

# 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: 0-80003-10
Undernummer: IV
Løpenummer: 1588
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: BASISUNDERSØKELSE I RANAFJORDEN, en marin industriresipient. Delrapport IV: Undersøkelse av organismesamfunn på grunt vann og av PAH og metaller i hvirvelløse dyr og tang 1980-1981. (Overvåkingsrapport 120/84)	Dato: 8/1 -1984
	Prosjektnummer: 0-80003-10
Forfatter(e):  Jon Knutzen	Faggruppe: Hydroøkologisk div.
	Geografisk område: Ranafjorden (Nordland)
	Antall sider (inkl. bilag): 108

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

## Ekstrakt:

Innholdet av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell og oskjell fra Ranafjorden i 1980-81 (med en forurensningsbelastning som ikke er vesentlig endret siden) var meget høyt, bl.a. av potensielt kreftfremkallende stoffer. PAH-forurensningen legger begrensninger på fjordens utnyttelse i forhold til blåskjell dyrking, fiskeoppdrett og rekreasjon. Metallkonsentrasjonene i tang og skjell var lave eller moderate. Direkte skade eller stor innvirkning på samfunnene av dyr og planter var begrenset til de mest utslippsnære lokaliteter, men kamuflering av forurensningseffekter ved ferskvannsinflytelse kan ikke utelukkes. Det er påkrevet både med hyppigere avløpsvannanalyser og observasjon av PAH i vann fra fjordens indre del, samt biotester for å belyse skadelige effekters utbredelse.

4 emneord, norske: Statlig program
1. PAH i organismer
2. Forurensningsovervåking 1980-81
3. Marinbiologi
4. Industriutslipp
5. Metaller i organismer

4 emneord, engelske:
1. PAH in organisms
2. State pollution monitoring
3. Marine biology
4. Industrial effluents
Metals in organisms

Overvåkingsrapport 120/84.

Prosjektleder:

Lars A. Kirkerud

oss . Divisjonssjef:

*[Handwritten signature]*

ISBN 82-577-0740-6

For administrasjonen:

*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten signature]*



# Statlig program for forurensningsovervåking

0-8000310

BASISUNDERSØKELSE I RANAFJORDEN,

en marin industriresipient

Delrapport IV

Undersøkelse av organismesamfunn på grunt vann og av  
PAH og metaller i hvirvelløse dyr og tang 1980-1981

Oslo, 8/1 1984

Prosjektleder : Lars Kirkerud  
Forfatter : Jon Knutzen  
Medarbeidere : Norman Green  
Knut Kvalvågnæs

For administrasjonen :

J.E. Samdal

FORORD

Foreliggende rapport er den 4de delrapport fra basisundersøkelsen i Rana fjorden innen rammen av Statlig program for forurensningsovervåking, med Statens Forurensningstilsyn som oppdragsgiver. Miljøgjøftobservasjonene omfatter også undersøkelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i fisk og reker. Disse undersøkelsene er gjort av Nordland Distriktshøgskole (feltarbeide) og Norges veterinærhøgskole (analyser), og vil bli rapportert for seg.

Instituttet vil takke følgende som har deltatt i arbeidet:

- Per Paus og medarbeiderne på Sentralinstitutt for industriell forskning (SI), som har hatt ansvar for analyse av metaller i organismer;
- Bjørn Sortland og Angelika Melhuus, SI, som har utført analysene av PAH i organismer (1980-materialet)
- Per Erik Iversen, Institutt for marinbiologi, UiO (nå A/S Miljøplan) for analyse av innsamlede algeprøver.
- Willy Dahlberg, skipper ved feltarbeidet i 1980 og
- Magnus Kvitnes, Dalselv, skipper i 1981.

En særlig takk rettes til Lars Larsson, Mo i Rana, for effektiv tilretteleggelse på land, fremragende assistanse ved dykkingen og sang til arbeidet.

Ved NIVA har Norman Green og Knut Kvalvågnes ledet dykkerundersøkelsene og hatt ansvar for registreringen av dyr, mens algene er observert av undertegnede. Norman Green har også gjort en cluster analyse av datamaterialet fra de biologiske undersøkelsene. Lasse Berglind har hatt ansvaret for analysene av PAH i muslinger.

Et eget fotovedlegg med stasjonsbilder er laget i 3 eks. og arkivert ved SFT, Rana Museum og NIVA.

Oslo, 8. januar 1984

  
Jon Knutzen

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side:
FORORD	2
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	4
2. FORMAL OG BAKGRUNN	7
3. UNDERSØKELSESOMRÅDET	9
4. MATERIALE OG METODER	14
4.1 Materiale	14
4.2 Metoder	17
5. RESULTATER OG DISKUSJON	20
5.1 Gruntvannssamfunn	20
5.1.1 Stasjonsbeskrivelser og jevnføring med 1975-observasjonene	20
5.1.2 Variasjon i samfunnenes sammensetning fra indre til ytre deler av fjorden	24
5.1.3 Forurensningsbiologiske vurderinger	32
6. MILJØGIFTER I ORGANISMER	38
6.1 Metaller i tang og skjell	38
6.2 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i hvirvelløse dyr og tang	39
6.2.1 PAH-konsentrasjoner jevnført med bak- grunnsnivåer og data fra andre land	40
6.2.2 Sammensetningen av PAH i organismer jevnført med PAH-profilen i avløpsvann	45
6.2.3 Vurdering av praktiske konsekvenser	49
7. MOMENTER FOR PROBLEMUNDERSØKELSER OG OVERVAKING	51
8. LITTERATUR	53
APPENDIKS	56
Fig. A1 Hovedtrekk i vertikalutbredelsen av gruntvanns- organismer i Ranafjorden 1980-81	57-87
Tabell A1 - A12: Rådatatabeller	88-102
FOTOVEDLEGG: Stasjonsbilder	103-108

## 1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

I Hovedkonklusjonene fra undersøkelsene av gruntvannssamfunn og miljøgifter i organismer er:

- *Innholdet av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) - herunder en del potensielt kreftfremkallende forbindelser - var meget høyt i både blåskjell og oskjell (fig. 9-11, s.39-41). Den vesentlige årsak er utslippene fra A/S Norsk Jernverk, men også avløpsvann fra Norsk Koksverk A/S bidrar betydelig. Forholdet legger begrensninger på utnyttelsen av fjorden til rekreasjon (skjellsanking) og for oppdrett av spiselige marine organismer.*
- *Innholdet av metaller i tang og muslinger var normalt eller bare moderat forhøyet.*
- *Direkte forurensningseffekter på plante- og dyresamfunn ble med sikkerhet bare fastslått på de innerste lokalitetene (st. B2 og B5, kfr. fig. 1a, s. 10). Virkninger kan også sannsynliggjøres lenger ut, men kan være kamuflert i et periodisk sterkt elvevannspåvirket miljø.*

II Undersøkelsene av gruntvannssamfunn og miljøgifter i Ranafjorden 1980-81 omfatter dykkerobservasjoner og innsamling av organismer til analyse på innholdet av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og metaller på lokaliteter ut til nær munningen av fjorden (fig. 1a, tabell 1). Omfanget av undersøkelsen er oppsummert i tabell 2.

III Dykkerobservasjonene viste sterkt reduserte samfunn i området nærmest industriutslippene (st. B2, fig. 1a) og overgjødslingssymptomer nær det kommunale utslipp fra Mo (st. B5, fig. 1 og fig. 8). Utover dette var det bare usikre utslag av forurensninger. Det kan ikke utelukkes at partikulært materiale fra utslipp, og resulterende grumsing/reduisert lystilgang/nedslamming, også bidrar til reduksjonen i antall dyr og særlig i antall alger fra ytre til midtre og indre fjordområde (fig. 4-7). Men det vesentlige av en slik reduksjon kan mest sannsynlig tilbakeføres på naturlige årsaker.

IV Vannet i Ranafjorden var på observasjonstidspunktene generelt grumset i øvre 4-5 m, dvs over spranget mot saltere vann. Særlig utpreget grumsing ble registrert på innerste stasjon (B2, fig. 1a), men forholdet var markert også nær Mo (st. B5) og ved Andfiskåa (st. B6). Alle lokaliteter, især de innerste, var sterkt preget av nedslamming, slik at det på de fleste steder var vanskelig å finne annet enn flekkvis hardbunn under 4-5 m.

V Konsentrasjonene av PAH i blåskjell var blant de høyeste som overhodet er registrert, med et betydelig innslag av stoffer med potensielt kreftfremkallende egenskaper (fig. 9,11).

PAH-konsentrasjonene var også meget høye i oskjell; dog vanligvis lavere enn i blåskjell fra samme stasjon (fig. 10,11). Dette tyder på at PAH-belastningen er størst i overflatelaget. Den forholdsmessige andelen av kreftfremkallende PAH var imidlertid størst i oskjell (kfr. fig. 9, 10, 12 og 13).

PAH-konsentrasjonene avtok utover i fjorden, men var, særlig i blåskjell, høye mer enn 20 km fra utslippene. Belastningen lot seg tydelig spore i nærmere 50 km avstand. Forhøyede konsentrasjoner i skjell fra utenfor fjordmunningen (st. B17, fig. 1a) kan derimot skyldes lokal tilførsel (å dømme etter avvikende PAH-sammensetning, kfr. fig. 12-13).

VI Også i blæretang, korstroll og brødsvamp ble det observert forhøyede PAH-konsentrasjoner (fig. 11). Resultatene bekreftet tidligere observasjoner av at man ved bruk av tang som indikator må være oppmerksom på en relativ underrepresentasjon av de mest tungtløselige PAH-forbindelser, deriblant de vanligste kreftfremkallende stoffene (fig. 12-13).

VII De praktiske konsekvenser av PAH-forurensninger i spiselige organismer må vurderes av helsemyndighetene og Fiskeridirektoratet. Tilstanden i fjorden innskrenker muligheten for utnyttelsen av området til rekreasjon (skjellsanking) og aquakultur (dyrking av skjell, fiskeoppdrett), muligens også av ervervsmessig fiske, men dette siste er mindre sannsynlig.

VIII På bakgrunn av de negative konsekvenser for ulike brukerinteresser, skade på organismesamfunn og dels meget uestetiske forhold, anbefales forurensningsbegrensende tiltak. På kort sikt vil det bli størst effekt av redusert belastning med partikler, PAH og plantenæringsstoffer på overflatelaget.

IX Ved fremtidig overvåking er det mest påkrevet å følge utviklingen mht. PAH i blåskjell og oskjell.

I tillegg til mer generell overvåking er det en del ubesvarte spørsmål som bør belyses gjennom spesielle undersøkelser:

- Konsentrasjon og sammensetning av PAH i avløpsvann. Foreløpige informasjoner er helt utilstrekkelige både for tilforlatelige belastningsberegninger og som grunnlag for å bedømme såvel effekter av forurensningsbegrensende tiltak som biologiske forhold.
- Måling av innholdet av PAH i vann i de innerste delene av fjorden vil gi opplysning om hvor store arealer og volumer som er influert av konsentrasjoner som kan virke giftig på planter eller dyr.
- Det nylig påviste høye innhold av små jernpartikler i store deler av Ranafjordens overflatelag aktualiserer registrering av jerninnholdet i blåskjell. Tilsig av vann fra gruveavgang deponert ved Båsmoen gjør det ønskelig med supplerende analyser av metallinnholdet i blåskjell og tang i den nære omegn av utløpet til forurenset bekk. Bortsett fra ved st. B6 synes det ellers ikke å være behov for overvåking av organismers metallinnhold.

X Sammen med flere andre store PAH-utslipp til saltvannsresipienter i Norge aktualiserer forholdene i Ranafjorden et eget forskningsprogram viet ulike typer av effekter (akutt/kronisk giftvirkning, mutagenitet, kreft) på marine organismer. Innen et slikt program må hovedvekten legges på eksperimentelle studier av langtids effekter fra lave konsentrasjoner.

## 2. FORMAL OG BAKGRUNN

Det overordnede mål for overvåkingen i Ranafjorden etter oppdrag fra SFT er å gi grunnlag for myndighetenes områdeplanlegging og beslutninger om tiltak mot forurensninger. Inkludert i dette mål er også generell informasjon til almenheten.

De mer spesifikke hensikter med observasjonene av metaller og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i organismer har vært:

- å gi et uttrykk for forurensningstilstanden målt ved forekomst av miljøgifter
- fastslå utslippenes innflytelsesområde
- jevnføre data med tidligere opplysninger (NIVA, 1977b) for å bedømme en eventuell utviklingstendens
- etablere en utvidet basis for fortsatt overvåking og særlig:
- bedømme eventuelle konsekvenser for brukerinteresser som aquakultur og rekreasjon (skjellsanking).

Sammen med observasjonene av bløtbunnsfauna (delrapport V) har gruntvannsundersøkelsene tatt sikte på:

- å gi en beskrivelse av hovedtrekkene i sammensetningen av plante- og dyresamfunn knyttet til bunnen
- og ved dette å bedømme om i hvilken grad, og hvor langt ut det kunne spores forurensningseffekter på plante- og dyreliv.

Kartlegging av forurensningsvirkninger ved samfunnsregistrerende studier er en til dels vanskelig oppgave fordi marine samfunn jevnt over viser en naturbetinget reduksjon i artsrikdom fra ytterst til innerst i fjorder. Bakgrunnen for dette er et kompleks av årsaker, hvorav de viktigste er ferskvannspåvirkning og elvevannspartikler, mindre lys og dårligere produksjonsforhold for fastsittende alger, samt nedslamming av både organismer og deres voksested. Det kan også nevnes isskurings innflytelse på fjærebeltets organismer, samt generelt mindre vannbevegelse og dermed forholdsmessig redusert tilførsel av næring.



Eventuelle forurensningseffekter i form av arters endrede forekomst eller sunnhetstilstand (her bare bedømt etter størrelse og utseende) må mao. vurderes ut fra det man kan forvente å finne på observasjonsstedene, med sine naturgitte fysiske/kjemiske livsbetingelser.

I denne forbindelse kommer det også inn naturbetingede svingninger i de forskjellige planters og dyrs forekomst fra år til år.

Vår viten om alle disse naturlige faktorerers rolle, og om organismenes reaksjon på forskjellige påkjenninger (utslipp o.a.), er foreløpig utilstrekkelig til å spore annet enn forholdsvis markerte utslag av forurensninger på bestands- og samfunnsnivå. Når det likevel er satset på beskrivende studier, er det fordi det er virkninger på samfunnsnivå som er av egentlig interesse. Beskrivende undersøkelser tjener dessuten ytterligere to formål:

- referanseopplysninger ved senere observasjoner
- økt kunnskap om norske naturforhold.

I Ranafjorden slippes det ut både hemmende og stimulerende stoffer (NIVA 1977a, 1983a). Bortsett fra den gjødselende virkning av ammoniumsalter vil industriutslippene i det alt vesentlige ha negative effekter på planters og dyrs trivsel. Belastningen med kommunalt kloakkvann inneholder derimot betydelige mengder næring, særlig for planter. Slike stoffer vil ha en stimulerende effekt på deler av berørte organismesamfunn, men samtidig kunne gi uønskede tilstander ut fra estetiske og rekreasjonsmessige vurderinger (f.eks. massevekst med grønske i strandsonen, råtnende alger, etc.).

Undersøkelser av Ranafjordens gruntvannsbiologi er tidligere foretatt i august 1975 (NIVA, 1977b). Ett av formålene har derfor vært å sammenligne resultatene for å se om det var vesentlige forskjeller fra tidligere.

### 3. UNDERSØKELSESOMRADET

Stasjonsnettene for observasjonene i fjæra og på grunt vann fremgår av fig.1. (Fig. 1b gir mer detaljopplysninger om indre fjord og fig. 1c viser viktigste utslippsteder). Området strekker seg fra de innerste deler og utover til vel 5 km fra munningen. Det er lagt opp til å få avstandsgradienter på begge sider av fjorden. Stasjonsnettene er tette i fjordens innerste parti fordi det er her man kunne vente de største forskjellene mht. utslag særlig av forurensningsbelastning, men også i noen grad øket påvirkning fra elvevannet.

Selv så langt ut som et par mil fra elveutløpet, har Ranafjorden et til tider så sterkt ferskvannspreget overflatelag at saltholdigheter er mellom 1-5 ‰ i de øvre par meter. Dette inntreffer særlig i perioden juni-juli (mai - august), men også ellers ved langvarig høy vannføring i elven. Spranglaget (skillet mot saltvann) er for det meste beliggende mellom 3 og 5 m, og under dette er det sjelden mindre enn 20 ‰ S. Også tilrenning fra andre vassdrag enn Ranaelva bidrar til overflatelagets periodisk lave saltholdighet langt utover i fjorden.

Saltholdighetsmålingene fra sommerperioden viser forøvrig noe større ferskvannsinntilflytelse på sørsiden enn nordsiden av fjorden på strekningen ut til henholdsvis omkring Alterneset og Andfiskåa (upubl. data fra 1975). Forskjellene er små, men kan ved så lave saltholdigheter ha en viss innflytelse på sammensetningen av fjærebeltets organismsamfunn.

På sydsiden innerst i Ranafjorden, i omegnen av industriutslippene og utenfor Mo, er det observert meget grumsete vann og dårlig lysgjennomtrengning. Den utpregede grumsingen har sin årsak ikke bare i utslippene, men også fordi ferskvannspåvirkningen er størst her, Dette medfører både forholdsvis mer elvevannspartikler og dannelse av bakevjer i buktene, med påfølgende opphoping av utslippsmateriale. I de forurensede buktene på sydsiden er siktedypet om sommeren regelmessig mindre enn 1,5 m, mens det er omkring det doble på nordbredden tilsvarende langt inn (NIVA, 1977b).

Også videre utover, på strekningen Mo - Bjørnebærvika (st. B9, fig. 1a, 1b), er det gjennomgående dårligere lysforhold på sydsiden enn tvers over fjorden.

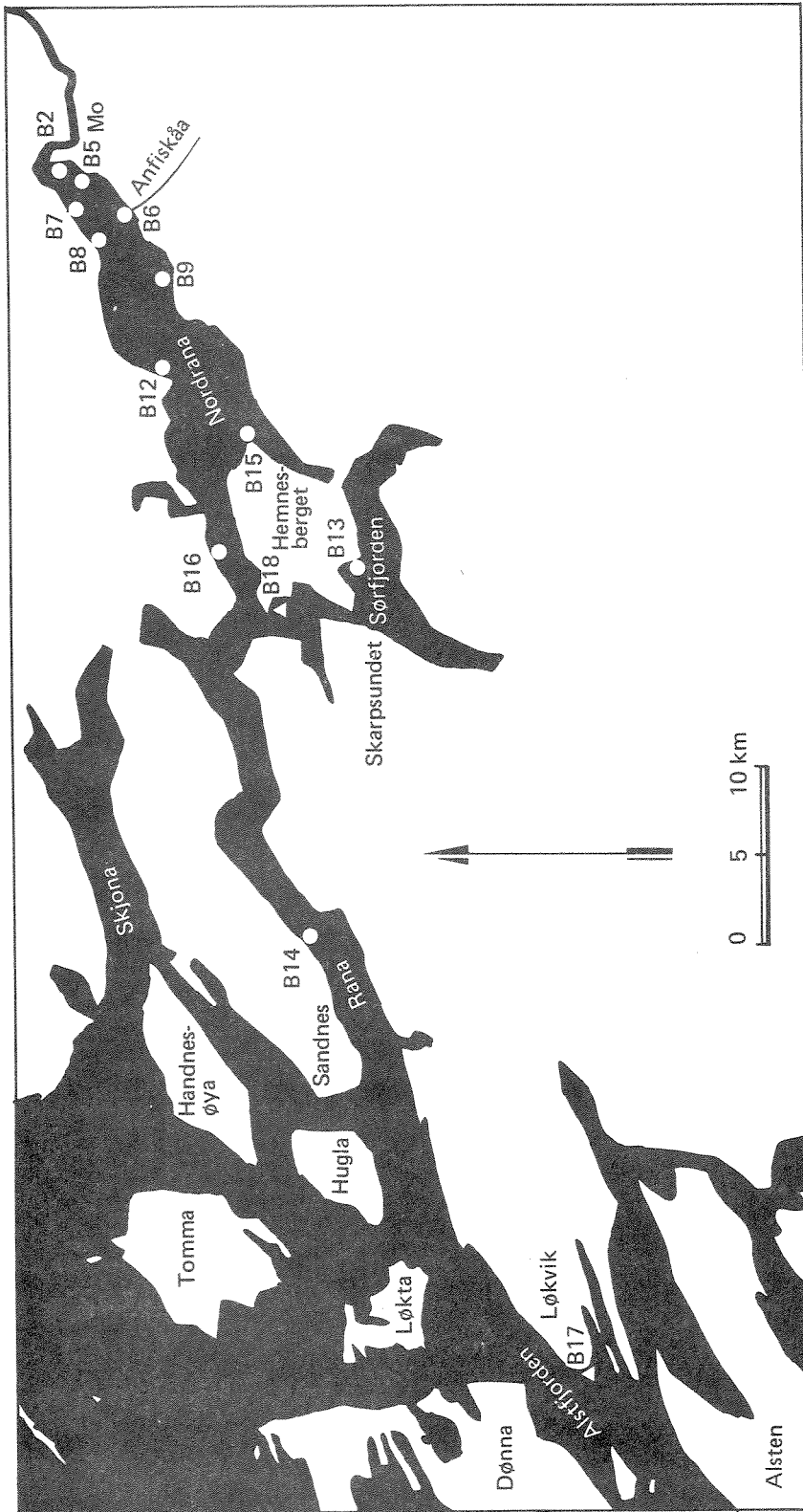


Fig. 1a. Stasjoner for undersøkelse av gruntvannssamfunn og miljøgifter i Ranafjorden 1980-81 O,  
(Bare prøver til miljøgiftanalyse Δ).

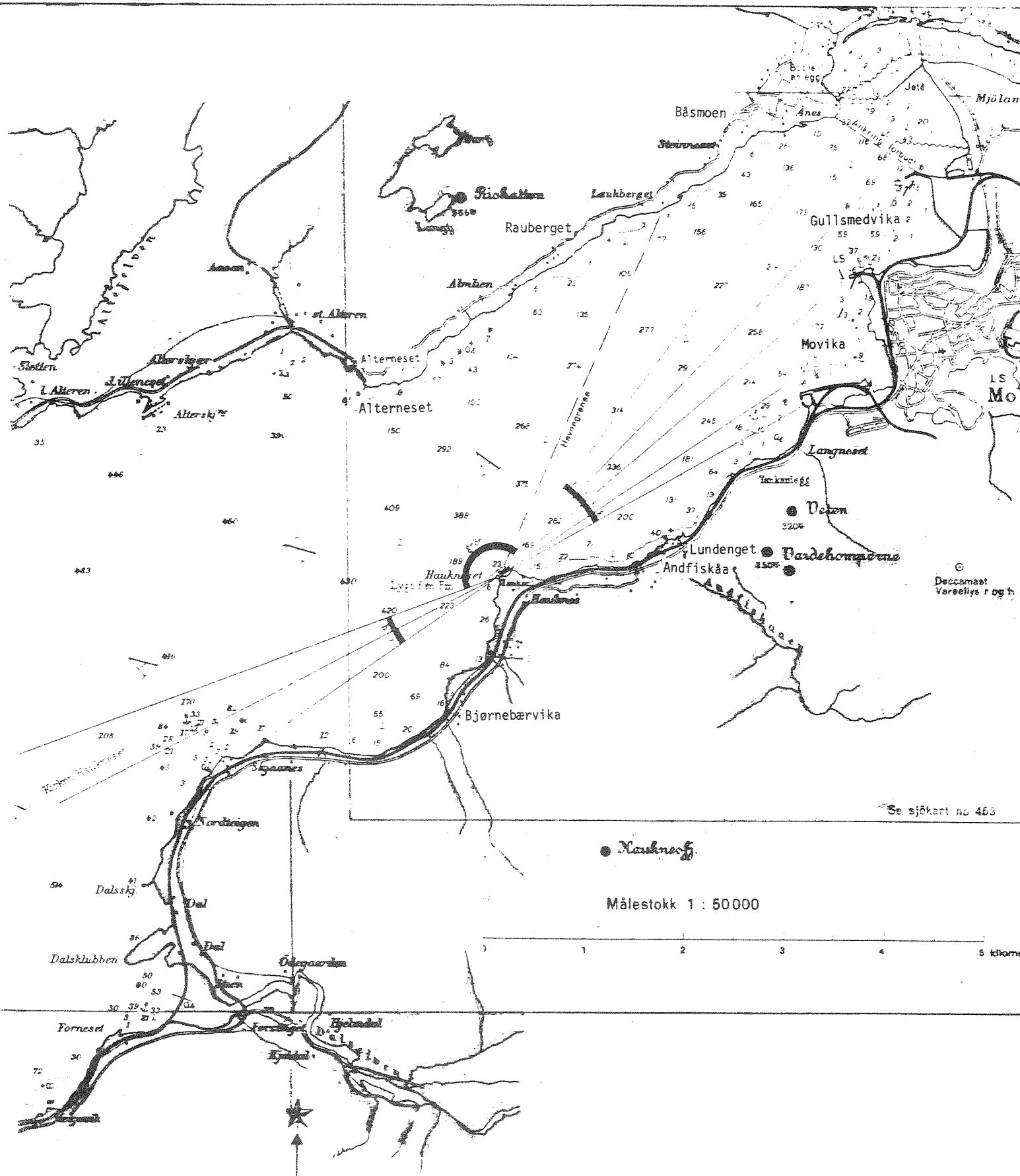


Fig. 1 b. Indre Rana fjord. Utsnitt av sjøkart nr. 60

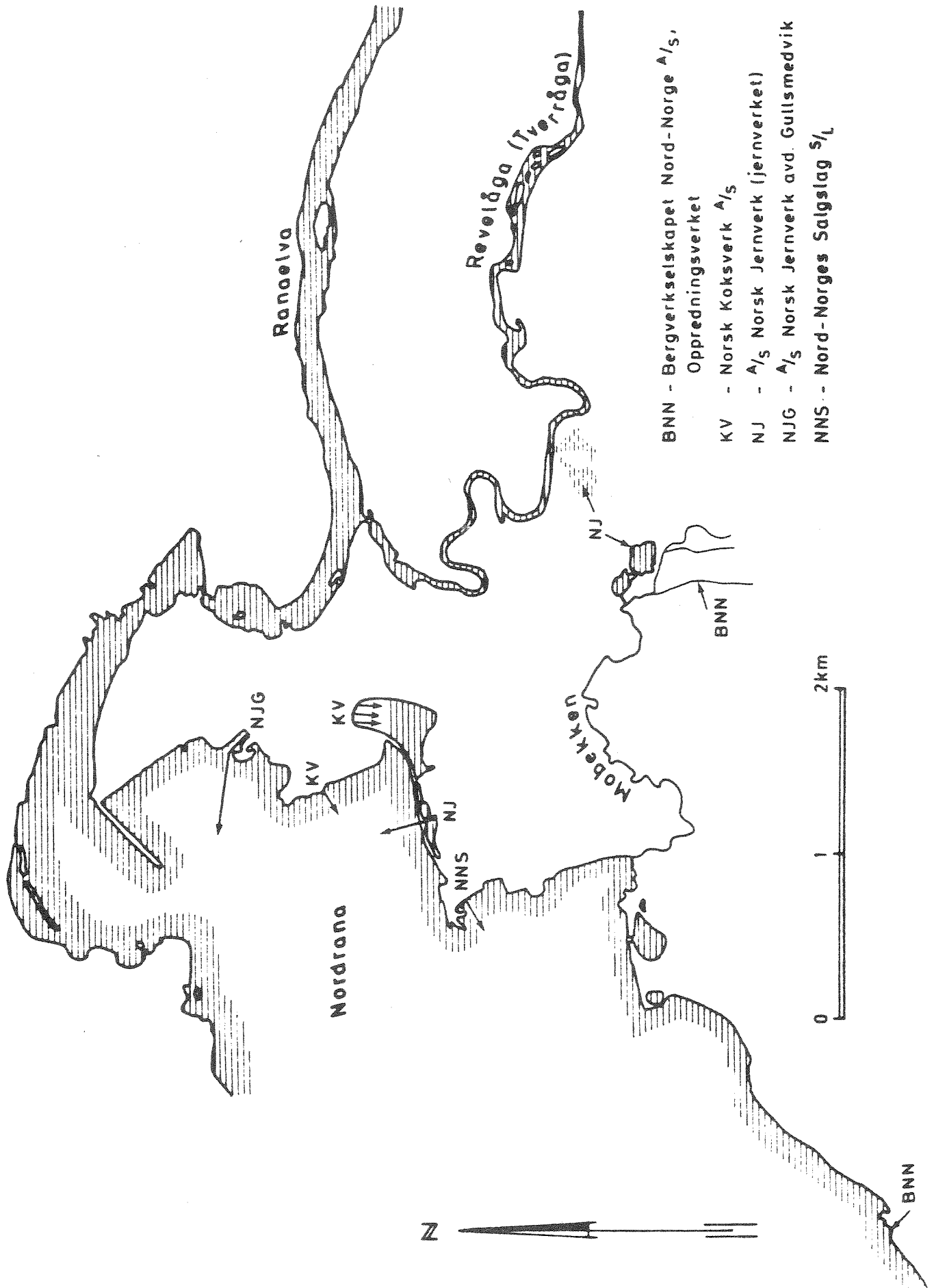


Fig. 1c. Utslippssteder for industriavløp

Den midlere forskjell kan dreie seg om (2) 2,5-3,0 m på sydsiden mot 3,5-4 m på nordsiden (Rauberget-Alterneset, st. B7-B8, fig. 1a, b). Selv i midtre Ranafjord (ut til Hemnesberget), har siktedypsmålinger vist så lave verdier som mindre enn 5 m i gjennomsnitt for sommerperioden og mindre enn ca. 8 m om vinteren (NIVA, 1977b).

Bakgrunnen for denne noe detaljerte redegjørelse er at de generelt dårlige lysforhold i indre og midtre fjord må tas med ved vurderingen av algesamfunnenes sammensetning og artenes utbredelse.

Mesteparten av strendene i fjorden består av svaberg. Følgelig skulle det i utgangspunktet være gode vilkår for fastsittende alger og dyreliv på hardbunn. Imidlertid blir hardbunnen relativt raskt avløst av overveiende sand eller mudder like under fjærebeltet. Dette representerer innskrenkning i de observerte samfunnstypers livsrom, ved siden av at ulike forhold fra stasjon til stasjon (særlig bunnens beskaffenhet) kompliserer sammenligningen mellom de respektive steders organismsamfunn.

Den varierte forurensningsbelastning i området er redegjort for i egne rapporter (NIVA 1977a, 1983a). Av disse sammensetillinger og en miljøtoksikologisk vurdering (NIVA, 1982a) fremgår bl.a. at man i Movika og Gullsmedvika (st. B2/B5, fig. 1a, b, c) må regne med direkte giftvirkninger fra cyanid og hydrogensulfid i det aller øverste vannlag (~ 2-5 m).

Mulige giftvirkninger fra metaller kan bedømmes ut fra data i rapport om bl.a. løste metaller i vannmassene (NIVA, 1983b). Forhøyede konsentrasjoner av løst bly, sink og kadmium er konstatert i nærområdet til Bergverkselskapet Nord-Norge (ved Andfiskåa, se fig. 1a, b). Jevnført med en antatt (og for blys vedkommende usikker) bakgrunnsverdi for totalinnholdet (NIVA, 1983c) er det her konstatert relative overkonsentrasjoner på 10-30 (~ 100) ganger for bly, og opptil 2-3 ganger for sink og kadmium. Slike konsentrasjoner gjør seg bare gjeldende innen en avstand på et par hundre meter fra bedriften. Bedømt på bakgrunn av vannkvalitetskriterier (EPA, 1980) er det likevel liten grunn til å tro at det observerte metallinnhold skulle være ledsaget av giftvirkninger. Det må imidlertid tas forbehold for avgangens umiddelbare omgivelser. Ellers i Ranafjorden kan det tenkes lokale metallgiftvirkninger omkring utløpet til den sterkt belastede Mobekken (NIVA, 1983a); i henhold til nyere opplysninger dessuten utenfor gammel gruveav-

gang ved Båsmo innerst i fjorden (Skreslet, 1982, og NIVA, unpubl. data om metallinnhold i bekk forurenset av sig fra gammel gruveavgang). Av øvrige stoffer slippes polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) ut i så store mengder særlig fra Jernverket, men også fra Koksverket (NIVA, 1983a) at det må ventes betydelig akkumulering i organismer. Konsentrasjonene av PAH i avløpsvannet er også så høye at direkte giftvirkning er sannsynlig i utslippenes nære omgivelser.

#### 4. MATERIALE OG METODER

##### 4.1 Materiale

Gruntvannsorganismene er observert i periodene 29/7 - 1/8 1980 og 21-24/6 1981. Organismer til miljøgiftanalyse er innsamlet samtidig.

Stasjonenes beliggenhet fremgår av fig. 1a og er nærmere redegjort for i tabell 1. (Kfr. også fig. 1b, c) Stasjonsfotografier fra sjøsidene er arkivert ved NIVA i SFT og på Rana museum.

Stasjonsbetegnelsene i tabell 1a følger nummereringen fra undersøkelsene i 1975 (NIVA, 1977b) for å lette sammenligningen av resultatene. Stasjonenes plassering behøver imidlertid ikke være nøyaktig lik 1975-stasjonene, og heller ikke fra 1980 til 1981. Grunnen til de mindre forandringene i plassering er bestrebelsene på å finne tilfredsstillende bunnforhold, dvs. primært hardbunn.

I tabell 2 gis en oversikt over hva som er observert på hver stasjon. På grunnlag av resultatene fra 1980, ble prøvene til miljøgiftanalyse redusert i 1981. I det vesentlige er det blåskjell og oskjell som er brukt som indikator på PAH-forekomst, mens både skjellene og grisetang/blæretang er brukt for å spore vannets metallinnhold. Bruk av flere forskjellige indikatorarter skyldes dels at de har ulike opptaks- og akkumuleringsegenskaper, dels at de antatt mest velegnede ikke alltid var til stede eller ble funnet i tilstrekkelig mengde.

