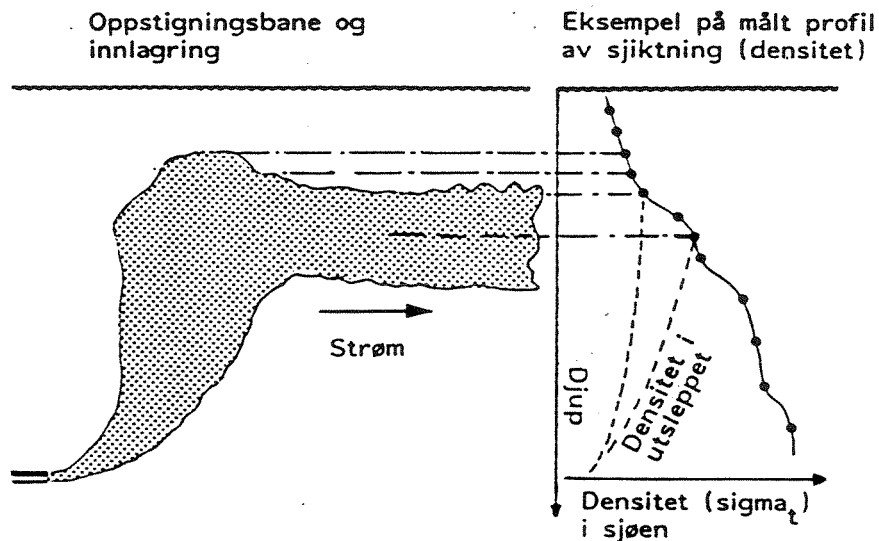


O-91146

Svartasmoget avfallsdeponi på Stord

Vurdering av utslepp til sjø



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O-91146	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
2772	

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen	Akvaplan-NIVA A/S
Postboks 69, Korsvoll	Televeien 1	Rute 866	Breiviken 5	Søndre Tollbugate 3
0808 Oslo 8	4890 Grimstad	2312 Ottestad	5035 Bergen - Sandviken	9000 Tromsø
Telefon (47 2) 23 52 80	Telefon (47 41) 43 033	Telefon (47 65) 76 752	Telefon (47 5) 95 17 00	Telefon (47 83) 85 280
Telefax (47 2) 95 21 89	Telefax (47 41) 44 513	Telefax (47 65) 78 402	Telefax (47 5) 25 78 90	Telefax (47 83) 80 509

Rapportens tittel:	Dato:	Trykket:
SVARTASMOGET AVFALLSDEPONI PÅ STORD	August 1992	NIVA 1992
VURDERING AV UTSLEPP TIL SJØ	Faggruppe:	Eutrofi marin
Forfatter(e):	Geografisk område:	Hordaland
Lars G. Golmen	Antall sider:	Opplag:
	58	50

Oppdragsgiver:	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
Sunnhordland Interkommunale Miljøverk, boks 310, 5401 Stord	H. Bakke

Ekstrakt:

Rapporten omhandler ulike utsleppsalternativ for sigevatn frå planlagt avfallsdeponi i Svartasmoget, i Fitjar kommune på Stord.

Vurderingane baserer seg på innsamla miljødata i perioden september 1991 - april 1992. Det blei tatt sedimentprøver, vasskjemiske prøver og utført strømmålingar i to posisjonar.

På grunnlag av datamaterialet og modellberekningar av fortykning og spreiding av sigevatn i resipienten, er det anbefalt å plassere utløpet utom Storavik, på nordvestsida av store Storavikholmen, i minimum 30 m djup.

4 emneord, norske

1. Marin resipient
2. Avfallsdeponi
3. Sigevatn
4. Influensområde

4 emneord, engelske

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

Prosjektleder

Lars G. Golmen

For administrasjonen

ISBN 82-577-2133-6

O-91146

SVARTASMOGET AVFALLSDEPONI PÅ STØRD
VURDERING AV UTSLEPP TIL SJØ

NIVA-Bergen, august 1992

Lars G. Golmen

FORORD

På vestsida av Stord i Sunnhordland skal det etablerast ein avfallsplass (avfallsdeponi). Bak etableringa står Sunnhordland Interkommunale Miljøverk (SIM), som omfattar fire kommuner i regionen. Etableringa medfører utslepp av sigevatn m.m. til næraste sjøresipient, d.v.s. Stokksundet mellom Bømlo og Stord. I denne samanheng har styresmaktene krevd nærare granskingar av miljøtilstanden i resipienten nær planlagt utsleppsstad.

Plan for gjennomføring av granskingane i sjøen blei utarbeidd av NIVA i august 1991. Etter behandling og godkjenning av planen ved miljøvernavdelinga hos Fylkesmannen i Hordaland, blei målingar satt i gang i september 1991. Granskingar på land, bl. a. av bekkar og innsjøar i det berørte området, blir gjennomført av annan faginstans.

Denne rapporten omhandlar miljøgranskingane som blei utført av NIVA i perioden september 1991 til april 1992. Til det praktiske arbeidet har M/S "SOLVANG" vore nytta. Takk må rettast til mannskapet for godt samarbeid. Olav Nagel-Alne hos teknisk etat i Stord kommune har bistått under feltarbeidet.

Dagleg leiar for SIM, Håvard Bakke har vore oppdragsgjevars kontaktperson og lokal koordinator. Hos NIVA har Terje Hopen bistått med EDB for strømmålardata. Inger Midttun har bistått med EDB og rapportredigering. Lars G. Golmen har vore NIVAs prosjektleiar.

INNHOOLD

SAMANDRAG	1
1. INNLEIING	2
1.1. <u>Bakgrunn og formål</u>	2
1.2. <u>Deponi og resipient</u>	2
1.3. <u>Nokre aktuelle problemstillingar</u>	6
1.4. <u>Tidlegare granskingar i området</u>	6
2. MÅLEPROGRAM	8
2.1. <u>Hydrografi</u>	8
2.1.1. <u>Måleinstrument for hydrografi</u>	8
2.2. <u>Strømmåling</u>	9
2.2.1. <u>Måleinstrument for strøm</u>	11
2.3. <u>Andre prøver</u>	11
3. PRESENTASJON AV MÅLERESULTAT	14
3.1. <u>Strømmåling</u>	14
3.1.1. <u>Lagdelt strøm</u>	15
3.2. <u>Hydrografi</u>	22
3.2.1. <u>Kontinuerlege måleseriar</u>	22
3.2.2. <u>Vertikalprofilar</u>	22
3.3. <u>Oksygenmålingar</u>	25
3.4. <u>Sedimentprøver</u>	26
4. DISKUSJON	28
4.1. <u>Generell miljøtilstand</u>	28
4.2. <u>Framtidig utslepp</u>	28
4.2.1. <u>Sigevatnet</u>	29
4.3. <u>Modellberekningar for utsleppsstrålen</u>	30
4.4. <u>Sekundærfortynning og influensområde</u>	32
4.5. <u>Anbefalt utsleppsstad</u>	33
4.6. <u>Framtidig overvaking</u>	33
LITTERATUR	34

FIGURVEDLEGG

SAMANDRAG

Sunnhordland Interkommunale Miljøverk (SIM) skal anlegge avfallsdeponi i Svartasmoget i Fitjar kommune, på vestsida av Stord-øya. Deponiet vil medføre visse sigevassmengder som må ha avløp til sjø. Sjøområdet nærast deponiet er relativt innelukka, og har botnparti avgrensa av tersklar. NIVA har i denne samanheng gjennomført eit prosjekt med formål:

1. Å framskaffe tilleggsdata for miljøtilstanden i resipienten
2. Å foreta vurdering av gunstig utsleppsstad for sigevatnet

I perioden september 1991 til april 1992 blei det gjennomført eit måle- og prøvetakingsprogram i sjøområdet rundt store Storavikholmen. Det blei målt strøm i to punkt og to djup kontinuerleg over 14-dagars perioder haust og vår. Vidare blei det foretatt hydrografisk profilering og oksygenprøvetaking til ulike tider. Det blei også innsamla sedimentprøver for analyse av tungmetall-innhald m.m.

Sedimentanalysene indikerer gode (upåverka) tilhøve i djupare parti i Storavika. Nokre parti i nordre del av vika hadde indikasjonar på forhøya metallverdiar, og dels på ei viss organisk overbelastning (evjelukt).

Strømmålingane synte dominans av nordgåande strøm i vårperioden både vestafor og austafor Storavikholmen. I haustperioden var det hyppigare innslag av sørgåande strøm.

Basert på data om strøm og hydrografi er det foretatt modellering av fortykning og spreining av utsleppsvatnet i resipienten, for ulike tenkte utsleppskonfigurasjonar. For sannsynlege (men ikkje verifiserte utsleppsmengder) vil utslepp i 10 meters djup hyppig stige til overflata. Utslepp i 20 meter vil muligens kunne gje innlagring nær eller i overflata i kritiske perioder (svak sjikting kombinert med store sigevassmengder). Utslepp i 30 m og djupare synes sikre med omsyn til direkte påverknad i eller nær sjøoverflata.

Det horisontale influensområdet for utsleppet vil ha ca 150 meters utstrekning frå utsleppsstaden. Dette vil medføre risiko for ein viss negativ miljøpåverknad i nordre del av Storavika. Vidare vil organisk stoff frå utsleppet kunne akkumulere i perioder i dei djupare parti av Storavika, og dermed tidvis medføre redusert (med neppe kritisk) oksygenivå.

Resipienten vestafor og nordafor store Storavikholmen er langt meir open og mindre sårbar enn Storavika. Utsleppet frå Svartasmoget blir dermed anbefalt lagt nordvest for store Storavikholmen, til djup 30 meter eller meir.

1. INNLEIING

Dette kapittelet gir ein kort oversikt over bakgrunnen for prosjektet som denne rapporten omhandlar. Det blir også peikt på ein del aktuelle og generelle problemstillingar. Konkret måleprogram, vurderingar og konsekvensanalyser blir gjort i påfølgjande kapittel.

1.1. Bakgrunn og formål

Det har vore arbeidd med planer om eit nytt (interkommunalt) avfallsdeponi på Stord sidan midten av 1980-åra. Bak desse planane står kommunene Stord, Bømlo, Fitjar og Tysnes. I mai 1990 blei det søkt om utsleppsløyve for ein konkret lokalitet, Svartasmoget i Fitjar, på vestsida av Stord-øya (fig. 1.1), og ein er alt i gang med tilrettelegging av landarealet for det aktuelle formålet.

Sigevatn frå avfallsdeponiet vil drenere til Stokkundet mellom Bømlo og Stord, nærare bestemt til eit område ved Storavikholmane (fig. 1.2). Sigevatnet skal samlast opp, og førast ut i resipienten gjennom rørleidning. Det er tale om enten å legge kort leidning, til området innafor holmane, eller lenger leidning til området utafor.

Sigevatnet vil innehalde overkonsentrasjonar av organisk, oksygenforbrukande materiale, evt. også næringssalt. Det kan og vere tale om overkonsentrasjonar av metall, inkludert tungmetall, og andre miljøgifter. Sjølv om det er tale om små vassmengder, er styresmak- tene restriktive med omsyn til å gje utsleppsløyve frå avfallsdeponi. Prosjektet som denne rapporten omhandlar, blei sett i verk i hovudsak for å dokumentere:

- a: før-tilstanden i resipienten, med omsyn til nivå av framtidige belastnings- parametrar frå sigevatnet**
- b: optimalt utsleppspunkt (posisjon/djup) for sigevatn, ved m.a. å utføre strømmålingar og modellsimuleringar.**

Deponiet kan tenkjast å påverke vasskvaliteten i nærliggande vasskjelder. Særskilte granskningar er i gang for å vurdere dette. Deponiet ligg for øvrig langt (ca 800 m) frå næraste bustad, og er antatt å ha liten skadeverknad i den samanheng (lukt m.m.).

1.2. Deponi og resipient

Svartasmoget ligg geografisk sett sentralt i den regionen som skal benytte avfallsdeponiet (fig. 1.1). Plasseringa vil innebere minimaliserte transportutgifter i høve til dei ulike kjeldene (lokale innsamlingstasjonane).

Det er sett fram krav om at deponiet også skal tilretteleggast for mottak av sortert avfall, eventuelt også at deponiet (SIM) skal sortere sjølv. Særleg er det lagt vekt på at gjenvinnbart avfall (glas, metall, papir m.m.) skal kunne skiljast frå øvrig avfall. Dette gjeld også s.k. spesialavfall.

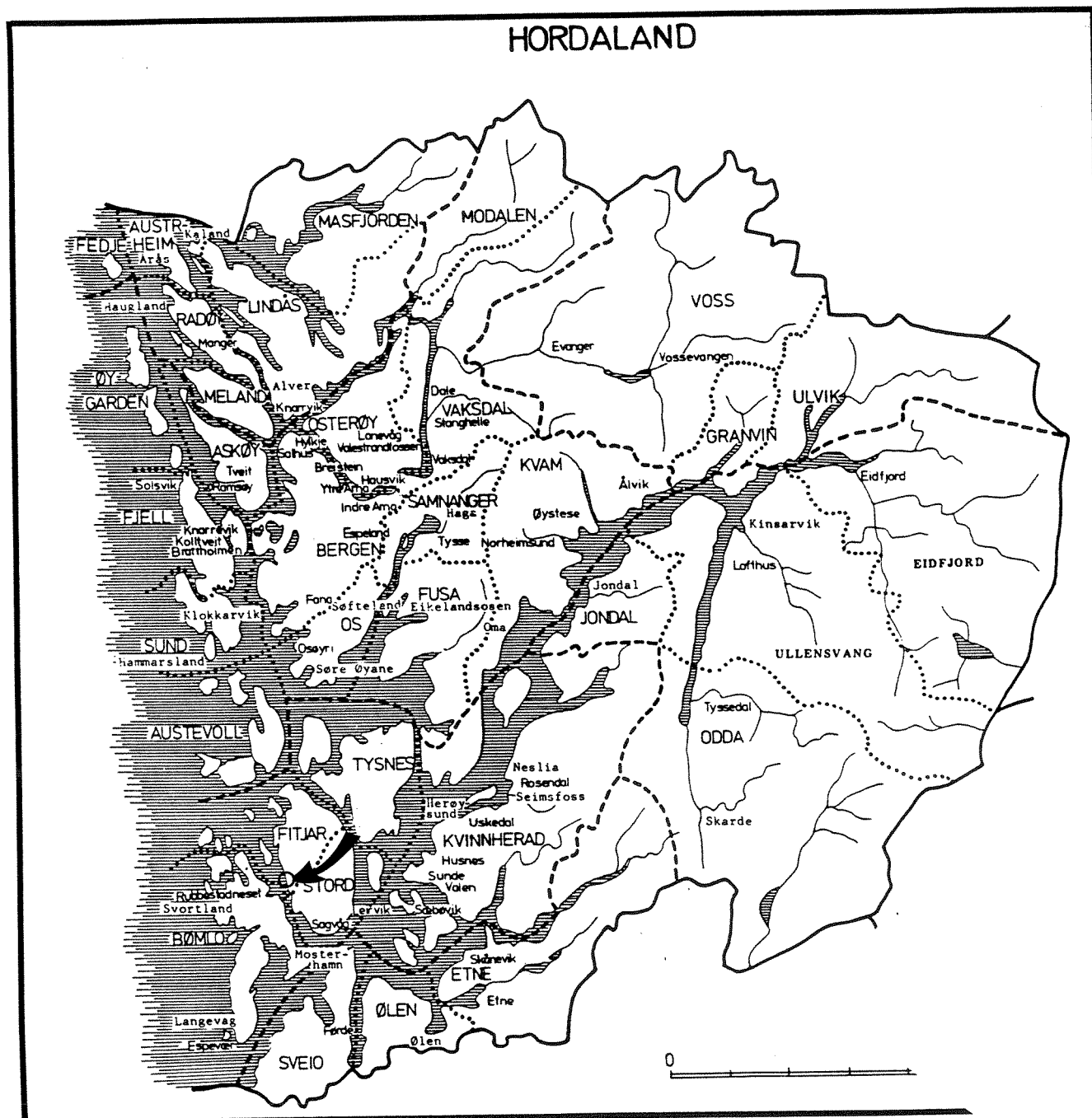


Fig. 1.1. Kart over Hordaland fylke, med pil som markerer beliggenheit for S.I.M. sitt deponi.

På land skal det byggast fangdammar i betong, for å samle opp sigevatn. Alt sigevatn skal samlast opp og leiast til ein kum, der regelmessig mengdemåling og prøvetaking kan finne stad, før sigevatnet går ut i resipienten. Særskild rensing av sigevatnet er ikkje pålagt. Dette kan imidlertid bli kravd i framtida.

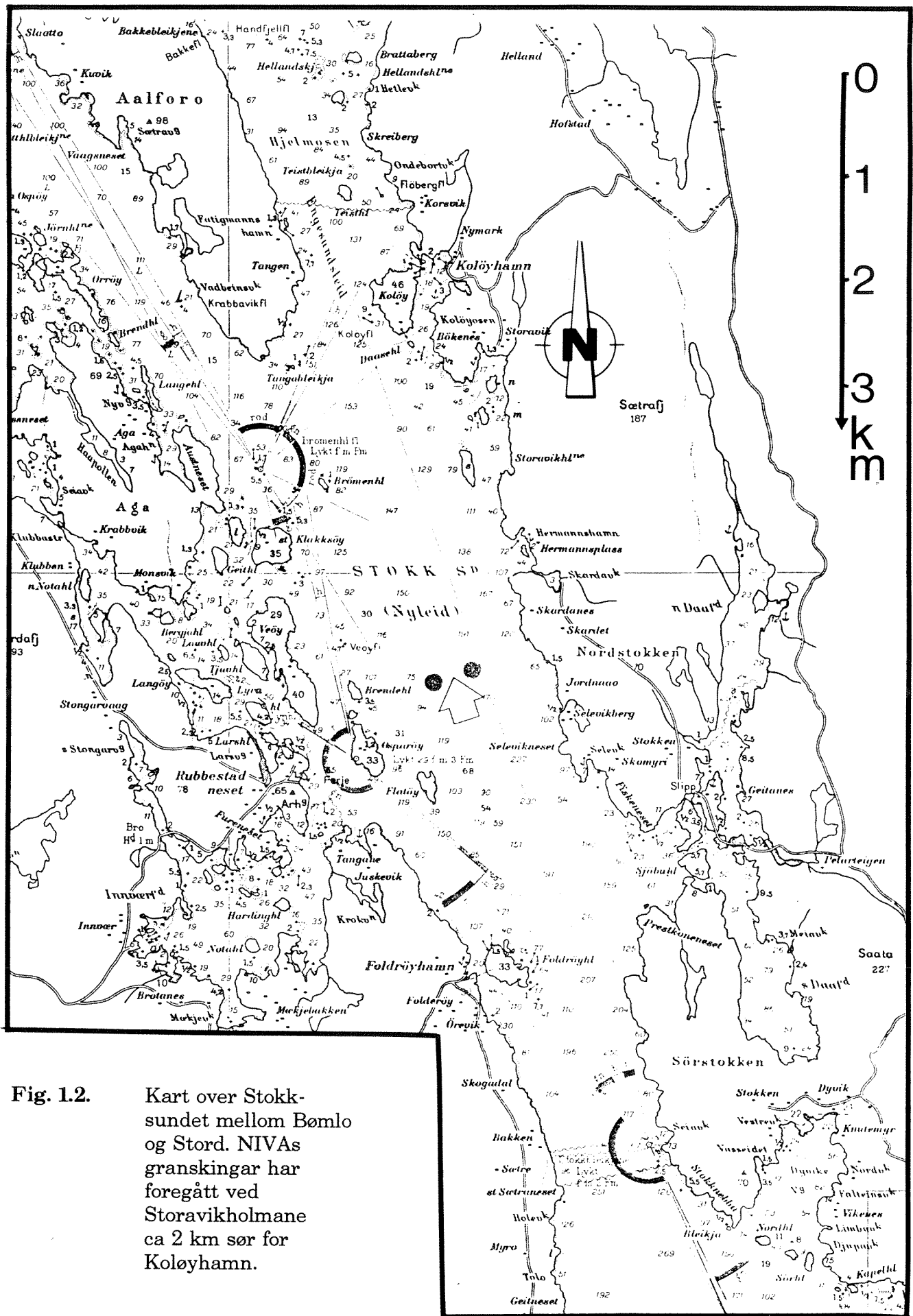


Fig. 1.2.

