



# Statlig program for forurensningsovervåking

Rapport nr 22|81

Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjoner

NIVA  
Byveterinæren i Stavanger  
Sentralinstitutt for  
industriell forskning (SI)

## Overvåking i Gandsfjorden og Byfjorden, Stavanger, 1980



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80  
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60  
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-80003 -05/
Undernummer:
Løpenummer: 1344
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:  Overvåking i Gandsfjorden og Byfjorden, Stavanger, 1980.	Dato: 10/11 1981
	Prosjektnummer: 0-8000304
Forfatter(e):  Jon Knutzen og Tor Bokn.	Faggruppe: Fjordseksjonen
	Geografisk område: Stavanger
	Antall sider (inkl. bilag): 32

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn, Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking).	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt:

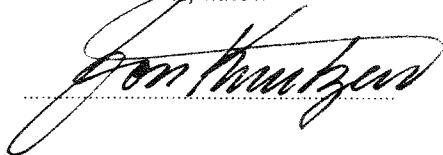
Overvåking av vannkjemiske, hygieniske og marinbiologiske forhold i Gandsfjorden og Byfjorden/Stavanger i 1980 har stort sett bekreftet tidligere resultater. Overflatelaget - særlig i Gandsfjorden - var preget av til dels høye konsentrasjoner av tarmbakterier, mens konsentrasjoner av næringsalter og planteplankton var moderate eller lave i fjordens hovedvannmasse. I et dypparti ytterst i Gandsfjorden ble det over lengre tid målt kritisk lave oksygenkonsentrasjoner. Utslag av belastningen på fjørebeltets algeflora ble bare registrert nær forurensningskildene. Konsentrasjonene av metaller og PAH i organismer var med ett unntak lave.

4 emneord, norske:
1. Overvåking
2. Marin biologi
3. Kloakkvannseffekter
4. Stavangerområdet
Gandsfjord

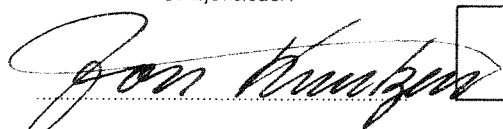
4 emneord, engelske:
1. National monitoring/water
2. Marine biology
3. Effects from municipal sewage
4. Stavanger area

Byfjorden

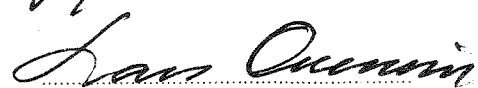
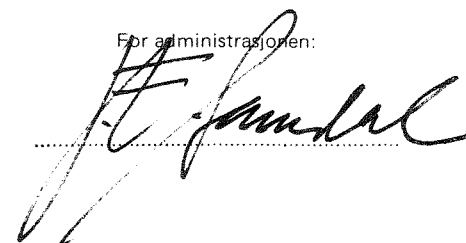
Prosjektleder:



Seksjonsleder:



For administrasjonen:



ISBN 82-577-0446-6

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Oslo

0 - 8000304

OVERVAKING I GANDSFJORDEN

OG BYFJORDEN, STAVANGER

1980

Rapporten avsluttet 10 november 1981

Saksbehandler: Jon Knutzen

Medarbeider: Tor Bokn

For administrasjonen: J. E. Samdal

Lars N. Overrein

## INNHOOLD

	Side
FORORD	1
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	2
2. INNLEDNING	4
3. RESULTATER OG DISKUSJON	9
3.1 Vannkjemi, siktedyp, bakteriologi og oksygenforhold	9
3.2 Parallellanalyse av næringsalter og klorofyll	10
3.3 Gruntvannsamfunn	13
3.4 Metaller og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i organismer	19
3.5 Oppsummerende kommentarer	21
4. DISKUSJON AV PRAKTISKE KONSEKVENSER	25
5. LITTERATURHENVISNINGER	26
6. APPENDIKS	28
Fig. A1 Vertikalfordeling av organismer på st. B6, Hillevåg, Gandsfjorden	29
Fig. A2 Vertikalfordeling av organismer på st. B9, Rovik, Gandsfjorden	31
Tab. A1 Middelerdier, variasjonsområde og antall observasjoner av næringsalter, oksygen, klorofyll, siktedyp og fekale bakterier i Byfjorden og Gandsfjorden 1980	33
Tab. A2 Registrerte arter av rødalger, brunalger og grønnalger	34
Tab. A3 Registrerte arter av blågrønnalger, lav og strandfauna	37
Tab. A4 Metaller i tang fra Byfjorden/Amøyfjorden og Gandsfjorden	38
Tab. A5 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell og albueskjell fra Stavangerområdet 4/9 1980.	39

FORORD

Foreliggende arbeid er utført etter oppdrag fra Statens forurensningstilsyn, som et ledd i det statlige program for forurensningsovervåking. Med mindre endringer er arbeidet gjort i henhold til programforslag av 12. juni 1980.

Byveterinæren i Stavanger, Kristian Staveland, har vært ansvarlig for feltarbeid og analyser vedrørende hydrografi, vannkjemi, bakteriologiske forhold og klorofyll. Forurensningsmyndighetene i fylket og Rogalandforskning har stilt båt til disposisjon for observasjonene av organismsamfunnene på grunt vann og vært behjelpelige med feltarbeidet: henholdsvis ved cand. agric. Svein Arild Holmen og laboratoriesjef Sigurd Berg. Alle takkes for verdifullt samarbeid og nyttige opplysninger

Metallanalysene i tang er utført av cand. real. Per Paus, Sentralinstitutt for industriell forskning (SI).

Ved instituttet har cand. real. Tor Bokn vært ansvarlig for bearbeidelsen av biologiske prøver. Cand. real. Knut Kvalvågnæs har assistert ved bearbeidelsen av vannkjemiske og bakteriologiske data. Ansvarlig for PAH-analysene av skjell er Ing. Lasse Berglind. Algeregistreringen i felt er utført av undertegnede.

Oslo, 10. november 1981

Jon Knutzen

## 1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

- I. Den statlige forurensningsovervåking i Byfjorden og Gandsfjorden ved Stavanger (fig. 1) har i 1980 omfattet hydrografi, vannkjemi (vesentlig næringsalter), hygieniske forhold og måling av planteplanktonbiomasse ved klorofyll, undersøkelse av organismer i strandsonen, samt analyse av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og metaller i skjell og tang. Program og stasjonsnett fremgår av tabell 1 og fig. 1-2. Overvåkingen omfatter fjordenes hovedvannmasser, ikke nærområdene av utslipp.
- II I hovedsaken er det observert konsentrasjoner av næringsalter og klorofyll som kan betegnes som normale for norske fjordfarvann. Av plantenæringsstoffer er det funnet noe høyere konsentrasjoner nær større forurensningskilder, dvs. nær Stavanger havn og innerst i Gandsfjorden (fig. 3). Siktedyps- og klorofyllverdiene tydet på små forskjeller mellom stasjonene (fig. 3).
- III I bunnvannmassene i et dypparti av ytre Gandsfjord er det over lengre tidsrom observert oksygenkonsentrasjoner som må anses ugunstige for fisk og majoriteten av bunndyr.
- IV Kloakkvannindikatorerne termostabile coliforme bakterier og sulfittreducerende clostridier viste størst konsentrasjon nær Stavanger havn og i indre Gandsfjord (fig. 3). Reduksjonen i bakterieinnholdet med økende avstand fra større utslipp var markert i Byfjorden mot Åmøyfjorden, men mindre tydelig utover i Gandsfjorden. I hele Gandsfjorden og dessuten nær Stavanger lå middelverdiene for innholdet av termostabile coliforme bakterier over det som Statens institutt for folkehelse anbefaler som øvre grense for badevann. Imidlertid var det stort sett utenom badesesongen at de høye nivåene ble registrert.
- V Innholdet av PAH var moderat eller lavt både i blåskjell og albueskjell. Det samme gjaldt metallkonsentrasjonene i tang, unntatt for kvikksølv i en prøve fra innerst i Gandsfjorden. Denne viste omkring 10 x normalinnholdet. Noen bestemt kilde er ikke kjent.

- VI Algevegetasjonen i 0-2 m viste i hovedtrekkene samme forhold mellom algeklassene som ved tidligere undersøkelser i 1976. Det ble funnet varierte og artsrike samfunn på de fleste stasjonene. Bare på stasjonene nær Stavanger, innerst i Gandsfjorden og utenfor Hillevågsvatnet (st. B3, st. B9 og st. B6, kfr. fig. 2) var det indikasjoner på forurensningseffekter. Dykkerundersøkelsene på st. B9 og B6 bekreftet tidligere observasjoner og viste at nedre grense for vekst av fastsittende alger vanskelig lar seg bruke som indikator på midlere lysgjennomgang i dette området, fordi bunnen er dårlig egnet for vekst av større alger.
- VII I relasjon til praktisk ressursforvaltning bekrefter resultatene at det er ønskelig med en redusert kloakkvannsbelastning i Gandsfjorden. Bortsett fra risikoen for periodisk utryddelse av bunnfisk og andre bunndyr i et dypparti ytterst i fjorden, er det ingen akutt situasjon man står overfor. Eventuelle åpenbare ulemper og skader nær større utslipp er ikke vurdert.
- VIII Observasjonsfrekvensen av de vannkjemiske variable er i hovedsak for lav til at materialet kan bedømmes statistisk med henblikk på sammenligninger fra år til år. Det samme gjelder jevnføring av data fra forskjellige steder innen samme tidsrom. For å kunne dekke formålet med hensyn til mulige utviklingstendenser må observasjonshyppigheten økes og registreringene fortrinnsvis konsentreres til den del av året som (i denne sammenheng) er av størst interesse - sommerperioden.
- IX Forutsatt at ikke 1981-resultatene hva angår algesamfunnene og miljøgifter i organismer er vesensforskjellige fra 1980-observasjonene, kan disse deler av overvåkingsprogrammet i det vesentlige utelates for et par år. Uten betydelige endringer i belastningsforholdene kan det neppe oppnås mer enn å bekrefte allerede innvunne kunnskaper om tilstanden i Stavangerfjordene. Det er større behov for å gjenta undersøkelsene av bløtbunnsfauna, særlig i de områder som tidligere er dokumentert å være forurensningspåvirket.

## 2. INNLEDNING

Bakgrunnen for overvåkingen i Gandsfjorden og Byfjorden er de forurensningssymptomer som tidligere er blitt påvist særlig i Gandsfjorden (Johannesen, 1977; NIVA, 1978; Byveterinæren i Stavanger, 1979 og Regionplankontoret for Jæren, 1979).

Formålet med undersøkelsene har vært:

- Å holde seg ajour med tilstanden ved periodiske observasjoner av overflatevannkvalitet og utskifting av Gandsfjordens dypvann.
- Følge den mer langsiktige utvikling ved observasjoner av organismesamfunn knyttet til bunnen, dessuten ved analyser av sedimenters, dyrs og planters innhold av metaller og organiske miljøgifter.
- Legge grunnlag for å beskrive virkninger i Gandsfjorden og Byfjorden av henholdsvis avlastning og økt belastning med kommunalt avløpsvann som følge av planlagte avløpstekniske tiltak (overføring av belastning fra Gandsfjorden til Byfjorden).