Tabell 1. Stasjonenes beliggenhet ved undersøkelse av gruntvannsbiologi og miljøgifter i organismer i Ranafjorden 1980-1981.

St.nr.	Navn	Ca.Kartreferanse	Kommentarer
B2	Koksverkkåia	66 <sup>0</sup> 19' 30" N 14 <sup>0</sup> 8' 15" E	Ved og utover fra kai
B5	Moholmen	66 <sup>0</sup> 19' 0" N 14 <sup>0</sup> 7' 30" E	Ytterst på holmen ved fjære og bunnen utenfor
B6a	Andfiskåa ved Lundengen	66 <sup>0</sup> 17' 30" N 14 <sup>0</sup> 4' 15" E	Svaberg ved rødt naust og småbåtslipp. Ca 1 km V for BNN 1)
B6b	Andfiskåa ved Bergverkselskapet	66 <sup>0</sup> 17' 30" N 14 <sup>0</sup> 5' 0" E	Nær BNN's kai, vestsiden
B7	Rauberget	66 <sup>0</sup> 19' 0" N 14 <sup>0</sup> 3' 30" E	Fjellstrand mellom to gressstrender, flere hus, veifylling
B8	Ålterneset	66 <sup>0</sup> 18' 30" N 14 <sup>0</sup> 1' 15" E	Ved grønsmalt hytte og flere buer
B9	Bjørnbærvika	66 <sup>0</sup> 16' 45" N 14 <sup>0</sup> 2' 0" E	Fjellstrand ned for tankanlegg, på østs. og ytterst i liten bukt
B12	Området Kalvhagneset/ Bustnesodden	66 <sup>0</sup> 16' 30" N 13 <sup>0</sup> 54' 30" E	Liten bukt ved ett rødt og to brune naust, ca 300 m innenfor gård ytterst på Bustnesodden
B13	Grønnavikneset	66 <sup>0</sup> 10' 30" N 13 <sup>0</sup> 41' 0" E	På odden ned for vei
B14	Hinderåa	66 <sup>0</sup> 12' 30" N 13 <sup>0</sup> 13' 0" E	Fjellstrand ved rød bu nær liten foss
B15	Holmgalten	66 <sup>0</sup> 14' 30" N 13 <sup>0</sup> 48' 0" E	Liten holme forbundet med land ved sandbanke
B16	Laukhella	66 <sup>0</sup> 15' 0" N 13 <sup>0</sup> 40' 0" E	Ned for og ca 50 m v for gult hus
B17	Løkvik, Angerneset	66 <sup>0</sup> 3' 45" N 12 <sup>0</sup> 41' 0" E	Bare blåskjell (fjæra) og oskjell (10-12 m) til PAH-analyse
B18	Hemneskaia	66 <sup>0</sup> 13' 15" N 13 <sup>0</sup> 36' 0" E	Bare blåskjell fra bryggepeler til PAH-analyse

1) Bergverkselskapet Nord-Norge



Tabell 2. Oversikt over observasjoner ved gruntvannsundersøkelsene i Ranafjorden 1980-81.

Stasjon	Dykkerundersøkelse:D Bare fjæreobs.:F		Organismer til metallanalyse	Organismer til PAH-analyse
	1980	1981		
B 2 Koksverkkåia	D	D	Blåskjell (80, 81)	Blåskjell (80,81)
B 5 Moholmen	D	D	Blåskjell (80, 81) Grisetang (80)	Blåskjell (80, 81) Oskjell (80)
B6a Andfiskåa v/Lundenget	D	D	Blæretang (80) Grisetang (80, 81)	Blæretang (80)
B6b Andfiskåa rett V for BNNs kai	D	D	Blæretang (81)	
B 7 Rauberget	D	D	Blåskjell (80) Blæretang (80) Grisetang (80, 81)	Blåskjell (80, 81) Korstroll (80) Blæretang (80)
B 8 Alterneset	F	F	Blæretang (80) Grisetang (80, 81) Sagtang (80)	Blæretang Grisetang (80, 81)
B 9 Bjørnbærvika	D	D	Oskjell (80) Blæretang (80) Grisetang (80, 81)	Oskjell (80) Korstroll (80, 81)
B12 Området Kalvhagneset/ Bustnesodden	D	D	Oskjell (80) Blæretang (80) Grisetang (80, 81)	Blåskjell (80) Oskjell (80, 81) Korstroll (80) Blæretang (80) Brødsvamp (80)
B13 Grønnavikneset	F	F(D)	Blåskjell (80) Blæretang (80)	Blåskjell (80)
B14 Hinderåa	D	D	Blåskjell (80) Oskjell (80) Blæretang (80) Grisetang (80, 81)	Blåskjell (80, 81) Oskjell (80, 81) Blæretang (80) Grisetang (80)
B15 Holmgalten	D	F(D)	Blåskjell (80) Oskjell (80) Blæretang (80) Grisetang (80)	Blåskjell (81) Oskjell (80)
B16 Laukhella	D	D	Oskjell (80)	Blåskjell (80, 81) Oskjell (80, 81)
B17 Løkvik	-	-		Blåskjell (81) Oskjell (81)
B18 Hemneskåia	-	-		Blåskjell (81)

## 4.2 Metoder

De biologiske undersøkelsene er på de fleste stasjoner (se tabell 2) gjennomført ved dykking og omfatter i prinsippet området fra øvre til nedre grense for vekst av fastsittende alger, i praksis ned til 10-30 meters dyp. På et par av stasjonene er observasjonene helt eller i hovedsaken innskrenket til fjærebeltet. Undersøkelsene er stort sett foretatt i snitt av 5-20 m bredde utover fra stranden, men pga. topografiske forhold og ofte uhensiktsmessig eller sterkt vekslende bunntype, er det særlig på dypere vann enn 5 m ofte betydelige avvik fra den påbegynte trasé.

Registreringene har foregått dels ved undervannsinntaling av observasjonene på bånd og samtidige notater i feltjournal (via dykkertelefon). Av vanskelig identifiserbare arter er samlet inn prøver for senere mikroskopanalyse (vesentlig algene). Prøvene ble vanligvis samlet inn i dybdeintervallene 0-2, 2-5, 5-10, 10-15 m osv. for å få med artenes vertikalutbredelse. Materialet er ikke oppbevart i sin fullstendighet, men det foreligger preparater og utsorterte prøver av en del alger. Registreringene er i noen grad dokumentert ved fotografier, som er arkivert på NIVA.

Ved observasjonene er det gjort en skjønnsmessig bedømmelse av mengdemessig forekomst. Imidlertid var målet mest å få med de makroskopiske livsformer som utgjorde hovedbestanddelene av organismesamfunnene. Små og/eller sparsomt forekommende arter er derfor underrepresentert i registreringene. Ved bearbeidelse av materialet er konklusjonene dels basert på skjønnsmessig bedømmelse av samfunnenes sammensetning. For algenes vedkommende er det i tillegg benyttet forholdet mellom antallet av arter innen gruppene rødalger, brunalger, grønnalger (Bokn 1979) og en forurensningsindeks etter Iversen (1981). Sistnevnte baserer seg i det vesentlige på svensk/finske erfaringer med utvalgte arters reaksjon på forurensning (Lindgren, sitert i Wallentinus, 1979). I den følgende listen over indikatorarters reaksjonsindeks betyr + positiv reaksjon eller toleranse overfor forurensninger (modifisert etter Iversen, 1981 og Wallentinus, 1979):

- + 2: Enteromorpha prolifera gr., Blidingia minima, Prasiola stipitata,
- + 1: Audouinella virgatula, Erythrotrichia carnea, Ecotocarpus siliculosus, Enteromorpha flexuosa gr., E. intestinalis gr.,  
E. clathrata gr., Ulva lactuca, Acrosiphonia centralis
- + 0.5: Polysiphonia nigrescens, Pilayella littoralis, Ulothrix spp.,  
Rhizoclonium riparium, Cladophora sericea, Urospora penicilliformis,  
Monostroma grevillei, Stictyosiphon tortilis
- 0.5: Furcellaria lumbricalis, Polyides rotundus, Lomentaria clavellosa,  
Phyllophora pseudoceranooides, Polysiphonia violacea., Ascophyllum nodosum,  
Fucus vesiculosus, Elachista fucicola, Chorda filum,  
Dictyosiphon foeniculaceus, Cladophora rupestris, Rhodochorton purpureum,  
Ceramium rubrum
- 1: Rhodomela confervoides, Phyllophora truncata, Delesseria sanguinea,  
Chaetomorpha melagonium.

Forurensningsindeksen er definert som følger (Iversen, 1981):

$$F = \frac{a_1 r_1 + a_2 r_2 + \dots + a_n r_n}{n}$$

der a = subjektivt anslag for midlere forekomst (gradert fra 1 til 3)

r = reaksjonsindekser for vedkommende art (som angitt ovenfor)

n = antall benyttede indikatorarter på den enkelte stasjon.

En slik angrepsmåte som denne er foreløpig lite utbredt, bl.a. av den grunn at det er sparsomt med systematisert erfaringsmateriale som kan anses gyldig for større områder. Det er flere vanskeligheter og forbehold knyttet til en slik metode. For Ranafjordens vedkommende kan man særlig peke på at de benyttede reaksjonsindeksene må antas vesentlig å ha relevans for belastning med lett nedbrytbart organisk materiale og vekststimulerende gjødselstoffer (f.eks. husholdningskloakkvann), i mindre grad veksthemmende industriutslipp.

Tang til miljøgiftanalyse er så vidt mulig samlet inn ved å skjære av de øvre deler av skuddene på 10-12 forskjellige individer. For grisetang er det benyttet avsnittet over tredje blære regnet fra skuddspissen. Det samme gjelder blæretang såfremt blærer var til stede. Hvis ikke er øvre 15-20 cm benyttet. Det vesentlige av eventuell påvekst ble fjernet ved innsamling.

Av blåskjell ble det fortrinnsvis samlet inn ca 50 individer i 4-6 cm lengde, men enkelte steder fantes bare yngre eksemplarer på 2-3 cm. Til 0-skjell-prøvene ble det samlet inn 5-6 voksne eksemplarer.

Alle prøver til miljøgiftanalyse ble lagt i klare plastposer, oppbevart så vidt mulig kjølig før nedfrysing. Prøvene ble oppbevart frosne inntil analyse.

Analysene av metaller i muslinger og tang er utført på Sentralinstitutt for industriell forskning (SI). Tangprøvene er tørket ved 50°C, homogenisert, tørrforasket, løst i syre og metallinnholdet (unntatt kvikksølv) bestemt enten ved plasmaemisjonspektrografi (1980) eller ved atomabsorpsjon (1981). Kvikksølv i tang ble bestemt med flammeløs atomabsorpsjon etter syreoppløsning i dekomponeringsbombe.

PAH-bestemmelsene er dels foretatt på SI (1980-prøvene), dels på NIVA (1981). I begge tilfellene er bestemmelsene foretatt ved gasskromatografi med glasskapillarkolonne. Metodikken er nærmere beskrevet bl.a. i Knutzen og Sortland (1982).

## 5. RESULTATER OG DISKUSJON

### 5.1 Gruntvannssamfunn

Rådata med innledende bearbeidelse er samlet i appendiksfigurer og tabeller:

- Fig. A1 viser algers og dyrs vertikalutbredelse, med mengdemessig forekomst etter en skjønsmessig skala.
- Tabellene A1 og A2 gir oversikter over alle registrerte arter og angir lokalitetene der de er funnet i 1980 og 1981.
- Begge tabellene inneholder også et tallmessig uttrykk for graden av samsvar mellom observasjonene de to undersøkelsesårene.
- Tabell A1 gir dessuten den prosentvise fordeling av antall benthos-alger på de tre hovedgruppene rødalger, brunalger og grønnalger.

I det følgende punkt gis en beskrivelse av de viktigste observasjonene på hver stasjon og en sammenligning med biologiske registreringer fra 1975 (NIVA, 1977b). Det bør understrekes at sistnevnte undersøkelse hadde en mer orienterende karakter. Observasjonene var begrenset til én gang og til-siktet å få et hovedinntrykk av forholdene.

#### 5.1.1 Stasjonsbeskrivelser og jevnføring med 1975-observasjonene

St. B2 var på pelene av Koksverkkåia og på bunnen utover mot fjorden (fig. 1, tabell 1).

Ved 10 m gikk leirbunnen bratt nedover. Vannet var svartgrumsete og med dårlige observasjonsforhold. Over 5 m var det fritt for større livsformer. Denne grensen falt omtrent sammen med overgangen til saltere vann på observasjonstidspunktene. Både 2-3 cm store blåskjell (Mytilus edulis, kfr. fig, A1), sjøanemonen Cerianthus lloydi, manglebørstemarken Sabella penicillus og korstroll (sjøstjerne) Asterias rubens var vanlige det ene eller begge år. Forskalingen på bryggepelene var tydelig angrepet av pelemark (Teredo sp.). Rikelig med tanglopper (Gammarus cf. oceanicus i fig. A1) ble funnet inne blant blåskjellene. Bortsett fra de nevnte arter var faunaen fattig. I 1980 ble det observert døde krabber. I alt ble det registrert 10 arter, mot 3 i 1975. Blåskjell og korstroll var vanlige også i 1975.

St. B5 (fig. 1a, b) var ytterste del av Moholmen og bunnen utenfor. Holmen var begge år sterkt begrodd med grønnalger, som alene dominerte fjærebeltet. I nedre del av fjæra var algene nedslammet og brunlige. Mens det i 1980 var brukbare observasjonsforhold, var det i 1981 bare ca  $\frac{1}{2}$  m horisontal sikt over sprannglaget (dvs. overgangen mot saltere vann på ca 4-5 m). Under sprannglaget var sikten bedre. Bare spredte forekomster av alger ble funnet på bløtbunn ned til 5-7 m. Løsavsetningene hadde et grønnlig overtrekk (alger?) og var i dette dyp råtne like under overflaten. Dyrelivet var meget sparsomt over 5 m, stort sett bare strandsnegl (Littorina littorea), eller enkelte blåskjell. Under 5 m var det en mer artsrik fauna med i alt vel 20 arter registrert til sammen de to år. Både dyre- og planteliv var tilsynelatende noe rikere enn i 1975, men i hvert fall algevegetasjonen hadde samme overgjødslingspreg som tidligere.

St. B6a (fig. 1a, b) lå noen hundre meter vest for Bergverkselskapet Nord-Norge (BNN) og besto av et lavt svaberg vekslende med strandeng og sand. (Stasjonen ble lagt lenger vest enn i 1975 pga. lite egnet substrat (bunn) ved forrige lokalisering). Fjellet ble avløst av sand ca 1 m under flomålet og siden av finere avleiringer vekslende med enkelte fjellkoller. Øverst vokste moderate mengder av grønnalger og litt blågrønnalger, mens eldre og til dels begrodde blæretang (Fucus vesiculosus) var vanlige sammen med grisetang (Ascophyllum nodosum) ned mot ca 2 m. Forøvrig var vegetasjonen fattig, og særlig under 3 m var det bare sporadisk med alger, selv på isolerte fjellkoller som var lite tilslammet. Det sparsomme dyreliv over 3-4 m (ved flo) var preget av muslinger og fjæremark. Også under sprannglaget var faunaen temmelig ensartet. I alt var det representert bare omkring 20 arter av dyr. Man kan merke seg at i 1981 var den forurensningstolerante børstemarken Polydora sp. av de mest fremtredende artene. (Polydora var sannsynligvis også til stede i 1980 i følge feltnotater, men ikke med sikkerhet identifisert og derfor utelatt fra dette års artsliste).

St. B6b lå like vest for kai og nær deponeringsområdet for avgang fra Bergverkselskapet Nord-Norge. Bunnen var lite egnet for fastsittende alger og hardbunnsfauna, med sand som avløste svaberg like under flomålet. Begrunnelsen for ekstrastasjonen i 1981 var vesentlig å samle organismer til metallanalyse. Både plante- og dyreliv var fattig, men det ble likevel funnet

flere arter sammenlignet med 1975-observasjonene fra omtrent samme sted (NIVA, 1977b). En del fjæremark (Arenicola marina) og blåskjell var døde, men bare i øverste meter av utbredelsesområdet. Årsaken kan være forhøyet metallinnhold i vannet, som vil kunne være enda noe større i umiddelbar nærhet av utslippet enn redegjort for i tidligere rapport (NIVA, 1983b). Også på denne stasjonen var forurensningsindikatoren Polydora hyppig eller vanlig. Noe av årsaken til fåtalligheten av registrerte dyr var til dels grumsete vann, med sikt under 1 m i øvre 4-5 m.

St. B7 var plassert litt nord for Rauberget (fig. 1a, b). Øverst i svaberg-fjæra var det begge år et tilslammet og brunlig belte av trådformede grønnalger (Ulothrix spp.) etterfulgt av en markert bestand av blæretang. I nedre del av blæretangsassosiasjonen var også grisatang vanlig. På den flate bløtbunnen i ca 3-4 m var det bare spredt med alger på for det meste bløtbunn, med sagtang og den havsalatlignende Ulvaria som mest fremtredende. Dypere var det enda sparsommere, men flekkvis forekomst av i alt over 25 forskjellige arter.

Sammenlignet med 1975 er dette rikholdig. Forklaringen er sannsynligvis enda dårligere bunnforhold ved 1975-lokaliseringen av stasjonen og at det i 1980-81 er brukt mer tid på å få med så vidt mulig alle tilstedeværende arter. (Som kuriositet kan noteres forekomsten av isolerte, fertile sagtangseksemplarer (Fucus serratus) på 12 og 14 m.).

Dyrelivet i 1980-81 hadde stor grad av likhet med det som ble funnet i 1975. I alt ca 20 arter ble observert. Blant disse var muslinger, kors-troll, den rørboende børstemarken Sabella penicillus og sjøfjærarten Virgularia mirabilis mest fremtredende, med noe variasjon mellom de to års observasjoner.

St. B8, Alterneset, var en fjærebeltestasjon med blanding av svaberg og rullestein på leire. Observasjonene ble i det vesentlige begrenset til alger. Stasjonen var begge år preget av et iøyenfallende, flere mm tykt, brungrønt og tilslammet algebelegg som dekket store deler av stranden i et belte på ca en halv m vertikal utstrekning. Belegget lot seg rive av i flak og viste seg ved mikroskopiering å bestå vesentlig av grønnalgen Ulothrix flacca, med noe islett av blågrønnalger. Nedenfor var det en algesonasjon av ordinær utforming, dvs. med god representasjon av de vanlige tangartene (blæretang, grisatang og sagtang).

St. B9 ved Bjørnbærvika (fig. 1a, b) var en fjellstrand ned for tankanlegg. Fjellet ble på grunt vann avløst av en blandingsbunn med noe fjellkoller og stein, men mest sand eller mudder. Observasjonstraseene og dermed bunnforholdene var noe forskjellig de to år. Dette kommer særlig til uttrykk ved algevegetasjonen, der sagtang og fingertare var vanlig eller hyppig i 3-5 m i 1980, mens det ikke ble observert alger i dette dybdeintervallet påfølgende år. De to årene sett sammen ga inntrykk av normal algevegetasjon for noe ferskvannspåvirket fjæresone uten spesielle trekk. I betraktning av de ujevne voksestedsbetingelsene med mye bløtbunn må floraen kunne betegnes som moderat artsrik. Bortsett fra et noe høyere antall arter (hvorav mange bare forekom i små mengder), hadde algevegetasjonen mange likhetspunkter med observasjonene fra 1975.

Også dyresamfunnet omfattet flere arter (i alt 39) enn på innenforliggende lokaliteter, og var i godt samsvar med 1975-registreringen. Mest vanlige var blåskjell, korstroll og fjæremark, og lenger nede børstemarkene Sabella penicillus og Hydroides norvegica.

St. B12 var en fjellstrand med noe rullestein i en liten bukt mellom en holme og land, ca 300 m innenfor gård ytterst på Bustnesodden. Dypere enn 2 m ble fjellstranden avløst av sand og mudder med enkelte fjellkoller og stein. Nedenfor en normal fjærebeltesonering med belter av vanlige tangarter var det rikelig forekomst av sukkertare (Laminaria saccharina) og fingertare L. digitata og et relativt artsrikt algesamfunn, selv om det stort sett var bare spredte algeforekomster under 4-5 m. Ved 1975-undersøkelsene var dette den mest artsrike stasjonen, og hovedtrekkene i algesamfunnets sammensetning var den samme, bl.a. med høy andel av rødalger.

I tillegg til blåskjell, korstroll og fjæremark i øvre 2-7 m, var faunaen preget av sjøfjær, som også var rikelig til stede i 1975. Dette tyder på at det er en del strøm og vannutskiftning på lokaliteten, som ikke har noe forurensningspreg. Det var en viss forskjell i registreringene fra 1980 til 1981, men sett under ett var hovedtrekkene i dyresamfunnet likt med i 1975.

St. B13 var vesentlig en fjærebeltestasjon på svaberg ned for pynten av Grønnvikneset (fjell bare til ca  $\frac{1}{2}$  m). Området er ofte tilfrosset om vinteren, men det var ingen markante utslag på fjærebeltets algeflora av eventuell isskuring. Noe tiltagende begroing med grønnalger som antydte fra den tidligere undersøkelsen ble ikke observert. Grønnvikneset var ytterste stasjon ved 1975-undersøkelsene.



St. 15 var den lille Holmgalten som er forbundet med land ved en sandbanke. Også her ble fjellstranden raskt skiftet med stort sett sand. Dykking ble sløyfet i 1981 pga. relativ nærhet og likhet med st. B16 Laukhella. Både flora og fauna var relativt artsrike og med vanlige arter representert.

St. B16, Laukhella, var en svabergstrand litt vest for gult hus. Under ca 1 m gikk bunnen over til sand og, særlig noe dypere, med enkelte oppstikkende koller. Dette var en artsrik lokalitet både med hensyn til fastsittende alger (nær 60 arter) og dyr (over 40). For algenes vedkommende skyldes dette økningen i antallet av såvel rødalger som brunalger. Både for dyr og alger gjelder det at artsrikdommen ikke så mye skyldes tilkomst av arter som ikke er observert lenger inne i fjorden, men heller at flere av de tidligere funne arter her forekom i rikelig antall på samme sted. (Som kuriositet kan noteres meget store eksemplarer av rødalgen kjøttblad (Dilsea carnosa), som ble funnet i eksemplarer opp til 1,5 m lengde).

St. B14, Hinderåa, var lokalisert til fjellstrand nedenfor en rød bu og nær utløpet av en liten foss. Fjellbunnen spente over mer enn fjærebeltet, men et par meter under flomålet gikk den over i sand med enkelte fjellknatter. Stasjonen bar samme preg av artsrikdom som den innenforliggende B16 og viste ingen spesielle trekk i forurensningsbiologisk sammenheng.

#### 5.1.2 Variasjon i samfunnenes sammensetning fra indre til ytre deler av fjorden

Som grunnlag for denne vurdering har det bl.a. vært nødvendig å se på variasjonene i resultatene fra det ene år til det andre. For dette formål er det gjort beregninger i henhold til en likhetsindeks, for å få et tallmessig uttrykk for graden av likhet i resultatene. Likhetsindeksen er definert som:

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

a = antall observerte arter 1980

b = antall observerte arter 1981

c = antall felles arter for begge års observasjoner

Beregnet henholdsvis for dyr og alger hver for seg og sammen, ga dette som resultat:

DYR

St.	B 2	B 5	B6a	B 7	B 9	B12	B14	B16	Midde1
L	333	428	414	480	333	414	325	326	381

ALGER

St.	B 5	B6a	B 7	B 8	B 9	B12	B14	B16	Midde1
L	788	514	739	833	750	646	706	687	709

DYR OG ALGER SAMMEN

St.	B 5	B6a	B 7	B 9	B12	B14	B16	Midde1
L	623	469	638	578	575	593	563	577

For samfunnet i sin helhet kan det sies å være rimelig grad av samsvar mellom resultatene fra år til år - i betraktning av naturlig variasjon fra år til år og av at mange arter, særlig dyr, opptrer enkeltvis og med stor grad av tilfeldighet i relasjon til omkring 30 - 60 minutters undervanns-observasjon. Dette gjelder så meget mer når bunnforholdene, slik som på stasjonene i Ranafjorden, var delvis uegnet for hardbunnsorganismer og i alle tilfeller sterkt varierende. Baseres beregningene bare på vanlig forekommende og større arter av dyr, fås følgende likhetsindekser mellom 1980 og 1981:

St.	B 2	B 5	B6a	B 7	B 9	B12	B14	B16	Midde1
L	286	571	571	714	571	526	500	518	532

Selv om dette representerer en vesentlig større grad av likhet fra år til år enn ved å ta med alle observerte dyr, legger den betydelige variasjonen begrensninger på de konklusjoner som kan trekkes ut av data om organismsamfunnenes varierende sammensetning med økende avstand fra forureningskildene. Forholdet kan også tjene som illustrasjon av at metodikkens

utsagnskraft er begrenset, og at det i alle fall er for lite med bare ett års observasjoner. Helst burde det være fler enn to år etter hverandre.

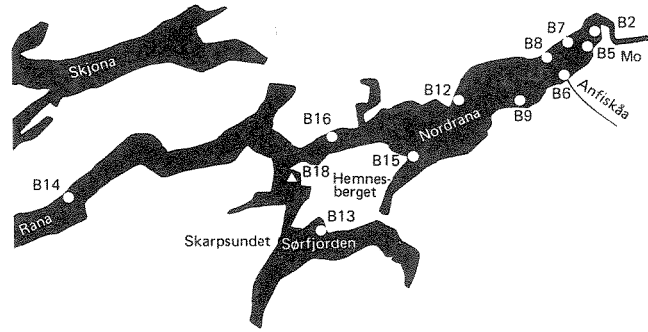
Beregnes likhetsindeks (basert på alle arter) mellom parvise stasjoner fremstår bilder for algesamfunn og dyresamfunn som vist i fig. 2. I fig. 3 er vist resultatet av en klynge-analyse av stasjonene, basert på observasjonene av henholdsvis planter og dyr. Samholdt med stagnasjonsbeskrivelsene foran fremgår det av figurene at:

- Stasjonene B2 (Koksverkkaja) og B5 (Moholmen) skiller seg fra de øvrige.
- dyrelivet på de ytre stasjonene (B14, B15, B16) viser forholdsmessig stor grad av samsvar.
- stasjonene B9 og B12 representerer en overgangssone mellom fattige algesamfunn innenfor og rikere samfunn på de tre ytterste lokalitetene.

Disse forskjellene skyldes både endringer i samfunnenes sammensetning og at artsantallet reduseres innover i fjorden. For dyrs vedkommende er dette illustrert i fig. 4 (antall registrerte dyr på de enkelte stasjonene) og i fig. 5 (utvalgte arters utbredelse i Ranafjorden). Det må understrekes at materialet ikke på noen måte er tilstrekkelig for å angi de egentlige utbredelsesgrenser. Fig. 5 tjener mest til å vise hvordan enkelte forurensnings- og/eller ferskvannstolerante arter forekommer selv under de ugunstige forholdene på st. 2, mens de fleste dyr ikke finnes lenger inn enn st. B5 og enkelte andre neppe opptrer annet enn sporadisk innenfor st. B12. Imidlertid ble både sjøstjernen Henricia sanguinolenta og sjøpungen Ciona intestinalis funnet lenger inn i 1975 enn i 1980-81. Forøvrig er flere arters innergrense flyttet innover jevnført med observasjonene forrige gang (sammenlign NIVA, 1977b).

Man kan forøvrig merke seg det nesten fullstendige fravær av kråkeboller (sjøpinnsvin) på de observerte stasjoner. Dette har en viss generell interesse i relasjon til den sjøpinnsvininvasjon som forekommer i en del andre fjorder og kystområder.

Forskjellen i algesamfunnene langs fjordens lengderetning er illustrert ved fig. 6, som viser det samlede antall rødalger, brunalger og grønnalger på hver stasjon, samt den prosentvise fordelingen mellom de tre gruppene. Det kan konstateres at artsantallet (som vanlig er i fjorder) synker markert



Alger

	B5	B6a	B7	B9	B12	B15	B16	B14
B5		468	500	364	465	387	400	349
B6a			645	533	543	507	471	483
B7				721	563	597	581	500
B9					694	693	688	667
B12						729	739	715
B15							700	679
B16								726
B14								

Dyr

	B2	B5	B6a	B7	B9	B12	B15	B16	B14
B2		438	424	345	250	242	182	159	128
B5			444	341	462	356	311	349	136
B6a				476	377	391	435	375	267
B7					367	429	429	333	286
B9						415	377	366	269
B12							435	518	267
B15								563	433
B16									590
B14									

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

a : antall arter på st. A

b : antall arter på st. B

c : antall arter felles for A og B

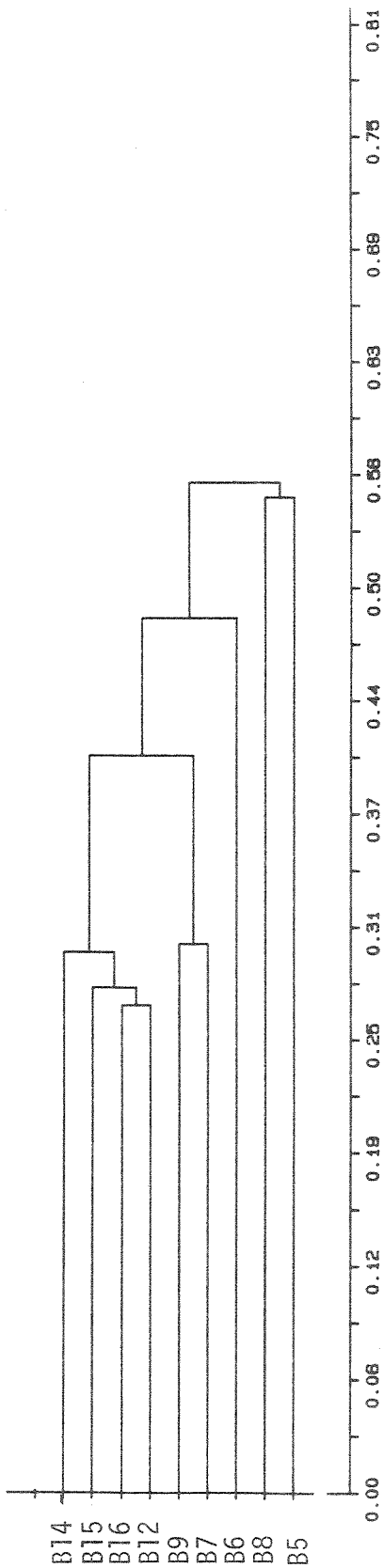
0 – 250

251 – 500

501 – 750

Fig. 2. Stasjonenes grad av innbyrdes likhet belyst ved en similaritetsindeks (L), basert på registreringer av henholdsvis alger og dyr i Ranafjorden 1980-1981.

RANAFJORD - GRUNTVANNNS ORG. - 1981-82  
TILSTEDE/IKKE TILSTEDE DATA FOR FLORA



RANAFJORD - GRUNTVANNNS ORG. - 1981-82  
TILSTEDE/IKKE TILSTEDE DATA FOR FAUNA

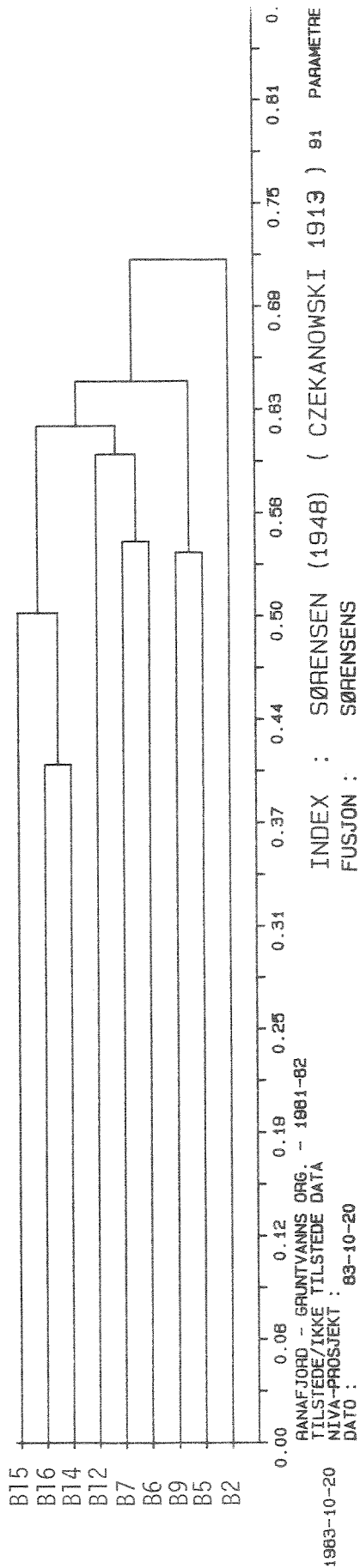


Fig. 3. Klyngeanalyser basert på flora- og faunaregistrering fra dykkerstasjoner (unntatt st. B8)

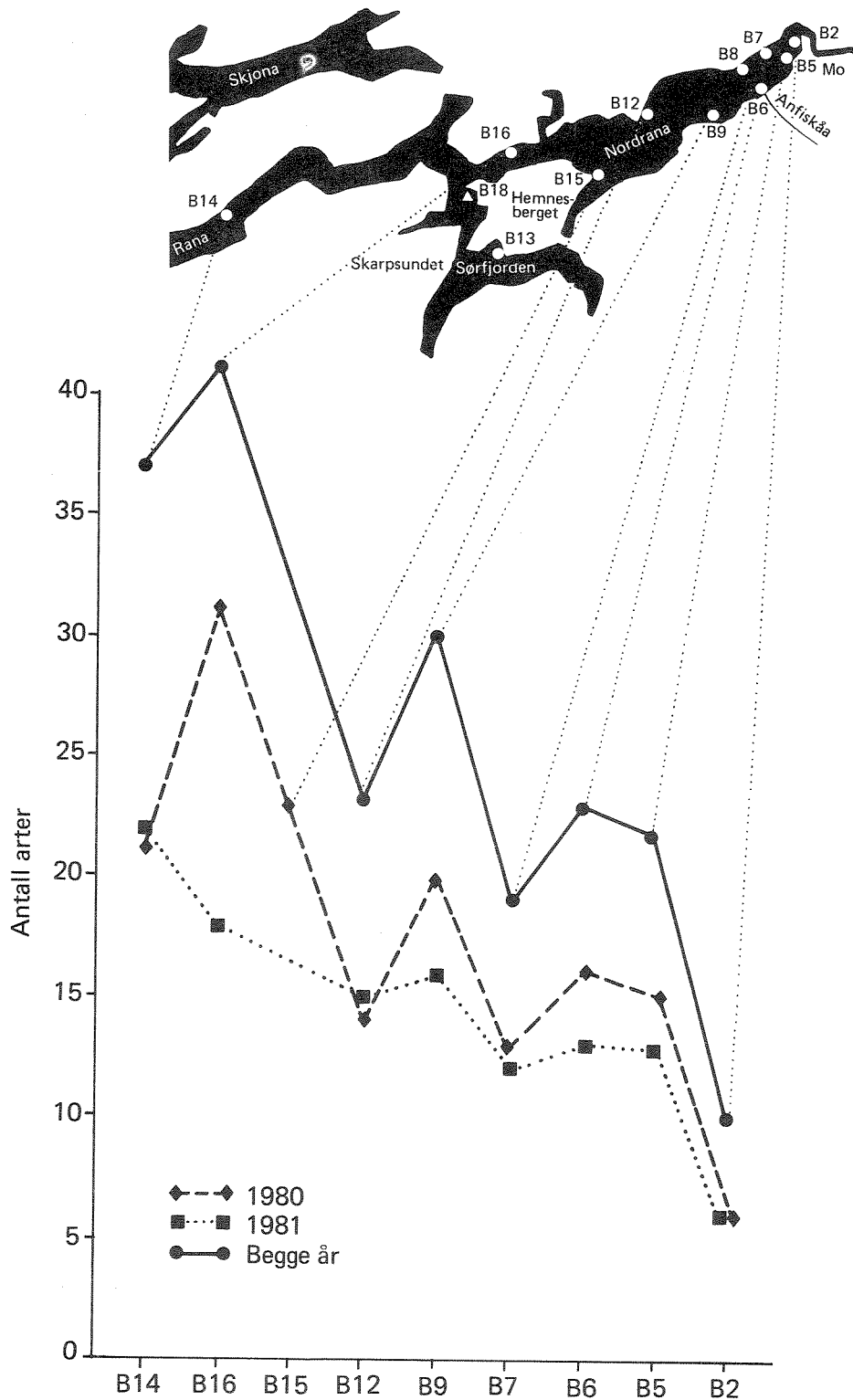


Fig. 4. Antall arter av dyr på stasjonene i Ranafjorden 1980, 1981 og begge år sammenlagt.