Kart over Stokk-sundet mellom Bømlo og Stord. NIVAs granskingar har foregått ved Storavikholmane ca 2 km sør for Koløyhamn.

Resipient

Sjøresipienten omfattar på større skala Stokksundet, som strekkjer seg frå Fitjarøyane i nord sørover til om lag sørenden av Stord. Stokksundet er 12-14 km langt, og breidda varierer mellom knapt 1 km ved Sørstokken (fig. 1.2) til 3-4 km lengst i sør. Stokksundet har djup terskel mot sør, mens det mot nord er grunt, om lag 30 m i djupaste passasjen mellom Fitjarøyane (fig.1.3).

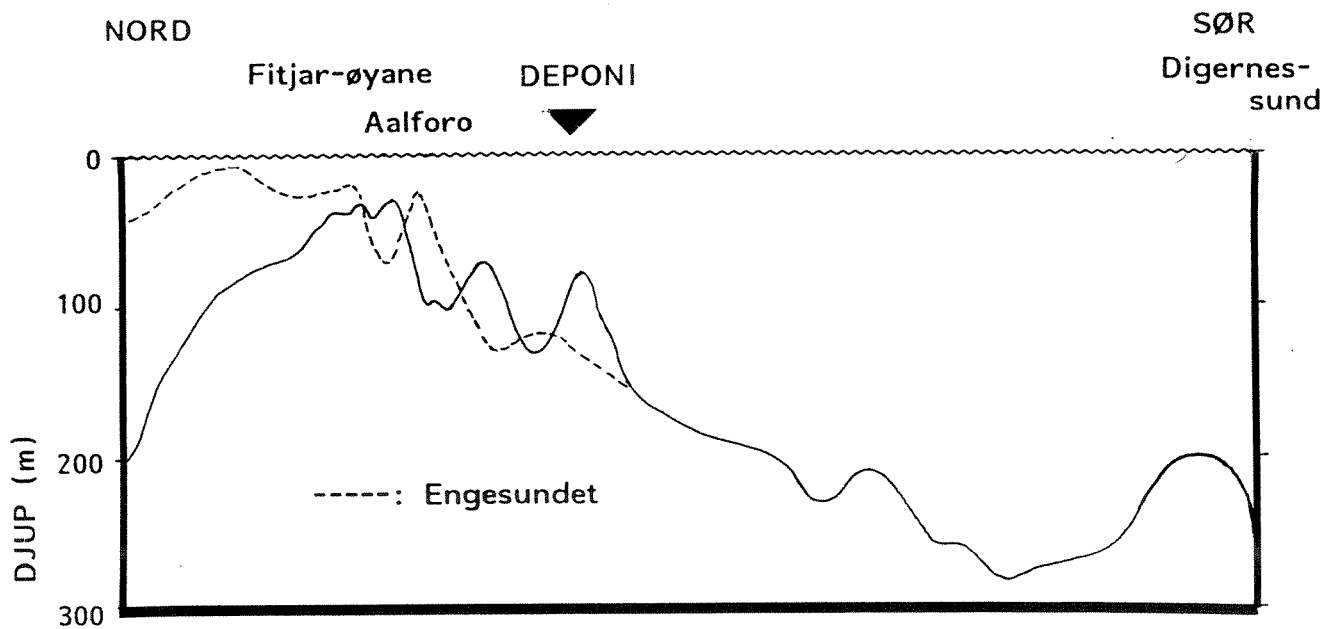


Fig. 1.3. Djupeprofil av Stokksundet og gjennom dei to djupaste sunda mellom Fitjarøyane (frå Golmen, 1986).

Stokksundet har så stort vassvolum og så god antatt utskifting at sigevatnet frå avfallsdeponiet neppe vil medføre merkbare effekter på miljøet generelt sett. Dei potensielt sett mest sårbare områda (topografisk sett) ligg nordafor planlagt utsleppsstad. Av denne grunnen har miljøvernavinga i Hordaland fylke kravd overvaking av forureiningssituasjonen i nordre del av Stokksundet etter at utsleppet frå deponiet er etablert.

Tidlegare har det vore vurdert å legge ei flytebru tvers over Stokksundet frå Sørstokken mot Bømlo. Det er uklårt om eit slikt prosjekt blir realisert. Ei eventuell flytebru vil medføre endra utskiftingsvilkår i Stokksundet (Golmen, 1986). I det s.k. trekantsambandet kan det bli gjort visse inngrep som berører strømførhølda i sørenden av Stokksundet. Sidan realiseringa av desse vegprosjekta førebels er uviss, har vi her ikkje vurdert konsekvensar i høve til utsleppet av sigevatn frå deponiet i Svartasmoget.

Detaljar omkring botntilhøva utanfor Svartasmoget, framgår av fig. 1.4, som syner utsnitt av hydrografisk originalkart. NE for store Storavikholmen er det ei djuphole, med største djup ca 60 meter. Tersklane mot sør og vest er ca 35 m djupe. Mot nord grunnast det opp i retning Storavika. Inst i denne er det nokre mindre holer, Området er for øvrig er relativt oppdelt, og kan ut frå topografiske tilhøve seiast å ha rimeleg bra vassutskifting. Nærare omtale av vassvolum og areal følgjer i seinare kapittel, i samband med konsekvensvurderingane.

1.3. Nokre aktuelle problemstillingar

Miljøvernavingdelinga har peika på ein del generelle moment og effekter i tilknytning til utsleppa av sigevatn frå avfallsdeponi. Det ein er redd for, er effekter på marint plante- og dyreliv, både stasjonære artar, og mobile (fisk, pelagiske algar). Effektene vil bli størst/mest merkbare nær utsleppet, i drivretningen til sigevatnet som går ut av røyråpningen. Organismer som fisk som oppheld seg lenge nær utsleppet, kan akkumulere ulike giftstoff og tungmetall i vevet. Enkelte organismer kan ha tendens til å etablere seg nær utsleppet.

Drivbanen vil avhenge av aktuelle strømforhold, og av sjiktningstilhøva. Begge desse faktorane varierer over året. Gjennom det måleprogrammet som er gjennomført (kapittel 2), har ein freista å oppfange ein del av dei forventa variasjonane i det fysiske miljøet.

Sigevatnet vil bestå av ferskvatn, iblanda ulike substansar. Når dette blir ført ut på eit gjeve djup i sjøen, vil alltid utsleppet vere lettare enn omgjevande vatn. Det vil stige oppover i vassøyla, og enten innlagre seg, eller stige heilt til overflata. Etter denne fasen, vil sigevatnet, i fortynna form, bli ført horisontalt utover i resipienten med strømmen i det aktuelle djupet.

Sentrale omgrep ved dykka utslepp er innlagringsdjup og fortynningsgrad. Sistnemnte vil auke med aukande avstand frå utsleppet. Begge desse faktorane kan bereknast (modellerast), dersom ein har tilstrekkelege opplysningar om strømforhold og sjiktningstilhøve (vertikalfordeling av salinitet og temperatur i sjøen).

1.4. Tidlegare granskingar i området

Ei forundersøking av området ved Storavikholmane blei gjennomført av Universitetet i Bergen i 1989 (Johannessen 1989?). Det blei tatt sediment- og botnprøver for biologisk vurdering. sedimentet i djuphola hade lavt innhald av organisk materiale (glødetap lik 2.9%). Faunaen var artsrik. Rapporten konkluderte med at "området er uforurenset".

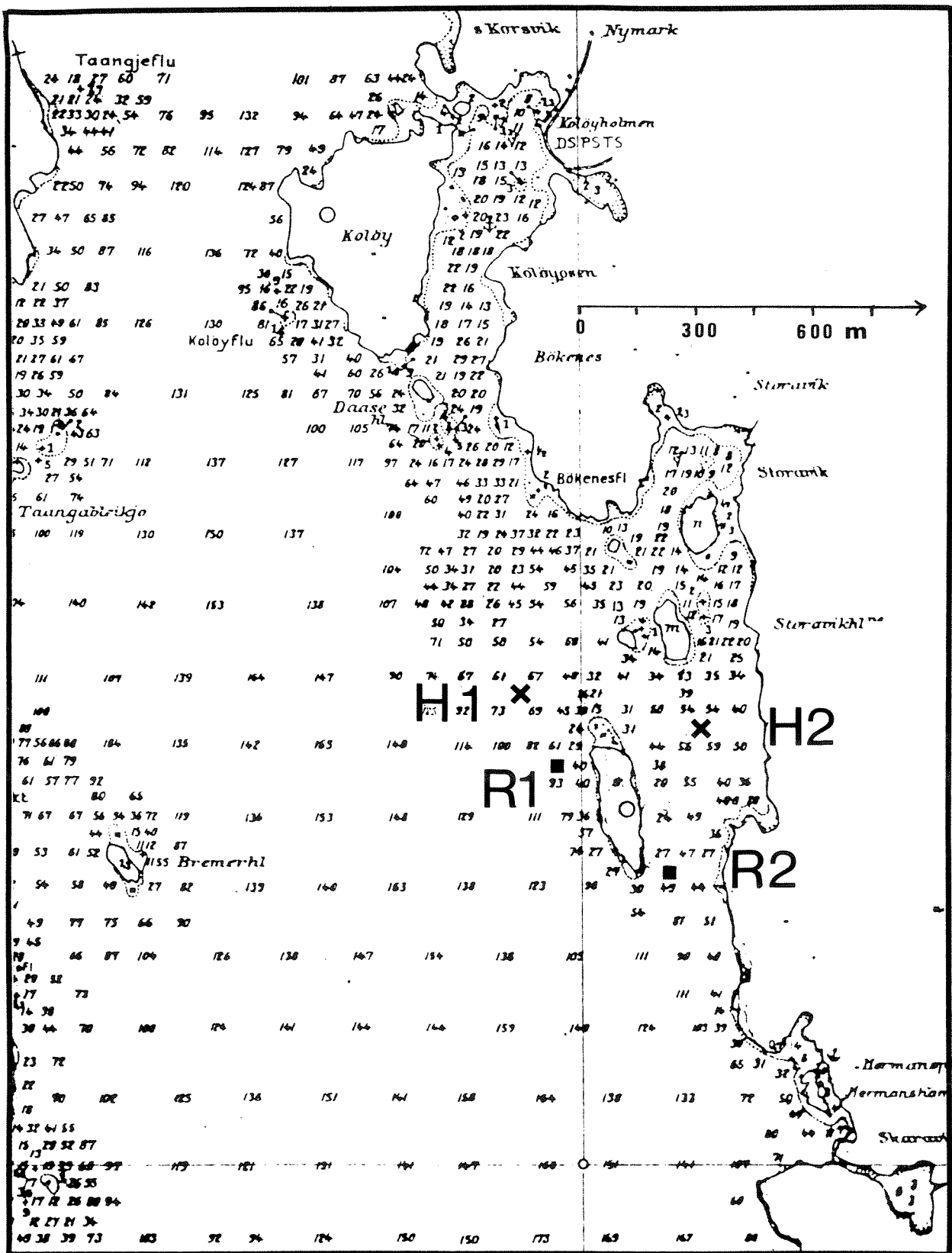


Fig. 1.4. Utsnitt av hydrografisk kartoriginal (kjelde: Norges Sjøkartverk, Stavanger) for område ved Storavikholmane. H og R markerer posisjon for hydrografi-målingar og strømmålingar i 1991-1992.

2. MÅLEPROGRAM

Målingane ved Storavikholmane starta i september 1991. Målingane har bestått av strømmåling i to ulike perioder, og hydrografisk kartlegging (salinitet og temperatur). Lokal observatør har stått for måling av hydrografi på 2 stasjonar. Den hydrografiske kartlegginga blei avslutta i april 1992.

2.1. Hydrografi

Hydrografisk kartlegging blei foretatt med ulike mellomrom. Tabell 2.1 syner måletids-punkta for hydrografi. På nokre av tokta blei det tatt vassprøver i ulike djup for bestemming av oksygeninnhald i sjøen. Desse prøvene blei tatt med Rutner vannhentar og dertil eigna vinsj.

Det blei målt i to ulike posisjonar (fig. 1.4), frå overflata og til botn.

Tabell 2.1. Oversikt over det hydrografiske måleprogrammet ved Storavikholmane i 1991-1992.

DATO	INSTRUMENT	ANM.
16/9 1991	SIMTRONIX UCM	Oksygenprøver, sediment
30/9 1991	SIMTRONIX UCM	Oksygenprøver
5/12 1991	SALINOTERM	
23/3 1992	SIMTRONIX UCM	Oksygenprøver
9/4 1992	SIMTRONIX UCM	

2.1.1. Måleinstrument for hydrografi

Med Salinotermsonde senka ned i sjøen frå båten, blei det målt med om lag ein meters intervall ned til 10 meter, og så med noko større faste djupneintervall vidare nedover til botn. Salinotermsonden må innstillast (ballanserast) og avlesast manuelt, og måleresultat blir så notert i skjema.

På tokta der NIVA deltok, blei det profilert med ei sjølvregistrerande sonde, av type Simtronix UCM-40. Denne måler med programmert tidsintervall salinitet, temperatur og trykk (=djup), samt horisontal og vertikal strøm. Data blei lagt direkte inn på medbrakt PC, via signalkabel frå sonden og opp i båten.

Delvis har ei sjølvregistrerande sonde av type Sensordata SD200 blitt nytta til datainnsamling. Denne er enkel i bruk. Den kan firast ned i eit snøre til ønska max. djup. Måleverdiar, inkludert djup, blir logga internt i sonden i eit lite dataminne, som så kan avlesast via PC etter toktet. Start og stopp av logging foregår ved hjelp av magnetbrytar.

Hydrografiske parametrar (salinitet og temperatur) har også blitt målt samstundes med strøm med dei faststående instrumenta (neste avsnitt). På denne måten har ein fått eit bilete av korttidsvariasjonar i S og T, om enn berre i dei aktuelle måledjupa og måleperiodene for strøm.

2.2. Strømmåling

Strømmåling i faste punkt blei utført i to posisjonar R1 og R2 aust og vest for store Storavikholmen (fig. 1.4). Det blei benytta strømmålarar av type Aanderaa RCM. Måleintervallet var 10 minutt for alle instrument. Tabell 2.2 gir ymse opplysningar om målingane. Strøm blei også målt med hurtigregistrerande profilerande instrument (Simtronix-UCM-40) ved nokre tidspunkt (sjå tabell 2.1).

Tabell 2.2. Oversikt over strømmålingane (med Aanderaa strømmålar) i faststående riggar ved Storavikholmen i 1991-1992. Lokal tid er angitt. Måleintervallet var 10 minutt for alle instrument.

Posisjon	Måledjup	Måleperioder 1991-92	Instr. nr
R1, VEST	3 m	16/9 1120-30/9 1000	2608
R1, VEST	14 m	16/9 1120-30/9 1000	9000
R2, ØST	3 m	16/9 1050-30/9 1015	8362
R2, ØST	14 m	16/9 1050-30/9 1015	9030
R1, VEST	3 m	23/3 1100-9/4 1050	183
R1, VEST	14 m	23/3 1100-9/4 1050	8106 (P-sens)
R2, ØST	3 m	23/3 1030-9/4 1010	2608
R2, ØST	14 m	23/3 1030-9/4 1010	8362

Måleriggane (fig. 2.1) bestod av ankervekt på ca 100 kg, undervannsbøye som løfta nederste instrument opp frå botn, og stor overflatebøye som bar vekten av øverste instrument. Måleriggen i posisjon R1 (VEST) blei dradd under etter ca ei veke i sjøen i haustperioden. I den resterande del av denne måleperioden stod målarane litt djupare (+ 2 m) enn forutsatt. Målingane er likevel for ein stor del brukbare. For øvrig gjekk måleprogrammet som planlagt, med datagjenfangst på 100% for strømmålingane.

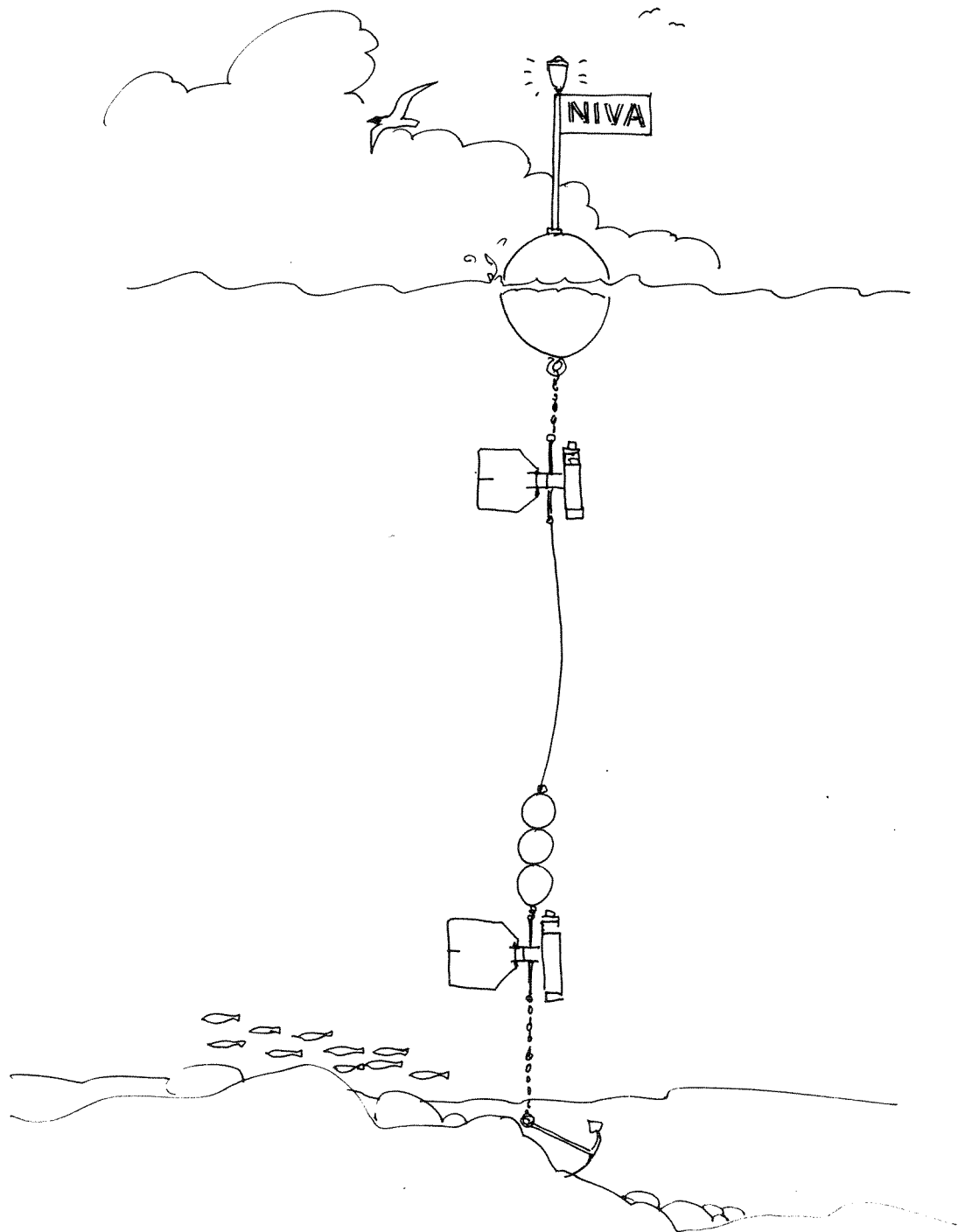


Fig. 2.1. Skisse av strømmålarrikk med Aanderaa RCM strømmålarar, som blei benytta ved Storavikholmane.

