

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

O - 51/74

RESIPIENTUNDERSØKELSE AV SAUDAFJORDEN
Foreløpig karakteristikk av biologiske
forhold i fjordens indre basseng.

Saksbehandler: Cand.real. Jon Knutzen
Medarbeidere: Cand.real. Tor Bokn
Cand.real. Knut Kvalvågnæs
Cand.real Brage Rygg

Rapporten avsluttet: 26/9-1974

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side:
1. INNLEDNING	3
2. UNDERSØKELSE SOMRÅDE	3
3. ELØTBUNNFAUNA	4
4. ALGER OG GRUNTVANNSFAUNA	5
5. DISKUSJON	7
6. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	10
7. REFERANSER	11

FIGURFORTEGNELSE

Fig. 1a - Stasjoner for bunnfauna og gruntvanns- organismer i Saudafjorden 10-13/9 1974	12
Fig. 1b - Stasjoner for bunnfauna og gruntvanns- organismer i Saudafjorden 10-13/9 1974	13

1. INNLEDNING

Denne rapport er et ledd i en resipientundersøkelse på oppdrag av Electric Furnace Products Co. Ltd. Omfanget av undersøkelsene fremgår av forslag til program av 14/8-1974. De problemer som skal vurderes er bedriftens cyanidutslipp, forekomst av tungmetaller (i vann, sedimenter og organismer) og mulig innhold av polysykliske aromatiske hydrokarboner i sedimenter. På basis av kjemiske analyser og observasjoner av indre fjordbassengs organismsamfunn skal det gis en karakteristikk av resipienttilstanden sett i relasjon til bedriftens utslipp. I det følgende gis en foreløpig beskrivelse av den marine flora og fauna etter tokt 9-14/9 med innsamling av bløt-bunnsfauna fra 30 - 40 m med grabb og observasjoner av gruntvannsamfunnene (0-20m) ved dykking. Materialet er ikke bearbeidet, og endelige konklusjoner vil først foreligge i forbindelse med rapporteringen av alle innsamlede data (vann, sedimenter, organismer). I første omgang har man utført undersøkelser i utslippenes nærsone for å kunne dokumentere eventuelle effekter i dette området.

2. UNDERSØKELSESONOMRÅDET

Fig. 1 a og 1 b viser lokalitetene for innsamling av bunnprøver og dykkerobservasjoner. Et dominerende trekk ved området er virkningen av en jevnt høy ferskvannstilrenning på grunn av utløpet fra kraftstasjonen innerst i fjorden (i gjennomsnitt ca. $30 \text{ m}^3/\text{s}$ mot en total tilrenning til indre basseng på i middel ca. $40 \text{ m}^3/\text{s}$). Av redegjørelsen for disse og øvrige hydrografiske forhold i intern rapport fra bedriften (EFP 29/1-1974 a) fremgår at det må regnes med en langvarig lav saltholdighet i overflatelaget under vekstsesongen, dvs. stort sett mindre enn 10 ‰ over 2 m. Etter lengre regnvar er det sannsynligvis vanlig med saltholdigheter mellom 0 til 5 ‰ ned til dette dyp, eller enda dypere i ekstremisituasjoner. I perioden 10-13/9 lå sprangsjiktet på omkring 5 m (foreløpige observasjoner), mot vanligvis i 2-4 m (EFP 29/1-1974 a). I hele området innenfor Ramsneset (fig. 1a, b) var det mindre enn 5 ‰ ned til omkring 4 m (2-3 ‰ på enkelte stasjoner), mens saltholdighetsverdiene i 6-meters nivået lå på omkring 15 ‰.

Utslipet fra bedriften inneholder betydelige mengder suspendert stoff (EFP 29/1-1974 b). Dette preger vannmassene i det indre bassenget, spesielt i den umiddelbare nærhet av utslippet, der gjennomsnittsverdiene for siktedyp gjennom en årsperiode (ca. 10 observasjoner i 1972-73, kfr. EFP 29/1-1974 a) lå på ca. 3 m. $\frac{1}{2}$ - $1\frac{1}{2}$ km lenger ute i fjorden og ved Ramsneset er gjennomsnittsverdiene for siktedypet henholdsvis 5-6 og 6-7 m. I vegetasjonsperioden varierte sikten stort sett mellom 4 og 6 m på den sistnevnte stasjonen. Enkeltobservasjoner 10-13/9 var i bra overensstemmelse med disse data.