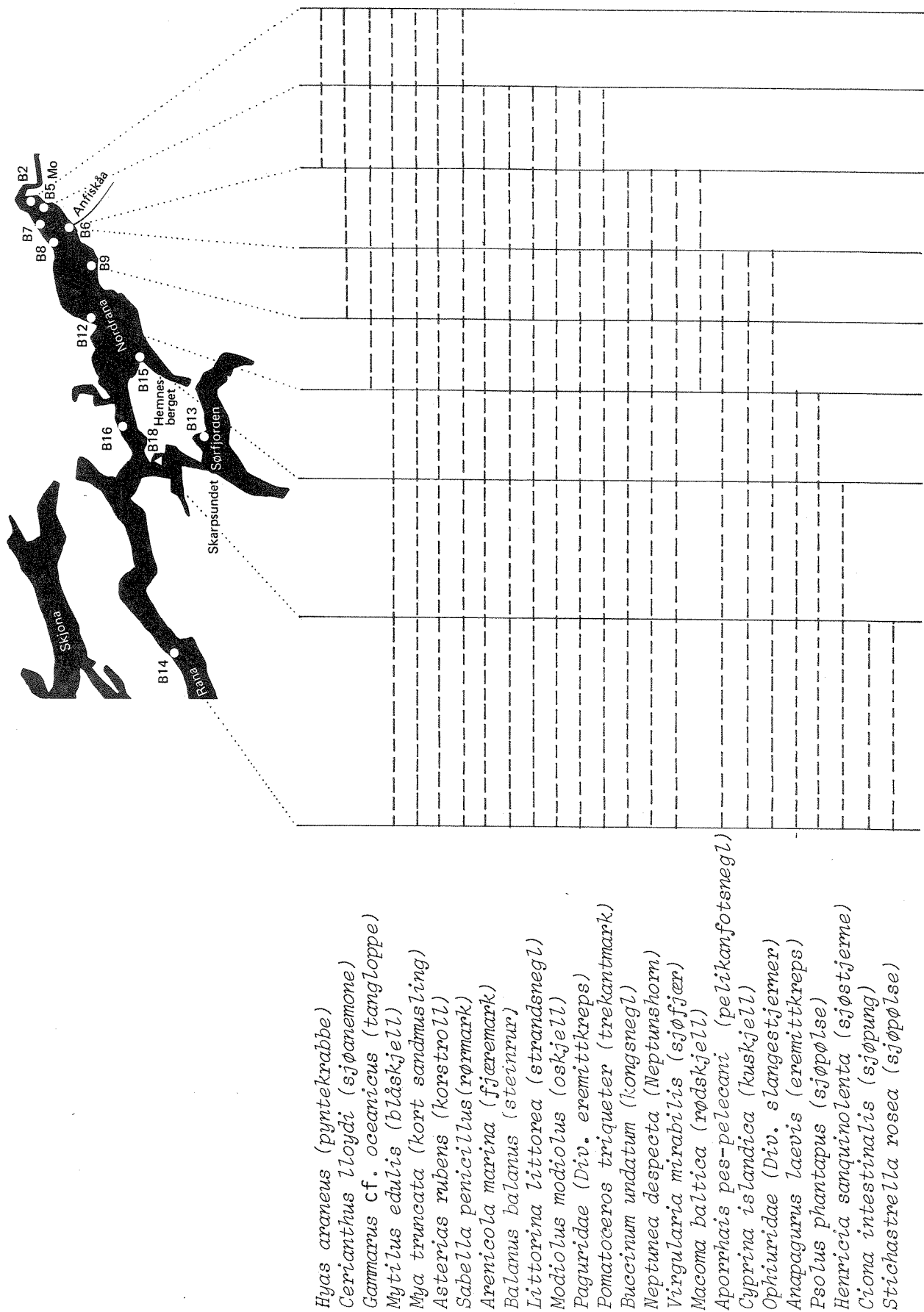


Fig. 5. Utbredelse av utvalgte vanlige arter av dyr i Ranafjorden 1980-81

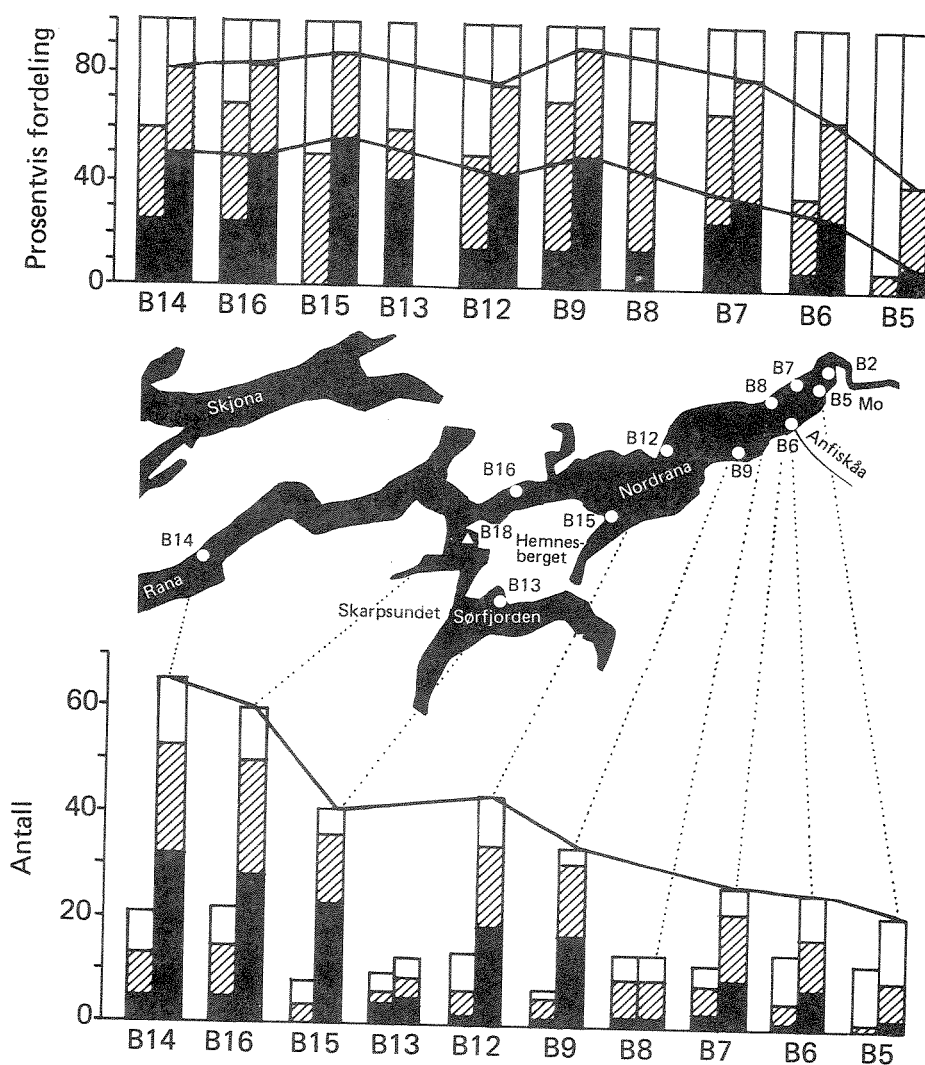


Fig. 6. Antall benthosalger registrert i forskjellige deler av Ranafjorden 1980-81 fordelt på rødalger ■, brunalger ▨ og grønnalger □. (Fjærestasjoner: B13 (delvis dykking) og B8). Kolonnene til venstre representerer 0-2 m. De øvrige kolonner representerer alle observerte arter.



mot fjordbunnen. Mens det ble observert et 60-talls arter på de to ytterste stasjonene, var antallet omkring 40 midtfjords (st. B15 Holmgalten - st. B9 Bjørnbærvika), synkende til omkring 25 innenfor Raudberget (st. B7) - Andfiskåa (st. B6). Samtidig endres samfunnets sammensetning fra en %-vis fordeling rødalger : brunalger : grønnalger på ca 45-50 : 30-35 : 15-20 på stasjonene på strekningen B14-B9 til ca 10 : 30 : 60 på innerste stasjon.

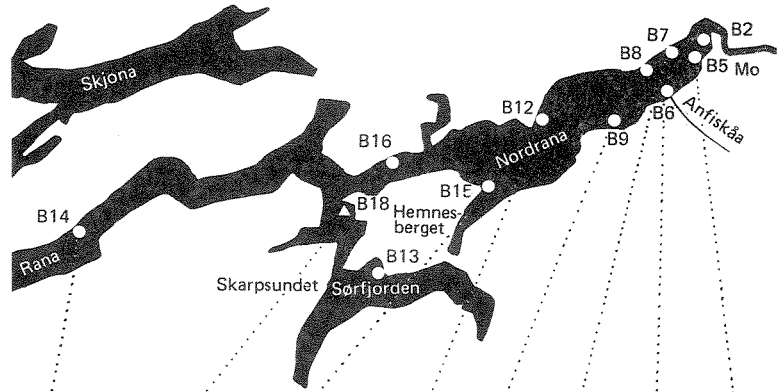
I fig. 7 er fremstilt utbredelsen av en del algearter som enten har hatt hyppig eller forholdsmessig vanlig forekomst på i hvert fall noen av lokalitetene. Det ses at de fleste av de vanlig forekommende artene har en innergrense minst så langt inn som st. B9. Dette betyr bl.a. at økningen i antall arter fra det midtre til det ytre området i stor grad skyldes arter som opptrer bare sporadisk eller sjelden. Bedømt bare etter hovedartene, ble det følgelig observert noe større grad av likhet i algesamfunnenes sammensetning mellom lokalitetene i det midtre og det ytre området enn det fremgår av fig. 2-3 og fig. 6.

### 5.1.3 Forurensningsbiologiske vurderinger

Bare på st. B2 (ved Koksverkkåia) og i mindre grad på stasjonene B5 og B6b bar de observerte organismsamfunn preg av forurensningsbelastning. Åpenbart var dette for den innerste stasjonen (B2), der alger ikke fantes og der faunaen var sterkt redusert. Sannsynligvis er vannets høye partikkelinnhold tilstrekkelig årsak, men som nevnt i kap. 3 kan det også gjøre seg gjeldende skadelig høye konsentrasjoner av giftige stoffer.

Foruten de skadelige nivåene av cyanid og hydrogensulfid kan også enkeltforbindelser av PAH virke giftig i så lave konsentrasjoner (Knutzen, 1978) at man selv etter størrelsesorden 100-1000 gangers fortykning av de aktuelle utslipp fra Jernverket og Koksverket ikke er garantert mot skade. Det er derfor overveiende sannsynlig at man ved eventuell måling av PAH i vann i området Toraneskaia - Koksverkkåia vil finne konsentrasjoner som innebærer risiko for giftvirkninger. Å observere hvor store vannmasser som permanent eller periodisk er preget av høye PAH-konsentrasjoner vil gi et viktig underlag både for den fremtidige overvåking i Nord-Rana og for bestemmelse av hvilke forurensningsbegrensende tiltak det er ønskelig å gjennomføre.

Den fattige faunaen på st. B2 føyer seg til observasjonene av hyppig forekomst av finneråte på torsk fanget i Ranosen (Skreslet, 1982) og dokumenterer indre Nord-Rana som et markert forurensningspreget område.



- Dumontia incrassata*  
*Ascophyllum nodosum* (grisetang)  
*Desmarestia aculeata* (kjerringhår)  
*Fucus serratus* (sagtang)  
*Laminaria digitata* (fingertare)  
*Laminaria saccharina* (sukkertare)  
*Pilayella littoralis* (perlesli)  
*Stictyosiphon tortilis*  
*Aerosiphonia centralis*  
*Blidingia minima*  
*Cladophora rupestris* (grønndusk)  
*Enteromorpha intestinalis* gr.  
 (tarmgrønske)  
*Rhizoclonium riparium*  
*Ulothrix* cf. *flacca*  
*Ulvaria obscura* var. *blyttii*  
*Antithamnion boreale*  
*Furcellaria lumbricalis* (svartkluft)  
*Phycodryx rubens* (eikeving)  
*Phyllophora truncata*  
*Polysiphonia urceolata*  
*Elachista fucicola*  
*Ectocarpus* cf. *siliculosus*  
*Fucus vesiculosus* (blæretang)  
*Laminaria hyperborea* (stortare)  
*Delesseria sanguinea* (fagerving)  
*Hildenbrandia rubra* (fjæreblood)  
*Rhodomela confervoides*  
*Bonnemaisonia hamifera*  
*Ceramium rubrum* (rekeklo)  
*Euthora cristata*  
*Odonthalia dentata*  
*Turnerella pennyii*  
*Chorda filum* (vanlig martaum)  
*Desmarestia viridis*  
*Dilsea carnosa* (kjøttblad)  
*Ptilota plumosa* (draugfjær)  
*Polysiphonia nigrescens*  
*Membranoptera alata*  
*Palmaria palmata* (søl)  
*Pelvetia canaliculata* (sautang)

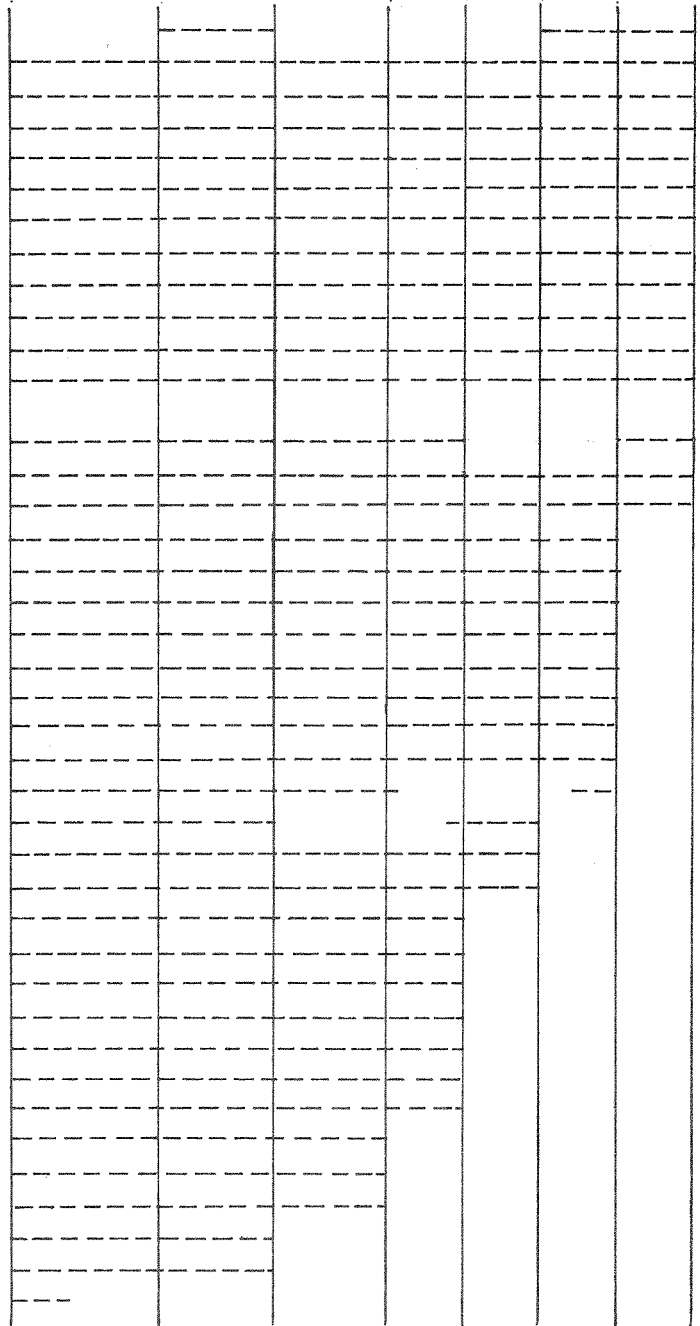


Fig. 7. Innergrense og omtrentlig utbredelse av utvalgte vanlige alger i Ranafjorden 1980-81

For stasjonene B5 og B6 er det mest bare algologisk grunnlag for å betegne de observerte samfunn som preget av forurensning. Dyresamfunnet viste bare usikre kvalitative utslag av påvirkningen. I noen grad henger dette sammen med at de mest belastede vannmasser - overflatelaget - allerede ved langvarige perioder med lav og/eller hurtig vekslende saltholdighet representerer et så ugunstig miljø for marine dyr at potensielle forurensningseffekter kan kamufleres. For st. B6a kan det imidlertid pekes på betydelig forekomst av den forurensningstolerante børstemarken Polydora sp. og for st. B6b's del funnene i 1981 av døde blåskjell og fjæremark. Men for å avgjøre ut fra resipientobservasjoner om vannet utenfor BNN til tider er akutt giftig, er det nødvendig med en observasjonshyppighet som ikke er praktisk gjennomførbar.

Forurensningenes utslag på algeb Bestandene er dels forsøkt belyst ved den omtalte forurensningsindeks (kap. 4.2). Resultatet av beregningene fremgår av fig. 8. Det ses at man får et klart utslag på st. B5, med en betydelig høyere indeksverdi enn på noen av de andre stasjonene. Samfunnene på B6 og B7 gir også indeksverdier som antyder utslag av forurensningsvirkning, men disse er moderate og av mer tvilsom utsagnskraft. At resultatene vurderes slik for disse stasjoner, skyldes bl.a. at indeksen også gir utslag på st. B12, som ligger betydelig lenger fra forurensningskildene; dessuten at indeksen i det hele ikke reflekterer særlige forskjeller mellom stasjonene utenfor st. B9.

Bedømt etter artsantall og samfunnenes sammensetning ses av fig. 6 at særlig stasjonene B5 og B6, delvis også B7, skiller seg ut. Alle tre stasjonene har lavt artsantall B5 og B6 dessuten en høy prosentvis andel av grønnalger og tilsvarende reduksjon av rødalgens andel (krf. også tabell A1). I følge Bokn (1979) er den vanlige prosentfordelingen mellom rødalger, brunalger og grønnalger på uforurensede steder, som ikke er alt for ferskvannspreget, ca  $45 \pm 10$  :  $35 \pm 10$  :  $15 \pm 5$ . Mens algesamfunnene utenfor Moholmen og ved Andfiskåa viste betydelig avvik fra dette, var fordelingen ved Rauberget innenfor de angitte variasjonsgrenser. Det gjelder også alle øvrige dykkerstasjoner. Det kan tilføyes at forholdene ved Moholmen, med bl.a. fravær av blæretang og meget redusert forekomst av grisetang, bekrefter erfaringer fra flere andre overgjødslede områder i Norge og andre land. Under slike forhold vil ofte ettårige grønnalger utkonkurrere de større tangartene.

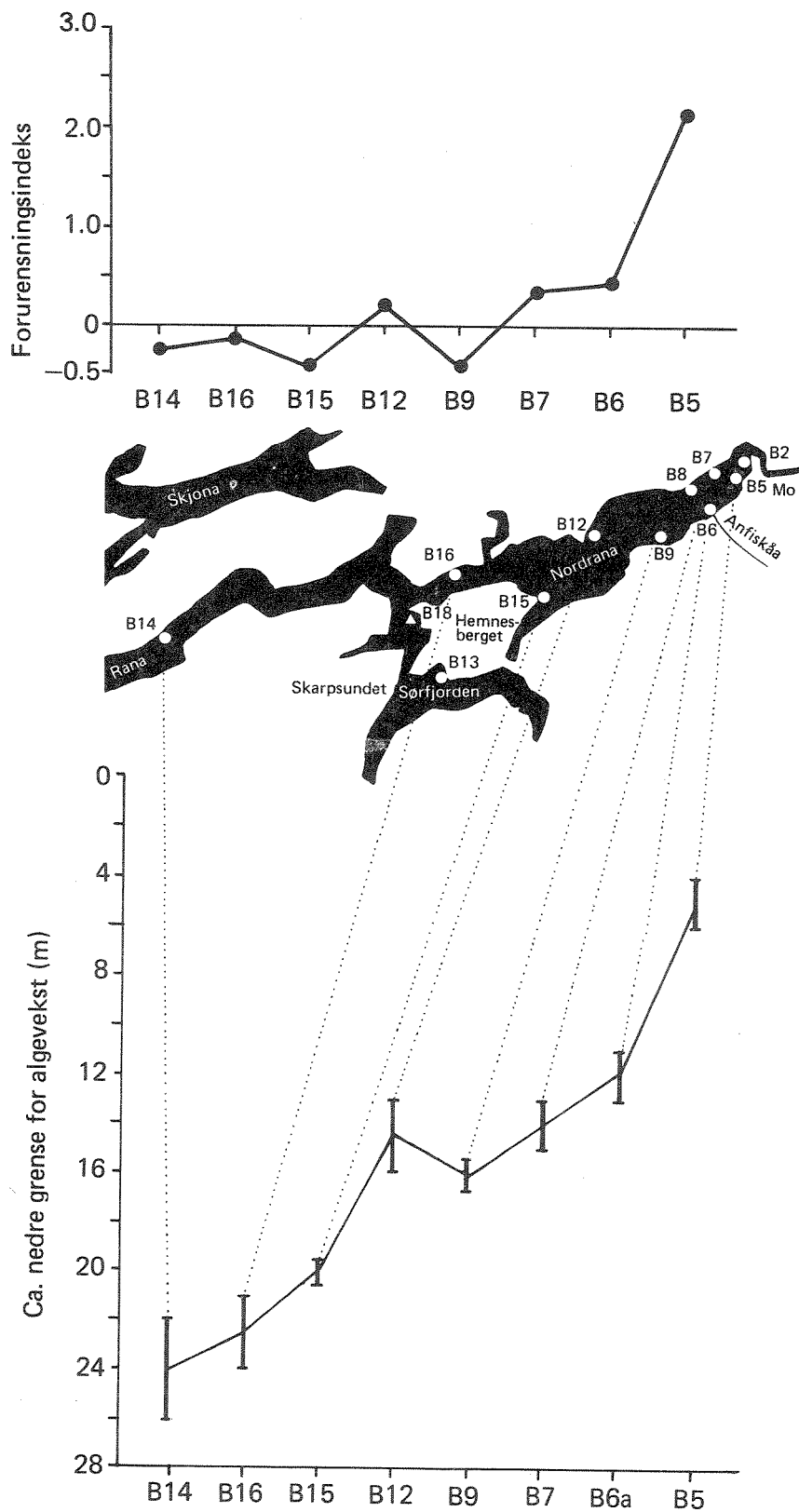


Fig. 8. Forurensningsindeks basert på alger (se tekst) og ca. nedre grense for vekst av fastsittende alger observert i Ranafjorden 1980 og 81.

Også mht. til nedre grense for vekst av fastsittende alger (fig. 8) var det st. B5 som var markert forskjellig fra de øvrige, dernest stasjonene B6 og B7.

I tillegg til det som her er nevnt kan masseforekomsten av trådformede grønnalger sammen med blågrønnalger i fjæra på st. B8 tyde på god tilgang av næringssalter.

På tross av en del usikkerheter er det rimelig god overensstemmelse mellom konklusjonene man kommer til ved noe forskjellige synsvinkler. Som en oppsummering kan derfor følgende sies om forurensningssituasjonen mht. til virkning på marine organismsamfunn:

- Området nord for Toraneskaia var sterkt forurensningspreget, med sannsynlige direkte giftvirkninger av utslipp, samt betydelige effekter av høyt partikkelinnhold i vannet og nedslamming.
- Organismesamfunnene utenfor Mo var dels redusert som følge av nedslamming. Fjærebeltets algesamfunn var også tydelig influert av gjødsling fra kommunale utslipp, i tillegg til den rikelige tilførsel av nitrogen i form av ammonium i avløpsvann fra Koksverket.
- Bortsett fra usikre indikasjoner på overgjødsling (st. B8, B7) og påkjenningen fra det deponerte oppredningsavfall ved st. B6, ble det ellers ikke registrert sikre skader på marint dyre- og planteliv. Fravær av påviste skader utelukker likevel ikke at en forringelse av marine samfunn også kan ha skjedd i midtre deler av Ranafjorden, men mangelen på opplysninger om førtilstanden og generelle kunnskapsbegrensninger gjør at vurderinger av disse forhold bare kan bli spekulative.

For eventuelt å få et solidere grunnlag for en bedømmelse av forurensningseffektene utbredelse vil det være nødvendig å observere gruntvannsamfunnene over flere år. Hvis dette blir aktuelt ved den fremtidige overvåking i fjorden, bør også innsatsen konsentreres om de midtre og indre deler av fjorden (fra B9-B12 og innover), dessuten om forholdene i de øvre 10-12 m for alger og øvre 15-20 m for dyr. Begrunnelsen for dette er at svært lite informasjon vil gå tapt ved denne begrensning. Med de bunnforhold som er

fremherskende i fjorden vil også fastleggelse av nedre grense for algevekst nødvendigvis måtte bli noe vilkårlig og derfor sannsynligvis av mindre interesse. (Dette bør likevel vurderes nærmere i forhold til endringer som kan følge av den planlagte regulering av Svartisen).

I det foregående er det ikke funnet grunn til å drøfte i detalj den anvendte metodikkens begrensninger. Enkle felt-økologiske studier bygget på tilstedeværelse/fravær kan bare gi sikre utsagn om forurensningseffekter ved sterk belastning. Her skal bare kort nevnes hovedårsaken:

- Manglende eksakte kunnskaper om mange arters krav til de fysiske/kjemiske omgivelsene, om deres toleranse overfor ulike typer av forurensningspåvirkning, samt om konkurransemessige og andre biologiske forhold som leder til naturlige bestandssvingninger.
- Vanskeligheter med å skille den sammensatte "fjordeffekt" (ferskvannstress, grumsing, nedslamming, redusert lystilgang, dårlig vannutveksling, etc.) fra forurensningseffekter. I Ranafjorden, som i en rekke andre fjorder, faller endringen i grad av forurensningsbelastning sammen med gradienten for elvevannsinnflytelse.
- Få anvendelige indikatorarter. For hardbunnsfauna mangler indikator-systemer helt; for fastsittende alger har det foreløpig eneste systemet - brukt her - i hvert fall begrensninger av plantegeografisk karakter. Dette gjør en regional anvendelse tvilsom. I prinsippet gjelder systemet også bare algesamfunnets reaksjon på gjødselstoffer, som ikke nødvendigvis er samsvarende med responsen på veksthemmende påkjenninger.

Å overkomme disse vanskeligheter i fremtiden vil kreve forskning langs følgende hovedlinjer:

- Eksperimentelle undersøkelser av nøkkelarters toleranse overfor ferskvannspåvirkning og belastning med ulike forurensende stoffer.
- Ved feltstudier ytterligere konsentrasjon om få lokaliteter som følges over en årrekke, fortrinnsvis med kvantitative metoder.

## 6. MILJØGIFTER I ORGANISMER

Foruten giftige stoffer som hurtig omsettes og fortynnes til ufarlige konsentrasjoner tilføres Ranafjorden betydelige mengder metaller og potensielt kreftfremkallende forbindelser. De sistnevnte er enkelte forbindelser innen gruppen tjærestoffer, som for det meste omfatter polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). (Som nevnt kan PAH også gi vanlige giftvirkninger i form av veksthemming, etc.).

Både metaller og PAH kan tas opp og lagres til høye konsentrasjoner i planter og dyr. Utvalgte indikatorarters innhold av stoffene kan derfor brukes til å spore en forurensningskildes innflytelsesområde.

I tillegg vil spiselige organismers innhold av metaller og PAH ha hygienisk og næringsøkonomisk interesse. I Ranafjorden gjelder dette særlig innholdet av potensielt kreftfremkallende stoffer i muslinger (skjell), eventuelt også fisk fra de mest utslippsnære områder.

Omfanget av analyser på miljøgiftinnhold i organismene fremgår av tabell 2 i kap. 4.

### 6.1 Metaller i tang og skjell

Resultatene av metallanalysene er gjengitt i appendikstabellene A3 (grise-tang), A4 (blæretang), A5 (blåskjell) og A6 (oskjell).

Tabellene viser at algenes og muslingenes metallinnhold med få unntak var lavt eller i hvert fall lå under det som kan kalles et høyt "normalnivå". Denne konklusjonen hviler på jevnføring med sammenstilte data om bakgrunnsnivåer av metaller i tang og blåskjell fra bare diffust belastede områder, (Knutzen, 1979, 1983). For vurderingen av oskjell-data er det gjort sammenligninger med resultater hos Segar et al. (1971), Andersen (1973), Andersen og Neelakantañ (1974) og NIVA (1982b)

For metallene kvikksølv, kadmium, kobber, krom og nikkel gjelder ovenstående konklusjon fullt ut.

Sink viste derimot noe forhøyede konsentrasjoner både i tang og muslinger; opp til 2-3 x et høyt normalnivå i grisetang, blæretang og blåskjell, muligens det samme i oskjell (som imidlertid synes å ha stor evne til å akkumulere sink). For alle artene gjaldt at konsentrasjonen var lavest på den ytterste av gruntvannstasjonene (B14), mens det ellers ikke var noen åpenbare systematiske variasjoner med avstanden til forurensningskildene.

Bly forekom også i noe forhøyede konsentrasjoner på enkelte tang-stasjoner, men usystematisk både i forhold til tid og sted (se f.eks. tabell A4, stasjonene B6a, B6b og B15 og tabell A3, st. B8 1980/1981). I både blåskjell og oskjell lå blyinnholdet opptil 2-3 (5) x et høyt "normalnivå", til dels også i skjell fra stasjoner langt ute i fjorden.

Det lot seg ikke spore noen effekt av utluting fra avgangen til Bergverkselskapet Nord-Norge, til tross for de overkonsentrasjoner som er konstatert for totalinnholdet av bly (og i mindre grad for sink og kadmium) i nærliggende vannmasser (NIVA, 1983b). Det må imidlertid tas forbehold for den sparsomme forekomst av indikatorarter i nærområdet til avgangsmassene. Ved fremtidig overvåking i Ranafjorden bør opplysningene i foreliggende rapport søkes supplert ved ytterligere observasjoner omkring st. B6b, særlig mht. metallinnholdet i blåskjell.

Den observerte forekomst av betydelige mengder små jernpartikler i overflatelaget av hele Ranafjorden (NIVA, 1983b) aktualiserer at innholdet av jern i blåskjell (subsidiært også i tang) gjøres til gjenstand for en spesial-undersøkelse eller inngår i fremtidig overvåking.

## 6.2 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i hvirvelløse dyr og tang

(PAH er egentlig en litt for snever betegnelse på de analyserte tjærestoffer, idet disse også omfatter en del heterosykliske forbindelser. Disse er imidlertid av underordnet betydning hva angår antall og mengde).

Resultatene av PAH-analysene er samlet i appendikstabellene A7 - A12. I disse tabellene er det også summert konsentrasjonene av alle forbindelser som i oversikten til U.S. National Academy of Science (NAS, 1972) er betegnet som (potensielt) moderat til sterkt kreftfremkallende (KPAH), mens stoffer som bare er påvist å ha svake cancerogene egenskaper, ikke er inkludert i summen av KPAH. (I appendikstabellene er de stoffene det dreier seg om merket med en eller flere \*).



Det må understrekes at KPAH er en variabel som innbefatter flere usikkerheter. Analyseteknisk skyldes dette at man ved identifikasjonen av enkeltforbindelser ikke alltid er i stand til å skille forbindelser som er potensielt kreftfremkallende fra stoffer som ikke er det. Eksempler fra denne undersøkelsen er paret benzo(ghi)fluoranthene og benzo(c)phenantrene, hvorav bare sistnevnte er cancerogen; likeledes benzo(j)- og benzo(k)fluoranthene, eventuelt alle de tre isomere benzo(b,j,k)fluoranthene. I slike tilfeller er det her - som en rent praktisk foranstaltning - regnet med en forholdsmessig andel av den kreftfremkallende forbindelsen. Den andre viktige usikkerhet skyldes at det for de aktuelle forbindelser er en varierende dokumentasjon av kreftfremkallende egenskaper (ulike former for eksponering, forskjellige forsøksdyr o.a.).

