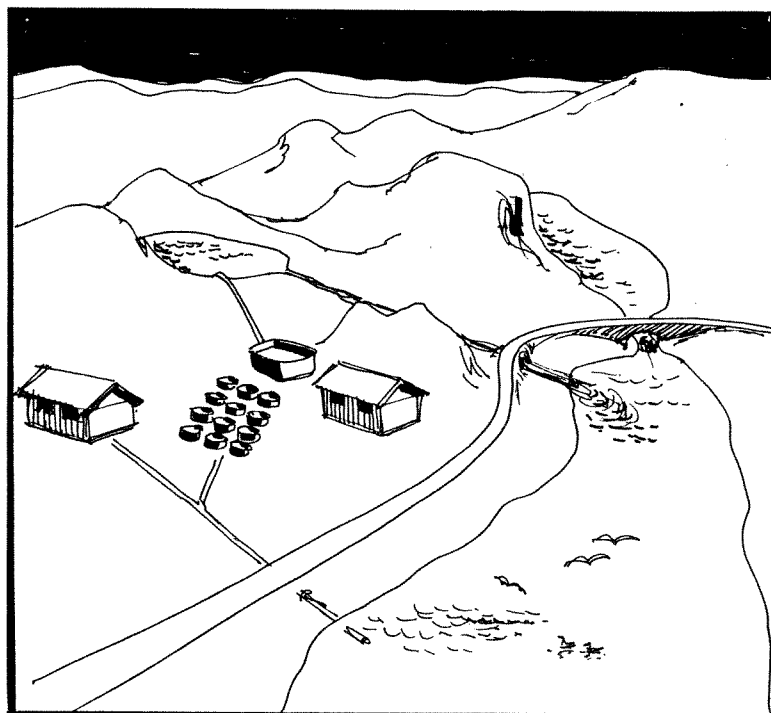



O-93166

# Resipientundersøkelse ved Bindalssmolt A/S



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

|              |                 |
|--------------|-----------------|
| Prosjektnr.: | Undernr.:       |
| Løpenr.:     | Begr. distrib.: |
| 3197         |                 |

|                          |                           |                           |                            |                          |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|
| <b>Hovedkontor</b>       | <b>Sørlandsavdelingen</b> | <b>Østlandsavdelingen</b> | <b>Vestlandsavdelingen</b> | <b>Akvaplan-NIVA A/S</b> |
| Postboks 173, Kjelsås    | Televeien 1               | Rute 866                  | Thormøhlensgt 55           | Søndre Tollbugate 3      |
| 0411 Oslo                | 4890 Grimstad             | 2312 Ottestad             | 5008 Bergen                | 9000 Tromsø              |
| Telefon (47) 22 18 51 00 | Telefon (47) 37 04 30 33  | Telefon (47) 62 57 64 00  | Telefon (47) 55 32 56 40   | Telefon (47) 77 68 52 80 |
| Telefax (47) 22 18 52 00 | Telefax (47) 37 04 45 13  | Telefax (47) 62 57 66 53  | Telefax (47) 55 32 88 33   | Telefax (47) 77 68 05 09 |

|   |                    |           |
|---|--------------------|-----------|
| Rapportens tittel:                                | Dato:              | Trykket:  |
| <b>Resipientundersøkelse ved Bindalssmolt A/S</b> | Feb. 95            | NIVA 1995 |
|   | Faggruppe:         |           |
|   | Akvakultur         |           |
| Forfatter(e):                                     | Geografisk område: |           |
| Torbjørn M. Johnsen<br>Eivind Oug                 | Nordland           |           |
|   | Antall sider:      | Opplag:   |
|   | 29                 |           |

|  |                  |
|--|------------------|
| Oppdragsgiver:                                 | Oppdragsg. ref.: |
| Bindalssmolt A/S, Svaberget, 8930 Bindalseidet |                  |

## Ekstrakt:

Undersøkelsen har vært gjennomført for å undersøke om utslippene fra smoltproduksjonen ved Bindalssmolt A/S har negative effekter på resipientene indre Sørfjorden og Simlebotn. I undersøkelsen har målinger av strøm, hydrografi, vannkjemi og bunndyrsfauna inngått. Nær utslippet fra smoltanlegget ble det i vannsøylen målt forhøyede verdier for fosfor og organisk karbon. I Simlebotn ble det nær overflaten målt høye fosfatverdier og lave nitratkonsentrasjoner, mens dypvannet inneholdt forhøyede verdier både av fosfor og nitrogen. Vanninnstrømningen til Simlebotn gjennom Simlestraumen tilfører i lange perioder Simlebotn tungt vann som spesielt under springflo og sterk vind vil gi god vannutskiftning. Bunndyrsundersøkelsene viste redusert artsmangfold i Simlebotn, men resultatene viste ingen indikasjon på overbelastning. Simlebotn synes ikke å utsettes for en belastning som overstiger omsetningskapasiteten. Sedimentprøvene fra indre Sørfjorden var ikke entydige, men lite sediment i prøvene gjør konklusjonene usikre. Strandbefaring viste for årstiden normale algesamfunn for lite eller upåvirkede områder. Totalt sett konkluderes det med at området ikke var nevneverdig negativt påvirket av utslippene fra Bindalssmolt A/S. Det anbefales imidlertid at både inder Sørfjorden og spesielt Simlebotn holdes under oppsikt både med hensyn på oksygen i dypvannet, næringsalter og bunndyrsamfunn.

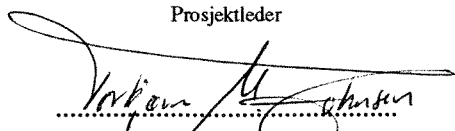
4 emneord, norske

1. Nordland
2. Settefiskanlegg
3. Eutrofi
4. Akvakultur

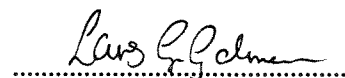
4 emneord, engelske

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Prosjektleder

  
.....  
Torbjørn M. Johnsen

For administrasjonen

  
.....

ISBN82-577-2665-6

O-93166

## **Resipientundersøkelse**

**ved**

**Bindalssmolt A/S**

Bergen 8.februar 1995

Prosjektleder: Torbjørn M. Johnsen

Medarbeidere: Inger Midtun

Eivind Oug

## **FORORD**

*Sommeren 1993 fikk Norsk institutt for vannforskning, Vestlandsavdelingen (NIVA-vest), i oppdrag fra Bindalssmolt A/S å gjennomføre en resipientundersøkelse i Sørfjorden i Bindal i Nordland fylke. Rapporten er finansiert av settefiskanlegget hvor Bjørn Berg-Hansen har vært kontaktperson.*

*I forbindelse med undersøkelsen ble feltarbeidet utført av Torbjørn M. Johnsen (prosjektleder) med assistanse av Bjørn Berg-Hansen fra Bindalssmolt A/S. Faunaanalysene og vurderingen av resipienten ut fra disse har Eivind Oug stått for. Stein W. Johansen, Terje Hopen og Lars G. Golmen har bearbeidet strømmålerdataene. Ellers har Inger Midtun ved NIVA-vest vært behjelpelig med klargjøring av figurer og redigering av rapporten. Kvalitetssikrer har vært Bjørn Braaten.*

*NIVA-vest, 4.oktober 1994*

*Torbjørn M. Johnsen  
Prosjektleder*

**INNHOLD**

|                                   | Side |
|-----------------------------------|------|
| FORORD.....                       | 2    |
| SAMMENDRAG.....                   | 4    |
| 1. INNLEDNING.....                | 5    |
| 2. MATERIALE OG METODER.....      | 6    |
| 2.1 Områdebeskrivelse.....        | 6    |
| 2.2 Feltarbeid.....               | 6    |
| 2.3 Analyser.....                 | 10   |
| 3. RESULTATER OG DISKUSJON.....   | 11   |
| 3.1 Hydrografi.....               | 11   |
| 3.2 Strømmålinger.....            | 14   |
| 3.3 Næringssalter.....            | 14   |
| 3.4 Oksygen.....                  | 22   |
| 3.5 Bunndyr.....                  | 23   |
| 3.6 Forenklet strandbefaring..... | 26   |
| 4. KONKLUSJONER.....              | 27   |
| 5. ANBEFALNINGER.....             | 28   |
| REFERANSER.....                   | 29   |

## SAMMENDRAG

Høsten 1993 ble det i indre del av Sjørfjorden og i Simlebotn gjennomført resipientundersøkelse som omfattet prøvetakning av sediment, strandbefaring, strømmålinger og vannkjemi (næringssalter og oksygen). Supplerende prøver for oksygenanalyser ble tatt våren 1994 i Sjørfjorden.

Hydrografimålingene viste at tidevannet genererer en strøm over den ytre terskelen i Sjørfjorden som er kraftig nok til å gi en gjennomblending av vannet ned til iallfall 35 meter. Under dette dypet ligger en tyngre vannmasse som kun vil bli fornyet hver gang dypvann blir presset inn over den ytre terskelen.

Ut fra målingene i Simlestraumen kan det konkluderes med at i lange perioder strømmer det inn vann fra Sjørfjorden som er tyngre enn vannet inne i Simlebotn. Det tunge vannet synker når det kommer inn i Simlebotn samtidig som det blander seg med det omkringliggende vannet. Dette medfører at det stadig skjer en fornyelse av vann i Simlebotn, og spesielt stor vil vannutskiftningen være ved sterk vind inn Sjørfjorden kombinert med springflo.

Næringssaltanalysene viste forhøyede verdier for fosfor og organisk karbon like ved anlegget sansynligvis som et resultat av at avløpsvannet inneholder fôrpertikler. Også i Simlebotn ble det nær overflaten målt uvanlig høye verdier for fosfat, mens nitratkonsentrasjonene var uvanlig lave. Dypvannet i Simlebotn inneholdt forhøyede verdier av både nitrogen og fosfor, og dette viser at det tidligere har skjedd en innstrømming av tungt næringsrikt vann som har trengt helt ned til bunnen og at dette vannet så har blitt liggende. Høye oksygenkonsentrasjoner viser imidlertid at belastningen på Simlebotn ikke synes å overstige omsetningskapasiteten.

Bunndyrs- og sedimentanalyser viste at Simlebotn hadde noe redusert artsmangfold og forhøyede nitrogen- og karbonkonsentrasjoner i sedimentet, men resultatene må likevel ansees som normale for denne type fjord og ingen indikasjoner på overbelastning ble funnet. Slike fjordtyper kan imidlertid relativt raskt få en negativ utvikling hvis belastningen øker. Prøven fra indre del av Sjørfjorden var ikke entydig, men usikkerheten kan skyldes for lite sediment i prøven. Bunnfaunaen like ved utslippsstedet for avløpsvannet fra settefiskanlegget var både arts- og individfattig, men må likevel karakteriseres som normal for en grunn sandbunnslokalitet.

Strandbefaringene ga et visuelt hovedinntrykk som må betegnes som godt med makroalgesamfunn normale for lite eller upåvirkede områder. Undersøkelsen var imidlertid gjennomført så sent på året at en del av sommerartene var forsvunnet.

Konklusjonen fra denne resipientundersøkelsen er at resipientene Simlebotn og Sjørfjordens indre område ikke synes å være nevneverdig negativt påvirket av utslippene fra Bindalsmolt A/S.

## 1. INNLEDNING

I 1984 fikk Bindalssmolt A/S konsesjon for produksjon av 500.000 settefisk med utslipp av avløpsvann til indre del av Sørfjorden øst for Simlestraumen. Produksjonen ble i 1987 økt til 1.000.000 smolt og har vært holdt på dette nivå fram til 1993.

Tidligere har det ikke vært gjennomført resipientundersøkelser i Sørfjorden, og det ble derfor fra miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Nordland uttrykt ønske om at en slik undersøkelse ble gjennomført. Fra miljøvernavdelingens side var det spesielt viktig å få undersøkt om utslippene fra Bindalssmolt A/S hadde negative effekter på forholdene i Simlebotn.

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) ble engasjert av Bindalssmolt A/S for å:

- \* gi en tilstandsbeskrivelse av resipienten med hensyn på miljøforholdene og
- \* foreslå oppfølgende målinger/undersøkelser.