Fjorden er i hovedsaken omkranset av bratte åser. Dette trekket går igjen under vannflaten med et hurtig tiltagende dyp ut fra land ned mot 100-200 m i det indre bassenget og ned til mer enn 350 m utenfor Ramsneset. Bunnen fra 0 til 40 m er likevel dekket av sedimenter i varierende tykkelse, avhengig av de lokale strømforhold. Det relativt høye partikkelinnholdet og sedimenteringen har på flere vis betydning for de stedlige samfunn. På bunndyrstasjonene var det forøvrig nokså varierende substrat, med til dels høyt innslag av planterester eller treflis fra land.

3. BLØTBUNNSFAUNA

Stasjonsnettet for innsamling av bunndyr er vist i fig. 1. Av praktiske grunner, og fordi formålet har vært å få et førsteinntrykk av forurensningssituasjonen, er prøvetakingen gjort på relativt grunt vann og med lett redskap (Ekman grabb, prøveflate $0,08 \text{ m}^2$). Av samme grunn er innsamlingen konsentrert om utslippenes nærsone, med en referansestasjon ved Ramsneset.

Dypene på de enkelte stasjoner var:

BF 1 : 30 m	BF 5 : 37 m
BF 2 : 35 m	BF 6 : 35 m
BF 3 : 30 m	BF 7 : 27 m
BF 4 : 42 m	BF 8 : 32 m

På de utslippsnære stasjonene BF 2 og BF 5 (100-150 m fra kai) var det et tykt lag med svart slam over sand/grus. Det var både lukt og synlige

spor av oljeaktig substans. På BF 2 var det dessuten store mengder 1-5 mm løse klumper av grålig rødbrun farge. (Muligens har klumpene på bunnen dannet et sammenhengende lag). På BF 5 var det en del planterester og treflis. Bortsett fra et lite antall små børstemark og to levende muslinger (*Thyasira* sp.) var begge stasjoner uten makroskopiske organismer.

Stasjonene BF 4 og BF 6 bar preg av tilført plantemateriale fra land, BF 6 dessuten av grønt materiale fra slaggdeponeringen langs stranden. Begge steder var faunaen dominert av børstemark (flere arter) og av *Thyasira* sp. Bestandstettheten av sistnevnte var høyest på st. BF 6 (1-2000 individer pr. m² mot omkring 2-600 pr. m² på st. BF 4). På st. BF 6 ble det dessuten funnet ett levende eksemplar av en annen muslingart.

Bunnen på st. BF 3 besto av et tykt lag med løv og andre planterester, slik at en representativ prøveinnsamling ble umuliggjort.

Substratet på st. BF 7 var gråsvart mudder med underliggende lag av silt (leire/sand) uten særlige islett av plantemateriale fra land. Det ble registrert flere forskjellige arter av børstemark samt *Thyasira* sp i et antall av omkring 250 pr. m².

St. BF 8 var preget av store mengder treflis. Artsrikdommen var betydelig større enn på de ovennevnte stasjonene: En del arter av børstemark, en liten art av gruppen sjøpølser, en snegl (*Philine* sp) og fire muslingarter (*Thyasira* sp ca. 50 pr. m², *Lima sulcata*, *Cardium minimum* og en foreløpig uidentifisert).

På grunn av vanskeligheter med prøvetakingen fikk man bare et tilfredsstillende grabbskudd fra st. BF 7. Dette viste et substrat av silt og sand, med innslag av grus og skallrester. Det ble funnet flere arter av børstemark samt muslingene *Lima sulcata*, *Cardium minimum* og *Venus* sp.

4. ALGER OG GRUNTVANNSFAUNA

De åpne ringene på fig. 1 a og b angir observasjonsstedene. Lokaltetene er valgt ut med henblikk på å dekke området nær utslippet og

dertil referanseområder ved Ramsneset, Bordvik og Bølneset. Alle lokaliteter har hatt skrånende fjellstrand, egnet som voksested for alger og hardbunnsfauna (ned til sedimentlagene gjør seg gjeldende).