#### 6.2.1 PAH-konsentrasjoner jevnført med bakgrunnsnivåer og data fra andre områder -----

Hovedresultatene er vist i fig. 9-11, som henholdsvis viser konsentrasjonene i blåskjell og oskjell begge undersøkelsesår og andelen av kreftfremkallende forbindelser (fig. 9-10), samt jevnfører utvalgte arters evne til å akkumulere PAH (fig. 11). (Ett av de gjengitte analyseresultatene - PAH i blåskjell fra stasjon B5 i 1980 - beror sannsynligvis på en feilanalyse eller ombytting av prøver, da resultatet faller utenom ellers tydelige variasjonsmønstre).

Figurene viser delvis ekstremt høye konsentrasjoner av PAH i blåskjell og oskjell. Sammenlignet med det man kan observere i skjell fra bare diffust belastede vannforekomster, representerer de høyeste verdiene overkonsentrasjoner på minimum 500-1000 ganger. Tilsvarende, men ikke fullt så høye konsentrasjoner er registrert i skjell fra andre fjorder i Norge, men er så vidt vites ellers ikke publisert (fra undersøkelser i utlandet).

PAH-belastningen kan tydelig spores langt ut i fjorden, selv om konsentrasjonene i begynnelsen synker raskt med økende avstand fra utslippet (fig. 9-10). Mer enn 20 km ut i fjorden var overkonsentrasjonene fremdeles ca 200 ganger for blåskjells vedkommende og 10-50 ganger for oskjell. Selv i en avstand av nærmere 5 mil (st. B14) lå PAH-nivåene i blåskjell minimum 20-25 ganger over "bakgrunnsnivået" og i oskjell 10-25 ganger over. Det er mulig, men mindre sannsynlig, at det er PAH fra industrien i Mo som også kan spores helt ut til Løkvik (st. B17, fig. 1), omkring 70 km unna. Men for denne

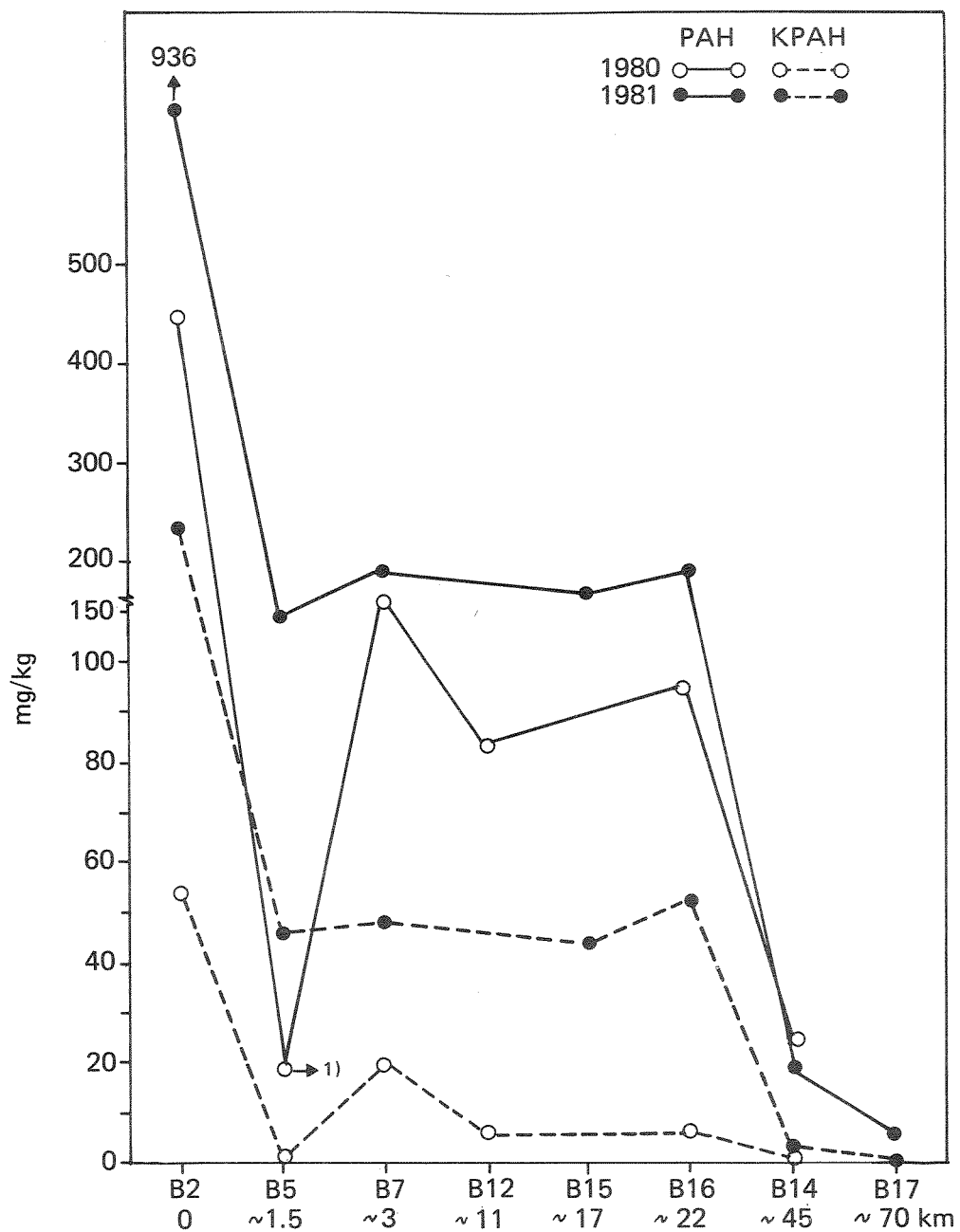


Fig. 9. PAH og KPAH (se tekst) i blåskjell fra Ranafjorden 1980 og 1981, mg/kg tørrvekt. (Merk skalaendring).

1) Mulig feilanalyse eller ombytting av prøver.

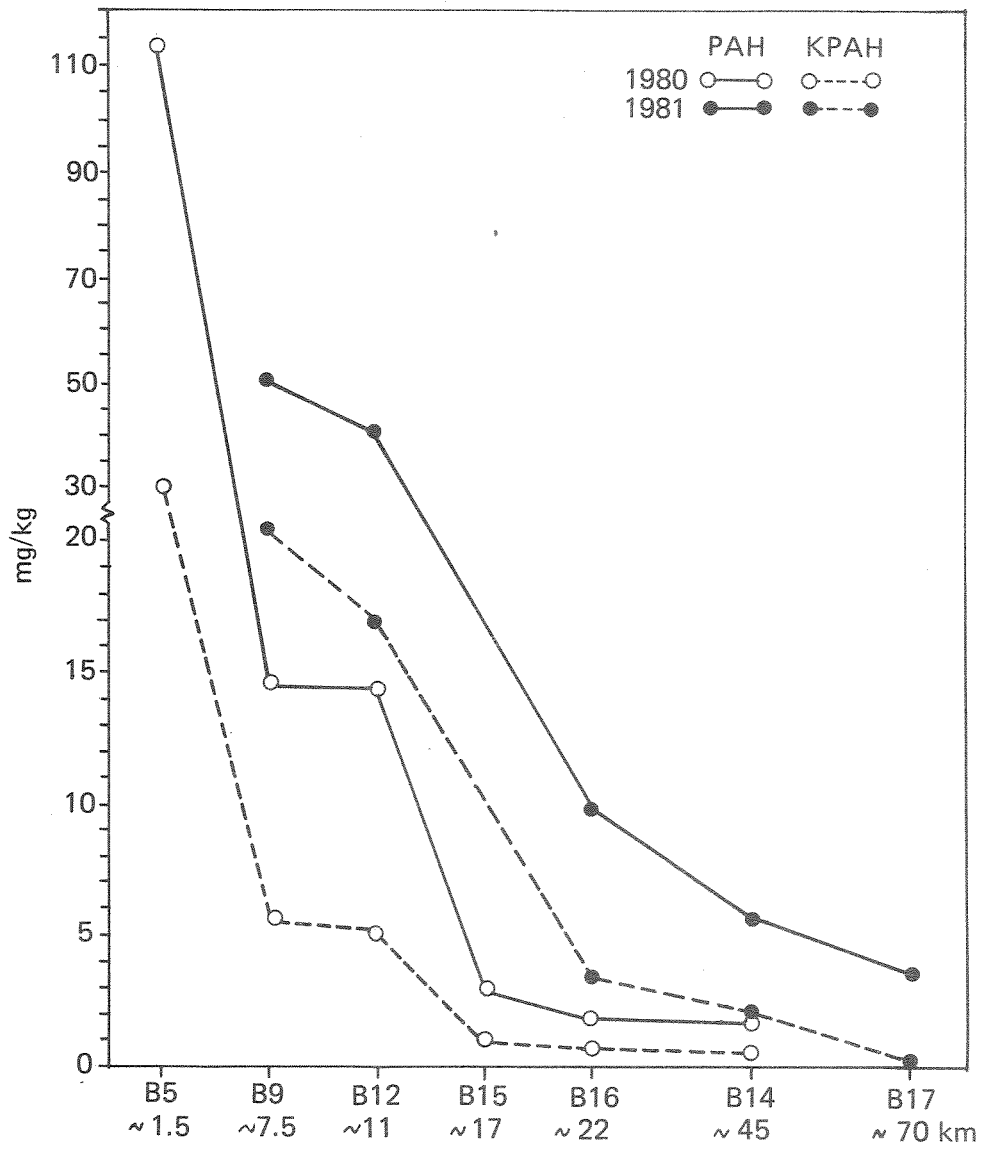


Fig. 10. PAH og KPAH (se tekst) i oskjell fra Ranafjorden 1980 og 1981, mg/kg tørrvekt. (Merk skalaendring).

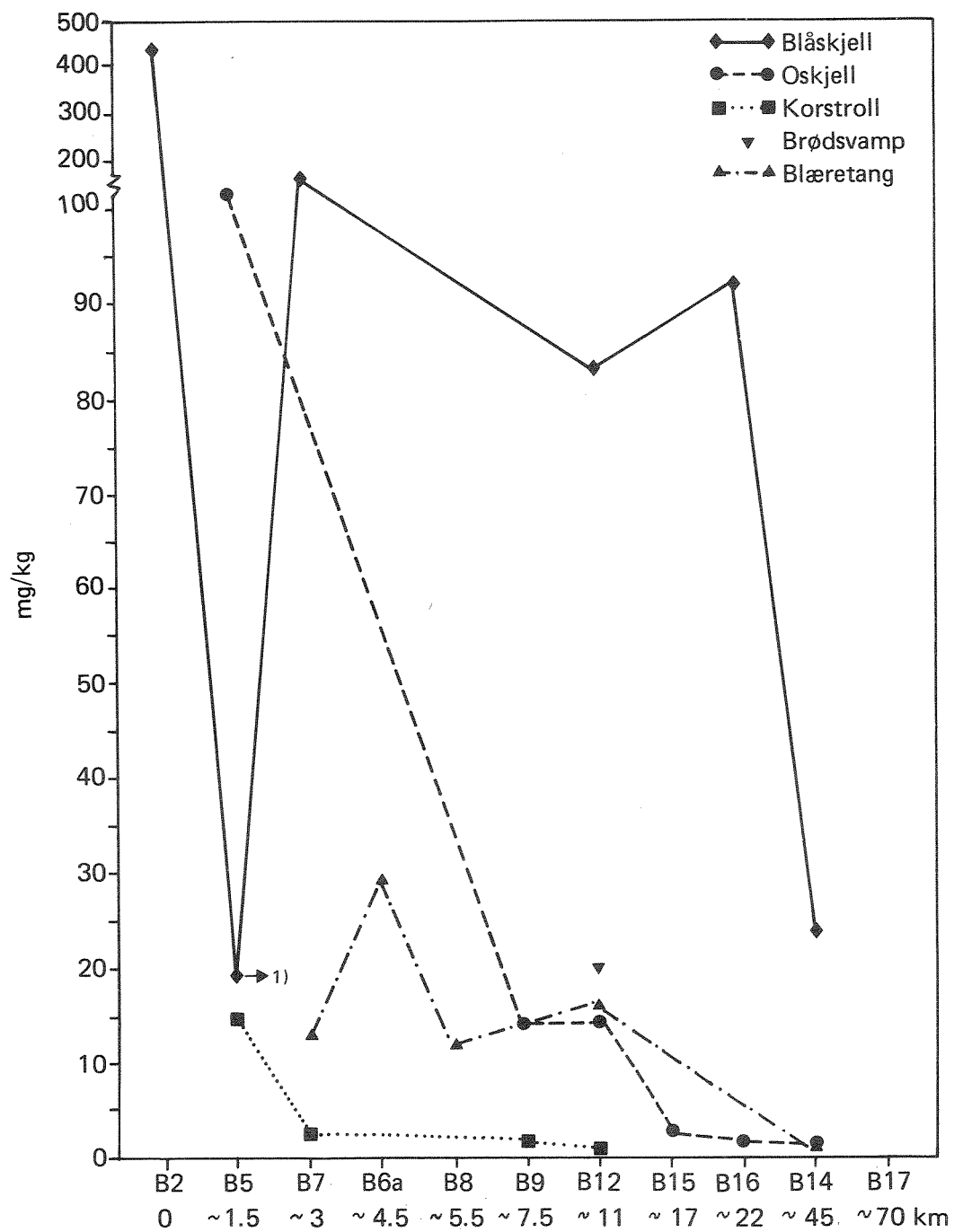


Fig. 11. Sammenligning av PAH-konsentrasjonene i blåskjell, oskjell, korstroll (sjøstjerne) og blæretang fra Ranafjorden 1980, mg/kg tørrvekt.

1)  
Mulig feilanalyse eller ombytting av prøver.

stasjonen er det mer trolig at de forhøyede PAH-nivåene skyldes (eventuelt episodisk) lokal påvirkning. Stasjonen ligger ikke langt fra Sandnessjøen, som kan være en kilde til PAH-forurensning pga. båttrafikk og industrivirk-somhet. At belastningen stammer fra en lokal kilde, bestyrkes av den avvikende PAH-sammensetningen (fig. 12-13)

At PAH-utslipp kan ha langtrekkende innflytelse på vannkvaliteten, er en vanlig erfaring fra fjorder med stor belastning og tilsvarende fortynnings- og vannutskiftningsforhold som i Ranafjorden (Se f.eks. NIVA, 1981, 1982c).

KPAH's andel av total-PAH i blåskjell utgjorde i 1980 ca 5-10% (tabell A7), mens andelen i følge 1981-resultatene var så høye som 20-30%, unntatt på st. B17. Hva denne forskjellen mellom 1980 og 1981 kan bero på er det ikke grunnlag for å ha noen bestemt mening om. Det samme gjelder det forhold at 1981-konsentrasjonene i både blåskjell og oskjell synes å være betydelig høyere enn året før. At det er to forskjellige laboratorier som har utført analysene, skulle ikke kunne gi så stort utslag som det her er tilfellet. I prinsippet er det benyttet samme metodikk, og flere interkalibreringer har gitt tilfredsstillende samsvar i resultatene. PAH-analyser er imidlertid kompliserte, og særlig er mengdebestemmelsene usikrere enn metodikkens teoretiske ømfintlighet tilsier. Dette gjør at man generelt sett må regne med en betydelig usikkerhet.

I oskjell lå andelen av potensielt kreftfremkallende forbindelser begge år på ca 30-40%. Unntatt er igjen skjell fra stasjon B17 lengst unna, hvilket kan antyde enten en selektiv nedbrytning/sedimentering eller helst at kilden for PAH her i hovedsaken er en annen enn industrien i Mo.

Bortsett fra den forholdsmessige lave konsentrasjon av KPAH i både blå-skjell og oskjell på st. B17, var det ingen bestemt tendens til at andelen av kreftfremkallende PAH-forbindelser sank eller steg med økende avstand fra utslippene.

Av sammenligning mellom ulike arters PAH-innhold på samme lokalitet (fig. 11) ses at blåskjell med ett unntak inneholder høyere konsentrasjoner enn de andre artene. (Og dette unntaket beror som nevnt sannsynligvis på en feil). Delvis kan årsaken være at vannet har ulikt PAH-innhold i forskjell-ig dyp. PAH er generelt lite løselig i vann og vesentlig knyttet til par-tikler. Det er sannsynlig at mesteparten av de PAH-holdige partikler er så

lette at de får betydelig høyere konsentrasjon over spranglaget, der blåskjellene er hentet fra, enn dypere nede der oskjell vokser. Jernverkets hovedkloakk går også ut på grunt vann, slik at belastningen primært er på overflatelaget. De lette PAH-partiklene holder seg svevende langt utover i fjorden, mens oskjellbestandene bare belastes ved en langsom sedimenteringsprosess. Selv om det er observert markert forhøyede PAH-konsentrasjoner i sedimentene (NIVA, 1977b), viser overslagsberegninger at mindre enn 10% av de årlige utslipp tilføres bunnen i Nord-Rana.

Forskjellig levevis og akkumleringsegenskaper spiller imidlertid også en rolle for ulike PAH-nivåer. Det generelt lavere "bakgrunnsnivået" av PAH i oskjell sammenlignet med blåskjell kan antyde at blåskjell anriker PAH sterkest (eller utskiller saktere). Foreløpig er det imidlertid bare svakt belegg for denne antagelse (enkeltobservasjon av mest PAH i blåskjell når de to artene ble funnet i omtrent samme dyp; kfr. NIVA, 1982c).

Det markerte innholdet av PAH i blæretang langt utover i fjorden bekrefter at også tang kan benyttes som indikator på PAH-forurensning, hvis muslinger ikke skulle være tilgjengelig. Dette er tidligere vist ved undersøkelser i Vefsnfjorden (NIVA, 1981) og ved Lista (NIVA, 1983d). Ulempene med å bruke alger er at det ikke er undersøkt i hvilken grad innholdet skyldes egentlig inntak, og ikke bare adsorpsjon til overflaten av PAH-holdige partikler, dessuten at det synes å bli en underrepresentasjon av bl.a. de kreftfremkallende forbindelsene.

Det ses også av fig. 11 at svamp muligens er en brukbar indikatorgruppe; derimot ikke sjøstjerner. De ulike indikatoregenskapene til forskjellige arter og grupper skyldes i hovedsaken ulik evne til å omsette og/eller utskille PAH. Hos muslinger er denne evne generelt sett lite eller ikke utviklet (Neff, 1979). Heller ikke hos alger er det påvist evne til biokjemisk omsetning av PAH (Neff, 1979).

#### 6.2.2 Sammensetningen av PAH i organismer jevnført med

##### PAH-profilen i avløpsvann

De største kildene for PAH i Ranafjorden er hovedkloakken til Norsk Jernverk og Koksverkets utslipp direkte til Nord-Rana (betegnet "Ny D" i NIVA 1983a). Av disse er Jernverkets bidrag størst - størrelsesorden 50 tonn pr. år, mot Koksverkets 10-15 tonn pr. år.

Med forbehold om at analyseantallet er helt utilstrekkelig for å få representative data, synes sammensetningen av avløpsvannet fra de to bedriftene å vise flere karakteristiske forskjeller. Viktigst er at andelen med potensielt kreftfremkallende stoffer var størst i avløpsvannet fra Jernverket (15-20% av totalinnholdet, mot mindre enn 5% fra Koksverket etter installering av sandfilter for det mest tjæreholdige avløpsvannet).

Videre var det et betydelig innslag av forholdsmessige flyktige og vannløselige forbindelser (naftalener o.a.) i Koksverkets spillvann, mens slike forbindelser var av underordnet betydning i Jernverkets utslipp. Fra Jernverket kom en PAH-blanding der tyngre bestanddeler (4 eller flere benzenringer i molekylet) utgjorde 50-70% av totalkonsentrasjonen. I Koksverkets utslipp var andelen av slike forbindelser 10-50%, henholdsvis etter og før sandfilteranlegget ble tatt i bruk.

I fig. 12 er det gjort en jevnføring av PAH-sammensetningen i ulike typer av materiale, basert på prosentandelen av summen av tre middels tungtløselige og tre meget tungtløselige hovedkomponenter. De mest flyktige av forbindelsene (naftalener o.a.) er ikke inkludert som egen gruppe fordi de enten ikke finnes eller bare er registrert i ubetydelige konsentrasjoner i organismene.

Med forbehold for de variasjoner som gjør seg gjeldende i samme type materiale (tabellene A7 - A12), og særlig de utilstrekkelige opplysningene om avløpsvannets sammensetning, kan det trekkes en del foreløpige konklusjoner:

- Spesielt i oskjell og korstroll, men delvis også i blåskjell, var det en forholdsmessig anrikning (jevnført med avløpsvann) av de mest tungtløselige PAH-forbindelsene, som bl.a. inkluderer 2-3 kreftfremkallende stoffer. Derimot hadde blæretang en forholdsmessig overvekt av de noe mer lettløselige stoffene. De her nevnte forskjeller har åpenbar interesse for hvilke arter som bør benyttes som indikatorer. Hvis man skal unngå underrepresentasjon av de mest interessante stoffene, er ikke tang brukbar som erstatning for muslinger.
- Stort sett er artenes PAH-profil mest i samsvar med sammensetningen av avløpsvannet fra hovedkloakken til Norsk Jernverk A/S. Det er derfor

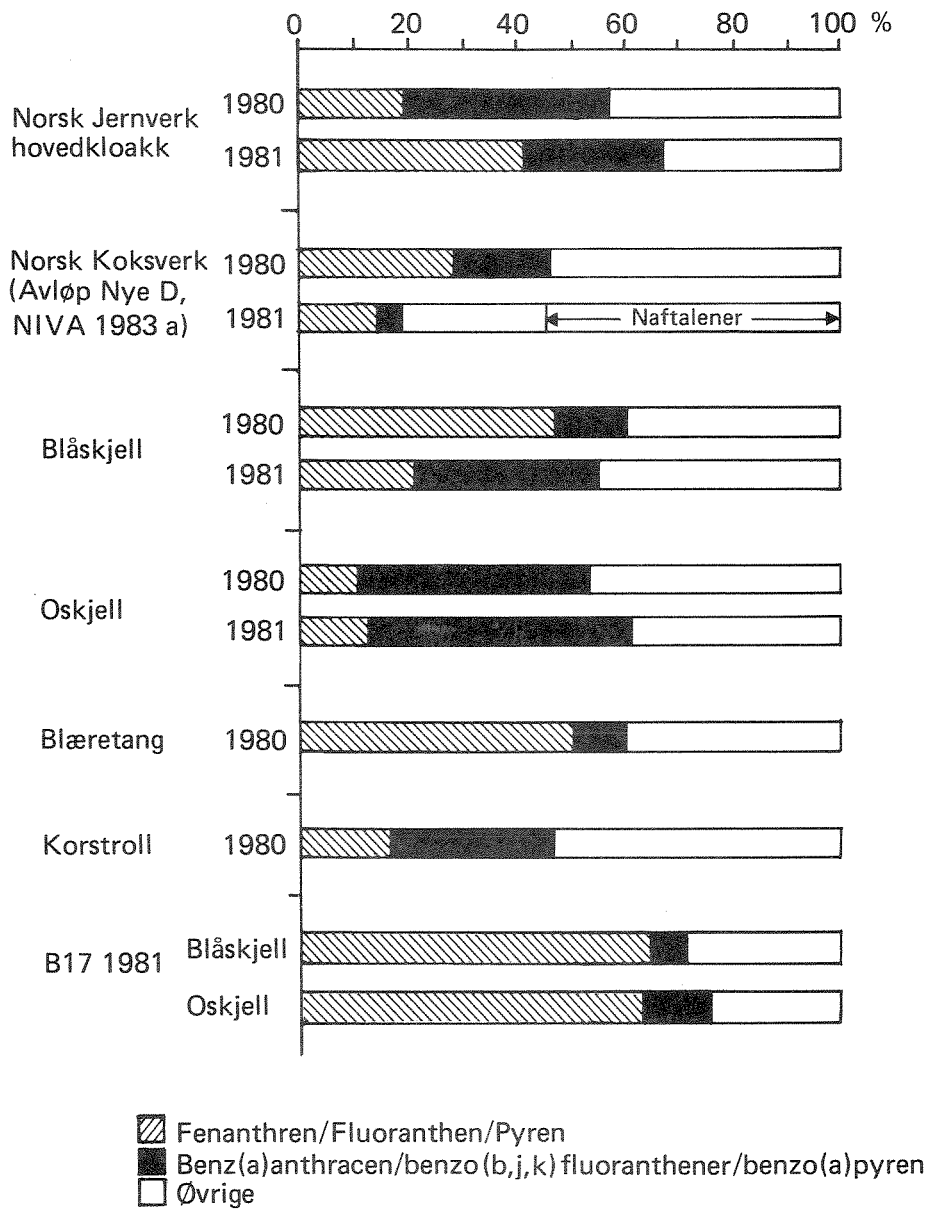


Fig. 12. Prosentvis andel av utvalgte PAH-forbindelser i avløpsvann og organismer (middelverdier for alle stasjoner med unntak av B17 og B18), Ranafjorden 1980-81.



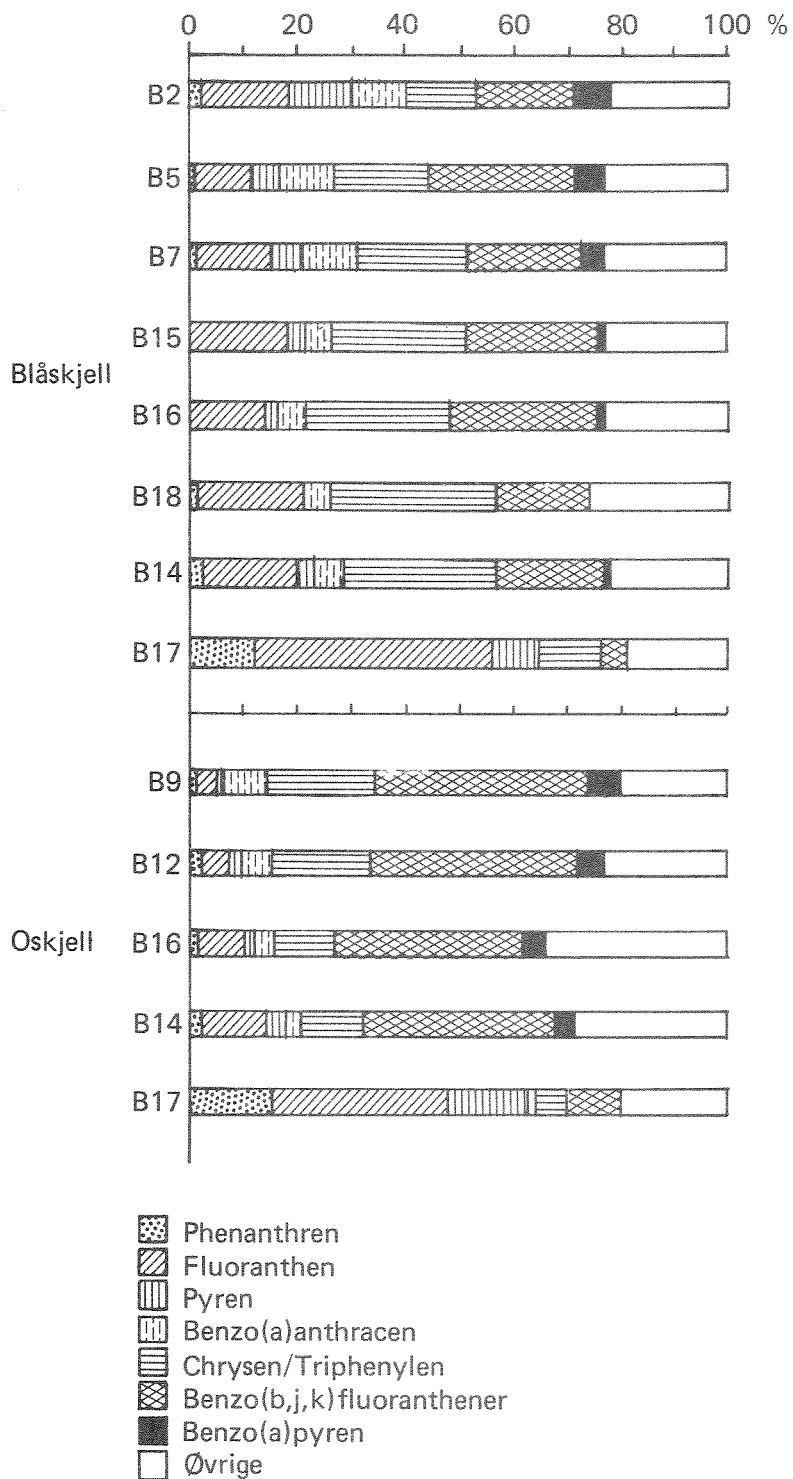


Fig. 13. Sammensetning av PAH i blåskjell og oskjell med økende avstand fra utlippene, Ranafjorden 1981.

ikke bare et kvantitativt, men også kvalitativt belegg for å anta at det er Jernverkets utslipp som spiller størst rolle for det høye PAHinnholdet i organismer.

Variasjonen i sammensetningen av PAH i blåskjell og oskjell med økende avstand fra utslippene er belyst i fig. 13. Fra denne fremstilling kan en merke seg:

- Stort sett var det forholdsmessig små variasjoner i hver av artenes PAH-profil fra indre til ytre fjordområde (unntatt st. B17, se nedenfor).
- Andelen av det kreftfremkallende benzo(a)pyren (B(a)P) i blåskjell synes å synke utover i fjorden. Muligens gjalt det samme for B(a)P i oskjell. Imidlertid var tendensen i 1980 mindre utpreget for begge arter.
- Både i blåskjell og oskjell synes andelen av benzo(a)anthracen å avta med økende distanse fra utslippene. Det samme var tilfellet i 1980.
- Den relative mengde av pyren i blåskjell avtok utover - også i materialet fra året før.
- Den prosentvise forekomst av benzofluoranthener var regelmessig betydelig høyere i oskjell enn i blåskjell.
- Sammensetningen av PAH i blåskjell og oskjell fra den ytterste stasjonen var markert ulik de øvrige PAH-profilene. Dette tyder på at det i omegnen av denne stasjonen har vært (eventuelt er) tilførsel av PAH fra andre kilder.

### 6.2.3 Vurdering av praktiske konsekvenser

Da det tilligger helsemyndighetene og Fiskeridirektoratet å bedømme eventuelle konsekvenser for sine respektive forvaltningsområder, skal det her bare pekes på problemer som i prinsippet kan følge av de høye PAH-konsentrasjonene som er observert.

Ut fra de grenseverdiene Verdens Helseorganisasjon har anbefalt for PAH i drikkevann (WHO, 1971) skulle muslinger fra Ranafjorden være lite anbefalelsesverdig å spise. Grenseverdien for vann tilsvarer en årsdose av seks vanlige PAH på tilsammen ca. 0,2 mg. Imidlertid lar det seg også enkelt beregne ut fra kunnskaper om PAH-innhold i vanlig, ikke spesielt forurenset mat, at årsdosen av PAH fra mat vil være omkring 20 mg, dvs. ca 100 ganger større enn fra drikkevann som tilfredsstiller kravet. Forholdene i Ranafjorden kan illustreres ved at et enkelt blåskjell-måltid fra indre/midtre del av fjorden ut til st. B16, Laukhella (50 g tørrvekt = 3-400 g ferskvekt) vil gi en PAH-dose på 5-10 mg, dvs. nærmere halvparten av det som ellers tas inn over et helt år.

PAH-konsentrasjoner i fisk må antas å være betydelig lavere fordi fisk har vesentlig bedre evne enn blåskjell til å omsette og skille ut PAH. Imidlertid var PAH også tydelig sporbar i fiskeprøver fra 1981 (Morten Laake, NVH, pers. medd.; rapporteres for seg).

Beklageligvis mangler anbefalinger mht. til terskelkonsentrasjoner i mat. Dette skyldes formodentlig både at det ikke er påvist noen epidemiologisk sammenheng mellom PAH i næringsmidler og hyppighet av f.eks. mavekreft, samt at spørsmålet om berettigelsen eller hensiktsmessigheten av terskelverdier for doser av kreftfremkallende stoffer ikke er avklart (Maugh, 1978).

Både det foreldede utvalget av PAH-forbindelser som brukes av Verdens Helseorganisasjon (WHO, 1971), det paradoksale forhold mellom grenseverdien for drikkevann og inntak gjennom vanlig mat, samt mangelen på anbefalte øvre grenser for PAH i føde- og fôrvarer, representerer en vanskelighet for praktisk vannressursforvaltning og en oppgave for helse- og fiskerimyndigheter.

Selv om det ikke skulle være noen særlig risiko forbundet med å spise skjell fra Ranafjorden, er det liten tvil om at forekomsten av PAH vil ha praktiske konsekvenser for brukerinteresser som rekreasjon/friluftsliv (skjellsanking) og aquakultur (skjelldyrking, eventuelt også fiskeoppdrett). Så lenge det dreier seg om tilstedeværelse av potensielt kreftfremkallende stoffer, vil det bare av markedsføringsmessige årsaker neppe være aktuelt å bygge oppdrettsanlegg i Ranafjorden før belastningen med PAH eventuelt er betydelig redusert.