2.2.1. Måleinstrument for strøm

RCM-5/7.

Til strømmåling i faststående rigg blei det nytta instrument av type Aanderaa RCM 5 eller 7 (fig. 2.2). Desse instrumenta måler med fastsatt tidsintervall strømfart, strømrretning, samt sjøens temperatur og salinitet (konduktivitet). Strømfart blir registrert v. hj. a. omdreiningane til ein Savonius-rotor på toppen av instrumentet. Strømrretning blir registrert v. hj. av eit innebygd kompass, ut frå orienteringa til det påmonterte roret (Aanderaa Instruments 1987).

Savoniusrotoren krev ein minste strømfart på mellom 1 og 1.5 cm/s for å kunne rotere. Svakare strøm enn dette blir såleis registrert som "null" strøm. Dette har ikkje vore noko problem for dei aktuelle måleseriane, sidan det for det aller meste har vore vesentleg sterkare strøm. Alle data blir lagt inn på ein audiotape, eller inn på ei elektronisk lagringseining ("DSU"), som lett lar seg fjerne frå instrumentet. Måledata blir så overspelt til PC for vidare EDB og analyse.

Simtronix UCM-40

Vertikalprofilering, med måling av salinitet og temperatur, samt strøm- og strømrretning, blei gjort med sonde av type Simtronix UCM-40, i samband med utsetting og opptak av måleriggjar. Frå båten foretok vi måling med sonden frå overflata og nedover i sjøen.

Målesonden kan innstillast til måleintervall frå ca 0.5 sekund til fleire timar, og er såleis eigna både til profilering (korte tidsintervall) og til langtids datainnsamling, gjerne forankra i rigg. Sonden måler temperatur og salinitet etter same prinsipp som Aanderaa RCM strømmålarane. Strømfart blir målt akustisk, i alle tre rom-retningar (X Y Z). Sonden har derfor større oppløysning (på mm/sek skala) i strømfart, og kan detektere svært svak strøm, i motsetnad til Aanderaa målarane, som krev ein viss minstefart.

2.3. Andre prøver

På toktet den 16/9 blei det forutan oksygenprøver, også tatt sedimentprøver på botnen ulike stader i resipienten innafor store Storavikholmen. Fig. 2.3. syner posisjonane der desse prøvene blei tatt. Til prøvetaking blei det benytta ein middels stor Petersen-type grabb.

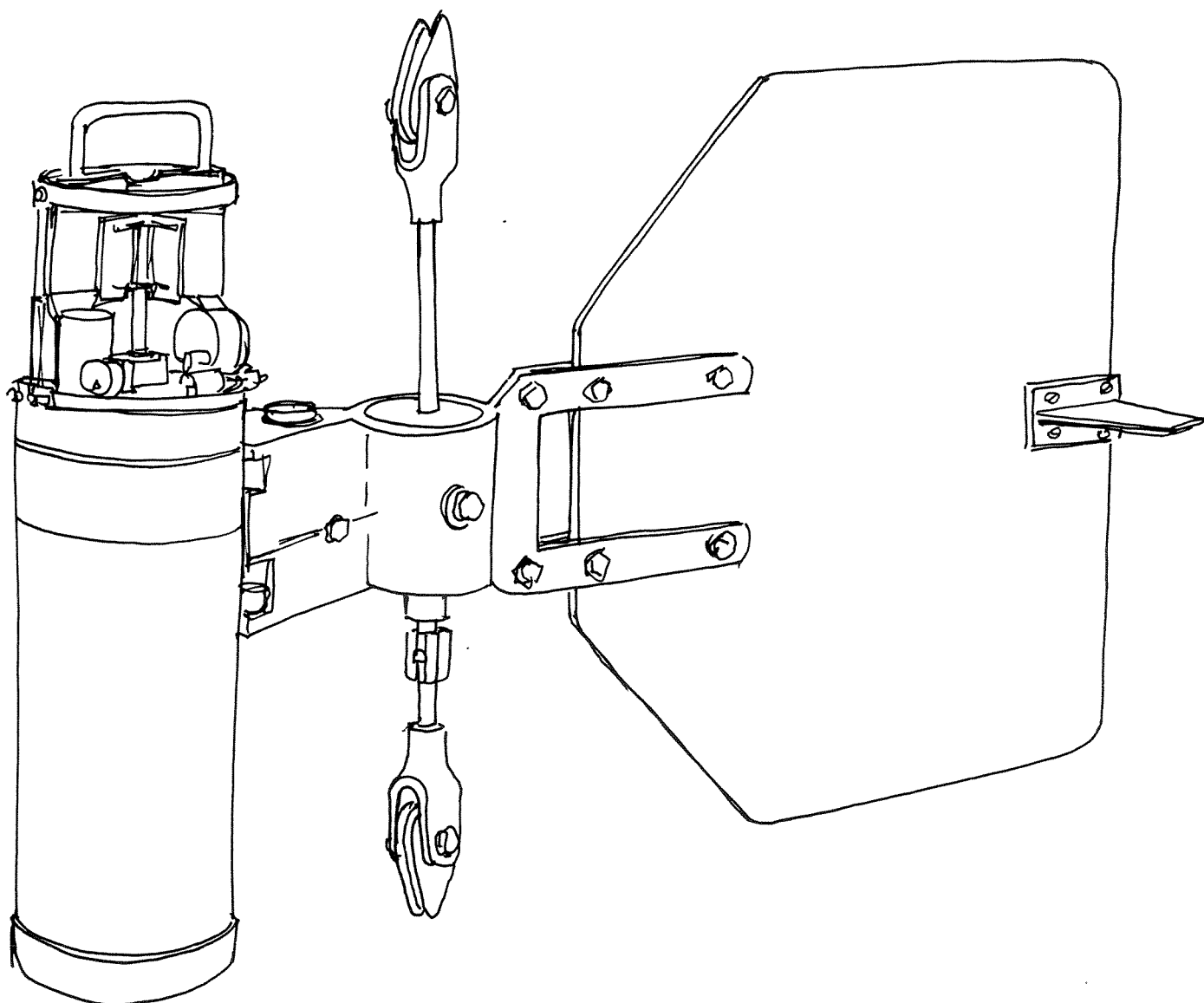


Fig. 2.2. Skisse av Aanderaa RCM strømmålar, som måler strømstyrke, strømfart, temperatur og salinitet automatisk, med forhåndsinnstilte tidsintervall.

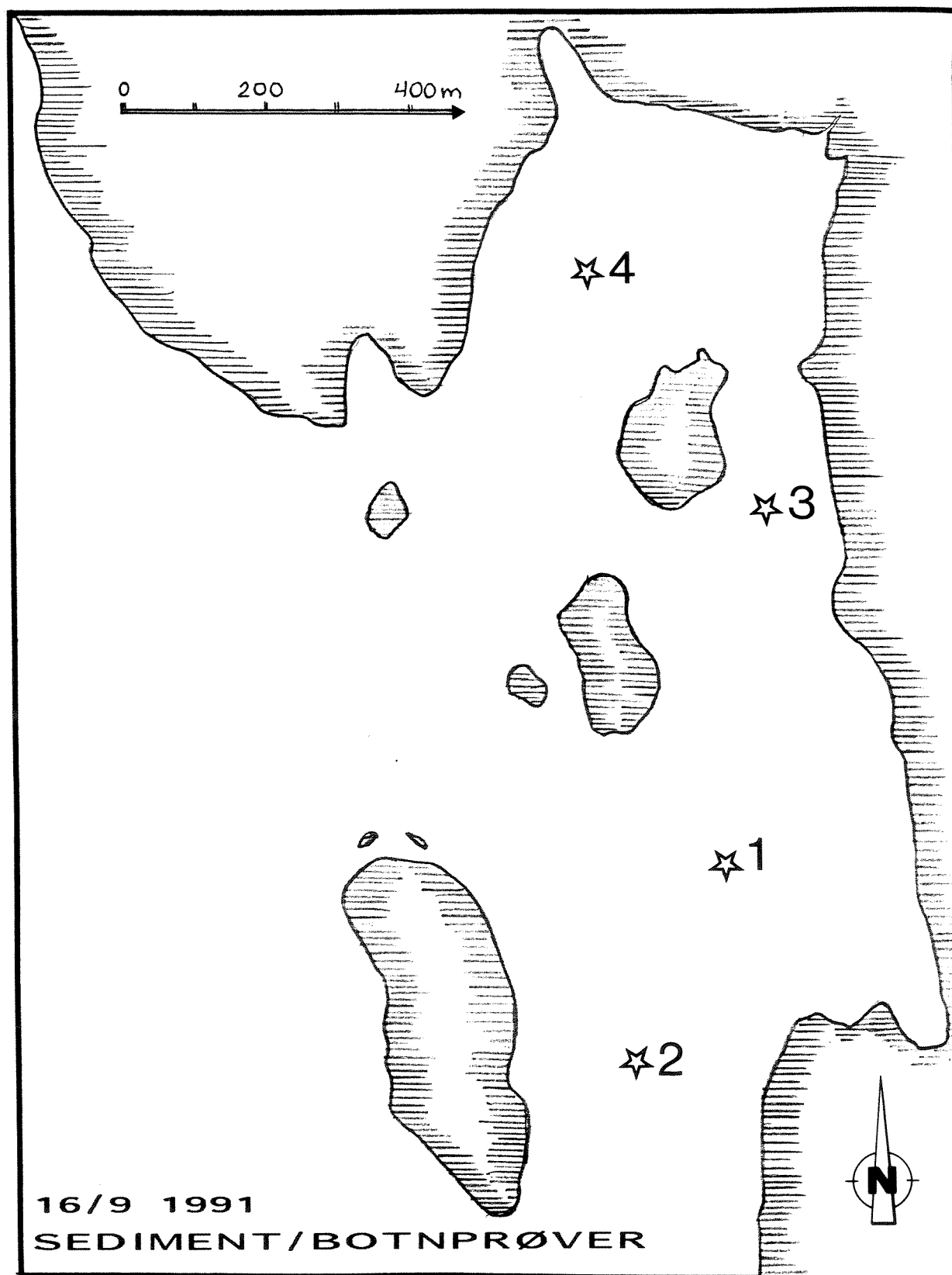


Fig. 2.3. Kartskisse over resipienten, med markering av posisjon for sedimentprøvetaking.

3. PRESENTASJON AV MÅLERESULTAT

Vi gir her ein kortfatta presentasjon av dei viktigaste måleresultata. Diskusjon og analyser følgjer i kapittel 4. Strømmålingane utgjer eit omfattande datamateriale. Grafiske framstillingar for desse målingane er tatt med i vedlegg, med unntak av nokre få figurar inne i dette kapittelet.

3.1. Strømmåling

Posisjonar og måletidsrom blei gitt i forrige kapittel. Vi forkortar her nemninga på seriane med fastståande instrument til h.h.v. "haust-91" og "vår-92".

Hauptperioden 1991

Statistiske resultat av målingane er synt i fig. 3.1 og 3.2, i form av "strømroser". Framstillingane syner at hovedstrømretninga låg langs aksene 20°-200° (rigg 2, øst) og langs 340°-160° (rigg 1, vest). Forskjellen i strømretning må skuldast ulik topografi (landkonturar) i dei to måleområda.

Av figurane A1, A2 og A6, A7 i vedlegg framgår det at tidevatnet har tydeleg innverknad i målingane, særleg i siste del av perioden. Dette gjev seg utslag i markant transport både sørover og nordover i løpet av ei halv tidevassperiode (6 timar). Ein vedvarande reststrøm resulterer imidlertid i at det framtrer ein dominerande strømretning. Tabell 3.1 oppsummerer dei viktigaste resultatane av målingane.

Tabell 3.1. Nokre resultat frå målingane i september 1991. Tall i parentes angir strømretning for sekundærkomponenten, der denne er tilnærma lik den dominerande.

<i>Haupt 1991</i>	V-max (cm/s)	V-midd. (cm/s)	Domin. retn. (°)
R1 vest, 3 m djup	46	12	340 (180)
R1 vest, 14 m djup	25	6	160
R2 øst, 3 m djup	45	9	220
R2 øst, 14 m djup	23	6	20 (210)

Vårperioden 1992

I øvre lag (3 m) på R1 var strømstyrken i middel litt lågare enn i haustperioden (haustperioden låg i nærleiken av jamdøger, som medfører markert signal på tidevatnet). For øvrig var middel strømstyrke relativt lik den for haustperioden. Maksimal strømstyrke var mindre om våren.

Dominerande strømretning låg tilnærma langs same akse som om hausten. Den nordgåande komponenten var imidlertid tydeleg meir markert om våren (fig. 3.3 og 3.4). Dette gjalt begge måleposisjonane. Tabell 3.2 gir viktige resultat for strømmålingane frå vårperioden.

Tabell. 3.2. Nokre resultat frå målingane i mars-april 1992. Tall i parentes angir strømreretning for sekundærkomponenten, der denne er tilnærma lik den dominerande.

Vår 1992	V-max (cm/s)	V-midd. (cm/s)	Domin. retn. (°)
R1 vest, 3 m djup	38	10	340
R1 vest, 14 m djup	22	5	350 (180)
R2 øst, 3 m djup	27	9	20 (190)
R2 øst, 14 m djup	22	5	20

3.1.1. Lagdelt strøm

To eksempel på strømmåling med utralyd sonde er synt i fig. 3.5 og 3.6. Begge profilane (presentert separat for h.h.v. fart og retning) blei tatt på stasjon H1 ute i Stokksundet. Profilane gjev ein del informasjon om strøm-sjiktning, men må for øvrig tolkast med varsemd.

Fig. 3.5 viser målingane frå 16/9 1991. Strømstyrke varierte mellom 5 og 15 cm/s relativt til båtens drift. Båten dreiv langsamt nordover. Derfor viser retningsobservasjonane "sørgåande" strøm på større djup. På 25-30 m djup var det eit strømskilje, med markert endring både i retning og styrke.

Fig. 3.6 viser måleresultat frå 23/3 1992. Også her dreiv båten langsamt mot nord mens målingane blei gjort. I dette tilfellet var det mest markerte strømskiljet i 5-6 m djup. Av målingane i rigg 1 (fig. A12) framgår det også at det i det aktuelle tidsrommet var motsatt retta strøm i 3 m og 14 m djup, med nordgåande strøm i 3 m. Fig. 3.6 stadfester at det var nordgåande strøm i øvre lag, også relativt til båten. D.v.s. at båten ikkje følgde heilt med strømmen.

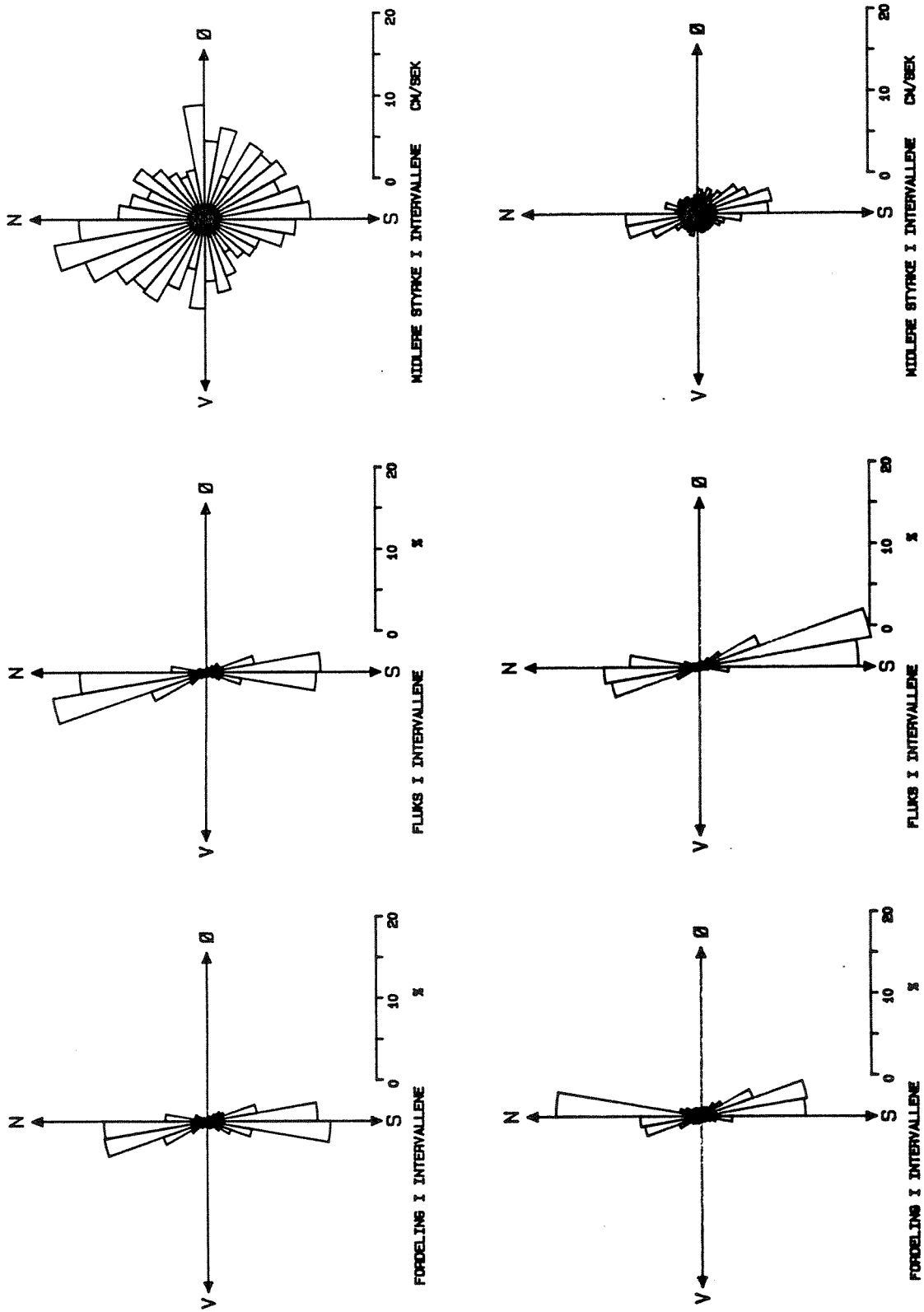


Fig. 3.1. Statistisk fordeling av strømmålingane frå haust-91 i posisjon R1 (vest), 3 m djup (øverst) og 14 m djup. Strømstyrkemålingane er talt opp i tilhøyrande retningsintervall. Strøm "rosa" i midten angir retning på hovedfluksen.

