



Statlig program for  
forurensningsovervåking

# Rapport 173a 84

Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjon

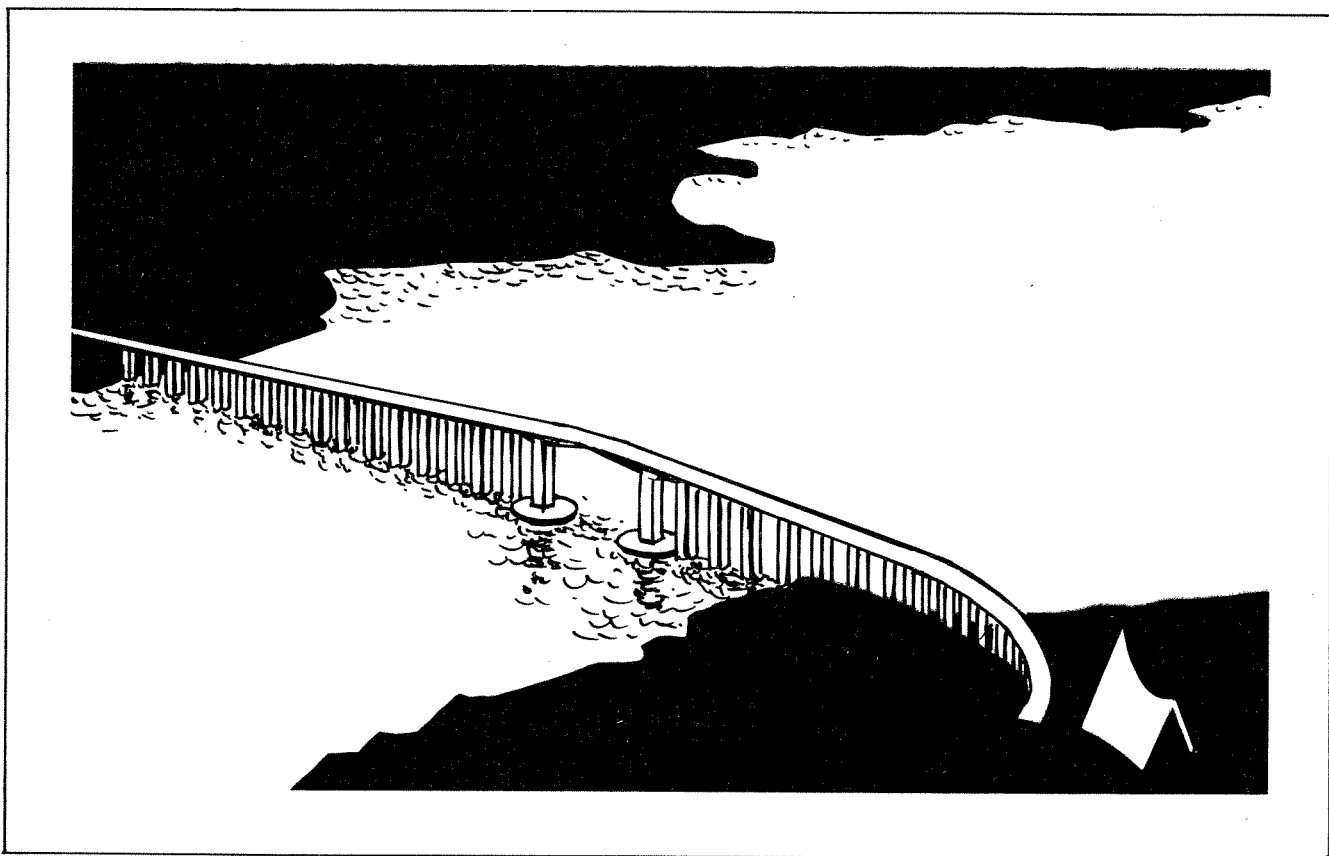
NIVA  
Universitetet i Tromsø

Basisundersøkelse i

## Tromsøsund og Nordbotn

1983

Bløtbunnsundersøkelser,  
fjæreundersøkelser,  
bakteriologi.  
Sammendragsrapport





## 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 vil bli 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.

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor Sørlandsavdelingen Østlandsavdelingen Vestlandsavdelingen  
Postboks 333 Grooseveien 36 Rute 866 Breiviken 2  
0314 Oslo 3 4890 Grimstad 2312 Ortestad 5035 Bergen - Sandviken  
Telefon (02)23 52 80 Telefon (041)43 033 Telefon (065)76 752 Telefon (05)25 53 20

Prosjektnr.:	0-8000317
Undernummer:	
Løpenummer:	1753
Begrenset distribusjon:	

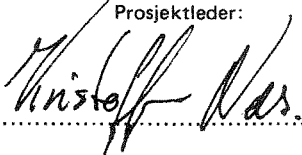
Rapportens tittel: Basisundersøkelse i Tromsø Sund og Nordbotn 1983. Bløtbunnsundersøkelser, fjæreundersøkelser, bakteriologi. Sammendragsrapport (Overvåkingsrapport nr. 173a/84 )	Dato: 20.05.1985
	Rapportnr. 0-8000317
Forfatter (e): <i>Eivind Oug, UiTø Tor Eiliv Lein, UiTø Børge Holte, UiTø Kari Ormerod Kristoffer Næs</i>	Faggruppe: Hydroøkologi
	Geografisk område: Troms
	Antall sider (inkl. bilag): 41

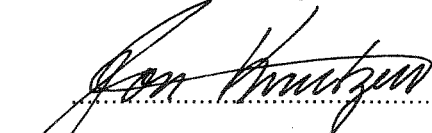
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT) (Statlig program for forurensningsovervåking) og Tromsø kommune	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

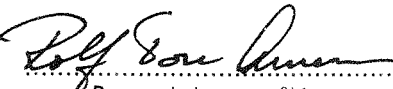
<b>Ekstrakt:</b> Utslippene til Tromsø Sund har stort sett bare lokale virkninger på plante- og dyresamfunnene. Tydelige effekter er begrenset til strandområdene og grunt vann i sundet. Sterk belastet bunn er påvist nær større utslipp (< 100 m). I de sterkest belastede områdene i fjæra er forurensningen et estetisk og mulig hygienisk problem. Generelt er plante- og dyresamfunnene på grunt vann og i fjæra ikke utsatt for vesentlig skade, men det opptrer endringer i mengdemessig forekomst av enkelte arter. I de dypere partiene av Tromsø Sund er faunaen artsrik og upåvirket. På syd- og vestsiden av Tromsøya er vannet lite påvirket av kloakktilførsler. Utenfor Elveneset og Krokelnneset er Tromsø Sund så påvirket av boligkloakk at vannkvaliteten ikke tilfredsstillende de norske hygieniske krav til godt badevann. I Nordbotn synes strandområdene upåvirket, men dybbassenget er utsatt for et visst miljøstress. Området er sårbart på grunn av svak vannutveksling og perioder med kritiske oksygenforhold i dybbassenget kan inntre. Denne rapporten er et sammendrag av fagrapporten (Overvåkingsrapport. 173 b/84) som i detalj beskriver resultater fra bløtbunnsundersøkelser, fjæreundersøkelser og bakteriologi i Tromsø Sund og Nordbotn.
---

4 emneord, norske:
1. Forurensningsovervåking ; 1983
2. Tromsø Sund og Nordbotn
3. Bløtbunnsundersøkelser
4. Fjæreundersøkelser
5. Bakteriologi

4 emneord, engelske:
1. Pollution Monitoring ; 1983
2. Tromsø Sund and Nordbotn
3. Soft bottom
4. Littoral zone
5. Bacteriology

Prosjektleder:  


For administrasjonen:  


  
Programleder, overvåking

ISBN 82-577-0946-8



# Statlig program for forurensningsovervåking

0-8000317

BASISUNDERSØKELSE I TROMSØSUND OG NORDBOTN 1983

Bløtbunnsundersøkelser, fjæreundersøkelser og bakteriologi

Sammendragsrapport

Prosjektleder: Kristoffer Næs

Medarbeidere: *Eivind Oug, UiTø*

*Tor Eiliv Lein; UiTø*

*Børge Holte, UiTø*

Kari Ormerod

## F O R O R D

Foreliggende rapport er en kortfattet sammendragsrapport av "Basisundersøkelse i Tromsøsund og Nordbotn 1983. Bløtbunnsundersøkelser, fjøreundersøkelser, bakteriologi. Overvåkingsrapport 173 b/84", og redigert av undertegnede på grunnlag av hovedrapporten. Som sammendragsrapport er det lagt vekt på å presentere de viktigste konklusjonene. For nærmere opplysninger om dokumentasjon og metodikk henvises det til fagrapporten.

Basisundersøkelsen i Tromsøsund og Nordbotn under Statlig program for forurensningsovervåking, administrert av Statens forurensningstilsyn, startet høsten 1982. Oppdragsgivere er Statens forurensningstilsyn og Tromsø kommune. Undersøkelsen er utført av Universitetet i Tromsø (UiTø) og NIVA i samarbeid. I samsvar med rammeavtalen med SFT vedrørende overvåking har NIVA hatt det overordnede ansvar for planlegging og rapportering.

Universitetet i Tromsø utførte hoveddelen av arbeidet. Faglig og administrativt har ansvaret vært fordelt mellom amanuensis Eivind Oug og amanuensis Tor Eiliv Lein. Dette gjelder planlegging, artsidentifisering, tallbehandling og rapportering.

Cand. real Børge Holte har vært sentral i gjennomføringen av arbeidet og ansatt på undersøkelsen (UiTø) i perioden 1.3.83 til 1.4.84. Holte har utført feltarbeid, prøvesortering og artsidentifisering av bunndyrmaterialet, gjennomført det zoologiske arbeidet i fjøreundersøkelsen og har samlet prøver for bakteriologi.

Cand. mag. John R. Hansen og cand. mag. Regina Küfner har identifisert algematerialet fra fjøreundersøkelsene og klargjort datamaterialet for punching. Under botanisk feltarbeid deltok også cand. mag. Maria Lindquist.

Ved artsidentifikasjoner av bunndyr har følgende bistått:

førstekonservator Wim Vader, Tromsø Museum (tanglopper), lektor Jens Petter Ramberg, Lyngseidet (børstemark) og cand. real. Hans-Petter Mannvik, Tromsø (pigghuder). Cand. mag. Arild Seim har analysert prøver for kornfordeling. Feltarbeid ved bløtbunnsundersøkelsene ble utført fra "F/F Ottar" ved skipper Kåre Bendiksen.

Dataanalysene er utført på universitetets regneanlegg ved hjelp av programvare utviklet av EDB-konsulent Asle Balsvik og adm. sekretær Ulf Normann, Marinbiologisk stasjon.

Punchingen av datamaterialet ble utført av laborant Aud Skogstad og laborant Astrid Hermansen. Bakteriologiske prøver er analysert hos Byveterinæren i Tromsø.

