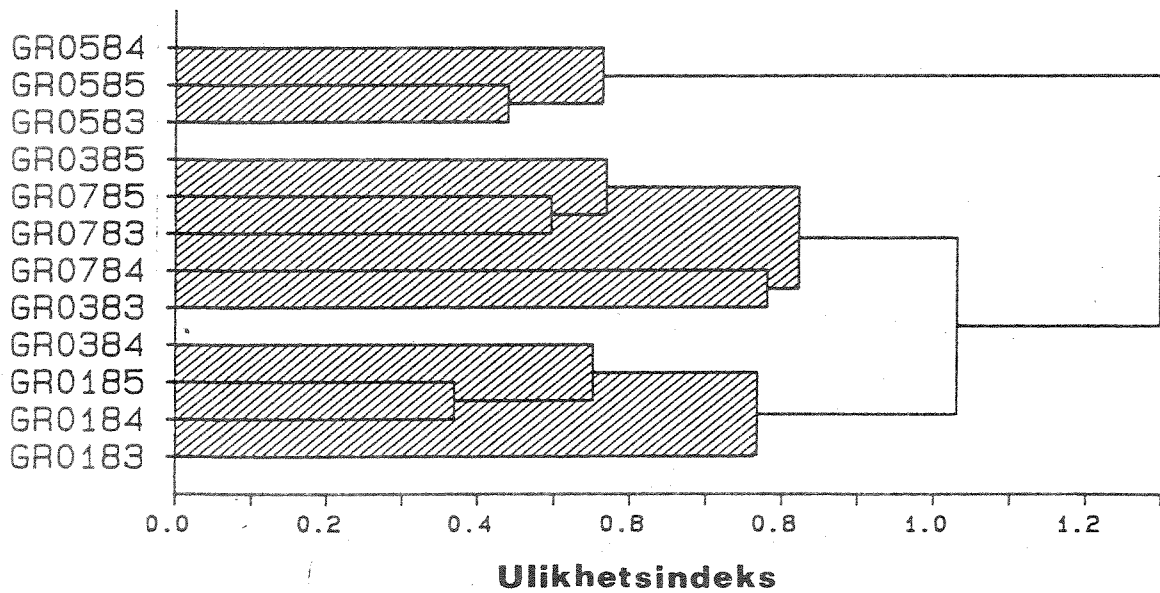
Innenfor tersklene til Vikkilen - Groosefjordbassenget kunne en iaktta en tiltagende forurensningspåvirkning med økende dyp.

På st. 1 i Vikkilen må forholdene karakteriseres som svakt påvirket, men det synes å foreligge en klar utviklingstendens i retning av sterkere belastning i undersøkelsesperioden.

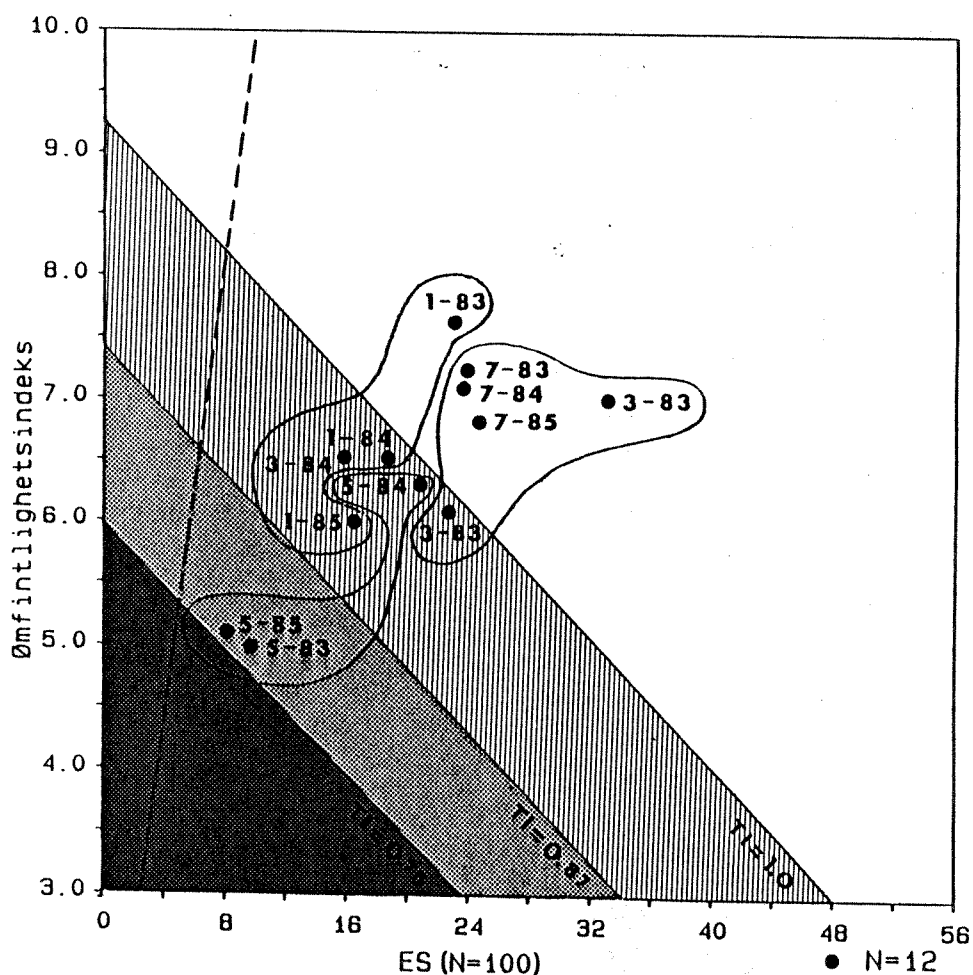
St. 3 mellom Boddan og Rønnes hadde tilfredsstillende forhold i 1983 men må i 1985 karakteriseres som moderat påvirket og med en sterk relativ økning i andelen forurensningstolerante arter i 1985.