## 2. MATERIALE OG METODER

### 2.1 Områdebeskrivelse

Sørfjorden i Bindal er en sidefjord til Bindalsfjorden - Tosenfjorden (fig. 2.1). Fjorden er ca. 21 km lang og ender i Simlebotnet som ligger på grensen mellom Nordland og Nord-Trøndelag. Simlebotnet er et avlukket ca. 3 km langt indre fjordområdet med et maksimumsdyp på ca. 40 meter og står i forbindelse med Sørfjorden via Simlestraumen. Terskeldybden i straumen er maksimum 2,5 meter (fig. 2.2) og ved flo og fjære er strømmen så kraftig at vannet renner nærmest som en elv mellom de to fjordområdene.

Sørfjorden utenfor Simlebotnet har to basseng med maksimaldyp like i overkant av 100 meter. Den ytre terskelen som ligger ved Alsli-Sandvik ca. 7 km innover i Sørfjorden, har et terskeldyp på 18 meter, mens den indre terskelen ligger på 40 meters dyp ved Langengen (fig. 2.3).

Bindalssmolt A/S ligger ved Sagvik nesten innerst i Sørfjorden ca. 7-800 meter øst for Simlestraumen (jfr. fig. 2.3). Råvannet til settefiskanlegget tas fra Saglivann som ligger 63 meter over havet. Vannforbruket i anlegget varierer mellom 20 og 40 m<sup>3</sup> pr. minutt. Anleggets totale årsproduksjon er 1 million smolt og forforbruket er av Bindalssmolt A/S oppgitt til å være 100 tonn pr. år. Avløpsvannet fra 45% av produksjonsbiomassen går gjennom to parallellkoblede Unik filtersystem, mens det resterende avløpsvann føres urensset ut i resipienten. Alt avløpsvann fra settefiskproduksjonen føres i rør ned på 13 meters dyp i indre del av Sørfjorden rett utenfor produksjonsanlegget til Bindalssmolt A/S. Vann fra utslippet trenger opp til overflaten uten innlagring.

### 2.2 Feltarbeid

13. og 14. september 1993 ble det gjennomført feltarbeid som omfattet utsetting av strømrigger, innsamling av hydrografiske data, vannprøver fra vannsøylen, forenklet strandbefaring og prøvetakning av sediment. I tillegg ble det 16. september tatt bunnprøver for sedimentanalyse på stasjon S4 og 7. mars 1994 vannprøver for analyse av oksygen i Sørfjorden på stasjon S4 og S5 (jfr. fig. 2.3).

En strømrigg ble plassert ca. 20 meter utenfor ferskvannsutslippet fra smoltanlegget (stasjon A1). Strømmålere av type Sensordata SD2000 som med faste mellomrom registrerer strømmretning, strømsstyrke og sjøens temperatur, ble plassert på 2,5 og 8 meters dyp.

Ved hjelp av et ror dreies instrumentet opp mot strømmretningen og et egnet kompass gjør at strømmretningen kan fastlegges. Strømsstyrken måles ved hjelp av omdreininger til en Savonius rotor og temperaturen måles av en temperaturføler. Alle data lagres i et elektronisk minne som kan avleses optisk med bruk av datamaskin og et egnet kommunikasjonsprogram.

Riggopphenget består av en bøye med ca. 35 kg oppdrift som holder instrumentene på sine faste dyp. Et anker sørger for at riggen holder seg på målestasjonen. Måleinstrumentene er opphengt i spindelanordning slik at disse kan dreie seg fritt med strømmen.



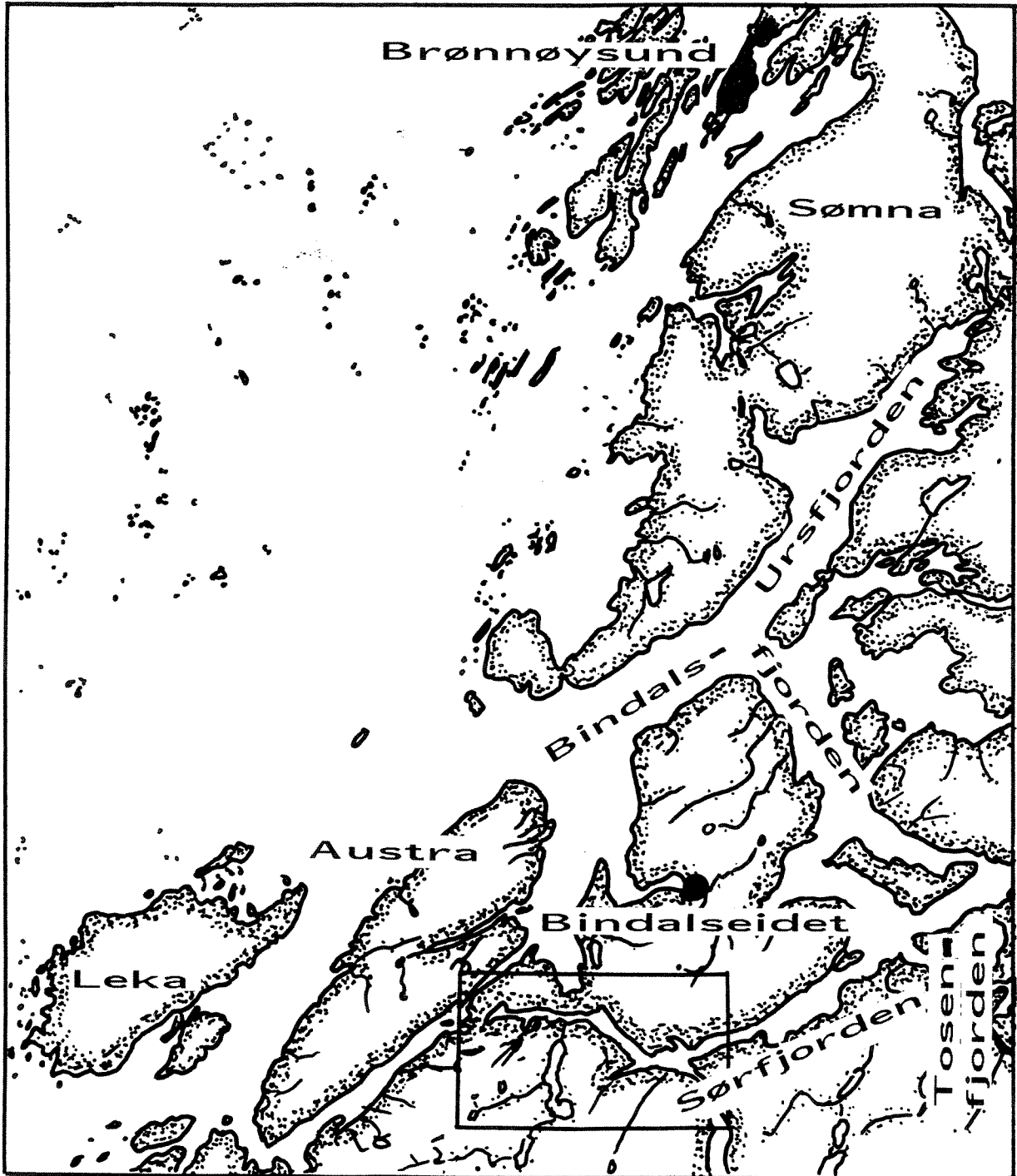


Fig. 2.1. Kart over området fra Brønnøysund sør til Bindal. Undersøkelsesområdet angitt i ramme.

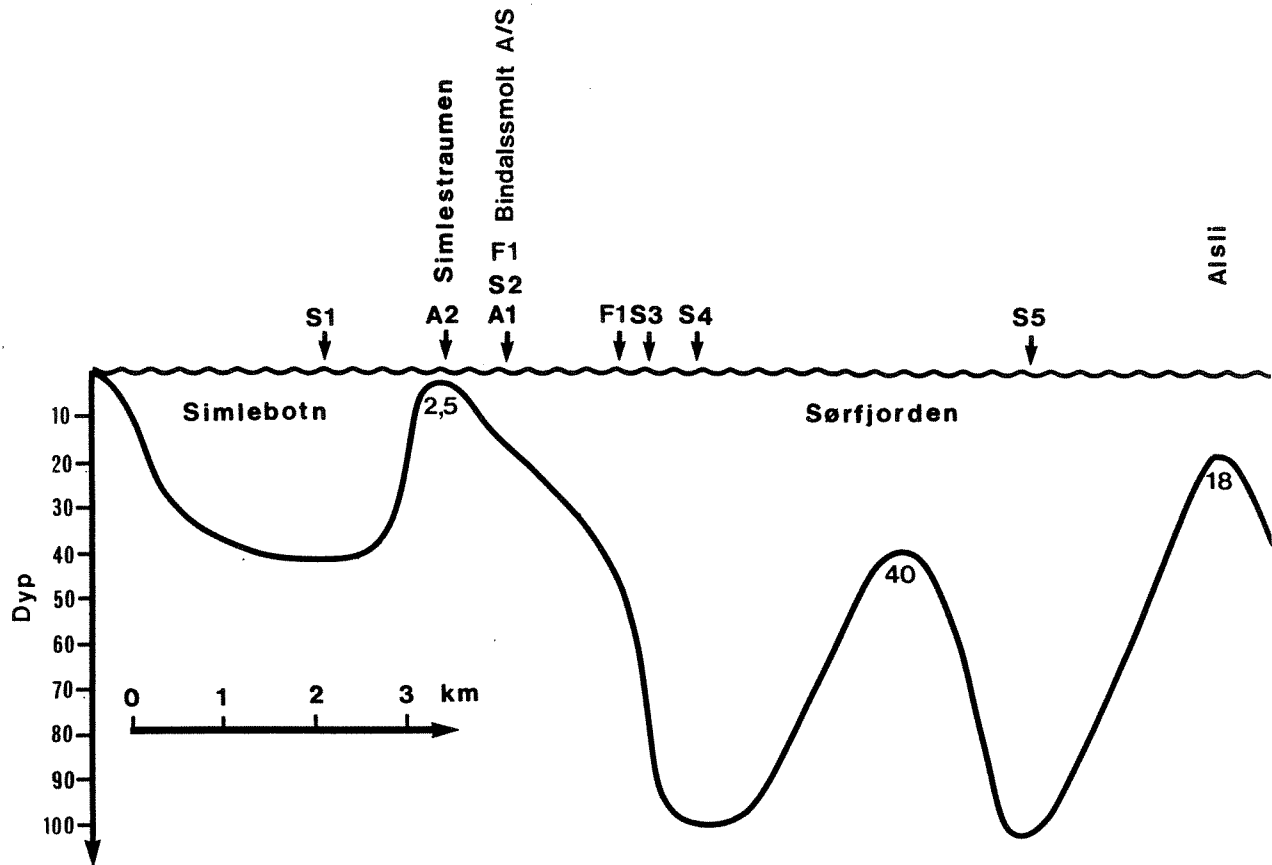


Fig. 2.2. Skjematisk tegning av bunnprofil av Simlebotn og Sørfjorden med terskedybder og plassering av stasjoner angitt.



For å registrere ut- og innstrømmingen av vann gjennom Simlestraumen, ble det plassert en Aanderaa strømmåler 2,5 meter over bunnen i strømmens hovedløp (stasjon A2). På grunn av at vannstrømmen er meget sterk her, ble måleren festet til brua som går over Simlestraumen. Aanderaa strømmålere fungerer omtrent på samme måte som de ovenfor beskrevne strømmålerne av type Sensordata, men registrerer i tillegg vannets saltholdighet.

Instrumentene på stasjon A1 sto utplasserte i 14 dager. Aanderaa-måleren på stasjon A2 ble tatt opp først etter 20 dager fordi det etter en tid ble oppdaget at tang hadde festet seg til måleren slik at rotoren var blokkert.

På stasjonene S1, S2 og S3 som ligger henholdsvis i Simlebotnet, ved utslippspunktet fra smoltanlegget og i Sørfjordens indre basseng (jfr. fig. 2.2 og 2., ble det gjort hydrografiske målinger ved hjelp av en selvregistrerende sonde av type Sensordata SD200. Denne sonden registrerer temperatur, saltholdighet og dyp med faste tidsmellomrom (hvert 5. sekund i dette tilfellet).