Planlagte observasjoner av hydrografi, oksygen, vannkjemi, bakteriologi, klorofyll og siktedyp er utført som vist i tabell 1. Stasjonsnettet er vist i fig. 1. De viktigste avvik fra programmet består i at det ikke er gjort observasjoner av saltholdighet og temperatur på st. 6, noe begrenset vannkemisk program på st. 5 (men dekkende for perioden mai - september), tilsvarende for klorofyll på st. 5. Videre er ikke siktedyp observert på stasjonene 2, 3 og 7, og bare fra henholdsvis mai og september på stasjonene 5 og 6 B (ukentlig ut året for sistnevnte). På stasjon 6 B er klorofyllinnhold og bakteriologiske forhold observert ukentlig hele året. I tillegg til programmet anført i tabell 1 har Byveterinæren gjort fysikalsk/kjemiske og bakteriologiske undersøkelser i Dusevik. Resultatene fra sistnevnte lokalitet er vist i tabell A 1, men vil forøvrig først bli behandlet i forbindelse med 1981-rapporten. Turbiditetsmålinger inngår ikke som rutinevariabel i andre fjordundersøkelser og er bare lagret i databasen for mulig fremtidig bruk.

Saltholdighet og temperatur er målt ved salinoterm feltinstrument. Analysene av kjemiske variable er utført i henhold til Norsk Standard.





Fig. 1 Målestasjoner for hydrografi, vannkjemi, bakteriologi og klorofyll.

Undersøkelsene av termostabile koliforme bakterier er foretatt ved membranfiltrering, porestørrelse  $0,45\ \mu\text{m}$  på MFC-medium, mens sulfittreduerende clostridier er undersøkt etter modifisert Dansk Standard DS/R 265.3 (44°C). Klorofyllanalysene er utført i henhold til NIVA (1976).

For næringssalters og klorofylls vedkommende er det utført parallellanalyser på NIVA av et mindre antall prøver.

De biologiske observasjoner i strandsonen har vært rettet mot mulige symptomer på effekter av overgjødsling (dvs. belastning med næringsalter fra kommunalt avløpsvann og andre kilder). Stasjonsnettet fremgår av fig. 2. Hovedvekten er lagt på registrering av alger i 0-2 (3) m og observasjonene er utført ved snorkeldykking. På stasjonene B 9 og B 6 er det foretatt apparatdykking med henblikk på registrering av nedre grense for vekst av fastsittende alger. Feltarbeidet ble utført i tiden 3. - 5. september 1980. Lett kjennelige arter ble notert på stedet, mens det forøvrig ble samlet inn prøver for senere bestemmelse. Prøvene ble oppbevart i 3-4% formalin. Foruten algevegetasjon ble det gjort observasjoner av de mest fremtredende arter av større dyr, blågrønnalger og lav.

Samtidig med strandsoneobservasjonene ble det innsamlet blåskjell og albueskjell til analyse på innhold av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) (st. B 3, B 8 og B 17) og tang til metallanalyse (st. B 1, B 3, B 8, B 9 og B 17). Metallanalysene er utført ved atomabsorpsjon etter tørking og oppslutning (SI, 1979), mens PAH-analysene er gjort ved gasskromatografi med glasskapillarkolonne (NIVA 1980).

Rådata fra de hydrografiske, bakteriologiske og vannkjemiske observasjoner er eller vil bli lagret i databasen for overvåkingsresultater. I denne rapport fremstilles bare sammentrukne data. For sammenligningens skyld er det tatt med en del tilsvarende data fra tidligere undersøkelser i området. Registreringene fra strandsonen er dokumentert i tabellappendiks.

Tabell 1. Målestasjoner og observasjonsfrekvens i 1980 for hydrografi (S/T), oksygen (O), vannkjemi (K), bakteriologi (B), klorofyll (Kl), siktedyp (Si), gruntvannsbiologi og metaller/PAH.

Stasjoner	S/T	O	K	B	Kl	Si	Obs.frekvens
<u>Byfjorden</u> <sup>1)</sup>							
St. 1	X		X	X	X	X	Månedlig april-sept., ellers hver 2. mnd.
St. 2	X		X	X		X	Hver 2. måned
St. 3			X	X		X	" " "
<u>Gandsfjorden</u>							
St. 4				X		X	Hver 2. måned
St. 5	X	X	X		X	X	S,T,O,Si; månedlig. K,Kl; månedlig april-sept., ellers hver 2. måned
St. 6	X	X	X	X	X	X	S,T,O,Si; månedlig. K, Kl; månedlig april-sept., ellers hver 2. måned
St. 6b <sup>2)</sup>				X	X	X	Ukentlig april-september
St. 7			X	X		X	Hver 2. måned
St. 8 <sup>3)</sup>							
<u>Begge fjorder</u>							
Gruntvannsbiologi (ca 10 st)							1 gang (aug./sept.)
Metaller/PAH (3-4 st)							----- " -----

1) Vannkjemi og Bakteriologi også ved Dusavik

2) Fra brygge inn for st. 6.

3) Midlertidig utelatt pga. flytting av utslippsted.



Fig. 2 Stasjoner for observasjoner av strandsonens plante- og dyresamfunn.

### 3. RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Vannkjemi, siktedyp, bakteriologi og oksygenforhold

Resultatene fra den delen av undersøkelsene som gjelder overflatelaget og oksygen i Gandsfjordens bunnvannmasser er fremstilt i fig. 3 i form av middelveier og variasjonsområder. Til sammenligning er det i figuren også tatt med data fra tidligere år (Byveterinæren i Stavanger, rapport av mai 1979 og datautskrifter for 1979-observasjonene). I appendiks-tabell A 1 er det for 1980 også gjengitt data fra observasjonene i 20 m, samt antall observasjoner av hver variabel.

Av materialet fremgår at konsentrasjonene av fosfor- og nitrogenforbindelser lå på et nivå som er vanlig i norsk kystfarvann. Imidlertid ses at middeltkonsentrasjonen synker noe med økende avstand fra forurensningskildene (dvs. utover i Byfjorden mot Åmøyfjorden og utover i Gandsfjorden). Særlig i Gandsfjorden ble det observert avstandsgradienter, tydeligst i overflatelaget og med hensyn til fosforforbindelser. Det må likevel tas forbehold, bl.a. fordi observasjonene fra Ytre Gandsfjord (st. 5) er begrenset til den tiden av året da næringssaltnkonsentrasjonene er lavest. Antallet observasjoner er også for lavt til å vurdere de funne forskjellene statistisk ved tester basert på antagelse om tilnærmet normalfordeling. Bortsett fra høyere konsentrasjoner i overflatelaget i Stavanger havnebasseng og innerst i Gandsfjorden, er det ikke tidligere funnet tydelige avstandsgradienter (Byveterinæren i Stavanger, 1979).

Plantenæringsstoffene nitrat og fosfat viste en forventet sesongvariasjon. For begge vedkommende er det flere tilfeller av svært lave konsentrasjoner i perioden mai - august. Dette gjelder også i de mest belastede områdene. Tilførslene er m.a.o. ikke så store at ikke planteplankton på det nærmeste bruker opp de mest tilgjengelige næringsstoffer.

Klorofyllinnholdet var gjennomgående lavt. Antallet observasjoner er utilstrekkelig både for å se på forskjell mellom stasjonene og for å vurdere en eventuell utvikling over tid. Høst- og vinterobservasjoner har minimal interesse i overvåkingssammenheng og bidrar til å utjevne forskjeller som bare viser seg i vekstsesongen.

Oksygeninnholdet i Gandsfjordens dypbasseng ved Lihalsen var lavt gjennom hele året; så lavt at det er ugunstig for andre enn særlig tolerante dyr. Variasjonene gjennom året viser gjentatte, men utilstrekkelige fornyelser av bunnvannmassene. De noe reduserte verdiene observert utenfor Forus representerer ingen fare for marint liv. Observasjonsfrekvensen for oksygen er akkurat tilstrekkelig for å kunne følge utviklingen fra år til år ved statistiske metoder (basert på en antagelse om tilnærmet normalfordeling av verdiene).

De funne siktedyp viste store variasjoner over tid, og antydte små forskjeller mellom stasjonene. Imidlertid er ikke den lave observasjonshyppighet formålstjenlig hverken for avstands- eller tidsgradientstudier (unntatt på st. 6 B). Høst- og vinterobservasjoner må betraktes som mindre givende.

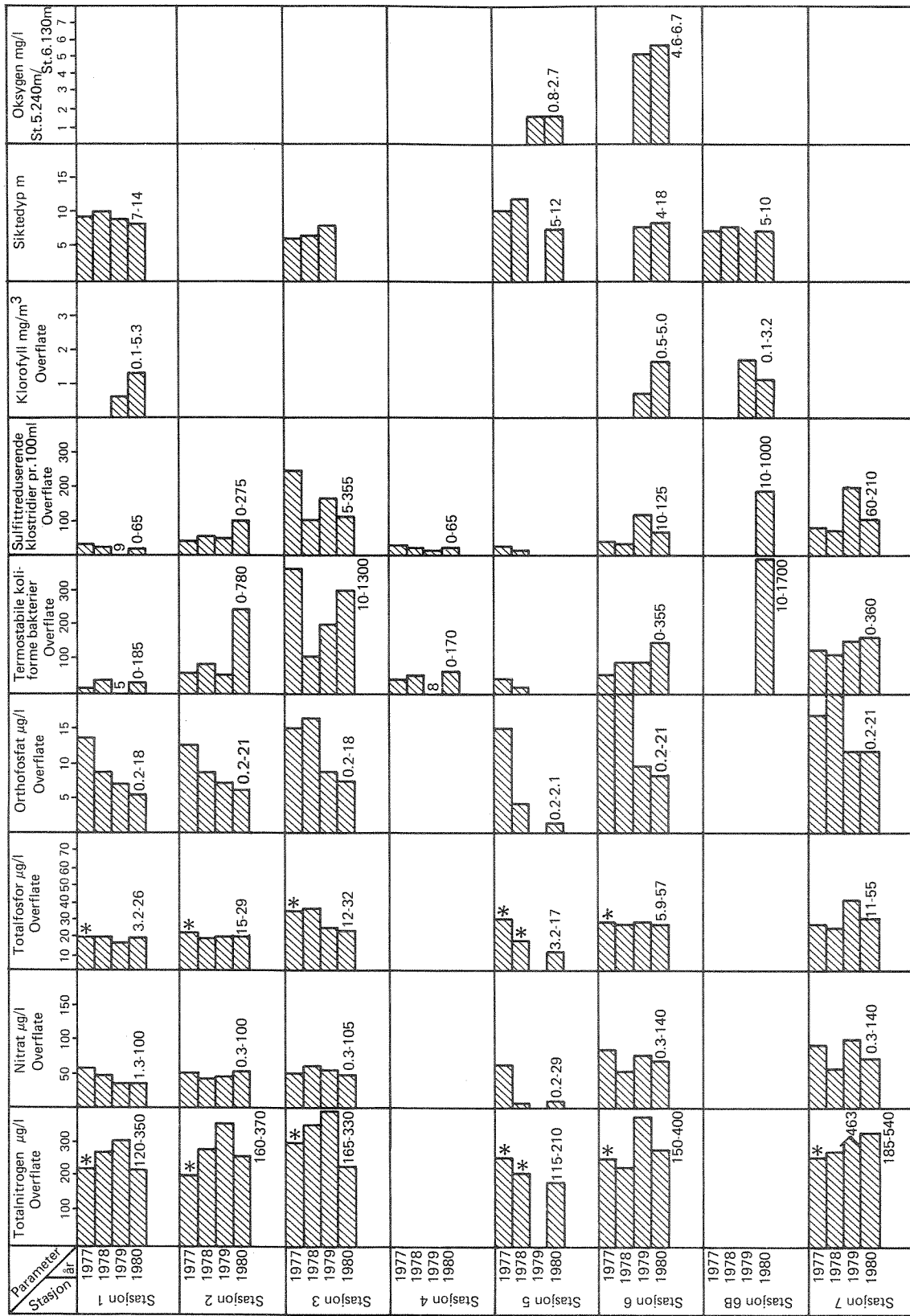
Forekomstene av termostabile coliforme bakterier og sulfittreducerende clostridier viser det samme bilde: Sterk belastning nær havnebassenget i Stavanger og i indre Gandsfjord, tydelig avtagende konsentrasjoner utover mot Åmøyfjord og noe mindre tydelig mot ytre Gandsfjord. De mer bestandige clostridiene gjorde seg ikke mer gjeldende enn termostabile coliforme bakterier med økende avstand fra kildene, slik det har vært vitnesbyrd om tidligere (Kjos-Hanssen, 1977). Dette reiser spørsmålet om ønskeligheten av å benytte begge indikatorbakteriene. Imidlertid må dette vurderes på grunnlag av hele det bakteriologiske materialet som nå finnes fra dette området.