Ved NIVA har Kari Ormerod vært ansvarlig for planlegging og rapportering av bakteriologidelen. Avdelingsleder Per Bie Wikander har tatt del i bløtbunnsundersøkelsen (feltarbeid, identifisering av bløtdyr). Brage Rygg og Are Pedersen har deltatt i planleggingsarbeidet og kommentert rapporten.

Grimstad, 20. mai 1985

Kristoffer Næs  
prosjektleder

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

FORORD	1
1. KONKLUSJONER OG SAMMENDRAG	4
1.1. Formål	4
1.2. Konklusjoner	4
1.3. Sammendrag	7
2. INNLEDNING	11
2.1. Områdebeskrivelse	11
2.2. Bakgrunn for undersøkelsene	11
3. RESULTATER OG DISKUSJON	14
3.1. Undersøkelser av bløtbunnsfauna	14
3.1.1. Sedimentbeskrivelse	
3.1.2. Likhet i fauna mellom stasjonene	
3.1.3. Faunaens artssammensetning	
3.1.4. Artsmangfold (diversitet)	
3.1.5. Sammenfatning av bløtbunnsfauna-undersøkelsene	
3.2. Undersøkelser av alger og dyr i fjæra	26
3.2.1. Likhet i flora og fauna mellom stasjonene	
3.2.2. Artssammensetning	
3.2.3. Artsmangfold (diversitet)	
3.2.4. Sammenfatning av fjæreundersøkelsene	
3.3. Bakteriologiske undersøkelser	35
4. ANBEFALINGER	39
5. LITTERATUR	40

## 1. KONKLUSJONER OG SAMMENDRAG

### 1.1. Formål

Denne undersøkelsen har hatt følgende hovedmål:

- Avdekke betydningen av organisk belastning på Tromsø Sund som resipient. Gi informasjon om fjordsystemets generelle biologiske tilstand.

Rapporten skal også:

- Danne grunnlag for eventuell etterfølgende overvåking.
- Gi grunnlag for hvordan eksisterende tilstand eventuelt kan forbedres.
- Danne utgangspunkt for bedømmelse av fjordsystemets fremtidige utnyttelse, spesielt som resipient.

### 1.2. Konklusjoner

Hovedkonklusjonene fra undersøkelsen er:

- I Utslippene til Tromsøundet har primært lokale virkninger på naturlige plante- og dyresamfunn. Tydelige effekter er begrenset til strandområdene og grunt vann i sundet.
- II Sterkt belastet bunn ble påvist nær større utslipp (<100 m avstand). Bunndyr- og fjøreundersøkelsen viste imidlertid at virkningene avtok raskt bort fra utslippene. Generelt var plante- og dyresamfunnene på grunt vann og i fjæra i Tromsøs nærområde ikke utsatt for vesentlig skade, men det opptrådte forandringer i forekomsten av enkelte arter.



- III I de sterkest belastede områdene av fjæra i Tromsø-sund representerer forurensningen et estetisk og mulig hygienisk problem. Disse områdene er lokalt uegnet for rekreasjonsformål som sportsfiske, bading, lek etc.
- IV I de dypere partiene av Tromsøsundet var forholdene gode, vist ved en artsrik og nær upåvirket fauna. Det synes ikke som organiske avfallsstoffer avsettes i sundets dypområder i vesentlig grad.
- V Utenfor Elveneset og Krokelvneset var Tromsøsundet påvirket av boligkloakkvann i en slik grad at vannkvaliteten ikke tilfredstilte de norske, hygieniske krav til godt badevann, men overskred ikke utenlandske grenseverdier mot uakseptabelt badevann (norske kriterier eksisterer ikke).

På syd- og vestsiden av Tromsøya var vannet lite påvirket av kloakkvann, svak påvirkning var merkbart i vinterhalvåret.

- VI De begrensede og lokale virkningene på naturlige plante- og dyresamfunn viste at vannutvekslingen i Tromsøsundet førte til en effektiv spredning av avfallsstoffer bort fra byens nærområde.

Bakterieprøver midt i Tromsøsundet viste imidlertid at bakterier fra kloakkforurensninger kan konsentreres i sjikt og føres med vannmassene over større avstander.

- VII I Nordbotn syntes strandområdene upåvirket, men faunaen i dypbassenget var utsatt for en viss grad av naturbe-tinget påkjennning (reduisert oksygeninnhold). Området er sårbart på grunn av svak vannutveksling og perioder med kritiske oksygenforhold i dypbassenget kan inntre. Kaloakktilførsler utover dagens nivå kan føre til overbelastning.

VII 7    Anbefalinger

Det er påvist flere eksempler på sterk lokal forurensning i strandsonen og på grunt vann. Dette gjelder spesielt der det er feil på avløpsledninger eller rørene ender i selve fjæra. Områder med åpen kloakk er ubrukelige som fritidsområder på grunn av markerte uestetiske forhold og mulig hygienisk risiko. Tiltak bør iverksettes for å bedre disse forholdene.

Hovedkonklusjonen fra denne undersøkelsen er at utslippene til Tromsøundet ikke er til vesentlig skade for naturmiljøet totalt sett. Det synes derfor mindre påkrevet med tiltak for å redusere den totale organiske belastningen i resipienten. Det bør imidlertid overveies om resipienten skal overvåkes f.eks. ved registrering av tangbestandene på faste lokaliteter og også ved observasjon av vannets innhold av tarmbakterier.

Ved alle større endringer i utslippsforholdene bør overvåking av strandsamfunn og/eller bunnfauna i nærområdet igangsettes. Spesielt er det viktig å følge opp virkningene av forbedrende tiltak for å se om disse har ønsket effekt.

Nordbotn er lite egnet som resipient på grunn av begrenset vannutskiftning. Utslipp utover dagens tilførsler frarådes.

### 1.3. Sammendrag

#### 1.3.1. Undersøkelser av bløtbunnsfauna

Undersøkelsen av organismesamfunn på bløtbunn omfattet i alt grabbprøver fra 21 stasjoner og skrapeprøver fra 3 stasjoner (fig. 2). 15 grabbstasjoner var lagt til Tromsøsundet, 3 til Nordbotn og 3 utenfor Tromsøsundet (referansestasjoner). I Tromsøsundet ble stasjonene lagt i fire transekter fra grunt mot dypt vann med stasjonene plassert i faste dybder (7, 12, 18, 25, 38 m). På hver stasjon ble det tatt tre parallelle prøver. Skrapeprøvene ble tatt i strømrike områder av Tromsøsundet.

I det meste av området var det siltig mudder med innslag av sand og skjellfragmenter. I Tromsøsundet var det middels til høye verdier for organisk innhold (3-10 % karbon).

Generelt var det en artsrik fauna i hele undersøkelsesområdet. De vesentligste forandringene i dyresamfunnene skjedde fra grunt mot dypt vann, som i normale systemer. Faunaen på grunt vann var relativ lik i Tromsøsundet og i uforurensede områder utenfor.

I Tromsøsundet var det høy diversitet (artsmangfold) på de fleste stasjonene. Utslippene synes derfor å være til liten skade for dyresamfunnene i området totalt sett, men artenes individtall indikerte at dyresamfunnene generelt på grunt vann og i moderate dyp var utsatt for visse miljøforstyrrelser. I Tromsøsundet var det også mange forurensningstolerante arter. Trolig viser dette en mild effekt av forurensningen.

På en stasjon utenfor H. Richardsens rekefabrikk (7 m) var bunnen sterkt belastet. Børstemarken *Capitella capitata* fantes her i store antall, mens faunaen forøvrig var svært artsfattig. En stasjon ved Skattøra (7 m) hadde råtten bunn nesten uten liv. Her var det trolig et lokalt naturlig forråtnelsesmiljø hvor algen kjerringhår dekket bunnen og virket som felle for annet

organisk materiale. Utslipp i området kan ha forsterket virkningene. En ekstra stasjon like ved hadde imidlertid gode forhold.

I de dype områdene av Tromsøsund var forholdene gode. Stasjonene hadde høy diversitet og nesten uforstyrrede samfunn.

I dypbassenget i Nordbotn var vannutvekslingen dårlig og faunaen utsatt for et visst naturlig miljøstress. Nordbotn kan bli overbelastet med kloakkvann hvis tilførselene øker utover dagens nivå.

### 1.3.2. Planter og dyr i fjæra

Fjæreundersøkelsen omfattet 15 stasjoner i Tromsøsundet, Sandnessund og Nordbotn (fig 5). Stasjonene var plassert i varierende avstand fra forurensningskildene, slik at de representerer ulike grader av kloakkbelastning.

På hver stasjon ble det analysert 3 prøver i hvert 0,5 meters nivåintervall langs en linje gjennom fjæra vinkelrett på kystlinjen. Alle planter og dyr større enn 1 mm er tatt med i analysene hvis det for disse var mulig å foreta en pålitelig kvantifisering.

Resultatene viste at alger og dyr i fjæresonen ikke i vesentlig grad tok skade av den organiske belastningen i Tromsøsund. Tydelige effekter kunne bare påvises svært nær utslippene (<100 m avstand) i de mest belastede områdene, der det skjedde en forandring

i forekomstene av artene. Den ellers vanlige grisetangen var redusert, mens gjelvtangen, enkelte grønналger og rur var sterkere representert enn vanlig i omkringliggende kyststrøk.

I noe større avstand fra selve utslippene i Tromsøsund var forekomstene av de enkelte artene svært likt tilsvarende upåvirkede referanseområder. Artsrikdommen var minst like stor i Tromsøsund som i referanseområdene.

God vannutskiftning i Tromsøsund er den viktigste årsaken til at effektene i fjæra er moderate selv i de sterkest belastede områdene. Forandringene i fjæra er imidlertid en langsom prosess som kan gå over flere tiår. Det er ikke mulig på basis av denne undersøkelsen å si om plante- og dyrelivet i fjæra stadig endres eller omsamfunnene har stabilisert seg i forhold til den nåværende forurensningsbelastningen.

Det ble registrert enkelte større og flere mindre utslipp av kloakk og andre typer av organiske forurensningsstoffer direkte i fjæra. Disse utslippene gjør stranden lokalt uegnet som rekreasjonsområde og må betraktes som et klart estetisk- og mulig hygienisk problem. Det ble også påvist brudd og lekkasje på kloakkledninger som føres åpent og ubeskyttet over stranden ned på dypere vann.

### 1.3.3. Bakteriologi

De rutinemessige bakteriologiske undersøkelsene omfattet 5 stasjoner i Tromsøsund, ved Gjøverneset og i Nordbotn. (fig. 7) Stasjonsplasseringen var foretatt ut fra rekreasjonsmessige hensyn, både for aktiviteter i vannet og på stranden.

I tillegg ble det utført en spesialundersøkelse langs et tverrsnitt av Tromsøsundet, for nærmere belysning av kloakkvannets spredning i det antatt belastede området. Tverrsnittet lå parallelt med et av transektene med prøvestasjoner for bunndyr (fig. 7).

