

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse:  
Postboks 333, Blindern  
Oslo 3

Brekke 23 52 80  
Gaustadalleen 46 69 60  
Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-80003 -04
Undernummer: II
Løpenummer: 1433
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:  OVERVÅKING I GANDSFJORDEN OG BYFJORDEN, STAVANGER, 1981  (Overvåkingsrapport 56/82)	Dato: 7. oktober 1982
	Prosjektnummer: 0-80003-04
Forfatter(e):  Tor Bokn  Jon Knutzen	Faggruppe: HYDROØKOLOGI
	Geografisk område: Rogaland
	Antall sider (inkl. bilag): 35

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 1981 har stort sett bekreftet tidligere resultater. Overflatelaget i indre Gandsfjord var preget av til dels høye konsentrasjoner av næringssalter og tarmbakterier, mens konsentrasjonene var moderate eller lave i fjordens hovedvannmasser. I et dypparti ytterst i Gandsfjorden ble det første halvår målt kritisk lave oksygenkonsentrasjoner. Utslag av belastningen på fjærebeltets algeflora ble bare registrert nær forurensningskildene. Konsentrasjonene av metaller og PAH i organismer var lave.

Statlig program
1. Overvåkingsrapport 56/82
2. Marin biologi
3. Kloakkvannseffekter
4. Stavangerområdet 1981
Gandsfjorden

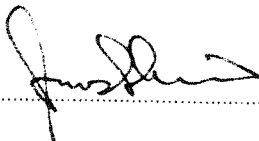
4 emneord, engelske:
1. National monitoring/water
2. Marine biology
3. Effects from municipal sewage
4. Stavanger area

Bvfjorden

Prosjektleder:



Ass. div. sjef:



For administrasjonen:



ISBN 82-577-0553-5

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
Oslo

0-8000304

OVERVÅKING I GANDSFJORDEN OG BYFJORDEN, STAVANGER,  
1981

Rapporten avsluttet 7. oktober 1982

Prosjektleder: Tor Bokn  
Medarbeider: Jon Knutzen

For administrasjonen:  
Arne Tollan

INNHOOLD

	Side
<i>INNHOOLD</i>	1
<i>FIGUR- OG TABELLFORTEGNELSE</i>	2
<i>FORORD</i>	3
1. SAMMENDRAG	4
2. INNLEDNING	6
3. MATERIALE OG METODER	6
4. RESULTATER OG DISKUSJON	11
4.1 Vannkjemi, siktedyp, bakteriologi og oksygenforhold	11
4.2 Gruntvannsamfunn	14
4.3 Metaller og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i organismer	19
5. KONKLUSJONER	23
6. LITTERATURHENVISNINGER	25
7. APPENDIKS	28
Tabell A1. Middelverdier, variasjonsområde og antall observasjoner av næringssalter, oksygen, klorofyll, siktedyp og fekale bakterier i Byfjorden og Gandsfjorden 1981	29
Tabell A2. Registrerte arter av rødalger, brunalger og grønnalger	30-32
Tabell A3. Registrerte arter av blågrønnalger, lav, blomsterplanter og strandfauna	33
Tabell A4. Metaller i grisetang ( <i>Ascophyllum nodosum</i> ) fra Byfjorden og Gandsfjorden, 5. - 7. august 1981, mg/kg tørrvekt. (Sentralinstitutt for industriell forskning.)	34
Tabell A5. Metaller i grisetang ( <i>Ascophyllum nodosum</i> ) fra Byfjorden og Gandsfjorden, 5. - 7. august 1981, µg/g tørrvekt. (Rogalandsforskning.)	34
Tabell A6. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og albuskjell ( <i>Patella vulgata</i> ) fra Byfjorden og Gandsfjorden, 5. - 7. august 1981, µg/kg tørrvekt	35

FIGUR- OG TABELLFORTEGNELSE

	Side
Fig. 1. Målestasjoner for hydrografi, vannkjemi, bakteriologi og klorofyll	8
Fig. 2. Stasjoner for observasjoner av strandsonens plante- og dyresamfunn	10
Fig. 3. Observasjoner i Byfjorden og Gandsfjorden 1977-1981 av næringssalter, klorofyll, siktedyp og bakterieinnhold i overflatelaget, samt oksygen i bunnvann. (Antall observasjoner i 1981 fremgår av appendikstabell A1.)	13
Fig. 4. Stasjonenes innbyrdes grad av likhet m.h.t. arts-sammensetning av fastsittende alger	16
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)	18
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	20
Tabell 1. Målestasjoner og observasjonsfrekvens i 1981 for hydrografi (S/T), oksygen (O), vannkjemi (K), bakteriologi (B), klorofyll (Kl), siktedyp (Si) gruntvannsbiologi og metaller/PAH	7
Tabell 2. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i albuskjell ( <i>Patella vulgata</i> ) fra Byfjorden og Gandsfjorden 4/9 1980 og 5-7/8 1981, µg/kg tørrvekt	21

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 20. mars 1981.

Byveterinæren i Stavanger, Kristian Staveland, har vært ansvarlig for feltarbeid og analyser vedrørende hydrografi, vannkjemi, bakteriologiske forhold og klorofyll.

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

Ved instituttet har ing. Lasse Berglind vært ansvarlig for PAH-analysene i albuskjell og cand.real. Jon Knutzen har vurdert dette datamaterialet. Cand.real. Tor Bokn har utført algeregistreringer i felt og senere bearbeidelse i laboratoriet, samt vært prosjektleder.

Tor Bokn

## 1. SAMMENDRAG

- I Den statlige forurensningsovervåking i Byfjorden og Gandsfjorden ved Stavanger (figur 1) har i 1981 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) i albuskjell og metaller i tang. Program og stasjonsnett fremgår av tabell 1 og figurene 1-2. Overvåkingen omfatter hovedsakelig fjordenes hovedvannmasser, mens nærområdene utenfor kloakkutslipp bare i liten grad er kommet med i undersøkelsen.
- II De observerte konsentrasjoner av næringsalter i Byfjorden og Gandsfjorden nord for Forus kan betegnes som normale for norske fjorder. Forhøyede konsentrasjoner er imidlertid funnet nær Sandnes, og i særdeleshet i Sandnes Havn (figur 3).
- III I bunnvannmassene i et dypparti av ytre Gandsfjord er det siden målingene startet i 1978/79 observert lave oksygenkonsentrasjoner som er ugunstige for fisk og majoriteten av bunndyr. Forsommeren 1981 ble det påvist en dypvannsutskifting som førte til akseptable oksygennivåer resten av året.
- IV Forekomstene av kloakkvannsindikatorer termotabile coliforme bakterier og sulfittreduserende clostridier viste et konsentrasjonsmønster i undersøkelsesområdet som samsvarte med næringsaltkonsentrasjonene. De desidert høyeste tall ble funnet i Sandnes Havn. Også strandområdet ved Forus viste høye verdier. En direkte sammenligning med kriteriene for godt badevann kan bare gjøres for data fra Forus. Men resultatene antyder dårlig badevannskvalitet i indre deler av Gandsfjorden. De øvrige deler av undersøkelsesområdet viste jevnt over tilfredsstillende bakterietall. Nærområdene til kloakkvannsutslippene i Stavanger er ikke tatt med i denne vurderingen.
- V Innholdet av PAH var moderat eller lavt i albuskjell. Det samme gjaldt metallkonsentrasjonene i tang.

- VI Algevegetasjonen i 0-2 m viste i hovedtrekkene samme forhold mellom algeklassene som ved tidligere undersøkelser i 1976 og 1980. Det ble funnet varierte og artsrike samfunn på de fleste stasjonene. Bare på stasjonene innerst i Gandsfjorden og utenfor Hillevågsvatnet (st. B9 og st. B6, kfr. figur 2) var det indikasjoner på til dels sterke forurensningseffekter.
- 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, forårsaket av høy organisk belastning, 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 Deler av overvåkingsprogrammet kan 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. En slik undersøkelse vil bli foreslått gjennomført i 1984. For å kunne gi en bløtbunnsundersøkelse gode nok bakgrunnsdata, er det svært viktig at oksygenanalysene fra dypbassenget i Gandsfjorden (st. 5) fortsetter.