På st. D1 (fyrlykt) var substratet fra vannlinjen og ned til ca. 4-5 m av betong og store steiner. Algevegetasjonen besto av litt *Enteromorpha* sp (tarmgrønske) omkring vannlinjen, mens det på ca. 0,5 - 1 m var forholdsvis tett bestand av en til dels brunlig grønnalge (antagelig *Cladophora* sp). Nedenfor 1 - 1,5 m fantes både blågrønnalgen *Spirulina* cf. *subsalsa*, i form av et tynt og løst dekke på silt eller stein, ned til ca. 2,5 m. Ingen større alger ble registrert. Ned til ca. 5 m var det av fauna bare polyppdyr, til dels i store mengder. Ved 5-6 m var det et skarpt skille med plutselig opptreden av 12-15 cm store 0-skjell i betydelig forekomst (men også mange tomme skjell) sammen med en del forholdsvis store strandkrabber, dessuten meget tette bestander av sjørosen *Cerianthus lloydi*. Lenger ned fantes sporadiske *Metridium senile* (sjønellik). Av sjøstjerner ble det observert bare små *Asterias rubens* (korstroll) i et beskjedent antall. Et mer eller mindre fast substrat fantes bare ned til 5-6 m, der sedimentlaget begynte å bli tykt (mer enn 10 cm). Avleiringene kan karakteriseres som gråbrun til mørkebrun mudder iblandet forholdsvis fast silt. På overflaten var det til dels rikelig med brunfargede, løst sammenkittede knoller av størrelse som erter.

Vedrørende algevegetasjonen på de øvrige stasjonene kan det stort sett sies at det - bortsett fra mulige små forekomster av blågrønnalger - var vegetasjonsløst omkring vannlinjen og ned til 20-40 cm dyp. Under dette opptratte *Fucus vesiculosus* (blæretang) i bestander av noe varierende tetthet, men til dels som et tilnærmet sammenhengende belte ned til omkring 1 m. På st. D2 og D1 fantes arten i en karakteristisk dvergform øverst, med normalformen nedenfor. *Ascophyllum nodosum* (grisetang) ble observert i en smalvokst form på stasjonene D4, D5 og D6. Mest utbredt av de registrerte algearter var den samme arten av grønnalgeslekten *Cladophora* som er nevnt fra stasjon D1, idet denne algen opptratte i forholdsvis betydelige mengder på samtlige lokaliteter, til dels sammen med blæretang og grisetang, til dels noe lenger ned (1,5-2m). Oftest var bare nedre del av algen grønn, resten brunlig. Utbredt var også den ovennevnte *Spirulina subsalsa*

(1-5 m, mest omkring 2-3 m). Under 3 m ble det bare registrert sporadiske eksempler av makroskopiske alger. Nedre grense for algevegetasjonen var følgelig ikke anvendelig som bedømmelseskriterium.

Som for den innerste stasjons vedkommende (D1), var det også på de øvrige et markert skille ved ca. 5 m når det gjalt dyrelivet. Hverken rur eller strandsnegl ble observert på grunt vann, og bortsett fra delvis tette bestander og hydroider (polyppdyr) sås ikke annet enn enkelte små strandkrabber. Fra 5 m og nedover var faunaen av mer vanlig sammensetning for fjorder preget av overflatevann med partikkelholdig vann og betydelig sedimentering. Blant de mer fremtredende faunakomponentene i 5-20 m dyp på de enkelte stasjoner kan nevnes: Vanlig korstroll, O-skjell, *Cerianthus lloydi*, og sjøpiggsvinet *Echinus acutus* (st. D2); små korstroll, O-skjell, *Cerianthus lloydi*, sekkedyret *Ciona intestinalis* og trekantmarken (*Pomatoceros triqueter*) (st. D3); blåskjell (4 m), korstroll, O-skjell, muslingen *Anomia patelliformis* og sjøkreps (*Nephrops norvegicus*) (st. D4); O-skjell, sjøpiggsvinene *Strongylocentrotus droebachiensis*, *Echinus esculentus* og *E. acutus*, *Pomatoceros triqueter* og *Anomia* spp (st. D5), og på st. D6; kalkrørsormen *Serpula vermicularis*, *Echinus esculentus*, O-skjell og sjøkreps. Mer tilfeldige observasjoner av fisk ble gjort på st. D2 (flyndre og uidentifisert yngel), st. D3 (ål), st. D4 (ål) og st. D6 (forholdsvis stor stim av sei).