De høyeste konsentrasjoner av termotolerante koliforme bakterier var i selve Tromsøsundet, d.v.s. ved Elveneset og Krokelvneset. Selv på disse to prøvesteder varierte koli-tallene mellom 0 og > 100 pr. 100 ml, men kolibakterier var alltid tilstede ved ett av disse to prøvesteder på samme prøvetakingsdag. Spesialundersøkelsen viste at kloakkvannet kunne føres i konsentrerte sjikt i sundet. Tarmbakteriene kan derfor spres til fjernere områder i høyere konsentrasjon enn de ville ha blitt ved en rask, jevn fordeling i vannmassene. En kan ikke regne med at vannkvaliteten i indre Tromsøsund på noe tidspunkt vil tilfredsstille de norske krav til godt badevann. Vannkvaliteten overskred i undersøkelsesperioden imidlertid ikke utenlandske grenser mot uakseptabelt badevann (f.eks. de svenske, på > 1 000 termostabile koli/100 ml).

Resultatene fra prøvestedene ved Tromsøyas sør- og vestsida viste at vannet her generelt var lite påvirket av boligkloakkvann, men noe mer i vinterhalvåret enn om sommeren (sannsynlig sammenheng med den inaktiverende virkning av lys på tarmbakteriene).

## 2. INNLEDNING

### 2.1. Områdebeskrivelse

Undersøkelsene er konsentrert om Tromsøsundet, men omfatter også Nordbotn ved Kvaløya (fig. 1) og enkelte lokaliteter i Sandnessundet. Ved Tromsøsundet ligger det meste av Tromsøsboligbebyggelse og industri, hovedsakelig fiskeindustri. Boligbygging skjer også på Tromsøya og Kvaløya mot Sandnessundet.

Tromsøsundet har dyp ned til 50 m og en terskel på ca 8 m ved Tromsøbrua. Strømmen er forholdsvis sterk og skifter retning med tidevannet. Midlere strømhastighet midt i sundets smaleste parti (på 6 m dyp) er 59 cm/s mot nord og 65 cm/s mot syd (VHL 1972). Gjennomsnittlig vanntransport er sydover, men strømbildet er komplisert med bakevjer og motstrømmer langs land. Temperatur-, saltholdighet- og oksygen-målinger viser at vannmassene er godt gjennomblandet fra overflate til bunn. Det er ikke funnet under 90 % oksygenmetning i noen dyp på årsbasis (Hognestad 1976, Jakola 1982). Det er liten ferskvannstilrenning med unntak av Malangen hvor Bardu/Målselvvassdraget munner ut.

I Sandnessundet er det tilsvarende god vannutskiftning, men med gjennomsnittlig vanntransport nordover.

Nordbotn er et delvis innelukket fjordområde med terskler i øst og syd. Den dypeste terskelen er mot Sandnessundet på ca 17 m, mens dybden i bassenget går ned til 55 m. Vannutskiftningen er relativt svak.

### 2.2. Bakgrunn for undersøkelsene

Tromsøsund tilføres betydelige mengder urensset husholdningskloakk og organisk industriavfall. Utslippene svarer til husholdningskloakk fra ca. 70 000 personer (Holte 1982). Det organiske industriavfallet, som hovedsakelig omfatter utslipp fra

fiskeindustri, utgjør omtrent halvparten av utslippene. Andre typer tilførsler er av liten betydning.

Med unntak av 65 private slamavskillere ledes avløpsvannet til resipienten uten noen form for rensning (Tromsø kommune 1979). Av totalt 57 utslippsrør i Tromsøområdet er 19 lagt til 10 m dyp. De øvrige ligger ved laveste lavvannstand. 11 avløpsrør går ut i Sandnessundet, mens 46 føres ut i Tromsøsundet (Holte 1982).

Nordbotn mottar husholdningskloakk svarende til 600 personer

Fjordområdet ved Tromsø er viktige for rekreasjon. Dette er i konflikt med området bruk som resipient. Særlig gjelder dette stranden hvor skittent vann, illeluktende belegg, papir etc. mange steder utgjør et betydelig estetisk og også mulig hygienisk problem.

Med grunnlag i disse problemene har undersøkelsene hatt følgende generelle mål:

1. Avdekke betydningen av organisk belastning på Tromsøsund som resipient. Gi informasjon om fjordsystemets generelle biologiske tilstand.
2. Danne grunnlag for eventuell etterfølgende overvåkning.
3. Gi grunnlag for hvordan eksisterende tilstand eventuelt kan forbedres.
4. Danne utgangspunkt for bedømmelse av fjordsystemets fremtidige utnyttelse.



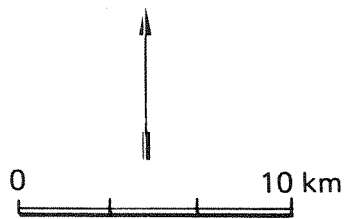
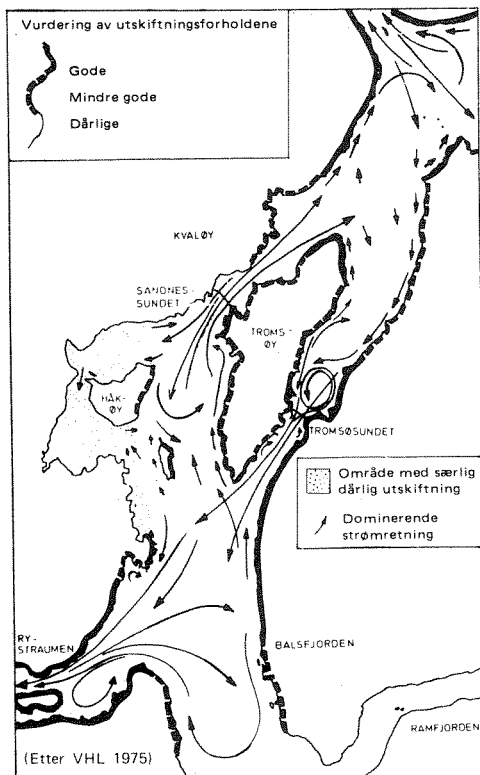
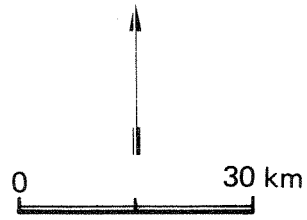
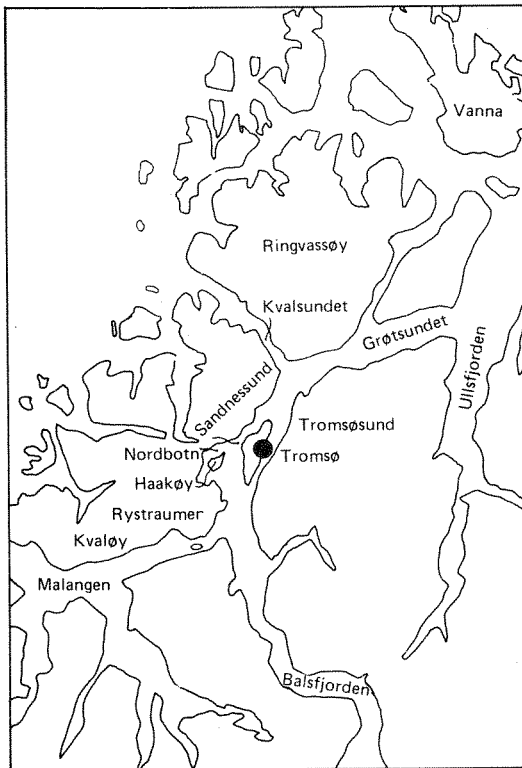


Fig. 1. Oversikt over fjordsystemet ved Tromsø.

### 3. RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1. Undersøkelser av bløtbunnsfauna

Bløtbunnsfauna kalles de dyresamfunn som lever på og i bunn-sedimenter (sand, leire, mudder). Individantallet er ofte mellom 1 000 og 2 000 og artsantallet mellom 60 og 90 pr. kvadratmeter i fjorder og kystfarvann. Bunnfaunaen har stor betydning for omsetningen av sedimenterende organisk materiale som er produsert av alger i overliggende vannmasser eller tilført sjøen fra land. Dyra tar til seg det organiske materialet og omdanner det til ny biomasse som blir tilgjengelig for bl.a. fisk.

Denne faunaen kan indikere hvordan miljøforholdene er på bunnen. Hvilke arter som fins, artenes innbyrdes mengde, og individtettheten, bestemmes i stor grad av faktorer som: næringstilgang, sedimentets beskaffenhet, type av sedimenterende organisk materiale, oksygeninnholdet over og under sedimentoverflaten, temperatur, miljøgifter, nedslamming og andre forstyrrelser.

Normale, balanserte samfunn opptrer når stabile, naturgitte betingelser rå, og fysiske og kjemiske faktorer (f.eks. oksygenkonsentrasjon, saltholdighet, grumsing, tungmetallkonsentrasjoner) ikke er ekstreme. Strukturen i faunasamfunnet er da i stor grad biologisk styrt, fordi populasjonene (samling av individer av samme art på et sted) av de forskjellige artene har tilpasset seg hverandre. Forurensningspåvirkninger og andre forstyrrelser kan føre til avvikende arts- og individsammensetning i faunasamfunnet. Fordi marine bløtbunnsamfunn normalt er artsrike og likeartede over store områder, er det lett å oppdage uregelmessigheter i dem. Derfor er de velegnet som indikatorsamfunn ved bedømmelse av forurensningstype og -grad (Rygg 1984).