## 2. INNLEDNING

Statens forurensningstilsyn igangsatte i 1980 overvåking i Gandsfjorden og Byfjorden innenfor Statlig program for forurensningsovervåking. Bakgrunnen for overvåkingen er de forurensningssymptomer som tidligere er blitt påvist særlig i Gandsfjorden (Johannessen, 1977; NIVA, 1978; Byveterinæren i Stavanger, 1979 og Regionplankontoret for Jæren, 1979).

Formålet med undersøkelsen 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. Stasjonsnett er vist i fig. 1. De viktigste avvik fra programmet består i at det ikke er gjort observasjoner av saltholdighet på st. 6. Videre er siktedyp på stasjonene 3, 4 og 7 målt med redusert omfang. I tillegg til programmet anført i tabell 1 i programforslag av 20. mars 1981 (NIVA, 1981a) har Byveterinæren gjort fysikalske/kjemiske og bakteriologiske undersøkelser i Dusevik og den tidligere utelatte stasjon 8. Turbiditetsmålinger inngår ikke som rutinevariabel i andre fjordundersøkelser og er bare lagret i databasen for mulig fremtidig bruk.

## 3. MATERIALE OG METODER

Saltholdighet og temperatur er målt ved salinoterm feltinstrument. Analyse av kjemiske variable er utført i henhold til Norsk Standard. Undersøkelsene av termostabile coliforme bakterier er utført ved membranfiltrering, filterporestørrelse 0,45  $\mu\text{m}$  på MFC-medium, mens sulfittreduserende clostridier er undersøkt etter modifisert Dansk Standard D5/R 265.3, begge ved 44<sup>0</sup> C.



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	Turb. NTU	Obs. frekvens
<u>Byfjorden</u> 1)								
St. 1	X		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	X	Hver 2. måned
Dusevik			X	X		X		
<u>Gandsfjorden</u>								
St. 4				X		X		Hver 2. måned
St. 5	X	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	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	X	Hver 2. måned
St. 8	X		X	X			X	
<u>Begge fjorder</u>								
Gruntvannsbiologi (10 st.)								1 gang august
Metaller/PAH (4 st.)								1 gang august

1) Vannkjemi og bakteriologi også ved Dusevik

2) Fra brygge inn for st. 6

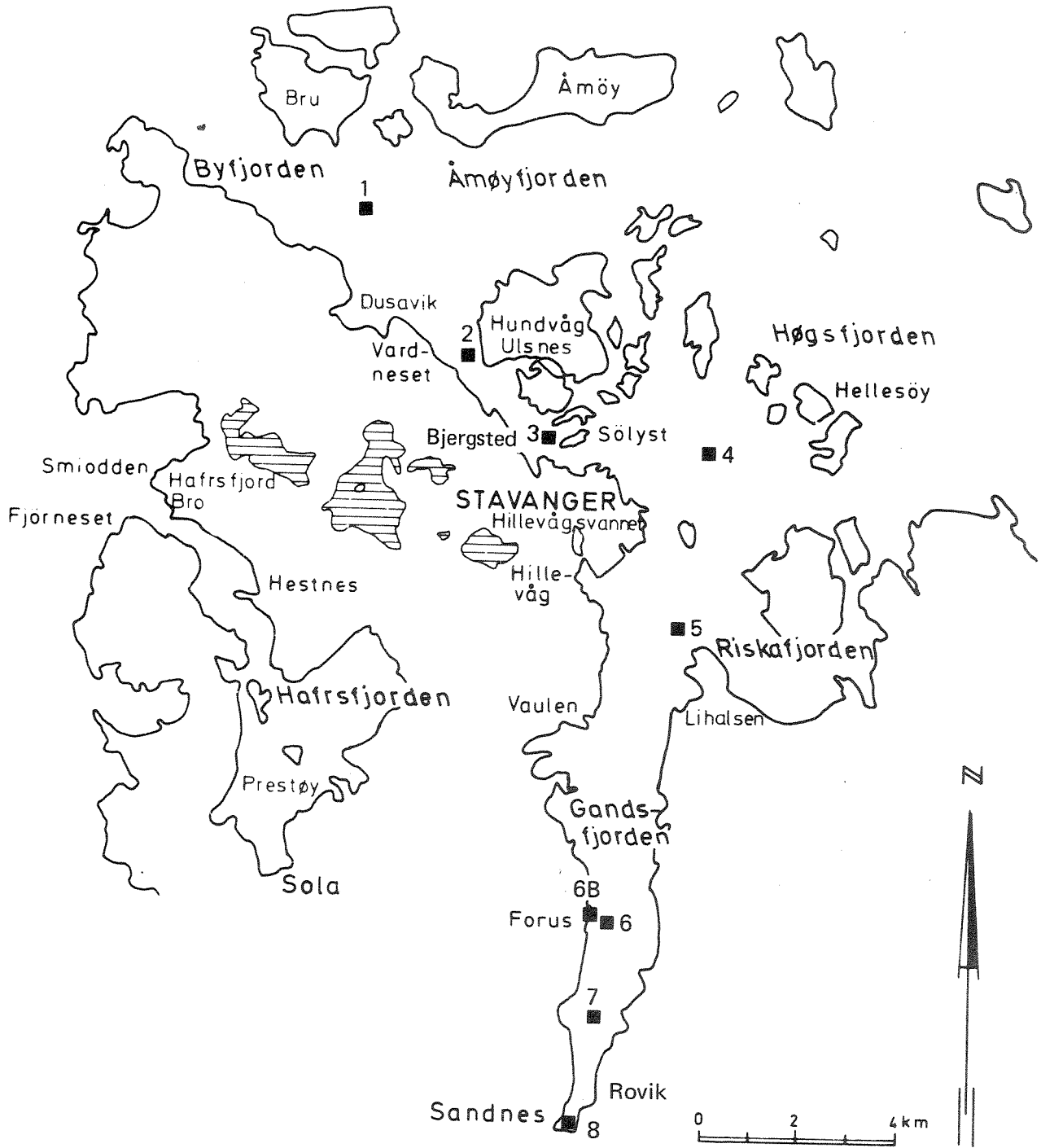


Fig. 1 Målestasjoner for hydrografi, vannkjemi, bakteriologi og klorofyll.

Klorofyllanalysene ble frem til juli analysert som angitt i NIVA (1976). Etter samtale med Biologisk Analyseeksjon, NIVA (Sørensen, pers. medd.), ble klorofyllprosedyren endret slik at den nå er i samsvar med NIVA's analyseforskrifter nr. LB 18 (NIVA 1981c). 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 overgjødning (dys. belastning med næringsalter fra kommunalt avløpsvann og andre kilder). Stasjonsnettet fremgår av fig. 2. Hovedvekten er lagt på registrering av alger i 0-2 m og observasjonene er utført ved snorkeldykking. Feltarbeidet ble utført i tiden 3-7. august 1981. Lett kjennelige arter ble notert på stedet, mens det forøvrig ble samlet inn prøver for senere bestemmelse. Prøvene ble oppbevart i 2-4 % formalin. Foruten algevegetasjon ble det gjort observasjoner av de mest fremtredende arter av større dyr, blågrønnalger og lav.

Samtidig med strandsoneobservasjonene ble det innsamlet albuskjell til analyse på innhold av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og tang til metallanalyse på st. B3, B8, B16 og nord for påtenkt utslipp i Byfjorden. Metallanalysene er utført med atomabsorpsjon, kvikksølv med flammeløs bestemmelse, de andre med flamme etter ekstraksjon. På grunn av høy konsentrasjon ble sink bestemt direkte (SI, 1979). PAH-analysene er gjort ved gasskromatografi med glasskapilarkolonne (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 tabell-appendiks.