## 7. MOMENTER FOR PROBLEMUNDERSØKELSER OG OVERVÅKING

Blant de viktigste ubesvarte spørsmål vedrørende Ranafjorden som resipient er:

- Mengde og sammensetning av PAH i avløpsvann, særlig i Jernverkets hovedkloakk, men også i det viktigste avløp for tjærestoffer fra Koksverket. Med den erfaring man har om varierende sammensetning og konsentrasjon både fra målinger i de aktuelle spillvann (NIVA, 1983a) og i beslektede avløpsvanntyper, er det nødvendig med minst månedlige analyser, fortrinnsvis av døgnblandprøver. Dette skyldes ikke bare behovet for å bedømme resipientforhold, men også for å skaffe grunnlag for å bedømme effekter av forurensningsbegrensende tiltak. (Det er f.eks. ut fra de foreliggende data uklart om bruk av sandfilter på Koksverkets hovedavløp har hatt effekt, og i tilfellet hvilken - kfr. tabell 3.5 i NIVA, 1983a).
- Hva er PAH-konsentrasjonene i fjordvann; hvilke og hvor store vannmasser berøres av konsentrasjoner som er så høye at det er mulighet for akutte eller kroniske giftvirkninger? Belysningen av disse spørsmål har betydning for tolkningen av biologiske observasjoner. Effektene av PAH på aquatiske organismer er generelt sett dårlig belyst, og det er et stort behov for forskning eller problemrettede underdøkselser. Spesielt nyttig vil det være med eksperimentelle undersøkelser (langtidsforsøk/livssyklusstudier), men det er også påkrevet med resipientobservasjoner for å kunne teste forsøksresultatenes overførbarhet til naturlige vannforekomster.
- Fremtidig overvåking av fjordens organismsamfunn bør konsentreres til indre fjord og dessuten til de midtre deler der det er vanskelig å skille eventuelle forurensningsvirkninger fra naturbetingede påkjenninger. (I praksis vil dette si innenfor B9-B12 eller B9-B8 - kfr. fig. 1a). Videre kan observasjonene innskrenkes til øvre 15-20 m (for algenes del øvre 10-12 m).
- Med hensyn til metaller i organismer, synes dette mindre aktuelt å overvåke, med følgende unntak som bør dekkes ved en egen orienterende undersøkelse:

- Jern i primært blåskjell, men også i tang (pga. registrert høye konsentrasjoner av små jernpartikler i hele Ranafjordens overflatelag).
- Kadmium, bly, kobber, sink og eventuelt andre metaller i tang og blåskjell i omegnen av tilsig fra nedlagt gruve ved Båsmoen innerst i fjorden.
- Metaller i blåskjell nær avgangen fra Bergverkselskapet Nord-Norge. (Det har vært vanskelig å finne nok skjell i dette området).

## 8. LITTERATUR

- Andersen, A.T., 1973. Tungmetaller og andre forurensninger i Oslofjorden og andre kystfarvann - innvirkning av disse på marine organismer. VANN 2(1973): 84-88.
- Andersen, A.T. og Neelakantan, B.B. 1974. Mercury in some organisms from the Oslofjord. Norw. J. Zool. 22 : 231-235.
- Bokn, T. 1979. Use of Benthic Algae Classes as Indicators of Estuarine and Marine Waters. S. 138-146 i The Use of Ecological Variables in Environmental Monitoring. Rapport PM 1151 (1979) fra Sveriges Naturvårdsverk.
- EPA, 1980. Revised quality criteria for water. US Federal Register Vol. 45, nr. 231, s. 79318-79390.
- Iversen, P.E. 1981. Benthosalgevegetasjon i Sandefjordsfjorden og Mefjorden, Søndre Vestfold. Del I Generell Del, 157 s. og Del II Systematisk og floristisk del, 173 s. Hovedfagsarbeide i marin botanikk. Vårsemesteret 1981. Univ. i Oslo. Upublisert.
- Knutzen, J. 1978. Utslipp av PAH fra elektrokjemisk industri. Akkumulering og effekter i det marine miljø. Særtrykk 3921 av Kjemi 1 (1978). 3 s.
- Knutzen, J. 1979. Benthosalger og moser som metallindikatorer. VANN 1 (1979) : 134-139, med tillegg av rettelse i VANN 1 (1980) :149.
- Knutzen, J. 1983. Blåskjell som metallindikator (The common mussel (Mytilus edulis) as a metal indicator) Vann 1 (1983): 24-33. Engl. summary.
- 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.
- Lindgren, L. <sup>1978</sup> Algzonering på klippiga stränder i Porkala, Helsingfors och Sibbo som bas för fortsatt kontroll av föroreningsläget. Pro gradu-avhandling. Bot. Inst., Univ. Helsingfors. Upubl. English summary.

- Maugh II, T.H. 1978. Chemical carcinogens: How dangerous are low doses?  
Science 202, 37-41.
- National Academy of Science, 1972. Particulate polycyclic organic matter.  
NAS, Washington DC., 361 s.
- Neff, J.M. 1979. Polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic  
environment. Appl. Sci. Publ., London. 262 s.
- NIVA, 1977a. 0-31/75. Resipientundersøkelse i Ranafjorden. Rapport nr. 1.  
Forurensningstilførsler. Foreløpig rapport.  
Saksbehandlere: S.A. Holmen & Ø. Tryland. 71 s.
- NIVA, 1977b. 0-31/75. Resipientundersøkelse i Ranafjorden. Rapport nr. 2.  
Innledende hydrografiske, geokjemiske og biologiske undersøkelser.  
Forfattere: L. Kirkerud, T. Bokn, J. Knutzen, K. Kvalvågnæs,  
J. Magnusson, J. Skei. 141 s.
- NIVA, 1981. 0-76141. Vefsnfjorden som resipient for avfall fra Mosjøen  
Aluminiumsverk. Rapport 1. Undersøkelser 1978-1980. (Forf. L. Kirkerud  
og medarb.) 2/7 1981. 175 s.
- NIVA, 1982a. 0-8000310. Basisundersøkelse i Ranafjorden, en marin industri-  
resipient. Delrapport II. Miljøtoksikologisk vurdering av ammoniakk,  
cyanid, fenol og hydrogenulfid i indre del av Nordrana. Rapport 58/82  
i Statlig program for forurensningsovervåking. (Forf.: L. Kirkerud og  
A.-M. Riisberg), 15/12 1982. 33 s.
- NIVA, 1982b. 0-8000314. Innledende basisundersøkelse i Stavfjorden 1981.  
Referansenivåer av klororganiske forbindelser, metaller og polysykliske  
aromatiske hydrokarboner (PAH) i marine organismer. Rapport 33/82 i  
Statlig program for forurensningsovervåking. (Forf.: J. Knutzen og K.  
Kvalvågnæs), 18/6 1982. 18 s.
- NIVA, 1982c. 0-8000306. Overvåking i Saudafjorden 1981. Rapport 50/82 i  
Statlig program for forurensningsovervåking. (Forf.: J. Knutzen)  
10/9 1982. 87 s.

- NIVA, 1983a. 0-8000310. Basisundersøkelse i Ranafjorden, en marin industriresipient. Delrapport 1. Undersøkelse av utslipp fra Jernverket, Koksverket, Rana Gruber og Bergverksselskapet Nord-Norge A/S i oktober 1980 og juni 1981. Forfatter Ø. Tryland. Rapport 63/82 i Statlig program for forurensningsovervåking 20/1 1983. 71 s.
- NIVA, 1983b. 0-8000310. Basisundersøkelse i Ranafjorden, en marin industriresipient. Delrapport III. Løste metaller og partikler i vannmassen. Rapport 67/83 i Statlig program for forurensningsovervåking. Forf.: K. Næs og J. Skei. 1/6 1983, 49 s.
- NIVA, 1983c. 0-81006. Vurdering av rensekrav for utslipp av kommunalt avløpsvann til sjøresipienter. Rapport 4. Avløpsvannets innhold av miljøgifter. Forf.: J. Knutzen og K. Øren. 9/8 1983, 35 s.
- NIVA, 1983d. 0-68019. Utslipp av avløpsvann fra Lista Aluminiumsverk. Kontrollundersøkelser 1981-1982. (Forf.: J. Knutzen). 25/8 1983. 23 s.
- Segar, D.A., Collins, J.D. og Riley, J.P. 1971. The distribution of major and some minor elements in marine animals. Part II. Molluscs. J. mar. biol. Ass. U.K. 5: 131-136.
- Skreslet, S. 1982. Fiskefauna i forurenset fjord. NDH-rapport (Nordland Distriktshøgskole) 1982:5. 27 s.
- Wallentinus, I. 1979. Environmental influences on benthic macrovegetation in the Trosa - Askö area, Northern Baltic proper. II The ecology of macroalgae and submersed phanerogams. Contrib. Askö Lab. Univ. Stockholm 25: 1-210.
- WHO (World Health Organisation), 1971. International standards for drinking water. 3 utg. Geneve, 70 s.



A P P E N D I K S

Fig. A1. Hovedtrekk i vertikalutbredelsen av gruntvannsorganismer i Ranafjorden 1980-81 (s. 57-87)

Tabell A1 - A12. Rådatatabeller (s. 88-102)

FOTOVEDLEGG: STASJONSBILDER (s. 103-108)( bare i 3 eks.)

Fig. A1. Hovedtrekk i vertikalutbredelsen av gruntvansorganismer i Ranafjorden 1980-81.

Tegnforklaring:

● Enkeltfunn    - - - - - Spredt    ——— Vanlig    ——— Hyppig

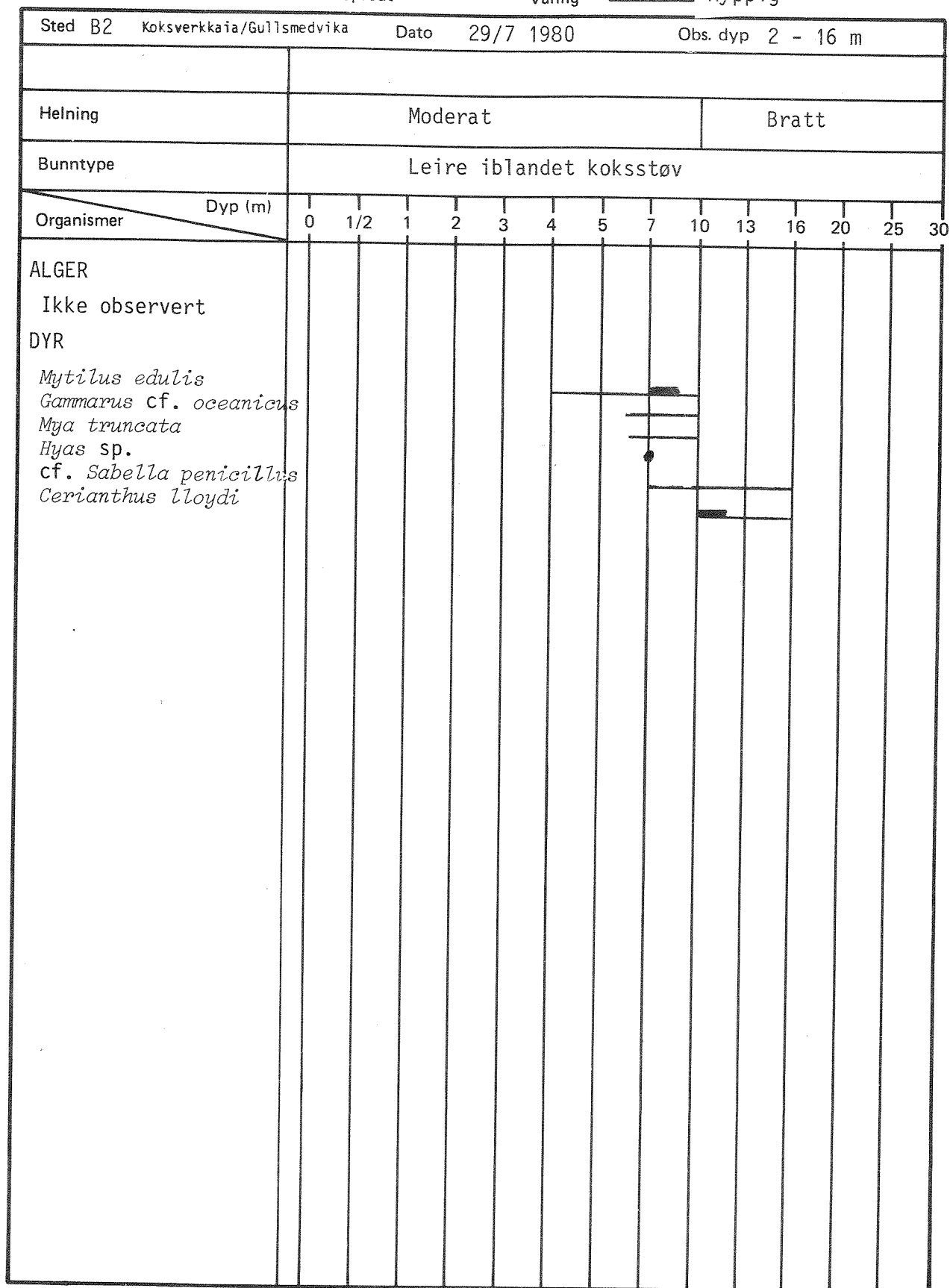


Fig. A1 (forts.)

Tegnforklaring:

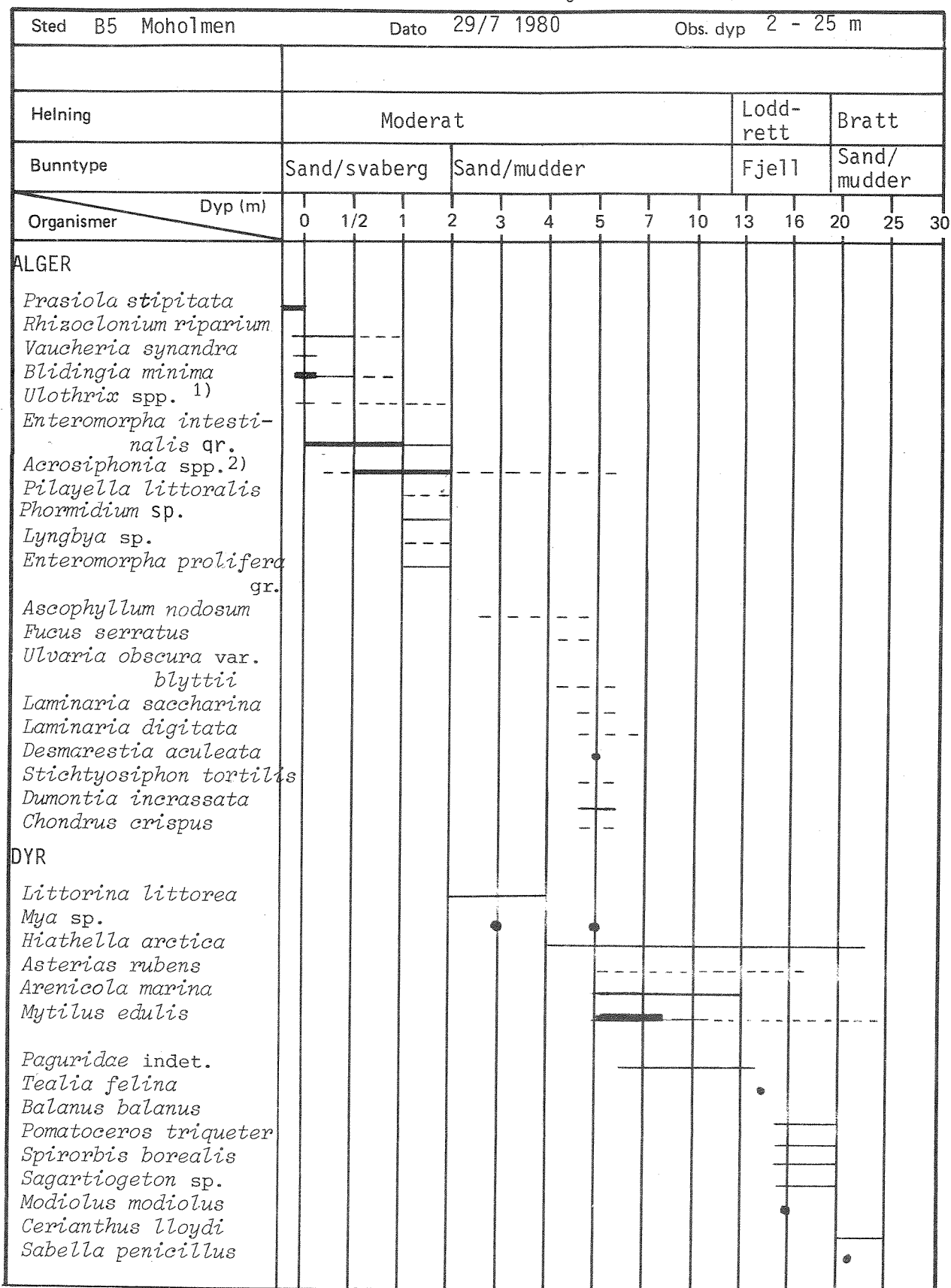
● Enkeltfunn    - - - - - Spredt    ——— Vanlig    ——— Hyppig

Sted B2 Koksvervkaia/Gullsmedvika		Dato 21/6 1981		Obs. dyp 5 - 8 m												
Helning	Loddrett			Moderat												
Bunntype	Bryggestolpe av betong med treforskaling			Koksstøv												
Organismer	Dyp (m)		0	1/2	1	2	3	4	5	7	10	13	16	20	25	30
ALGER	Ikke observert															
DYR	<i>Mytilus edulis</i> <i>Asterias rubens</i> <i>Teredo</i> sp. <i>Hyas araneus</i> <i>Hiatella arctica</i> <i>Anomia squamula</i>															

Fig. A1 (forts.)

Tegnforklaring:

● Enkeltfunn    - - - - - Spredt    ——— Vanlig    ——— Hyppig



1) *U. flacca* (bare øverst?) og *U. pseudoflacca*, muligens noe *U. subflaccida* 1-2 m

2) cf. *A. arcta* og *A. centralis*

## Tegnforklaring:

● Enkeltfunn    - - - - - Spredt    ——— Vanlig    ——— Hyppig

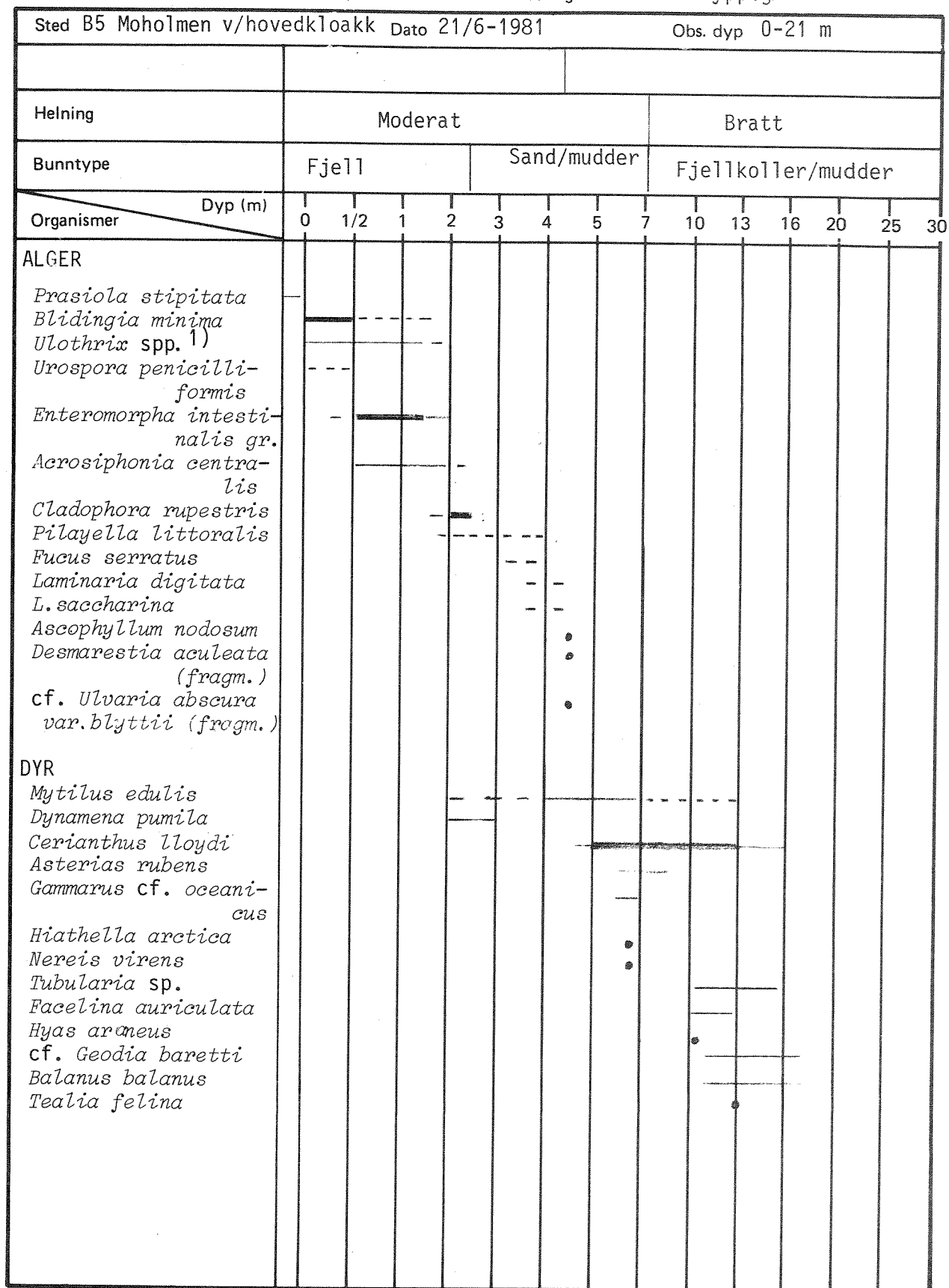
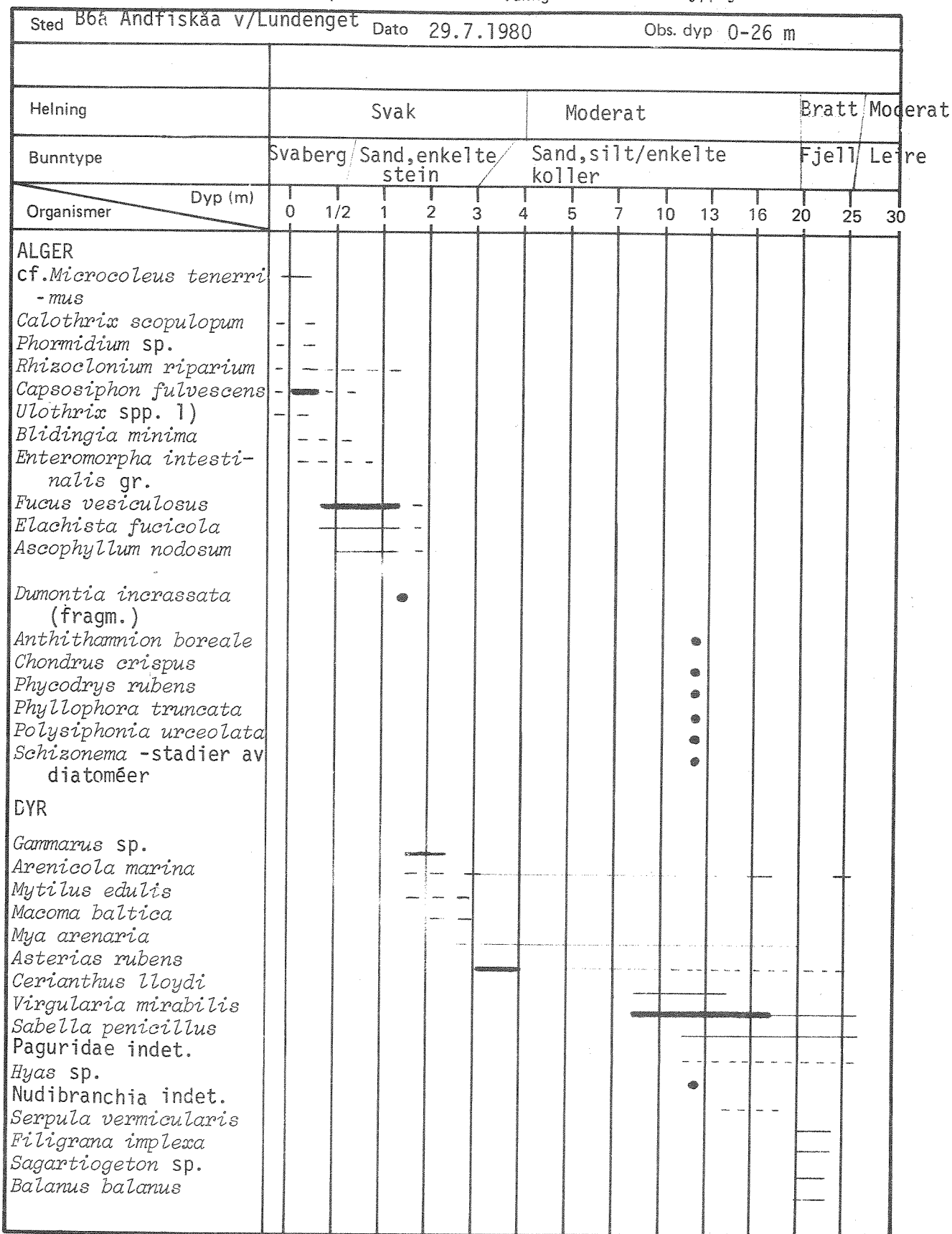
1) *U. flacca* og *U. pseudoflacca*

Fig. A1 (forts.)

Tegnforklaring:

● Enkeltfunn    - - - - - Spredt    ——— Vanlig    ————— Hyppig

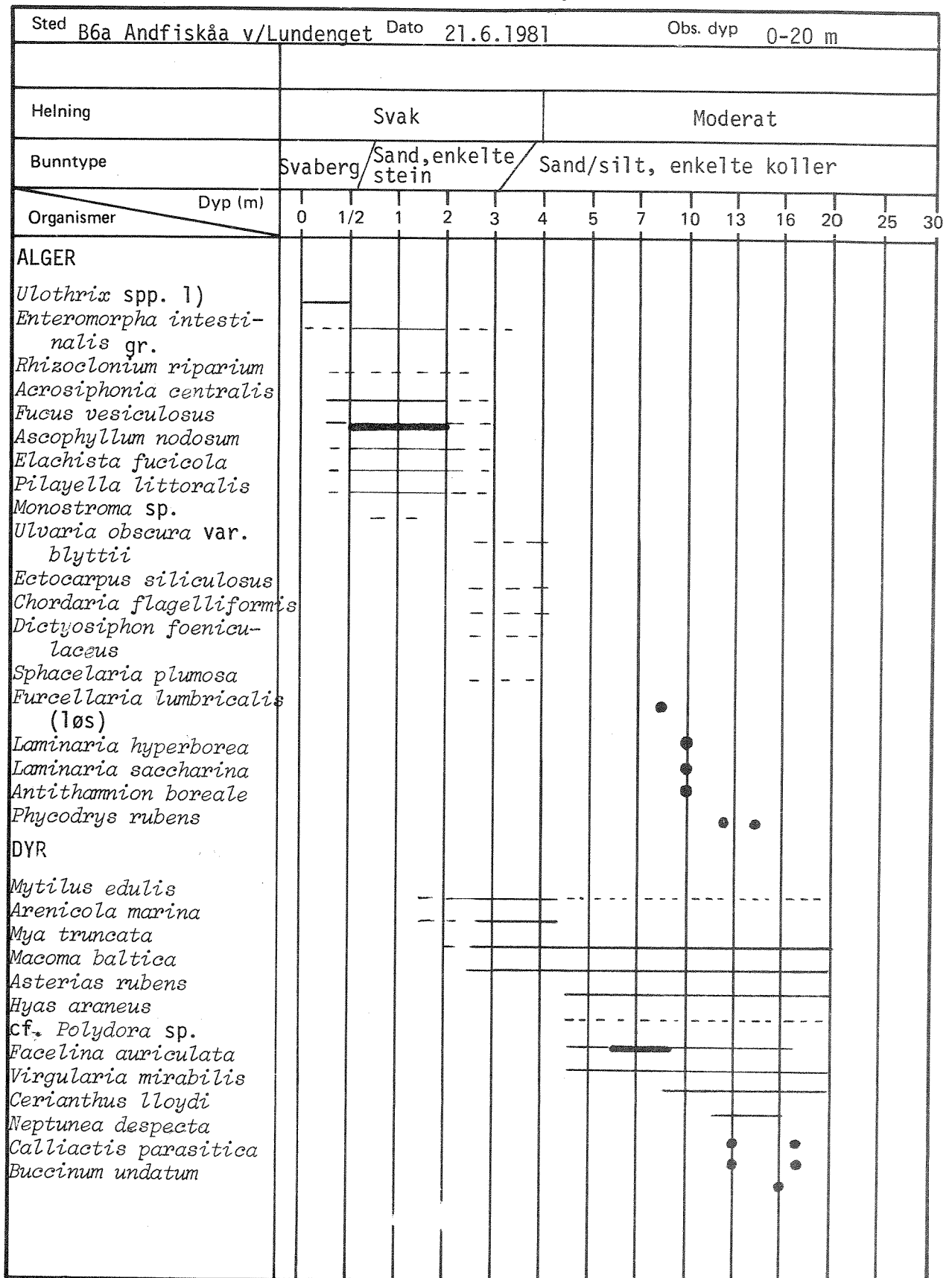


1) *U. flacca* og *U. pseudoflacca*

Fig. A1 (forts.)

Tegnforklaring:

● Enkeltfunn    - - - - Spredt    ——— Vanlig    ——— Hyppig

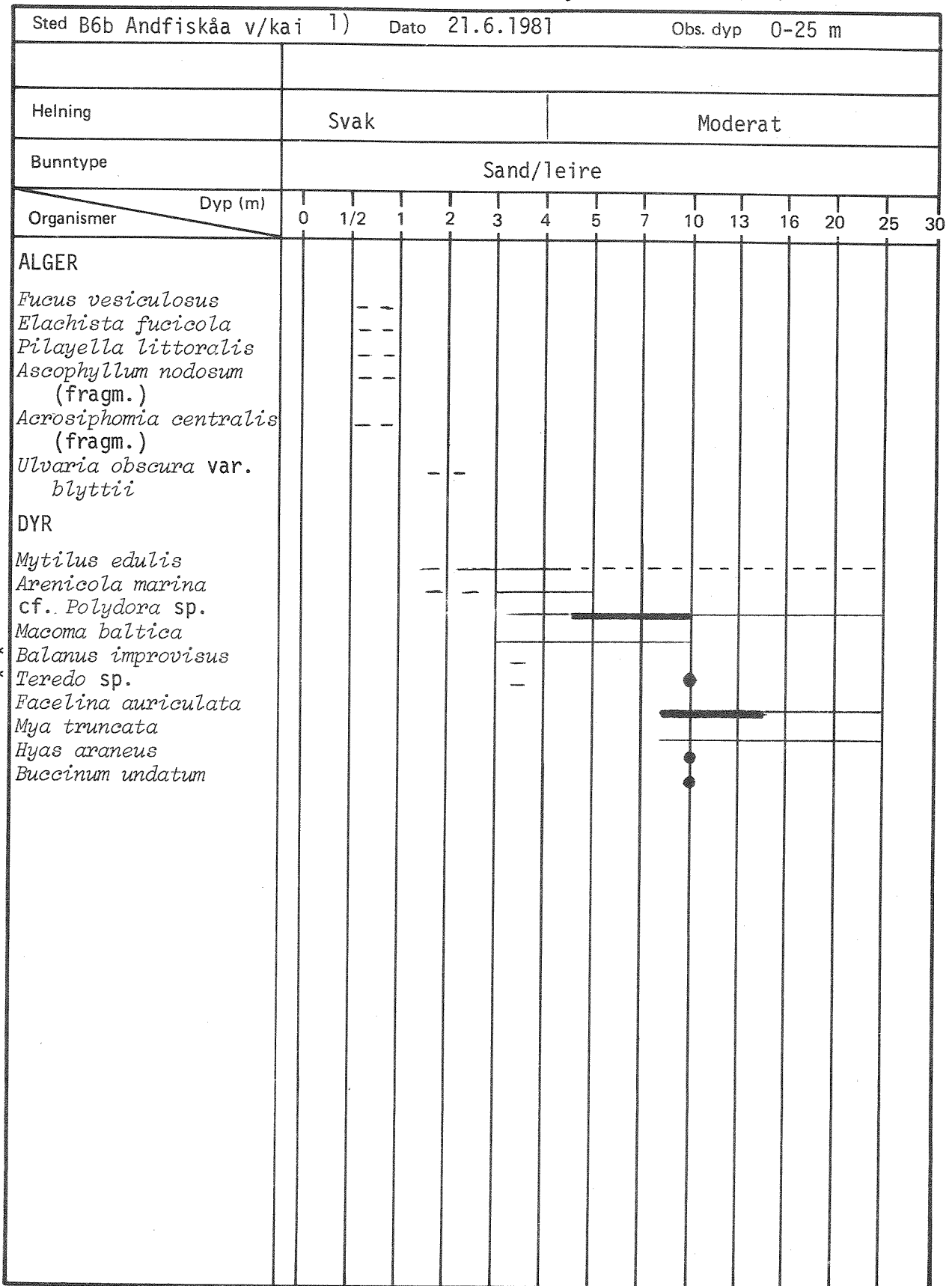


1) *U. flacca* og *U. pseudoflacca*

Fig. A1 (forts.)