I Tromsøsund finnes bløte bunnsedimenter i det meste av sundets nordlige del unntatt ved brua og unntatt dypere enn ca 20 m nordover mot Breivika. Syd for brua finnes bløtbunn bare i grunne områder nær land. Med utgangspunkt i dette ble prøve-

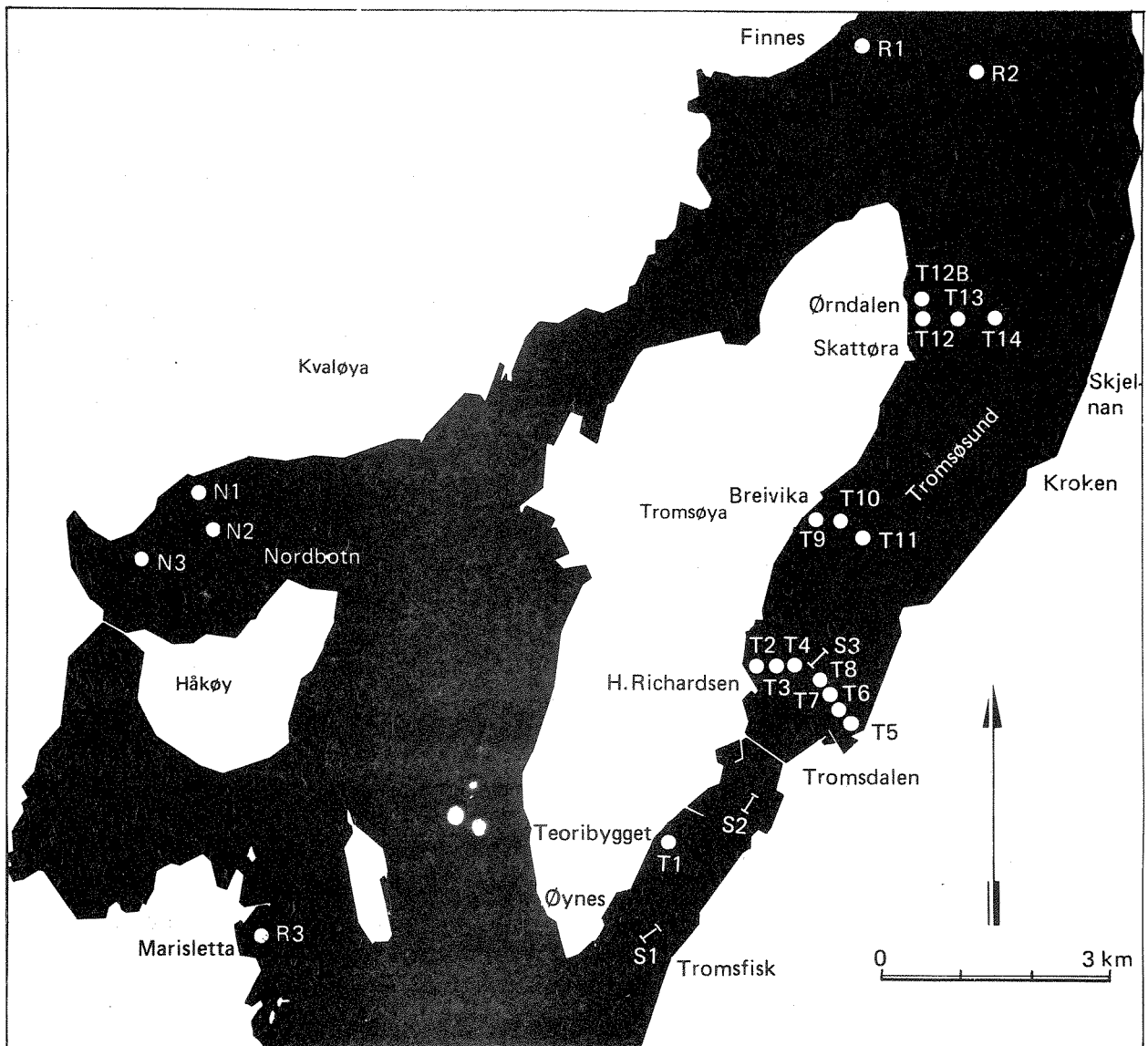


Fig. 2. Stasjoner for innsamling av bunndyr.  
Bunngrabb: T = Tromsøsundet, N = Nordbotn, R = referansestasjoner. Trekantskrape = S.

takingsstasjonene konsentrert til områdene nord for brua. De fleste stasjonene ble lagt i linjer (transekter) fra grunt mot dypere vann (fig. 2) i faste dybder fra 7-38 m (tabell 1). De naturlige miljøfaktorene vil dermed endre seg lite mellom transektene og systematiske faunaforskjeller kan relateres til organisk belastning. I rapporten menes "grunne stasjoner" stasjoner med dyp  $\leq$  12 m.

Tre stasjoner ble lagt til Nordbotn. Referansestasjonene ble lagt i antatt upåvirkede områder.

Prøvene ble innsamlet med en  $0,1 \text{ m}^2$  van Veen bunngrabb og siktet gjennom 5 og 1 mm sikter. I resultatene er tre paralleller fra hver stasjon slått sammen. På skrapestasjonene ble en ordinær trekantskrape brukt.

### 3.1.1. Sedimentbeskrivelse

I det meste av området var sedimentet siltig mudder med varierende innslag av sand og skjellfragmenter. Ved Teoribygget og utenfor Tromsdalen var det mye levende kalkalger (rugl) på bunnen. Organisk materiale varierte mellom 1,18 % (St R1) og 10,63 % (St T2) organisk karbon (tabell 1). Særlig høy verdi på stasjon T2 (v/H.Richardsen) skyldes utslipp av rekeavfall. Tidligere dykkerundersøkelser (Troms Fylkeskommune 1982) viste, foruten rekeavfall ved T2, markerte slamslag ved utslippsledningene i Tromsdalen.

Tabell 1. Beskrivelse av bløtbunnfaunastasjonene.  
% C = prosent organisk karbon.

Stasjon	Dyp	% C	Sedimentforhold
T1	7 m	4,7	Mørk grått sandblandet mudder, litt rugl
T2	7 m	10,6	Svart mudder, lukt av hydrogensulfid, mye børstemark
T3	12 m	5,5	Grått, fint mudder
T4	18 m	4,4	" " "
T5	7 m	4,2	Mørk grått mudder, skjellrester, mye rugl
T6	12 m	3,3	Grått mudder med svarte flekker, skjellrester, mye rugl
T7	18 m	2,6	Grått mudder, skjellrester, mye rugl
T8	25 m	4,1	Grått mudder med grus, småstein og skjellrester
T9	7 m	3,4	Grått mudder
T10	18 m	3,2	Grått, fint mudder
T11	28 m	4,4	Grått, fint mudder med svarte flekker
T12	7 m	6,3	Svart, bløtt mudder, lukt av hydrogensulfid, algen kjerringhår og mye råtnende planterester
T12B	7 m	2,5	Grått sandblandet mudder
T13	18 m	3,2	Grått, fint mudder
T14	38 m	3,6	Grått, fint mudder, litt koksbitar
N1	10 m	1,7	Grått, fint mudder, litt koksbitar
N2	35 m	4,3	Mørk grått, fint mudder
N3	55 m	3,6	" " " "
R1	7 m	1,1	Grått sandholdig mudder
R2	40 m	2,2	Grått, fint mudder

### 3.1.2. Likhet i faunaen mellom stasjonene

Det var lik fauna på de fleste grunne (7-12 m) stasjoner i undersøkelsen. De vesentligste forandringene i dyresamfunnene skjedde mot økende dybde og nesten uavhengig av avstand fra store utslipp. Dette kom klart fram ved bruk av matematiske likhetsanalyser (Oug et al. 1985). Slike forandringer mot dyp opptrer vanlig i normale upåvirkede systemer som følge av at miljøforholdene endrer seg raskt med økende dybde. Bare de grunne stasjonene T2 (v/H. Richardsen) og T12 (v/Skattøra) hadde avvikende fauna som indikerte sterke miljøforstyrrelser. Stasjon T2 var artsfattig og sterkt dominert av en art som ofte finnes ved høy organisk belastning. Stasjon T12 var nesten uten liv. Trolig skyldtes dette et lokalt naturlig forråtnelsesmiljø.

I dypbassenget i Nordbotn var faunasammensetningen klart forskjellig fra dypområdet i Tromsøsundet. Dette skyldes at Nordbotn er et delvis innelukket fjordområde med begrenset vannutskiftning (Oug et al. 1985 og Oug in prep.).

### 3.1.3. Faunaens artssammensetning

Artene kunne grovt deles i to grupper. En gruppe omfattet arter som hovedsakelig finnes på grunt vann. Dette er en variert faunakomponent som består av fåbørstemark, mangebørstemark, snegl, muslinger og krepsdyr. En annen gruppe arter som nesten alle er mangebørstemark, fantes gjennom hele området. Flere av disse artene er vanlige på bløtbunn langs hele kysten f.eks. *Heteromastus filiformis*, *Pholoe* sp., *Chaetozone setosa* og *Scoloplos armiger*. Innen begge grupper var det arter som er tolerante overfor organisk forurensning (se nedenfor).

Tabell 2. Individantall på hver stasjon for dominerende arter i undersøkelsen (pr. 0,3 m<sup>2</sup>). Tabellen viser arter som er funnet med mer enn 100 individer på minst en stasjon. Stasjonenes rekkefølge i tabellen er basert på likhetsanalysene, men T12 (Skattøra) er ikke tatt med. K = krepsdyr, MB = mangebørstemark, FB = fåbørstemark, S = snegl, M = musling, B = båndmark.

Stasjon	Dyp	T2	R1	R3	N1	T1	T5	T3	T9	T6	T7	T8	T4	T10	T13	T12B	T11	T14	R2	N2	N3	
		7m	7m	7m	10m	7m	7m	12m	7m	12m	18m	25m	18m	18m	18m	7m	38m	38m	40m	35m	55m	
<i>Gammarus</i> sp.	K	109																				
<i>Capitella capitata</i>	MB	5518	278	264	58	9	35	123	226	6	1	2		6		1			1	9		
<i>Oligochaeta</i> ind.	FB	188	755	20		15	8	14	25	8		1	1		15			1	8	5	5	
<i>Margarites helicinus</i>	S		124	6	1	3	5														2	
<i>Anaitides maculata</i>	MB		20	163	26	6	2	12	56				7	3	1						2	
<i>Protomedea fasciata</i>	K		32		213				2												1	
<i>Polydora quadrilobata</i>	MB		75	103	217	6	5	213	310	1			2	21							1	
<i>Naineris quadricuspida</i>	MB	3	1	8		21		80	347					2	2							
<i>Thyasira sarsi</i>	M					95	72	131	29				3		2				3	2	7	5
<i>Macoma calcarea</i>	M		15	55	13	94	43	103	78	12	1	1	4		4	14				40	172	
<i>Crenella decussata</i>	M		2	46	1	35				1		2	1	1	3	109	3	4				
<i>Spio filicornis</i>	MB		44	527	72	10	3	68	562	128	117	256	32	14	19	45	3	3	1	1	1	
<i>Heteromastus filiformis</i>	MB	3	402	56	1120	121	83	97	72	87	83	35	66	76	308	6	6	3	5	33	1	
<i>Pholoe</i> sp.	MB		31	3	143	26	4	14	7	19	7	8	13	28	13	26	22	9	10	1	14	
<i>Chaetozone setosa</i>	MB	2	463	3	416	59	91	45	50	95	139	161	148	82	124	36	167	101	194	24	1	
<i>Scoloplos armiger</i>	MB	3	62	10	190	65	22	23	34	40	100	46	79	72	82	67	34		29	16	18	
<i>Polydora socialis</i>	MB	1	6	19	959	4	2	26	70	58	36	28	462	884	14	4	2	708	176			
<i>Nemertini</i> ind.	B	1	25	490	128	1	10	16	47	4		2	6	16		2	13	24	27	28	33	
<i>Astarte montagui</i>	M				11	10	1	3		1	6	1	38	2	5	139				10	653	
<i>Owenia fusiformis</i>	MB				11												5				1	
<i>Myriochele oculata</i>	MB																		13		557	

Det var flest individrike arter på grunt vann i Tromsøsund. De dype stasjonene hadde ingen særegne dominerende arter, men her var det til gjengjeld mange arter med lav individtetthet som ikke fantes på grunnere vann.