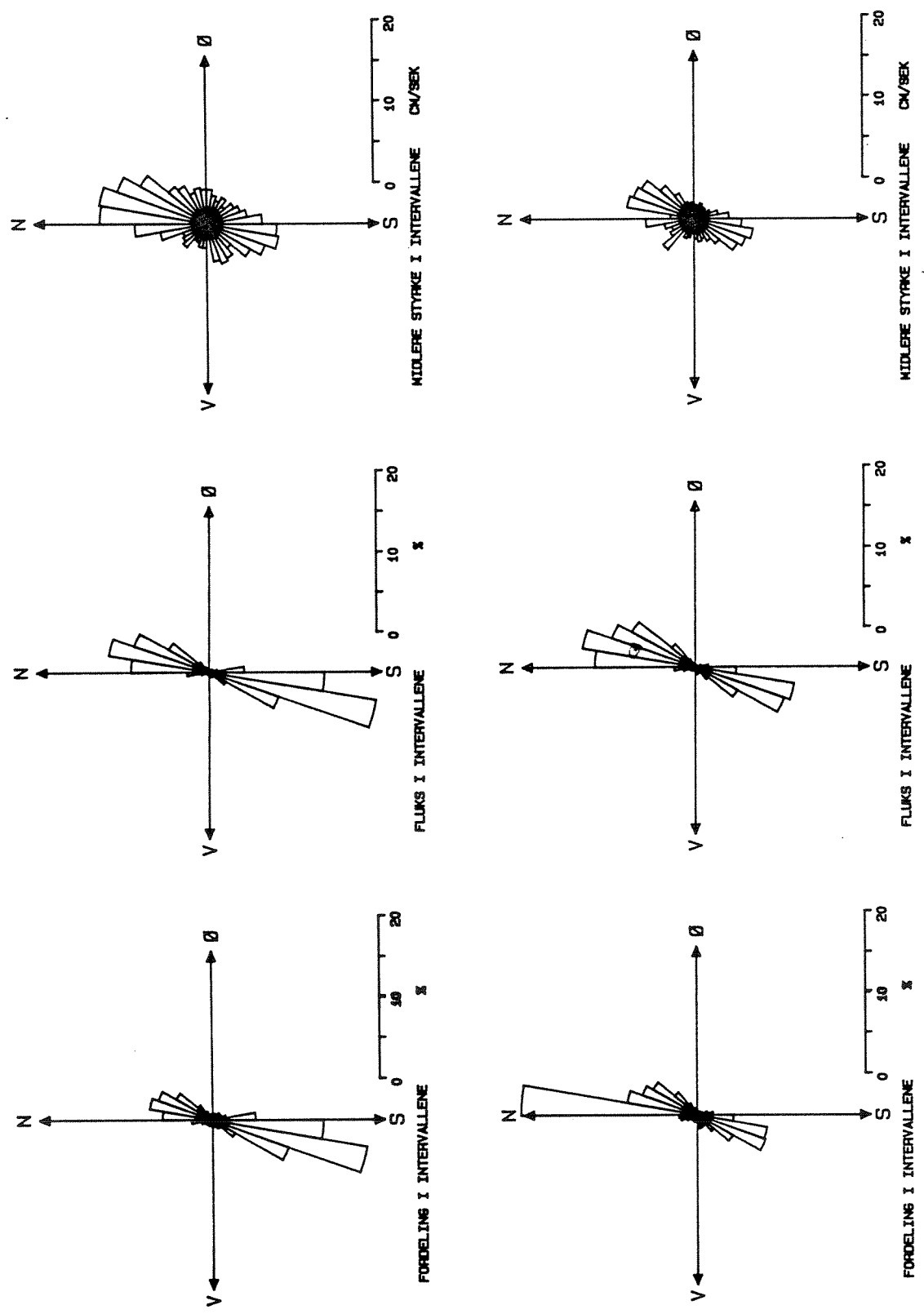


Fig. 3.2. Statistisk fordeling av strømmålingane frå haust-91 i posisjon R2 (øst). 3 m djup (øverst) og 14 m djup. Strømstyrkemålingane er tatt opp i tilhøyrande retningsintervall. Strøm "rosa" i midten angir retning på hovedfluksen.

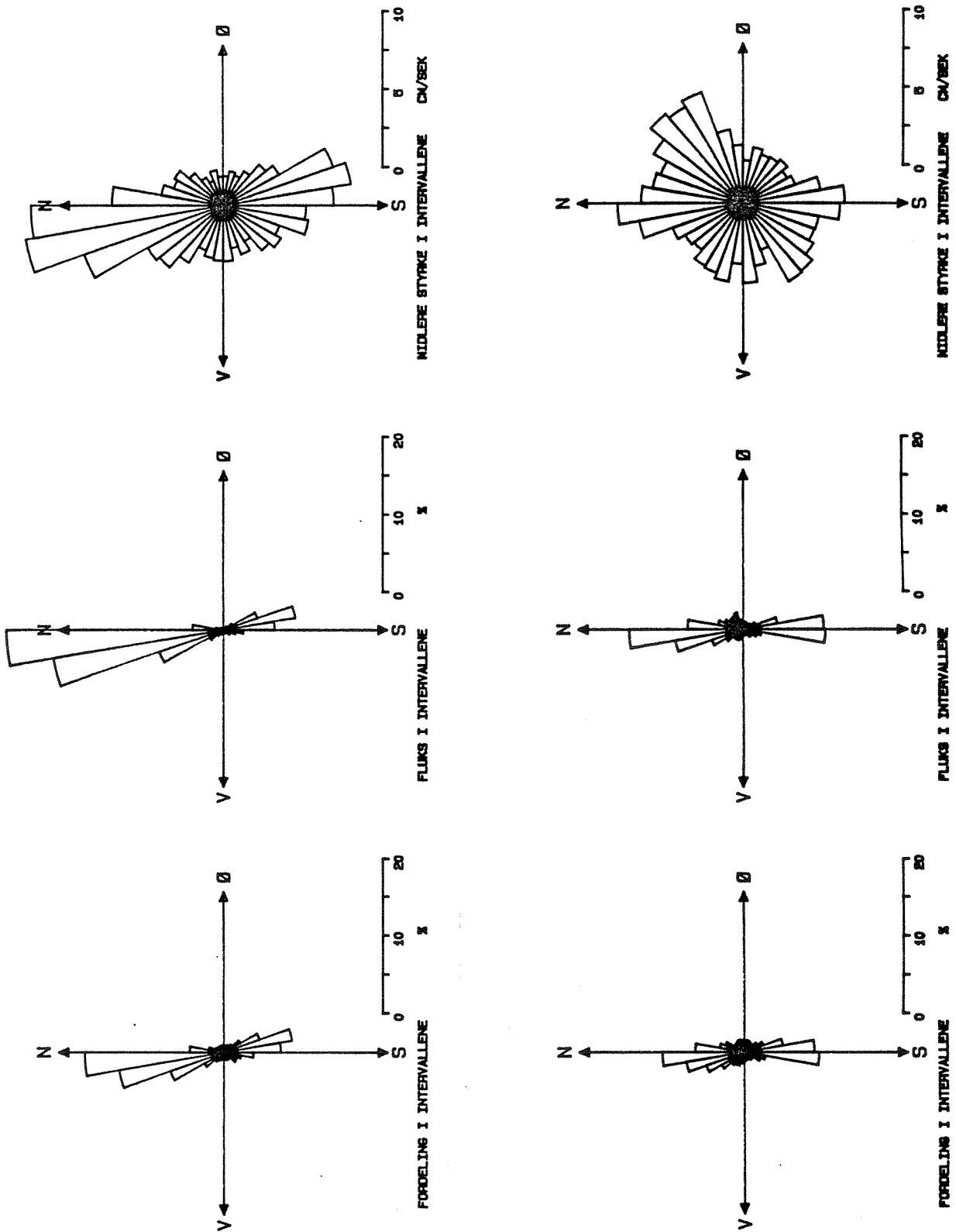


Fig. 3.3. Statistisk fordeling av strømmålingane frå vår-92 i posisjon R1 (vest). 3 m djup (øverst) og 14 m djup. Strømstyrkemålingane er talt opp i tilhøyrande retningsintervall. Strøm "rosa" i midten angir retning på hovedfluksen.

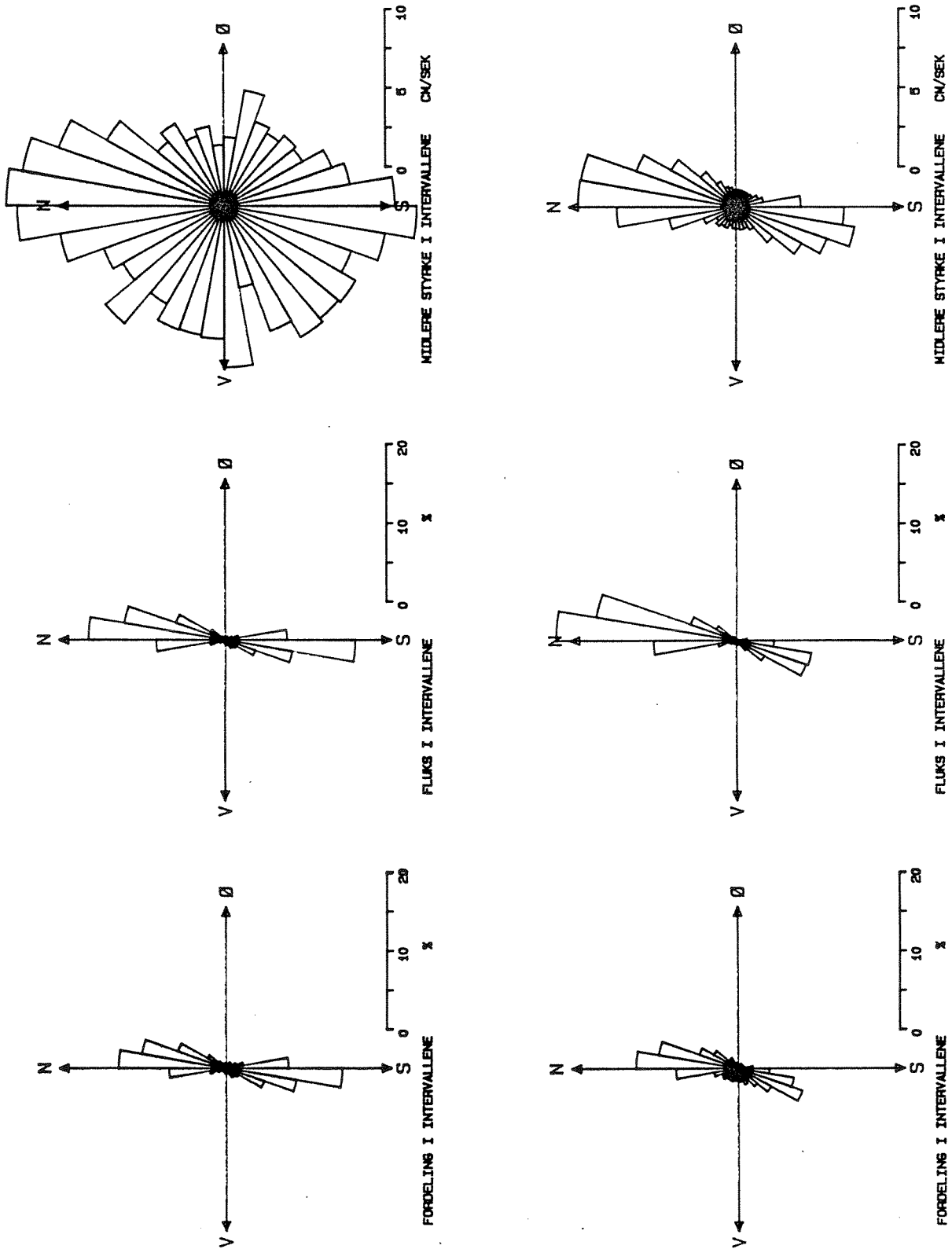


Fig. 3.4. Statistisk fordeling av strømmålingane frå vår-92 i posisjon R2 (øst). 3 m djup (øverst) og 14 m djup. Strømstyrkemålingane er tatt opp i tilhøyrande retningsintervall. Strøm "rosa" i midten angir retning på hovedfluksen.

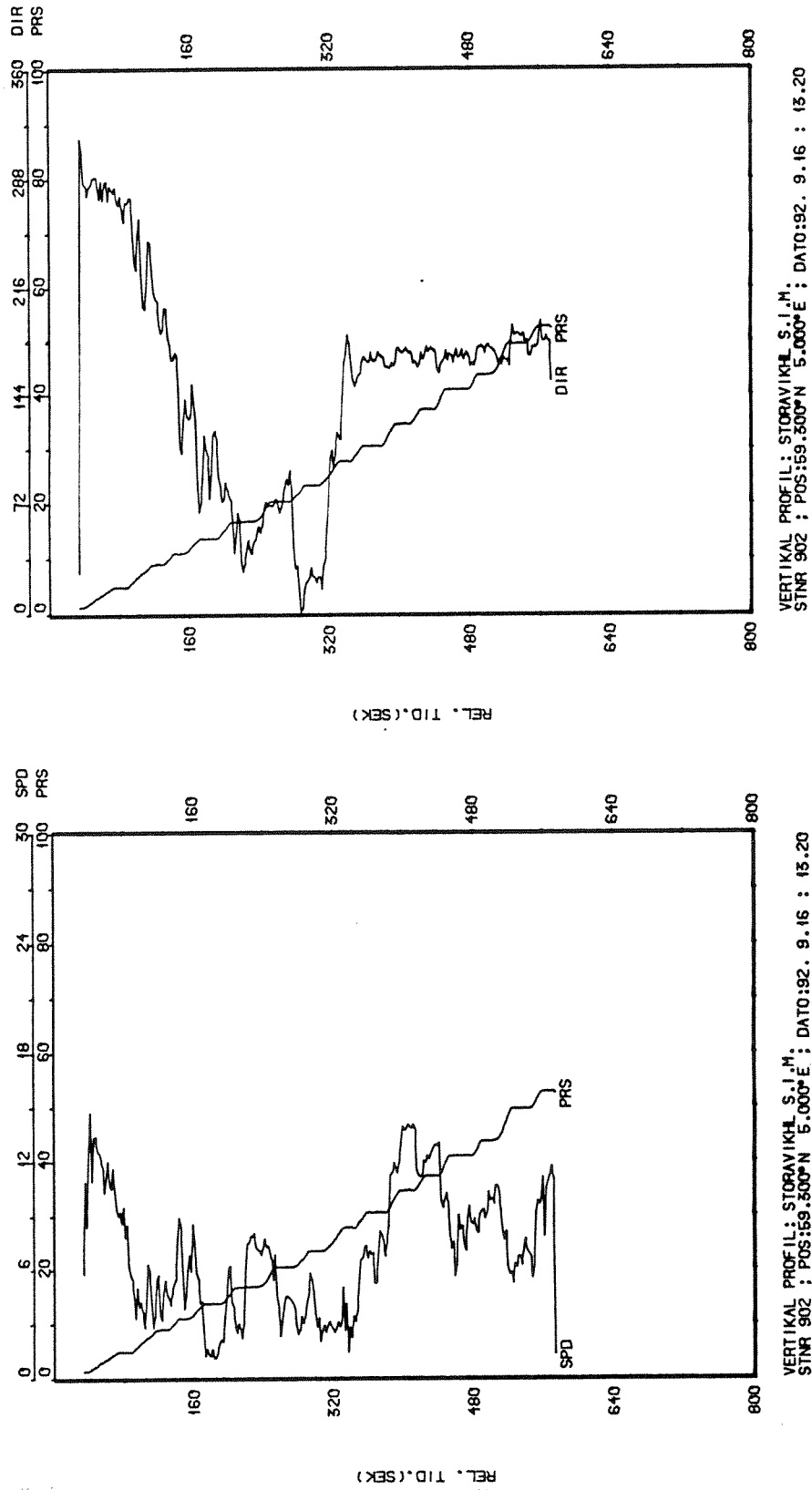


Fig. 3.5. Målt strømstyrke (SPD, cm/s) og strømretning (DIR) fra overflate til ca 45 m djup på stasjon H1 den 16/9 1991. Kurva PRS syner trykkkurva (=djup) for sonden undervegs nedover i sjøen. Måleintervall var 2 sekund.

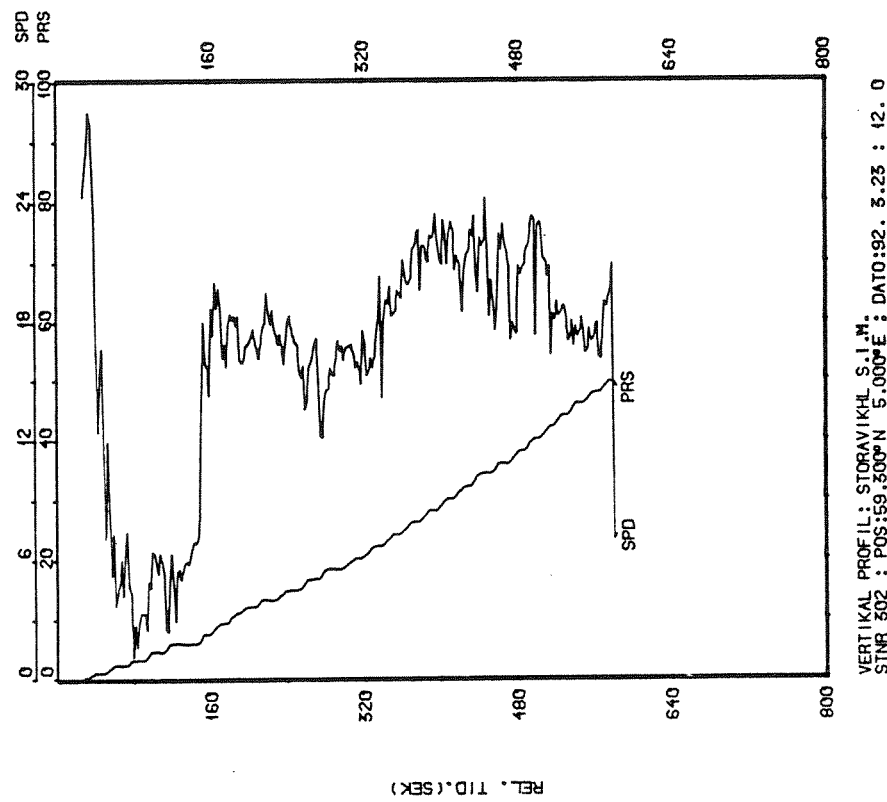
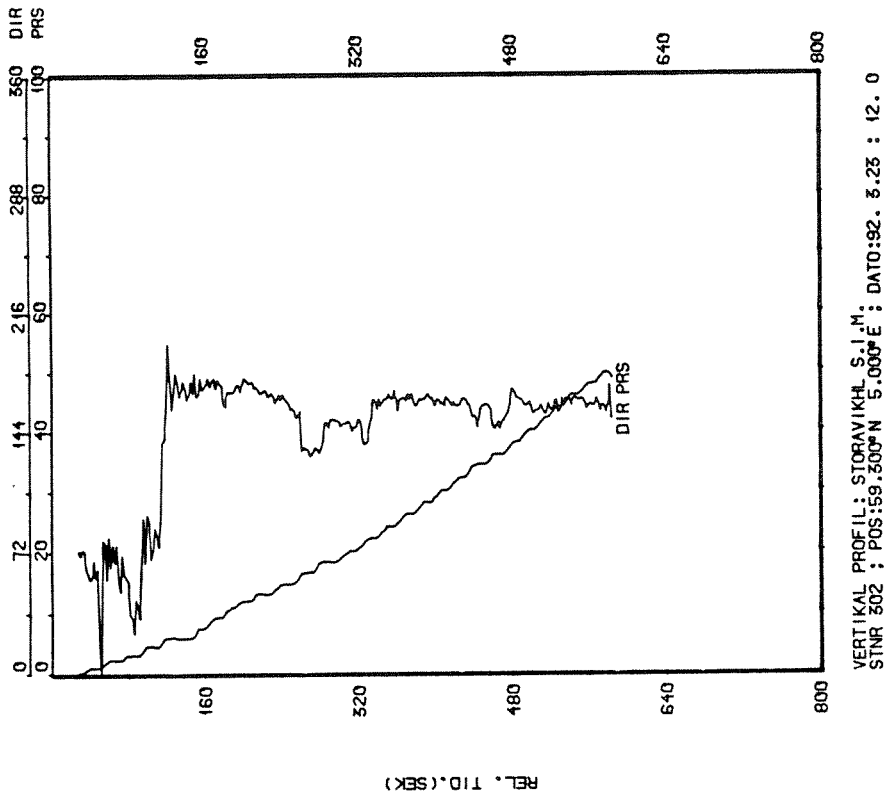


Fig. 3.6. Målt strømstyrke (SPD, cm/s) og strømretning (DIR) fra overflate til ca 45 m djup på stasjon H1 den 23/3 1992. Kurva PRS syner trykkurva (=djup) for sonden undervegs nedover i sjøen. Måleintervall var 2 sekund.

3.2. Hydrografi

Hydrografi inkluderer i vår samanheng salinitet og temperatur i sjøen, samt oksygenprøver. Salinitet og temperatur er målt dels ved vertikalprofilering med sonde, og dels ved hjelp av strømmålarane i dei aktuelle måleperiodene.