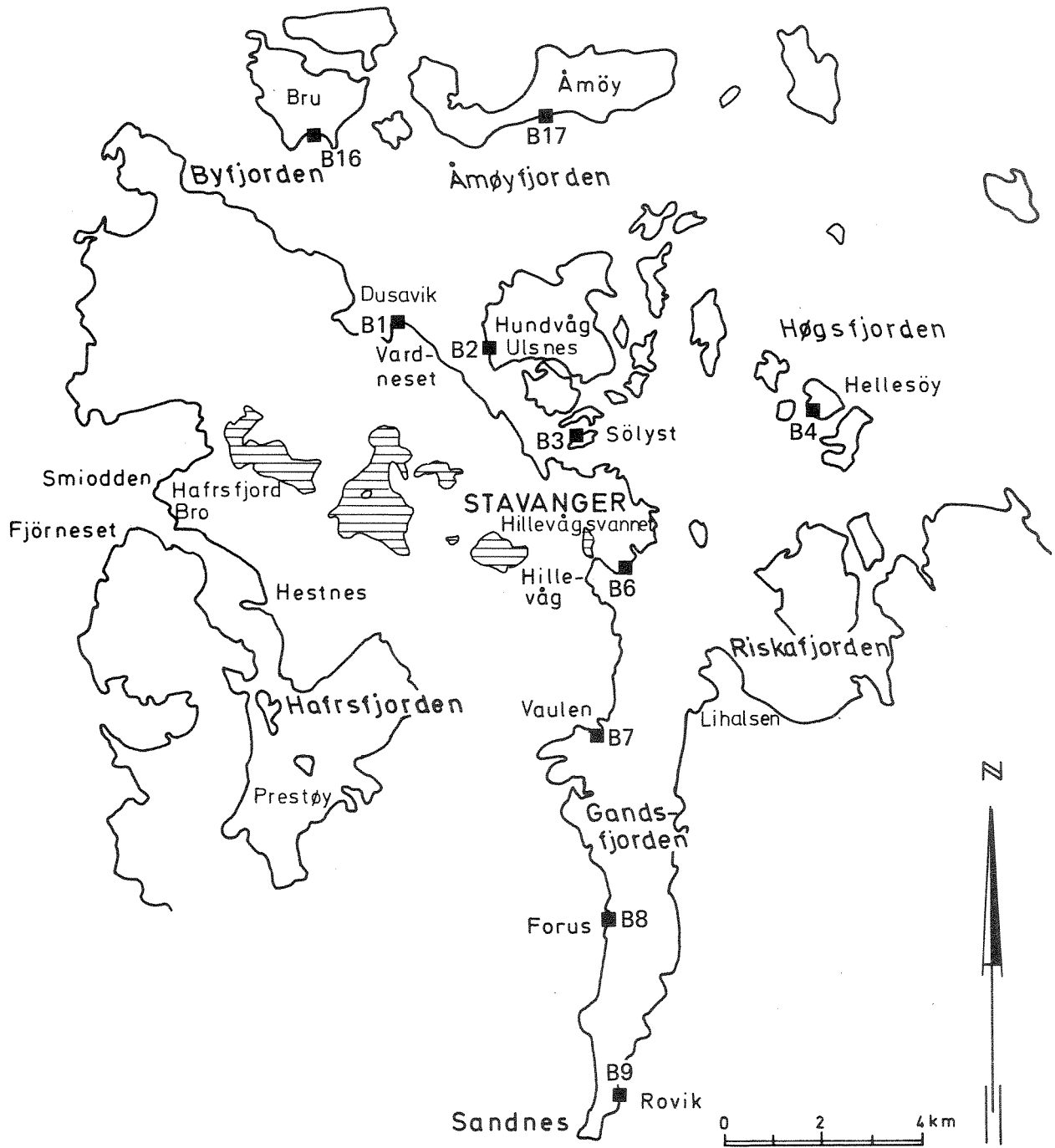


Fig. 2. Stasjoner for observasjoner av strandsonens plante- og dyresamfunn.

#### 4. RESULTATER OG DISKUSJON

##### 4.1 Vannkjemi, siktedyp, bakteriologi og oksygenforhold

Resultatene fra den delen av undersøkelsene som gjelder overflatelaget og oksygen i Gandsfjordens bunnvannmasser er fremstilt i figur 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, datautskrifter for 1979-observasjonene og NIVA 1981b). I appendiks-tabell A1 er det for 1981 også gjengitt data fra observasjonene i øvrige dyp, samt antall observasjoner av hver variabel.

Av materialet fremgår det at konsentrasjonene av fosfor- og nitrogenforbindelser i Byfjorden og Gandsfjorden nord for Forus lå på et nivå som er vanlig i norsk kystfarvann. Syd for Forus lå imidlertid konsentrasjonene vesentlig høyere i overflatelaget. I Gandsfjorden synker dette er tydeligst for overflatelaget. Data fra Byfjorden viser ingen klar avstandsgradient. Det må likevel tas forbehold om at antallet observasjoner er 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 før 1980 funnet tydelige avstandsgradienter (Byveterinæren i Stavanger 1979, NIVA 1981b).

Plantenæringsstoffene nitrat og fosfat viste en forventet sesongvariasjon. For begge vedkommende er det flere tilfeller av svært lave konsentrasjoner i perioden mai-september. Dette gjelder også i de mest belastede områdene, særlig i juli. Tilførselene er med andre ord 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. Vinterobservasjoner har minimal interesse i overvåkingssammenheng og bidrar til å utjevne forskjeller som bare viser seg i vekstsesongen.

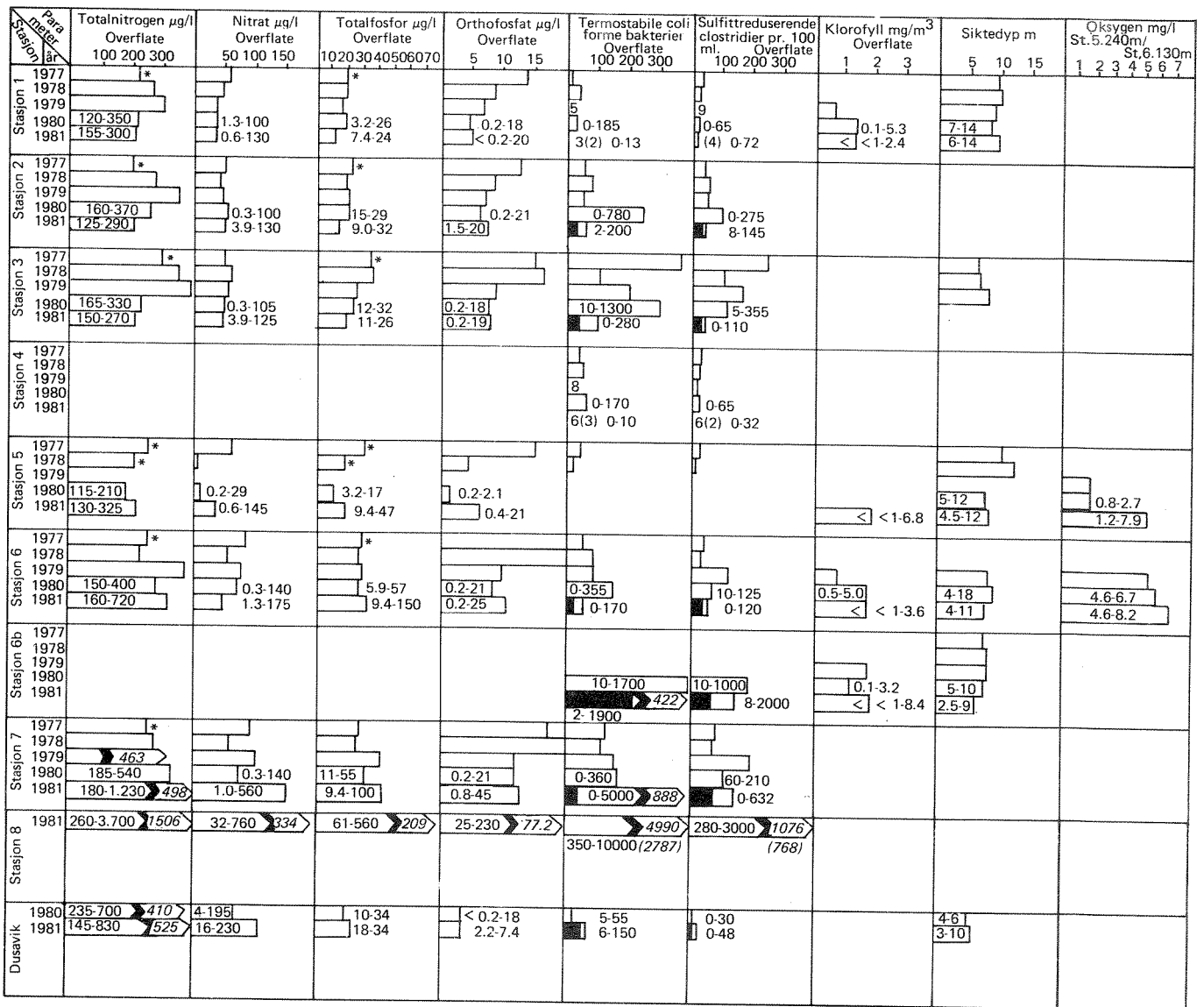
Oksygeninnholdet i Gandsfjordens dypbasseng nord for Lihalsen (240 m dyp) var svært lavt (1,2-1,6 mg O<sub>2</sub>/l) i årets fire første måneder. Dette er så lavt at bare spesielt tolerante organismer kan opprette normale livsfunksjoner i dette miljøet. I løpet av mai var det en dypvannsutsifting som førte til en øking av oksygenkonsentrasjonen til 7,9 mg/l. Frem til 30. november var denne konsentrasjonen redusert til 6,0 mg/l, hvilket er en akseptabel oksygenkonsentrasjon for de aller fleste marine organismer. I 1980 ble oksygenkonsentrasjonen aldri målt høyere enn 2,7 mg/l (NIVA 1981b). Tilsvarende nivåer ble også observert i 1979 (Byveterinæren i Stavanger 1979). Hvorvidt den bedre gjennomsnittlige oksygenkonsentrasjonen i dypvannet skal vedvare avhenger av hyppigere dypvannsutsiftinger og/eller reduksjon av tilførsler av organisk stoff til fjorden.