St. 5 i Groosefjordens dyprenne var både i 1983 og 1985 sterkt forstyrret, med en utarmet fauna og med sulfider i sedimentet. I undersøkelsesperioden har det opptrådt total oksygensvikt over kortere tidsrom. Den dårlige vannutskiftingssituasjonen i dyprennen i tillegg til kloakktilførselene til Groosefjorden antas å være hovedårsaken til den dårlige tilstanden.

Klaseanalyse av stasjonene innbyrdes faunalikhet er vist på fig. 16. Fig. 16 viser at stasjonene grupperer seg i tre grupper (skravert). Selv om det har skjedd visse endringer på stasjonene i undersøkelsesperioden, er det ikke uventet at samme stasjon opptrer i samme gruppering (stasjonene ligner mest på seg selv, til tross for endringene). Det var imidlertid interessant å konstatere at st. 3-83 og 3-85 grupperes sammen med referansestasjonen (st. 7). Dette tyder på at situasjonen ikke er spesielt alvorlig.



Figur 16. Dendrogram som beskriver grupperinger av stasjoner basert på likhet i fauna. Skalaen er en ulikhetsindeks. Det vil si at like stasjoner grupperes lengst til venstre i diagrammet.



Figur 17. Plott som viser sammenhengen mellom artsmangfoldet (ES (n = 100) og artsindeksen.

Diagonalt i diagrammet er lagt inn verdier for tilstandsindeks som angir grensene mellom påvirkningsgrader. Stasjonene innenfor hver "boble" er de samme grupperinger som fremkom i fig. 16. Stiplet linje angir teoretisk grenseverdi for artsindeksen ved gitt ES (n = 100).

5. LITTERATUR

- AUST-AGDER FYLKESKOMMUNE 1981. Programforslag. Overvåkning av vannkvalitet i Groosefjorden - Vikkilen. Grimstad kommune. Utbyggingsavdelingen. Notat, 11 s.
- BOMAN, E. & E. ANDREASSEN 1980. Hydrografiske undersøkelser i Groosefjorden 1978 - 79. Grimstad kommune. Rapport - Fylkesrådmannen i Aust-Agder, utbyggingsavdelingen. 16 s + vedlegg.
- DANNEVIG, G. 1970. Resipientundersøkelser på Skagerakkysten. Delrapport for strekningen Arendal - Grimstad. Rapport fra Statens Biologiske Stasjon Flødevigen. 24 s + vedlegg.
- GRAY, J.S. 1982. Effects of pollutants on marine ecosystems. Neth. J. Sea Res. 16: 424-443.
- GRAY, J.S., MIRZA, F.B. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. Mar. Pollut. Bull. 10: 142 - 146.
- GRAY, J.S., PEARSON, T.H. 1982. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 1. Comparative methodology. Mar. Ecol. Prog. Ser. 9:
- HURLBERT, S.N. 1971. The non-concept of species diversity. Ecology 53: 577-586.
- KREBS, C.J. 1978. Ecology. The experimental analysis of Distribution and Abundance. Harper & Row 768 pp.
- PEARSON, T.M., GRAY, J. & JOHANNESSEN, P.J. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced changes in benthic communities. 2. Data analyses. Mar. Ecol. Prog. Ser. 12: 237-255.