3.2.1. Kontinuerlege måleseriar

Måleseriane frå haust-91 og vår-92 er framstilt i vedlegg. For dei aktuelle parametrane var det kun små differansar mellom R1 og R2. Vi presenterer derfor i tabell 3.3 representative verdiar tilhøyrande kvart måledjup (3m, 14m) for kvar måleperiode.

Tabell 3.3. Nokre resultat frå målingane av salinitet og temperatur med strømmålarane. Temperaturar i gitt i grader Celsius. Salinitet i promille.

	Tmin	Tmidd	Tmax	Smin	Smidd	Smax
Haust-91 3m	11.3	12.6	13.2	28.4	30.5	32.3
Haust-91 14m	11.7	12.5	13.1	30.6	32.5	33.15
Vår-92 3m	5.0	5.9	6.9	28.4	30.1	33.2
Vår-92 14m	5.6	6.5	7.1	30.0	33.0	34.3

Stort sett falt større avvik frå middelveidien saman i begge måledjup. Om våren varierte densitetsforskjellen mellom 3 og 14 m djup mellom 0.4 og 4 kg/m³. I middel var forskjellen ca 2.5 kg/m³. Om hausten var tilsvarende variasjon mellom 0.5 og 3.5 kg/m³, mens middel forskjell låg rundt 1.5 kg/m³.

3.2.2. Vertikalprofilar

Vertikalprofilane dannar grunnlag for å berekne innlagingsdjup for utsleppsvatnet. To eksempel er synt i fig. 3.7 (haust-91) og 3.8 (vår-92).

Temperaturkurvene hadde motsatt karakter (gradient) i dei to periodene. I september 1991 var det fortsatt markert varme i sjøen. I mars-april 1992 var det relativt homogen temperatur, med litt kaldare vatn oppe (6°C) enn nede (7°C).

Sjiktninga var mest markert om hausten. I april var det 2, evt. tre separate lag med tilnærma nøytral sjiktning, adskilt med svake, men tydelege sprangsjikt (fig. 3.8b). Den aktuelle perioden vil vere følsam for grunn inlagring av utsleppsvatn (sigevatn) frå deponiet. Sprangsjiktet rundt 8 m djup kan imidlertid danne ei barriere for vidare oppstigning.

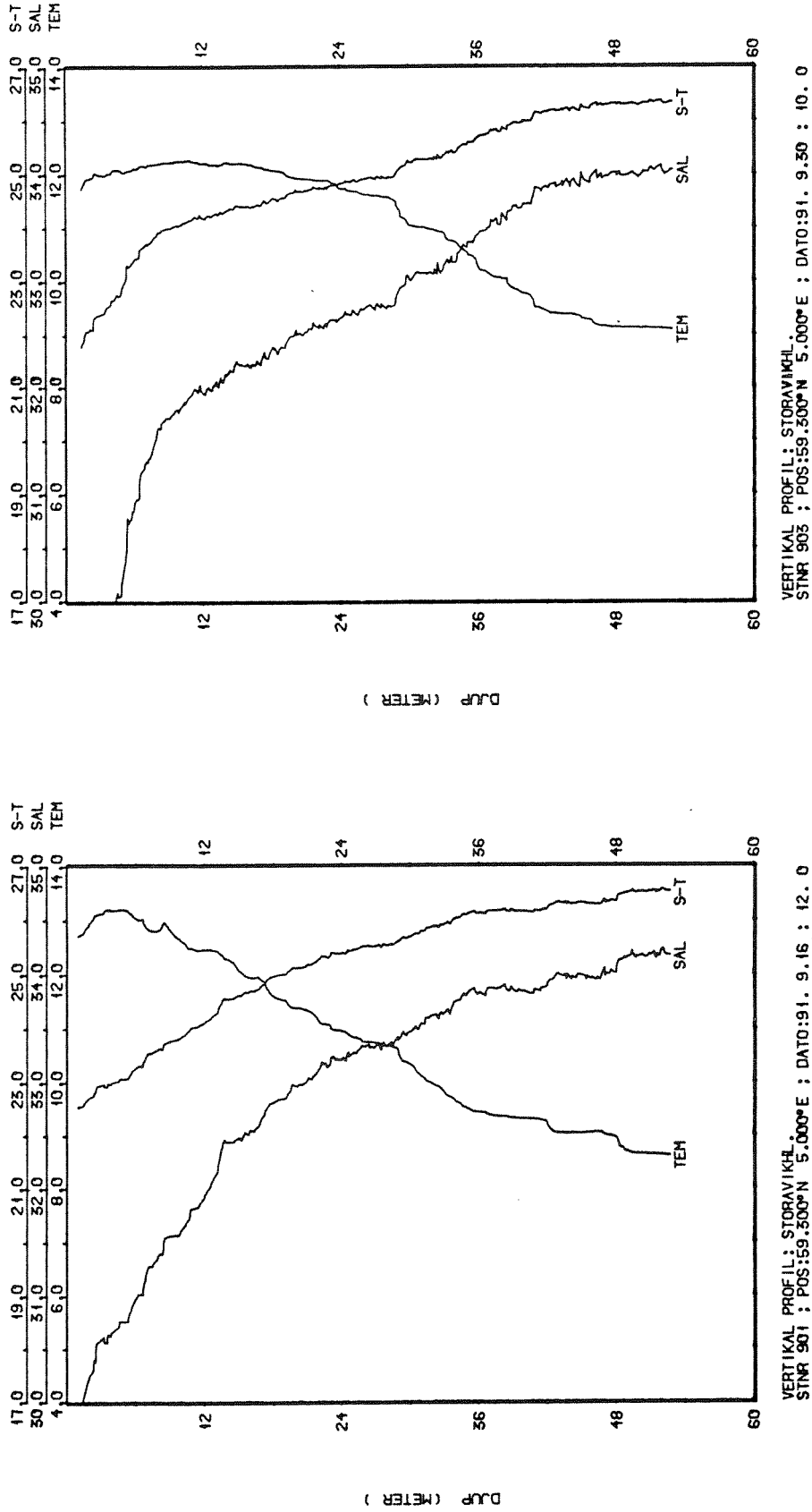


Fig. 3.7. Målt salinitet (SAL), temperatur (TEM) og berekna densitet (σ_t , S-T) i posisjon H2 den 16/9 og 30/9 1991.

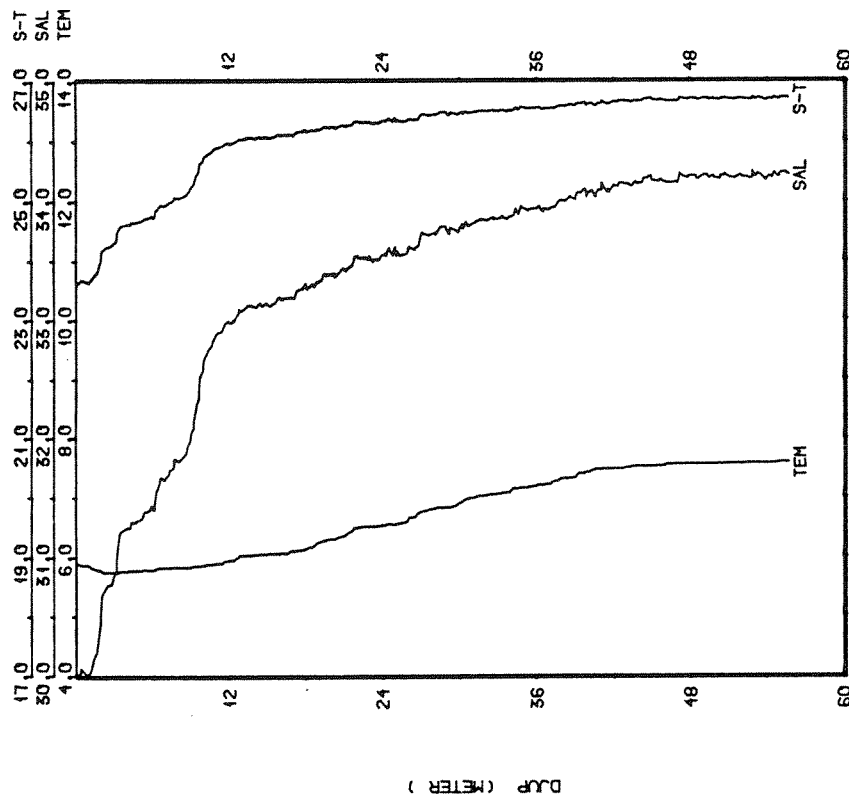
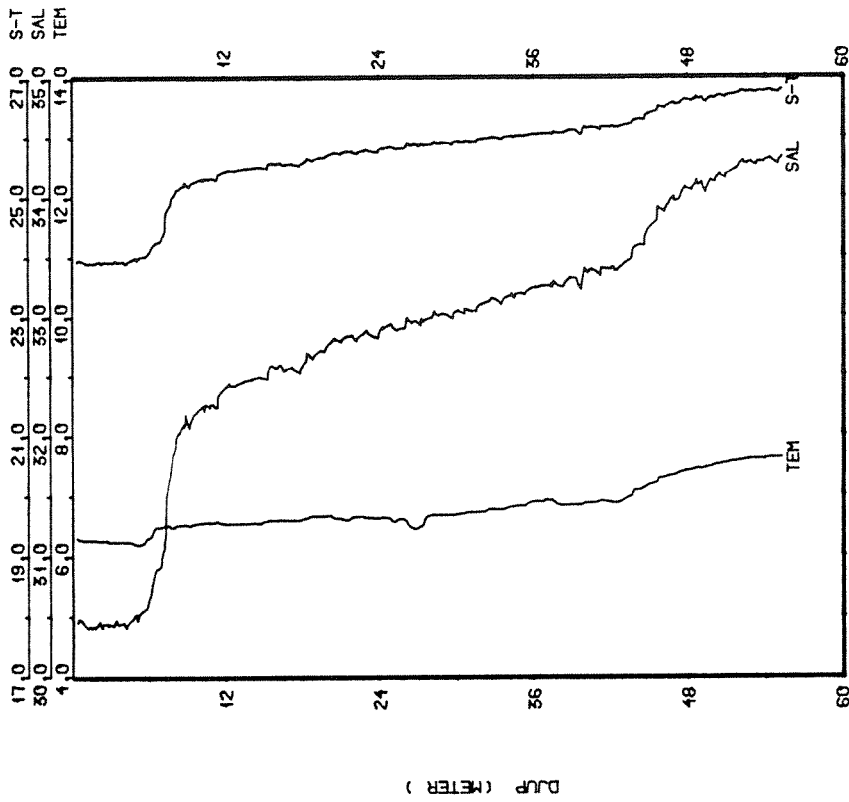


Fig. 3.8. Målt salinitet (SAL), temperatur (TEM) og berekna densitet (σ_t , S-T) i posisjon H2 den 23/3 og 9/4 1992.

3.3. Oksygenmålingar

Oksygenmålingane (Winklers metode) frå dei tre tokta der prøver blei tatt, er presentert i tabell 3.4. Alle oksygenverdiane representerte over 80 % metning, m.a.o. gode tilhøve i sjøen.

Det var ingen teikn til langvarig stagnasjon i den djuphola som ligg NA for Store Storavikholmen (stasjon H2) på dei aktuelle prøvetakingstidspunkta. På toktet 30/9 1991 blei det tatt prøver også på stasjon H1 utanfor, i Stokksundet. I 55 m synta prøven berre 0.22 ml/l høgare oksygenverdi enn innafør på stasjon H2 i same djup.

Tabell 3.4. Oksygenverdiar ved Store Storavikholmen i 1991-1992. Prøver blei tatt med vannhentar og analysert med Winklers metode. Metningsprosent er berekna ut frå samtidige verdiar av salinitet og sjøtemperatur. Verdiane frå djuphola på stasjon H2 er framheva.

Tidspunkt	Posisjon	Djup	O ₂ ml/l	Metn-%
16/9 1991	H2 (øst)	10 m	5.85	96.3
---"---	---"---	45 m	5.56	85.6
---"---	---"---	55 m	5.48	83.7
30/9 1991	H2 (øst)	10 m	5.44	88.6
---"---	---"---	45 m	5.73	88.6
---"---	---"---	55 m	5.51	85.0
---"---	H1 (vest)	10 m	6.33	103.1
---"---	---"---	45 m	5.53	85.5
---"---	---"---	55 m	5.73	88.4
23/3 1992	H2 (øst)	10 m	6.05	85.9
---"---	---"---	40 m	7.66	113.8
---"---	---"---	45 m	6.26	93.2
---"---	---"---	53 m	6.36	94.9
---"---	H1 (vest)	10 m	8.21	116.5
---"---	---"---	40 m	6.28	93.3
---"---	---"---	55 m	6.14	91.6

3.4. Sedimentprøver

Grabbprøvene tatt 16/9 1991 ga følgjande visuelle resultat (stasjonsplassering synt i fig. 2.3):

Stasjon 1, 59 m djup	Grå sand, ingen H ₂ S
Stasjon 2, 45 m djup	Småstein, m/rørmark
Stasjon 3, 17 m djup	Tang, skjellsand, sjøstjerne
Stasjon 4, 20 m djup	Fin sand + skjellsand, litt evjelukt

Sedimentprøver blei tatt ut, for analyse av tungmetall både hos Næringsmiddeltilsynet for Ytre Sunnhordland, og hos NIVA (ikkje parallellar for alle prøver). Desse prøvene vil utgjere eit viktig referansemateriale med omsyn til framtidig overvaking i resipienten.

Analysene ga følgjande resultat (alle verdiar i mg/kg (ppm), analyseresultat frå NIVAs lab er framheva):

Parameter	ST 1	St 2	St 3	St 4	"NORM"
Fe	9000	5000	3000/5000	-	30000
Cu	<10 / 7.5	<10	<15 / <15	12.7	25+/-10
Zn	40 / 42.9	84	100 / 100	57.8	100+/-10
Pb	40 / 42	45	100 / 85	71.5	20+/-10
Cd	<3 / 0.05	<3	5 / 4	0.16	0.2+/-10
Ni	13	15	77 / 22	-	20+/-10
Cr	<10	<12	<20 / <17	-	50+/-20
Hg	<0.03			<0.03	0.1+/-0.05

Fleire av parametrane hadde for lågt nivå til å kunne detekterast av Næringsmiddeltilsynets lab. For øvrig er det rimeleg godt samsvar mellom resultat frå dei to laboratoria, der det er samanlikningsgrunnlag. Parallellane for jern (Fe) på stasjon 3 syner ein del avvik, og kan indikere usikre analyseverdiar for denne parameteren.

Bakgrunnsverdiar

Det finns ingen eintydig standard for gradering av sediment-konsentrasjonar av tungmetall. Knutzen og Skei (1990) har angitt foreløpige forslag for "bakgrunnsnivå" av metall i marint sediment. Verdiane er imidlertid gjenstand for revisjon, og må nyttast med ei viss varsemd. Desse verdiane er angitt under "NORM" i foregåande tabell.

I relasjon til antatt bakgrunnsnivå ligg Fe, Cu, Zn, Cr og Hg alle rundt eller under respektive verdiar. Ni hadde ein verdi (sta 3) som låg over antatt bakgrunn (analyser ved Næringsmiddeltilsynet). Cd låg for høgt (hos Næringsmiddeltilsynet, ikkje NIVA) på stasjon 3. Pb låg over normen både for Næringsmiddeltilsynet og NIVAs analyser. For øvrig låg verdiane på stasjon 3 generelt sett vesentleg over verdiane på de andre stasjonane (det var ingen analyseverdiar frå NIVA for stasjon 3).

4. DISKUSJON

I dette kapittelet blir det gjort ei vurdering av moglege effekter av det framtidige utsleppet ved ulike plasseringsalternativ. Kunnskapen om fysisk og miljømessig tilstand dannar grunnlag for vurderingane.

4.1. Generell miljøtilstand

Målingane i sjøen i 1991 og 1992 indikerer at resipienten vestafor St. Storavikholmen (i Stokksundet) har tilfredsstillande utskifting og miljøtilhøve. Dette er som forventa ut frå almenne vurderingar.

Universitetet i Bergen fann tilfredsstillande resipienttilhøve inne i djuphola aust for St. Storavikholmen i ei gransking i 1989 (Johannessen, udat. rapp.). Den foreliggende granskinga har ikkje vore ei ordinær gransking av botnens flora og fauna. Miljøkartlegginga har m.a. hatt som formål å framskaffe supplerande grunnlagsdata for tungmetall før utsleppet frå deponiet startar ("baseline" type gransking).

Djuphola innafor Storavikholmen synte ingen teikn på overbelastning av organisk stoff eller oksygenvinn i 1991-92. Forskjell på kun 0.22 ml/l oksygen mellom djupvatnet innafor og vatn i tilsvarande djup utanfor indikerer liten stagnasjon i djupvatnet, og/eller liten belastning. Eit visst atterhald må takast ved at prøvene ikkje blei tatt på høgste sommaren mens oksygenforbruket i sjøen er stort. Observerte evjelukt i nordre del av Storavika kan tyde på ein viss oppsamling av organisk materiale der, på grunn av ofte forekomande sørleg vind. Lokalt tilsig frå busetnaden og markene inst i vika kan også gje visse bidrag her.

Forhøya nivå av visse tungmetall i høve til antatt "bakgrunn" lokalt inne i vika (Stasjon 3) kan muligens tyde på bidrag frå lokale utslepp der, eller at metallskrap o.l. er blitt dumpa tidlegare. Det er imidlertid litt usikkerheit knytta til analyseverdiane. Det var ingen parallelle analyser mellom Næringsmiddeltilsynet og NIVA på den aktuelle stasjonen. Med unntak av Fe og Hg (Hg ikkje målt på Stasjon 3) var alle verdiar på stasjon 3 høgare enn på dei kringliggende stasjonane.

4.2. Framtidig utslepp

Som basis for granskinga har vore framlagt to hovedalternativ for utslepp av sigevatn frå deponiet i Svartasmoget:

1. Utslepp i resipienten innafor St. Storavikholmen
2. Utslepp utom holmen, til Stokksundet.

Alternativ 2 vil medføre ein del ekstra installasjonskostnader. Det vil truleg også medføre noko vanskelegare inspeksjons- og vedlikehaldstilhøve i forhold til alternativ 1. Det er imidlertid ikkje tale om tekniske vanskar verken med alt. 1 eller 2. Eit vesentleg moment for avgjerd blir dermed dei miljømessige aspekta ved dei to alternativa.

På basis av dei to foreslåtte alternativa blei det gjort strømmålingar og andre registreringar på dei to sannsynlege utsleppsstadane. Desse registreringane skal dels nyttast til

å simulere spreingsmønster for tenkt utslepp, og dels for å vurdere eventuelle effekter av utsleppa.

4.2.1. Sigevatnet

Sigevassmengdene er ikkje berekna i detalj. Det vil vere tale om både sesongmessige variasjonar og korttidsvariasjonar. Eit forprosjekt (NOTEBY) utarbeidd for Svartasmoget deponi antyda max. tilrenning til fangdam (= vassmengde ut av røyret) på 50 l/s. Sannsynlegvis er dette i overkant for realistiske situasjonar.

Uansett vil det vere eit visst spekter av utsleppsverdiar, frå nær null til opp mot antyda max. verdi. Tilfella med stor vassfluks vil sannsynlegvis ikkje medføre vesentleg større sigevassmengder (forureina vatn) enn vanleg. Som utgangspunkt for modellberekningane omtalt nedanfor har vi valt to verdiar, på h.h.v. **1.5 l/s og 6 l/s**. Førstnemnde verdi ligg sannsynlegvis nær middelveidien, og siste ligg nær tilfelle med normal nedbør.

Kjemisk samansetnad av det framtidige sigevatnet er ikkje kjent. Uansett vil samansetninga variere over tid. Holtan og Åstebø (1990) ga tal for målte verdiar ved norske fyllingar, og for maksimalverdiar for kontrollerte forsøk. Dei målte verdiane er angitt i tabell 4.1. Målte verdiar ligg vesentleg lågare enn forsøks-verdiane.