Det ses at på alle undersøkte stasjoner i Gandsfjorden ligger middelverdien for termostabile coliforme bakterier over det helsemyndighetene anbefaler som øvre grense for akseptabelt badevann (50 pr. 100 ml, kfr. SIFF, 1976). Likeledes er det høye middelkonsentrasjoner i Byfjorden nær Stavanger. Ses det nærmere på materialet fra overflatelaget, fremgår imidlertid at de høye middelverdiene vesentlig skyldes stor forekomst av bakterier utenom ordinær badesesong (unntak: st. 6 B). Observasjonsfrekvensen er også her for lav (unntatt st. 6 B) til at eksakte jevnføringer mellom stasjoner eller forskjellige år er mulig.

### 3.2 Parallellanalyser av næringsalter og klorofyll

Hensikten med slike analyser er:

- å sikre pålitelige resultater fra overvåkingen av de enkelte vann-



\* Vekstsesongverdier ( Kfir. Byveterinæren i Stavanger, 1979 )

Fig. 3 Observasjoner i Byfjorden og Gandsfjorden 1977 - 1980 av næringssalter, klorofyll, siktedyp og bakterieinnhold i overflatelaget, samt oksygen i bunnvann. ( Antall observasjoner i 1980 fremgår av appendikstabell A1 ).

forekomster.

- gjøre det mulig å jevnføre resultater fra ulike laboratorier og deler av landet.

Resultatene av parallellanalyser av prøver fra 13/10 og 11/12 1980 fremgår av nedenstående oppstillinger. (En serie på næringsalter ble mislykket grunnet feilkonservering). Byveterinærens resultater er merket BY, NIVA's parallellanalyse NI. Konsentrasjonene er i µg/l.

		Tot. P		PO <sub>4</sub> -P		Tot. N		NO <sub>3</sub> -N	
		BY	NI	BY	NI	BY	NI	BY	NI
St. 1	0 m	22	22	18	17	220	190	85	100
	20 m	19	20	17	16	220	190	75	90
St. 2	0 m	27	26	21	21	240	250	100	130
	20 m	22	22	18	22	245	180	80	90
St. 6	0 m	31	30	26	25	280	260	135	150
	20 m	26	25	22	20	195	270	100	100
Middel		24,5	24,2	20,3	20,2	233	223	96	110

#### Klorofyll

	St. 1		St. 6		St. 6 B	
	13/10	11/12	13/10	11/12	13/10	11/12
BY	0.9	0.3	1.2	0.2	1.5	0.3
NI	Ødelagt	0.5	2.2	0,35	2.6	0.85

Resultatene har så langt vært tilfredsstillende for fosforkomponentenes del og tilnærmet akseptable for nitrogenforbindelsene sett under ett, men med enkelte avvik som er utover det som kan aksepteres. For å få et grunnlag for statistisk jevnføring bør det parallellanalyseres minst 10 prøver for hver komponent.



Klorofyllresultatene viser så store avvik at sammenligning med andre lokaliteter blir uten mening (Det forhindrer ikke at sammenligninger over tid og avstand innen Stavangerområdet kan gi meningsfylte resultater så lenge metoden og det analyserende laboratorium er det samme og antallet analyser fra hver lokalitet tilstrekkelig). Forøvrig vil det være mer hensiktsmessig å foreta slike parallellanalyser på prøver fra perioder av året da det kan ventes høyere klorofyllkonsentrasjoner.

Det ligger utenfor rammen av denne rapport å drøfte mulige årsaker til de konstaterte forskjeller. Dette må skje ved kontakt mellom medarbeidere på de to laboratorier og innen rammen av virksomheten til Referanselaboratoriet for kjemiske vannanalyser.

### 3.3 Gruntvannsamfunn

I tabell A2 (appendiks) er det ført opp alle funn av makroskopiske alger på de forskjellige stasjoner. Algene er inndelt i de tre hovedgruppene rødalger, brunalger og grønnalger. Artsantallet for hver algegruppe samt totalsummen av arter er ført opp for hver stasjon. I de to fjordene ble det funnet 89 arter, fordelt på 72 og 71 arter på henholdsvis Byfjorden og Gandsfjorden. Av de 89 arter var 40 rødalger, 35 brunalger og 14 grønnalger, hvilket utgjør i prosent henholdsvis ca. 45, 39 og 16. I tabellen er det brukt en mengdemessig gradering hvor 1, 2 og 3 betyr henholdsvis sjelden, vanlig og assosiasjonsdannende. Assosiasjon er her brukt som en generell, ikke-kvantitativ term om algesamfunn, hvor en eller noen få arter dominerer. Hvor det ikke er tatt noe standpunkt til den mengdemessige gradering, er det brukt X i tabellen.

For å kunne gi en kvalitativ vurdering av stasjonenes algesamfunn, er det i tabell A2 angitt den prosentvise fordeling av de tre nevnte algegrupper. Detaljerte sammenligninger mellom stasjonene kan bare gjøres under relativt like fysiske betingelser som fast underlag og bølgeeksponering.

Grønnalgene er en algegruppe som favoriseres under miljøforhold som økt ferskvannstilrenning og/eller forurensningsbelastning i form av organisk stoff og/eller næringssalter. Erfaringsmessig vil rene kystfarvann langs norskekysten med saltholdighetsnivåer over 25-30 ‰ oppvise forholdstall mellom rød-, brun- og grønnalgearter som normalt er  $45 \pm 10$  :  $35 \pm 10$  :  $15 \pm 5$  (Bokn 1979). Ved ferskvannstilførsler og/eller kloakkvannsutslipp

kan brunalgene ofte vise størst konstans i ovennevnte relasjon, mens grønnalgene relativt hurtig utkonkurrerer rødalgene og overtar som den største algegruppe. Fig. 4 gjengir den innbyrdes likhet mellom stasjonene med hensyn til artssammensetningen. Den parvise likhet mellom stasjonene er regnet ut ved indeksen  $L = 1000 \cdot \frac{2c}{a+b}$ , hvor a = antall arter på stasjon a, b = antall arter på stasjon b, og c = antall felles arter. Indeksen går fra 0 (ingen arter felles) til 1 000 (alle arter felles). L-verdiene er presentert i matrisen over diagonalen. Feltet under diagonalen er speilbilde av feltet over diagonalen, men anskueliggjort ved skraveringer i stedet for tall. I fig. 5 er det forsøkt å anskueliggjøre artsantallet av fastsittende alger og prosentfordelingen mellom rød-, brun- og grønnalger for hver stasjon.

I figurene A1 og A2 i appendiks er organismenes vertikalfordeling på stasjonene B 6 og B 9 illustrert.

Blågrønnalger ble bare registrert på de stasjoner hvor disse mikroskopiske alger var lett iøyenfallende. Lav og større organismer av strandfaunaen ble også registrert. I tabell A3 er observasjoner over blågrønnalger, lav og strandfauna ført opp.

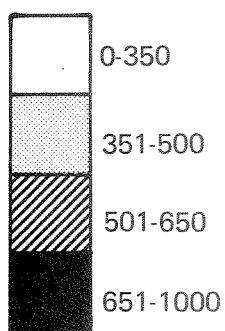
### Byfjorden

Algevegetasjonen i denne fjorden synes å ha hatt en stor likhet i de forskjellige områder sommeren 1980. Av fig. 4 fremgår det at stasjonene B16, B1, B2 og B3 er meget like, mens st. B17 skiller seg noe ut. Tabell A2 viser at det finnes et forholdsvis større antall brunalger på st. B 17 enn på de øvrige stasjoner. Denne økning er muligens på bekostning av rødalgeartene. Ellers viser fig. 5 at artsantallet på de fire ytterste stasjonene ligger på samme nivå. Som det ble funnet i 1976 (NIVA 1978), synes Stavanger havneområde, st. B3, å oppvise en svak eutrofitendens. Ingen av de øvrige stasjoner i Byfjorden kommer innenfor en slik betegnelse.

Stasjonene B16 og B17 var nye algeregistreringsområder i 1980, og kan således ikke jevnføres med resultatene fra 1976. De tre øvrige stasjonene - B1, B2 og B3 - kan imidlertid sammenlignes med tidligere år. Den relativt

Stasjoner

	B 16	B 17	B 1	B 2	B 3	B 4	B 6	B 7	B 8	B 9
B 16		652	731	733	667	577	522	682	729	317
B 17			600	598	642	638	455	682	610	400
B 1				791	729	694	514	719	674	375
B 2					780	695	507	674	747	361
B 3						697	590	675	753	436
B 4							541	731	644	382
B 6								585	581	400
B 7									765	407
B 8										464
B 9										



$$L = 1000 \frac{2c}{a + b}$$

a = antall arter på st. a

b = antall arter på st. b

c = antall felles arter

Fig. 4. Stasjonenes innbyrdes grad av likhet m.h.t. artssammensetning av fastsittende alger.