- PLATT, H.M. & LAMBSHEAD, P.J.D. 1985. Neutral model analysis of patterns of marine benthic species diversity. Mar. Ecol. Prog. Ser. 24: 75-81.
- RENKONEN, O. 1938. Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische käferwelt der finnischen Bruch-moore. An Zool. Soc. Zool. -Bot. Fenn. Vanamo 6: 1-231.
- RYGG, B. 1984 a. Bløtbunnsfauna som indikatorsystem på vannkvalitet i fjorder. Bruk av diversitetskurver til å bestemme faunasaumfunn og anslå forurensningspåvirkning. Norsk Institutt for Vannforskning, Oslo. 80612, 39 s.
- RYGG, B. 1984 b. Bløtbunnfaunaundersøkelser. Et godt verktøy ved marine resipientvurderinger. Norsk Institutt for Vannforskning, Oslo. 80612, 29 s.
- RYGG, B. 1986 a. Bløtbunnfauna som indikatorsystem på miljøkvalitet i fjorder. En ny forurensningsindeks basert på artssammensetning. Norsk Institutt for Vannforskning, Oslo. 80612, 20 s.
- RYGG, B. 1986 b. Bløtbunnfauna som indikatorsystem på miljøkvalitet i fjorder. Bruk av ømfintlige arters forekomst til påvisning av gode miljøforhold. Norsk Institutt for Vannforskning, Oslo. 80612, 10 s.
- RYGG, B. 1986 c. Miljøkvalitetskriterier for marine områder. Rapport 2. Forurensningsvirkninger på bløtbunnfaunasamfunn. Norsk Institutt for Vannforskning, Oslo. 8612601, 42 s.
- RYGG, B. 1986 d. Heavy-metal pollution and log-normal distribution of individuals among species in benthic communities. Mar. Pollut. Bull. 17: 31-36.
- SHANNON, C.E., WEAVER, W. 1963. The mathematical Theory of Communication. University Illinois Press, Urbana, 117 pp.

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.

WIKANDER, PER B. 1985. Overvåking av Groosefjorden/Vikkilen, Grimstad kommune. Fremdriftsrapport, 1982-84. Norsk Institutt for Vannforskning, Sørlandsavdelingen, 82061, 62 s.

WIKANDER, PER B. 1986. Egnethetsundersøkelser for havbruk i Aust-Agder fylke. Norsk Institutt for Vannforskning, Sørlandsavdelingen, 85260, 154 s.

6. VEDLEGGSTABELLER

Vedleggstabell 1.

Liste over klassifiserte arter, det vil si vanlige bløtbunnsarter med det laveste artsmangfold den enkelte art er påvist ved blandt 193 bløtbunnsstasjoner i norske fjorder. Q = antallet forekomster blant de 193 stasjonene (fra Rygg 1986 a).

Data i tabellen har blitt brukt til å beregne artsindeks og tilstandsindeks.

N: Nesledyr; P: Pølseorm; FB: Fåbørstemark; MB: Mangebørstemark; SN: Snegl; M: Musling; KR: Krepssdyr; ST: Sjøstjerne; K: Kråkebolle; SP: Sjøpølse; S: Slangestjerne.