Det er store usikkerheiter ved dei presenterte tala, som dermed bør nyttast med varsemnd. Målingar (stikkprøver) etter etablering av deponi vil gje peikepinn om kvar dei reelle nivåa ligg. Det dreiar seg imidlertid om overkonsentrasjonar (i høve til "bakgrunnsnivå" i resipienten på 100-1000 gonger. Kanskje meir enn 1000 for enkelte komponentar. For å kome ned i antatt bakgrunnsnivå bør altså utsleppsstrålen fortynnast minst 1000 gonger. For enkelte komponentar vil dette vere "rikeleg", men for andre akkurat nok.

Sidan sigevatnet inneheld store konsentrasjonar av næringsstoff, vil utsleppet i visse tider av året kunne gje opphav til uønska algevekst, særleg i ei eventuelt påverka strandsone. Dette vil særleg vere aktuelt ved grunn innlagring av (det fortynna) sigevatnet. Visse deler av dei (organiske) komponentane vil kunne felle ut, og evt. påverke djupvasskvaliteten i stagnasjonsområde.

Tabell 4.1. Målte verdiar av ymse komponentar i sigevatn (frå Holtan og Åstebøl, 1990).

Parameter	Målte verdiar
KOF, mg O/l	500 - 9000
NH ₄ -N, mg N/l	60 - 350
Tot-P, mg P/l	0.2 - 5.0
Tot Tørrstoff, mg/l	1000 - 6000
Susp. Tørrstoff, mg/l	100 - 500
Jern (Fe), mg/l	30 - 300

4.3. Modellberekningar for utsleppsstrålen

Primærfortynning

Utsleppsvatnet vil vere ferskvatn iblanda ymse stoff. Ferskvatnet vil vere vesentleg lettare enn omgjevande sjøvatn, og stig dermed mot overflata. Under oppstigninga blir det blanda med sjøvatn, og mister gradvis oppdrift. Enten innlagrar utsleppsvatnet seg i eit visst djup, eller det stig heilt til overflata. I begge tilfelle vil det bestå i vesentleg fortynna form.

Til å simulere den nemnde oppstigninga og fortynninga har vi nytta NIVAs EDB modell "JETMIX". Formuleringa for modellen baserer seg på eit sett av første ordens differensiallikningar som uttrykker konservering av masse og momentum (bevegelsesmengde) under blandingsprosessen, "primærfortynningsprosessen".

Berekningane baserer seg på gjevne data for sjikting (hydrografi), og for utsleppskonfigurasjonen (utsleppsdjup, utsleppsfluks m.m.). Ref: Bjerkeng og Lesjø, 1973. Sjiktingsdata har vi tilgang til gjennom dei målingane som er foretatt i prosjektperioden. Rørdiameteren er antyda 200-250 mm av oppdragsgjevar. Utsleppsdjup er ikkje oppgitt. Det ligg innafor mandatet til denne granskinga å rådgje også om dette. Forskjellige djup blir derfor simulert.

Resultat av berekningane er synt i tabell 4.2. Fem ulike hydrografiske profilar utgjer datagrunnlaget. Tidspunkta for desse profilane er synt i tabellen. Dei hydrografiske målingane synte at det var liten eller ingen forskjell i hydrografiske tilhøve mellom dei ulike målestadane. Derfor har vi fritt valt målingar frå enten H1 eller H2 frå dei ulike tidspunkt.

Forklaring til berekningsresultata synt i tabell 4.2:

For kvar hydrografisk profil (nr 1,2,3..) er det gjort 8 ulike berekningar. Desse svarar til utsleppsdjup på 10m, 20m, 30m og 40m, kvart med to utsleppsmengder: 1.5 l/s tilsvarar om lag 0.05 m/s utgangsfart, og 6 l/s ca. 0.2 m/s utgangsfart (VEL). Rørdiameter er 0.2 m (200 mm) for alle berekningane.

Modelleringsresultata er synt til høgre i tabellen. Kolonnene under NEUTRAL POINT refererer seg til innlagring. WIDTH antydar tjukkelsen på plumen. Viktigaste resultat er CENTER DILUTION, som viser senterfortynning etter utslepp, og DEPTH, som viser nøytralt innlagringsdjup for dei ulike tilfella.

Som det framgår av resultatata (tabell 4.2), aukar innlagringsdjupet med aukande utsleppsdjup, og avtar med auka utsleppsmengde. Middelveidiar for innlagringsdjup og fortynning er synt i tabell 4.3.

Utslepp i 10 m gir i fleire av tilfella (måletidspunkta) overflatepåverknad. Våre hydrografiske observasjonar dekkjer neppe dei mest kritiske tilfella med svak eller ugunstig sjikting. Ein reell års-serie med hydrografi ville sannsynlegvis avdekka fleire perioder med overflatepåverknad, som kan ansjåast som lite gunstig. Generelt kan vinter- og vårperioden betraktast som ugunstige. Ekstra næringssalttilførsler om våren vil kunne stimulere ellers forekomande algeoppblomstring. Ut frå denne meldinga bør utslepp i 10 m frå Svartasmoget ikkje velgast dersom ein vil unngå negativ overflatepåverknad.

Tabell 4.2. Modellberegninger for sigevassutslepp frå deponi Svartasmoget. For kvart simulert utsleppsdjup (10-40 m) er to ulike vassfluksar simulert, basert på i alt 5 ulike hydrografiske profiler.

JET DATA AFTER CONTRACTION						RESULTS						
FILE						NEUTRAL		POINT		EXTREMAL DEPTHS		
NR.	HOLE NR.	DEPTH (M)	DIAM. (M)	VEL. (M/S)	ANGLE DEG.	WIDTH (M)	ANGLE DEG.	CENTER DILUT.	DEPTH (M)	EQS. (M)	GRAV. (M)	
16/9 91	1	10.0	.20	.05	30	1.0	89	44	5.4	4.2	2.3	
	2	10.0	.20	.20	30	1.2	88	27	4.4	2.5	< .0	
	3	20.0	.20	.05	30	1.4	89	62	14.1	12.8	11.3	
	4	20.0	.20	.20	30	1.6	88	40	12.8	10.6	6.9	
	5	30.0	.20	.05	30	1.0	89	47	25.2	23.3	19.6	
	6	30.0	.20	.20	30	1.8	88	43	22.4	19.7	15.9	
	7	40.0	.20	.05	30	DISCHARGE OUTSIDE DENSITY RANGE						
	8	40.0	.20	.20	30	DISCHARGE OUTSIDE DENSITY RANGE						
30/9 91	1	10.0	.20	.05	30	.9	89	36	5.8	4.7	3.1	
	2	10.0	.20	.20	30	1.2	88	23	4.9	3.3	<1.0	
	3	20.0	.20	.05	30	1.5	89	93	12.8	10.7	7.5	
	4	20.0	.20	.20	30	2.1	89	63	10.6	7.7	5.0	
	5	30.0	.20	.05	30	1.8	89	115	21.8	19.2	16.1	
	6	30.0	.20	.20	30	2.4	89	79	19.1	16.1	11.2	
	7	40.0	.20	.05	30	1.4	89	78	33.5	31.5	28.2	
	8	40.0	.20	.20	30	2.0	89	58	31.0	28.3	24.1	
5/12 91	1	10.0	.20	.05	30	1.3	89	70	3.9	2.6	<1.0	
	2	10.0	.20	.20	30	1.6	88	41	2.8	<1.0	<1.0	
	3	20.0	.20	.05	30	2.5	89	255	7.5	5.7	2.9	
	4	20.0	.20	.20	30	2.7	89	117	6.7	3.8	<1.0	
	5	30.0	.20	.05	30	1.6	89	108	22.3	20.0	14.0	
	6	30.0	.20	.20	30	2.3	89	72	19.9	10.7	2.8	
	7	40.0	.20	.05	30	1.6	89	99	32.7	30.7	26.8	
	8	40.0	.20	.20	30	2.1	89	64	30.6	26.7	20.0	
23/3 92	1	10.0	.20	.05	30	1.4	89	67	3.9	2.9	1.5	
	2	10.0	.20	.20	30	1.6	88	38	3.0	1.3	<1.0	
	3	20.0	.20	.05	30	1.7	89	123	11.7	10.1	8.3	
	4	20.0	.20	.20	30	2.0	89	65	10.6	8.6	6.1	
	5	30.0	.20	.05	30	2.0	89	156	20.5	17.8	13.3	
	6	30.0	.20	.20	30	2.8	89	105	17.3	13.8	9.1	
	7	40.0	.20	.05	30	2.6	89	218	28.3	24.6	20.0	
	8	40.0	.20	.20	30	3.5	89	150	24.2	20.2	14.4	
9/4 92	1	10.0	.20	.05	30	1.4	89	67	3.9	2.9	1.5	
	2	10.0	.20	.20	30	1.6	88	38	3.0	1.3	<1.0	
	3	20.0	.20	.05	30	1.7	89	118	11.9	10.9	8.4	
	4	20.0	.20	.20	30	2.0	89	65	10.6	8.7	6.2	
	5	30.0	.20	.05	30	2.0	89	156	20.5	17.5	13.1	
	6	30.0	.20	.20	30	2.8	89	106	17.3	13.5	9.0	
	7	40.0	.20	.05	30	2.5	89	204	28.8	25.0	20.1	
	8	40.0	.20	.20	30	3.5	89	148	24.3	20.4	14.5	

EXTREMAL DEPTHS:- EQS. : MIXING CONTINUED AFTER NEUTRAL POINT
 - GRAV.: NO MIXING, ONLY GRAVITY AFTER NEUTRAL POINT

< : BEYOND MIN DEPTH OF DENSITY RANGE

Utslepp i 20 m eller djupare ga aldri direkte overflatepåverknad etter innlagring. 20 m alternativet ga minste innlagring på 6.7 m. Med dei hydrografiske variasjonane som kan forventast gjennom eit heilt år, er ein likevel ikkje heilt gardert mot grunn innlagring til tider.

Fortynningsfaktorane umiddelbart etter innlagring vil ligge i området 70-150 (sett bort frå 10-m alternativet). I høve til betraktningane i avsnitt 4.2.1, må det dermed ei viss sekundærfortynning til for å kome ned mot antatt bakgrunnsnivå for ulike komponentar. Utsleppet vil definere eit influensområde, som nødvendigvis ikkje er like stort for dei ulike komponentane.

Tabell. 4.3. Middelveidiar for innlagringsdjup og senterfortynning for h.h.v. 1.5 l/s og 6 l/s, og ulike utsleppsdjup.

	Innlagringsdjup (m)		Senterfortynning	
	1.5 l/s	6 l/s	1.5 l/s	6 l/s
10 m	4.58	3.62	57	33
20 m	11.60	10.26	130	70
30 m	22.06	19.20	116	81
40 m	30.82	27.53	150	105

4.4. Sekundærfortynning og influensområde

Sekundærfortynninga tar til umiddelbart etter innlagring. Det fortynna sigevatnet (fortynningsfaktorar som synt i tabell 4.2) vil bli spreidd med strømmen, og gradvis vidare fortynna med omjevande vatn. Det fører for langt å foreta detaljert modellering av sekundærfortynninga. Til det er kunnskap om bl. a. sigevasskonsistens og vasskvalitet i omjevnadane for liten. Ein analyse av storleiksordenar er mest nyttig.

Ved berekning av influensområdets utstrekning og fasong er data om **strømforhold** i resipienten essensielle. Strømmen i resipienten ved Storavikholmen er, som våre målingar syner, ikkje einsretta. Influensområdet for ein gjeven komponent vil dermed ha utstrekning til begge sider av utsleppspunktet.

Om vi ser bort frå utslepp i 10 m, som vil gje grunn innlagring, er det mest realistisk å ta utgangspunkt i strømmålingane i 14 m djup. Tabell 3.1 og 3.2 (side 14-15) synte hovedretninga på strømmen i dette djupet for h.h.v. haust - og vårperioden. Vårperioden er sannsynligvis mest kritisk m.o.t. negative biologiske verknader av sigevassutsleppet (alger m.m.).

I vår-perioden synte den statistiske fordelinga av observasjonane overvekt av nordgåande strøm i begge måleposisjonar. **60 %** av observasjonane i vestlege posisjon, og **75 %** i østlige posisjon hadde nordgåande strøm. Desse prosent-andelane angir også om lag "fasongen" på influensområda på dei to stadane, i høve til tenkte utsleppspunkt i måleposisjonane.

Den nordgåande strømkomponenten i 14 m djup peikar i retning av potensielt sårbare og grunne område i begge tilfelle. Sårbarheita er imidlertid sannsynlegvis vesentleg større for dei skjerna områda nørst i Storavika. Med ein middel strømfart på 7-8 cm/s, vil influensområdet (definert ved 10 % grense for overkonsentrasjon) for dei viktigaste komponentane vere av storleiksorden **100-150 meter**, retning nordover frå utsleppspunkt.

4.5. Anbefalt utsleppsstad

Med eit 150 m langt influensområde i retning nord frå utsleppsstad, vil utslepp austafør store Storavikholmen med stor grad av sannsynlegheit kunne påverke dei grunnare områda nørst i Storavika negativt. Dels grunna sekundæreffekter i vannsøyla, slik som ekstra pelagisk algevekst, med redusert vasskvalitet. Antydningane om forhøya tungmetallinnhald i sediment nørst i Storavika (vår "stasjon 3") peikar også mot ei viss varsemd mot ytterlegare belastning.

Synlege effekter av sigevatnet vil kanskje ikkje oppstå første tida etter at deponiet i Svartasmoget er tatt i bruk. Deponimengdene vil auke gradvis, med sannsynlegheit for gradvis auka utslepp. Ein del komponentar vil også ha lang retensjonstid inne i deponiet før utlekking, og kan først kome ut i vesentlege mengder fleire år etter deponering. Dette gjer at ein skal vere varsam med å basere seg for mykje på erfaringsmateriale frå sigevassgranskningar frå reeltivt nye deponi/fyllingar, som gjerne kan medføre moderat eller liten (synleg) påverknad.

Eit utsleppspunkt utanfor Storavika (vest eller NV for store Storavikholmen, vil ha eit relativt stort ope område til sekundærfortynning (og har i tillegg mindre dominerande nordgåande strømkomponent, jamfør tabell 3.1, 3.2).

Vi anbefaler derfor at utsleppet blir ført ut forbi Storavika. Eit utsleppspunkt i nærleiken av måleposisjon "H1" (fig. 1.4) bør høve. Utsleppsdjupet bør helst vere 30 meter eller djupare.

4.6. Framtidig overvaking

Foreliggende estimat for konsistens av sigevatn, og sigevassmengder er til dels svært usikre. For å verifisere foreliggende vurderingar, bør ein lage eit kontinuerleg måleprogram for sigevatnet (i oppsamlingsskum) som dekkjer ulike nedbørssituasjonar.

Større sigevassmengd enn 6 l/s vil medføre grunnare innlagring enn det dei foregåande berekningane syner. Det bør derfor leggest vinn på å kunne danne seg eit bilete av fordelinga (variasjonen) av sigevatn over eit normalt år.

Enkle sporstoff-forsøk nær utsleppet vil kunne dokumentere sigevatnets innlagringsdjup og influensområdets utstrekning. For øvrig må eit overvakingsprogram avtalast nærare med Miljøvernavingdelinga.

LITTERATUR

Aanderaa Instruments, 1987: Operating Manual, RCM 7 & 8. Instrumentmanual. Aanderaa Instruments, Bergen.

Bjerkeng, B. og A. Lesjø, 1973: Mixing of a jet into a stratified environment. Rep. No. O-126/2, NIVA, Oslo.

Golmen, L. G., 1986: Flytebru Bømlo-Stord. Konsekvensar for straumtilhøve og vassmiljø. Rapp. nr. 1923, NIVA, Oslo.

Holtan, H. og S.O. Åstebøl, 1990: Håndbok i innsamling av data om forurensingstilførsler til vassdrag og fjorder. Rev. utg. Rapp. nr. 2510, NIVA, Oslo.

Johannessen, P., 1989(?): Resipientundersøkelse i Storviken ved Svartasmoget, Fitjar kommune. Rapp. inst. for marin biologi, Univ. i Bergen.

Knutzen, J. og J. Skei, 1990: Kvalitetskriterier for miljøgifter i vann, sedimenter og organismer, samt foreløpige forslag til klassifikasjon av miljøkvalitet. Rapp. nr. 2540, NIVA, Oslo.

FIGURVEDLEGG

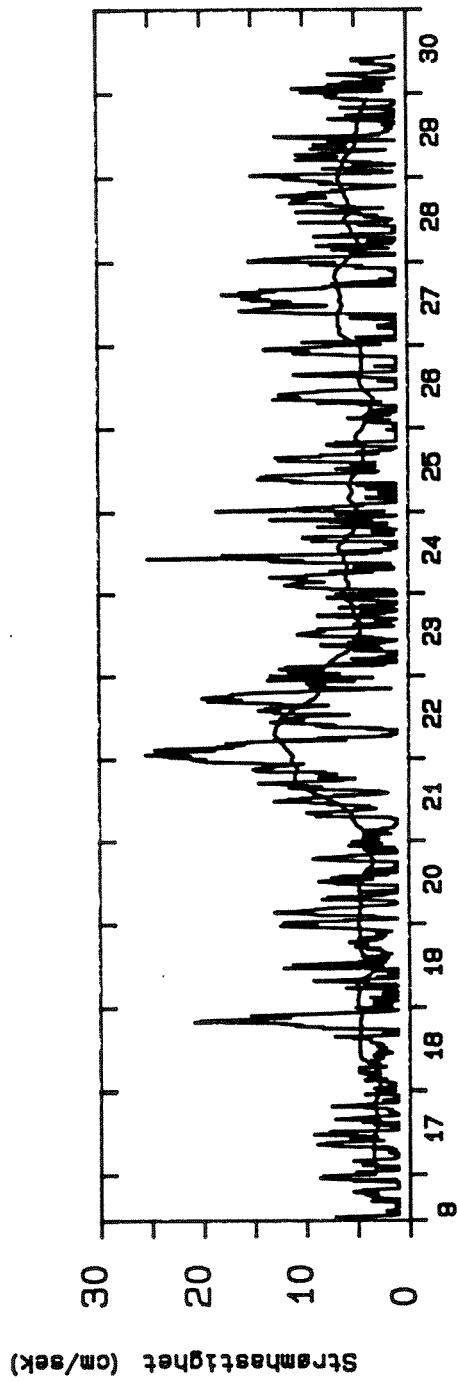
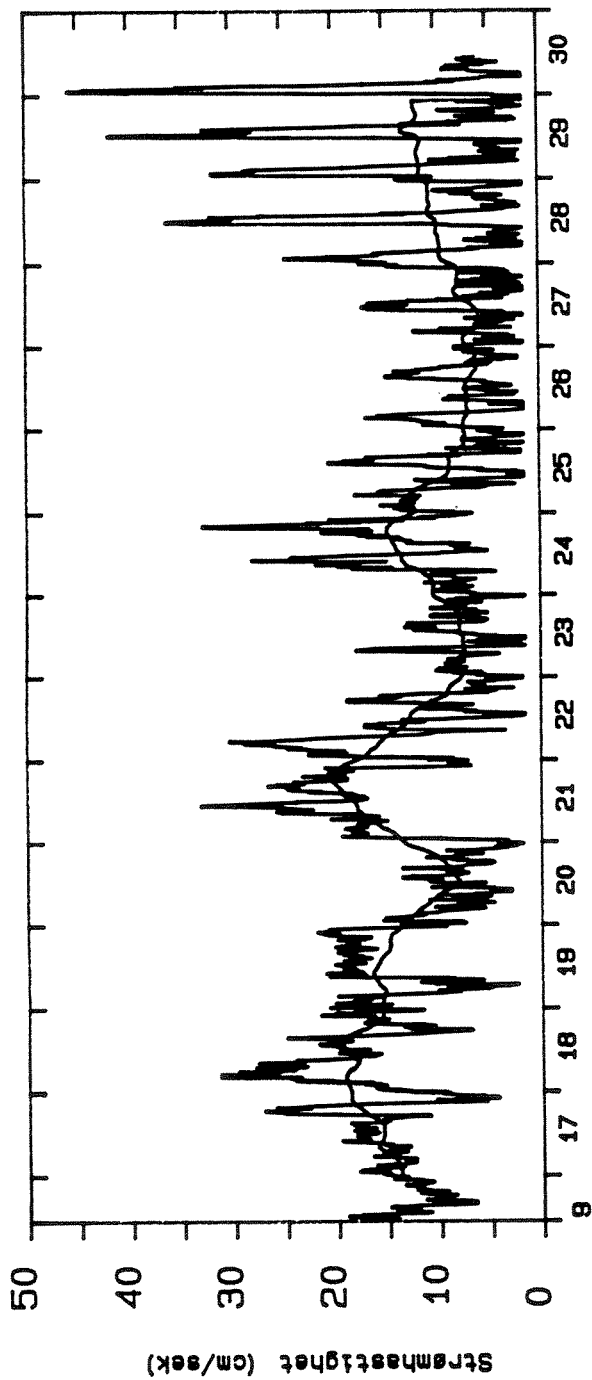


Fig. A1. Målt strømstyrke i posisjon R1 (vest) haust-91. Måleperiode 16/9-30/9 1991. Måledjup 3m (øverst) og 14 m. Den midla kurva syner 25 timars glidande middel (for å fjerne signal frå halvdagleg tidevatn).