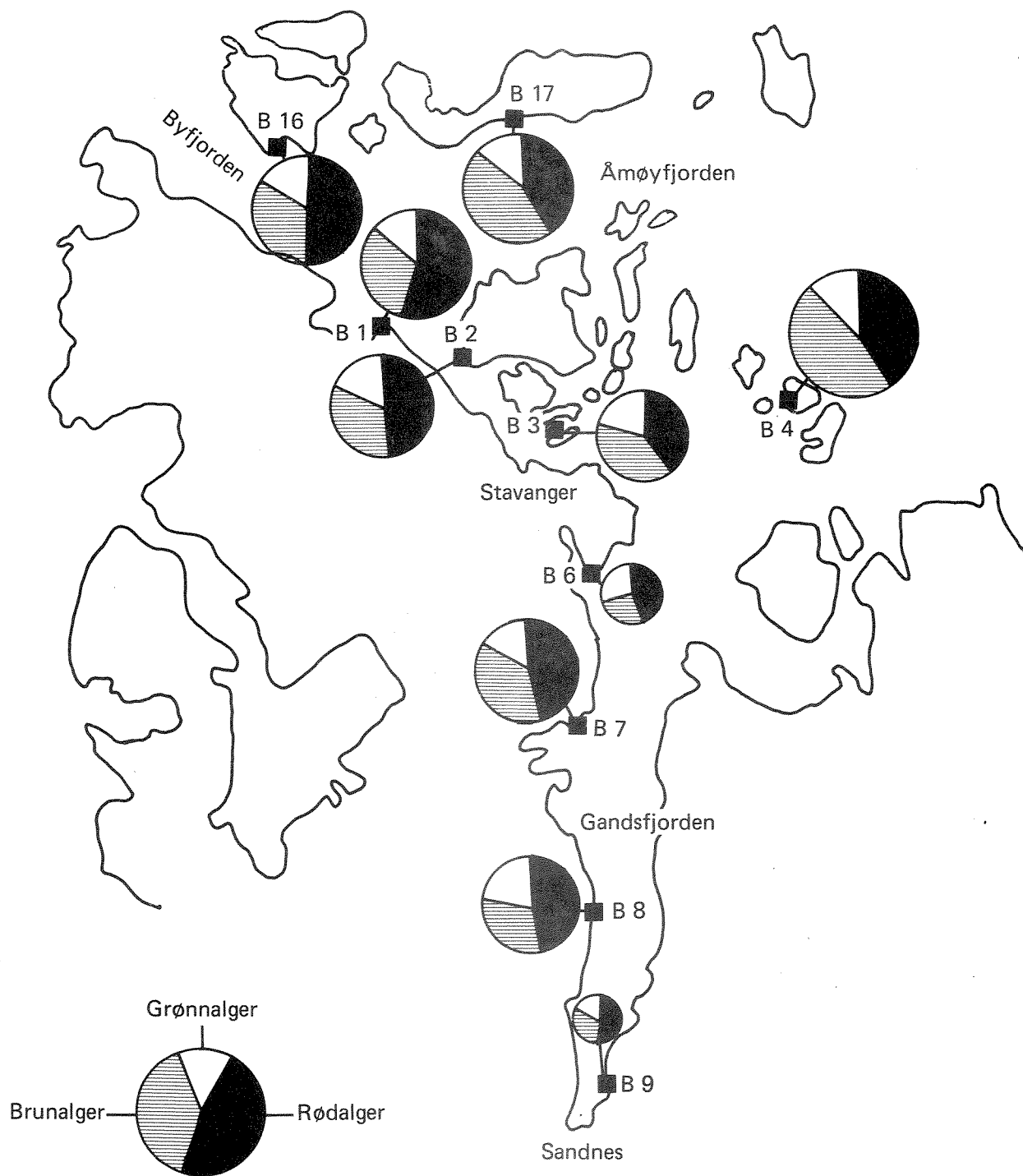


Fig. 5. Samlet antall arter av grønnalger, rødalger og brunalger og prosentvis fordeling på de tre grupper (symboleksempel viser 50 arter (=2 cm sirkeldiameter) og en tilnærmet normalfordeling i uforurensede, lite ferskvannspåvirkede områder).

store forskjellen i artsantall antas hovedsakelig å skyldes litt ulike registreringsteknikker brukt i 1976 og 1980 (noe grundigere observasjoner under 1½ m i 1980). Dette synes imidlertid ikke å ha influert noe vesentlig på prosentfordelingen av de tre algegrupper.

For stasjonene B2 og B3's vedkommende er denne fordelingen praktisk talt identisk med resultatene fra 1976. På st. B1 er det i 1980 registrert 3-4 ganger flere rødalgearter enn i 1976 grunnet endret teknikk. Dette har ført til en stor prosentendring mellom rødalger og brunalger. Men det interessante i denne sammenligning er at det også er registrert flere grønnalger, slik at forholdet mellom rødalger og grønnalger blir tilnærmet likt begge år.

Resultatene fra registreringen av fastsittende alger og stasjonær strandfauna i Byfjorden høsten 1980 bekreftet at havneområdet er preget av vannmasser i god bevegelse. Selv om algevegetasjonen på st. B3 i Stavanger havn hadde store likhetstrekk med de øvrige områder i Byfjorden, bar sammensetningen av algene bud om noe nedsatt vannkvalitet.

### Gandsfjorden

Algevegetasjonen i denne fjorden var ikke så homogen som resultatene fra Byfjorden viser. Av fig. 5 fremgår det at ytre del og midtre del av Gandsfjorden (stasjonene B4, B7 og B8) viste algeartsantall i samme størrelsesorden som på stasjonene i Byfjorden. Prosentfordelingen mellom de tre algegruppene på disse stasjonene lignet også fordelingen fra Byfjordlokalitetene (tabell A2). Stasjonene ved Hillevåg og Rovik i Sandnes hadde imidlertid et klart redusert artsantall i forhold til de øvrige åtte stasjoner i undersøkelsesområdet. Fig. 4 gir et godt bilde av den ulikheten som fantes mellom st. B6 og B9 og de øvrige stasjonene. Også mellom B6 og B9 innbyrdes var det betydelig forskjell i artssammensetningen.

Som i 1976 ble det på st. B6 ved Hillevåg funnet algesamfunn som gjenspeiler eutrofe forhold. I tabell A2 finner en at innslaget av grønnalger var over 30 prosent; hvilket er identisk med tilsvarende beregning for 1976. Algesamfunnene funnet på st. B9 ved Rovik gjenspeiler derimot ikke overgjødsling på samme måte som tilfellet var i 1976. Artsantallet på denne stasjonen har i begge undersøkelsesår vært lavt, og således vil

bare små endringer i antall arter kunne gi store utslag på prosentfordelingen mellom gruppene.

Figurene A1 og A2 viser at dypeste voksested for fastsittende alger på stasjonene B6 og B9 var henholdsvis minst 17 m og minst 11 m. Imidlertid var bunntypen i det vesentlige uegnet som voksested for algene. Følgelig lar ikke nedre grense for algevekst seg bruke til å karakterisere vannets klarhet og partikkelinnhold på disse lokalitetene.

På st. B9 ble det funnet blågrønnalgen *Spirulina subsalsa* fra 1 til 8 m dyp. Denne algen er ved flere tidligere anledninger registrert i organisk belastede områder (Häyrén 1921, Bokn & al 1976, NIVA, upubl.).

Sett ut fra sammensetningen av algevegetasjonen i Gandsfjorden synes overflatevannmassene å være jevnt over av tilfredsstillende kvalitet i ytre og midtre deler. Unntakene finnes i områder med større kloakkvannstilførsler. Således bærer de fastsittende alger preg av påvirkning særlig i Hillevåg og Rovik i Sandnes havn, mens Forus muligens er et område med vannkvalitet nær grensen for det som vil gi tydeligere utslag på algevegetasjonen.

### 3.4 Metaller og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i organismer.

Resultatene av analysene på metallinnhold i tang er vist i fig. 6. Det er her tatt med data fra de tidligere undersøkelsene i 1976 (NIVA, 1978). Rådata fra 1980 finnes i appendiks tabell A4. Stasjonsplasseringen fremgår av fig. 2.

I fig. 6 er det også antydnet hva som er øvre grense for normalnivåene av de respektive metaller. Slike angivelser må tas med et visst forbehold (Knutzen, 1979), særlig for sagtangs og spiraltangs vedkommende, som det er færre opplysninger om enn grisetang og blæretang. Det er verd å understreke at den "øvre grense for normalinnholdet" kan være satt noe for høyt. I denne forbindelse er det behov både for regionale studier langs norskekysten (slike mangler) og en fornyet gjennomgang av litteratur og data fra inn- og utland.

Det ses at med få unntak ligger de observerte verdier under det som kan betraktes som påvirket. Unntakene er primært knyttet til spiraltang fra st. B 9, Rovik innerst i Gandsfjorden. Konsentrasjonene sannsynliggjør at det er en viss metallbelastning i området, men konsentrasjonene er ikke alarmerende.

Sammenlignet med observasjonene fra 1976 ses at det er ubetydelige endringer unntatt for st. B 8 Forus, der det tidligere var funnet forhøyede konsentrasjoner av kvikksølv (Kjos-Hanssen, 1974; NIVA 1978).

PAH-resultatene er gjengitt i sin fullstendighet i appendikstabell A5. Tabell 2 gir et sammendrag. Det kan bemerkes at prøvene inneholdt flere uidentifiserte forbindelser som tydet på oljeforurensning. Disse stoffene virket også forstyrrende på gasskromatogrammene og gjorde det til dels vanskelig å beregne konsentrasjonen av enkelte PAH-komponenter.

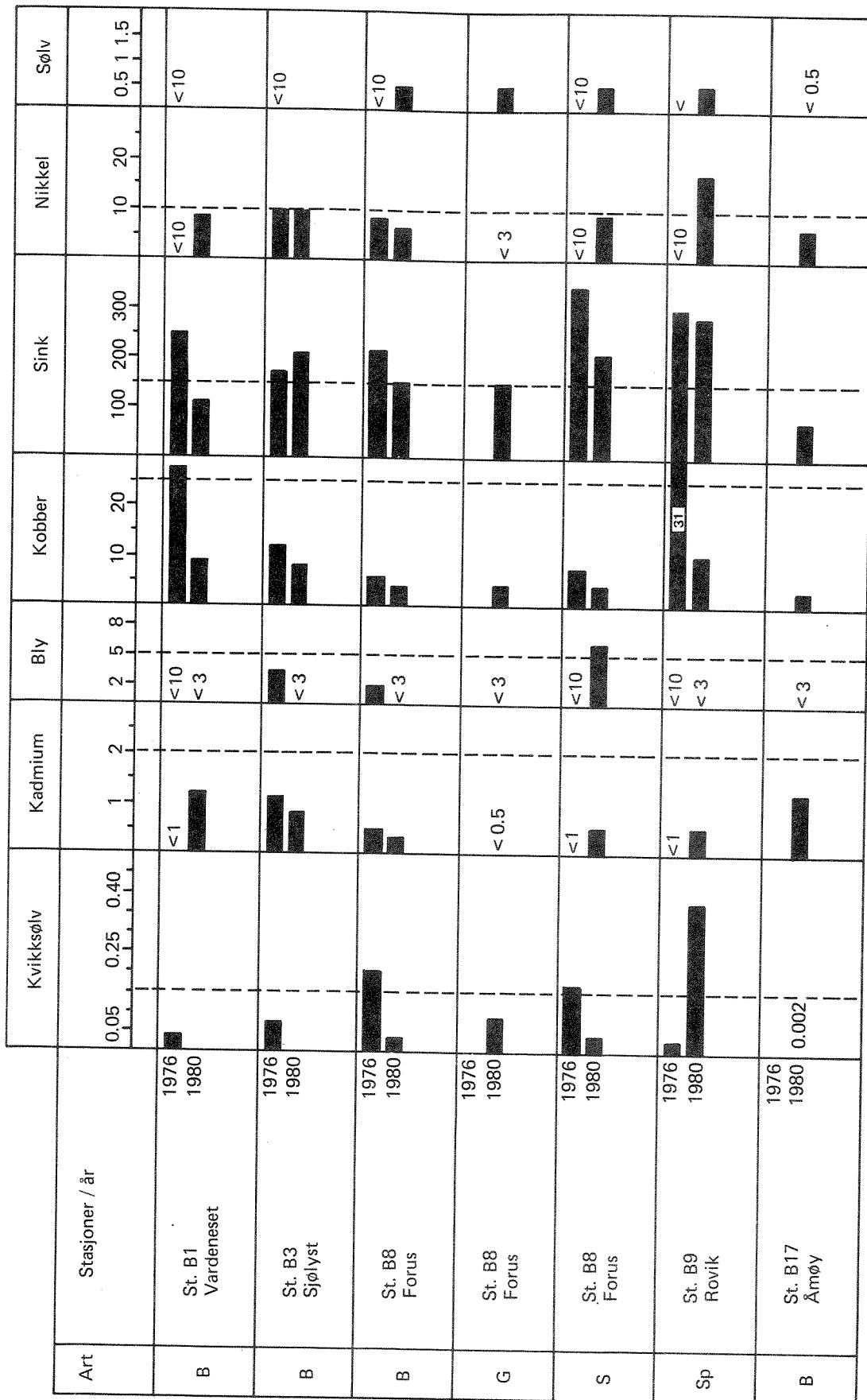


Fig. 6. Metallinnhold i alger fra Byfjorden, Stavanger og Gandsfjorden, mg/kg tørrvekt  
 B = Blåretang, G = Grisatang, S = Sagtang, Sp = Spiraltang. Antatt øvre grense  
 for «normalinnhold» er markert med stiplete loddrette linjer.