Tegnforklaring:

● Enkeltfunn    - - - - - Spredt    ——— Vanlig    ——— Hyppig



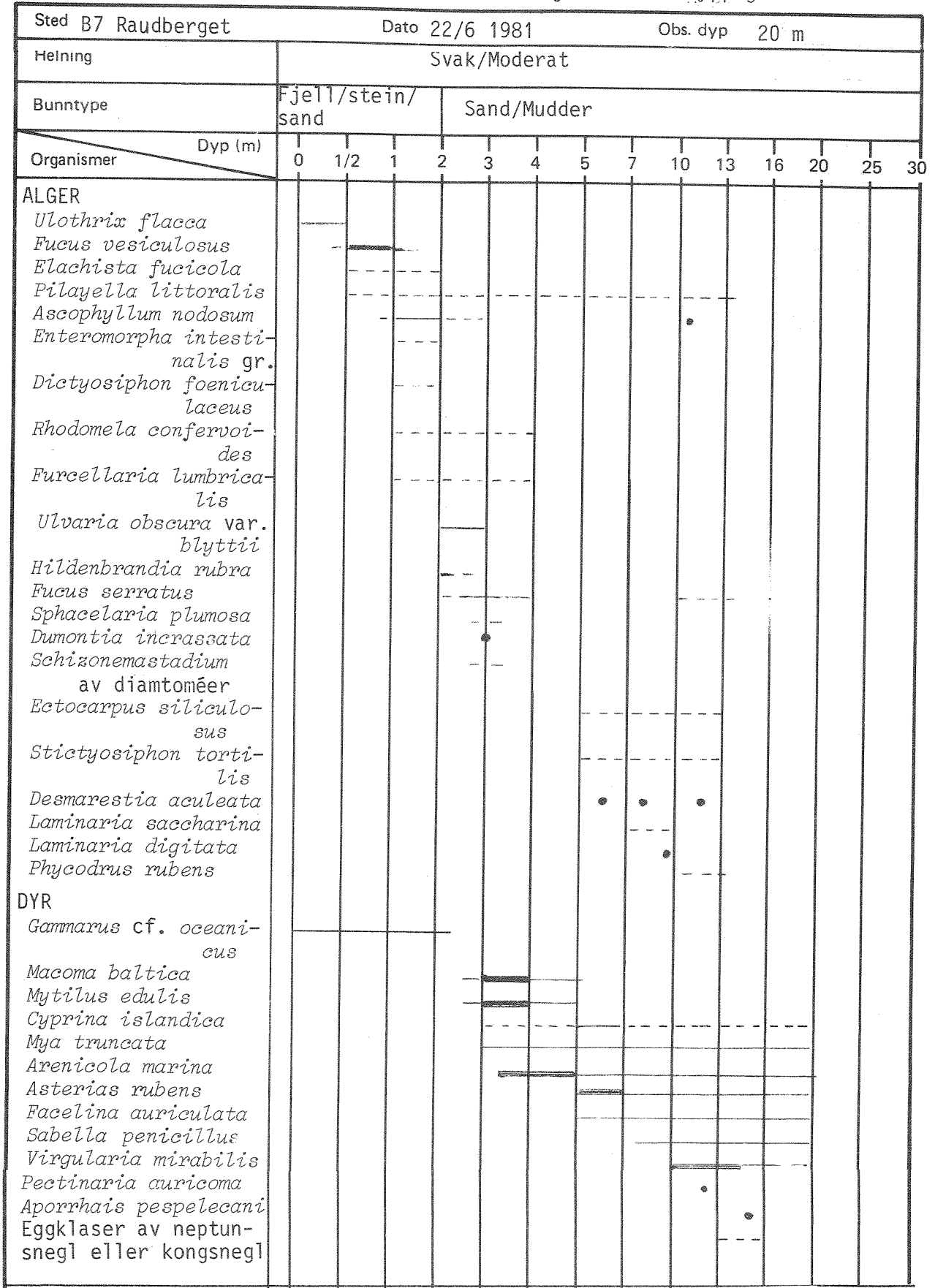
1) Stasjonen ikke registrert i 1980. \* På trestykke





Tegnforklaring:

● Enkeltfunn    - - - - - Spredd    ——— Vanlig    ——— Hyppig



Tegnforklaring:

● Enkeltfunn    - - - - - Spredt    ——— Vanlig    ——— Hyppig

Sted B8 Alterneset		Dato 30/7 1980		Obs. dyp FJÆRESTASJON																
Helning		Moderat																		
Bunntype		Vekslende (stein, sand)																		
Organismer	Dyp (m)	0	1/2	1	2	3	4	5	7	10	13	16	20	25	30					
<b>ALGER</b>																				
<i>Phormidium fragile</i>		—																		
<i>Ulothrix flacca</i>		—																		
<i>Fucus vesiculosus</i>		—																		
<i>Ascophyllum nodosum</i>		—																		
<i>Enteromorpha</i>		—																		
<i>intestinalis</i> gr.		—																		
<i>Hildenbrandia rubra</i>		—																		
<i>Cladophora rupestris</i>		—																		
<i>Pilayella littoralis</i>		—																		
<i>Spongonema tomentosum</i>		—																		
<i>Ulvaria obscura</i>		—																		
var. <i>blyttii</i>		—																		
<i>Elachista fucicola</i>		—																		
<i>Furcellaria lumbricalis</i>		—																		
<i>Dictyosiphon</i>		—																		
<i>foeniculaceus</i>		—																		
<i>Fucus serratus</i>		—																		
<b>DYR</b>																				
<i>Mytilus edulis</i>		—																		
<i>Gammarus</i> spp.		—																		

Tegnforklaring:

● Enkeltfunn    - - - - - Spredt    ——— Vanlig    ——— Hyppig

Sted	B8 Alterneset		Dato	22/6 1981		Obs. dyp	0-2 m		FJÆRESTASJON						
Horizontal sikt															
Helning	Moderat														
Bunntype	Vekslende (stein/sand)														
Organismer	Dyp (m)	0	1/2	1	2	3	4	5	7	10	13	16	20	25	30
<p><b>ALGER</b></p> <p><i>Ulothrix flacca</i> ———</p> <p><i>Phormidium fragile</i> - - -</p> <p><i>Pilayella littoralis</i> ———</p> <p>Div. diatomeer (epifytter) - - -</p> <p><i>Fucus vesiculosus</i> ———</p> <p><i>Hildenbrandia rubra</i> - - -</p> <p><i>Elachista fucicola</i> - - -</p> <p><i>Ascophyllum nodosum</i> ———</p> <p><i>Enteromorpha intestinalis</i> gr. - - -</p> <p><i>Acrosiphonia centralis</i> ———</p> <p><i>Cladophora rupestris</i> - - -</p> <p><i>Ulvaria obscurna</i> var. <i>blyttii</i> ———</p> <p><i>Fucus serratus</i> ———</p> <p><b>DYR</b></p> <p><i>Gammarus</i> cf. <i>oceanicus</i> ———</p> <p><i>Mytilus edulis</i> - - -</p>															

Fig. A1 (forts.)

Tegnforklaring:

● Enkeltfunn    - - - - - Spredt    ——— Vanlig    ——— Hyppig

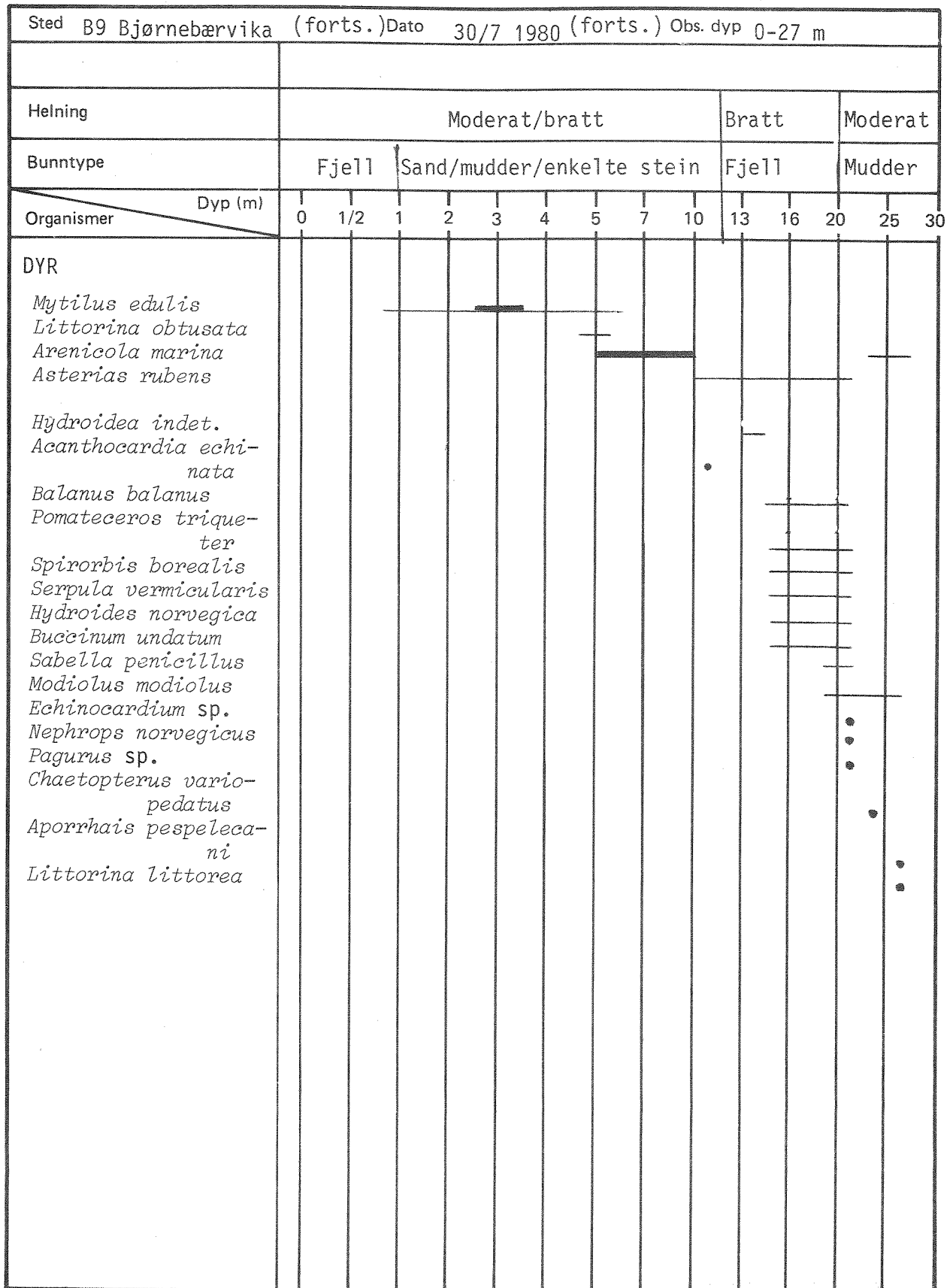
Sted B9 Bjørnebærvika		Dato 30/7 1980		Obs. dyp 0-27 m											
Helning	Moderat/bratt			Bratt	Moderat										
Bunntype	Fjell	Sand/mudder, enkelt stein			Fjell	Mudder									
Organismer	Dyp (m)	0	1/2	1	2	3	4	5	7	10	13	16	20	25	30
<b>ALGER</b>															
<i>Hildenbrandia rubra</i>		-													●
<i>Fucus vesiculosus</i>			—												
<i>Elachista fucicola</i>			- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Ascophyllum nodosum</i>			—	—	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Cladophora rupestris</i>			—	—	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Pilayella littoralis</i>			- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Fucus serratus</i>						- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Laminaria digitata</i>							—	—	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Furcellaria lumbri-</i> <i>calis</i>							- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Stictyosiphon tortil-</i> <i>is</i>							- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Ceramium rubrum</i> gr.							- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Ceramium strictum</i> gr.							- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Sphacelaria plumosa</i>							- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Bonnemaisonia hami-</i> <i>fera</i> 1)							- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Antithamnion boreale</i>							- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Polysiphonia urceola-</i> <i>ta</i>							- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Ectocarpus</i> cf. <i>sili-</i> <i>culosus</i>							- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Phycodrys rubens</i>							- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Laminaria saccharina</i>									- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Ulvaria obscura</i> var. <i>blyttii</i>									- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Enteromorpha intesti-</i> <i>nalis</i> gr.									- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Phyllophora truncata</i>									- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Rhodomela confervoi-</i> <i>des</i>									- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Polyides rotundus</i>									- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Chorda filum</i>									- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Odonthalia dentata</i>									- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Desmarestia aculeata</i>									- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Euthora cristata</i>											- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Porphyropsis coccinea</i>											- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Phymatolithon lenor-</i> <i>mandi</i>											- - -	- - -	- - -	- - -	- - -

1) Tetrasporofytt

Fig. A1 (forts.)

Tegnforklaring:

● Enkeltfunn    - - - - - Spredd    ——— Vanlig    ——— Hyppig



Tegnforklaring:

● Enkeltfunn    - - - - - Spredt    ——— Vanlig    ——— Hyppig

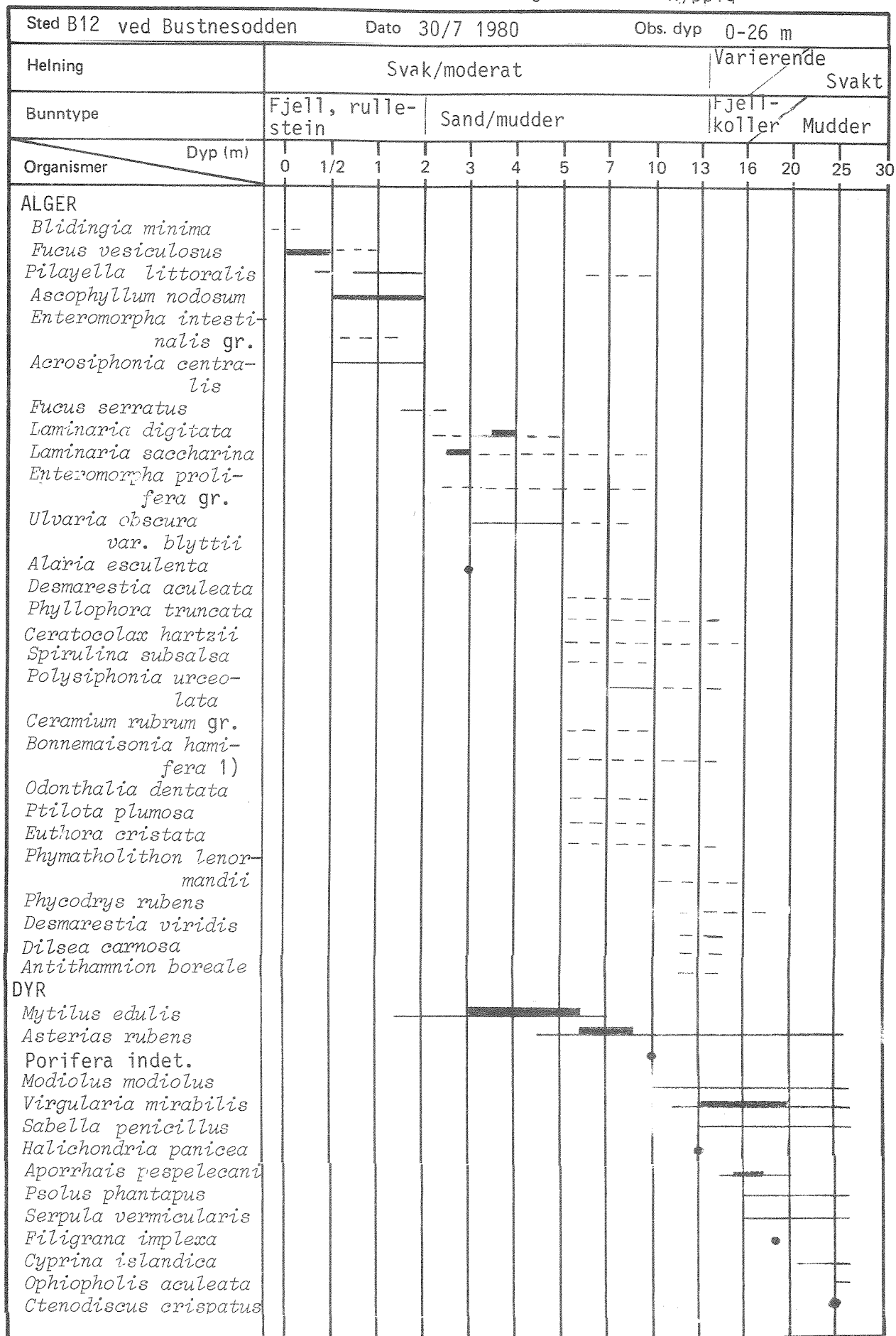
Sted B9 Bjørnebærvika		Dato 21/6 1981		Obs. dyp 0-22 m											
Horizontal sikt															
Helning		Bratt			Svak			Bratt		Moderat					
Bunntype		Fjell			Sand, enkelte stein				Fjell		Mudder				
Organismer		Dyp (m)													
		0	1/2	1	2	3	4	5	7	10	13	16	20	25	30
<b>ALGER</b>															
<i>Fucus vesiculosus</i>		-----													
<i>Ascophyllum nodosum</i>		-----													
<i>Elachista fucicola</i>		-----													
<i>Pilayella littoralis</i>		-----													
<i>Enteromorpha int. gr.</i>		-----													
cf. <i>Ulvaria obscura</i>		-----													
<i>var blyttii</i>		-----													
<i>Fucus serratus</i>		●													
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>		●													
Ingen alger observert															
<i>Laminaria saccharina</i>		-----													
<i>Delesseria sanguinea</i>		-----													
<i>Antithamnion boreale</i>		-----													
<i>Bonnemaisonia hamifera</i> 1)		-----													
<i>Euthora cristata</i>		-----													
<i>Ceramium rubrum gr.</i>		-----													
<i>Sphacelaria plumosa</i>		-----													
<i>Polysiphonia urceolata</i>		-----													
<i>Phyllophora truncata</i>		-----													
<i>Desmarestia aculeata</i>		●													
<i>Odonthalia dentata</i>		-----													
<i>Ptilota plumosa</i>		●													
<i>Phymatolithon lenormandi</i>		-----													
<i>Phycodryis rubens</i>		-----													
<i>Desmarestia viridis</i>		-----													
<b>DYR</b>															
<i>Mytilus edulis</i>		-----													
<i>Arenicola marina</i>		-----													
<i>Asterias rubens</i>		-----													
<i>Cerianthus lloydi</i>		-----													
<i>Pagurus bernhardus</i>		-----													
<i>Hydractinia echinata</i>		●													
<i>Numphon gracile</i>		●													
<i>Balanus balanus</i>		-----													
<i>Facelina auriculata</i>		●													
<i>Hydroides norvegica</i>		-----													
<i>Sabella penicillus</i>		-----													
<i>Anomia squamula</i>		-----													
<i>Tealia felina</i>		●													
<i>Ophiura albida</i>		-----													
<i>Macoma baltica</i>		-----													
<i>Halichondria panicea</i>		●													

1) Tetrasporofytt

Fig. A1 (forts.)

Tegnforklaring:

● Enkeltfunn    - - - - - Spredt    ——— Vanlig    ——— Hyppig



1) Tetrasporofytt



Fig. A1 (forts.)

Tegnforklaring:

● Enkeltfunn    - - - - - Spredt    ——— Vanlig    ——— Hyppig

Sted B12 ved Bustnesodden		Dato 22/6 1981		Obs. dyp 0-20 m											
Helning	Svak		Moderat		Svak										
Bunntype	Fjell, rullestein		Sand/mudder		Mudder										
Organismer	Dyp (m)	0	1/2	1	2	3	4	5	7	10	13	16	20	25	30
ALGER															
<i>Blidingia minima</i>		—	—												
<i>Ulothrix flacca</i>		—	—												
<i>Calothrix scopulorum</i>		- - -	- - -												
<i>Phormidium</i> sp.		- - -	- - -												
<i>Fucus vesiculosus</i>		- - -	- - -	—											
<i>Audouinella</i> sp.		- - -	- - -						- - -						
<i>Elachista fucicola</i>															
<i>Ascophyllum nosum</i>				—											
<i>Hildenbrandia rubra</i>				- -											
<i>Aerosiphora centralis</i>				- - -											
<i>Rhizoclonium riparium</i>				- - -											
<i>Ulothrix subflaccida</i>				- - -											
<i>Pilayella littoralis</i>				- - -											
<i>Cladophora rupestris</i>				- - -											
<i>Fucus serratus</i>				- - -											
<i>Alaria esculenta</i>				- - -											
<i>Laminaria digitata</i>				- - -											
<i>Laminaria saccharina</i>				- - -											
<i>Ulvaria obscura</i>				- - -											
<i>var. blyttii</i>				- - -											
<i>Ectocarpus</i> cf. <i>sili-</i>				- - -											
<i>culosus</i>				- - -											
<i>Monostroma grevillei</i>				- - -											
<i>Ceramium rubrum</i> gr.				- - -											
<i>Rhodomela confervoides</i>				- - -											
<i>Stictyosiphon tortilis</i>				- - -											
<i>Phycodryx rubens</i>				- - -											
<i>Euthora cristata</i>				- - -											
<i>Polysiphonia nigrescens</i>				- - -											
<i>Bonnemaisonia hamifera</i> 1)				- - -											
<i>Antithamnion boreale</i>				- - -											
<i>Phyllophora truncata</i>				- - -											
<i>Ptilota plumosa</i>				- - -											
<i>Polysiphonia urceolata</i>				- - -											
<i>Sphachelaria plumosa</i>				- - -											
<i>Odonthalia dentata</i>				- - -											
<i>Ralfsia borneti</i>				- - -											
<i>Erythrocladia irregularis</i>				- - -											
<i>Desmarestia aculeata</i>				- - -											
<i>Phymatolithon lenormandii</i>				- - -											

1) Tetrasporofytt







Tegnforklaring:

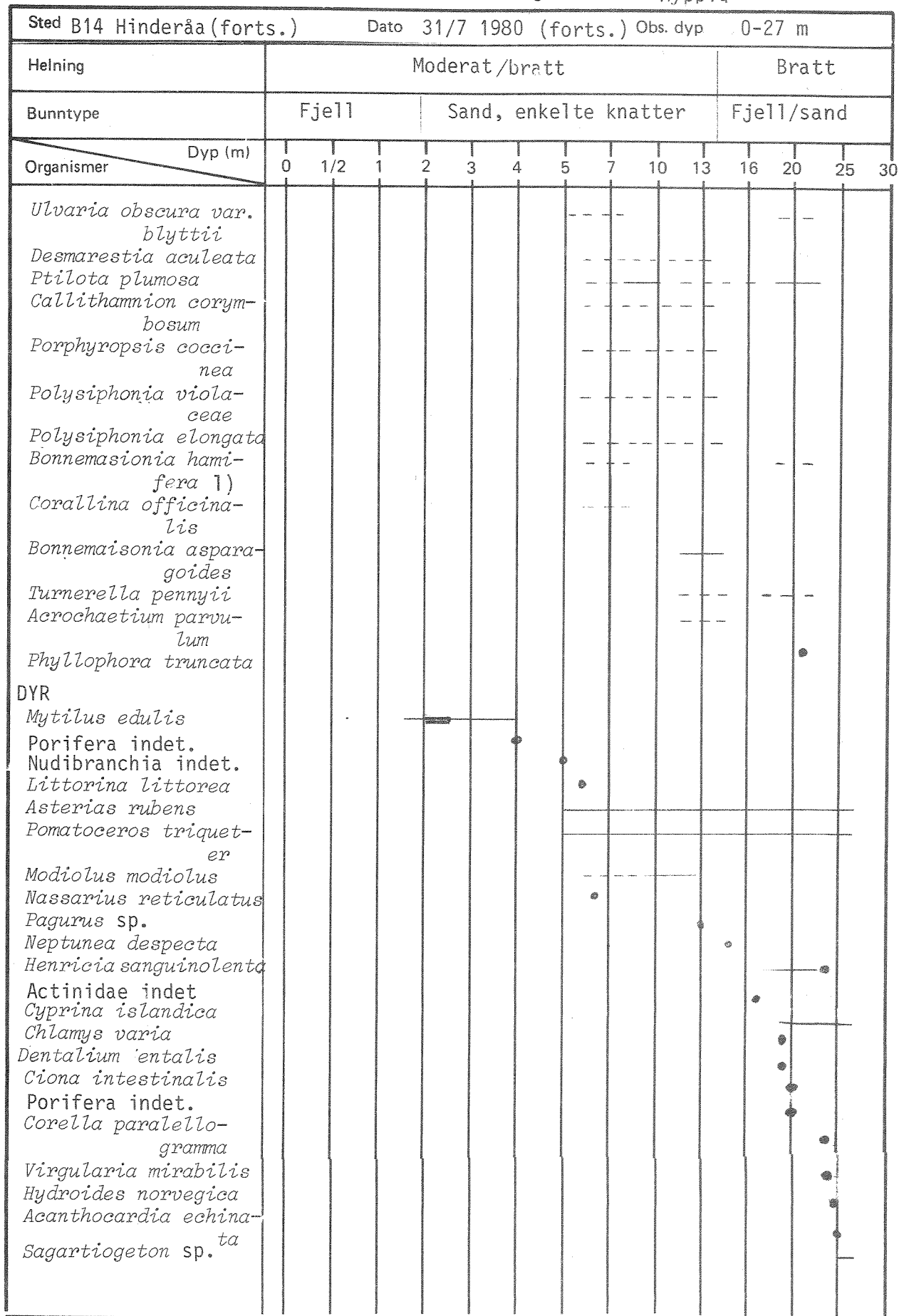
● Enkeltfunn    - - - - - Spredt    ——— Vanlig    ————— Hyppig

Sted B14 Hinderåa		Dato 31/7 1980		Obs. dyp 0-27 m											
Helning		Moderat/bratt			Bratt										
Bunntype		Fjell		Sand, enkelte knatter			Fjell og sand								
Organismer	Dyp (m)	0	1/2	1	2	3	4	5	7	10	13	16	20	25	30
		ALGER													
Blågrønnalger															
<i>Pelvetia canaliculata</i>		—													
<i>Enteromorpha</i> sp.		- - -													
<i>Fucus spiralis</i>		—													
<i>Fucus vesiculosus</i>		- - -													
<i>Ascophyllum nodosum</i>		—	—												
<i>Fucus serratus</i>					—	—									
<i>Palmaria palmata</i>					- - -										
<i>Chordaria flagelliformis</i>					- - -										
<i>Ceramium rubrum</i>					- - -										
<i>Dictysiphon foeniculaceus</i>											- - -	- - -			
<i>Pilayella littoralis</i>					- - -										
<i>Ulothrix flacca</i>					- - -										
<i>Cladophora</i> cf. <i>sericea</i>					- - -										
<i>Ectocarpus</i> cf. <i>siliiculosus</i>					- - -							- - -	- - -		
<i>Furcellaria lumbri-calis</i>					- - -										
<i>Erythrotrichia carnea</i>					- - -										
<i>Phymatolithon lenormandii</i>												- - -			
<i>Delesseria sanguinea</i>												- - -			
<i>Odonthalia dentata</i>												- - -			
<i>Membranoptera alata</i>												- - -			
<i>Antithamnion boreale</i>												- - -			
<i>Phycodrys rubens</i>												- - -			
<i>Polysiphonia urceolata</i>												- - -			
<i>Euthora cristata</i>												- - -			
<i>Porphyra abyssicola</i>												- - -			
<i>Audouinella</i> sp.												- - -			
<i>Laminaria saccharina</i>												- - -			
<i>Laminaria hyperborea</i>												- - -			
<i>Cruoria pellita</i>												- - -			
<i>Rhodochorton purpureum</i>												- - -			
<i>Laminaria digitata</i>												- - -			

Fig. A1 (forts.)

Tegnforklaring:

● Enkeltfunn    - - - - - Spredd    ——— Vanlig    ——— Hyppig



1) Tetrasporofytt

Tegnforklaring:

● Enkeltfunn    - - - - - Spredt    ——— Vanlig    ——— Hyppig

Sted B14 Hinderåa		Dato 24/6 1981		Obs. dyp 0-35 m												
Helning	Slakt	Moderat					Bratt									
Bunntype	Fjell					Sand, enkelte knatter					Fjell i hyller					
Organismer	Dyp (m)		0	1/2	1	2	3	4	5	7	10	13	16	20	25	30
<b>ALGER</b>																
<i>Pelvetia canaliculata</i>	0		—													
<i>Blidingia minima</i>	0		- -													
<i>Ulothrix flacca</i>	0		- -													
<i>Ulothrix subflaccida</i>	0		- -													
<i>Urospora penicilli-</i> <i>formis</i>	0		- -													
<i>Codiolum gregarium</i>	0		- -													
<i>Gloeocapsa crepidinum</i>	0		- -													
<i>Fucus vesiculosus</i>	0		—													
<i>Hildenbrandia rubra</i>	0		●													
<i>Enteromorpha sp.</i>	0		●													
<i>Ascophyllum nodosum</i>	0		—													
<i>Elachista fucicola</i>	0		- -													
<i>Pilayella littoralis</i>	0		- -													
<i>Fucus serratus</i>	1		—													
<i>Dictyosiphon foenicu-</i> <i>laceus</i>	1		—													
<i>Gigartina stellata</i>	1		—													
<i>Cladophora rupestris</i>	1		—													
<i>Porphyra abyssiicola</i>	1		- -													
<i>Acrochaetium secunda-</i> <i>tum</i>	1		- -													
<i>Palmaria palmata</i>	1		- -													
<i>Monostroma grevillei</i>	1		- -													
<i>Alaria esculenta</i>	1		- -													
<i>Ulvaria obscura var.</i> <i>blyttii</i>	1		- -													
<i>Furcellaria lumbric-</i> <i>calis</i>	1		- -													
<i>Rhizoclonium riparium</i>	1		- -													
<i>Ectocarpus cf. silicu-</i> <i>losus</i>	1		—													
<i>Ectocarpus cf. fasci-</i> <i>culatus</i>	1		- -													
<i>Petalonia fascia</i>	1		- -													
<i>Laminaria digitata</i>	1		—													
<i>Ceramium rubrum gr.</i>	1		—													
<i>Erythrotrichia carnea</i>	1		- -													
<i>Chorda filum</i>	1		- -													
<i>Rhodomela contervoides</i>	1		—													
<i>Sphacelaria plumosa</i>	1		- -													







Tegnforklaring:

● Enkeltfunn    - - - - - Spredt    ——— Vanlig    ——— Hyppig

Sted B15 Holmgalten		Dato 31/7 1980		Obs. dyp 0-30 m												
Helning		Moderat														
Bunntype		Fjell					Sand					Mudder og fjellkoller				
Organismer	Dyp (m)	0	1/2	1	2	3	4	5	7	10	13	16	20	25	30	
ALGER																
<i>Fucus vesiculosus</i>		—	—	—	●											
<i>Enteromorpha intestinalis</i> gr.		—	—	—	—											
<i>Ascophyllum nodosum</i>			—	—	—											
<i>Elachista fucicola</i>			—	—	—											
<i>Ulothrix flacca</i>			—	—	—											
<i>Rhizoclonium riparium</i>			—	—	—											
<i>Fucus serratus</i>					—	—	—									
<i>Ulvaria obscura</i> var. <i>blyttii</i>					—	—	—									
<i>Laminaria digitata</i>					—	—	—	—	—							
<i>Desmarestia aculeata</i>					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Stictyosiphon tortilis</i>					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Cladophora sericea</i>					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Dumontia incrassata</i>					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Palmaria palmata</i>					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Ceramium strictum</i> gr.					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Polysiphonia urceolata</i>					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Sphacelaria plumosa</i>					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Polyides rotundus</i>					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Phycodrys rubens</i>					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Delesseria sanguinea</i>					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Laminaria saccharina</i>					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Dilsea carnosa</i>					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Chorda filum</i>					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Phymatolithon lenormandii</i>					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Rhodochorton purpureum</i>					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Audouinella</i> sp.					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Antithamnion boreale</i>					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Bonnemaisonia hamifera</i> 1)					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Polysiphonia urceolata</i>					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Polysiphonia nigrescens</i>					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Ceramium rubrum</i> gr.					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Euthora cristata</i>					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Odonthalia dentata</i>					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

1) Tetrasporofytt

Tegnforklaring:

● Enkeltfunn    - - - - - Spredt    ——— Vanlig    ——— Hyppig

Sted B15 Holmgalten (forts.)		Dato 31/7 1980 (forts.)		Obs. dyp 0-30 m											
Helning		Moderat													
Bunntype		Fjell			Sand				Mudder og fjellkoller						
Organismer	Dyp (m)	0	1/2	1	2	3	4	5	7	10	13	16	20	25	30
		<p><i>Ptilota plumosa</i>  <i>Phyllophora truncata</i>  <i>Turnerella pennyi</i>  <i>Lomentaria clavellosa</i></p> <p>DYR</p> <p><i>Mytilus edulis</i>  <i>Littorina littorea</i>  <i>Neptunea despecta</i>  <i>Modiolus modiolus</i>  <i>Buccinum undatum</i>  <i>Sagartiogeton</i> sp.  <i>Asterias rubens</i>  <i>Ophiura albida</i>  <i>Aporrhais pespelicani</i>  <i>Henricia sanguinolenta</i></p> <p>Porifera indet.  <i>Psolus phantapus</i>  <i>Arenicola marina</i>  <i>Cyprina islandica</i>  <i>Corymorpha nutans</i>  <i>Sabella penicillus</i>  <i>Galathea</i> sp.  Nudibranchia indet.  <i>Balanus balanus</i>  cf. <i>Sycon</i> sp.  <i>Pseudamussium septemradiatum</i>  <i>Sertilla beaniana</i>  <i>Primmora resedaeformis</i></p>													

Fig. A1 (forts.)

Tegnforklaring:

● Enkeltfunn    - - - - - Spredt    ——— Vanlig    ——— Hyppig

Sted B15 Holmgalten		Dato 23/6 1981		Obs. dyp Fjærest./5 m											
Helning															
Bunntype		Fjell		Sand											
Organismer		Dyp (m)													
		0	1/2	1	2	3	4	5	7	10	13	16	20	25	30
<b>ALGER</b>															
<i>Enteromorpha</i> sp.		—													
<i>Fucus vesiculosus</i>		—													
<i>Acophyllum nodosum</i>		- - - - -													
<i>Fucus serratus</i>		—													
<i>Ulvaria obscura</i> var. <i>blyttii</i>		- - - - -													
<i>Laminaria saccharina</i>															
<i>Phymatolithon lenormandi</i>		●													
<i>Delesseria sanguinea</i>		●													
<i>Phycodryis rubens</i>		●													
<i>Membranoptera alata</i>		●													
<i>Palmaria palmata</i>		●													
<i>Ceramium rubrum</i> gr.		●													
<i>Antithamnion boreale</i>		●													
<i>Sphacelaria plumosa</i>		●													
<i>Pilayella littoralis</i>		●													
<i>Ectocarpus</i> cf. <i>sili-culosus</i>		●													
<b>DYR</b>															
<i>Mytilus edulis</i>		- - - - -													

Fig. A1 (forts.)