	Q	ES min	Gr.
ABRA ALBA (W. WOOD 1802)	27	2,8	M
ABRA NITIDA (MUELLER 1789)	73	8,5	M
AMPHARETE FINMARCHICA (M.-SARS 1864)	11	17,9	MB
AMPHICTEIS GUNNERI (M. SARS 1864)	16	6,1	MB
AMPHILEPIS NORVEGICA LJUNGMAN	21	12,5	MB
AMPHIURA CHIAJEI FORBES	52	8,5	S
AMPHIURA FILIFORMIS (O.F.MUELLER)	50	8,5	S
ANAITIDES GROENLANDICA (OERSTED 1842)	31	2,8	MB
ASYCHIS BICEPS (M. SARS 1861)	17	12,2	MB
BRADA VILLOSA (RATHKE 1983)	18	15,8	MB
BRISASTER FRAGILIS (DUEBEN & KOREN)	12	12,7	K
BRISSOPSIS LURIFERA (FORBES)	23	12,3	K
CALOCARIS MACANDREAE BELL 1846	31	8,8	KR
CAPITELLA CAPITATA (FABRICIUS 2780)	37	2,0	MB
CERATOCEPHALE LOVENI MALMGREN 1867	42	8,7	MB
CHAETOZONE SETOSA MALMGREN 1867	146	3,6	MB
CHEIROCRATUS SPP	10	6,1	MB
CIRRATULUS CIRRATUS (O.F.MUELLER 1776)	18	4,0	MB
CORBULA GIBBA (OLIVI 1792)	68	2,0	M
COSSURA LOGOCIRRATA			
WEBSTER & BENEDICT 18	52	3,6	MB
CTENODISCUS CRISPATUS (BRUZ.)	26	8,5	SJ
DIPLOCIRRUS GLAUCUS (MALMGREN 1867)	72	8,2	MB
DRILONEREIS FILUM (CLAPAREDE 1868)	23	11,5	MB
EDWARDSIA SPP	23	8,4	N
ERIOPIISA ELONGATA BRUZELIUS	58	11,5	KR
ETEONE FLAVA (FABRICIUS 1780)	10	4,0	MB
ETEONE LONGA (FABRICIUS 1780)	21	3,6	MB

Vedleggstabell 1 forts.

EUCHONE SPP	33	4,7	MB
EUDORELLA EMARGINATA KROEYER	52	8,5	KR
EUMIDA SPP	11	12,7	MB
GATTYANA CIRROSA (PALLAS)	17	2,8	MB
GLYCERA ALBA (O.F.MUELLER 1776)	89	2,8	MB
GLYCERA ROUXII AUDOUIN & MILNE EDWARDS	29	14,7	MB
GONIADA MACULATA OERSTED 1843	82	3,6	MB
HARMOHOE SPP	36	10,3	MB
HARPINIA SPP	25	14,3	K
HETEROMASTUS FILIFORMIS (CLAPAREDE 1864)	161	2,8	MB
KELLIELLA MILIARIS (PHILIPPI 1844)	19	13,3	M
LABIDOPLAX BUSKI (MCINTOSH)	35	8,5	SP
LAONICE CIRRATA (M.SARS 1851)	29	8,5	MB
LEANIRA TETRAGONA (OERSTED 1844)	25	8,0	MB
LEUCON NASICA (KROEYER)	26	8,5	KR
LUMBRINERIS FRAGILIS (O.F. MUELLER 1766)	17	6,1	MB
LUMBRINERIS SCOPA FAUCHALD 1974	16	13,3	MB
MACOMA CALCAREA (GMELIN 1790)	17	5,0	M
MALDANE SARSI MALMGREN 1865	39	5,0	MB
MELINNA CRISTATA (M.SARS 1851)	42	9,7	MB
MYRIOCHELE OCULATA ZAKS 1922	102	4,7	MB
MYSELLA BIDENTATA (MONTAGU 1803)	45	2,8	M
NEPHTYS CILIATA (O.F.MUELLER 1776)	30	7,6	MB
NEPHTYS PARADOXA MALM 1874	38	8,0	MB
NEREIMYRA PUNCTATA (O.F.MUELLER 1788)	22	5,6	MB
NEREIS SPP	20	1,1	MB
NOTOMASTUS LATERICEUS SARS 1851	26	12,2	MB
NUCULA SULCATA (BRONN 1831)	27	10,4	M
NUCULOMA TENUIS (MONTAGU 1808)	53	5,0	M
OPHELINA ACUMINATA OERSTED 1843	16	5,0	MB

Vedleggstabell 1 forts.

TROCOCHAETA MULTISETOSA (OERSTED 1843)	26	4,4	MB
TUBIFICOIDES SPP	24	1,1	FB
TYPOSYLLIS CORNUTA (RATHKE 1843)	22	8,8	MB
WESWOODILLA CAECULA (SP. BATE)	22	12,2	K
YOLDIELLA FRATERNA VERILL & BUSH	10	14,0	M
YOLDIELLA LUCIDA (LOVEN 1846)	18	12,9	M

Vedleggstabell 2 forts.