Tabell 2. Konsentrasjon ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  tørrvekt) av total-PAH, potensielt kreftfremkallende forbindelser (KPAH)<sup>1)</sup> og benzo(a)pyren i albueskjell (*Patella vulgata*) og blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Stavangerområdet 4/9-1980.

Art / Stasjon	PAH	KPAH <sup>1)</sup> (%)	B(a)P(%)
Blåskjell	B 3	1256	85 (7)
	B 8	941	83 (9)
Albueskjell	B 3	2299	119 (5)
	B 8	543	103 (19)
	B 17	1047	147 (14)

1) Summen av benzo(b)fluoranten \*\*, benzo(j)fluoranten \*\* og benzo(a)pyren \*\*\* (\*\* og \*\*\* henholdsvis "moderat" og "sterkt" kreftfremkallende).

Konsentrasjonen av total PAH ligger ned mot bakgrunnsnivået, dvs. det man må vente å finne i bare diffust belastede eller tilnærmet upåvirkede områder langs kysten (Knutzen og Sortland, under trykking). Derimot kan man mistenke at konsentrasjonene av benzo(a)pyren i albueskjell fra stasjonene B 8 og B 17 representerer en forurensningseffekt. Imidlertid er det få eller ingen data i litteraturen om B(a)P-forekomst i albueskjell fra steder langt fra noen punktkilder. Det er også ellers usikkerheter i vurderingsgrunnlaget, bl.a. de nevnte forstyrrende stoffer. Under ingen omstendigheter er det alarmerende konsentrasjoner som er påvist.

### 3.5 Oppsummerende kommentarer

De følgende kommentarer er summariske og ikke ment som en fyldestgjørende analyse av overvåkingsbehovet i Gandsfjorden og Byfjorden. Flere av de problemer som berøres kan fortjene omfattende diskusjon, dokumentasjon og henvisninger som er utelatt her. Hensikten er å stimulere til drøftelse av visse spørsmål som er sentrale for innholdet og videreføringen av det statlige program for forurensningsovervåking både i Stavangerområdet og andre fjorder.

Det statlige overvåkingsprogram er forutsatt å være en rutinemessig virksomhet av ubestemt varighet, bedømt ut fra behovet i de enkelte forvaltningsområder og nasjonalt. Et primært delmål er å følge utviklingen over tid, enten for å oppspore tendenser i uheldig retning eller for å se om vernetiltak har virket etter hensikten.

For denne del av formålet er det følgelig nødvendig at to betingelser er oppfylt:

- 1) at det er sannsynlig at endringer virkelig finner sted innen en overskuelig tidsperiode
- 2) at denne utviklingen lar seg registrere på en pålitelig måte.

Programmet i Stavangerområdet aktualiserer disse spørsmål på flere punkter:

- Belastningen med farlige miljøgifter synes moderat eller liten, i både Gandsfjorden og Byfjorden. De nåværende kunnskaper om "bakgrunnsnivåer", og naturlige variasjoner innebærer betydelig usikkerhet. Det samme gjelder til dels analysemetodikken (f.eks. ved lave konsentrasjoner av PAH og halogenerte organiske forbindelser). Hvis 1981-nivået av metaller og PAH i organismer viser seg å være like lavt som tidligere registrert, er det ikke nødvendig å fortsette med slike observasjoner hvert år. De kan heller gjenopptas når det har gått en tid (~ 5 år) eller ved akutte behov (f.eks. nye utslipp).
- Effekten av overgjødsling vil som regel utvikles over noen år inntil det nås en ny, relativt stabil situasjon med hensyn til samfunnenes midlere biomasse og sammensetning. Særlig vil dette være tilfellet i overflatelaget som kontinuerlig fornyes; og det med andre ord opptrer en situasjon som ved en gitt belastning lar seg definere i hvert fall teoretisk i form av næringssaltkonsentrasjoner. For bunnvannet og særlig bunnen er forholdet noe annerledes. Utviklingen fram til en ny "likevekt" vil for det første ta lenger tid og for det andre ikke nødvendigvis ha likevektsstadier på samme måte. Vannutskiftningen kan være så dårlig at forurensninger stadig hoper seg opp, i hvert fall i lengre perioder. Følgen er at styrende stoffkonsentrasjoner både kan bli mer varierende og vanskeligere å definere enn det som (ofte) er tilfellet i overflatelaget.

Belastningen med gjødselstoffer og kloakkvannsbakterier på overflate- laget i Stavangerfjordene har vært tilnærmet av samme størrelsesorden i så lang tid at man må anta at konsentrasjonene av disse variable er dirigert av vannutskiftingen (fortynningsprosessene). Følgelig er det teoretisk mindre sannsynlig at man vil kunne observere endringer over tid med mindre belastningen øker eller minsker betydelig. I tillegg kommer at antall observasjoner av disse variable pr. år er så lavt at en statistisk jevnføring mellom resultatene fra ulike år ikke er mulig. (Når det f.eks. har gått 10 år kan man imidlertid gjøre slike sammenligninger mellom forskjellige 3 års eller 5 års perioder). Foruten den lave observasjonsfrekvensen bidrar spredningen over hele året til å gjøre det vanskelig å få statistisk signifikante utslag, selv når det gjelder forskjellen mellom stasjonene. For å få et statistisk meningsfylt program bør observasjonene av næringsalter, klorofyll, bakterier og siktedyp økes i antall til minimum 10-12 pr. år på hver stasjon. (Grunnlaget for denne konklusjonen er at de nevnte variable kan antas å være normalfordelt, og det derfor er naturlig å benytte t-tester). Videre bør arbeidet konsentreres om sommerperioden.

De fastsittende organismer på grunt vann kan ifølge det som er sagt ovenfor antas å ha nådd en ny, relativt stabil likevektstilstand sammenlignet med perioden før belastningen kom opp mot nåværende nivå. De naturlige vekslingene i sammensetningen av strandens organismsamfunn har noe forskjellig form og omfang ulike steder. Hovedpoenget i denne sammenheng er at mange forandringer hverken lar seg eksakt beskrive eller forklare årsaksmessig. Det er bare betydelige forandringer som med sikkerhet lar seg påvise og eventuelt knytte til bestemte årsaker.

Gjennom undersøkelser i 1976, 1980 og 1981 (så langt det angår feltobservasjonene) er det ikke påvist større forandringer i Stavangerområdet algeflora. Samtidig har undersøkelsene gjort oss kjent med hovedtrekkene i algesamfunnene. Denne kunnskap vil komme til nytte når det senere blir aktuelt å bedømme mulige effekter på marint liv. Fortsatte årlige undersøkelser vil kunne gjøre kunnskapene noe mer sikre. Hvis konklusjonen om en oppnådd ny relativ "likevekt" er riktig, kan det likevel ikke ses å være mer enn marginale gevinster å hente.

I enkelte senere algologiske arbeider er det gjort forsøk med å benytte tang som indikatorarter på næringssalttilgang (eller overgjødsling). Resultatene fra disse arbeider er lovende, og hvis innledende regionale studier indikerer at metodikken er brukbar, vil dette kunne være et redskap til å beskrive eutrofieringsgraden i fjorder. Bl.a. skulle Gandsfjorden være egnet som studieobjekt.

Som nevnt er det ikke like sannsynlig at bløtbunnsfaunaen på utsatte steder på dypt vann har nådd samme grad av moden tilpasning som samfunnene av fastsittende alger. Det ligger derfor an til en gjentakelse av tidligere registreringer, særlig i områdene rundt Stavanger havn, i indre Gandsfjord og i dyppartiet ut for Lihalsen. I denne forbindelse kan det pekes på at observasjonene av oksygen på denne lokaliteten utgjør en del av overvåkingen i de frie vannmasser som har udiskutabel verdi, selv om observasjonsfrekvensen også i dette tilfellet er lav.

Det er generelt sett gunstig om sedimentundersøkelser finner sted samtidig som studier av bløtbunnsfauna, men i en situasjon som i Gandsfjorden kan det være behov for hyppigere studier av dyrelivet enn av sedimentene.

Det må understrekes som verdifullt i seg selv at noen holder øye med vannforekomster som det er knyttet store interesser til. Slik virksomhet bidrar til å bevisstgjøre både forvaltningsmyndigheter og almenheten og representerer dessuten en nyttig beredskap. I så måte dekker det nåværende program et innlysende behov. For også å dekke de andre nevnte formål må det en revisjon til. En stadig tilpasning av programmets innhold er påkrevet. Det vil si at det kan være formålstjenelig med f.eks. pauser i hele eller deler av overvåkingen, dessuten tilføyelser og planlagte opphold mellom gjentakelsene av visse typer undersøkelser.

#### 4. DISKUSJON AV PRAKTISKE KONSEKVENSER

Ifølge planene for kloakkvann disponering i Stavangerområdet er det påtenkt en avlastning av Gandsfjorden og overføring ved avskjærende ledninger til dyputslipp ved Tastasjøen, ca. 1 km innenfor Vardeneset (fig. 1).

Overvåkingsresultatene bekrefter behovet for å avlaste Gandsfjorden, både ut fra estetiske, rekreasjonsmessige og alminnelige vernehensyn. De to førstnevnte gjelder forholdene i overflatelaget, særlig hygieniske hensyn i relasjon til badeliv. Kloakkvannsbelastningen legger også begrensninger på bruken av skjell og tang fra Gandsfjorden, men dette må antas å være en marginal bruksinteresse.

De alminnelige vernehensyn gjelder i det vesentlige bunnfaunaen og de vanlige interesser som er knyttet til forekomster av bunnfisk i det utsatte dypområde i ytre Gandsfjorden. Marint liv i overflatelaget er i sammenligning mindre berørt. Mens det ved Lihalsen er en reell risiko for at dypvannsfaunaen kan bli utryddet i kortere eller lengre tid på grunn av råttent bunnvann, dreier det seg for gruntvannssamfunnene bare om en forringelse ved reduksjon i antall arter og forskyvning i samfunnenes sammensetning. Dette er som nevnt en prosess som har foregått, men neppe vil utvikles videre ved den nåværende belastning.

Konklusjonen blir følgelig at det er ut fra flere forhold ønskelig med en avlastning av Gandsfjorden, mens det ikke kan ses å være noen akutt risiko forbundet med den eksisterende påvirkningsgrad, utover periodisk utryddelse av livet på dypt vann utenfor Lihalsen.

Overvåkingsdata fra Byfjorden gir ikke noe vesentlig materiale utover det som finnes fra 1976-undersøkelsene (Regionplankontoret for Jæren, 1979, med underlagsrapporter) til bedømmelse av de mulige uheldige konsekvenser av økt kloakkvannsbelastning på Byfjorden. Dette er det heller ikke mulig å fremskaffe innen rammen av rutineovervåking.

Diskusjonen ovenfor gjelder fjordenes og delområdenes hovedvannmasser. Den statlige overvåkingen omfatter ikke undersøkelser i nærområdet til større kloakkutslipp. Eventuelle åpenbare misforhold på slike steder (luktulementer, tilgrising, grumsing, måkeplage, nedslamming, hygienisk risiko) må vurderes lokalt.