I Tromsøsund skilte stasjon T2 ved H. Richardsen seg klart ut ved sin artsfattighet og ved sterk dominans av børstemarken *Capitella capitata*. Bare noen få andre arter synes å klare seg her, og av disse var bare få børstemark, krepsdyret *Gammarus* og en ubeskrevet mangelbørstemark av slekten *Ophryotrocha* av en viss betydning.

Stasjon T3 som ikke lå langt fra T2, hadde en relativt rik fauna mer på linje med de andre grunne stasjonene, men alle de viktigste artene er vanlige i forurensede miljøer. Muslingene *Thyasira sarsi* og *Macoma calcarea* og børstemarken *Heteromastus filiformis* opptrer fortrinnsvis der det er rikelig med organisk materiale i sedimentet. Fra stasjon T3 og utover var det mer gradvise forandringer i faunaen. Typiske gruntvannsarter forsvant, mens nye arter kom til på de dypeste stasjonene. Generelt var faunaen i sundet dominert av mange børstemark, noe som er vanlig på bløtbunn.

Generelt var det mange arter i Tromsøsundet som er kjent fra organisk belastede områder. Imidlertid var det få av disse som hadde en lokal utbredelse, som klart kunne relateres til forurensningen.

#### 3.1.4. Artsmangfold (diversitet)

Artsmangfoldet (diversiteten) er definert som artsantall i forhold til individantall. Individantallet i prøvene øker i takt med prøvestørrelsen, mens artsantallet ikke øker i samme grad. Høyt artsantall i forhold til individantall betyr høyt arts mangfold, og kjennetegner stabile samfunn som finnes under



gode miljøforhold. Diversiteten kan uttrykkes ved diversitetsindekser eller kurver hvor arter plottes mot individer (Rygg 1984). I Tromsøsund skilte stasjon T2 (v/H. Richardsen) seg klart ut med svært lav diversitet. Stasjon T12 (v/Skattøra) hadde et lavt og for lite arts- og individtall til å bli sammenlignet med de andre stasjonene. Ellers hadde nesten alle stasjonene i Tromsøsundet høyere diversitet enn de grunne referansestasjonene. Diversiteten var høyest på de dype stasjonene T11 og R2, men det var også relativt høy diversitet på middeldype stasjoner utenfor Tromsdalen (T6, T7, T8).

Forholdet mellom arter og individer (som svarer til endepunktene for diversitetskurvene) for alle stasjonene er tegnet inn i et diagram for klassifisering av diversitet (fig. 3). I dette klassifiseringssystemet er artsmangfoldspekteret inndelt i fem klasser for å lette den visuelle tolkningen av resultatene: høyt, normalt, moderat, lavt og svært lavt artsmangfold. Grenselinjene mellom klassene er gitt en fasong som ligger nær opp til forløpet av de fleste observerte kurvene i den delen av spekteret, og er rent empirisk basert.

Det fremkom at de fleste stasjonene i denne undersøkelsen hadde normale diversiteter. Diversiteten var moderat på de grunne referansestasjonene, (R1 og R3), dessuten T9 i Breivika og stasjonene i Nordbotn (fig. 4).

I stabile og artsrike organismsamfunn observeres som regel en bestemt frekvensfordeling av individantall blant artene, såkalt log-normalfordeling. Avvik fra denne fordelingen kan tyde på en blanding av flere faunasamfunn på lokaliteten, eller på at samfunnet er under forandring, f.eks. som følge av forurensningspåvirkning. Ingen av stasjonene viste fullt samsvar med log-normalfordelingen, men diversitetskurvene indikerte gode forhold i de dype områdene av Tromsøsundet. På grunt vann var forholdene mere variable med sterk avvikende fordeling på stasjonene T2 og T12. Langs de fleste transektene av stasjoner i Tromsøsundet bedret forholdene seg fra grunt mot dypere vann.

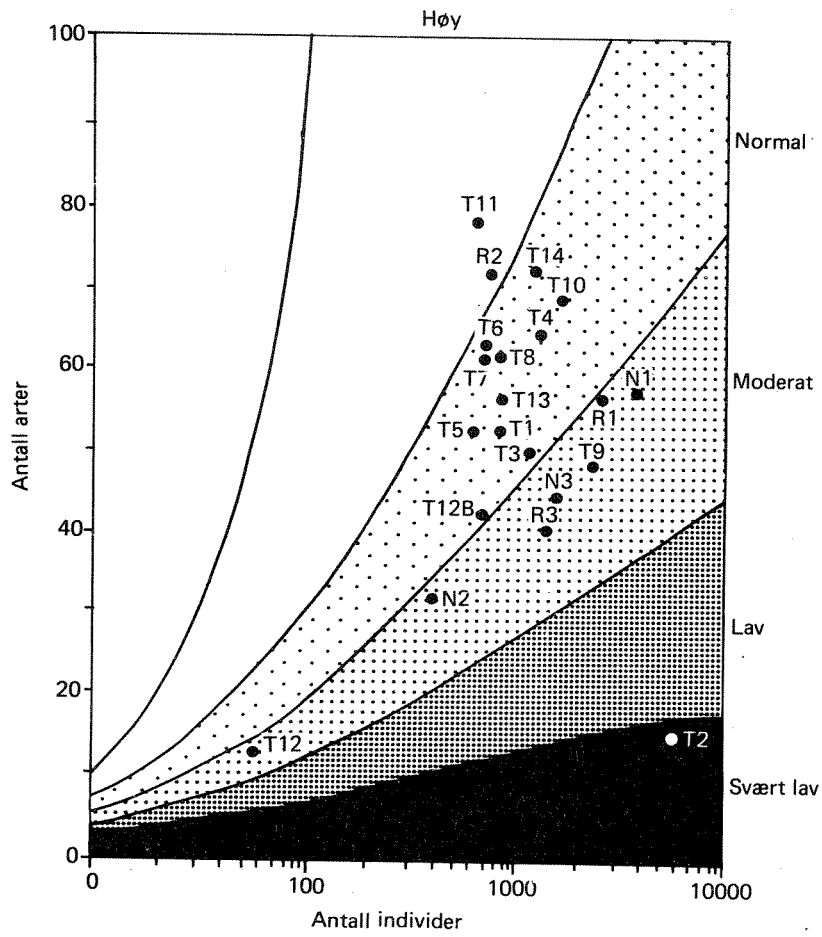


Fig. 3. Forholdet mellom artsantall og individantall (endepunkter for diversitetskurvene) for alle bløtbunnsstasjonene.

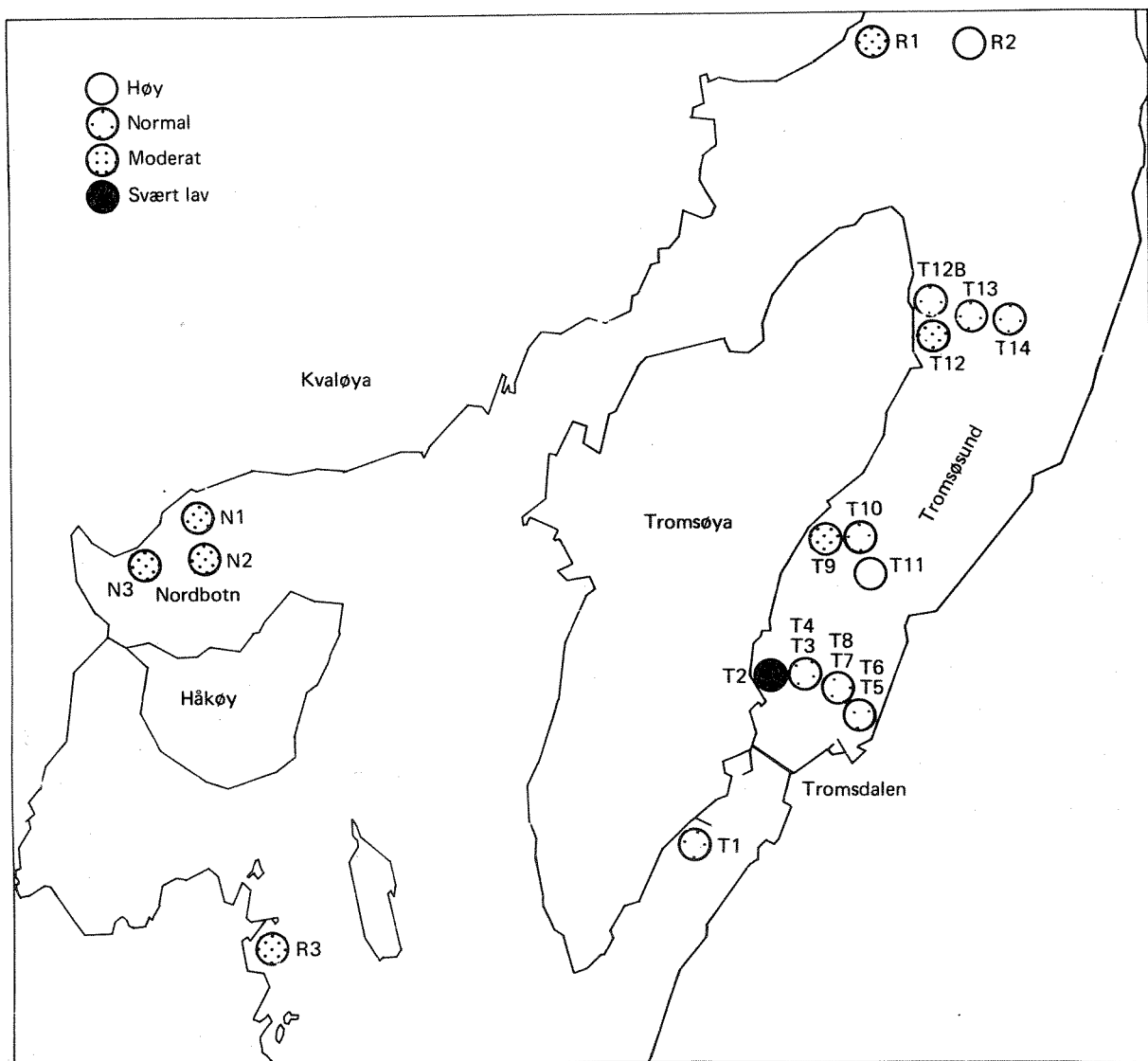


Fig. 4. Artsmangfold (diversitet) på bløtbunnsstasjonene.

Stasjonene i Nordbotn hadde svakt avvikende kurver, mer avvikende enn de dype stasjonene i Tromsøsundet. Dette indikerer et visst miljøstress, og at samfunnet vil være sårbart for påvirkning.

Skrapeprøvene viste en normal og artsrik fauna nord for brua og utenfor Øynes. I det strømhårde området utenfor hurtigrute-kaia var det få arter og sterk dominans av kråkeboller.