GROVIK 1983-85	AR	83	83	83	83	84	84	84	84	85	85	85	85
TAXON	STASJON	1	3	5	7	1	3	5	7	1	3	5	7
POLYCIRRUS PLUMOSUS (WOLLEBAE		-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	2
POLYDORA SP		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
POLYNOIDAE INDET		-	2	1	-	-	-	4	-	-	-	-	-
POLYPHYSIA CRASSA (OERSTED		5	4	-	3	8	-	5	1	17	36	3	8
PRIONOSPIO SP		-	-	-	6	-	-	6	-	-	1	-	8
PRIONOSPIO CIRRIFERA WIREN		-	61	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
PRIONOSPIO MALMGRENI CLAPARE		4	-	-	-	12	-	-	-	3	40	-	9
RHODINE GRACILIOR TAUBER		9	-	-	-	7	-	-	1	2	-	-	1
RHODINE LOVENI MALMGREN 1865		3	-	-	5	-	-	-	-	-	1	2	3
SABELLIDAE INDET		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
SCALIBREGMA INFLATUM RATHKE		-	3	4	3	2	24	7	-	36	179	-	-
SCOLELEPIS SP		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
SCOLOPLOS ARMIGER (O.F.MUELLE		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
SOSANE GRACILIS (MALMGREN)		-	2	-	1	-	-	-	1	1	7	-	3
SOSANE SULCATA MALMGREN 1865		-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPHAERODORUM SP		-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
SPHAERODORUM FLAVUM OERSTED		6	-	-	-	3	-	-	-	2	3	-	-
SPIO SP		-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
SPIOCHAETOPTERUS TYPICUS SAR		-	-	180	-	-	4	206	1	-	2	126	-
SPIONIDAE INDET		-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
SPIOPHANES KROEYERI GRUBE		-	1	-	1	-	2	3	1	-	3	-	-
STREBLOSOMA BAIRDI (MALMGREN		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SYNELMIS KLATTI (FRIEDRICH)		-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	3
TEREBELLIDAE INDET		-	2	-	4	-	3	8	-	-	-	-	1
TEREBELLIDES STROEMI M.SARS		-	7	-	8	-	-	-	-	-	1	-	-
TEREBELLOMORPHA INDET		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
THARYX MARIONI (SAINT-JOSEPH		-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
TRICHOBRANCHUS ROSEUS (MALM)		-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
TROCOCHAETA MULTISETOSA (OERS		-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
TYPOSYLLIS SP		-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
TYPOSYLLIS CORNUTA (RATHKE)		-	2	-	-	1	1	-	-	-	9	-	6

Vedleggstabell 2 forts.

GROVIK 1983-85	ÅR	83	83	83	83	84	84	84	84	85	85	85	85
TAXON	STASJON	1	3	5	7	1	3	5	7	1	3	5	7
Crustacea (krepssdyr)													
AMPELISCA SP		1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
AMPELISCA GIBBA SARS		-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
AMPHIPODA INDET		-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
AORIDAE INDET		-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BATHYMEDON LONGIMANUS (BOECK)		-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CALOCARIS MACANDREAE BELL		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
CAMPYLASPIS COSTATA SARS		-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIASTYLIS SP		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
DIASTYLIS LUCIFERA (KROEYER)		-	-	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-
DIASTYLIS RATHKEI KROEYER		-	-	22	-	4	1	-	-	2	63	-	-
DIASTYLIS TUMIDA (LILLJEBORG)		-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ERIOPIISA ELONGATA BRUZELIUS		-	-	-	1	-	-	-	8	-	-	-	1
EUDORELLA EMARGINATA KROEYER		-	33	-	3	-	-	-	3	-	-	-	-
EUSIRUS SP		-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
GNATHIA OXYURAEA (LILLJEBORG)		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HARPINIA SP		-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LEUCON NASICA (KROEYER)		-	105	-	-	-	-	-	5	-	1	-	3
LEUCOTHOE INCISA ROBERTSON		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NATANTIA INDET		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
OEDOCEROTIDAE INDET		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PAGURIDAE INDET		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
PAGURUS BERNHARDUS (L.)		-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
SPINTHER ARCTICUS (M.SARS)		-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
WESTWOODILLA CAECULA (SP.BATE)		2	4	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Mollusca (bløtdyr)													
ABRA ALBA (W.WOOD 1802)		-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
ABRA NITIDA (MUELLER 1789)		2	15	2	23	3	48	3	34	4	63	-	115
APORRHAIIS PESPELECANI (L.)		-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
ARCTICA ISLANDICA (LINNE 1767)		4	2	-	1	8	-	-	5	4	3	-	-
BUCCINUM UNDATUM LINNE		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CHAETODERMA NITIDULUM LOVEN		2	-	-	6	-	-	2	-	1	-	1	3
CORBULA GIBBA (OLIVI 1792)		8	14	-	6	12	15	2	5	5	2	1	1
CYLICHNA CYLINDRACEA (PENNANT)		2	4	-	6	3	-	-	12	4	-	-	-
DENTALIUM ENTALE LINNE		-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
DENTALIUM OCCIDENTALE		-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
DOSINIA LUPINUS (L.)		-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
HYDROBIA VENTROSA (MONTAGU)		-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-