Tegnforklaring:

● Enkeltfunn    - - - - - Spredt    ——— Vanlig    ——— Hyppig

Sted B16 Laukhella		Dato 1/8 1980		Obs. dyp 0 - 32 m											
Helning		Svak til moderat													
Bunntype		Fjell		Sand			Fjellkoller/sand								
Organismer	Dyp (m)	0	1/2	1	2	3	4	5	7	10	13	16	20	25	30
	<b>ALGER</b>														
<i>Fucus vesiculosus</i>		—	—	—											
<i>Elachista fucicola</i>		—	—	—											
<i>Enteromorpha intestinalis</i> gr.		—	—	—											
<i>Enteromorpha prolifera</i> gr.		—	—	—											
<i>Ascophyllum nodosum</i>		—	—	—											
<i>Cladophora rupestris</i>		—	—	—		—	—								
<i>Rhizoclonium riparium</i>		—	—	—		—	—	—	—						
<i>Ectocarpus siliculosus</i>		—	—	—		—	—	—	—						
<i>Fucus serratus</i>		—	—	—		—	—	—	—						
<i>Polysiphonia nigrescens</i>		—	—	—		—	—	—	—						
<i>Polysiphonia urceolata</i>		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Polyides rotundus</i>		—	—	—		—	—	—	—						
<i>Laminaria digitata</i>		—	—	—		—	—	—	—						
<i>Ulvaria obscura</i> var. <i>blyttii</i>		—	—	—		—	—	—	—						
<i>Chorda filum</i>		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Alaria esculenta</i>		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Enteromorpha flexuosa</i> gr.		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Dilsea carnosa</i>		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Odonthalia dentata</i>		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Phycodrys rubens</i>		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Desmarestia aculeata</i>		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Aerosiphonia centralis</i>		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ceramium rubrum</i> gr.		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ceramium strictum</i> gr.		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Desmarestia viridis</i>		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Euthora cristata</i>		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Giffordia ovata</i>		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Antithamnion boreale</i>		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Bonnemaisonia hamifera</i> 1)		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Palmaria palmata</i>		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Laminaria saccharina</i>		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ptilota plumosa</i>		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Porphyra abyssicola</i>		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Phymatolithon lenormandii</i>		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Chaetomorpha melagonium</i>		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1) Tetrasporofytt



Fig. A1 (forts.)

Tegnforklaring:

● Enkeltfunn    - - - - - Spredt    ——— Vanlig    ——— Hyppig

Sted B16 Laukhella		Dato 23.6.1981										Obs. dyp 0-30 m				
Helning		Svak					Varierende									
Bunntype		Fjell			Sand							Fjellkoller og sand				
Organismer	Dyp (m)	0	1/2	1	2	3	4	5	7	10	13	16	20	25	30	
	<b>ALGER</b>															
<i>Blidingia minima</i>		-	-													
<i>Enteromorpha intestinalis</i> gr.		-	-													
<i>Fucus vesiculosus</i>		■	—	-	-											
<i>Ascophyllum nodosum</i>		■	—	-	-											
<i>Hildenbrandia rubra</i>		-	-													
<i>Cladophora rupestris</i>		—	—	—	—											
<i>Pilayella littoralis</i>		—	—	—	—											
<i>Ectocarpus</i> cf. <i>fasciculatus</i>		-	-													
<i>Elachista fucicola</i>		-	-													
<i>Rhodomela confervoides</i>		-	-										-	-	-	
<i>Petalonia zosterifolia</i>		-	-													
<i>Rhizoclonium riparium</i>		-	-													
<i>Fucus serratus</i>					■	-										
<i>Chondrus crispus</i>					—	-										
<i>Monostroma</i> cf. <i>grevillei</i>					-	-										
<i>Ulvaria obscura</i> var. <i>blyttii</i>					-	-										
<i>Dumontia incrassata</i>					—	-										
<i>Palmaria palmata</i>					-	-										
<i>Stictyosiphon tortilis</i>					—	-										
<i>Laminaria digitata</i>					—	-										
<i>Ectocarpus siliculosus</i>					—	-										
<i>Ceramium strictum</i> gr.																
<i>Enteromorpha prolifera</i> gr.																
<i>Polyides rotundus</i>																
<i>Scytosiphon lomentaria</i>																
<i>Alaria esculenta</i>																
<i>Chorda filum</i>																
<i>Desmarestia aculeata</i>																
<i>Polysiphonia urceolata</i>																
<i>Laminaria saccharina</i>																
<i>Chaetomorpha melagonium</i>																
<i>Phycodrus rubens</i>																
<i>Antithamnion boreale</i>																
<i>Ptilota plumosa</i>																
<i>Sphacelaria plumosa</i>																
<i>Bonnemaisonia hamifera</i> 1)																
<i>Desmarestia viridis</i>																
<i>Porphyra abyssicola</i>																

1) Tetrasporofytt





Tabell A1. Liste over registrerte arter av fastsittende alger ved gruntvannsundersøkel-  
elsene i Ranafjorden 1980 (x) og 1981 (\*) med prosentvis fordeling på hoved-  
gruppene rødalger, brunalger og grøninalger.  
(For de mest kjente artene er norske navn oppført i parentes)

D : Dykkerstasjon. F : Fjærestasjon

Arter	Stasjoner	B 5	B 6	B 7	B 8	B 9	B12	B13	B15	B16	B14
		(D)	(D)	(D)	(F)	(D)	(D)	(F)	(D/F)	(D)	(D)
<b>RØDALGER</b>											
<i>Acrochaetium parvulum</i>											X
<i>Acrochaetium secundatum</i>											*
<i>Ahnfeltia plicata</i>								X			
<i>Antithamnion boreale</i>			X *			X *	X *		X *	X *	X *
<i>Audouinella</i> sp.							*		X	X	X *
<i>Bonnemaisonia hamifera</i> (tetrasporofytt)						X *	X *		X	X *	X *
<i>Callithamnion corymbosum</i>											X *
<i>Ceramium rubrum</i> gr. - Rekeklo						X *	X *		X *	X	X *
<i>Ceramium strictum</i> gr.						X			X	X *	X *
<i>Ceratocolax hartzii</i>							X			*	
<i>Chondrus crispus</i> -Krusflik		X	X							*	
<i>Corallina officinalis</i>											X
<i>Cruoria pellita</i>										*	X
<i>Delesseria sanguinea</i> - Fagerving				X		*			X *	X	X *
<i>Dilsea carnosa</i> - Kjøttblad							X		X	X *	
<i>Dumontia incrassata</i>		X *		X *					X	*	
<i>Erythrocladia irregularis</i>								*			
<i>Euthora cristata</i>						X *	X *		X	X *	X *
<i>Erythrotrichia carnea</i>											X *
<i>Furcellaria lumbricalis</i> - Svartkluft			*	X *	X	X		X *	X	*	X *
<i>Gigartina stellata</i> -Vorteflik											*
<i>Hildenbrandia rubra</i>				*	X *	X	*			X *	*
<i>Lomentaria clavellosa</i>									X		
<i>Membranoptera alata</i>									*		X *
<i>Odonthalia dentata</i>						X *	X *		X	X *	X *
<i>Palmaria palmata</i> - Søl									X	X *	X *
<i>Phycodrys rubens</i> - Eikeving			X *	*		X *	X *	*	X *	X *	X *
<i>Phyllophora truncata</i>			X	X		X *	X *	*	X	*	X *
<i>Polyides rotundus</i>			*	X		X			X	X *	
<i>Polysiphonia elongata</i>										*	X *
<i>P. nigrescens</i>							*		X	X	*
<i>P. urceolata</i>			X	X		X *	X *		X	X *	X *
<i>P. violacea</i>											X
<i>Phymatolithon lenormandii</i>						X *	X *		X	X *	X
Cf. <i>Porphyra abyssicola</i>										X *	X *
<i>Porphyropsis coccinea</i>						X				X	X
<i>Ptilota plumosa</i> - - Draugfjer							X *		X	X *	X *

Tabell A1 (fortsatt)

Arter	Stasjoner	B 5 (D)	B 6 (D)	B 7 (D)	B 8 (F)	B 9 (D)	B12 (D)	B13 (F)	B15 (D/F)	B16 (D)	B14 (D)
<i>Rhodochorton purpureum</i>							*		X		X *
<i>Rhodomela confervoides</i>				X *		X	*	X *		*	*
<i>Turnerella pennyii</i>						*	X		X	X *	X
<i>Antall Rødalger 1980/1981</i>		2 0	5 4	7 5	2 1	15 11	13 16	3 4	22 5	20 23	27 25
<i>Begge år tilsammen</i>		2	7	9	2	17	19	5	23	28	32

BRUNALGER

<i>Alaria esculenta</i> Butare							X *		X	X *	X *
<i>Ascophyllum nodosum</i>	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *
- Grisetang											
<i>Chorda filum</i> - Vanl.						X			X	X *	X *
<i>maritima</i>											
<i>Chordaria flagelliformis</i>			*								X
<i>Desmarestia aculeata</i>	X *			X *		X *	X *		X *	X *	X *
- Kjerringhår											
<i>D. viridis</i>						*	X			X *	X *
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>		*	X *	X		*				X *	X *
<i>Ectocarpus</i> cf. <i>fasciculatus</i>										X	X *
<i>E.</i> cf. <i>siliculosus</i>		*	*			X	*		*	X *	X *
<i>Elachista fuciocola</i>		X *	X *	X *	X *	X *	*			X *	*
<i>Fucus vesiculosus</i>		X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *
- Blæretang											
<i>F. spiralis</i> - Spiraltang										X	
<i>F. serratus</i> - Sagtang	X *			X *	X *	X *	X *		X *	X *	X *
Cf. <i>Giffordia ovata</i>				X						X	
<i>Laminaria digitata</i>	X *			X *		X	X *		X	X *	X
- Fingertare											
<i>L. hyperborea</i> - Stortare			*				*		*	X *	X *
<i>L. saccharina</i> - Sukkertare	X		*	X *		X *	X *	*	X	X *	X *
Cf. <i>Leptonematella</i>										X	
<i>fasciculata</i>											
<i>Pelvetia canaliculata</i>											X *
- Sautang											
<i>Petalonia fascia</i>											X
<i>P. zosterifolia</i>											*
Cf. <i>Petroderma maculiforme</i>											*
<i>Pilayella littoralis</i>	X *	*	X *	X *	X *	X *	X *	*	*	*	X *
<i>Ralfsia borneri</i>							*				
<i>Scytosiphon lomentaria</i>										*	
<i>Sphacelaria plumosa</i>		*	*			X *	*		X	*	*
<i>Spongonema tomentosum</i>					X(?)						
<i>Stictyosiphon tortilis</i>	X			X *		X	*		X	X	X
<i>Striaria attenuata</i>											*
<i>Antall brunalger 1980/81</i>		7 5	3 10	11 12	7 5	12 10	9 14	2 4	10 7	17 17	18 17
<i>Begge år tilsammen</i>		7	10	13	7	14	15	4	13	22	21

GRØNNALGER

<i>Acrosiphonia</i> cf. <i>arcta</i>	X										
<i>A.</i> cf. <i>centralis</i>	X *	*	X	*			X *	*		X	*
<i>Blidingia minima</i>	X *	X					X *			*	*

Tabell A1 (fortsatt)

Arter	Stasjoner	B 5 (D)	B 6 (D)	B 7 (D)	B 8 (F)	B 9 (D)	B12 (D)	B13 (F)	B15 (D/F)	B16 (D)	B14 (D)
<i>Capsosiphon fulvescens</i>			x								
<i>Chaetomorpha melagonium</i>										x *	
<i>Cladophora rupestris</i> - Grønndusk		*			x *	x *	*			x *	*
<i>C. cf. sericea</i>									x		x
<i>Codiolum gregarium</i>											*
<i>Enteromorpha flexuosa</i> gr.				x						x	
<i>E. intestinalis</i> gr. Tarmgrønske		x *	x *	x *	x *	x *	x	x *	x *	x *	x
<i>E. prolifera</i> gr.		x					x	x		x *	
<i>Monostroma cf. grevillei</i>			*				*				*
<i>Prasiola stipitata</i>		x *									
<i>Rhizoclonium riparium</i>		x	x *				*	x *	x	x *	*
<i>Ulothrix cf. flacca</i>		x *	x *	*	x *		*		x		x *
<i>U. cf. pseudoflacca</i>		x *	x *								*
<i>U. cf. subflaccida</i>							*				*
<i>Ulva lactuca</i> - Havsalat /blytti										*	
<i>Ulvaria obscura</i> var.		x *	*	x *	x *	x *	x *		x *	x *	x *
<i>Urospora penicilliformis</i>		*									*
Antall grønnalger 1980/81		10 9	6 7	4 2	4 5	3 3	5 8	3 3	5 2	8 8	5 10
Begge år tilsammen		13	9	5	5	3	10	4	5	10	12
Sum røde, grønne og brune 1980 og 1981		19 14	14 21	22 19	13 11	30 24	27 38	8 11	37 14	45 48	50 52
Begge år tilsammen		22	26	27	14	34	44	13	41	60	65
% Rødalger		9	27	33	14	50	43	40	56	47	49
% Brunalger		32	38	48	50	41	34	30	32	36	32
% Grønnalger		59	35	19	36	9	23	30	12	17	19
<b>BLÅGRØNNALGER</b>											
<i>Calothrix scopulorum</i>			x			x					
<i>Gloeocapsa crepidinum</i>											x
<i>Lyngbya</i> sp.		x									
<i>Microcoleus cf. tenerrimus</i>			x								
<i>Phormidium</i> sp		x	x		x	x					
<i>Spirulina cf. subsalsa</i>				x							
<b>ANDRE</b>											
<i>Vaucheria synandra</i>		x									
<i>Schizonemastadier</i> av diatoméer		x	x	x		x					
Similaritetsindeks 1980/1981 1)		788	514	739	833	750	646	632	-	687	706

1) Grad av likhet mellom observasjonene i 1980 og 1981 på hver enkelt stasjon.  
 $L = \frac{2c}{a+b} \cdot 1000$ , der a og b er antall arter i henholdsvis 1980 og 1981, c antall felles arter for de to år. Beregningene er bare basert på registrering av arter innen de tre gruppene rødalger, brunalger og grønnalger.



Tabell A2 (fortsatt)

Arter	Stasjoner	B 2	B 5	B 6	B 7	B 9	B12	B15	B16	B14
<i>Hyas araneus</i>		*	*	*						
<i>H. coarctatus</i>										*
<i>Hyas sp.</i>		X		X						
<i>Hydractinia echinata</i>							*			
<i>Hydroidea indet.</i>					X	X				
<i>Hydroides norvegica</i>						X *			X	X *
<i>Littorina littorea</i>			X		X	X		X	X *	X *
- Vanl. strandsnegl										
<i>L. obtusata</i>						X				*
<i>Macoma baltica</i>				X *	*	*				
<i>Modiolus modiolus</i>			X			X	X	X	X *	X *
- Oskjell										
<i>Mya arenaria</i>				X						
- Vanl. sandmusling										
<i>Mya truncata</i>		X		*	*				X	*
- Kort sandmusling										
<i>Mya sp.</i>			X							
<i>Mytilus edulis</i>		X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *
- Blåskjell										
<i>Nassarius reticulatus</i>							*			X
- Nettsnegl										
<i>Nemertina indet.</i>									X	
<i>Nephrops norvegicus</i>						X				
- Sjøkreps										
<i>Neptunea despecta</i>				*	X			X	X *	X
<i>Nereis virens</i>			*							
<i>Nudibranchia indet.</i>				X	X			X	X	X
<i>Nymphon gracile</i>						*				
<i>Ophiocomina nigra</i>					X					
- Svartstjerne										
<i>Ophiopholis aculeata</i>							X			
<i>Ophiura albida</i>						*		X	X	
<i>Ophiuridae indet.</i>					X					
<i>Pagurus bernhardus</i>						*	*		X	
<i>Pagurus sp.</i>						X			X	X
<i>Paguridae indet.</i>			X	X						
<i>Pectinaria auricoma</i>					*				X	
<i>Pennatula phosphorea</i> (bare B13)										
<i>Polychaeta sedentaria</i> <i>indet.</i>					X					
<i>Cf. Polydora sp.</i>				*						
<i>Pomatoceros triqueter</i>			X			X			X	X *
- Trekantmark										
<i>Porifera indet.</i>							X	X	X	X
<i>Primora resadaeformis</i>								X		
<i>Pseudamussium</i> <i>septemradiatum</i>								X		
<i>Psolus phantapus</i>							X	X	X *	*

Tabell A2. (fortsatt)

Arter	Stasjoner	B 2	B 5	B 6	B 7	B 9	B12	B15	B16	B14
<i>Sabella penicillus</i>		x	x	x	x *	x *	x	x	x	
<i>Sagartiogeton sp.</i>			x	x				x	x	x
<i>Serpula vermicularis</i>				x		x	x			
<i>Sertilla beaniana</i>								x		*
<i>Sipho islandicus</i>										*
<i>Spirorbis borealis</i> - Posthornmark			x			x				
<i>Spirorbis sp.</i>										*
<i>Stichastrella rosea</i>									*	*
<i>Stichopus tremulus</i>									*	
<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i> - Drøbakkråkebolle									x	
Cf. <i>Sycon sp.</i>								x	x	
<i>Tealia felina</i> - Fjæresjørose			x *			*				
<i>Teredo sp.</i> - Pelemark		*		*						
<i>Tubularia sp.</i>			*							
<i>Virgularia mirabilis</i>				x *	x *		x *		*	x *
Antall 1980/1981		6/6	15/13	16/13 3)	13/12	20/16	14/15	23 5)	31/18	21/22
Total antall		10 2)	22	25 4)	19	30	23	23	41	37
Likhetsindeks 1980/81 1)		333	428	414 3)	480	333	414	-	326	325

1)  $L = \frac{2c}{a+b} \cdot 1000$  der a, b og c er henholdsvis antall arter i 1980, 1981 og antall felles arter.

2) *Hyas sp.* og *Hyas araneus* regnet som en art

3) Bare regnet med B6a

4) Medregnet B6b

5) Bare fjærestasjon i 1981.

Tabell A3. Metaller i grisetang fra Ranafjorden 1980-81, mg/kg tørrvekt  
(Analysert ved SI)

Metall St./år	Hg	Cd	Pb	Cu	Zn	Cr	Ni	
B5 1980	0,03	0,5	3,8	28	350	2,5	2,0	
B6a	1980	0,02	0,5	5,0	21	200	2,3	2,8
	1981	0,03	0,2	1,9	15	210	1,4	1,3
B7	1980	0,01	0,5	5,0	39	165	1,5	2,8
	1981	0,04	0,1	2,1	20	237	0,9	10,3
B8	1980	0,01	0,8	12,0	13	170	2,0	5,3
	1981	0,04	0,03	0,3	14	298	0,4	1,7
B9	1980	0,01	0,8	3,5	11	240	1,8	3,3
	1981	0,02	0,04	0,5	13	289	0,5	2,0
B12	1980	0,02	0,5	4,8	14	250	1,5	3,5
	1981	0,03	0,2	1,0	4	108	0,1	10,4
B14	1980	0,02	0,3	1,3	4	75	1,0	2,0
	1981	0,03	0,1	2,2	11	212	1,1	1,3
B15 1980	0,02	0,5	1,3	10	163	1,0	3,0	

Tabell A4. Metaller i blæretang fra Ranafjorden 1980-81, mg/kg tørrvekt  
(Analysert ved SI)

Metall St./år	Hg	Cd	Pb	Cu	Zn	Cr	Ni
B6a 1980	0,02	1,5	34	17	480	4,0	8,8
B6b 1981	0,06	0,1	1,9	0,4	145	1,1	9,2
B7 1980	<0,01	1,0	9,0	18	210	2,0	5,8
B8 1980	0,01	1,0	14,3	16	200	2,8	7,8
B9 1980	0,01	0,8	7,5	9	290	2,5	8,8
B12 1980	0,01	0,8	5,5	15	250	1,5	7,5
B13 1980	0,02	1,8	8,8	6	235	2,3	8,8
B14 1980	0,01	0,8	2,5	4	100	1,0	5,8
B15 1980	0,02	1,5	20,0	12	270	5,8	13,3



Tabell A5. Metaller i blåskjell fra Ranafjorden 1980-81, mg/kg tørrvekt.  
(Analysert ved SI)

Metall St./år	Hg	Cd	Pb	Cu	Zn	Cr	Ni	% Tørr- stoff
B2 1980	0,06	0,3	33	17	427	2,6	1,9	
1981	0,01	0,7	25	12	398	0,7	1,3	13,0
B5 1980	0,09	0,5	36	12	407	<0,2	2,1	
1981	0,01	0,8	23	35	432	<0,2	1,3	12,2
B7 1980	0,03	1,4	51	12	296	1,2	3,6	
B13 1980	0,07	1,0	7	8	249	0,3	3,9	
B14 1980	0,08	1,7	26	10	140	<0,2	2,5	
B15 1980	0,02	0,7	12	9	217	1,4	3,1	

Tabell A6. Metaller i oskjell fra Ranafjorden 1980, mg/kg tørrvekt  
(Analysert ved SI)

Metall St./år	Hg	Cd	Pb	Cu	Zn	Cr	Ni
B9	0,06	9,8	60	34	727	<0,2	3,9
B12	0,09	11,4	79	45	1128	0,5	3,8
B14	0,08	6,3	16	18	367	0,3	1,5
B15	0,20	14,6	47	36	1675	1,0	4,2
B16	0,12	10,2	48	29	983	1,2	4,0

Tabell A7. Polysykliske aromatiske hydrokarboner i blåskjell fra Ranafjorden 1980, µg/kg tørrvekt.  
(Analysert ved SI)

PAH \ Stasjon	B2	B5	B7	B12	B13	B14	B16
Naphthalene	1078.	-	227.	84.	-	635.	-
2-Methylnaphthalene	706.	45.	84.	121.	-	346.	-
1-Methylnaphthalene	378.	-	72.	58.	-	168.	-
Biphenyl	336.	-	42.	-	-	-	-
Acenaphthylene	1204.	-	105.	-	-	-	-
Acenaphthene	952.	179.	132.	-	-	-	-
Dibenzofuran	1406.	-	247.	1085.	-	-	-
Fluorene	2237.	73.	290.	330.	-	210.	-
Dibenzothiophene	1391.	90.	140.	-	-	73.	-
Phenanthrene	18897.	1641.	2754.	2263.	177.	913.	829.
Anthracene	4797.	101.	586.	-	-	26.	45.
3-Methylphenanthrene	1544.	94.	472.	258.	13.	215.	151.
2-Methylphenanthrene	1972.	236.	747.	460.	33.	245.	323.
2-Methylanthracene	970.	10.	131.	71.	-	18.	16.
4,5-Methylenephenanthrene	2206.	72.	627.	523.	29.	229.	819.
4- and/or 9-Methylphenanthrene	807.	164.	329.	388.	17.	302.	432.
1-Methylphenanthrene	889.	198.	381.	1369.	27.	202.	497.
Fluoranthene	100992.	4784.	36627.	45.576.	1054.	11751.	35519.
Benz(e)acenaphthylene ?	7124.	157.	1191.	793.	-	163.	1313.
Benzo(def)dibenzothiophene ?	2586.	-	860.	-	-	163.	48.
Pyrene	55922.	2637.	11993.	2652.	19.	501.	642.
Ethylmethylenephenanthrene ?	7401.	565.	4774.	2173.	81.	969.	3120.
Benzo(a)fluorene	5873.	-	3568.	896.	29.	211.	1213.
Benzo(b)fluorene	5062.	-	2058.	296.	12.	171.	654.
4-Methylpyrene	1983.	-	579.	-	-	-	-
Methylfluoranthene and/or							
2-Methylpyrene	2935.	-	1012.	-	-	-	130.
1-Methylpyrene	2675.	-	925.	-	-	-	139.
Benzo(h)anthracene ?	11078.	557.	6221.	1609.	36.	530.	3098.
Benzo(ghi)fluoranthene	{11581.	242.	3375.	906.	19.	430.	~2330.
Benzo(c)phenanthrene***	{1796.	212.	3544.	781.	63.	309.	~2330.
Benzo(a)anthracene*	1796.	-	891.	134.	6.8	43.	307.
Chrysene* and triphenylene	36765.	1104.	13520.	3111.	97.	871.	4446.
Benzo(b)fluoranthene**	48039.	3127.	28187.	10600.	406.	3447.	22525.
Benzo(j/k)fluoranthenes** 1)	{55141.	776.	10561.	1541.	51.	474.	~1290.
Benzo(e)pyrene*	21268.	315.	6462.	2427.	65.	430.	~4590.
Benzo(a)pyrene***	11921.	907.	13927.	371.	25.	108.	5163.
Perylene	3932.	176.	3055.	2196.	4.9	-	466.
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	3180.	-	1098.	-	-	-	185.
Benzo(ghi)perylene	3370.	-	1059.	82.	7.7	-	1828.
			1073.	41.	4.5	-	818.
S u m	442394.	18462.	163926.	83195.	2277.	24153.	~95266.
Derav KPAH 1)	~54500	~1300	~20400	~5700	~140	~1000	~6400
% KPAH	~12	~7	~12	~7	~6	~4	~7
% tørrstoff	18,0	16,5	14,2	18,0	15,3	13,6	13,7

1) KPAH er summen av moderat (\*\*) og sterkt kreftfremkallende (\*\*\*) PAH i henhold til U.S. National Academy of Science (NAS, 1972). I summen \*\* + \*\*\* er det medregnet 50 % av benzo(j/k)fluoranthene, idet bare B<sub>(j)</sub>F er kreftfremkallende. Når benzo(ghi)fluoranthene er slått sammen med benzo(c)phenanthrene, er det også bare regnet 50 % av summen. Se forøvrig tekst.

Tabell A8. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell fra Ranafjorden 1981, mg/kg tørrvekt (Analysert ved NIVA)

PAH \ St.	B2	B5	B7	B14	B15	B16	B17	B18
Naftalen								0,06
2-Metylnaftalen								0,04
1-Metylnaftalen								0,07
Bifenyli								
Acenaftylen								
Acenaften								
4-Metylbifenyli								
Dibenzofuran								
Fluoren	0,6							
9-Metylfluoren								
9.10-Dihydroantracen								
2-Metylfluoren								
1-Metylfluoren								
Dibenzothiophen	0,9			0,03			0,04	0,03
Fenantren	16,4	1,08	1,36	0,31	0,34	0,29	0,74	0,25
Antracen	3,5	0,18	0,27	0,06			0,04	0,10
Acridine								
Carbazole								
2-Metylantracen	3,5	0,22	0,46	0,06		0,24	0,08	0,05
1-Metylfenantren	1,7	0,12	0,22	0,05		0,18	0,07	0,06
9-Metylantracen								
Fluoranten	146,1	15,41	27,11	3,30	30,37	27,64	2,64	4,03
Pyren	109,5	7,20	12,15	0,66	4,75	4,09	0,52	0,04
Benzo(a)fluoren	10,1	1,55	2,20	0,25	1,77	1,89	0,08	0,43
Benzo(b)fluoren	4,7	0,62	0,73	0,04	0,32	0,36		0,08
1-Metylpyren	22,3				5,86	7,52		0,91
Benzo(c)fenantren ***	13,0	2,05	3,16		2,77	3,20	0,12	0,50
Benzo(a)antracen *	96,7	14,48	19,26	0,87	8,29	10,41	0,04	0,95
Trifenyli/Chrysen *	123,7	26,47	39,36	5,48	42,25	50,68	0,69	6,20
Benzo(b)fluoranten **	150,3	33,03	31,71	2,74	32,70	42,31	0,18	2,60
Benzo(j,k)fluoranten ** 1)	30,3	5,25	7,76	0,95	8,72	9,53	0,11	0,85
Benzo(e)pyren *	88,2	19,71	23,76	2,30	17,68	21,25	0,17	1,48
Benzo(a)pyren ***	51,7	7,42	7,80	0,15	2,24	2,25		0,1
Perylen	18,0	2,84	3,30	0,06	0,84	0,57		0,04
0-Phenylenepyren	13,5	1,86	2,31	0,31	2,70	3,09	0,14(?)	0,18
Dibenz(a,h)antracen ***	7,5	1,25	1,67	0,18	2,14	1,90	0,08	0,10
Picen								
Benzo(ghi)perylen	18,8	3,64	4,66	0,95	4,42	4,58	0,27	0,43
Anthanthrene								
Coronen								
S u m	936,0	144,38	189,25	18,80	168,26	191,98	6,0	20,11
Derav KPAH 1)	~238	~46	~48	~3,5	~44	~53	~0,4	~3,7
% KPAH	~25	~32	~25	~19	~25	~28	~7	~18

1) KPAH er summen av moderat (\*\*) og sterkt kreftfremkallende (\*\*\*) PAH i henhold til U.S. National Academy of Science (NAS, 1972).

I summen \*\* + \*\*\* er det medregnet 50 % av benzo (j,k) fluoranthen, idet bare B<sub>(j)</sub>F er kreftfremkallende. Se forøvrig tekst.

Tabell A9. Polysykliske aromatiske hydrokarboner i oskjell fra Ranafjorden 1980, µg/kg tørrvekt  
(Analysert ved SI)

PAH \ Stasjon	B5	B9	B12	B14	B15	B16
Naphthalene .....	-	-	-	-	-	-
2-Methylnaphthalene .....	-	-	-	-	-	-
1-Methylnaphthalene .....	-	-	-	-	-	-
Biphenyl .....	-	-	-	-	45.	-
Acenaphthylene .....	-	-	-	-	-	-
Acenaphthene .....	-	-	-	-	-	-
Dibenzofuran .....	-	-	-	-	-	-
Fluorene .....	64.	-	-	-	-	-
Dibenzothiophene .....	-	-	-	-	-	-
Phenanthrene .....	1090.	98.	146.	79.	67.	-
Anthracene .....	432.	26.	49.	3.	-	-
3-Methylphenanthrene .....	114.	-	-	-	-	-
2-Methylphenanthrene .....	233.	-	-	-	-	-
2-Methylanthracene .....	35.	-	-	-	-	-
4,5-Methylenephenanthrene .....	113.	-	-	-	-	-
4- and/or 9-Methylphenanthrene ..	72.	-	-	-	-	-
1-Methylphenanthrene .....	60.	-	-	-	-	-
Fluoranthene .....	9879.	259.	405.	188.	129.	244.
Benz(e)acenaphthylene ? .....	631.	-	28.	7.	-	-
Benzo(def)dibenzothiophene ? ....	273.	-	8.	2.	-	-
Pyrene .....	4290.	60.	73.	~ 2.	41.	-
Ethylmethylenephenanthrene ? .....	2179.	76.	148.	31.	30.	-
Benzo(a)fluorene .....	2059.	72.	157.	19.	-	-
Benzo(b)fluorene .....	1443.	75.	150.	16.	-	-
4-Methylpyrene .....	547.	-	21.	-	-	-
Methylfluoranthene and/or						
2-Methylpyrene .....	307.	-	11.	-	-	-
1-Methylpyrene .....	528.	-	27.	-	-	-
Benzo(b)fluoranthene ? .....	4047.	273.	457.	44.	56.	-
Benzo(ghi)fluoranthene .....		91.	127.	13.	18.	-
Benzo(c)phenanthrene*** .....	{1969.	86.	89.	22.	-	-
Benzo(phenanthridine) ? .....	342.	-	29.	4.	-	-
Benzo(a)anthracene* .....	12841.	1001.	1462.	106.	151.	113.
Chrysene* and triphenylene .....	17280.	2246.	3053.	386.	467.	432.
Benzo(b)fluoranthene** .....		~ 3430.	~ 3020.	~ 290.	643.	591.
Benzo(j/k)fluoranthenes**?) .....	{32621.	~ 1120.	~ 950.	~ 170.	375.	266.
Benzo(e)pyrene* .....	8674.	1615.	1142.	118.	305.	164.
Benzo(a)pyrene*** .....	7407.	1537.	1483.	101.	168.	-
Perylene .....	1548.	348.	221.	4.	-	-
Indeno(1,2,3-cd)pyrene .....	1707.	1010.	715.	96.	218.	-
Benzo(ghi)perylene .....	2054.	998.	658.	48.	165.	-
S u m	114839.	~ 14421	~ 14630.	~ 1750.	2878.	1810.
Derav KPAH 1)	~ 30100	~ 5600	~ 5100	~ 500	~ 1000	~ 700
% KPAH	~ 26	~ 39	~ 35	~ 28	~ 34	~ 40
% tørrstoff	19,2	17,8	16,4	23,8	18,3	18,7

1) KPAH er summen av moderat (\*\*) og sterkt kreftfremkallende (\*\*\*) PAH i henhold til U.S. National Academy of Science (NAS, 1972).

I summen \*\* + \*\*\* er det medregnet 50 % av benzo(j/k)fluoranthene, idet idet bare B(j)F er kreftfremkallende. Når benzo(ghi)fluoranthene er slått sammen med benzo(c)phenanthrene, er det også regnet med 50 % av summen. Se forøvrig tekst.

Tabell A10. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i oskje11 (0) og grisetang (G) fra Kanafjorden 1981, mg/kg tørrvekt (Analysert ved NIVA)

PAH \ St.	B9 0	B12 0	B14 0	B16 0	B17 0	B8 G
Naftalen					0,02	0,09
2-Metylnaftalen					0,01	0,09
1-Metylnaftalen						0,06
Bifeny1						0,12
Acenaftylen						0,10
Acenaften						0,15
4-Metylbifeny1						
Dibenzofuran						0,41
Fluoren						0,34
9-Metylfluoren						
9.10-Dihydroantracen						
2-Metylfluoren						
1-Metylfluoren						
Dibenzothiophen		0,05			0,04	0,22
Fenantren	0,31	0,84	0,13	0,12	0,55	3,44
Antracen	0,10	0,07			0,02	0,33
Acridine						
Carbazole						
2-Metylantracen		0,03			0,04	0,43
1-Metylfenantren					0,02	0,19
9-Metylantracen						
Fluoranten	2,11	2,16	0,69	0,90	1,20	13,52
Pyren	0,57	0,83	0,16	0,19	0,52	6,46
Benzo(a)fluoren	0,54	0,34			0,04	0,26
Benzo(b)fluoren		0,05			0,01	0,08
1-Metylpyren		1,05			0,04	0,48
Benzo(c)fenantren ***	0,34	0,07(?)			0,02	0,08(?)
Benzo(a)antracen *	4,10	2,60	0,19	0,24	0,03	0,62
Trifenylen/Chrysen *	10,29	7,30	0,68	1,18	0,21	2,90
Benzo(b)fluoranten **	15,99	12,54	1,43	1,83	0,19	ca.0,45
Benzo(j,k)fluoranten** 1)	4,12	3,31	0,84	1,63	0,17	ca.0,32
Benzo(e)pyren *	3,82	2,59	0,36	0,90	0,12	0,52
Benzo(a)pyren ***	3,21	1,96	0,21	0,35	0,02	0,15
Perylen	0,76	0,41	0,03	0,08		0,14
0-Phenylenepyren	1,53	1,23	0,22	0,48	0,28(?)	0,07
Dibenz(a,h)antracen ***	0,87	0,93	0,23	0,57	0,04	0,22
Picen						
Benzo(ghi)perylen	2,82	2,51	ca.0,50	1,22	0,07	0,32
Anthanthrene				0,13		0,06
Coronen						
Sum	51,48	40,92	5,67	9,82	3,63	32,92
Derav KPAH 1)	~22	~17	~2,0	~3,5	~0,35	~1,0(?)
% KPAH	~42	~42	~35	~36	~10	~3
% Tørrstoff						

1) KPAH er summen av moderat (\*\*) og sterkt kreftfremkallende (\*\*\*) (PAH i henhold til U.S.National Academy of Science (NAS, 1972). I summen \*\* + \*\*\* er det medregnet 50 % av benzo (j,k) fluoranthen, idet bare B<sub>(j)</sub>F er kraftfremkallende. Se forøvrig tekst.