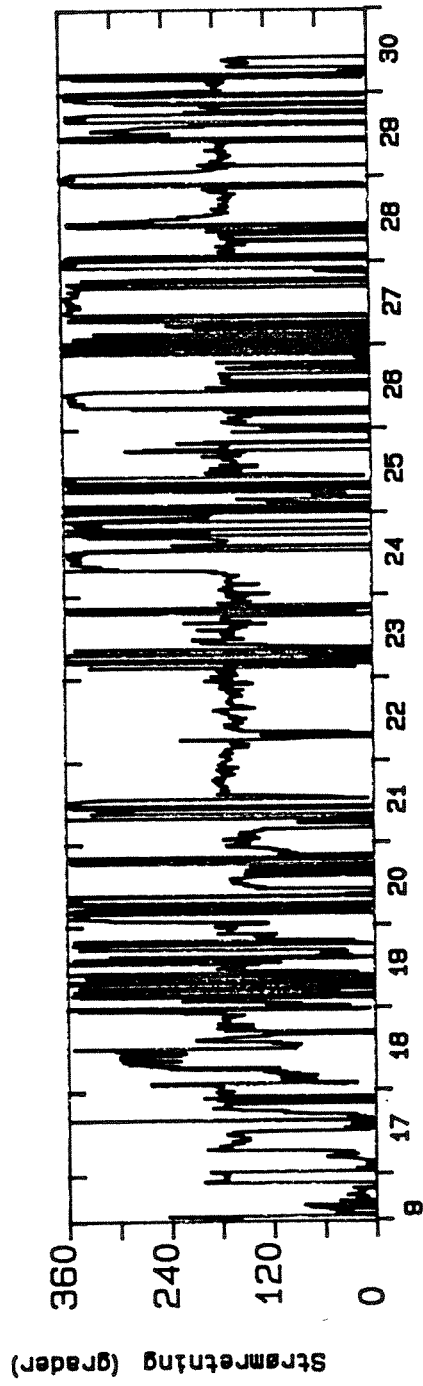
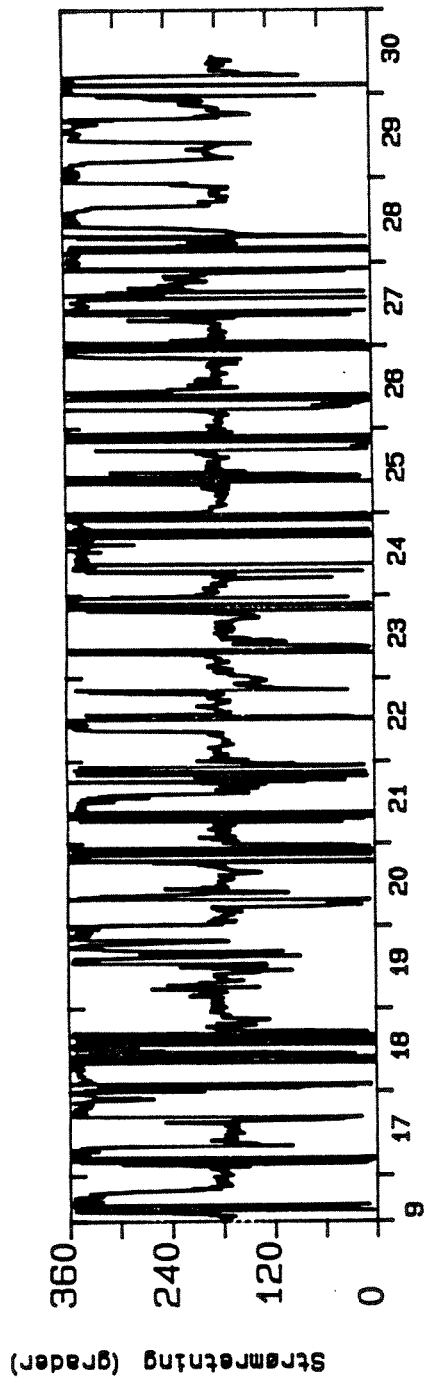


Fig. A2. Målt strømretning i posisjon R1 (vest) haust-91. Måleperiode 16/9-30/9 1991. Måledjup 3m (øverst) og 14 m. Målingane syner kva retning strømmen går mot.

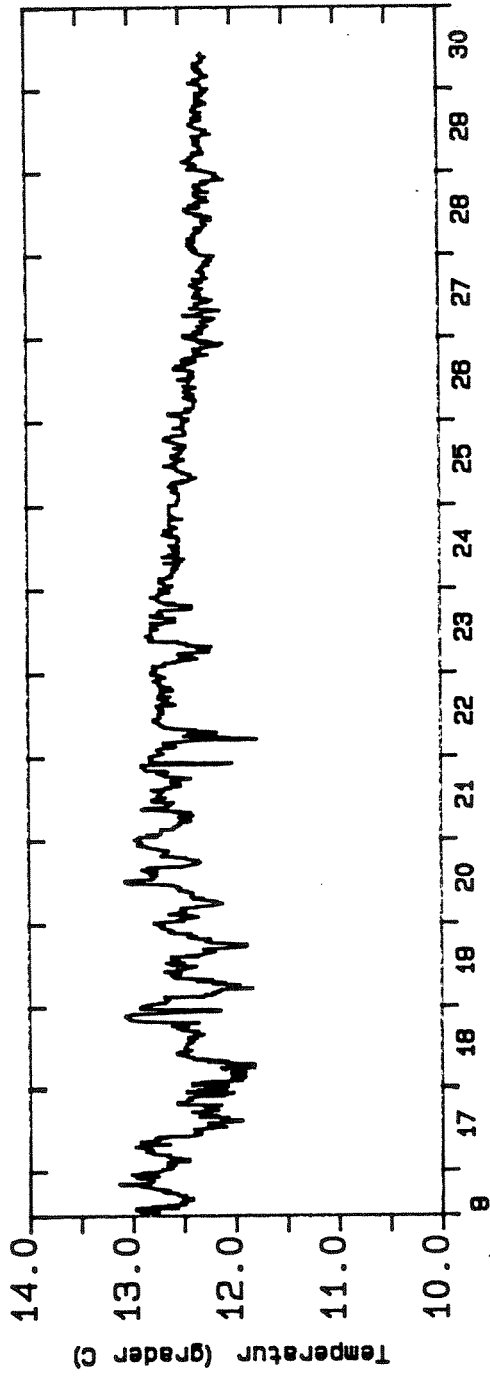
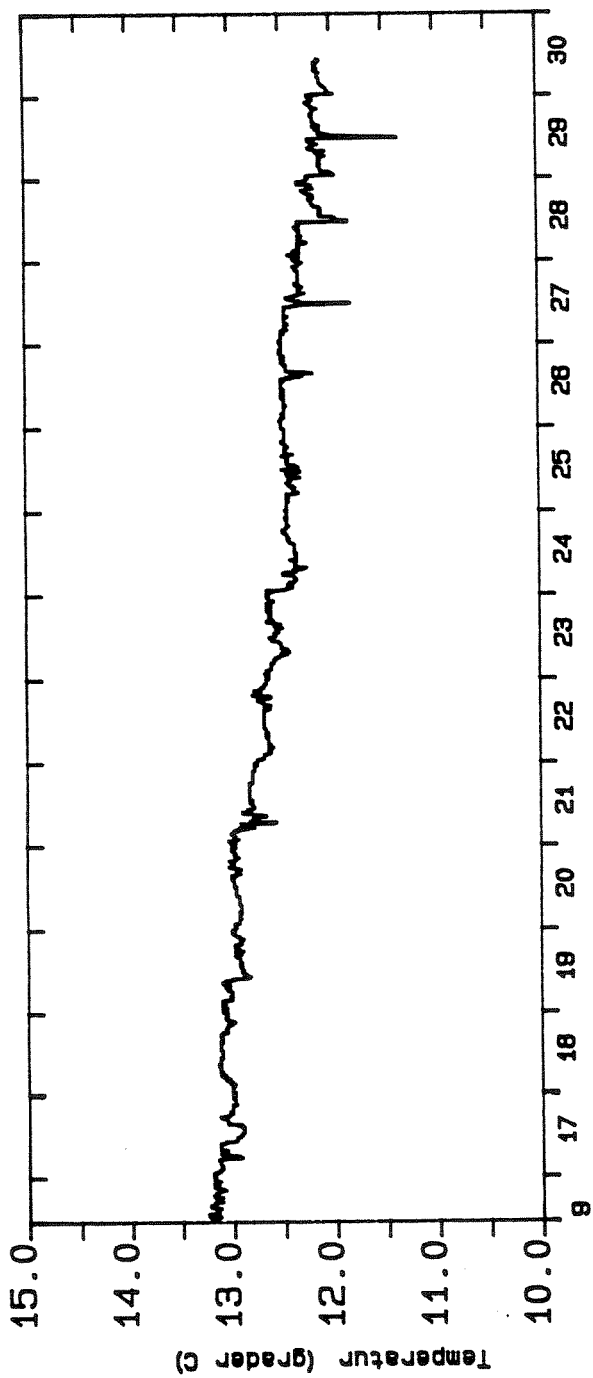


Fig. A3. Målt temperatur i posisjon R1 (vest) haust-91. Måleperiode 16/9-30/9 1991. Måledjup 3m (øverst) og 14 m.

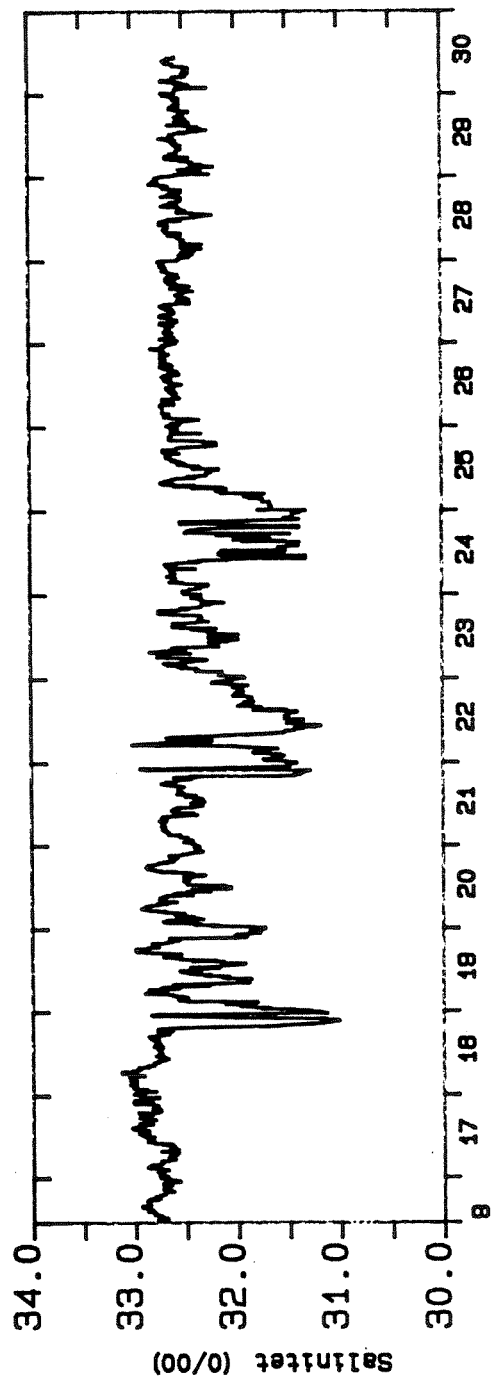
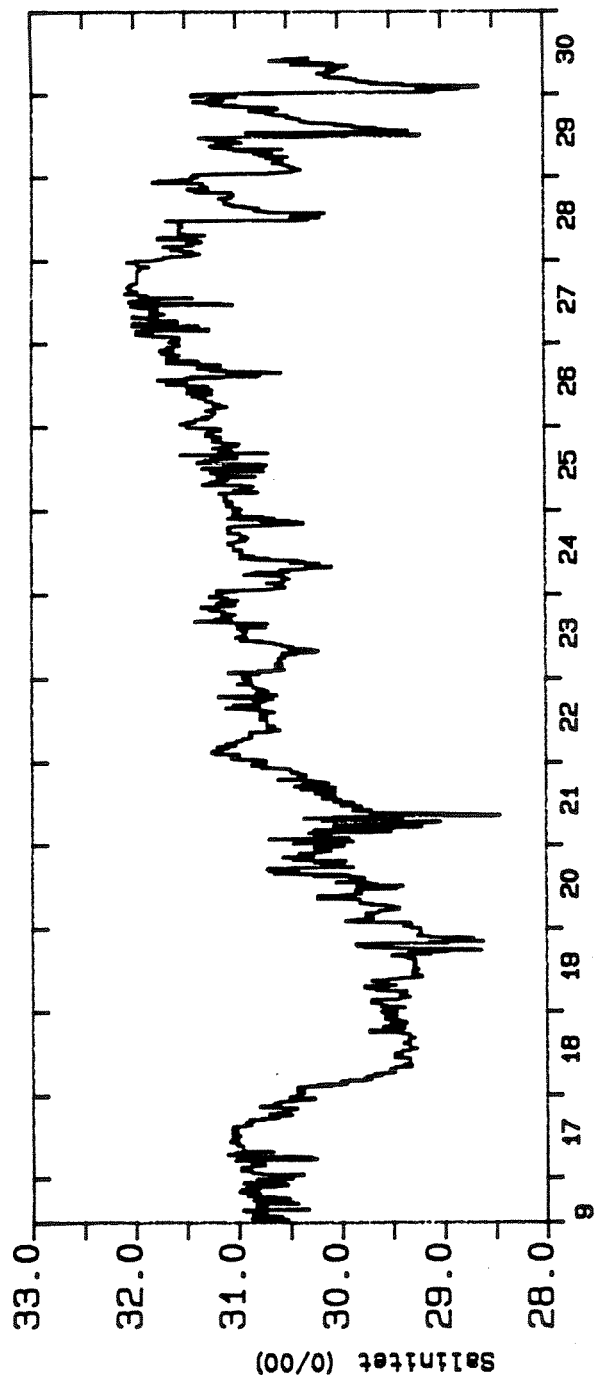


Fig. A4. Målt salinitet i posisjon R1 (vest) haust-91. Måleperiode 16/9-30/9 1991. Måledjup 3m (øverst) og 14 m.

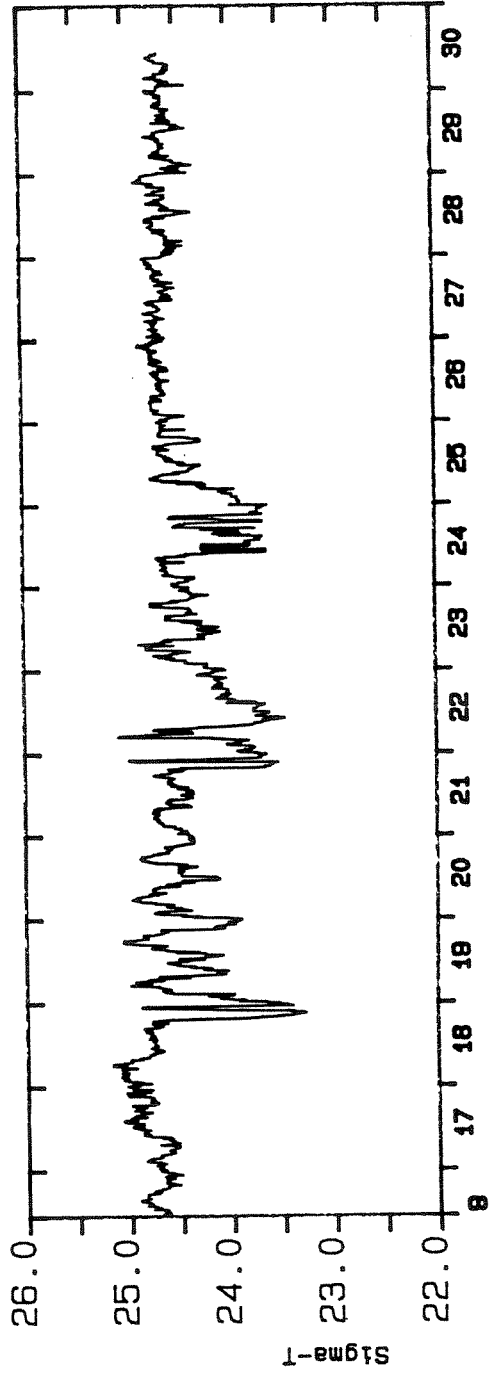
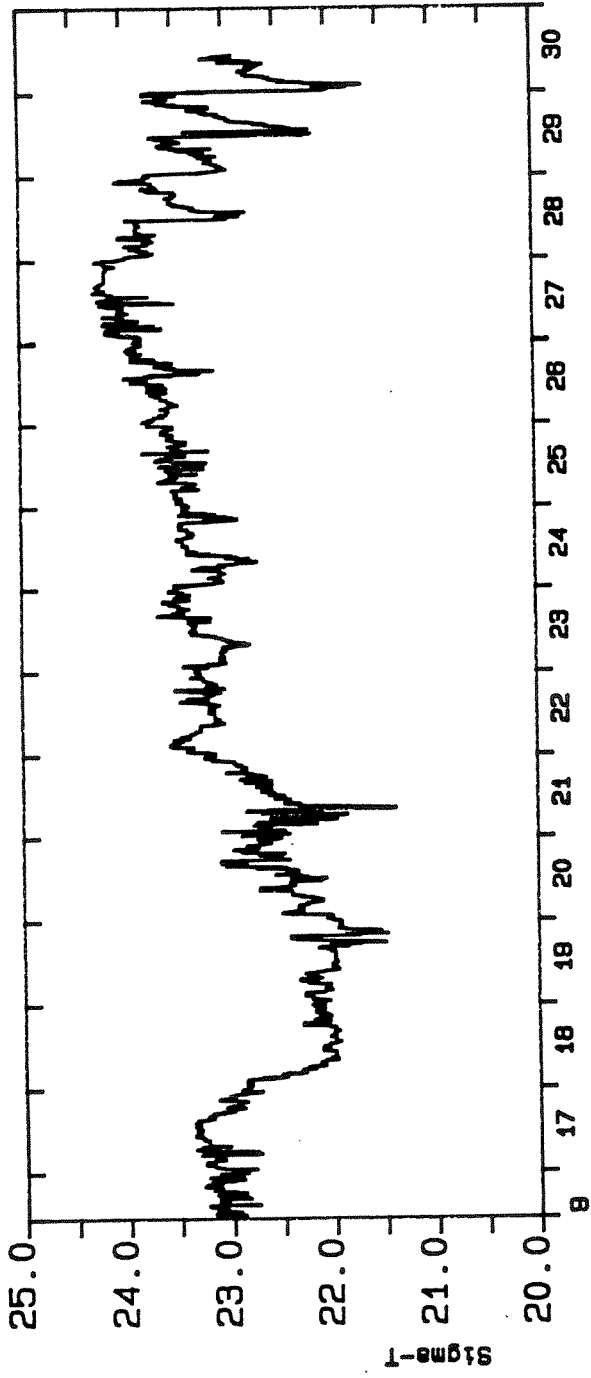


Fig. A5. Beregna densitet (kg/m^3 -1000.) for sjøvatn frå målingane av salinitet og temperatur i posisjon RI (vest) haust-91. Måleperiode 16/9-30/9 1991. Måledjup 3m (øverst) og 14 m.