5. DISKUSJON

For bløtbunnsfaunaens vedkommende er det registrert klare indikasjoner på uheldige påvirkninger i det utslippsnære området. Særlig på stasjonene BF 2 og BF 5 var de negative effektene åpenbare, men også på stasjonene BF 4 og BF 6 var det artsfattige samfunn. Arter av muslingslekten *Thyasira*, som ble registrert i det indre bassenget, er kjent for å være forurensningstolerante. Saltholdighetsforholdene kommer her ikke inn i bildet fordi prøvene er fra dyp der variasjonene (i denne sammenheng) er ubetydelige. Lenger til siden for utslippene (BF 7 og BF 8) og lenger ut (BF 1) syntes forholdene mer normale, men fraværet av sjøpiggsvin og slangestjerner er verd å merke seg.

Det fattige bunndyrsamfunnet kan foreløpig ikke ses i sammenheng med noen bestemte komponenter i avløpsvannet. En grundig vurdering av

disse forhold krever nøyere analyse av samfunnene og de inngående arters miljøkrav og må dessuten utstå til resultatene av sedimentologiske og vannkjemiske analyser foreligger. Det kan nevnes at cyanid neppe er en utslagsgivende faktor, selv på de innerste stasjonene. Med forbehold om at det dreier seg om enkeltobservasjoner, har man bare i ett tilfelle funnet verdier over 0,01 mg CN/l i avstanden 100 m fra avløpsrørets munning (NIVA 1974, 0-51/74). (Denne konsentrasjonen kan betraktes som en tilnærmet terskel for akutt giftvirkning, kfr. nærmere i nevnte rapport.) Lenger unna har konsentrasjonene ligget under analysemetodens deteksjonsgrense (0,002 mg CN/l). Det foreligger en teoretisk mulighet for subletale effekter ved langvarig påvirkning av lave konsentrasjoner. Dette foreligger det imidlertid ikke erfaringsmateriale om, og vurderingsgrunnlaget er dermed usikkert.

Etter saltholdighetsforholdene å dømme, kan ferskvannspåvirkning muligens anses som en tilstrekkelig forklaring på de ekstremt fattige dyresamfunnene fra fjærebeltet og ned til ca. 5 m. De hydrografiske og biologiske forholdene synes å være temmelig ensartet helt ut til Dølneset, mer enn 5 km fra Sauda. Store forekomster av nylig døde blåskjell på 1-5 meters dyp på flere stasjoner kan være et vitnesbyrd om virkningen av flomsituasjoner. Det må imidlertid anses tilrådelig med en nærmere vurdering av saltholdighetsforholdene i relasjon til miljøkravene hos de arter som mangler (rur, strandsnegl o.s.v.) før endelig konklusjon trekkes. Sannsynligvis vil det i tilfelle bli påkrevet med ytterligere saltholdighetsmålinger. Tette observasjoner av saltkonsentrasjonene bør under alle omstendigheter inngå i et eventuelt overvåkingsprogram.

Algevegetasjonen viser flere merkverdige trekk. For det første har man forekomsten av blæretang, som vanligvis ikke regnes å tåle stort lavere midlere saltholdighet enn 6 o/oo. Riktignok viser arten delvis dvergvekst - som er en kjent tilpasning til ugunstige salinitetsbetingelser - og finnes submergert, dvs. noe dypere enn vanlig. De data som foreligger tyder imidlertid på at saliniteten i lange perioder under vekstsesongen kan ligge under 6 o/oo.

I Østersjøen faller blæretangs innergrense omtrent sammen med midlere saltholdighet på 6 o/oo i overflaten. Blåskjell går her lenger inn

(til isohalinen for ca. 5 ‰). På denne bakgrunn blir observasjonen av små tomme skall av blåskjellene sammen med frisk blæretang verd å bemerke, bl.a. fordi yngre blåskjell er forholdsvis bevegelige. Den tidligere antydete forklaring - sjokkpåvirkning med ferskvann - er mest sannsynlig, men andre faktorer kan ikke utelukkes som medvirkende årsaker.