De noe reduserte verdiene observert utenfor Forus (registrert også i 1980 (NIVA 1981b)) 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 dårligere sikt i indre Gandsfjord enn på de øvrige stasjoner. Imidlertid er ikke den lave observasjonshyppighet formålstjenlig hverken for avstands- eller tidsgradientstudier (unntatt på st. 6 B, med 22 registreringer). Vinterobservasjoner må betraktes som mindre givende.

Forekomstene av termostabile coliforme bakterier og sulfittreduserende clostridier viser det samme bilde: Sterk belastning i deler av indre Gandsfjord med avtagende konsentrasjoner mot ytre områder, fig.3 og tab.A1.

I Byfjorden er bildet fra 1980 endret. I Stavanger havneområde og nær Ulsnes ble det funnet aritmetisk gjennomsnittstall for bakterieinnhold tilsvarende de tall som ble funnet i indre Gandsfjord i 1980 (NIVA 1981b). I 1981 lå stasjonene i Byfjorden under middelverdien for termostabile coliforme bakterier som helsemyndighetene anbefaler som øvre grense for akseptabelt badevann (50 pr. 100 ml, kfr. SIFF, 1976). Imidlertid er ikke prøvetakingsfrekvensen hyppig nok til direkte sammenligninger med kvalitetskravet. Tilsvarende tall i Danmark er 1000 og EF 2000 pr. 100 ml. En øket øvre grense for norske kvalitetskrav er under vurdering av SIFF (pers.medd. Truls Krogh).



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

Fig. 3. Observasjoner i Byfjorden og Gandsfjorden 1977-1981 av nærings-salter, klorofyll, siktedyp og bakterieinnhold i overflatelaget, samt oksygen i bunnvann. (Antall observasjoner i 1981 fremgår av appendikstabell A1). Alle histogrammer baserer seg på aritmetisk middelværdi unntatt de svarte histogrammer og tall i parantes for bakteriedata fra 1981, som er basert på geometrisk middelværdi.

I indre Gandsfjord (st.6B og 8) lå gjennomsnittsverdien (geometrisk) i 1981 på henholdsvis 233 og 2787 i overflatelaget, som viser særdeles høy kloakkbelastning, jfr. fig.3. Alle data fra tidligere år er oppgitt i aritmetisk middelvei. For mer direkte å kunne sammenligne med SIFFs kvalitetskrav, er bakterietallene for 1981 oppgitt som geometrisk middel. For sammenligningens skyld er også aritmetisk middelvei tatt med for 1981-data.

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 spørsmål om ønskeligheten av å benytte begge indikatorbakteriene. Imidlertid må dette vurderes på grunnlag av hele det bakteriologiske materialet som nå finnes fra dette området.

Ses det nærmere på materialet fra overflatelaget, fremgår imidlertid at de høye middelveiene vesentlig skyldes stor forekomst av bakterier utenom ordinær badesesong (unntak: st. 6 B og 8). Observasjonsfrekvensen er også her for lav (unntatt st. 6 B) til at eksakte jevnføringer mellom stasjoner eller forskjellige år er mulig.

#### 4.2 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 84 arter, fordelt på 74 og 59 arter på henholdsvis Byfjorden og Gandsfjorden. Av de 84 arter var 38 rødalger, 33 brunalger og 13 grønnalger. Med unntak av artsantallet fra Gandsfjorden er de øvrige data nærmest identiske med resultatene fra undersøkelsene i 1980. Totalsummen av arter fra Gandsfjorden er redusert fra 71 til 59 forskjellige arter. 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.



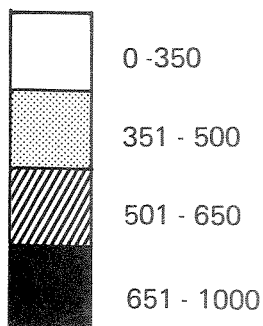
Flere arter og slekter av grønnalgene favoriseres under miljøforhold som økt ferskvannstilrenning og/eller forurensningsbelastning i form av organisk stoff og/eller næringsalter. Erfaringsmessig vil rene kystfarvann langs norskekysten med saltholdighetsnivåer over 25-30 o/oo oppvise forholdstall mellom 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. Figur 4 gjengir den innbyrdes likhet mellom stasjonene med henysn 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 1000 (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 figur 5 er det forsøkt å anskueliggjøre artsantallet av fastsittende alger og prosentfordelingen mellom rød-, brun- og grønnalger for hver stasjon.

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

### Byfjorden

Som i 1980 var algevegetasjonen i denne fjorden relativt lik i de forskjellige områder også sommeren 1981. Av figur 4 fremgår det at stasjonene B16, B1, B2 og B3 er meget like, mens st. B17 skiller seg noe ut, som i foregående år. Tabell A2 viser at det finnes en forholdsvis større prosentdel brunalger på st. B17 enn på de øvrige stasjoner. Dette var enda mer utpreget i 1981 enn i 1980. Ellers viser fig.5 at artsantallet på stasjonene i Byfjorden ligger på omtrent samme normalnivå. Tidligere år er Stavanger havneområde, st. B3, betegnet som svak eutroft (NIVA 1978, 1981b). Resultatene fra 1981 viser at stasjonen har tilnærmet likt artsantall som de øvrige stasjoner i Byfjorden, og prosentfordelingen av algeklassene ligger

		Stasjoner									
		B16	B17	B1	B2	B3	B4	B6	B7	B8	B9
Stasjoner	B16		667	738	723	741	658	613	587	617	276
	B17			590	623	640	685	580	609	560	308
	B1				699	667	608	533	640	593	241
	B2					725	641	676	730	750	386
	B3						684	694	639	692	364
	B4							686	686	632	377
	B6								697	611	490
	B7									750	449
	B8										436
	B9										



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

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.

helt på grensen for hva som kan betegnes eutrofitendenser. Imidlertid synes algefloraen på B3 å danne et algefloristisk overgangsområde i miniatyr mellom Byfjorden og den mer kloakkvannsbelastede Gandsfjorden, se figur 4.

Mindre forskjeller i artsantall og prosentfordeling mellom de ulike år kan skyldes litt forskjellige registreringsteknikker og to ulike observatører, og bør ikke legges noe vekt på. Ulikhetene finnes i hovedsaken for klassene rød- og brunalger. Innbyrdes endringer i disse to klassene har ingen innflytelse på vurderingen om eutrofe vannmasser.

Alle fem områder i Byfjorden med registrering av tang og tare hadde en sammensetning som vitner om en fjord med friske vannmasser. Havneområdet i Stavanger har ikke kunnet vise til noen florasammensetning som bærer bud om nedsatt vannkvalitet siden undersøkelsene i 1976 (NIVA 1978).