Både i Simlebotnet og i Sørfjordens indre basseng ble det ved bruk av vannhenter tatt prøver fra vannsøylen for analyse av oksygen ( $O_2$ ) og næringssaltene fosfat ( $PO_4$ ), totalt fosfor (Tot-P), nitrat ( $NO_3$ ), totalt nitrogen (Tot-N) og totalt organisk karbon (Tot-C).

I Simlebotn og i Sørfjordens indre basseng ble sedimentprøver tatt ved bruk av Ekman grabb ( $0,0225 m^2$ ). På grunn av steinete bunn ble det benyttet Petersen grabb ( $0,1 m^2$ ) til prøvetaking ved utløpet fra smoltanlegget. Prøver for besiktigelse og analyse av totalt karbon og nitrogen ble tatt fra sedimentenes øvre centimeter. De resterende deler av sedimentprøvene ble siktet gjennom 1 mm sikt, og det gjenværende materialet ble samlet opp på prøveglass og fiksert med 10% formalin.

I et ca. 30-40 meter bredt belte i strandsonen innenfor utslippet fra settefiskanlegget (stasjon F1) og vest for Møllebogen (stasjon F2) ble det foretatt en grov registrering av makroalger og påvekstalger. Registreringene ble gjort ved lavvann, og mengden angitt etter en subjektiv skala fra 1-4. De fleste makroalger i fjære er fastsittende og dermed stedbundne. Mange arter har bestemte miljøkrav, og algesammensetningen kan dermed gi indikasjoner på miljøforholdene.

### 2.3 Analyser

Oksygenprøvene ble analysert ved NIVAs Vestlandsavdeling etter Winkler metoden. De øvrige analyser er utført ved NIVAs laboratorier i Oslo. Alle analyser er gjort i henhold til Norsk Standard.

### 3. RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

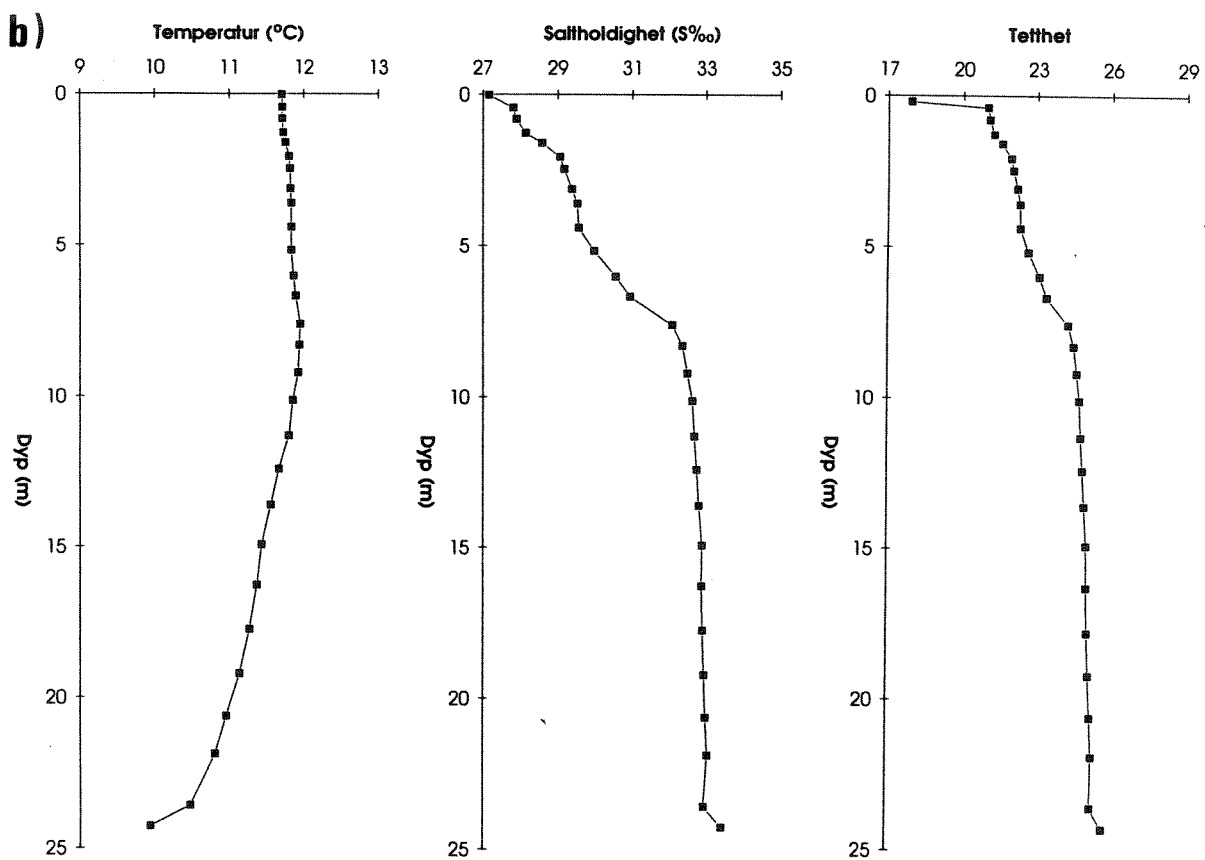
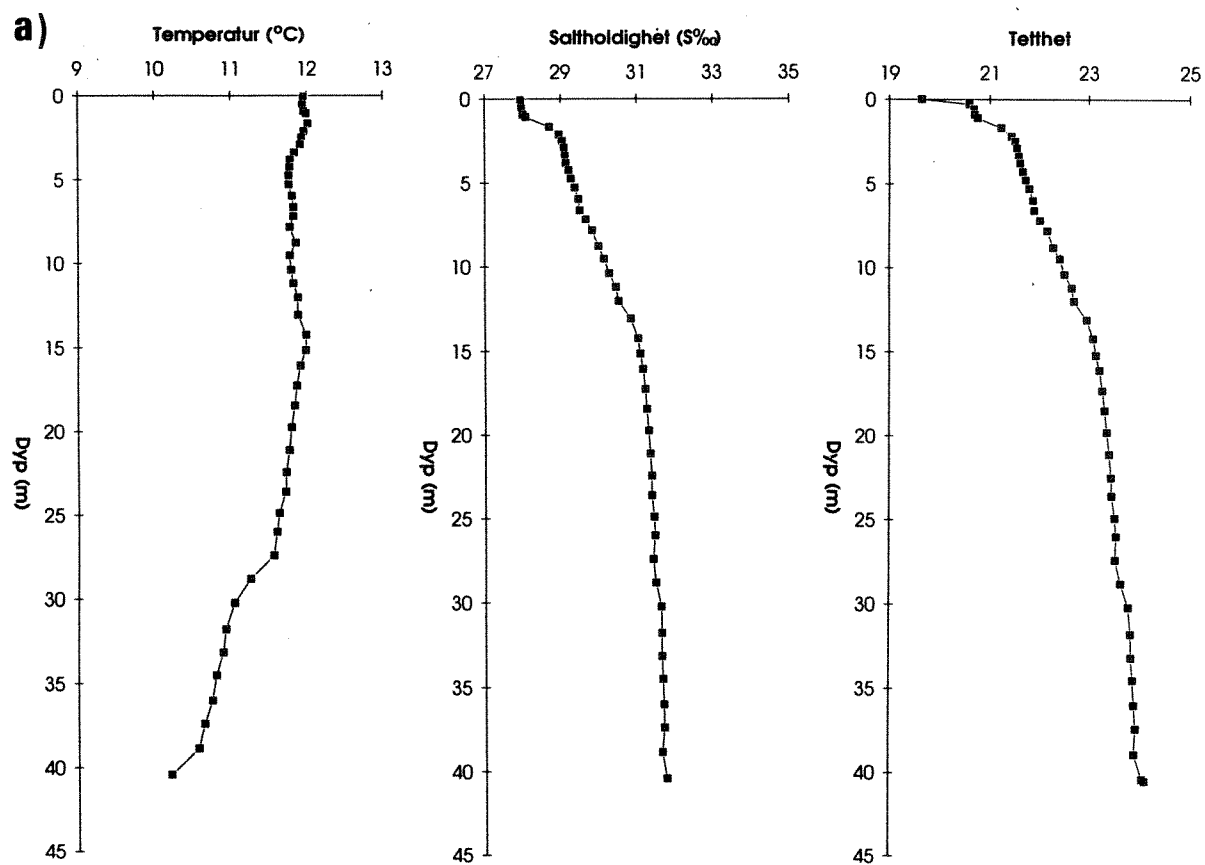
Temperatur-, saltholdighets- og tetthetsprofilene (fig. 3.1, a) viser at vannmassene på stasjon S1 i Simlebotnet 14. september 1993 besto av flere vannlag. Øverst var det et ca. 1,5 meter tykt lag med saltholdighet på ca. 27,5‰, mens det ved bunnen ble målt 31,3‰. Temperaturen fra overflaten ned til 25 meter varierte mellom 11,6 og 12,0°C, mens bunnvannet hadde en temperatur på 10,2°C.

På stasjon S2 ved utslippet fra settefiskanlegget var det et 7-8 meter tykt lag med relativt jevnt økende tetthet. Saltholdigheten økte fra ca. 27‰ ved overflaten til 32‰ på 8 meters dyp og med en temperaturstigning fra 11,7 til 11,9°C (fig. 3.1, b). Under dette øvre brakkvannslaget var det et mer homogent vannlag hvor saltholdigheten økte jevnt mot dypet med maksimum på 32,9‰ på 22 meters dyp, mens temperaturen falt til 10,8°C. Det relativt dype brakkvannslaget på denne stasjonen henger sammen med ferskvannsutslippet fra settefiskanlegget som ligger på 13 meter dyp. Ferskvannet som er lettere enn sjøvann, vil stige raskt mot overflaten samtidig som det blander seg med salt sjøvann. Både volumet og egenvekten til denne blandingsvannmassen vil øke, mens den stiger mot overflaten. Utslipet av ferskvann er så stort og utslippsdybden så liten at blandingsvannmassen ikke oppnår en egenvekt som er større enn overflatevannets egenvekt, og dermed kommer utslippsvannet helt opp til overflaten.

På stasjon S3 kunne vannmassene deles inn i 3 ulike vannlag (fig. 3.1, c). Øverst var det et godt adskilt ca. 4 meter tykt brakkvannslag med saltholdighet mellom 27,8 og 28,2‰ og temperatur mellom 11,2 og 11,5°C. Det mellomliggende vannlaget gikk ned til ca. 34 meter og med maksimums saltholdighet på 33,0‰, mens temperaturen falt til ca. 9°C. Under dette vannlaget lå det et bunnlag med saltholdighet 34‰ og temperatur 6,7°C ved bunnen.

Ut fra saltholdighets- og temperaturprofilene ser det ut som om tidevannet genererer turbulens over den ytre terskelen som er tilstrekkelig til å blande vannmassene under brakkvannslaget og ned til 35 meter. Målingene viser at under terskelen i det indre dypbassenget ligger det en tynge vannmasse. En fornyelse av dette dypvannet vil kun skje hver gang tungt vann blir presset inn over den ytre terskelen.

Målingene fra Simlestraumen viste at i løpet av måleperioden (14.09-04.10.93) sank den gjennomsnittlige vanntemperaturen fra ca. 11,8 til 10,2°C. Saltholdigheten viste relativt store variasjoner med maksimum 32,8‰ og minimum 28,5‰. I lange perioder ble den høyeste saltholdigheten målt i vann som ble transportert fra Sjørfjorden og inn i Simlebotn ved stigende sjø, mens mindre salt vann strømmet i disse periodene ut fra Simlebotn ved fjærende sjø. Saltholdighetsprofilen for Simlebotn viste ved bunnen en saltholdighet på 31,3‰. Det vil si at det innstrømmende vannet i lange perioder er så tungt at det vil synke mot bunnen i Simlebotn. Samtidig som det synker, vil det imidlertid blande seg med det omkringliggende. Hvor dypt det innstrømmende vannet innlagres, vil avhenge av hvor stor vannmengde som strømmer inn gjennom Simlestrømmen. Sterk vind inn Sjørfjorden kombinert med springflo vil medføre stor innstrømming til Simlebotn.