## 5. LITTERATURHENVISNINGER

- BOKN, T., 1979: Use of Benthic Algae Classes as Indicators of Eutrophication in Estuarine and Marine Waters. Pp. 138 - 146 in: The use of ecological variables in environmental monitoring (ed. H. Hytteborn). Naturvårdsverket, rapp. 1151.
- BOKN, T., KNUTZEN, J & RYGG, B., 1976: Influence of freshwater, industrial waste and domestic sewage on bottom fauna and benthic algae in the Hvaler archipelago, in "Fresh Water on the Sea": 211 - 220, (eds. S. Skreslet et al.). The Association of Norwegian Oceanographers, Oslo. 246 pp.
- Byveterinæren i Stavanger, 1979. Overvåking av fjordsystemene rundt Stavangerhalvøya 1977 - 1979. Rapport 1 B og 2 B, 1979, 55 s. inkl. vedlegg.
- HÄYRÉN, E., 1921: Studier över föroreningens inflytande på strändernas vegetation och flora i Helsingfors hamnområde. Bidr. Finl. Nat. Folk, 80 (3): 1-128.
- JOHANNESSEN, P. J., 1977. Resipientundersøkelse av fjordene rundt Stavanger og Sandnes med hovedvekten på bunnforhold og bunndyr. Institutt for marinbiologi, Universitetet i Bergen. 31/12-1977.
- KJOS-HANSEN, B., 1974. Punktutslipp av metallisk kvikksølv i marint miljø (Gandsfjorden). Industri og miljø 6: 9 - 11.
- KJOS-HANSEN, B., 1977. Resipientbakteriologi. VANN 1977 (1): 64 - 70.
- KNUTZEN, J. 1979. Benthosalger og moser som metallindikatorer. Særtrykk av VANN 1979 (2), 6 s. (Særtrykket er korrigert for feil i originalartikkel).
- KNUTZEN, J. og SORTLAND, B.: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) in some Algae and Invertebrates from Moderately Polluted Parts of the Coast of Norway. Water Res. (under trykking).
- NIVA 1978; 0-82/76. Kjemisk/biologiske undersøkelser i fjordene omkring Stavangerhalvøya - September 1976 - (Saksbehandler T. Bokn). Stensilert. 66 s.

NIVA 1980. A3-25. Utprøving av analysemetoder for PAH og kartlegging av PAH-tilførsler til norske vannforekomster. (Forf. L. Berglind og E. Gjessing), 27/3 1980, 48 s.

Regionplankontoret for Jæren, 1979. Resipientundersøkelser av fjordene rundt Stavangerhalvøya. 1/10 1979, 127 s.

SI (Sentralinstituttet for industriell forskning), 1979. Oppdrag 780153. Sporelementer - organiske prøver. Analyse av organiske prøver. (Forf.: B. Enger, B. Dirdal, C. V. Vetlesen, S. Melsom og P. Paus). 5/3 1979, 44 s.

SIFF (Statens institutt for folkehelse), 1976. Kvalitetskrav til vann. Drikkevann - Vann for omsetning - Badevann. Rev. utg. nov. 1976, 52 s.

## 6. APPENDIKS



Tegnforklaring:

Enkeltfunn ●      Spredt - - - - ->      Vanlig ———>      Dominerende —————>

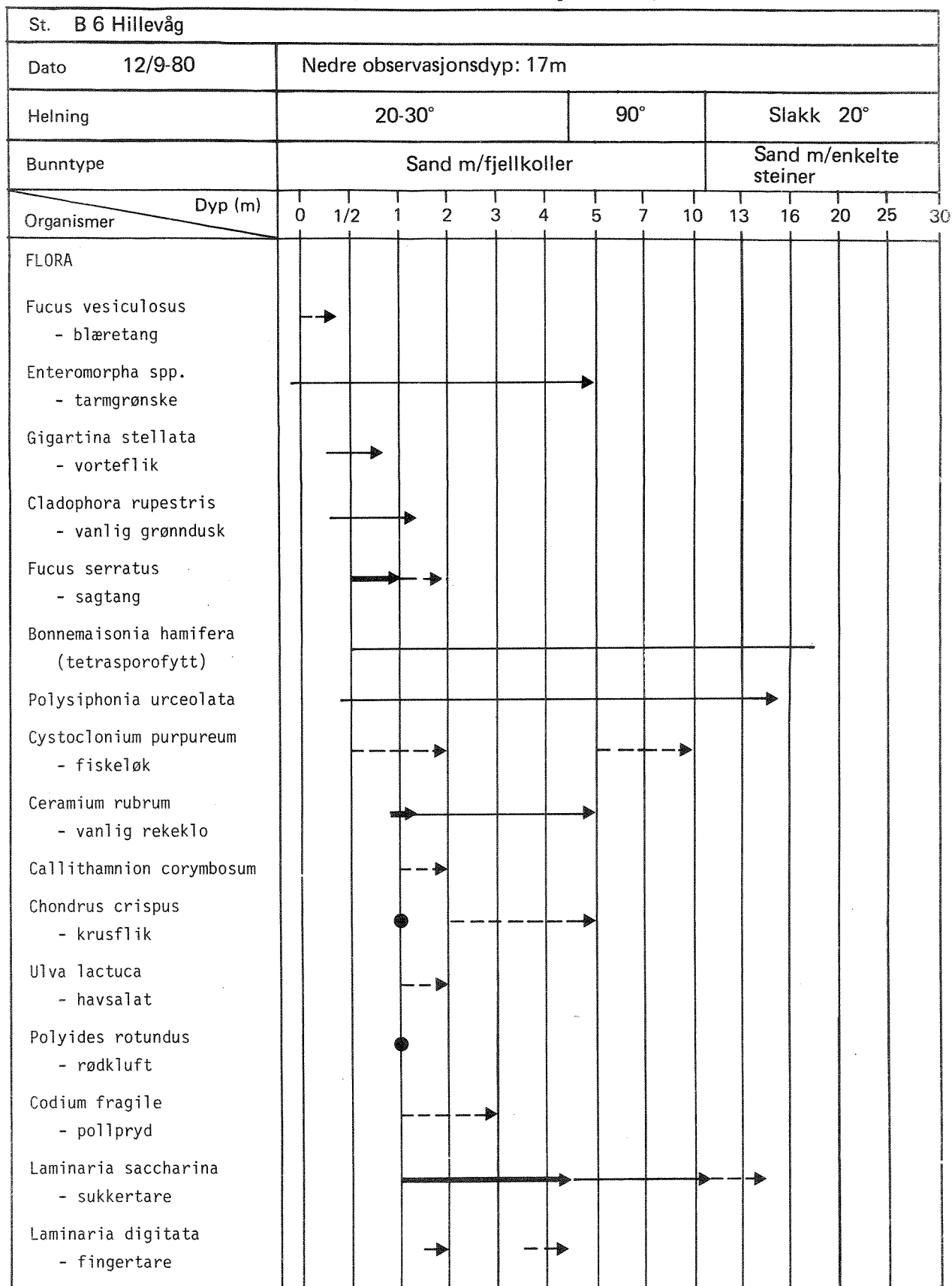


Fig. A1. Vertikalfordeling av organismer på st. B 6, Hillevåg, Gandsfjorden.

Tegnforklaring:

Enkeltfunn ●

Spredt --->

Vanlig —>

Dominerende —>

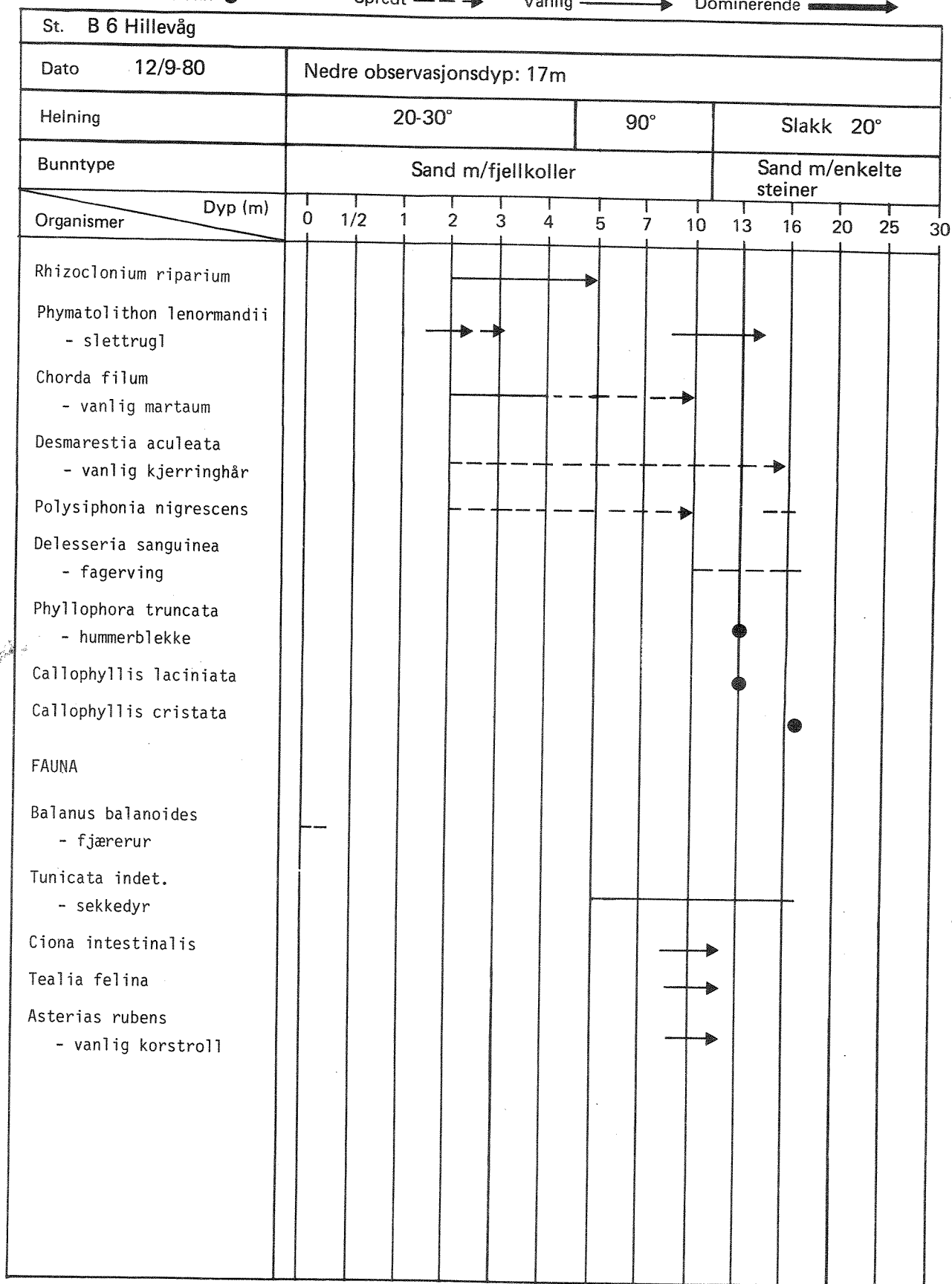


Fig. A1. forts.