### 3.1.5. Sammenfatning av bløtbunnfaunaundersøkelsene

Bare to av stasjonene i denne undersøkelsen viste tydelige effekter av organisk belastning. Stasjon T2, like ved H. Richardsens anlegg, var sterkt forurenset. Sedimentet var svart og luktet av hydrogensulfid, organisk innhold er høyt og faunaen artsfattig. Børstemarken *Capitella capitata*, som over hele verden opptrer ved organisk forurensning, fantest i stort antall. Stasjon T12, nord for Skattøra, hadde også bløtt, råttent sediment. Faunaen var svært arts- og individfattig. Her er det imidlertid mer sannsynlig tale om et naturlig forekommende forråtnelsesmiljø hvor algen kjerringhår (*Desmarestia aculeata*) i stor grad dekket bunnen og virket som en felle for annet organisk materiale.

Alle de andre stasjonene i undersøkelsen hadde en artsrik fauna. De vesentligste forandringene i dyresamfunnene skjedde mot økende dybde, som i normale systemer, og ikke med avstand fra forurensende utslipp. De grunne stasjonene nær byen hadde imidlertid et visst lokalt særpreg. Dette var trolig en svak effekt av forurensningen. Det viste seg også ved at stasjonene hadde høyt organisk innhold i sedimentet og mange forurensningstolerante arter. Forurensningen gjorde seg trolig også gjeldende i sundet utenfor hurtigrutekaia (skrapestasjon S2). Hele området nær ved sentrum og Tromsdalen er påvirket av utslippene, men forurensningen er generelt til liten skade for dyresamfunnene.

På de dype bløtbunnstasjonene i Tromsøsundet var forholdene gode. Organisk innhold i sedimentet var noe høyt, men det hadde åpenbart ingen negativ virkning på dyrelivet. I de strømrrike områdene nærmere byen synes forholdene å være gode.

I Nordbotn bar faunaen preg av å være utsatt for et vist naturlig miljøstress på grunn av dårlig vannutskifting. Kloakktlførsler utover dagens nivå kan føre til oksygensvikt under stagnasjonsperioden (Oug in prep.).

### 3.2. Undersøkelser av alger og dyr i fjæra

Tidligere undersøkelser både i utlandet og i norske fjordområder har vist at organisk forurensning og overbelastning med plantenæringsstoffer kan føre til store forandringer i plante- og dyreliv i fjæra.

De mest synlige endringer i overgjødslende områder er at de vanligste tangartene reduseres, mens forskjellige grønskearter etterhvert overtar den ledige plassen. Friske, artsrike samfunn erstattes gradvis av noen få dominerende blad- og trådformete arter. Dette er forandringer som også innebærer en betydelig forringelse av områdenes estetiske verdi, og gjør dem mindre egnet som rekreasjonsområde.

Fjæreundersøkelsene har tatt sikte på å belyse om de nåværende utslipp hovedsakelig har lokal effekt på plante- og dyrelivet i fjæra, eller om effekter også kan påvises i større avstand fra forurensningskildene. I alt ble det undersøkt 15 stasjoner. Disse ble plassert i ulik avstand fra større utslippsledninger. På Tromsøya sør for brua ble det plassert fire stasjoner i tydelig forurensede områder. Stasjon 1 til 3 (fig. 5) er plassert mindre enn 50 m fra større utslipp, mens stasjon 4 ligger noe lenger fra selve utslippene. Stasjon 5 og 6 er lokalisert på fastlandssiden i søndre del av sundet, mens stasjon 7 og 8 finnes nord for brua. Disse stasjonene (5-8) er alle karakterisert ved at de ligger 50-200 m fra større utslipp og i et område som generelt er forurensset. Stasjonene 9-12 ligger i lite forurensede områder og mer enn 300 m fra nærmeste større kloakkutslipp. I Nordbotn er det plassert tre stasjoner (13-15). Ingen av disse stasjonene ligger nær kloakkutslipp.

Feltarbeidet for fjæreundersøkelsene ble gjennomført i springlavvannsperioden. På hver stasjon ble det lagt ut kvadratiske prøveflater (50 x 50 cm) langs en rett linje fra øverste til nederste fjærenivå. Prøveflatene ble plassert slik at hver halvmeter vertikalutstrekning ble representert med tre prøver. Hver enkelt prøves nivå ble bestemt ved hjelp av nivellerings-

utstyr. Med fjæresonen menes her fra øvre grense for tangvegetasjonen ned til et nivå som ligger mellom 0 og 50 cm over Sjøkartverkets 0-nivå (d.v.s. laveste lavvann) svarende til ca 2.5 m vertikal avstand. Undersøkelsen er primært begrenset til makroskopiske arter (>1 mm). Prøvene fra hver stasjon er slått sammen. Stasjonene er derfor sammenlignet uavhengig av artenes vertikale forekomst. På stasjon 6 er det ikke prøver fra øvre del av fjæresonen, og denne stasjonen er derfor i utgangspunktet litt forskjellig fra de andre.

Det ble lagt vekt på at de naturgitte forholdene skulle være så like som mulig på stasjonene både når det gjelder eksponeringsgrad og substrattype. Dette er nærmere beskrevet i hovedrapporten.

### 3.2.1. Likhet i flora og fauna mellom stasjonene

Det er foretatt to uavhengige analyser for å vise graden av likhet i flora og fauna mellom stasjonene. Stasjonene i Tromsøområdet er også sammenliknet med tilsvarende stasjoner i nærliggende kyst- og fjordstrøk (se Oug et al. 1985 for fullstendig dokumentasjon).

På de fire stasjonene som lå nærmest kloakkutslippene (st 1-4) var det svært lik flora og fauna. Disse stasjonene skilte seg fra alle øvrige stasjoner, noe som må være en følge av forurensningspåvirkningen. De øvrige stasjonene i selve Tromsøsund (st 5-9) skilte seg noe fra stasjonene i Sandnessund og Nordbotn. Forskjellene kan være en følge av moderat påvirkning, men det er like sannsynlig at dette er geografisk betingete forskjeller som ikke har med forurensningen å gjøre.

Samfunnene av planter og dyr på stasjon 5-15 i Tromsøområdet hadde totalt sett store likhetstrekk med samfunn i nærliggende, upåvirkede områder, men de framkom likevel med et visst lokalt særpreg. Mindre lokale forskjeller i dyre- og plantelivet i fjæra er også påvist i upåvirkede områder, noe som er en sannsynlig følge av mindre forskjeller i naturlige miljøforhold som f.eks. vannbevegelse og substratforhold. Bortsett fra de mest belastede sta-

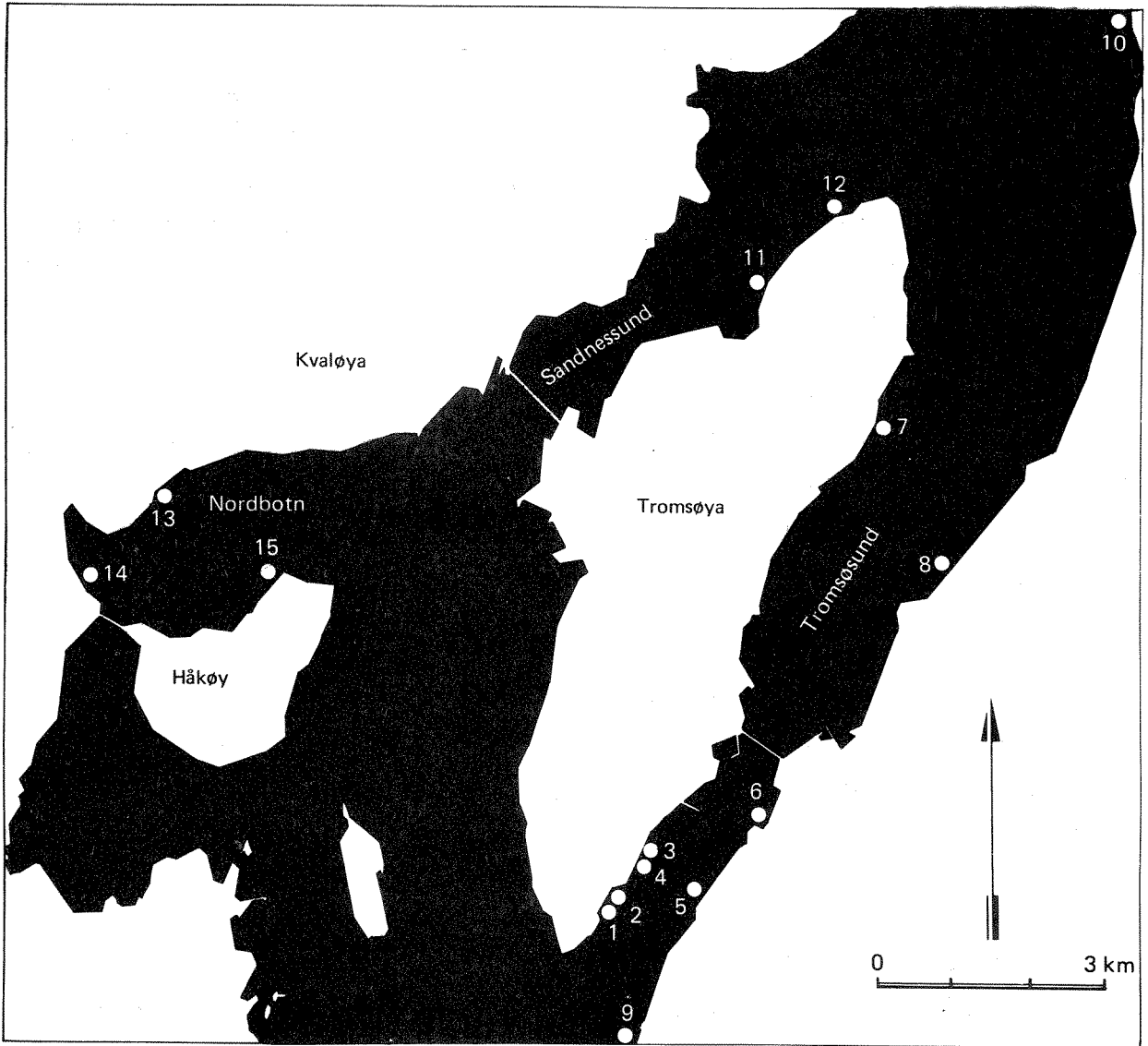


Fig. 5. Stasjoner for fjøreundersøkelser i Tromsøområdet (Tromsø, Sandnessund, Nordbotn).



sjonene i Tromsøsund (st 1-4) synes det klart at forurensningen i undersøkelsesområdet ikke kan ha ført til større forandringer i plante- og dyrelivet i fjæra.

### 3.2.2. Artssammensetning

Mange dominerende arter hadde en lokal utbredelse som kan indikere at de enten er favorisert eller hemmet av forurensningen. Av de fastsittende artene var det særlig gjelvtang (*Fucus distichus* subsp. *edentatus*) og rur (*Balanus balanoides*) som trives godt i de belastede områdene (tabell 3). Det samme syntes også å være tilfelle for enkelte mindre trådformede alger (*Spongomorpha arcta*, *Pilayella littoralis*, *Ectocarpus siliculosus*). Blant andre dominerende tangarter i fjæra var grisetangen (*Ascophyllum nodosum*) og blæretangen (*Fucus vesiculosus*) redusert nærmest forurensningskildene.