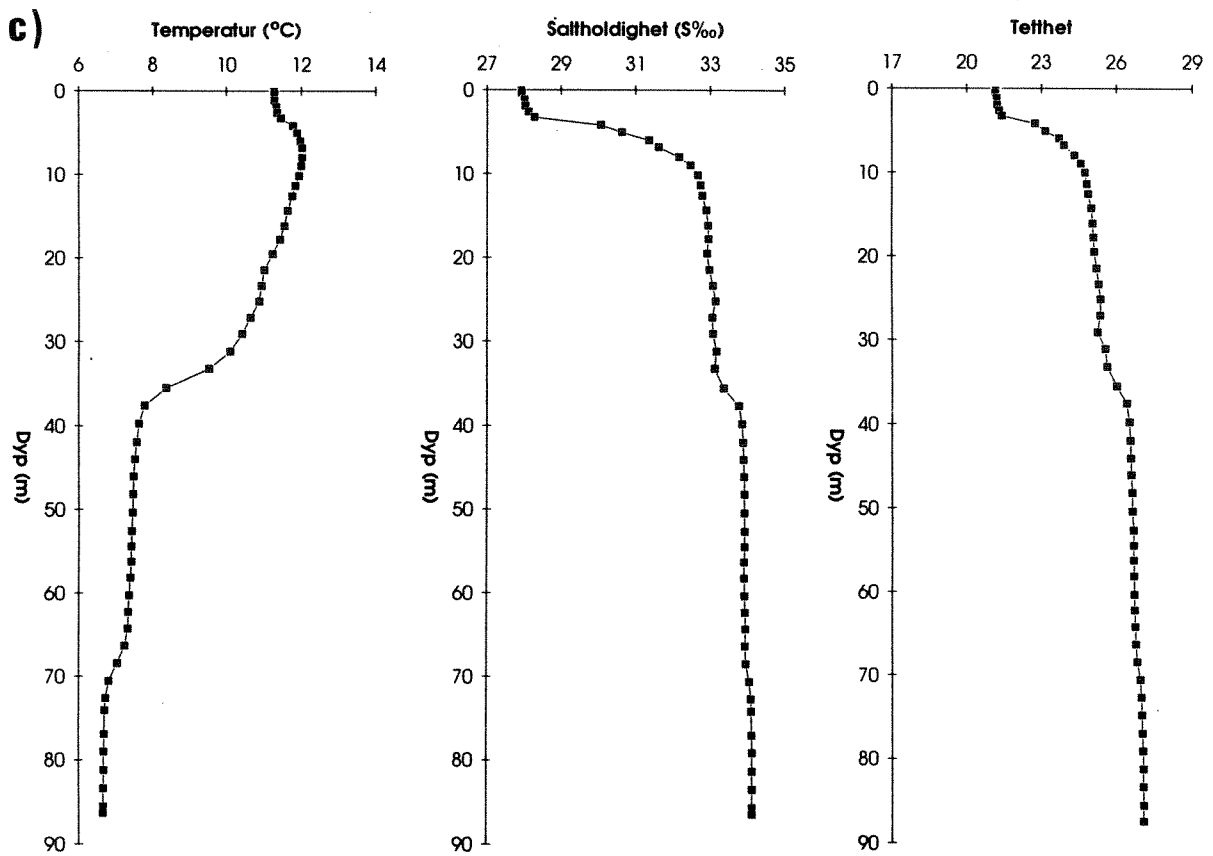


Fig. 3.1. Resultater av målinger av temperatur, saltholdighet og tetthet 14.09.93 på a) stasjon S1 (Simlebotn), b) stasjon S2 (ved ferskvannsutslippet) og c) stasjon S3 (indre fjordbasseng i Sjørfjorden).

### 3.2 Strømmålinger

For å få fram de viktigste resultatene fra strømmålingene, er det foretatt analyser og grafiske framstillinger. Fig. 3.2, a-d viser resultatene av målingene for perioden 14.-29.09.93 på 2,5 meter ved ferskvannsutslippet fra settefiskanlegget (stasjon A1), mens fig. 3.3, a-c viser tilsvarende resultater fra 8 meter. Temperaturregistreringene på 8 meters dyp gikk tapt på grunn av teknisk feil på strømmålerens temperaturføler.

Fig. 3.4, a-c og 3.5, a-c viser måleresultatene for perioden 14.09-05.10.93 fra stasjon A2 (Simlestraumen). Her gikk registreringene av strømhastighet tapt i to perioder på grunn av at tang festet seg i strømmålerens rotor. Ut fra måleresultatene ser det ut for at strømmålerens rotor har vært blokkert eller delvis blokkert i 11 av de 20 døgnene utplasseringen varte. Strømretning, saltholdighet og temperatur har imidlertid blitt registrert som normalt.

Målingene ved ferskvannsutslippet fra settefiskanlegget viser at den maksimale strømhastigheten var ca. 31 cm/sek på 2,5 meters dyp, mens den gjennomsnittlige strømhastigheten var ca. 11 cm/sek. På 8 meters dyp var høyeste målte strømhastighet ca. 19 cm/sek, men her var gjennomsnittlig strømhastighet i underkant av 3 cm/sek. På dette dypet var strømhastigheten i lengre perioder for svak til å bli registert (rotorens startfriksjon ca. 2 cm/sek).

De dominerende strømretninger var på begge dypene som forventet utover fjorden ved fjærende sjø og innover fjorden ved stigende sjø. Beregning av nettostrøm viser imidlertid en nettostrøm utover fjorden, dvs. at nettotransporten av eventuelle påvirkninger fra settefiskanlegget i hovedsak vil være fra utslippspunktet og utover i Sørfjorden.

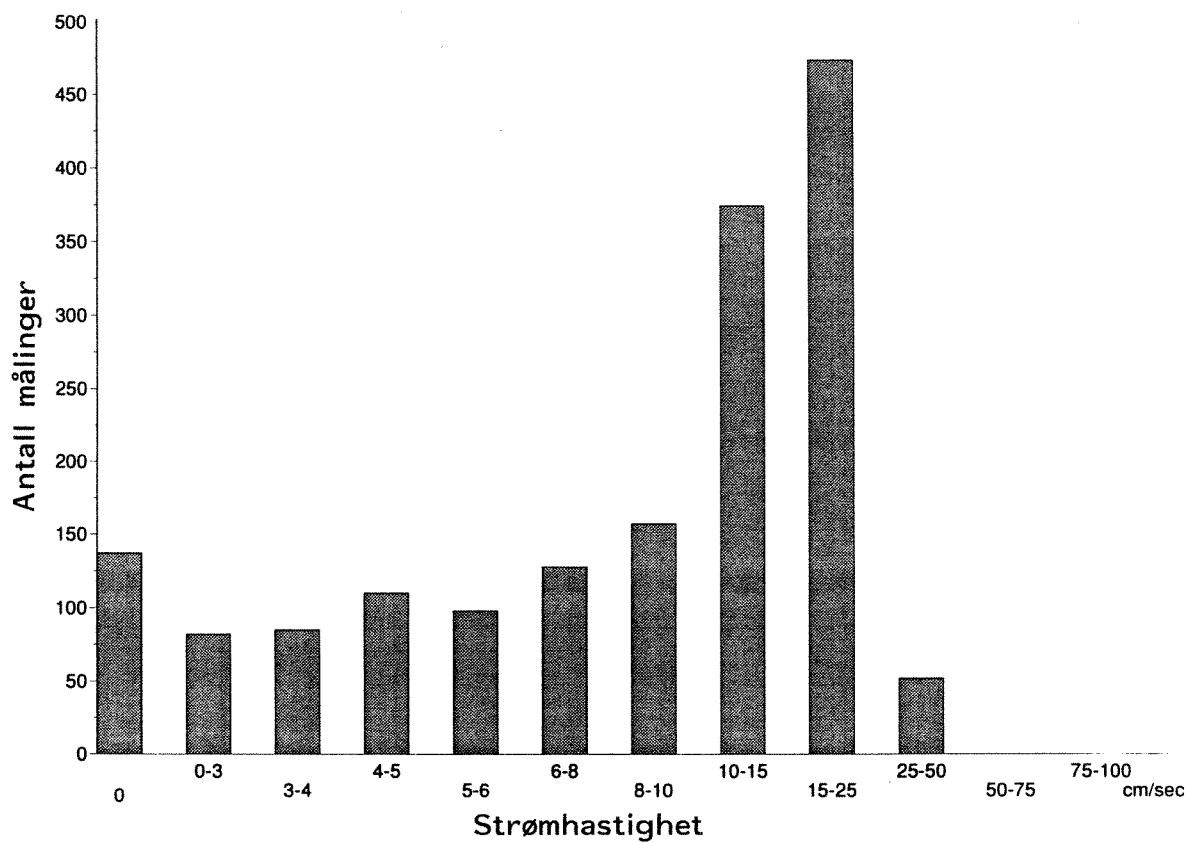
På stasjon A2 i Simlestraumen viste målingene at strømmen var meget sterk i periodene mellom flo og fjære (jfr. fig. 3.3, a). Gjennomsnittsstrømmen ble beregnet til nesten 24 cm/sek, men disse beregningene er foretatt uten at det er tatt hensyn til at rotoren var blokkert i en lang periode. Tas det hensyn til dette blir den gjennomsnittlige strømmen over 40 cm/sek. Maksimal strømstyrke ble målt til ca. 96 cm/sek, dvs. en strømstyrke som i en ganske hurtig rennende elv. Den store forskjellen mellom flo og fjære og det trange sundet mellom Sørfjorden og Simlebotn gjør at strømhastigheten i Simlestraumen blir stor.

### 3.3 Næringsalter

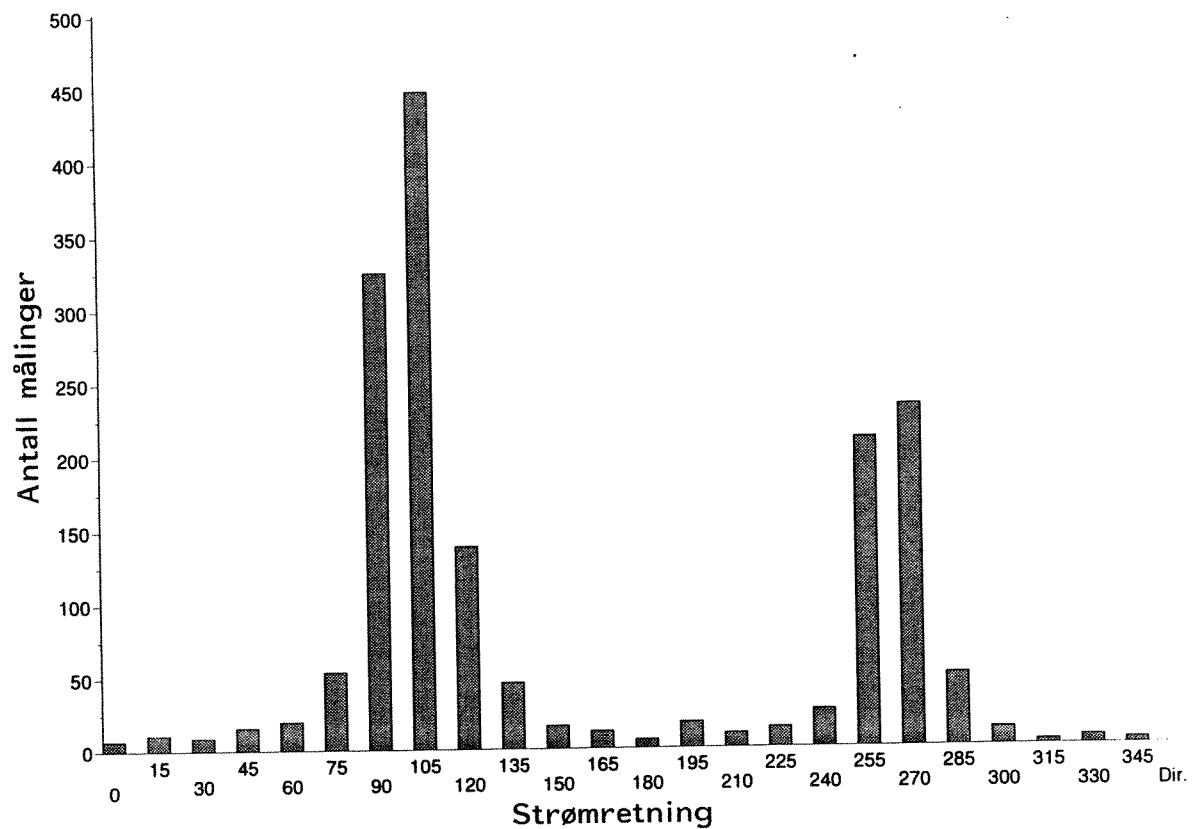
I de øvre 10 meterene av vannsøylen i Simlebotn (stasjon S1) viste målingene av nitrat ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) svært lave verdier, mens fosfatverdiene ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) lå på et relativt høyt nivå (tab. 3.1). Målingene av totalt nitrogen (Tot-N) viste også lavere verdier enn forventet, mens konsentrasjonene av totalt fosfor (Tot-P) var høyere enn normalt i et ferskvannspåvirket område. I rent sjøvann finner en ofte et N/P-forhold på 7,2 om vinteren, mens avtagende saltholdighet som følge av innblanding av rent ferskvann, fører til et høyere N/P-forhold i brakkvann (Olsen & Jensen 1989). Dette skyldes at rent oligotroft (næringsfattig) ferskvann inneholder omtrent samme mengde nitrogen som havvann, mens fosforkonsentrasjonene er mye lavere. Forholdet mellom nitrogen og fosfor om sommeren og tidlig på høsten er ofte høyere enn vinterverdiene. Det relativt lave totale N/P-forholdet i vannsøylens øvre del i Simlebotn høsten 1993 skyldtes både et lavt innhold av totalt nitrogen tilsvarende tilstandsklasse I (god) i følge SFTs klassifiseringssystem og samtidig et relativt høyt totalt fosforinnhold (tilstandsklasse III) (Rygg & Thélin 1993).