Tegnforklaring:

Enkeltfunn ●      Spredt - - - - ->      Vanlig ———>      Dominerende —————>

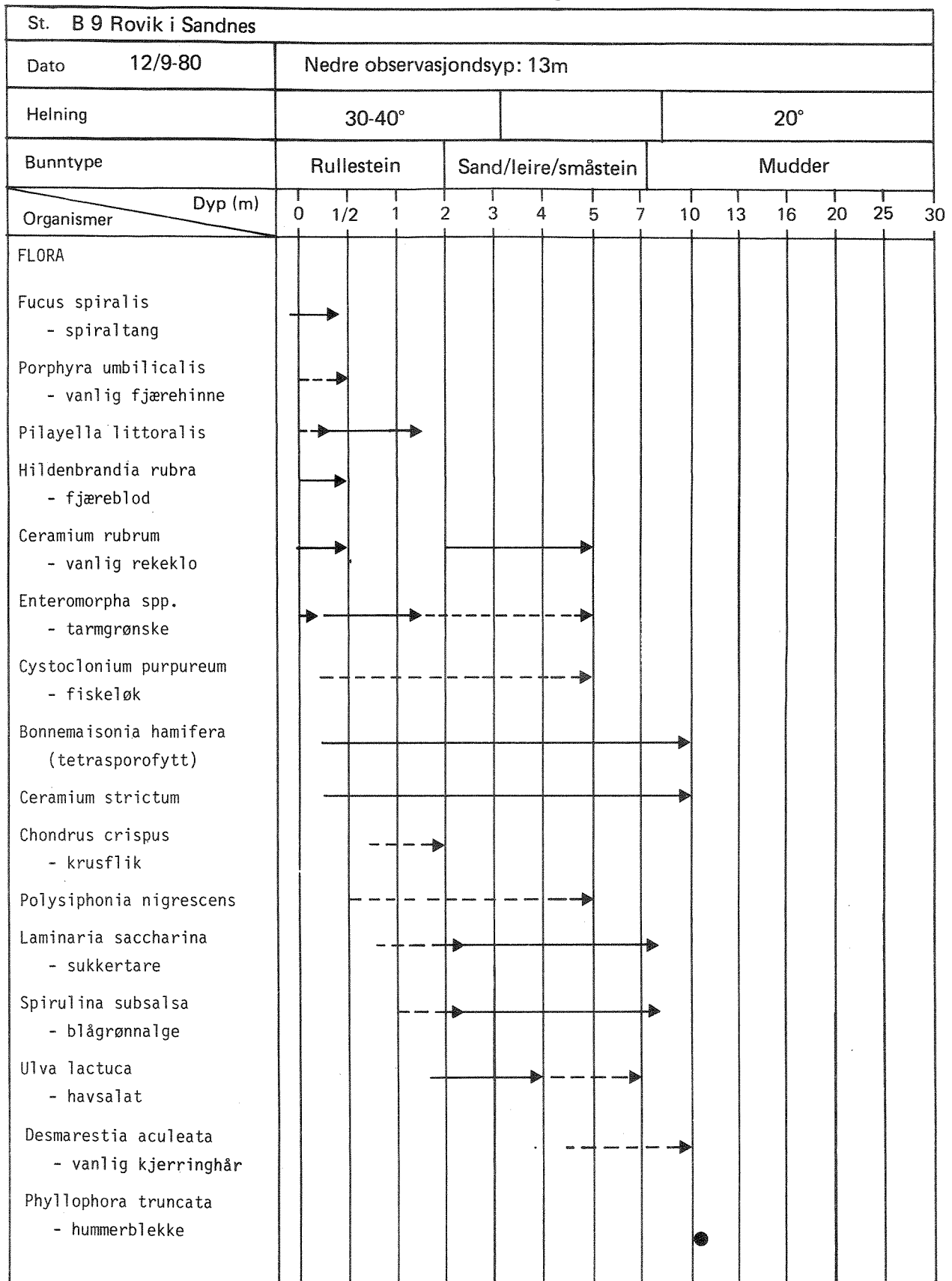


Fig. A2. Vertikalfordelinger av organismer på st. B 9, Rovik. Gandsfjorden.

Tegnforklaring:

Enkeltfunn ● Spredt - - - - -> Vanlig - - - - -> Dominerende - - - - ->

St. B 9 Rovik i Sandnes															
Dato	12/9-80	Nedre observasjonsdyp: 13m													
Helning	30-40°								20°						
Bunntype	Rullestein			Sand/leire/småstein				Mudder							
Organismer	Dyp (m)	0	1/2	1	2	3	4	5	7	10	13	16	20	25	30
Polysiphonia urceolata										●					
FAUNA															
Balanus balanoides - fjærerur		→													
Metridium senile - sjønellik				→											
Tunicata indet. - sekkedyr															
Asterias rubens - vanlig korstroll											→				

Fig. A2. forts.

Tabell A 1, Middelveier, variasjonsområde og antall observasjoner av næringssalter, oksygen, klorofyll, siktedyp og fekale bakterier i Byfjorden og Gandsfjorden 1980<sup>1)</sup>.

Stasjon/dyp i m.	Tot. N µg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	Tot. P µg/l	PN <sub>4</sub> -P µg/l	Oksygen mg O/l	Klorofyll µg/l	Siktedyp m	Termostab. colif. pr 100 ml	Sulfitted. clostrid. pr 100 ml
St. 1 Byfj./ Åmøyfj.	0	218 (10)	35 (10)	18 (9)		1.3 (9)	8.8 (9)	38 (9)	17 (9)
		120 - 350	1.3 - 100	3.2 - 26		0.1 - 5.3	7 - 14	0 - 185	0 - 65
	20	237 (10)	62 (10)	24 (9)	11.6 (10)			3 (9)	2 (9)
		155 - 320	1.0 - 125	13 - 64	0.4 - 20			0 - 15	0 - 5
St. 2 Ulsnes	0	256 (8)	50 (7)	23 (7)	6.5 (7)			243 (7)	100 (7)
		160 - 370	>1 - 100	15 - 29	>0.2 - 21			0 - 780	0 - 275
	20	268 (8)	73 (7)	23 (7)	11.1 (7)			12 (7)	7 (7)
		175 - 395	2.6 - 125	15 - 39	2.5 - 21			5 - 25	0 - 10
St. 3 Stav. havn	0	226 (7)	47 (7)	23 (7)	7.4 (7)			300 (7)	115 (7)
		165 - 330	>1 - 105	12 - 32	>0.2 - 18			10-1300	5 - 355
	10	284 (7)	66 (7)	23 (7)	10.5 (7)			124 (7)	115 (7)
		200 - 365	>1 - 110	18 - 30	>0.2 - 19			25 - 340	15 - 450
St. 4 Y. Gands- fj.	0							65 (7)	22 (7)
								0 - 170	0 - 65
	20							29 (7)	14 (7)
								0 - 125	5 - 30
St. 5 Lihalsen Gandsfj.	0	180 (4)	9 (4)	11 (4)	1.3 (4)	0.9 (5)	7.5 (5)		
		115 - 210	>1 - 29	3.2 - 17	>0.2 - 2.1	>0.1 - 1.8	5 - 12		
	20	213 (4)	56 (4)	22 (4)	12.5 (4)				
	240	155 - 290	18 - 140	13 - 37	5.5 - 27	1.6 (12)			
					0.8 - 2.7				
St. 6 Forus	0	278 (11)	67 (11)	26 (11)	7.9 (11)	1.6 (7)	8.4 (7)	144 (10)	67 (10)
		150 - 400	>1 - 140	6 - 57	>0.2 - 21	0.5 - 5.0	4 - 18	0 - 355	10 - 125
	20	242 (11)	72 (11)	22 (11)	13.6 (11)			67 (10)	29 (10)
	130	120 - 385	7 - 155	6 - 38	>0.2 - 26	5.7 (12)		5 - 170	10 - 60
					4.6 - 6.7				
St. 6 B, Brygge Forus	0					1.1 (44)	7.3 (13)	392 (48)	186 (47)
						>0.1 - 3.2	5 - 10	10-1700	10-1000
St. 7 Lura	0	330 (6)	70 (6)	30 (6)	11.7 (6)			160 (6)	102 (6)
		185 - 540	>1 - 140	11 - 55	>0.2 - 21			0 - 360	60 - 210
	20	282 (7)	107 (7)	26 (7)	16.1 (7)			106 (7)	35 (7)
		190 - 380	66 - 150	17 - 34	3.4 - 27			5 - 340	0 - 70
Dusevika	0	410 (8)	67 (8)	21	4.1 (8)		5 (3)	19 (6)	16 (6)
		235 - 700	4 - 195	10 - 34	>0.2 - 18		4 - 6	5 - 55	0 - 30

1) Observasjoner og analyser ved Byveterinæren i Stavanger

Tabell A 2. REGISTRERTE ARTER AV RØDALGER, BRUNALGER OG GRØNNALGER.

TEGNFORKLARING:

x = tilstedeværende

1 = sjelden

2 = vanlig

3 = assosiasjonsdannende

( ) = identifisering usikker

R= rødalger, B = brunalger, G = grønnalger.

Stasjonsbetegnelse:	BYFJORDEN					GANDSFJORDEN				
	B16	B17	B1	B2	B3	B4	B6	B7	B8	B9
<b>RØDALGER (R)</b>										
<i>Ahnfeltia plicata</i> - sjøris			x	1		x		x	1	
<i>Antithamnion plumula</i> var. <i>plumula</i>										x
<i>Audouinella membranacea</i>						x				
<i>Audouinella purpurea</i>				x					x	
<i>Audouinella</i> sp.			x	x	x	x			x	x
<i>Bonnemaisonia hamifera</i> ( <i>Trailliaella</i> )	x	2	2			x	x	x	x	2
<i>Brongniartella byssoides</i> fagerdokke	x									
<i>Callithamnion corymbosum</i>		x	1		x	x	1	1		2
<i>Ceramium</i> cf. <i>rescissum</i>			x	x	x	x				
<i>Ceramium rubrum</i> - vanlig rekeklo	2	2	2	3	3	2	2	x	3	
<i>Ceramium secundatum</i>										
<i>Ceramium shuttleworthianum</i>			x							
<i>Ceramium strictum</i>		x								2
<i>Chondrus crispus</i> - krusflik	2	2	x	1	2	1	2	1	1	1
<i>Chylocladia verticillata</i>										
<i>Corallina officinalis</i> - krasing	2	2	2	2		2		1	2	
<i>Cystoclonium purpureum</i> - fiskelek	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Delesseria sanguinea</i> - fagerving	x		x	x						
<i>Dilsea carnosa</i>										
<i>Furcellaria lumbricalis</i> svartkluft	1	2						x	2	
<i>Gigartina stellata</i> - vorteflik	2	2	2	1	x	x	2	2	2	
<i>Goniotrichum alsidii</i>			x			x				
<i>Hildenbrandia rubra</i> - fjæreblood	2	x	2	2	2	x		2	2	2
<i>Laurencia pinnatifida</i>						1				
<i>Lithothamnion</i> sp.		x								
<i>Lomentaria clavellosa</i>	x	x				x		x		
<i>Membranoptera alata</i>	x		x	2						
<i>Nemalion helminthoides</i> - rødsleipe		1	1	2	x	2				
<i>Odonthalia dentata</i>										
<i>Palmaria palmata</i> - søl	2		2	2	2	2	x	x	2	
<i>Phycodrys rubens</i> - eikeving	x		1	1	x					
<i>Phyllophora pseudoceranoides</i>	x		2	2						
<i>Phyllophora truncata</i>										
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	2	1	2	3	2	2	2	2	2	
<i>Phymatolithon polymorphum</i>										
<i>Polyides rotundus</i> - rødkluft	x						1		x	
<i>Polysiphonia brodiaei</i> - penseldokke			x	2				x		
<i>Polysiphonia lanosa</i>	x	x	x					2		
<i>Polysiphonia nigrescens</i>						x		x		x
<i>Polysiphonia urceolata</i>	x		x		x	x	x	x	x	
<i>Polysiphonia violacea</i>										
<i>Porphyra umbilicalis</i> v. fjærehinne	x	2		x					x	1
<i>Porphyra</i> sp. - fjærehinne	2	2		2		1		x	1	
<i>Ptilota plumosa</i> - draugfjær	x		x	2	x				x	
<i>Rhodomela confervoides</i> - teinebusk	x	x	x		x					
<i>Rhodomela lycopodioides</i>	x									
<i>Spermothamnion repens</i>								x		
<b>ANTALL PR STASJON R</b>	<b>24</b>	<b>18</b>	<b>25</b>	<b>21</b>	<b>15</b>	<b>21</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>9</b>

forts. tabell A2.