Om den rikelige tilstedeværelsen av blæretang kan synes litt vanskelig å forene med det nåværende bilde av overflatesaltholdigheten, gjelder dette i like høy grad forekomsten av grisetang på st. D4 og D6. Sistnevnte art regnes som mindre tolerant overfor lave saltkonsentrasjoner enn blæretang. Også dette forhold aktualiserer behovet for en mer detaljert kartlegging av salinitetsvariasjonene.

Et tredje påfallende trekk er den nærmest fullstendige mangel på høyere alger nedenfor 3 m. Ikke bare mangler sagtang og sukkertare, men særlig bemerkelsesverdig er fraværet av vanlig forekommende rødalger. Hvis det er riktig at sprangsjiktet vanligvis ligger på 2-4 m og sikten om sommeren på de ytre stasjonene er 5-6 m (EFP, 29/1-74 a), kan det vanskelig ses at lav saltholdighet og lite lys skulle være avgjørende som begrensende faktorer. I tillegg kommer imidlertid den negative effekten av nedslamming som bl.a. vil virke ugunstig på algenes fotosyntese. At giftvirkninger skulle gjøre seg gjeldende synes derimot mer tvilsomt, i hvert fall så langt ut som en halv mil fra utslippet. Sikrere konklusjoner om dette må utstå til det øvrige materiale fra undersøkelsene er bearbeidet (bl.a. testing av avløpsvannets virkning på planktonalger). Det må imidlertid understrekes at effektene av lang tids belastning med forurensende stoffer er utilstrekkelig kjent. Dette gjelder f.eks. gruppen polysykliske aromatiske hydrokarboner, hvorav enkelte er påvist å være kreftfremkallende (bl.a. hos alger).

Om algefloraen kan det til slutt bemerkes at den funne blågrønnalgen *Spirulina subsalsa* er en art som trives i havnebassenger og andre steder med tilsvarende forhold.

6. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

- I For Electric Furnace Products Co. Ltd. er det gjort en foreløpig vurdering av de biologiske forhold i indre del av Saudafjorden. Vurderingen er foretatt på grunnlag av inntrykkene fra et tre dagers tokt i september 1974. Innsamlede prøver er ikke fullstendig bearbeidet.
- II I avstandene 100 - 500 m rett ut fra EFP's utslipp var bløtbunnsfaunaen på 30 - 40 meter ugunstig påvirket. Også på sidene av indre fjordbasseng var samfunnene artsfattige.
- III De ekstremt fattige dyresamfunnene i 0-5 meters dyp synes forårsaket av lave og/eller sterkt varierende saltholdighet. Det er likevel nødvendig med forbehold om mulige samvirkende faktorer.
- IV Algesamfunnenes struktur synes i noe mindre grad enn dyresamfunnene å gjenspeile stor ferskvannspåvirkning. Dertil kommer at lave saltkonsentrasjoner og lysbegrensning ikke synes tilstrekkelig som forklaring på den nesten fullstendige mangel på makroskopiske alger under 3-4 m. Det er mulig at nedslamming ved partikulært materiale spiller en avgjørende rolle, men andre faktorer (beiting, langtidspåvirkning av giftstoffer) trenger nærmere vurdering.
- V Tette observasjoner av vannets saltholdighet over 1-2 år er av essensiell betydning for å vurdere i hvor stor grad ferskvannspåvirkningen er bestemmende for de observerte utbredelsesmønstre hos alger og dyr på grunt vann. Slike undersøkelser bør være en hovedoppgave ved et eventuelt overvåkingsprogram.
- VI Foreløpig er det hverken for algefloraen eller dyr på grunt vann funnet utbredelsesgradienter som kan knyttes til utslippene fra bedriften (muligens med et unntak for den innerste stasjonen). Dette utelukker ikke muligheten for ugunstige effekter av mindre iøynefallende karakter.

VII Alle forhold som er behandlet i denne rapport må gjøres til gjenstand for ny vurdering ved den fullstendige bearbeidelse og rapportering av undersøkelsesmaterialet.