Tabell A11. Polysykliske aromatiske hydrokarboner i korstroll (K),  
brødsvamp (B) og grisetang (G) 1980, µg/kg tørrvekt.  
Analysert ved SI

PAH	Stasjon	B5	B7	B9	B12	B12	B8	B14
		K	K	K	K	B	G	G
Naphthalene		-	-	-	-	-	-	-
2-Methylnaphthalene		-	-	-	-	-	-	-
1-Methylnaphthalene		-	-	-	-	-	-	-
Biphenyl		-	-	-	-	-	-	-
Acenaphthylene		-	-	-	-	-	-	-
Acenaphthene		-	-	-	-	-	-	-
Dibenzofuran		-	-	-	-	-	-	-
Fluorene		-	-	-	-	-	-	-
Dibenzothiophene		-	-	36	-	-	-	-
Phenanthrene		391.	105.	14.	32.	176.	2595.	181.
Anthracene		52.	17.	4.	3.	27.	186.	-
3-Methylphenanthrene		13.	20.	7.	-	9.2	163.	8.
2-Methylphenanthrene		27.	16.	13.	-	21.	321.	21.
2-Methylanthracene		-	11.	2.	-	-	-	-
4,5-Methylenepbenanthrene		21.	1.	6.	-	22.	359.	33.
4- and/or 9-Methylphenanthrene		8.	14.	4.	-	13.	152.	15.
1-Methylphenanthrene		6.	13.	5.	-	15.	128.	5.
Fluoranthene		1936.	216.	82.	119.	1515.	10118.	1097.
Benz(e)acenaphthylene ?		48.	6.	-	-	60.	413.	21.
Benzo(def)dibenzothiophene ?		17.	5.	6.	-	13.	181.	4.
Pyrene		682.	34.	16.	11.	427.	4335.	76.
Ethylmethylenepbenanthrene ?		199.	56.	43.	15.	192.	310.	57.
Benzo(a)fluorene		86.	24.	19.	6.	166.	197.	25.
Benzo(b)fluorene		49.	13.	-	2.	105.	118.	15.
4-Methylpyrene		20.	1.	-	-	30.	32.	-
Methylfluoranthene and/or								
2-Methylpyrene		93.	3.	-	-	41.	69.	-
1-Methylpyrene		18.	1.	-	-	41.	39.	-
Benzo(h)anthracene ?		226.	63.	39.	17.	521.	206.	34.
Benzo(ghi)fluoranthene		{443.	24.	{12.	11.	190.	206.	19.
Benzo(c)phenanthrene***			24.	-	7.	136.	165.	28.
Benzophenanthridine ?		17.	6.	20.	2.	31.	44.	6.
Benz(a)anthracene*		1388.	573.	285.	109.	980.	515.	44.
Chrysene* and triphenylene		2349.	630.	399.	232.	3201.	2658.	381.
Benzo(b)fluoranthene**		560.	~260.	71.	79.	~1730.	380.	32.
Benzo(j/k)fluoranthenes** 1)		403.	169.	39.	42.	~1130.	209.	26.
Benzo(e)pyrene*		4326.	203.	277.	68.	2875.	310.	136.
Benzo(a)pyrene***		321.	95.	44.	26.	1936.	39.	15.
Perylene		164.	15.	29.	3.	212.	-	-
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		60.	11.	8.	5.	2479.	8.2	spor
Benzo(ghi)perylene		660.	50.	19.	30.	1815.	8.1	spor
Sum		14585.	~2684.	1499.	823	~20109	24464.	2281
Derav KPAH 1)		~1300	~460	~140	~130	~4400	~700	~90
% KPAH		~9	~17	~9	~17	~21	~3	~4
% tørrstoff		30,0	28,5	28,2	31,4	13,7	25,8	29,9

1) KPAH er summen av moderat (\*\*) og sterkt kraftfremkallende (\*\*\*) PAH i henhold til U.S. National Academy of Science (NAS, 1972).

I summen \*\* + \*\*\* er det medregnet 50 % av benzo(j/k)fluoranthene, idet bare B<sub>(j)</sub>F er kreftfremkallende. Når benzo(ghi)fluoranthene er slått sammen med benzo(c)phenanthrene, er det også bare regnet med 50 % av summen.

Se forøvrigt tekst.

Tabell A12. Polysykliske aromatiske hydrokarboner i blæretang fra Ranafjorden 1980, µg/kg tørrvekt.

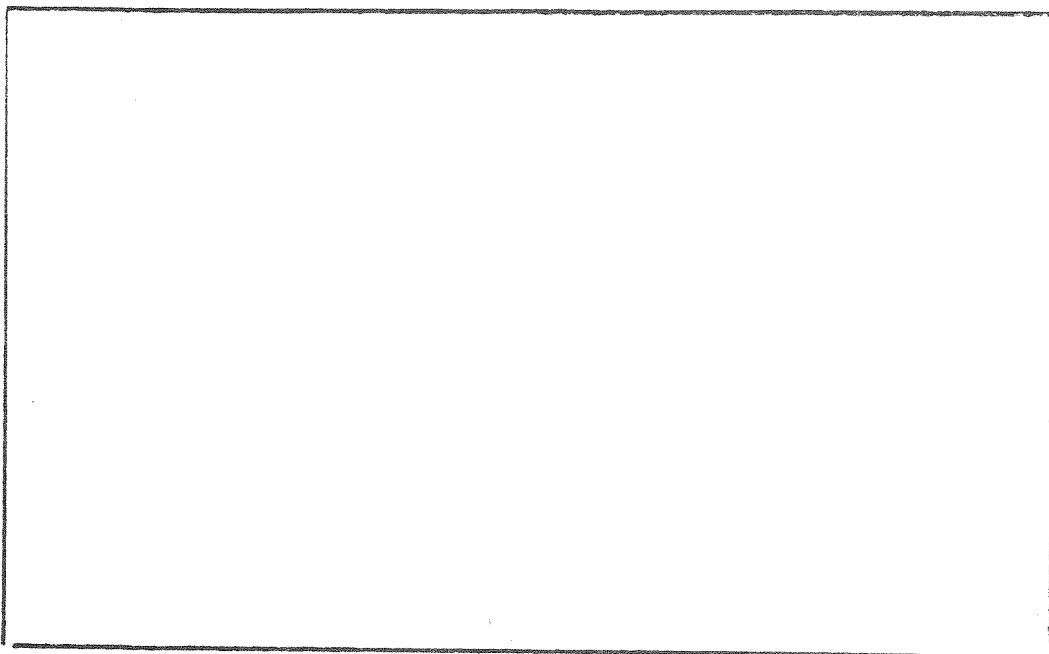
(Analysert ved SI)

PAH	Stasjon				
	B6a	B7	B8	B12	B14
Naphthalene	-	-	-	-	-
2-Methylnaphthalene	81.	-	-	-	-
1-Methylnaphthalene	65.	-	-	-	-
Biphenyl	53.	-	-	39.	-
Acenaphthylene	-	-	-	22.	-
Acenaphthene	245.	-	-	77.	-
Dibenzofuran	183.	61.	61.	115.	11.
Fluorene	185.	85.	65.	132.	15.
Dibenzothiophene	143.	57.	52.	69.	-
Phenanthrene	2600.	492.	427.	406.	54.
Anthracene	117.	122.	63.	26.	-
3-Methylphenanthrene	185.	88.	66.	69.	19.
2-Methylphenanthrene	332.	156.	132.	147.	43.
2-Methylanthracene	8.	4.1	2.	3.	3.
4,5-Methylenephenanthrene	305.	185.	152.	244.	10.
4- and/or 9-Methylphenanthrene	142.	88.	73.	106.	12.
1-Methylphenanthrene	150.	59.	50.	84.	10.
Fluoranthene	12912.	5076.	4471.	6980.	352.
Benz(e)acenaphthylene ?	433.	210.	167.	221.	7.
Benzo(def)dibenzothiophene ?	167.	168.	128.	160.	14.
Pyrene	3609.	2127.	1485.	933.	32.
Ethylmethylenephenanthrene ?	520.	194.	172.	422.	22.
Benzo(a)fluorene	272.	107.	95.	168.	25.
Benzo(b)fluorene	172.	74.	27.	97.	-
4-Methylpyrene	33.	-	-	8.	-
Methylfluoranthene and/or					
2-Methylpyrene	67.	-	-	-	-
1-Methylpyrene	45.	-	-	-	-
Benzothionaphthene ?	302.	145.	136.	315.	-
Benzo(ghi)fluoranthene	263.	107.	103.	191.	-
Benzo(c)phenanthrene***	259.	100.	95.	217.	-
Benzophenanthridine ?	97.	-	-	-	17.
Benz(a)anthracene*	607.	379.	302.	303.	102.
Chrysene* and triphenylene	2933.	1288.	1273.	2391.	-
Benzo(b)fluoranthene**	477.	480.	890.	311.	15.
Benzo(j/k)fluoranthenes**/	260.	252.	252.	510.	13.
Benzo(e)pyrene*	937.	276.	424.	874.	628.
Benzo(a)pyrene***	331.	346.	341.	427.	-
Perylene	20.	87.	90.	-	-
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	56.	73.	112.	95.	-
Benzo(ghi)perylene	47.	69.	91.	44.	-
Sum	29613.	12955.	11797.	16206	1404.
Derav KPAH 1)	~1200	~1100	~1500	~1200	~20
% KPAH	~4	~8	~12	~7	~1,5
% tørrstoff	26,0	22,0	25,7	26,0	26

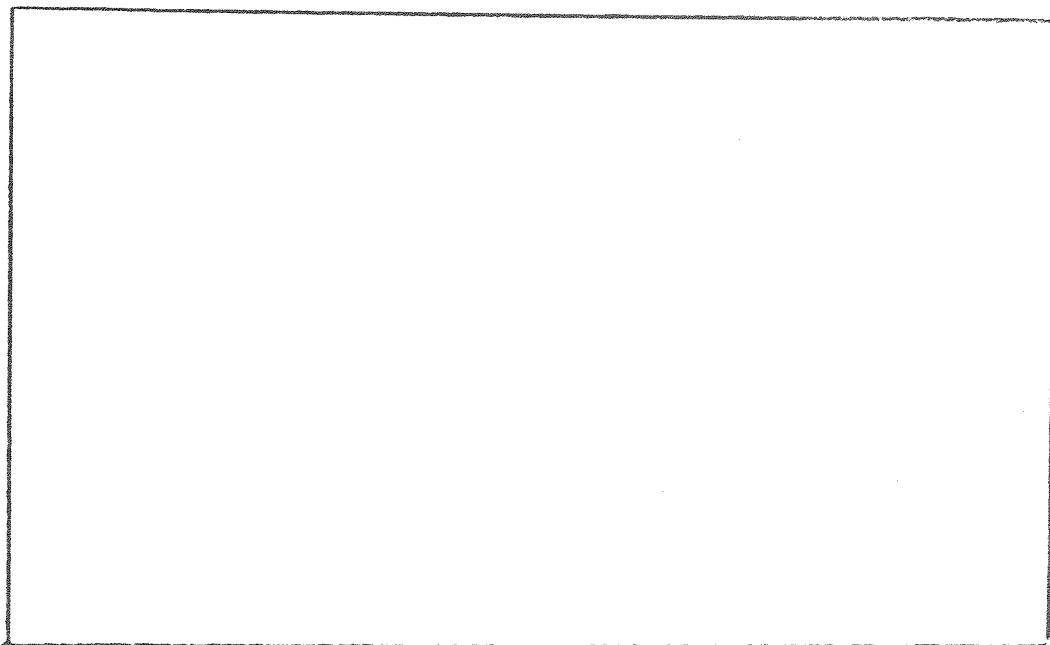
1) KPAH er summen av moderat (\*\*) og sterkt kreftfremkallende (\*\*\*) PAH i henhold til U.S. National Academy of Science (NAS, 1972).

I summen \*\* + \*\*\* er det medregnet 50 % av benzo(j/k)fluoranthene, idet bare B<sub>(j)</sub>F er kreftfremkallende. Når benzo(ghi)fluoranthene er slått sammen med benzo(c)phenanthrene, er det også bare regnet 50% av summen. Se forøvrig tekst.

FOTOVEDLEGG : STASJONSBILDER

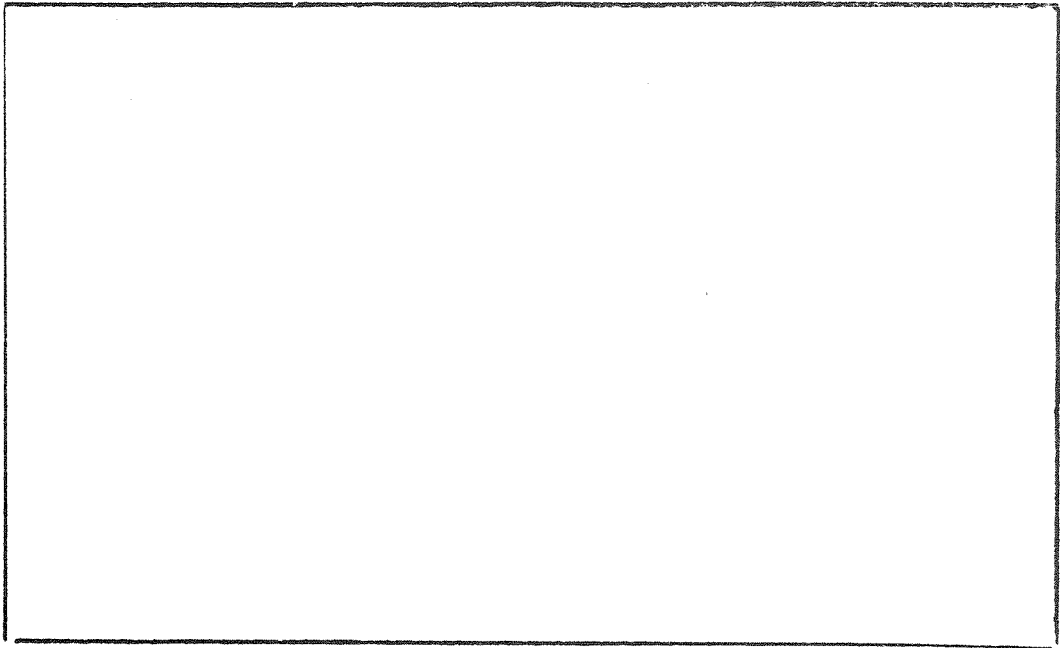


St. B5. Ved Moholmen

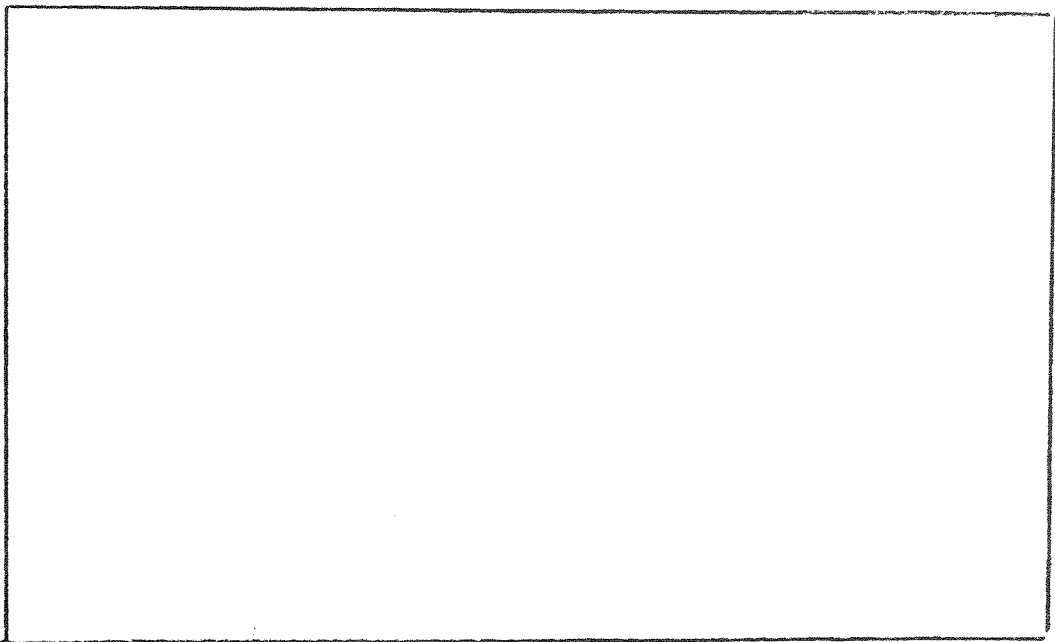


St. B6a Ved Lundenet/Andfiskåa

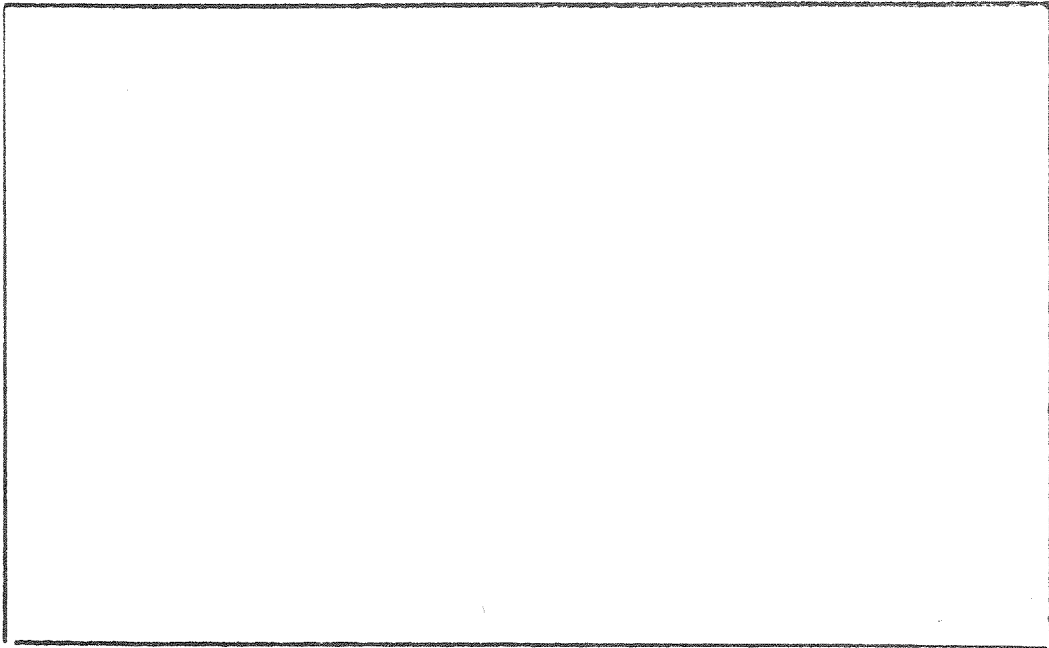




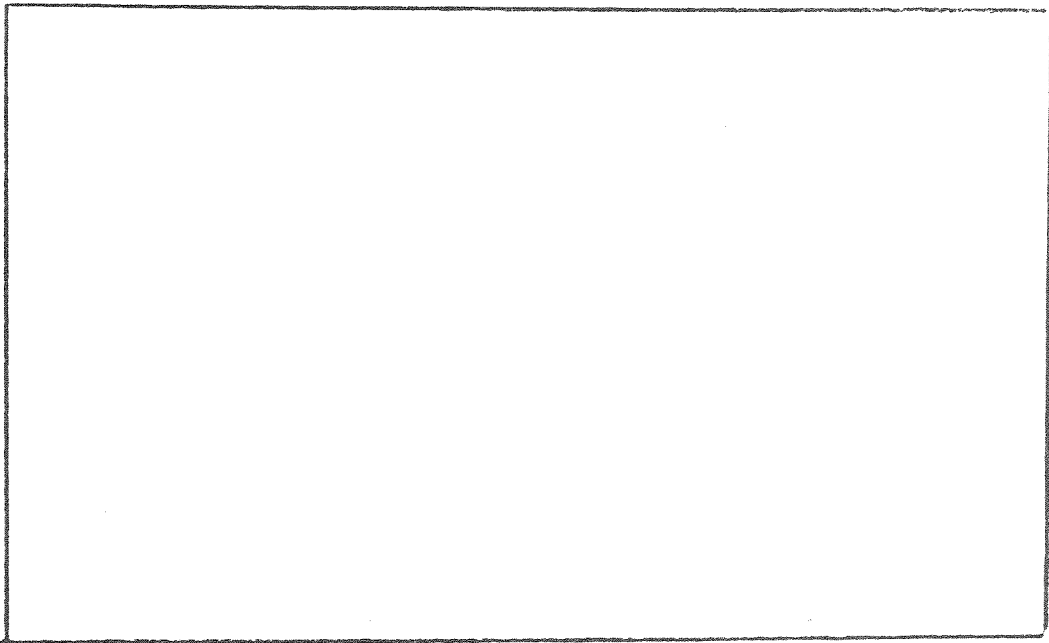
St. B6b Ved Bergverkselskapet Nord-Norge, Andfiskåa



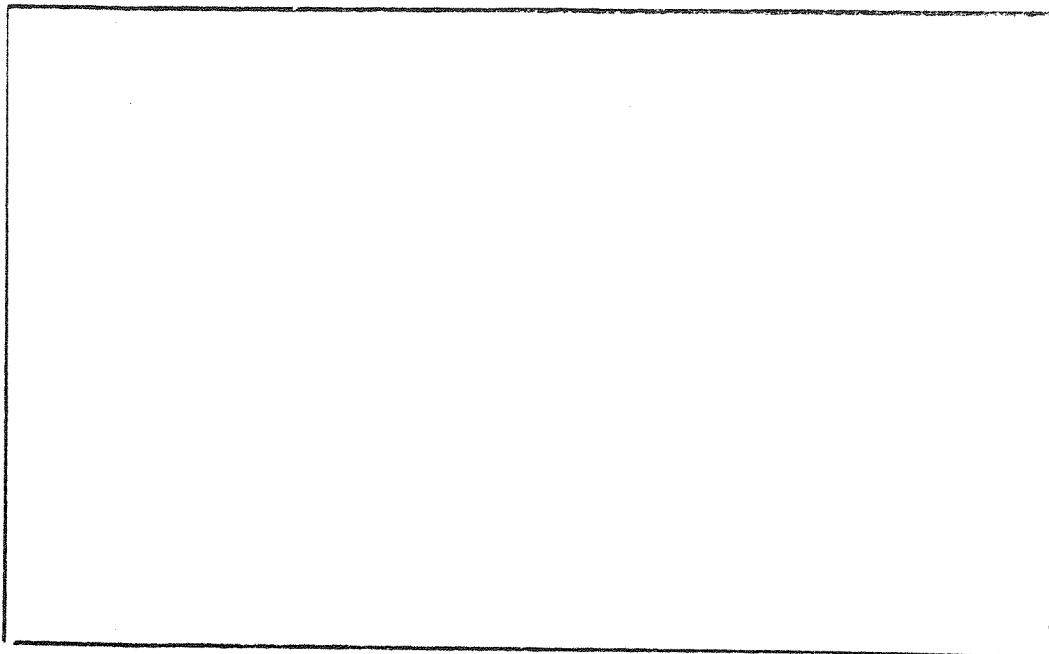
St. B7 Ved Rauberget



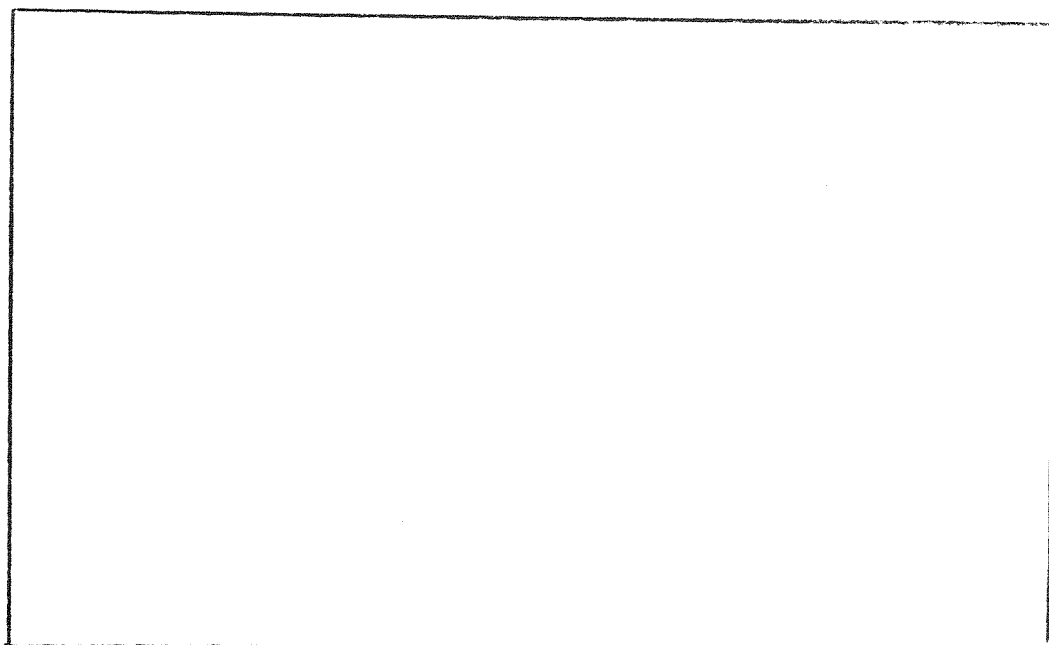
St. B8 Ved Alterneset



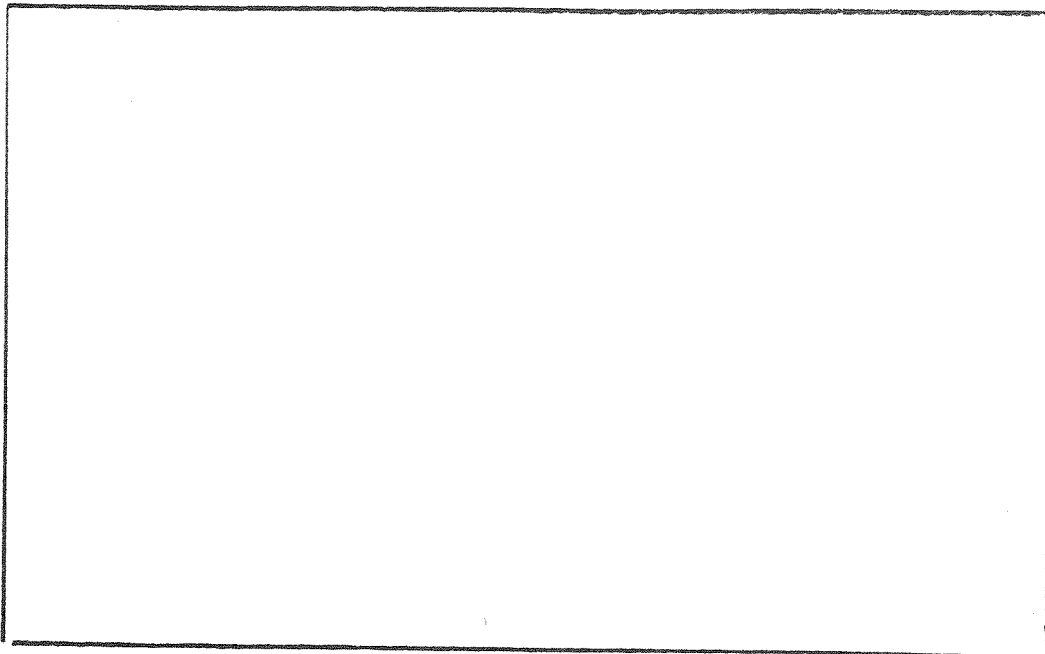
St. B8 Ved Alterneset, slambindende begroing  
med grønnalgene Ulothrix spp.



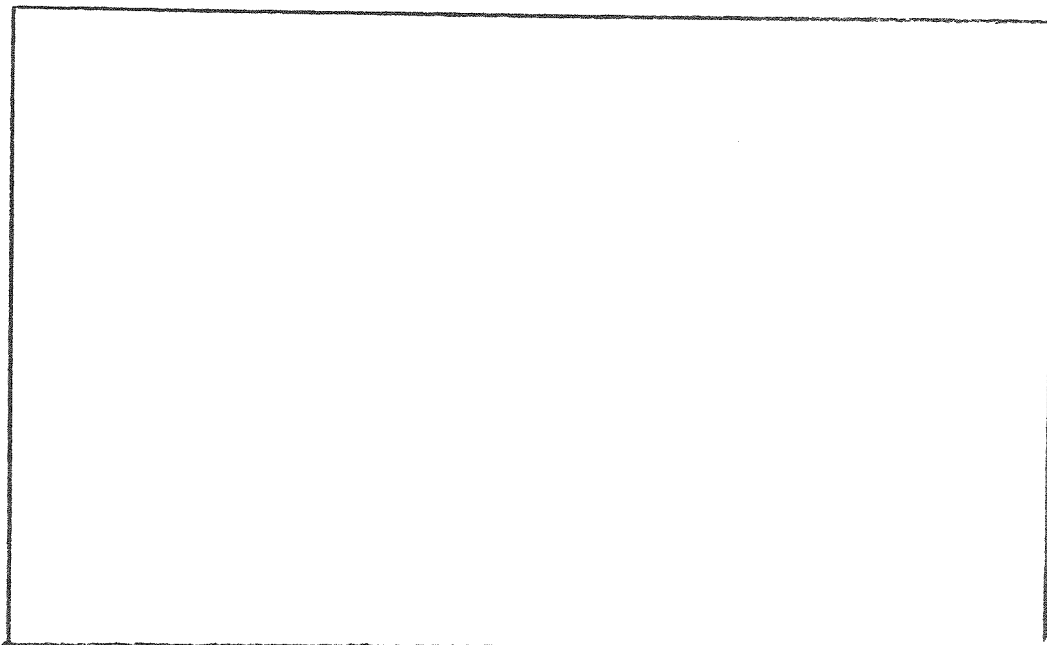
St. B9 Ved Bjørnbærvika



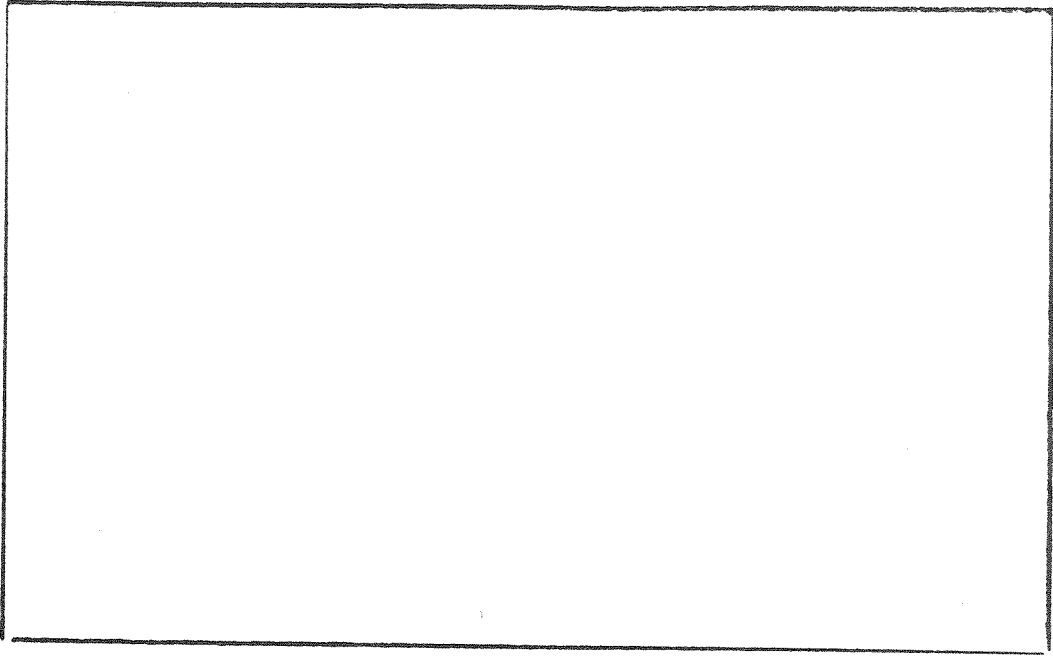
St. B12 Ved Bustnesodden



St. 15 Ved Holmgalten



St. 16 Ved Laukhella



St. 14 Ved Hinderåga



# Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

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

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

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

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

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

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

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

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

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

For å sikre den praktiske koordineringen av overvåkingen av luft, nedbør, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder og for å få en helhetlig tolkning av måleresultatene er det opprettet et arbeidsutvalg.

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

**Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF)  
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI)  
Norges Geologiske Undersøkelser (NGU)  
Norsk institutt for luftforskning (NILU)  
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)  
Statens forurensningstilsyn (SFT)**

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

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter blir publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. Oslo 1, tlf. 02 - 22 98 10.