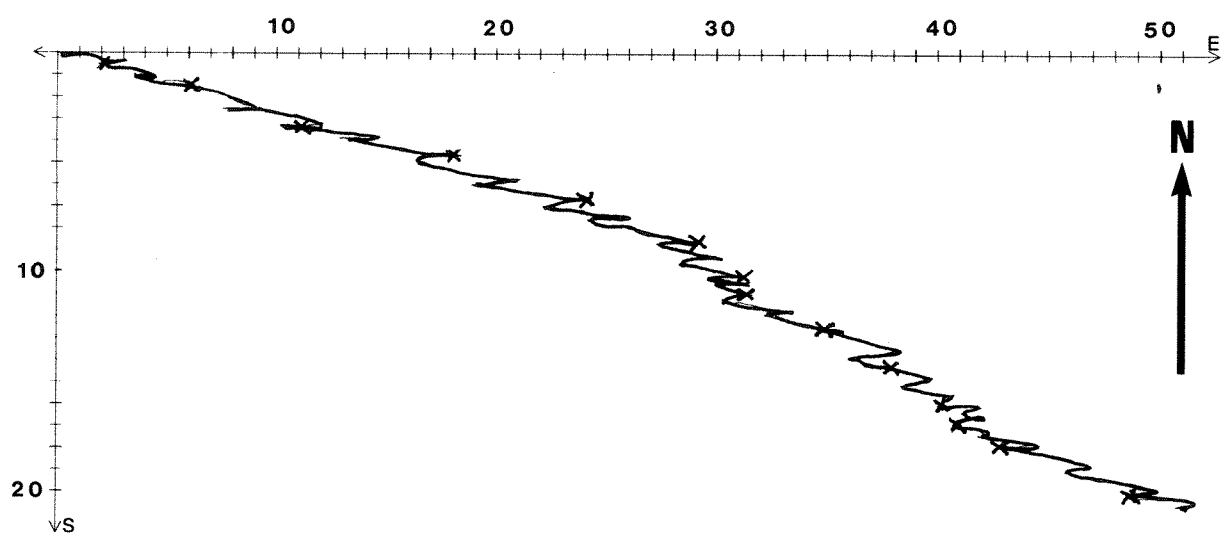
a)



b)



c)



d)

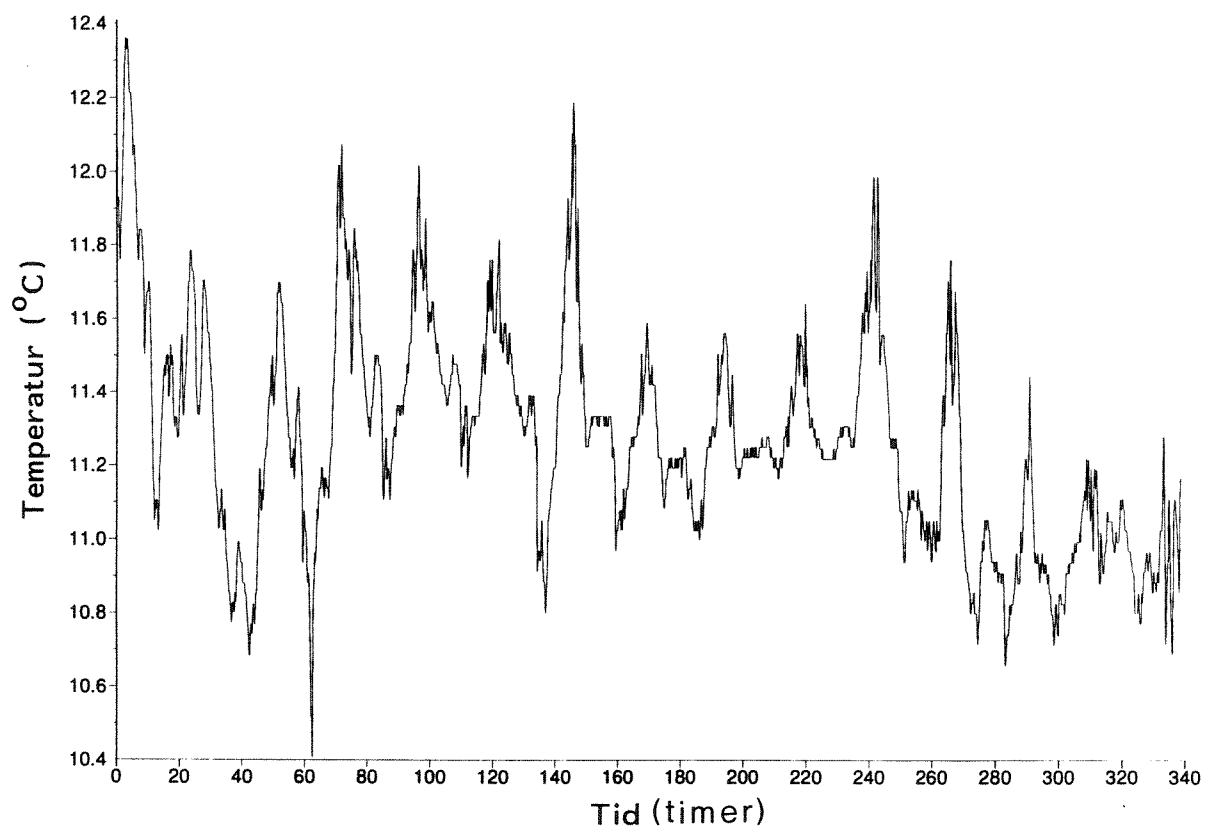
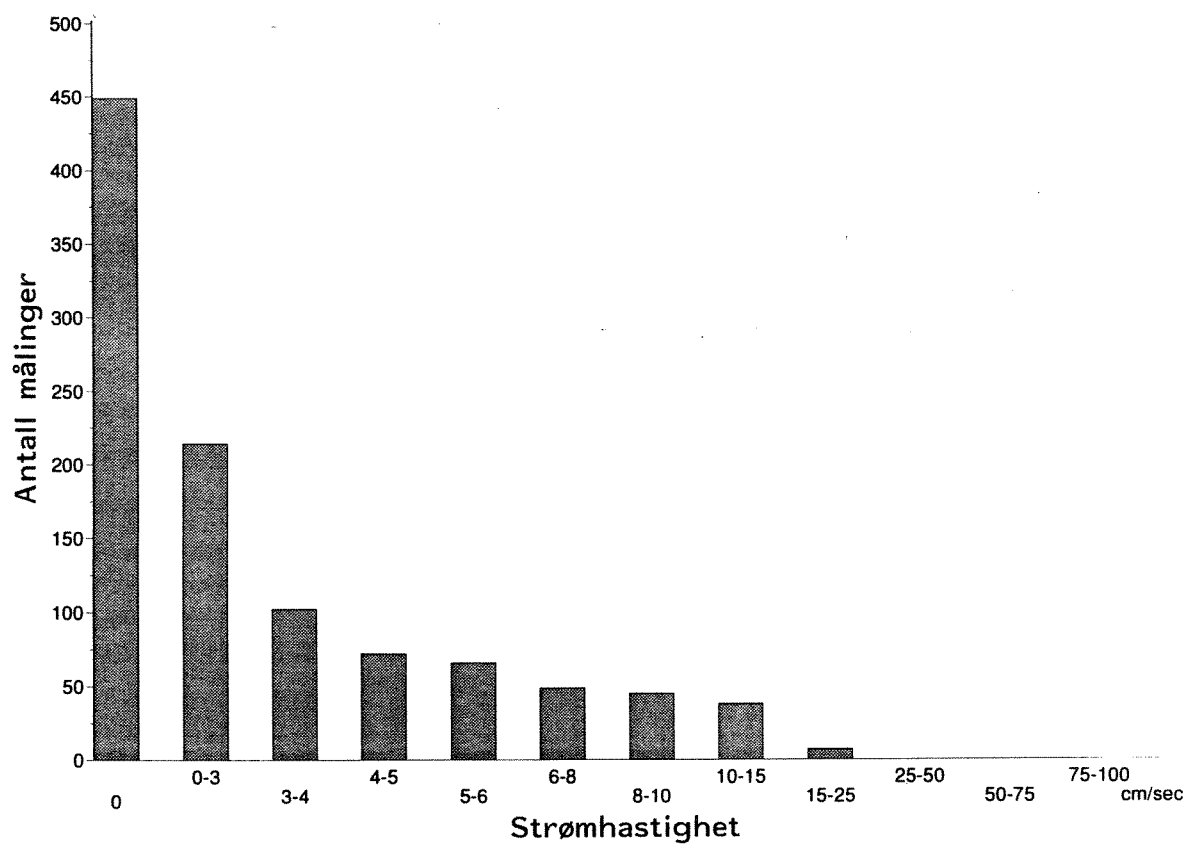
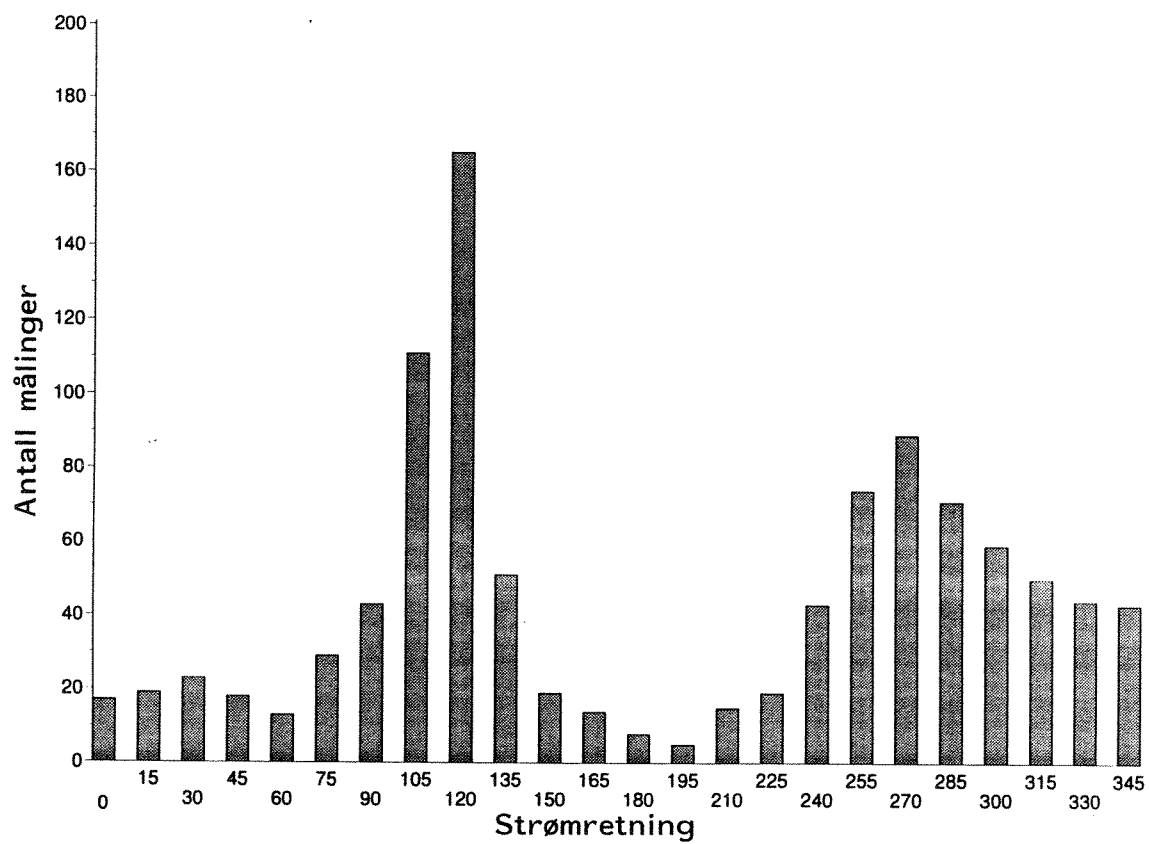