#### Gandsfjorden

Sammenlignet med resultatene fra 1980 (NIVA 1981b) avviker dataene relativt mye i 1981. For st. B6 skulle forklaringen være nokså opplagt, idet stasjonen ble plassert lenger ut i friskere vannmasser i 1981 enn tilfellet var i 1980 (ulike observatører). Reduksjonen i totalt artsantall på st. B4 og B7 kan vanskeligere forklares. Bortsett fra prosentfordelingen mellom de tre algeklasser på st. B9 er forholdstallene på de øvrige stasjoner relativt lik tilsvarende data fra 1980. I 1976 ble det funnet en sammensetning av algevegetasjonen som gjenspeilte sterkt eutrofe forhold (NIVA 1978). I motsetning til dette viste registreringen i 1980 (NIVA 1981b) en fullstendig normal fordeling som var nærmest identisk med forholdet funnet på st. B16, ytterst i Byfjorden. Imidlertid var artsantallet på st. B9 bare 37 % av observerte arter på st. B16, og dette forholdet gjorde at man fremdeles kunne betegne Sandnes Havn som påvirket ut fra innsamlede algedata. I 1981 var artsantallet nærmest identisk fra 1980, men forholdstallene mellom algeklassene var igjen endret radikalt tilbake til tilsvarende data fra 1976. Ut fra nærings salt- og bakteriedata fra st. 8, Sandnes Havn, synes det klart at algeresultatene fra 1976 og 1981 er mer representative for de faktiske forhold i Sandnes havneområde enn data fra 1980. Dette år kan ha vært et ekstremår og understreker nødvendigheten av biologiske undersøkelser over en årrekke.

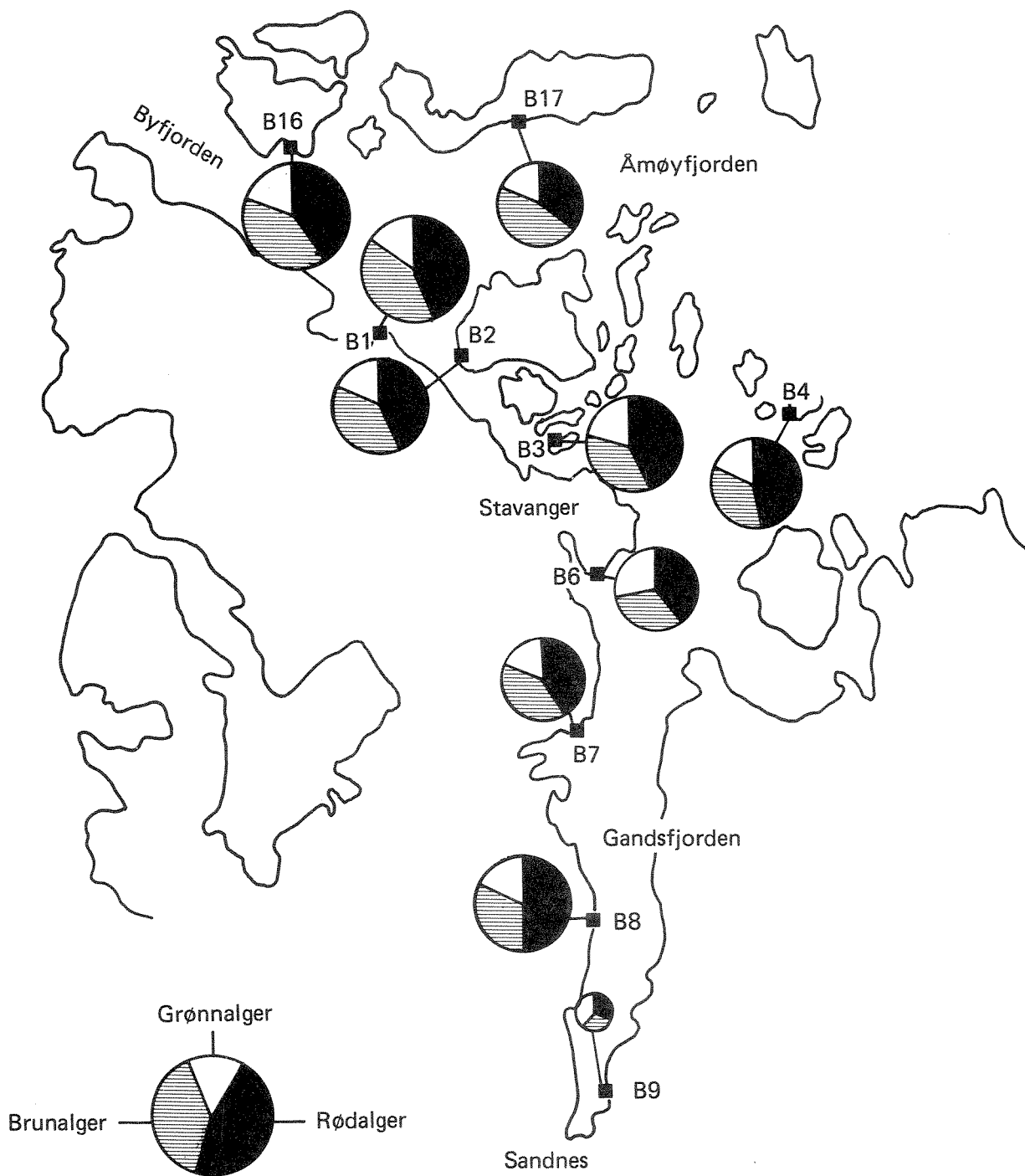


Fig. 5 Samlet antall arter av grønnalger, rødalger og brunalger og prosentvis fordeling på de tre grupper (symboleksempel viser 50 arter (= 2 cm sirkeldiameter) og en tilnærmet normalfordeling i uforurensede, lite ferskvannspåvirkede områder).

Stasjonene B4, B7 og B8 viste samme prosentvise algefordeling som stasjonene i Byfjorden. Med unntak av st. B7 var også artsantallet tilnærmet likt (tabell A2). En viss likhet i artssammensetningen kan også spores, figur 4.

Tallmatrisen i figur 4 viser at st. B6 ved Hillevågsvatnet er den stasjon som kan oppvise flest like arter med st. B9 i Rovik. Samtidig er st. B6 svært lik st. B2-B4. Artsantallet er identisk med st. B7, men grønnalgeprosenten er over 27, som indikerer eutroft vann. Sannsynligvis ligger den nye st. B6 i et grenseområde hvor eutrofi kan spores på tang og tare.

St. B9 i Sandnes Havn var den eneste av de ti stasjoner, som var ulik alle de andre, figur 4. Stasjonen hadde mer enn 50 % færre arter enn stasjonen med nest færrest arter, og grønnalgeprosenten lå over 10 % høyere enn stasjonen med den nest høyeste prosent, tabell A2.

Blågrønnalgene *Spirulina subsalsa* og *Oscillatoria* sp. ble kun funnet på st. B9. Førstnevnte alge er ved flere tidligere anledninger registrert i organisk belastede områder (Häyrén 1921, Bokn et al. 1976). På st. B7 ble det observert større mengder av en ubestemt blågrønnalge. Av tabell A3 fremgår det at så vel snegl som skjell og strandrur ikke er registrert på st. 9. Disse dyrenes fravær bekrefter ytterligere vannets negative effekt i Sandnes havnebasseng.

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 i Hillevåg og særlig i Rovik i Sandnes havn.

#### 4.3 Metaller og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i organismer

Resultatene av analysene på metallinnhold i tang finnes i appendiks, tabell A4. Stasjonsplasseringen fremgår av figur 2. Ingen av analysedataene ligger over antatte normalnivåer for grisetang - *Ascophyllum nodosum* (Knutzen 1979, Eisler 1981). Av forskjellige grunner er ulike tangarter samlet inn fra ulike stasjoner i 1980 og 1981. Noen direkte