Det er sannsynlig at forandringer i mengdeforholdet mellom tangartene i Tromsøsund er en effekt av forurensning. Det er imidlertid klart at dette er lokale effekter som bare lar seg påvise nær utslippsstedene. Det fremgår videre av tabell 3 at mange dominerende alger og dyr enten fantes utbredt i hele undersøkelsesområdet, eller opptrådte dominerende på enkelte stasjoner uten at dette kunne relateres til forurensningsbelastningen.

Stasjonsnummer		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Fucus distichus subsp.cdentatus	D	20	15	22	54	3	3	2	1	1	5	0	3	0	2	0
Margarites helcinus	N	59	54	55	194	30	14	1	6	23	1	11	2	8	2	4
Balanus balanoides	D	26	12	3	18	3	1	1	1	3	15	2	7	2	3	0
Spongomorpha arcta	D	3	19	16	1	9	8	1	1	2	7	3	2	1	4	1
Pilayella sp./Ectocarpus sp.	D	16	5	18	15	8	3	10	18	11	5	2	1	1	1	0
Devaleraea ramentacea	D	6	5	12	2	5	12	1	1	4	1	7	1	1	1	1
Palmaria palmata	D	18	3	11	7	11	35	13	2	14	1	17	8	7	1	1
Littorina saxatilis	N	55	86	13	50	130	20	29	119	52	126	133	193	55	95	80
Littorina obtusata	N	19	45	17	81	50	110	63	51	41	104	30	39	40	85	100
Hildenbrandia rubra	D	22	12	12	22	36	9	8	7	8	31	9	3	12	7	7
Gammarus sp.	N	12	54	6	33	39	70	41	29	47	43	41	35	14	18	20
Fucus serratus	D	25	24	18	24	20	18	24	29	31	23	32	14	25	15	5
Sphacelaria-samfunn	D	2	27	12	7	6	23	15	15	14	1	25	27	17	39	13
Cingula semicostata	N	46	0	0	6	26	57	90	12	5	0	56	3	69	15	61
Ascophyllum nodosum	D	23	27	17	1	43	69	56	52	56	18	52	44	63	51	59
Fucus vesiculosus	D	1	7	3	2	9	5	26	0	7	34	1	11	5	22	33
Chondrus crispus	D	0	1	1	1	1	1	1	1	3	0	11	8	4	6	13
Musculus discors	N	1	0	1	0	0	1	6	1	0	0	81	10	39	14	13
Andouinella purpurea	D	1	1	3	0	4	15	1	5	14	1	4	2	3	1	2
Lacuna palliduta	N	0	0	1	2	1	7	0	9	2	5	14	6	31	1	0
Marksamfunn	D	1	0	2	4	1	4	18	2	3	6	2	9	2	0	1
Phymatolithon spp.	D	1	1	18	0	3	0	3	4	8	0	2	2	4	1	14
Cladophora rupertris	D	4	1	31	0	1	4	6	12	1	1	1	1	1	0	6
Calothrix crustacea	D	10	6	6	0	1	3	1	10	2	3	2	5	11	0	11
Spirorbis sp. (på stein)	D	6	1	1	0	4	3	4	12	5	0	5	1	6	2	1
Fucus spiralis	D	8	17	14	4	9	0	4	10	3	7	17	16	9	5	7
Verrucaria mucosa	D	11	5	1	9	16	4	4	6	6	5	5	3	10	2	1

Tabell 3. Forekomsten av dominerende alger og dyr på stasjonene i Tromsøområdet; D = dekningsgrad, N = antall individer. Utvelgelseskriterium for artene er  $D > 10\%$  eller  $N > 30$  på minst en stasjon.

Stasjonene er ordnet etter avstand fra forurensningskildene.

### 3.2.3. Artsmangfold (diversitet)

I Sandnessundet (st. 11-12) og på en av stasjonene i Nordbotn (st. 13) var det et relativt høyt antall arter av alger og dyr (69-79), tabell 4. Dette gjaldt særlig fastsittende organismer. I Tromsøsund syntes ikke forurensningen å påvirke antall algearter, selv om det skjer endringer i mengdeforholdet mellom dominerende arter. Derimot syntes antall fastsittende dyrearter å være noe redusert nærmest forurensningskildene (st. 1-4). Denne reduksjon i antall arter var imidlertid ikke stor og kan skyldes at substratet på disse stasjonene besto av relativt glatt fjell. Normalt gir glatt fjell livsbetingelser for færre arter enn oppsprukket fjell og strender med store steirer.

Det var relativt høy diversitet ( $H$ ; 1,91-2,42 for fastsittende alger og dyr) på stasjon 1 og 3 på Tromsøya sør for byen og på stasjon 9 lenger sør på fastlandssiden (tabell 4). Stasjon 1 og 3 ligger begge nær forurensningskildene der det normalt skulle forventes lavere diversitet. Når dominerende tangarter som f.eks. grisetang (*Ascophyllum nodosum*) og blæretang (*Fucus vesiculosus*) reduseres og det skjer en økning i forekomsten av andre alger og dyr, vil dette endre dominansforholdet i fjæra. Det er mulig at en moderat forurensning av fjæresamfunnet demper tangartenes ensidige dominans og for en periode fører til økt diversitet ( $H$ ), men det er for få grunndata til å fastslå dette med sikkerhet.

Sammenlignes artsrikdommen på stasjonene i Tromsøsund med stasjonsgrupper fra referanseområdet (Lein og Oug in prep.), var det i gjennomsnitt like mange eller flere arter både på stasjonene nær forurensningskildene og de øvrige lokaliteter i Tromsøsund, som syntes å være typisk i omkringliggende fjordområder.

Det var i Tromsøsund og Nordbotn i gjennomsnitt ca 50 % flere arter av fastsittende dyr enn på referansestasjonene. Den samme tendensen kunne også sees for antall arter av alger og bevegelige dyr, selv om forskjellene er mindre.

Tabell 4. Artsrikdom (N = antall arter) og diversitet (H = Shannons indeks) på stasjoner i Tromsøområdet.

Stasjonene er ordnet etter avstand fra forurensningskildene.

Stasjonsnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Antall arter (N)															
Alger	27	26	31	23	31	23	27	26	31	29	36	37	33	27	26
Fastsittende dyr (sessile)	13	10	10	8	14	15	14	14	17	9	17	14	17	13	14
Bevegelige dyr (vagtile)	23	14	16	17	20	19	19	18	17	17	25	18	18	23	21
Alger og dyr	63	50	57	48	65	57	60	58	65	55	78	69	68	63	61
Shannons indeks (H)															
Alger og fastsittende dyr	1,91	1,68	2,42	1,24	1,68	1,57	1,66	1,64	1,96	1,38	1,49	1,62	1,73	1,41	1,40
Bevegelige dyr (vagtile)	1,37	1,22	0,90	1,26	1,38	1,36	1,28	1,27	1,22	1,23	1,57	1,12	1,51	1,32	1,36

#### 3.2.4. Sammenfatning av fjæreundersøkelsene

Undersøkelsene har vist at det skjedde en gradvis forandring i fjæra fra sentrale byområder ut Tromsøsundet i begge retninger og over mot Sandnessundet og Nordbotn. På de mest forurensede stasjonene (st 1-3) er det klart at samfunnene var påvirket. Dette kom til uttrykk ved en forskyvning i mengdeforholdet mellom dominerende arter. Effekten på samfunnene var likevel ikke større enn at artsantallet lå svært nær opptil det normale for upåvirkede områder.

I mindre belastede områder (st 5-15) i Tromsøområdet var det samfunn som ikke avviker mye fra tilsvarende samfunn i omkringliggende fjordområder. Referansematerialet viser tydelige lokale forskjeller i fjordområdene (Lein og Oug in prep.). De forskjeller som samfunnsanalysen viste mellom referansestasjonene og mindre belastede stasjoner i Tromsøområdet kunne like gjerne tilskrives ulike lokale naturforhold som effekter av forurensningen. Det høye antall arter på flere stasjoner kan likevel indikere at enkelte arter er favorisert av de gode næringsforholdene. Forskjellene kan således også tenkes å gjenspeile en stimulerende effekt av moderat gjødsling.

God vannutskiftning i Tromsøsund er den viktigste årsaken til at effektene her er moderate selv nær sterkt belastede områder. Det er imidlertid klart at samfunnsendringene er en langsom prosess som kan gå over mange tiår. Vi kan ikke på basis av denne undersøkelsen si om samfunnene i Tromsøsund er inne i en slik endringsprosess, eller om de har stabilisert seg i forhold til den nåværende forurensningsbelastning.

Utslipp av forurenset vann direkte i fjæra endrer lokalt plante- og dyrelivet fullstendig og gjør fjæra ubrukelig som rekreasjonsområde. Resultatene fra bakteriologidelen i denne undersøkelsen viste at vannet i slike områder vil få et høyt antall bakterier fra kloakken. De mange kloakkledninger som føres synlig gjennom fjæra ned på dypere vann setter et lite vakkert preg på stranden. I fjæra er rørledningene utsatt for stor mekanisk be-

lastning , noe som flere steder har ført til brudd og lekkasje av kloakkvann. Dette gjelder f.eks. ledningene nord for stasjon 8 ved Tomasjord (jfr. fotodokumentasjon i Oug et al. 1985) og nedenfor Troms kraftforsyning i Tromsdalen. Dette medfører estetiske og mulige hygieniske problemer.

### 3.3. Bakteriologiske undersøkelser

Hensikten med denne undersøkelsen var å få opplysninger om spredning/mengde av bakterier knyttet til husholdningskloakk, spesielt med henblikk på rekreasjonsaktiviteter. Resultatene bedømmes ut fra kriteriene for godt badevann, her benyttet som en kvalitetsvurdering av vannet i forbindelse med alle former for rekreasjonsaktiviteter i strandsonen.

Prøvetakingsstasjonene er vist på figur 7. Prøvene ble inn-samlet ca hver annen måned i tidsrommet 23/3-1983-26/6-1984 på lokaliteter med dyp ca 10 m, ca 10-20 cm under vannflaten.

- Stasjon 1: 20-30 m rett ut av kaia ved Storvoll i Nordbotn
- Stasjon 2: 250 m vest av Gjøverneset
- Stasjon 3: Ca 200 m rett syd av Lanesodden
- Stasjon 4: Ca 300 m nordvest av Elveneset
- Stasjon 5: Like utenfor Krokelyneset (ved Tomasjord)

Resultatene er vurdert etter norske "Kvalitetskrav til vann" (SIFF 1976) hvor det stilles det følgende krav til innhold av termotolerante coliforme bakterier pr. 100 ml badevann, enten dette er ferskvann eller sjøvann: "Godt badevann skal inneholde mindre enn 50 E.coli (termotolerante coliforme bakterier) pr. 100 ml regnet som det geometriske middeltall for minst 5 prøver tatt i en 30 dagers periode (i badesesongen). Grensen kan bare overskrides med inntil 100 % for høyst 10 % av enkeltresultatene".