Stasjonsbetegnelse:	BYFJORDEN					GANDSFJORDEN				
	B16	B17	B1	B2	B3	B4	B6	B7	B8	B9
BRUNALGER (B)										
<i>Alaria esculenta</i> - butare			1							
<i>Ascophyllum nodosum</i> - griselang	2	3	x	2	2			2	1	
<i>Asperococcus fistulosus</i>						x				
<i>Asperococcus turneri</i>										
<i>Chorda filum</i> - martaum	2	3		x	1	2	2	1	1	
<i>Chorda tomentosum</i>										
<i>Chordaria flagelliformis</i> strandtagl	2	2	2	2	x	x		x	1	
<i>Cladostephus spongiosus</i> f. <i>spongiosus</i>						x				
<i>Colpomenia peregrina</i> - østerstyv						x				
<i>Desmarestia aculeata</i> v. kjerringhår							x			
<i>Dietyosiphon foeniculaceus</i> v. finsveig	x	2				x				
<i>Dietyota dichotoma</i> - tvebende1						2				
<i>Ectocarpus fasciculatus</i>	x	2	2	x	x	x				
<i>Ectocarpus siliiculosus</i>		x						2	x	
<i>Ectocarpus</i> sp. - brunsl1										2
<i>Elachista fucicola</i> - tanglo	2	1	x	1	2	2		1	2	
<i>Fucus serratus</i> - sagtang	3	3	2	3	2	3	3	3	3	(x)
<i>Fucus spiralis</i> - spiraltang		2	3	2	2	1		3	3	2
<i>Fucus vesiculosus</i> - blæretang	2	2	1	2	2	1	x	3	2	
Cf. <i>Giffordia</i> sp.	x		x	x	x	x		x	x	
<i>Haliðrys siliquosa</i> - skulpetang	2	2	2			2		x		
<i>Laminaria digitata</i> - fingertare	3	x	3	3	3	3	2	3	2	
<i>Laminaria hyperborea</i> - stortare	3		2	3	(2)	(2)		(1)	(3)	
<i>Laminaria saccharina</i> - sukkertare	2	3	2	2	3	3	3	2	3	1
<i>Leathesia difformis</i> - knuldre		x				x				
<i>Litosiphon pusillus</i>						x				
<i>Mesogloia vermiculata</i>		x								
<i>Myriotrichia claviformis</i>										
<i>Pelvetia canaliculata</i> - sautang								x		
<i>Petalonia fascia</i>								x		
<i>Pilayella littoralis</i>			x		x	x		x	x	x
Cf. <i>Ralfsia</i> sp.				x	2	x				
<i>Scytosiphon lomentaria</i> - fjæreslo		x		x	x	x				
<i>Spermatocchnus paradoxus</i>						x				
<i>Sphacelaria bipinnata</i> - skolmetufs	x		x							
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	x	x	x	x		x		x		
<i>Spongonema tomentosum</i>		x								
<i>Striaria attenuata</i>		x								
ANTALL PR STASJON B	15	19	16	15	15	24	6	17	13	5

forts. tabell A2.

Stasjonsbetegnelse:	BYFJORDEN					GANDSFJORDEN					
	B16	B17	B1	B2	B3	B4	B6	B7	B8	B9	
<b>GRØNNALGER (G)</b>											
<i>Blidingia minima</i>									x		
<i>Bryopsis plumosa</i>											
<i>Chaetomorpha melagonium</i>	x		x	x							
<i>Cladophora rupestris</i> - v. grønn dusk	2	2	2	2	3	2	2	x	3		
<i>Cladophora</i> sp. grønn dusk		1	1	x	1	1		x	x		
<i>Codium fragile</i> - pollpryd	1	2	1	1	2	1	1	x	1		
<i>Derbesia marina</i>							x				
<i>Enteromorpha compressa</i>	2		x	2	2	x	2	2	2	2	
<i>Enteromorpha intestinalis</i>				1	2	1	2	x			
<i>Enteromorpha linza</i>	x			x	x				x	x	
<i>Enteromorpha</i> sp. - tarmgrønske		2									
<i>Prasiola stipitata</i>		2									
<i>Rhizoclonium riparium</i>	x				x				x		
<i>Spongomorpha centralis</i>							2				
<i>Ulva lactuca</i> - havsalat	2	x	1	1	x	1	1	2	3	2	
ANTALL PR STASJON G	7	6	6	8	8	6	7	6	8	3	
TOTALT ANTALL PR STASJON (R+B+G)	46	43	47	44	38	51	23	42	39	17	
% PR STASJON:	R	52.2	41.9	53.2	47.7	39.5	41.2	43.5	45.2	46.2	52.9
	B	32.6	44.2	34.0	34.1	39.5	47.1	26.1	40.5	33.3	29.4
	G	15.2	13.9	12.8	18.2	21.0	11.7	30.4	14.3	20.5	17.7



Tabell A3. REGISTRERTE ARTER AV BLÅGRØNNALGER, LAV OG STRANDFAUNA

TEGNFORKLARING:

- x = tilstedeværende
- 1 = sjelden
- 2 = vanlig
- 3 = assosiasjonsdannende
- ( ) = identifisering usikker

Stasjonsbetegnelse:	BYFJORDEN					GANDSFJORDEN				
	B16	B17	B1	B2	B3	B4	B6	B7	B8	B9
<b>BLÅGRØNNALGER</b>										
<i>Anabaena</i> sp.										
<i>Calothrix confervicola</i>				x						
<i>Calothrix crustacea</i>	x			x		x			x	
<i>Lyngbya</i> sp.		x								
<i>Nostoc</i> sp.		x								
<i>Oscillatoria</i> sp.						x			x	
<i>Spirulina subsalsa</i>						x		x		2
<b>LAV</b>										
<i>Caloplaca</i> sp.	1			2	2	1		2	2	
<i>Ramalina siliquosa</i>								2		
<i>Verrucaria maura</i> - marebek	1	2	3	x	1	1		2	2	
<i>Xanthoria parietina</i> - v.messinglav	2	2	2	2	1	2		3	1	
Brungrå lav						2				
Skorpeformet grå lav	2	x	2						2	
<b>VIRVELLØSE DYR</b>										
<i>Halichondria panicea</i> - brødsvamp										
<i>Dynamena pumila</i> - hydroide	x	x		x	2	x				
<i>Membranipora</i> sp. - mosedyr		x	x	x	2	x		2	x	
<i>Metridium senile</i>										2
<i>Tealia fellina</i> - fjæresjorose				x			2			
<i>Ophiodromus flexuosus</i>										
<i>Pomatoceros triqueter</i> - trekantmark	x	x				x		x		1
<i>Spirorbis</i> sp. - posthornmark	x	x	x	x		2		x	x	
<i>Gibbula</i> sp. - toppsnegl								x		
<i>Littorina littorea</i> - strand-snegl	2	2		2	3	3			2	
<i>Littorina obtusata</i>	x	2	x			3		2		
<i>Littorina saxatilis</i>	x	x		2	2	x			2	
<i>Nucella lapillus</i> - purpursnegl	2	2		x		x		x		
<i>Patella vulgata</i> - albueskjell	2	3	2	2	x	2		x	2	
<i>Mytilus edulis</i> - blåskjell		1	3	x	2	x			1	
<i>Balanus balanoides</i> - strandrur	2	2	2	2	2	3	1	2	2	x
<i>Balanus balanus</i> - steinrur										x
<i>Cancer pagurus</i> - taskekrabbe										
<i>Carcinus maenas</i> - strandkrabbe		x		x						
<i>Asterias rubens</i> - vanlig korts-troll							2			2
<i>Henricia</i> sp.		x								
Sjøstjerne ubest.		x		x					x	
<i>Strongylocentrotus droe-bachiensis</i> - drøbakkråkebolle										
<i>Ciona intestinalis</i> - sjøpung							2			2
<i>Tunicata</i> indet.							2			x

Tabell A4. Metaller i tang fra Byfjorden/Amøyfjorden og Gandsfjorden, mg/kg tørrvekt.

Stasjon	Art	Cu	Cd	Pb	Ni	Zn	Ag	Hg
B1 Vardeneset	Blæretang	8,8	1,2	< 3	8,5	110		
B3 Søllyst	"	8,2	0,8	< 3	9,7	210		
B8 Forus	Sagtang	3,7	0,5	6,2	8,7	210	0,5	0,04
B8 Forus	Grisetang	4,0	<0,5	< 3	< 3	150	0,5	0,08
B8 Forus	Blæretang	4,1	0,3	< 3	6	150	0,5	0,03
B9 Rovik	Spiraltang	10	0,5	< 3	17	280	0,5	0,36
B17 Amøy	Blæretang	2,5	1,2	< 3	6,2	67	<0,5	0,002

Tabell A5. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell og albueskjell fra Stavangerområdet 4/9-1980, µg/kg tørrvekt.

PAH	Prove nrk.	Blåskjell		Albueskjell		
		St. B8	St. B3	St. B8	St. B3	St. B17.
Naftalen						
2-Metylnaftalen						
1-Metylnaftalen						
Bifenyl						
Acenaftalen						
Acenaften						
4-Metylbifenyl						
Dibenzofuran						
Fluoren						
9-Metylfluoren						
9,10-Dihydroantracen						
2-Metylfluoren						
1-Metylfluoren						
Dibenzothiophen						
Fenantren		78	36	42	220	56
Antracen			13	11	36	
Acridine						
Carbazole						
2-Metylantracen					50	
1-Metylphenantren		46				
9-Metylantracen						
Fluoranten		193	379	126	696	300
Pyren		160	297	76	586	65
Benzo(a)fluoren		35			42	27
Benzo(b)fluoren						
1-Metylpyren						
Benzo(c)fenantren ***						
Benzo(a)antracen		29	53	13	74	60
Trifenylen/Chrysen		113	237	36	290	146
Benzo(b)fluoranten **		49	105	81	45	164
Benzo(j,k)fluoranten ** 1)		68			147	
Benzo(e)pyren		45	89	63	33	ca. 50
Benzo(a)pyren ***			ca.15	49		47
Perylen						
0-Phenylenpyren				46	80	
Dibenz(a,h)antracen ***						
Picen						
Benzo(ghi)perylene		125	32			86
Anthanthrene						
Coronen						
Sum		941	1256	543	2299	1047
Derav KPAH*(%)		~83	~85	~103	~119	~147

\* KPAH er moderat (\*\*) til sterkt (\*\*\*) kreftfremkallende forbindelser i henhold til National Academy of Science (USA): Particulate organic matter.

1) Bare Benzo(j)fluoranten er funnet å kunne være kreftfremkallende. I sunn KPAH er det følgelig bare regnet med 50% av konsentrasjonen angitt for Benzo(j,k)fluoranten.