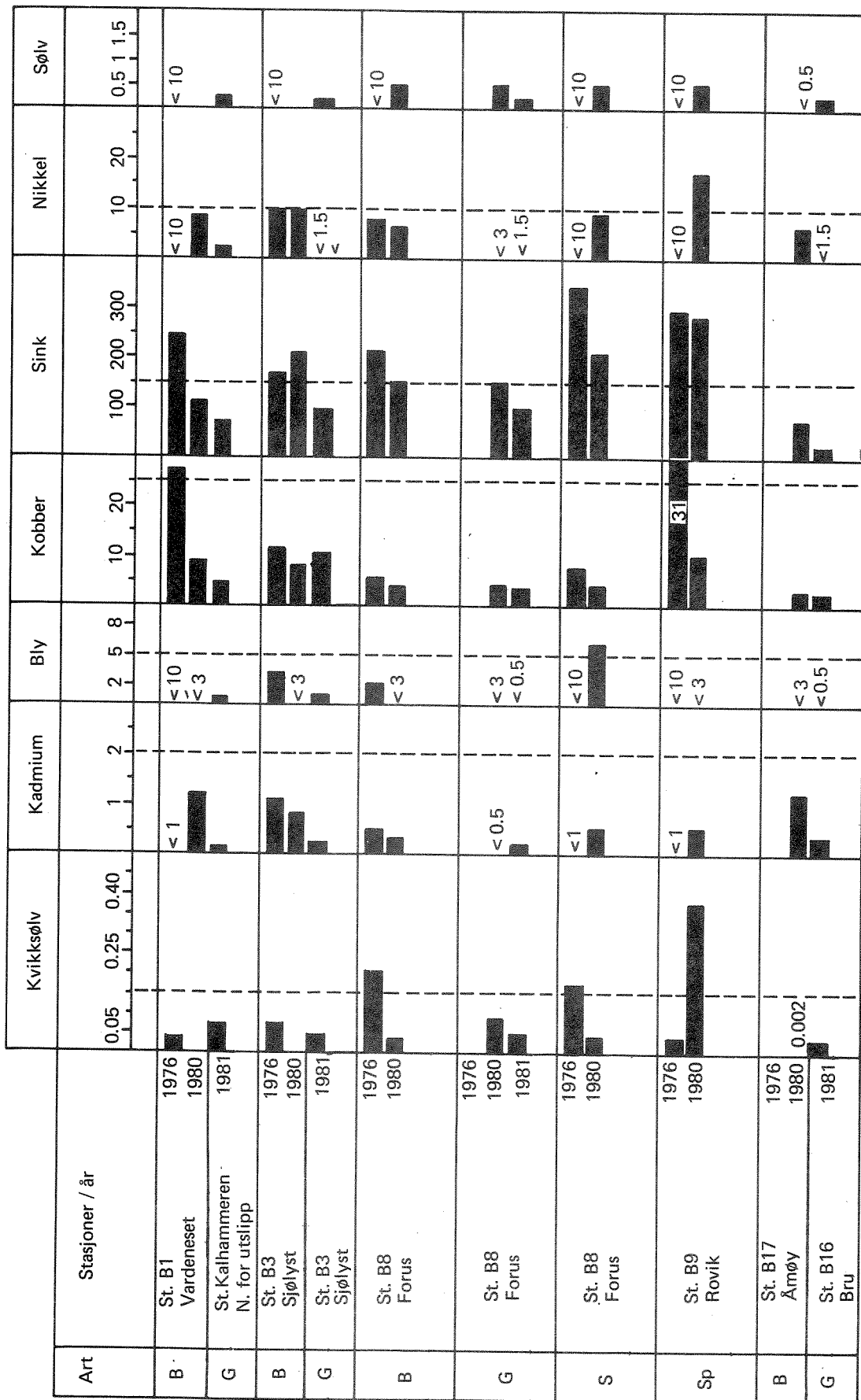


Fig. 6. Metallinnhold i alger fra Byfjorden, Stavanger og Gandsfjorden, mg/kg tørrvekt  
 B= Blæretang, G= Grisetailtang, S= Sagtang, Sp= Spiraltang. Antatt øvre grense  
 for "normalinnhold", er markert med stiplede lodrette linjer.

sammenligning kan derfor ikke gjøres for alle analysedata. Men totalbildet synes å fremtre klart nok, fig. 6. Metallinnholdet i algene synes å synke noe i forhold til tidligere år. Lokale effekter er ikke tatt med her. Spesielt bør det legges merke til at kvikksølvnivået ved Forus fremdeles synes å avta, jfr. Kjos-Hanssen 1974, NIVA 1978 og 1981b.

For å sikre pålitelige resultater fra overvåkingen av de enkelte vannforekomster, har Sentralinstitutt for industriell forskning og Rogalandsforskning utført parallellanalyser på en del metaller i tangmaterialet. Resultatene finnes henholdsvis i tabellene A4 og A5. Det ligger utenfor rammen av denne rapport å diskutere mulige årsaker til enkelte forskjeller.

Resultatene fra PAH-analysene av albuskjell fra 1980 og 1981 er stilt sammen i nedenstående tabell. Rådata finnes i appendikstabell A6.

Tabell 2 . Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i albuskjell (*Patella vulgata*) fra Byfjorden og Gandsfjorden 4/9 1980 og 5-7/8 1981, µg/kg tørrvekt. Tallene i parentes ( ) er %.

Stasjoner	Tot. PAH		KPAH <sup>1)</sup> (%)		B(a)P (%)	
	1980	1981	1980	1981	1980	1981
B3	2299	448	119 (5)	191? (42?)	-	16 (4)
B8	543	65	103 (19)	20 (30)	49 (9)	-
B16		173		12 (7)		-
B17	1047		147 (14)		47 (4)	
N. for planlagt utslipp		203		10 (5)		-

1) KPAH er summen av benzo(b) fluoranten \*\*, benzo (j) fluoranten \*\* og benzo(a)pyren \*\*\*, der \*\* og \*\*\* markerer henholdsvis moderat og sterkt kreftfremkallende etter NAS (1972).

I forhold til året før var det lavere konsentrasjoner i albuskjell fra stasjonene B3 og B8. PAH-nivået syntes også lavere i det ytre området (st. B16 fra 1981 sammenlignet med st. B17 fra 1980). Den mest nærliggende forklaring på de observerte variasjoner er færre episodiske påvirkninger.

Under alle omstendigheter er samtlige registrerte PAH-konsentrasjoner lave eller moderate. Selv inne i havneområdet har det ikke vært noen vesentlig belastning å spore. Bl.a. ut fra observasjoner på steder med sterk og vedvarende belastning skulle albuskjell ha indikatoregenskaper som gjenspeiler de "midlere" forhold på en tilfredsstillende måte (Knutzen 1980, Knutzen og Sortland 1982). Med den usikkerhet som ligger i prøver med ett års mellomrom synes Byfjorden og Gandsfjorden generelt sett å være lite PAH-forurensset.



## 5. KONKLUSJONER

Ikke alle data gir god nok informasjon til å trekke konklusjoner om de to fjordenes vannkvalitet. Men flere data om mange ulike parametre kan gi et sikrere grunnlag for vurderingen. Dessverre er prøveantallet gjennomgående for lavt for de fleste prøvestasjoner og parametre.

### Byfjorden

De foreliggende data for 1981, som er for få til statistisk bearbeidelse, antyder at hovedvannmassene i Byfjorden ikke inneholder for store nærings-saltkonsentrasjoner. Bakterieinnholdet i vannet tilsier at badevannskvaliteten sommeren 1981 sannsynligvis var god. Ingen resultater fra metallanalyser av tang og PAH-analyser av albuskjell viser forhøyede nivåer. Organismesamfunnene på fem faste strandområder i Byfjorden har i antall og sammensetning ikke avveket i nevneverdig grad fra samfunn i upåvirkede vestnorske fjorder. Nærområdene ved kloakkvannsutslippene fra Bjergsted og Hundvåg er ikke tatt med i denne vurderingen. Siden slike undersøkelser ikke omfattes av det nasjonale overvåkingsprogram, bør nærmere studier utføres i lokal regi.

### Gandsfjorden

Data fra næringssaltkonsentrasjonene i overflatelaget tyder på at vannmassene fra Forus og sydover i Gandsfjorden var påvirket av kloakkvanns-utslipp. Vannet kan karakteriseres som lett påvirket ved Forus, mer eutroft ved Lura og sterkt belastet i Sandnes Havn. De samme konklusjoner kan trekkes ved å studere bakteriedata fra Gandsfjorden. Så vel næringssaltkonsentrasjoner som bakterieantall har øket ved Lura siden 1980. Sandnes Havn var ikke med i måleprogrammet for 1980. Metaller i tang og PAH i albuskjell viste lave nivåer i materialet fra Forus. Sammensetningen av gruntvannsorganismene ved Rovik ga tydelig beskjed om dårlig vannkvalitet.