For bedømmelse av den hygieniske vannkvalitet i Tromsø sund beregnes den geometriske middelvei for 2 separate perioder, som vist i tabell 5. Høyst 10 % av enkeltresultatene kan ligge mellom 50 og 100 bakt/100 ml. Hvis parallellene regnes som enkeltresultater, vil de 10 % utgjøre 1 resultat pr. periode. Ingen resultater tillates å være høyere enn 100 bakt/100 ml for godt badevann.

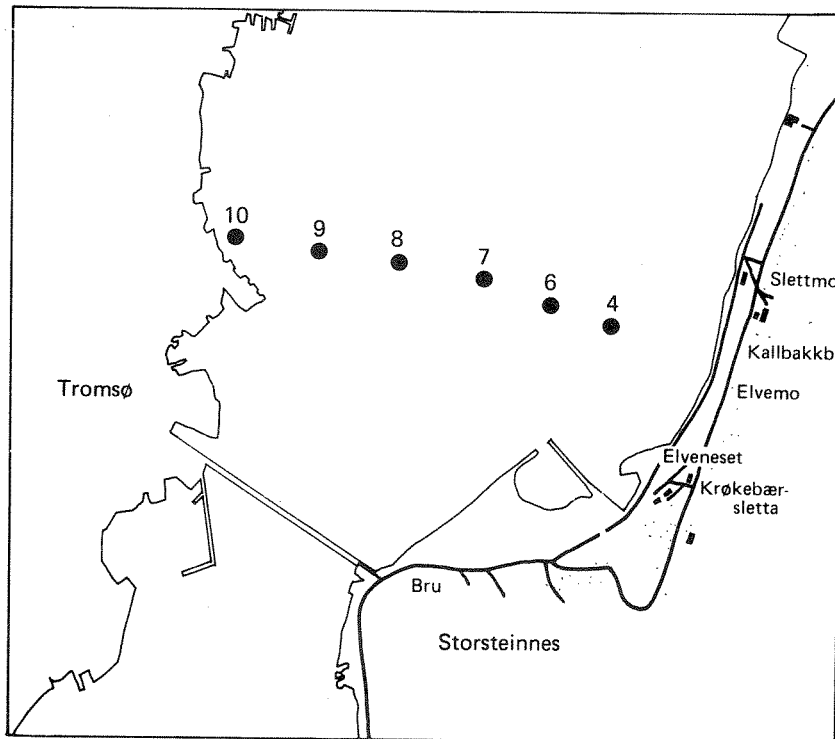
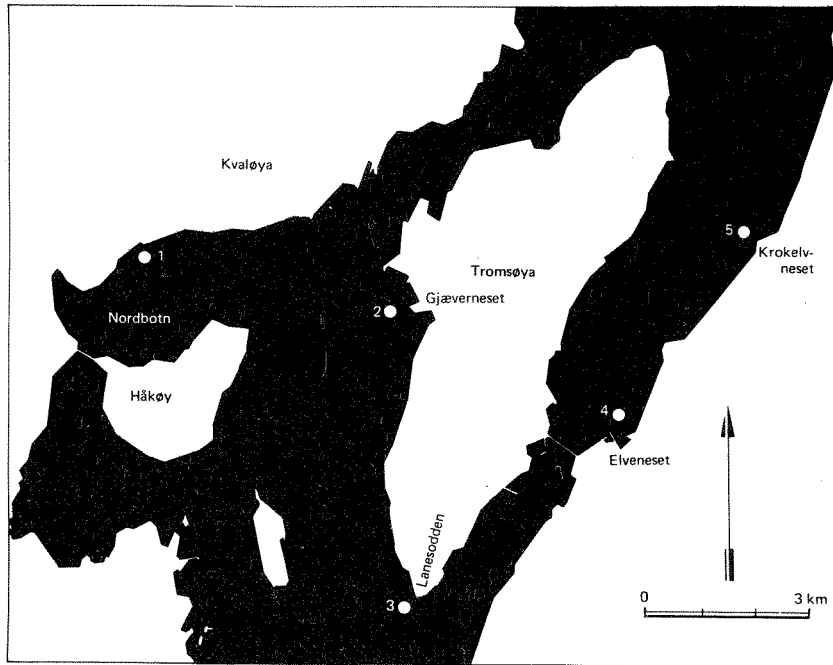


Fig. 7. Prøvetakingsstasjoner for vann til bakteriologisk analyse.



I begge periodene viste prøvestedene Elveneset og Krokelvneset konsentrasjoner over både 50 og 100 bakt/100 ml. Av tabell 5 fremgår klart at det er antall overskridelser som gjør utslaget, middelveidien er ved disse to prøvesteder ikke over 50 bakt/100 ml i noen av periodene. Dette viser at vannkvaliteten i dette sundet varierer svært, og man kan ikke på noe tidspunkt regne med at vannkvaliteten tilfredsstillende kravet til godt badevann.

Bakterieinnholdet i vannet våren 1983 og 1984 kan tjene som eksempel på dette: I mai 1983 ble det pr. 100 ml vannprøve fra Elveneset funnet mer enn 50 termotolerante colibakterier, mens slike bakterier ikke ble påvist ved Krokelvneset. I juni 1984 var situasjonen motsatt. Ved begge prøvetakingstidspunktene denne måneden ble det ved Elveneset ikke påvist slike bakterier, mens det ved Krokelvneset var mer enn 50 pr. 100 ml.

Vannet ved Storsvoll, Gjøverneset og Lanesodden kom aldri opp i bakteriekonsentrasjoner på 50 termotolerante coliforme pr. 100 ml, men ved Gjøverneset var bakterieinnholdet nær denne grense i september 1983. For disse prøvesteder kan bakterieinnholdet synes å være årstidsavhengig: colibakterier ble påvist i mars 1983, i mai ble de ikke påvist, fra midten av august 1983 til og med mars 1984 ble colibakterier påvist på de fleste prøvestedene, mens de ble påvist bare en gang ved ett prøvested i perioden april - juni 1984.

Noe av den observerte årstidsvariasjonen kan skyldes lyset, da bakterienes overlevingssevne reduseres meget sterkt i sollys (dagslys).

Vannprøver fra et tverrsnitt av Tromsø Sund nord for brua (inn-samlet 8/5-1984) viste at colibakterier fra kloakkforurensninger kan konsentreres i sjikt i sundet og dermed spres til fjernere områder i høy konsentrasjon.

Tabell 5. Geometrisk middeltall for innhold av termotolerante coliforme bakterier.

Nr	PERIODE Tidstrom	TEKST	ANT. TERMOTOLERANTE COLIFORME BAKTERIER PR. 100 mL VED PRØVESTED				
			1 Storvoll, Nordbotn	2 Gjøver- neset	3 Lanes- odden	4 Elve- neset	5 Krokelnestet, Tomasjord
1	23.mars 1983 til 23.jan. 1984	Geometriske middeltall	3,5	4,0	5,1	45	30
		Antall resultater mellom 50 og 100 pr. 100 mL	0	0	0	6	3
		Antall resultater over 100 pr. 100 mL	0	0	0	3	2
2	7.mars 1984 til 26. juni 1984	Geometrisk middeltall	0,9	1,4	1,1	7,9	18
		Antall resultater mellom 50 og 100 pr. mL	0	0	0	2	1
		Antall resultater over 100 pr. mL	0	0	0	1	3

Ved utregning av geometrisk middeltall er funnet verdi 0 pr. 100 mL satt lik 0,5/100 mL. Når to paralleller viser resultater som f.eks. 60 og > 400 bakt./100 mL, er det geometriske middeltall basert på verdien 400/100 mL.

#### 4. ANBEFALINGER

Det er påvist flere eksempler av sterk forurensning i strandsonen og på grunt vann. Dette gjelder spesielt der det er feil på avløpsledninger eller rørene ender i selve fjæra. Områder med åpen kloakk er ubrukelige som fritidsområder og medfører betydelige estetiske ulemper og mulig hygienisk risiko. Tiltak bør iverksettes for å bedre disse forholdene.

Hovedkonklusjonen fra denne undersøkelsen er at utslippene til Tromsøsundet ikke er til vesentlig skade for naturmiljøet totalt sett. Det synes derfor mindre påkrevet med tiltak for å redusere den totale belastningen med lett nedbrytbart organisk stoff og næringssalter. Det bør imidlertid overveies om resipienten skal overvåkes f.eks. ved registrering av tanqbestandene på faste lokaliteter og også av bakteriologistituasjonen i sundet.

Ved alle større endringer i utslippsforholdene bør overvåking av strandsamfunn og/eller bunnfauna i nærområdet igangsettes. Spesielt er det viktig å følge opp virkningene av forbedrende tiltak for å se om disse har ønsket effekt.

Nordbotn er lite egnet som resipient på grunn av begrenset vannutskifting. Utslipp utover dagens tilførsler frarådes.

## 5. LITTERATUR

- Hognestad, P. T. 1976. Hydrografiske og bakteriologiske observasjoner i Tromsø-området 1972-1975. Statens Biologiske Stasjon Flødevigen.
- Holte, B., 1982. Marine bløtbunnsstudier (1979-1980) i områdene rundt Tromsø, relatert til forurensning fra Tromsø by. Hovedfagsoppgave i marin biologi, Universitetet i Tromsø. 175 pp.
- Jakola, K. J. 1982. Marine hardbunnstueier rundt Tromsø, relatert til forurensning fra Tromsø by. Hovedfagsoppgave i marinbiologi, Universitetet i Tromsø.
- Lein, T.E. & E. Oug, in prep. Littoralsamfunn i Troms.
- Oug, E., in prep. Resipientundersøkelse i Nordbotn, Kvaløya 1983-84. Hydrografi og bunnfauna. Universitetet i Tromsø.
- Oug, E., T. E. Lein, B. Holte, K. Ormerod og K. Næs 1985. Basisundersøkelse i Tromsøsund og Nordbotn 1983. Bløtbunnsundersøkelser, fjæreundersøkelser og bakteriologi. Fagrapport, statlig program for forurensningsovervåkning. Rapp. 173b/84, SFT/NIVA, Oslo.
- Rygg, B. 1984. Bløtbunnfauna som indikatorsystem på miljøkvalitet i fjorder. Bruk av diversitet til å beskrive faunasamfunn og anslå forurensningspåvirkning. NIVA-rapp. OF-80612, 39 s.
- Statens institutt for folkehelse (SIFF), 1976. Kvalitetskrav til vann. Drikkevann - Vann til omsetning - Badevann. Rev. utg. nov. 1976. 52 s.

Troms Fylkeskommune, Utbyggingsavdelingen 1982. Dykkerundersøkelse av bestående kloakkutslipp i Troms fylke. Rapport. 44 pp.

Tromsø kommune, 1979. Avløpsplan.

VHL, 1972. Strømmålinger i Tromsøsundet og Sandnessundet, februar 1972. Saksbehandler: H.J. Sætre.