Vedleggstabell 2 forts.

GROVIK 1983-85	ÅR	83	83	83	83	84	84	84	84	85	85	85	85
TAXON	STASJON	1	3	5	7	1	3	5	7	1	3	5	7
LEPTOCHITON ASELLUS (SPENGLER)	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MACOMA CALCAREA (GMELIN 1790)	-	-	-	-	-	4	-	1	-	-	-	-	-
MONTACUTA FERRUGINOSA (MONTAGU)	2	-	-	-	2	2	-	-	2	-	-	-	-
MONTACUTIDAE INDET	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	4
MYA SP	1	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-
MYRTEA SPINIFERA (MONTAGU)	-	17	-	-	6	-	3	-	24	-	5	-	-
MYSELLA BIDENTATA (MONTAGU)	33	2	-	-	-	507	550	4	21	224	206	-	27
MYSIA UNDATA (PENNANT)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
MYTILUS EDULIS LINNE 1758	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NASSARIUS PYGMAEUS (LAMARCK)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
NATICA ALDERI FORBES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
NUCULA NITIDOSA (WINCKWORTH)	2	-	-	-	-	52	3	-	-	111	14	-	1
NUCULA NUCLEUS (LINNAEUS)	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
NUCULA SULCATA (BRONN 1831)	-	-	-	-	7	-	1	-	6	-	1	-	2
NUCULOMA TENUIS (MONTAGU)	-	13	1	87	1	9	2	178	6	13	-	-	97
ONOBA VITREA (MONTAGU)	-	-	-	-	3	-	9	-	14	-	-	-	-
PARVICARDIUM MINIMUM (PHILIPP)	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
PHILINE SP	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
PHILINE APERTA (L.)	1	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-
PHILINE SCABRA (O.F.MUELLER)	4	-	-	-	2	5	-	-	-	2	-	-	-
RETUSA UMBILICATA (MONTAGU)	2	1	-	-	1	-	-	-	8	-	-	-	-
SPISULA SUBTRUNCATA (DA COSTA)	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
THRACIA CONVEXA (WOOD)	1	3	-	-	-	1	-	-	3	2	-	-	1
THYASIRA EQUALIS (VERRILL & B)	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-
THYASIRA OBSOLETA (VERRILL & B)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
THYASIRA PYGMAEA	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
THYASIRA SARSI (PHILIPPI 1845)	6	36	8	33	42	9	23	9	55	141	1	61	-
TURRITELLA COMMUNIS RISSO	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	-	-	-
VENUS STRIATULA (DA COSTA)	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-

Vedleggstabell 2 forts.

GROVIK 1983-85	RR	83	83	83	83	84	84	84	84	85	85	85	85
TAXON	STASJON	1	3	5	7	1	3	5	7	1	3	5	7
Echinodermata (pigghuder)													
AMPHIUURA CHIAJEI FORBES		-	16	-	66	-	2	36	10	-	9	1	29
AMPHIUURA FILIFORMIS (O.F.M)		233	36	1	10	151	2	16	2	191	15	-	9
ASTERIAS RUBENS L.		-	-	-	-	-	1	2	-	-	1	-	-
BRISSOPSIS LYRIFERA (FORBES)		-	-	-	4	-	-	-	1	-	-	-	1
CUCUMARIA ELONGATA DUEBEN &		-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
ECHINOCARDIUM CORDATUM (PENNA)		11	3	-	2	18	-	-	2	15	4	-	62
HOLOTHUROIDEA INDET		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LABIDOPLAX BUSKI (MCINTOSH)		35	1	-	-	47	2	2	-	3	-	-	-
OPHIURA SP		-	11	-	-	3	-	2	-	-	-	-	-
OPHIURA ALBIDA FORBES		-	2	-	-	-	-	-	-	2	2	-	2