I ytre del av Gandsfjorden var hovedvannmassene over 20 m dyp ikke påviselig påvirket. Imidlertid kunne eutrofe forhold spores utenfor Hillevåg ved biologisk analyse av gruntvannsorganismene. Som i 1980 ble det

også i 1981 registrert svært lave konsentrasjoner av oksygen på 240 m dyp nord for Lihalsen. En dypvannsutskifting i mai tilførte friskt oksygenrikt vann til bunnelagene, og denne oksygenkonsentrasjonen var ikke redusert til noen kritisk verdi ved utløpet av 1981. I Gandsfjorden er noen av problemområdene undersøkt (som Sandnes Havn og Forus). De øvrige bør overvåkes i lokal regi.

## 6. 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.
- EISLER, R., 1981: Trace Metal Concentrations in Marine Organisms. Pergamon Press. New York. 685 pp.
- HÅYREN, 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 korrigeret for feil i originalartikkel.)

- KNUTZEN, J., 1980: Effekter av fluorid og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) fra et aluminiumsverk med sjøvannsvasking av røykgasser i Norsk institutt for vannforsknings årbok 1979: 69-76. (red. K. Pedersen.) Oslo 1980. 109 s.
- KNUTZEN, J., og SORTLAND, B., 1982: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) in some Algae and Invertebrates from Moderately Polluted Parts of the Coast of Norway. Water Res. 16 (4): 421-428.
- NAS (U.S. National Academy of Science), 1972: Particulate polycyclic organic matter. NAS. Washington D.C. 361 pp.
- NIVA 1976: D2-25. Klorofyllanalyser ved NIVA. Metoder og kommentarer (Saksbehandler: T. Krogh). Stensilert.
- 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. Berglund og E. Gjessing.) 27/3 1980, 48 s.
- NIVA 1981a: 0-8000304. Forslag til arbeidsprogram og budsjett 1981 for rutineovervåking i Gandsfjorden og Byfjorden/Stavanger. 20. mars 1981. (Saksbehandler: J. Knutzen).
- NIVA 1981b: 0-8000304. Overvåking i Gandsfjorden og Byfjorden, Stavanger, 1980. (Forf.: J. Knutzen og T. Bokn.) 10. november 1981. Stensilert. 38 s.
- NIVA 1981c: 0-8101201. Notat. Spektrofotometrisk bestemmelse av klorofyll a i acetonekstrakt. (Saksbehandler: K. Sørensen.) 16. juni 1981. Stensilert. 5 s.
- Regionplankontoret for Jæren, 1979. Resipientundersøkelser av fjordene rundt Stavangerhalvøya. 1/10 1979, 127 s.

SI (Sentralinstitutt 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.

7. APPENDIKS

Tabell A 1. Middelverdier, variasjonsområde og antall observasjoner av næringsalter, oksygen, klorofyll, siktedyp og fekale bakterier i Byfjorden og Gandsfjorden 1981 1).

Middelverdi		Aritmetisk						Geometrisk		
Stasjon/dyp i m	Tot. N µg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	Tot. P µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	Oksygen mg/l	Klorofyll mg/m <sup>3</sup>	Siktedyp m	Termostab. colif. pr.100 ml	Sulfitted. clostrid. pr. 100 ml	
St. 1 Byfj./ Åmøyfj.	0	206(9) 155-300	34(9) 0,6-130	14(9) 7,4-24	< 5,7(9) < 0,2-20		< 1,3(8) < 1-2,4	9,2(9) 6-14	2(9) 0-13	4(9) 0-72
	20	225(9) 83-455	55(9) 2,5-145	18(9) 8,8-30	< 9,5(9) < 0,2-28			1(9) 0-4	2(9) 0-12	
St. 2 Ulsnes	0	203(6) 125-290	45(6) 3,9-130	17(6) 9,0-32	8,0(6) 1,5-20			34(6) 2-200	32(6) 8-145	
	20	242(6) 150-405	55(6) 3,6-125	18(6) 9,4-26	10,0(6) 0,4-20			12(6) 3-42	3(6) 0-20	
St. 3 Stav. havn	0	219(6) 150-270	47(6) 3,9-125	19(6) 11-26	8,3(6) 0,2-19			33(6) 0-280	28(6) 0-110	
	10	228(6) 160-280	47(6) 3,9-135	18(6) 11-26	8,3(6) 1,3-19			72(6) 4-300	47(6) 24-85	
St. 4 Y. Gands- fjord	0							3(6) 0-10	2(6) 0-32	
	20							7(6) 0-58	12(6) 4-36	
St. 5 Lihalsen Gands- fjord	0	215(10) 130-325	35(10) 0,6-145	19(10) 9,4-47	7,1(10) 0,4-21		<1,9(10) < 1-6,8	7,9(10) 4,5-12		
	20	253(10) 165-340	54(10) 2,6-135	21(10) 11-34	12,8(10) 2,1-33					
	240					5,0(11) 1,2-7,9				
St. 6 Forus	0	318(11) 160-720	51(11) 1,3-175	33(11) 9,4-150	10,7(11) 0,2-25		<1,6(10) < 1-3,6	7,1(11) 4-11	13(11) 0-170	29(11) 0-120
	20	230(11) 125-375	72(11) 2,9-165	26(11) 11-46	15,8(11) 4,1-34				27(11) 0-250	21(11) 4-60
	130					6,6(11) 4,6-8,2				
St. 6 B Brygge Forus	0					<1,8(42) < 1-8,4	5,8(22) 2,5-9	233(43) 2-1.900	86(42) 8-2.000	
St. 7 Lura	0	498(6) 180-1 230	143(6) 1,0-560	46(6) 9,4-100	13,8(6) 0,8-45			38(6) 0-5.000	47(6) 0-632	
	20	333(6) 160-500	54(6) 1,0-135	25(6) 18-31	11,5(6) 4,2-23			79(6) 17-250	22(6) 0-110	
St. 8 Rovik	0	1.506(5) 260-3.700	334(5) 32-760	209(5) 61-560	77,2(5) 25-230			2.787(5) 350-10.000	768(5) 280-3.000	
	5	350(5) 210-570	47(5) 15-140	42(5) 16-78	14,9(5) 3,3-22			184(5) 116-260	87(5) 40-208	
Dusavik	0	525(5) 145-830	107(5) 16-230	24(5) 18-34	4,2(5) 2,2-7,4			5,5(4) 3-10	44(6) 6-150	14(5) 0-48

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 = assosiasjonsskapende

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			1	1				1	1	
<i>Audouinella membranacea</i>	x		x	x						
<i>Audouinella purpurea</i>				1-2					1	
<i>Audouinella secundata</i>			x		2	2	2	x		
<i>Audouinella</i> sp.				2						
<i>Bonnemaisonia hamifera</i> ( <i>Trailliella</i> )	x	2	x		1	2			1	
<i>Brongniartella byssoides</i> - fagerdokke		1								
<i>Callithamnion corymbosum</i>						1		1	1	
<i>Ceramium</i> cf. <i>diaphanum</i>					x					
<i>Ceramium rubrum</i> - vanlig rekeklo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	x
<i>Ceramium shuttleworthianum</i>						2	1			
<i>Ceramium strictum</i>										2
<i>Chondrus crispus</i> - krusflik	x	2	2	1-2	1	1	x	1	1	x
<i>Chylocladia verticillata</i>						x				
<i>Corallina officinalis</i> - krasing	2	2	2	1	1-2	2	2		1-2	
<i>Cruoria pellita</i>									1	
<i>Cystoclonium purpureum</i> - fiskeløk	1	1	1-2	2	1	1	1	1-2	1	x
<i>Furcellaria lumbricalis</i> - svartkluft		2								
<i>Gigartina stellata</i> - vorteflik	2	1	1	1-2	2	3	3	2		
<i>Gontotrichum alsidii</i>								x		
<i>Hildenbrandia rubra</i> - fjæreblood	x	1		1-2	1	1	1	2	2	
<i>Lithothamnion</i> sp.					2	2				x
<i>Membranoptera alata</i>	2									
<i>Nemalion helminthoides</i> - rødsleipe	1-2	1				2				
<i>Palmaria palmata</i> - søl	2		2	2	2	2	2	2	1	
<i>Phycodrys rubens</i> - eikeving	2		1	2	2		1			
<i>Phyllophora pseudoceranoidea</i>	1	x		1	1	x			1	
<i>Phyllophora truncata</i>			1							
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	2	2	3	2	2	2	2	3	2	
<i>Polyides rotundus</i> - rødkluft		1								
<i>Polysiphonia brodiaei</i> - penseldokke	1		x	1-2	1-2					
<i>Polysiphonia lanosa</i>			1	3				1	x	
<i>Polysiphonia urceolata</i>				x	x		x	x	x	
<i>Polysiphonia violacea</i>	x		x	x	x				x	
<i>Porphyra umbilicalis</i> - v. fjærehinne	2					2	3	3	2	2
<i>Porphyra</i> sp. - fjærehinne			1							
<i>Ptilota plumosa</i> - draugfjær	1-2		1						x	
<i>Rodomela confervoides</i> - teinebusk			x			x				
<b>ANTALL PR STASJON R</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>20</b>	<b>5</b>