Fig. 3.2. Resultater av målinger på 2,5 meters dyp for perioden 14.-29.09.93 på stasjon A1 (ved fersk-vannsutslippet) med angivelse av a) strømhastighet, b) strømreretning, c) nettostrøm og d) temperatur.

a)



b)



c)

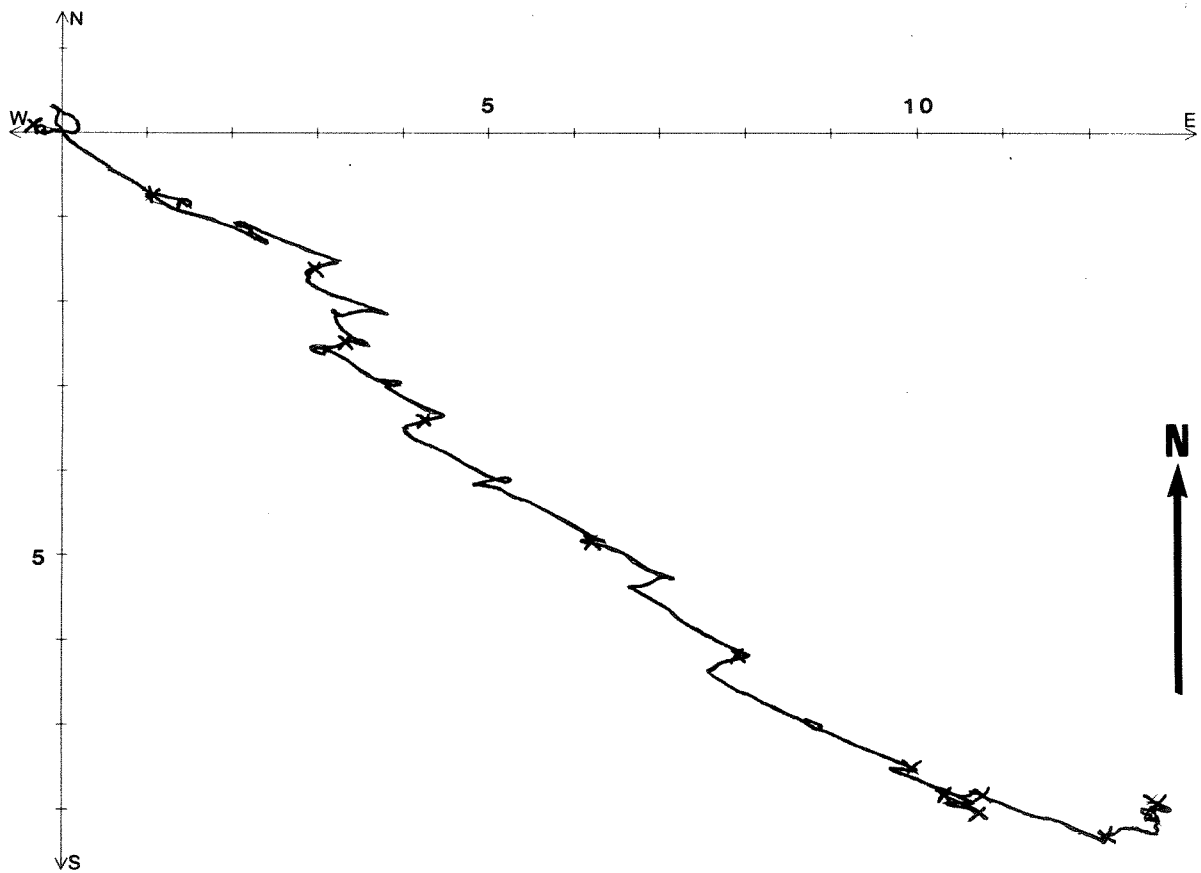
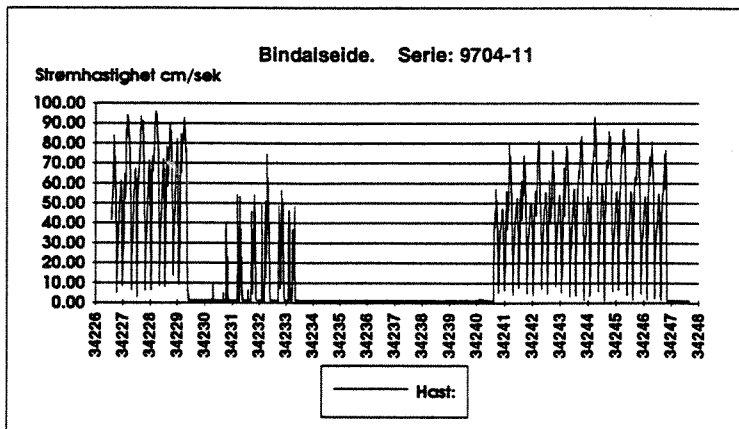
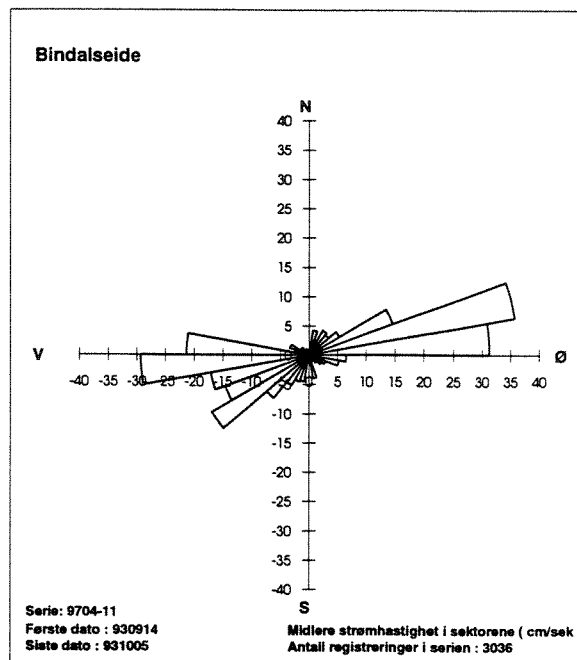


Fig. 3.3. Resultater av målinger på 8 meters dyp for perioden 14.-29.09.93 på stasjon A1 (ved fersk-vannsutslippet) med angivelse av a) strømhastighet, b) strømrretning og c) temperatur.

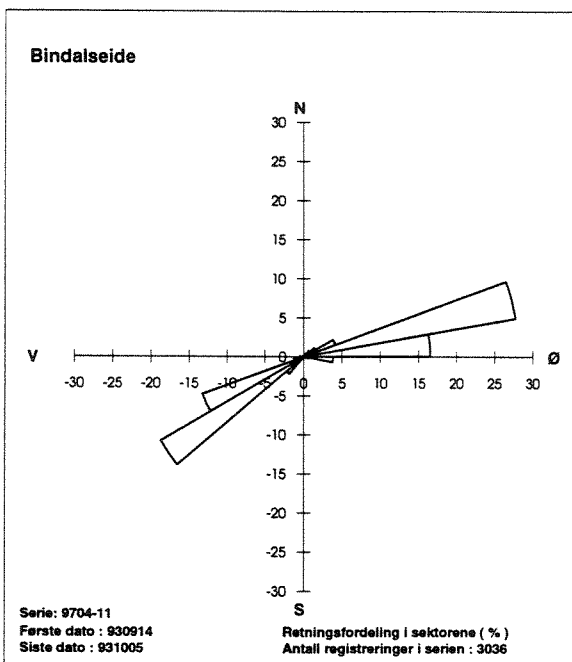
a)



b)



c)



d)

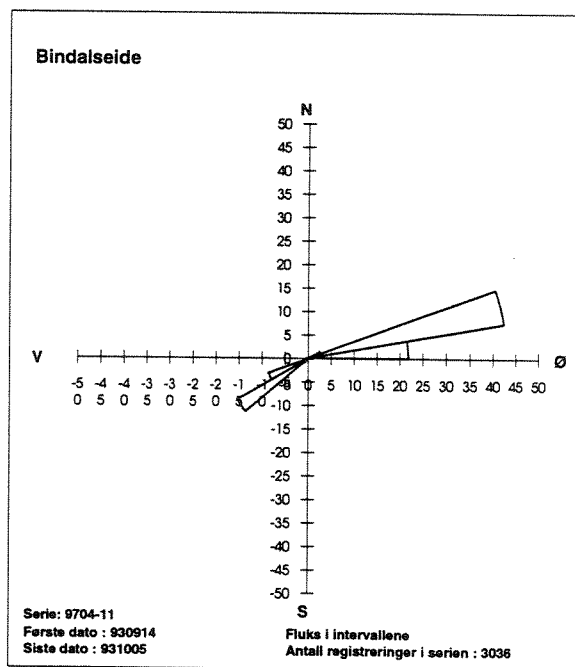
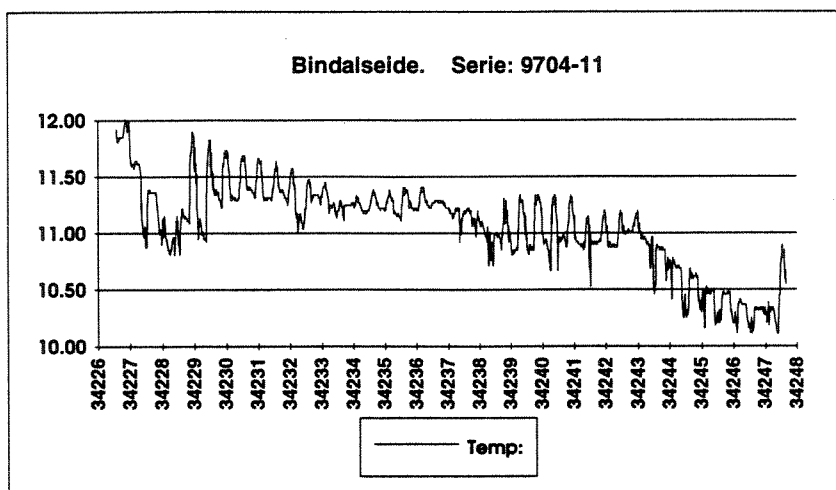
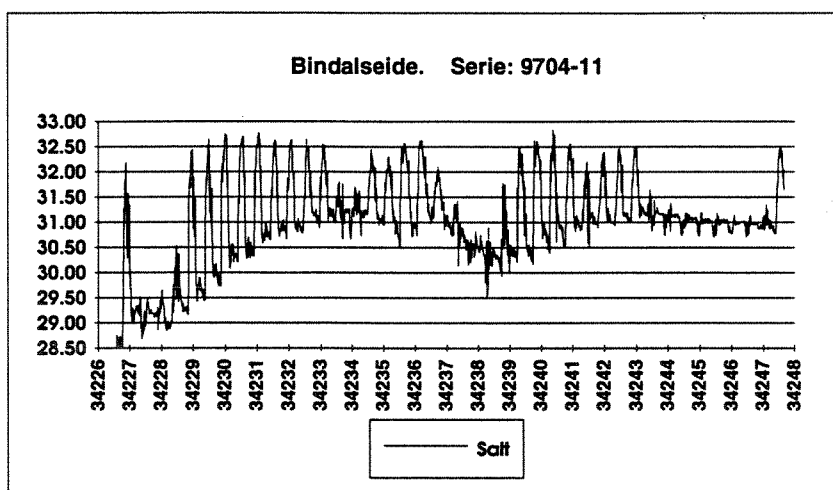