7. REFERANSER

NIVA 1974: 0-51/74 RESIPIENTUNDERSØKELSE AV SAUDAFJORDEN. Vurdering av cyanidutslipp fra Electric Furnace Products Co. Ltd. (Saksbehandlere: L. Berglind og J. Knutzen)

Fig.1a Stasjoner for bunnfauna (⊕) og gruntvannsorganismer (○) i Saudafjorden 10-13/9 1974

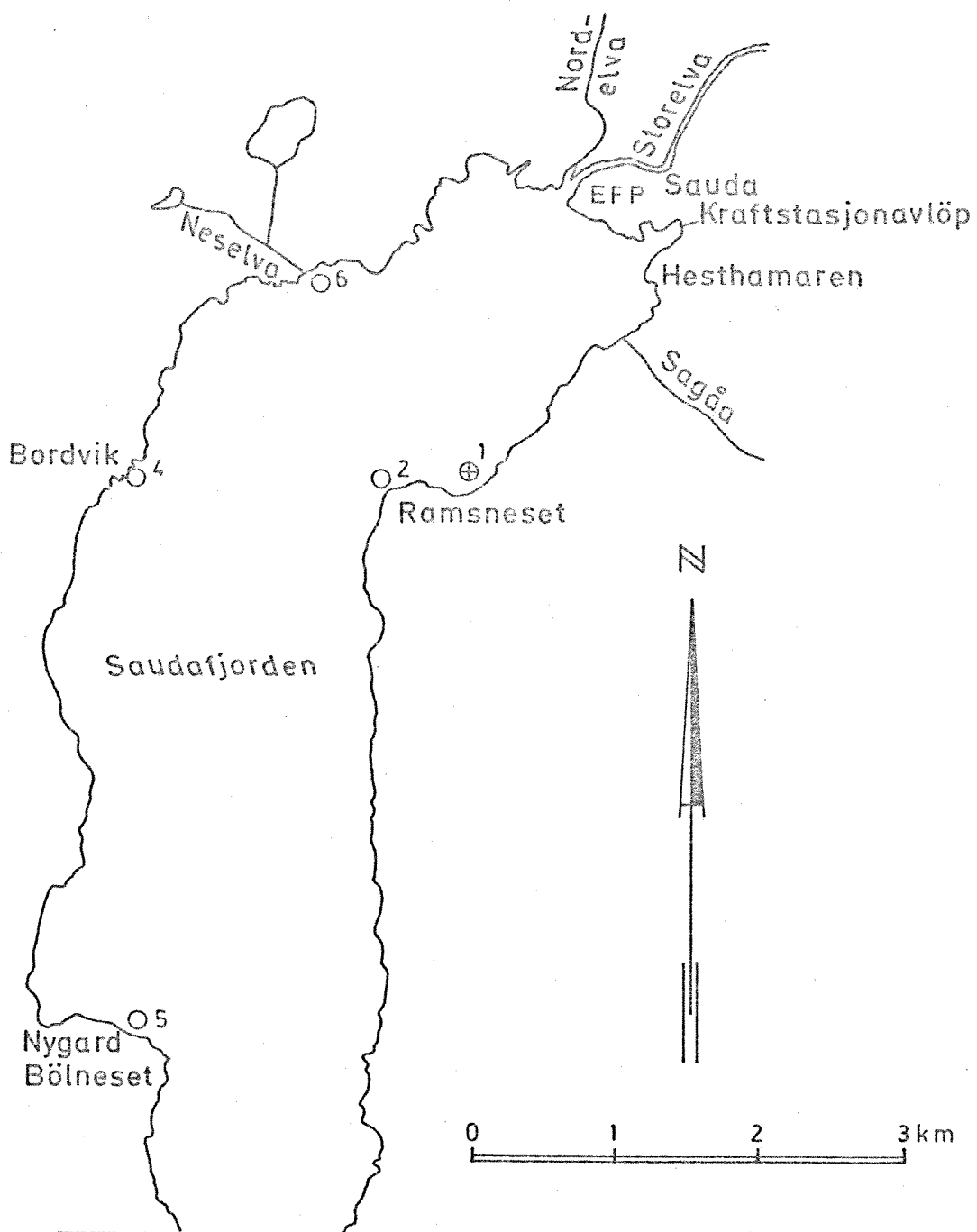


Fig.1b Stasjoner for bunnfauna (⊕) og gruntvannsorganismer (○) i Saudafjorden 10-13/9 1974