forts. tabell A2

Stasjonsbetegnelse:	BYFJORDEN					GANDSFJORDEN				
	B16	B17	B1	B2	B3	B4	B6	B7	B8	B9
BRUNALGER (B)										
<i>Alaria esculenta</i> - butare	2		1							
<i>Ascophyllum nodosum</i> - grisetang	3	1	1	3	2			1	1-2	
<i>Asperococcus turneri</i>		1								
<i>Chorda filum</i>	1	2	1	1	1	2		1	1	
<i>Chordaria flagelliformis</i> - strandtagl	2	2	1	2	1	2	1	1	2	
<i>Desmarestia aculeata</i> - v. kjerringhår				1			x			x
<i>Desmarestia viridis</i>			1		1					
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i> v. finsveig				1		x		1	x	
<i>Dictyota dichotoma</i> - tvebendel						1				
<i>Ectocarpus fasciculatus</i>	2	2	2	2	2	2	2	2		
<i>Ectocarpus siliculosus</i>				x			x	2	3	x
<i>Elachista fuicicola</i> - tanglo	x	2	2	2	2	2	1	1	2	
<i>Fucus serratus</i> - sagtang	3	3	3	3	3	3	1	3	3	
<i>Fucus spiralis</i> - spiraltang	1-2	3	3	2	3	3	2	3	3	1-2
<i>Fucus vesiculosus</i> - blæretang	1-2	2-3	2	2	2			2	1-2	
<i>Giffordia</i> cf. <i>ovata</i>					x					
<i>Halidrys siliquosa</i> - skulptetang	2	1-2	2	1-2		1-2				
<i>Laminaria digitata</i> - fingertare	3	2	3	3	3	3	3	3	3	
<i>Laminaria hyperborea</i> - stortare	3		3	3						
<i>Laminaria saccharina</i> - sukkertare	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
<i>Leathesia difformis</i> - knuldre		1								
<i>Litosiphon laminariae</i>	x									
<i>Litosiphon pusillus</i>			x							
<i>Pelvetia canaliculata</i> - sautang	1									
<i>Petalonia fascia</i>							x			
<i>Pilayella littoralis</i>					2				x	x
Cf. <i>Ralfsia</i> sp.		1								
<i>Scytosiphon lomentaria</i> - fjæreslo	1	1			1		1			
<i>Spermatocismus paradoxus</i>		1								
<i>Sphaelaria bipinnata</i> - skolmetufs			1-2			1				
<i>Sphaelaria cirrosa</i>		x				x				
<i>Spongonema tomentosum</i>			1					x		
Cf. <i>Stictyosiphon tortilis</i>	1			x						
ANTALL PR STASJON B	17	17	17	16	14	13	11	13	12	5

forts. tabell A2.

Stasjonsbetegnelse:	BYFJORDEN					GANDSFJORDEN					
	B16	B17	B1	B2	B3	B4	B6	B7	B8	B9	
GRØNNALGER (G)											
<i>Blidingia minima</i>								x	1	3	
<i>Chaetomorpha melagonium</i>	2				2		2				
<i>Cladophora rupestris</i> - v. grønndusk	3	2	2	2	3	3	2	3	2	x	
<i>Cladophora</i> sp. - grønndusk	1-2	2	2	1-2	2	1	2	2	2	x	
<i>Codium fragile</i> - pollpryd	1	2	1	1	2	2	1	1	2		
<i>Enteromorpha compressa</i>	2		1								
<i>Enteromorpha intestinalis</i>				x	2		2		1	3	
<i>Enteromorpha linza</i>				1	1	x	x		1		
<i>Enteromorpha</i> sp. - tarmgrønske		1		x		1	2	2		x	
<i>Prasiola stipitata</i>		2	1								
<i>Rhizoclonium riparium</i>							x				
<i>Spongomorpha centralis</i>	x				x	x					
<i>Ulva lactuca</i> - havsalat	x	1-2	1-2	2	1	1	2	2	1-2	3	
ANTALL PR STASJON G	7	6	6	7	8	7	9	6	7	6	
TOTALT ANTALL PR STASJON (R+B+G)	42	36	42	41	39	37	33	33	39	16	
% PR STASJON	R	42.8	36.1	45.2	43.9	43.6	46.0	39.4	42.4	51.3	31.3
	B	40.5	47.2	40.5	39.0	35.9	35.1	33.3	39.4	30.8	31.2
	G	16.7	16.7	14.3	17.1	20.5	18.9	27.3	18.2	17.9	37.5



Tabell A 4. Metaller i grisetang (*Ascophyllum nodosum*) fra Byfjorden og Gandsfjorden, 5.-7.8.1981, mg/kg tørrvekt. (Sentralinstitutt for industriell forskning).

Prøve mrk.	Hg	Cu	Cd	Pb	Ni	Zn	Ag
St. B3, Sølyst	0,04	10,62	0,29	1,20	1,38	115	0,21
St. B8, Forus	0,05	3,31	0,23	0,26	1,18	118	0,16
St. B16, Bru	0,02	2,19	0,41	0,46	1,05	43	0,18
St. N for utslippssted ved Kalhammeren	0,08	5,67	0,14	0,55	3,02	78	0,24

Tabell A 5. Metaller i grisetang (*Ascophyllum nodosum*) fra Byfjorden og Gandsfjorden, 5.-7.8.81, µg/g tørrvekt. (Rogalandforskning).

Stasjon	Hg	Cd	Pb	Cr	Zn
B 3, Sølyst	0,029	0,035	<0,5	6,2	94
B 8, Forus	0,038	0,056	<0,5	5,6	110
B 16, Bru	0,022	0,028	<0,5	4,8	120
St. N for utslipp	0,030	0,070	<0,5	8,2	140

Tabell A6. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i albuskjeil (Patella vulgata) fra Byfjorden og Gandsfjorden, 5.-7.8.81, µg/kg tørrvekt.

PAH \ Prøve mrk.	St. B8	St. B16	St. B3	St. n. for utsl.
Naftalen				
2-Metylnaftalen				
1-Metylnaftalen				
Bifenyl				
Acenaftalen				
Acenaften				
4-Metylbifenyl				
Dibenzofuran				
Fluoren				
9-Metylfluoren				
9.10-Dihydroantracen				
2-Metylfluoren				
1-Metylfluoren				
Dibenzothiophen				
Fenantren		42?		43?
Antracen				
Acridine				
Carbazole				
2-Metylantracen				
1-Metylfenantren				
9-Metylantracen				
Fluoranten	ca. 3	28	16	39
Pyren	ca. 3		52 (?)	57
Benzo(a)fluoren				
Benzo(b)fluoren				
1-Metylpyren				
Benzo(c)fenantren ***				
Benzo(a)antracen	7		56	
Trifenylen/Chrysen	13	37	78	13
Benzo(b)fluoranten **	10	24	143?	ca. 10
1) Benzo(j,k)fluoranten **	6		64	
Benzo(e)pyren	16	42?		22?
Benzo(a)pyren ***	7		16	
Perylen				
0-Phenylene-pyren			23	19
Dibenz(a,h)antracen ***				
Picen				
Benzo(ghi)perylene				
Anthanthrene				
Coronen				
Sum	65	173	448	203
Derav KPAH* (%)	~20 (30)	~12 (7)	~191 ? (42)	~10 (5)
Våttvekt	65,46	56,22	33,02	82,73
Tørrvekt	11,4	10,43	5,41	16,26

\*KPAH er moderat (\*\*) til sterkt (\*\*\*) kreftfremkallende forbindelser i henhold til NAS, 1972.

1) Bare benzo(j)fluoranten regnes som kreftfremkallende. 50% av konsentrasjonen er regnet med i sum KPAH.