Fig. 3.4. Resultater av målinger av a) målt daglig strømhastighet (periode uten strøm skyldes blokkert rotor), b) gjennomsnittlig strømhastighet, c) gjennomsnittlig strømretning og d) fluks i intervallene i Simlestraumen (stasjon A2) for perioden 14.09-05.10.94.

a)



b)



c)

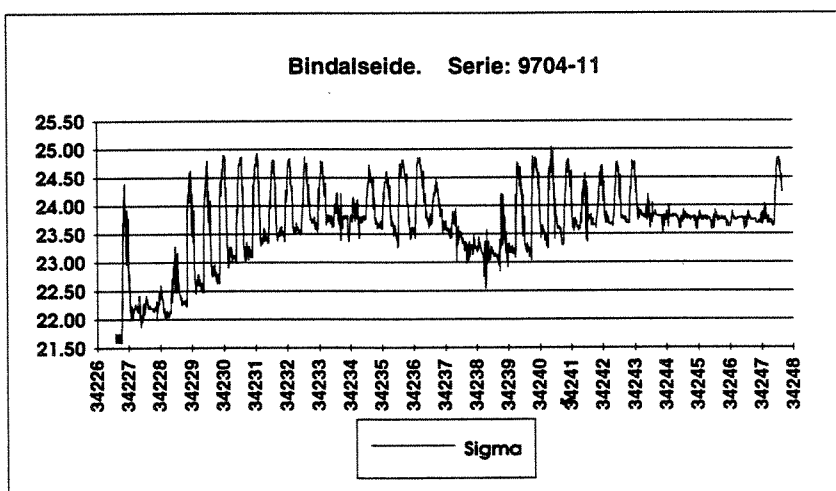


Fig. 3.5. Måleresultater av a) temperatur, b) saltholdighet og c) tetthet i Simlestraumen (stasjon A2) for perioden 14.09-05.10.94.

Tabell 3.1. Konsentrasjoner av næringssalter og organisk karbon i Simlebotn og Sørfjorden.

| Stasjon | Dyp (m) | NO <sub>3</sub> -N (µg/l) | PO <sub>4</sub> -P (µg/l) | N/P | Tot-N (µg/l) | Tot-P (µg/l) | Tot-N/Tot-P | Org. karb. (mg/l) |
|---------|---------|---------------------------|---------------------------|-----|--------------|--------------|-------------|-------------------|
| S1      | 1       | 4                         | 10                        | 0,4 | 141          | 19           | 7,4         | 2,0               |
|         | 10      | 6                         | 10                        | 0,6 | 137          | 20           | 6,9         | 1,9               |
|         | 35      | 133                       | 37                        | 3,6 | 255          | 43           | 5,9         | 1,9               |
| S2      | 1       | 15                        | 8                         | 1,9 | 180          | 16           | 11,3        | 2,3               |
|         | 15      | 53                        | 15                        | 3,5 | 185          | 21           | 8,8         | 1,6               |
| S3      | 1       | 19                        | 6                         | 3,2 | 170          | 14           | 12,1        | 1,9               |
|         | 10      | 19                        | 6                         | 3,2 | 155          | 13           | 11,9        | 1,5               |
|         | 40      | 148                       | 29                        | 5,1 | 245          | 33           | 7,4         | 2,3               |
|         | 95      | 195                       | 46                        | 4,2 | 290          | 50           | 5,8         | 1,2               |

Ved bunnen i Simlebotn ble det målt relativt høye konsentrasjoner både av nitrat, fosfat, totalt nitrogen og totalt fosfor. De relativt høye konsentrasjonene viser at tungt, næringsrikt vann har strømmet inn i Simlebotn om vinteren, og innstrømningen har vært så stor at dette vannet har sunket helt til bunns og blitt liggende der.

På stasjon S2 som lå like ved ferskvannsutslippet fra settefiskanlegget, viste målingene av næringssalter på 1 meters dyp fosfatverdier mellom tilstandsklasse II og III, mens nitrogenkonsentrasjonene tilsvarer upåvirket fjordvann (tilstandsklasse I). Forholdet mellom totalt nitrogen og totalt fosfor var 11,3, og dette er et normalt N/P-forhold i et ferskvannspåvirket fjordområde. Mengden totalt organisk karbon (TOC) i det øvre vannlaget var imidlertid noe høyere enn på de øvrige stasjonene, og dette har sannsynligvis sammenheng med at utslippsvannet inneholder fòrpartikler.

Vannet på 15 meters dyp hadde høyere konsentrasjoner av nitrat, fosfat og totalt fosfor enn ved overflaten. Dette har sannsynligvis sammenheng med at vannutslippet fra settefiskanlegget drar til seg dypereliggende vann hvor næringssaltene ikke er forbrukt i løpet av sommerens primærproduksjon.

På stasjon 3 viste næringssaltmålingene at prøvene fra 1 og 10 meters dyp inneholdt svært like konsentrasjoner av nitrogen og fosfor til tross for at de hydrografiske målingene viste at vannet på disse to dypene stammer fra to ulike vannmasser. De fleste av nitrogen- og fosforverdiene falt innenfor tilstandsklasse II ifølge SFTs klassifisering av tilstand. Prøvene fra 40 meter inneholdt nitrogen og fosfor i konsentrasjoner normale for dypvann. For prøven fra 95 meter var det totale nitrogeninnholdet normalt, mens mengden totalt fosfor var relativt høyt. Dette viser at det ikke hadde skjedd noen utskiftning av bunnvannet i den seneste tiden.

### 3.4 Oksygen

I Simlebotn var det 9,34 mg O<sub>2</sub>/l på 10 meters dyp, mens det ved bunnen (35 meter) ble målt 8,81 mg O<sub>2</sub>/l som gir en oksygenmetning på 97,0% (tab. 3.2). Det vil si at oksygenforbruket i dypvannet har vært relativt lite i løpet av de månedene som har gått siden vanninnstrømningen skjedde. Dette viser også at oksygenbelastningen i Simlebotn ikke overstiger oksygentilførselen gjennom vannutskiftningen.

I dypområdene i Sørfjordens indre bassenger er det heller ikke ut fra oksygenverdiene noe som tyder på for høy organisk belastning. Oksygenverdiene ved bunnen på stasjon 5 og 6 var henholdsvis 10,15 og 10,24 mg O<sub>2</sub>/l. Disse oksygenprøvene ble imidlertid tatt tidlig i mars, og det kan derfor i forkant av denne prøvetakningen ha foregått en dypvannutskiftning.

De målte oksygenverdiene i dypvannet både fra Simlebotn og de to dypbassengene i Sørfjorden faller innenfor tilstandsklasse I (god) i SFTs klassifiseringsystem for tilstand i fjorder og kystfarvann.

Tabell 3.2. Oksygenkonsentrasjoner i Simlebotn og Sørfjorden i 1993/94.

| Dato     | Stasjon | Dyp (m) | Oksygen (mg/l) | Oksygen (metning i %) |
|----------|---------|---------|----------------|-----------------------|
| 14.09.93 | S1      | 10      | 9,34           | 104,1                 |
|          |         | 35      | 8,81           | 97,0                  |
|          | S2      | 1       | 9,44           | 103,8                 |
|          |         | 15      | 8,36           | 94,2                  |
| 07.03.94 | S5      | 1       | 10,56          | 97,1                  |
|          |         | 40      | 10,38          | 108,3                 |
|          |         | 70      | 10,17          | 104,2                 |
|          |         | 95      | 10,15          | 103,9                 |
|          | S6      | 1       | 10,84          | 99,8                  |
|          |         | 40      | 10,10          | 105,3                 |
|          |         | 70      | 10,22          | 104,7                 |
|          |         | 95      | 10,24          | 104,8                 |



### 3.5 Bunndyr

#### Stasjon S1 (Simlebotn)

Stasjonen hadde et normalt fjordsediment uten spesiell lukt (tab. 3.3). Verdiene for organisk innhold (organisk karbon - TOC) og nitrogen må betraktes som normale for en terskelfjord. Også forholdet mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet) er normalt og indikerer at det organiske materialet kommer dels fra produksjon i vannmassene og dels fra tilførsler fra land.

I SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet (Rygg & Thélin 1993) faller verdiene for karbon og nitrogen i tilstandsklasse II 'mindre god' for sedimenter (C: 30-48 µg/mg, N: 2.7-4.2 µg/mg). Dette systemet baserer seg imidlertid på en bred sammenligning av alle typer lokaliteter fra fjord til kyst. Det er normalt å finne de høyeste verdiene i indre fjordområder fordi disse får tilførsler av næringssalter og organisk stoff fra land. Fjordsedimenter vil derfor ofte falle i denne tilstandsklassen. C/N-forholdet gir en indikasjon på det organiske materialets art. I sedimenter hvor det organiske materialet har marin opprinnelse (f.eks. dødt plankton), vil forholdstallet være 6-7, mens det i sedimenter som tilføres betydelige mengder materiale fra land, vil overstige 10 (humus, planterester etc, er fattig på nitrogen). Sedimentene i Simlevann synes ikke å være spesielt påvirket av tilførsler fra land.

Bunnfaunaen var normalt artsrik. Individtetthetene var høye, tildels ekstremt høye, med en beregnet tetthet på ca. 15.000 ind./m<sup>2</sup>. Normale individtettheter i fjordsedimenter er 600-3.000 ind./m<sup>2</sup>. Siden det bare ble tatt en prøve, kan den ekstremt høye tettheten være tilfeldig, men det vitner i alle tilfeller om høyere individtettheter enn normalt. Den dominerende arten, børstemarken *Myriochele oculata* (tab. 3.4), er en vanlig fjordform på Vestlandet og i Nord-Norge. Også de andre individrike artene er vanlige bløtbunnsformer, men børstemarkene *Chaetozone setosa* og *Heteromastus filiformis* er ofte dominerende i organisk anrikede sedimenter.

Bunnfaunaens artsmangfold (diversitet) var noe nedsatt på grunn av de høye individtallene (tab. 3.4). I klassifiseringssystemet (SFT 1993) faller også denne verdien i tilstandsklasse II 'mindre god' (H': 3.1-2.1).

Generelt var forholdene på lokaliteten gode, men de høye individtallene (og derved nedsatt artsdiversitet) er trolig et signal om høye organiske tilførsler, som gir næring for bunnfaunaen. Simlefjorden kan være anriket av næringssalter som gir grunnlag for en høy produksjon i vannmassene, eller tilføres organisk stoff av marin opprinnelse. Det er ikke noe ved prøvene som tyder på noen overbelastning av Simlebotn, men slike områder kan risikere en negativ utvikling dersom tilførslene skulle øke.

#### Stasjon S2 (ved Bindalssmolt A/S)

Stasjonen hadde sandbunn med svært lavt organisk innhold. Det var noe sagflis i bunnsedimentet (tab. 3.3), men ellers ingen tegn til noen spesiell påvirkning.

Bunnfaunaen var arts- og individfattig. Dette er normalt for sandbunner (mineralsand). Begge de to vanligste artene, børstemarken *Scoloplos armiger* og muslingen *Tellina tenuis*, er typiske sandbunnsformer. På grunn av de lave arts- og individtallene var det også nedsatt diversitet i prøven (tab. 3.4). Denne faller i tilstandsklasse II.

Tabell 3.3. Stasjoner for bunnprøve taking: dyp, innhold av organisk materiale i bunnsedimentet og visuelle observasjoner. Prøvene ble tatt med 0.1 m<sup>2</sup> Petersen-grabb eller 0.025 m<sup>2</sup> Ekman-grabb.

| Stasjon | Dyp (m) | Redskap prøvetall | TOC $\mu\text{g}/\text{mg}$ | TN $\mu\text{g}/\text{mg}$ | C/N-forhold | Beskrivelse av bunnsedimentet   |
|---------|---------|-------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------|---|
| S1      | 38      | Ekman<br>4        | 34,1                        | 3,9                        | 8,7         | Fin gråbrun mudderblandet sand med noe grus. Noe planterester. Ingen spesiell lukt                                      |
| S2      | 8       | Peterson<br>1     | 1,3                         | < 1,0                      | -           | Grov sandbunn. Noe sagflis i sikterest.   |
| S4      | 85      | Ekman<br>4        | 31,6                        | 4,0                        | 7,9         | Lys grå fast sand med grus og småstein. Noen flekker med mudder. Mye spikler fra svamp og skjellfragmenter i sikterest. |

Resultatene er normale for en grunn sandbunnslokalitet. Området må være noe preget av strøm. Det kan ikke spores noen organisk påvirkning på lokaliteten, men det er mulig at eventuelle organiske tilførsler bringes bort med strøm.

#### Stasjon S4 (Sørfjorden)

Prøvene fra denne stasjonen gir et resultat som ikke er så enkelt å karakterisere. Beskrivelsen av sedimentet med fast sand- og grusbunn tilsier at området er strømrøkt. Også mye spikler (kalknåler) fra svamp i prøvene kan tyde på dette (tab. 3.3). Verdiene for karbon og nitrogen er derimot, som for stasjon S1, typiske for et bløtbunnsediment. Slike verdier i et strømrøkt område vil vanligvis bli betraktet som tegn på høy organisk belastning. På den annen side er det uvanlig å finne strømpåvirkede områder på bunnen av dype fjordbassenger.

Det er mulig at prøvene er tatt nokså nær sidene av fjordbassenget og at disse områdene er utsatt for nedtransport av sand/småstein og rester av hardbunnsorganismer fra grunnere vann. Dyptet er nok også i største laget for prøvetaking med en såvidt lett redskap som Ekman-grabben. Disse forholdene i kombinasjon kan ha ført til at prøvene ikke er representative for lokaliteten.

Bunnfaunaen var normalt artsrik, men individfattig. Mest trolig skyldes de lave individtallene at prøvene ikke var gode nok (for lite sediment). Det kan imidlertid ikke utelukkes at det har funnet sted dødelighet i faunaen, f.eks. som følge av oksygensvikt. Artssammensetningen i prøven var normal. Også den beregnede diversiteten var normal og faller i tilstandsklasse I 'god'.

Prøvetakingen gir ikke grunnlag for en sikker vurdering av lokaliteten. Mest trolig var forholdene gode, men både sedimentforholdene og de lave individtallene ville ved normal god prøvetaking bli tolket som tegn på påvirkning.

Tabell 3.4. Tettheter av de viktigste artene i bunnprøvene fra Bindal 17. september 1993.

| Stasjon                                  | S1<br>ind/0.1 m <sup>2</sup> | S2<br>ind/0.1 m <sup>2</sup> | S4<br>ind/0.1 m <sup>2</sup> |
|--|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| NEMERTINEA (båndmark)                    |                              |                              |                              |
| Nemertinea ind.                          | 12                           | 2                            | -                            |
| POLYCHAETA (mangebørstemark)             |                              |                              |                              |
| Chaetozone setosa                        | 103                          | 8                            | 2                            |
| Diplocirrus glaucus                      | 31                           | -                            | -                            |
| Euchone sp.                              | 15                           | -                            | -                            |
| Heteromastus filiformis                  | 100                          | -                            | 8                            |
| Maldane sarsi                            | 31                           | -                            | -                            |
| Myriochele oculata                       | 966                          | -                            | -                            |
| Paradoneis eliasoni                      | 11                           | 6                            | -                            |
| Paraonis gracilis                        | 63                           | -                            | 2                            |
| Prionospio cirrifera                     | -                            | 2                            | 65                           |
| Scoloplos armiger                        | 2                            | 12                           | -                            |
| BIVALVIA (muslinger)                     |                              |                              |                              |
| Abra nitida                              | 31                           | -                            | 1                            |
| Tellina tenuis                           | -                            | 23                           | -                            |
| ECHINODERMATA (pigghuder)                |                              |                              |                              |
| Leptosynapta sp.                         | 11                           | -                            | -                            |
| Samlet artstall                          | 46                           | 9                            | 32                           |
| Individtetthet (ind/0.1 m <sup>2</sup> ) | 1468                         | 54                           | 138                          |
| Diversitet H' (log 2)                    | 2.25                         | 2.36                         | 3.38                         |

### 3.6 Forenklet strandbefaring

I strandsonen innenfor ferskvannsutslippet fra settefiskanlegget (stasjon F1) og vest for Møllebogen (stasjon F2) ble en grovregistrering av makroalger foretatt. Økt tilgang på næringssalter fører ofte til økt innslag av små blad- og trådformete grønnalger og enkelte trådformete brunalger. Andre tegn på økt næringssalttilgang er at mengden alger som vokser på de større makroalgeartene (epifytter) øker, mens de fleste rødalgene forsvinner og mengden store brunalger reduseres.

Resultatene fra strandbefaringen viste at det var relativt liten forskjell mellom de to lokalitetene (tab. 3.5). Brun- og rødalger forekom i forholdsvis lik mengde på stasjon F1 og F2, og det samme kan sies om mengden epifytter. Når det gjelder grønnalger, ble disse kun registrert i fjæresonen innenfor ferskvannsutslippet fra smoltanlegget.

Økt forekomst av grønnalger skyldes ofte enten økt tilførsel av næringssalter eller økt ferskvannspåvirkning. I Sagbukta som ligger like vest for utslippsstedet for avløpsvannet fra Bindalssmolt A/S, renner Sagelva ut, og i denne bukta ble det observert relativt mye grønnalger. Grønnalgeforekomstene i fjæresonen på stasjon F1 besto hovedsaklig av løse "tuster" og kun enkelte individ var fastsittende. Det er derfor nærliggende å anta at en stor andel av grønnalgene som ble funnet i fjæresonen ved settefiskanlegget, stammet fra Sagbukta. Dessuten kan det tenkes at ferskvannspåvirkningen fra avløpet fra settefiskanlegget, kan føre til en lettere etablering av grønnalger i influensområdet. Man kan imidlertid heller ikke se bort fra at næringsrikt vann fra settefiskanlegget kan være en medvirkende årsak til grønnalgeforekomstene. Det visuelle hovedinntrykket fra strandsonen ved anlegget må imidlertid betegnes som godt, og området hadde forøvrig en normal artssammensetning.

Det bør imidlertid bemerkes at strandbefaringen ble foretatt så sent på året at en del av sommerartene var forsvunnet. En del av disse algene tilhører den algegruppen som drar fordel av høye næringssaltkonsentrasjoner.

Tabell 3.5. Viktigste makroalger registrert i fjæresonen. Mengden er angitt etter en skala fra 1-4.

| Art   | St. F1 | St. F2 |
|---|--------|--------|
| <b>BRUNALGER</b>                              |        |        |
| Grisetang ( <i>Ascophyllum nodosum</i> )      | 4      | 4      |
| Blæretang ( <i>Fucus vesiculosus</i> )        | 2      | 2      |
| Spiraltang ( <i>Fucus spiralis</i> )          | 3      | 4      |
| Sagtang ( <i>Fucus serratus</i> )             | -      | 4      |
| <b>RØDALGER</b>                               |        |        |
| Grisetangdokke ( <i>Polysiphonia lanosa</i> ) | 4      | 3      |
| Krusflik ( <i>Chondrus crispus</i> )          | 1      | 3      |
| <b>GRØNNALGER</b>                             |        |        |
| Tarmgrønske ( <i>Enteromorpha</i> sp.)        | 1      | -      |
| Ubestemt trådformet grønnalge                 | 1      | -      |

#### 4. Konklusjoner

Strømmålingene viste at den dominerende strømretningen ved utslippspunktet for produksjonsvann fra Bindalssmolt A/S er rettet ut Sjørfjorden. Det vil si at mestparten av den belastningen som settefiskanlegget representerer, vil være å finne i de indre områdene av Sjørfjorden. Sedimentering av organiske partikler vil derfor i hovedsak finne sted i denne fjordens indre dypbasseng.

Analysene av nitrogen- og fosforforbindelser ga som resultat lave verdier for nitrogen, mens fosforverdiene var relativt høye. Resultatet var overraskende fordi det i ferskvannspåvirkede områder pleier å være motsatt. De gjennomsnittlig høyeste verdiene for totalt fosfor for de øvre 10-15 metrene av vannsøylen ble funnet i Simlebotn. Målingene fra dypvannet både i Simlebotn og Sjørfjordens indre basseng viste forhøyede verdier for totalt fosfor. Ut fra dette kan det konkluderes med at vannet var relativt gammelt.

Oksygenmålingene i dypvannet i Simlebotn viste gode oksygenforhold selv om bunnvannet syntes å være relativt gammelt. Det viser at Simlebotn ikke har en belastningsgrad som overstiger tålegrensen.

Sett under ett indikerer bunndyrresultatene at det var gode forhold i Simlebotn og Sjørfjorden, men Simlevatn syntes organisk anrikt. Muligens var det også effekter av organiske utslipp i Sjørfjorden. Det var imidlertid ingen resultater, hverken ved sedimenter eller fauna, som viste noen form for organisk overbelastning. I fjordsystemet synes det å være liknende fauna som i Sørsalten i Nærøy kommune (Haugen et al. 1988). Dette er en dyp fjord med svært grunn terskel, men som har gode oksygenforhold i alle dyp.

Strandsonebefaringen viste normale makroalgesamfunn og ingen klare indikasjoner på eutrofi-effekter kunne sees.

Ut fra den foreliggende undersøkelsen kan det konkluderes med at resipientene Simlebotn og Sjørfjordens indre område ikke synes å være nevneverdig negativt påvirket av utslippene fra Bindalssmolt A/S.

## 5. Anbefalninger

Den gjennomførte undersøkelsen må betraktes som en punktundersøkelse. For å få en sikrere bedømmelse av forholdene i Simlebotn og i indre deler av Sjørfjorden bør derfor følgende videre undersøkelser gjennomføres:

1. Vannprøver for analyse av oksygen fra dypvannet gjennom et helt år.
2. Analysene av nitrogen- og fosforforbindelser ga noe uventede resultater. Nye målinger bør derfor gjøres for å stadfeste resultatene fra denne undersøkelsen. Hvis de uvanlige forholdene mellom nitrogen og fosfor verifiseres gjennom nye målinger, bør årsaken til de uvanlige konsentrasjonene klarlegges.
3. Resultatene fra bunndyrundersøkelsen gir grunnlag for videre oppfølging. Om et par års tid bør nye innsamlinger av bunnfauna foretas for å se om resipienten er under endring som følge av påvirkning.

## REFERANSER

Haugen, I.N., U. Efraimsen, L. Golmen, B. Rygg, & P.B. Wikander 1988. Undersøkelser i Sørsalten og Kolvereidvågen i Nærøy kommune, Nord-Trøndelag - Resipientundersøkelse. NIVA rapport nr. 2144. Oslo. 41 s.

Olsen, Y., & A. Jensen. 1989. Status for NTNFs program for eutrofieringsforskning. Programmets relevans til forskning og forvaltning i forbindelse med marin eutrofiering. ISBN 82-72224-299-0.

Rygg, B., & I. Théliin 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Virkninger av organiske stoffer. SFT Veiledning 93:05. SFT, Oslo. 16 s.

---

**NIVA**



**Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2665-6