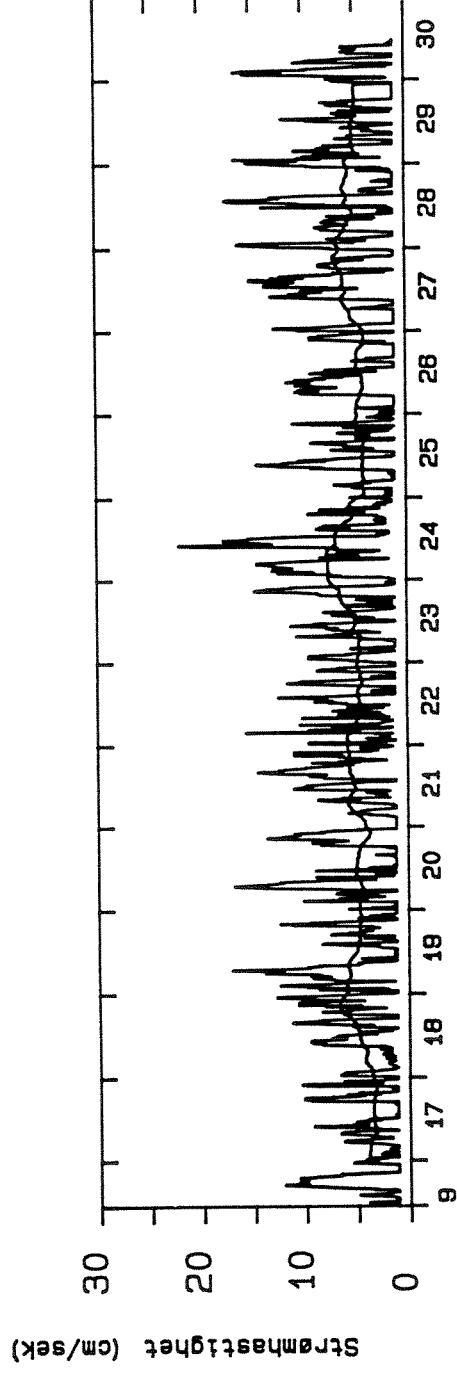
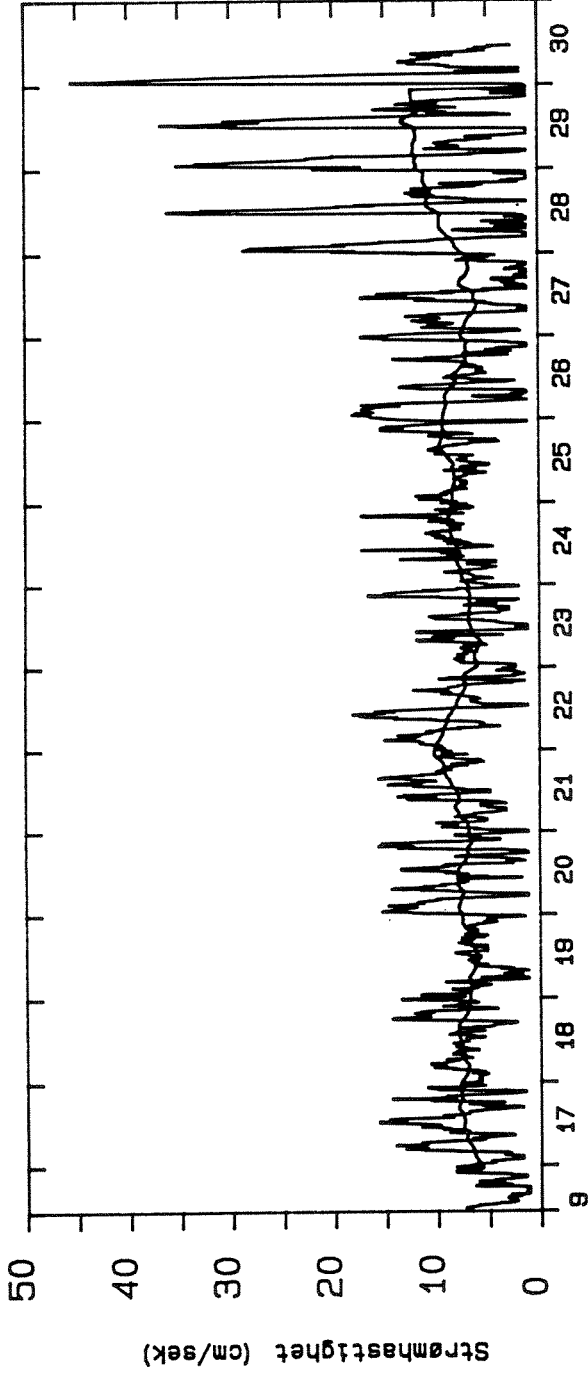


Fig. A6. Målt strømstyrke i posisjon R2 (øst) haust-91. Måleperiode 16/9-30/9 1991. Måledjup 3m (øverst) og 14 m. Den midla kurva syner 25 timars glidande middel (for å fjerne signal frå halvdagleg tidevatn).

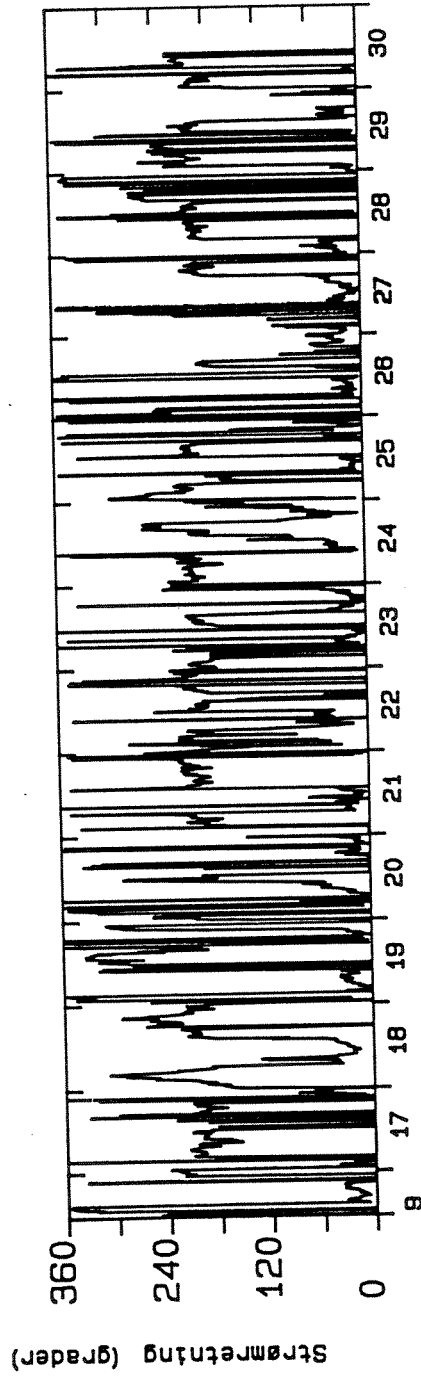
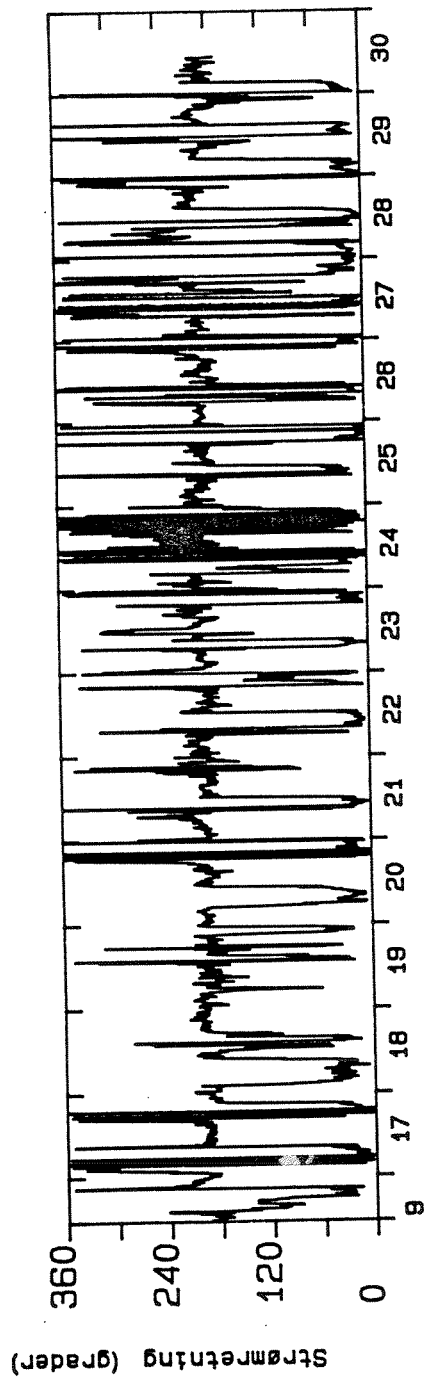


Fig. A7. Målt strømretning i posisjon R2 (øst) haust-91. Måleperiode 16/9-30/9 1991. Måledjup 3m (øverst) og 14 m. Målingane syner kva retning strømmen går mot.

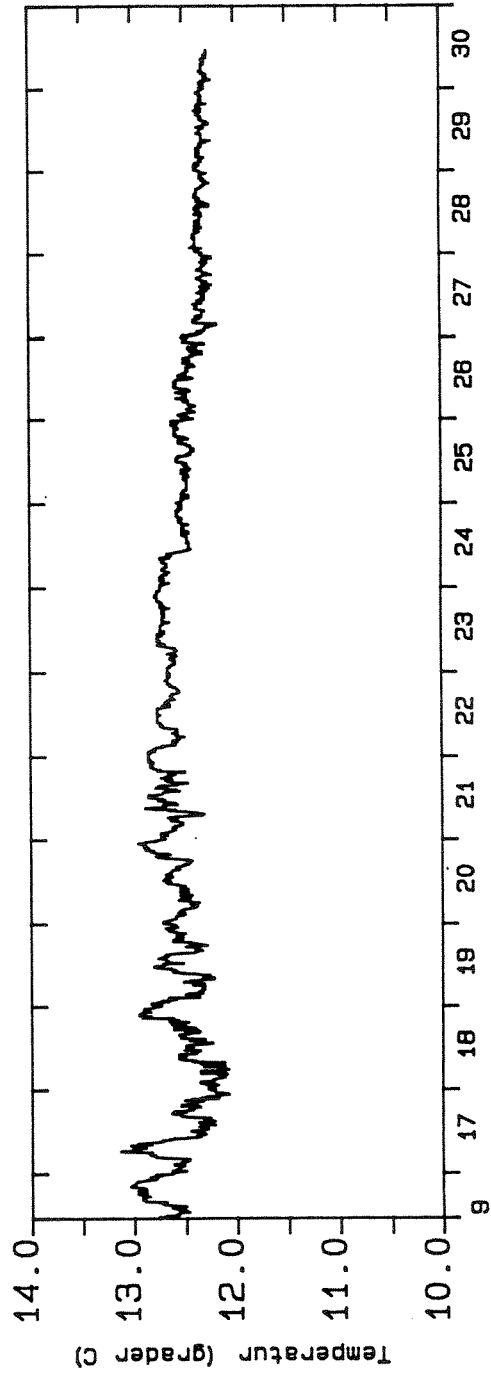
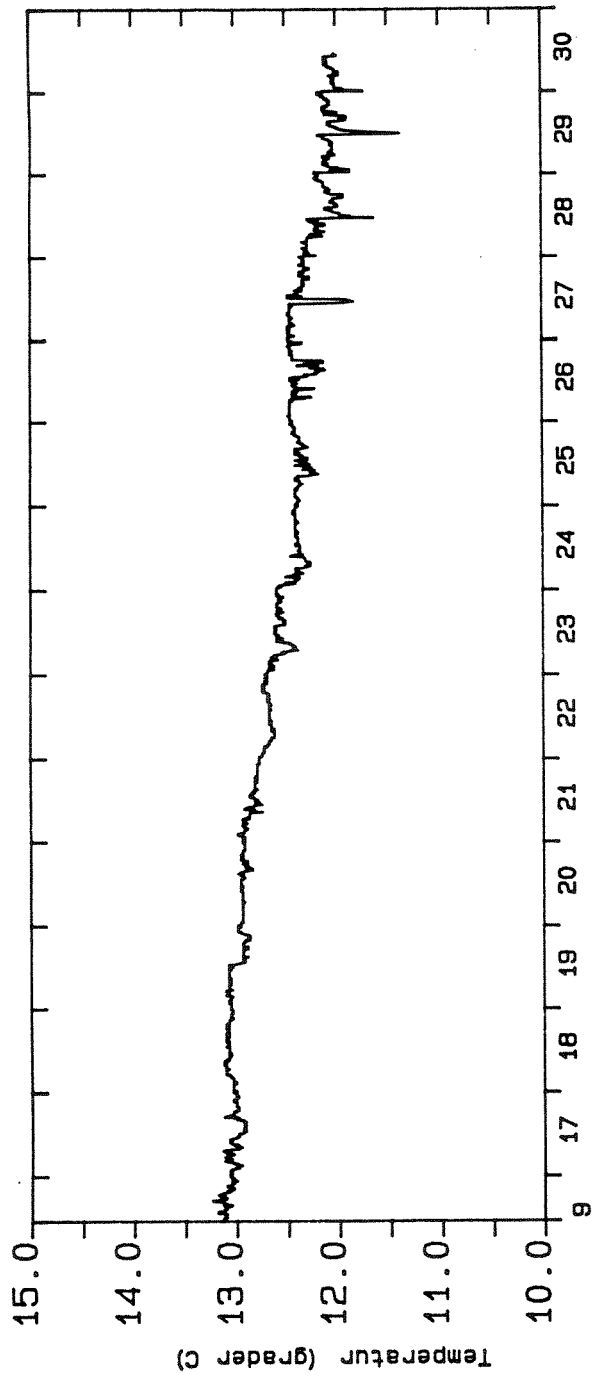


Fig. A8. Målt temperatur i posisjon R2 (øst) haust-91. Måleperiode 16/9-30/9 1991. Måledjup 3m (øverst) og 14 m.

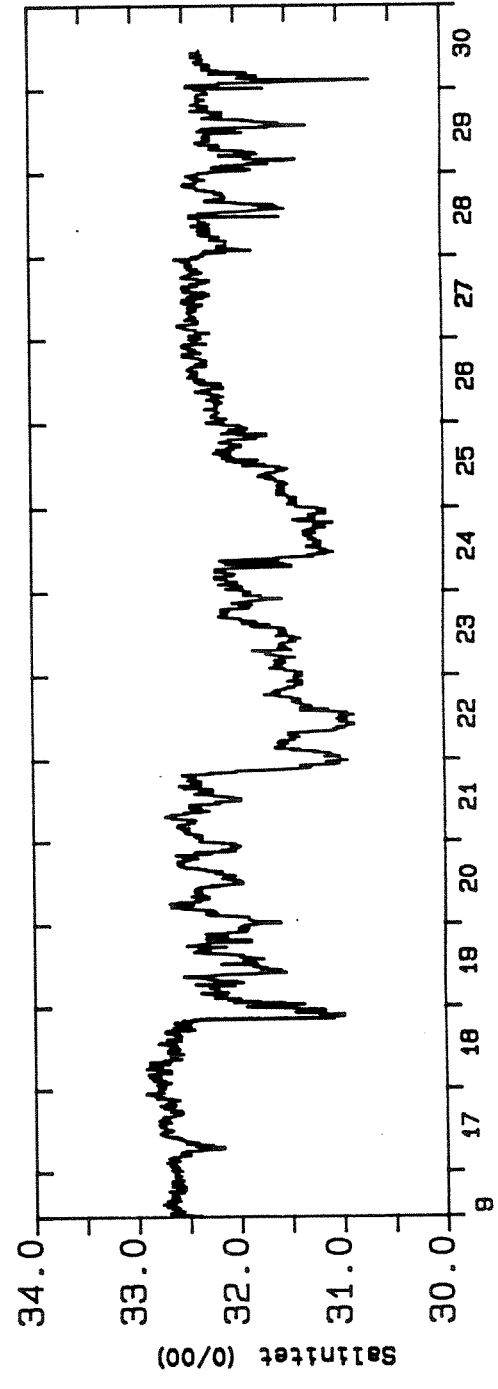
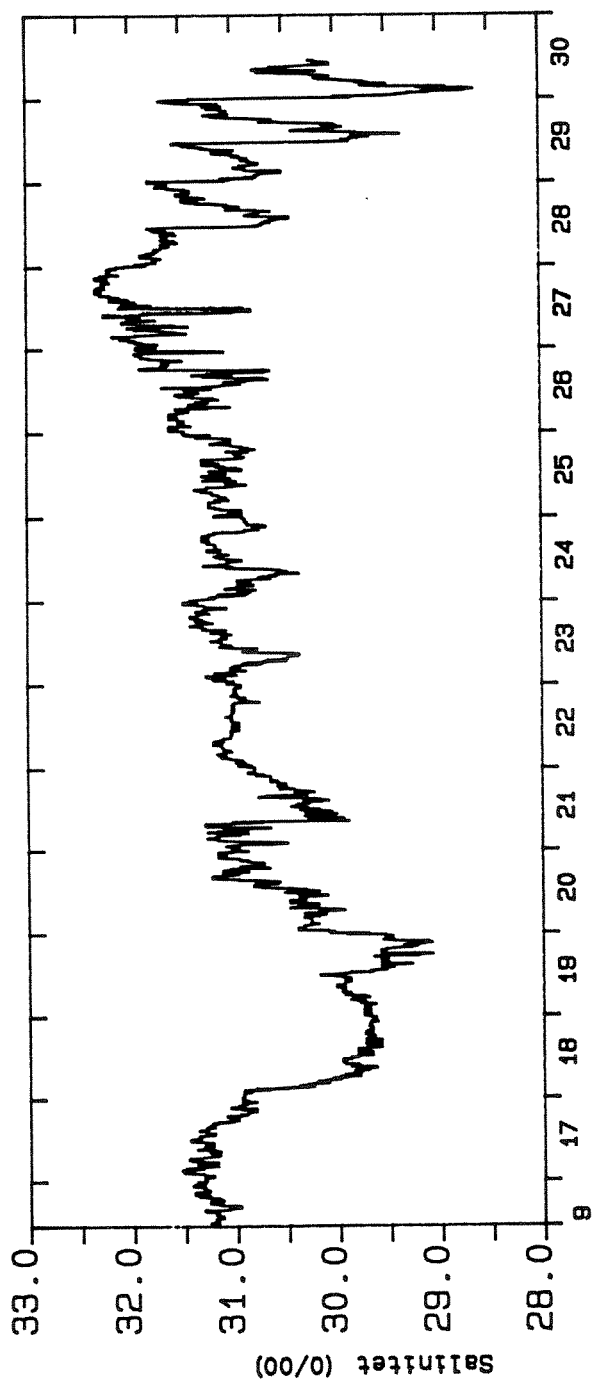


Fig. A9. Målt salinitet i posisjon R2 (øst) haust-91. Måleperiode 16/9-30/9 1991. Måledjup 3m (øverst) og 14 m.

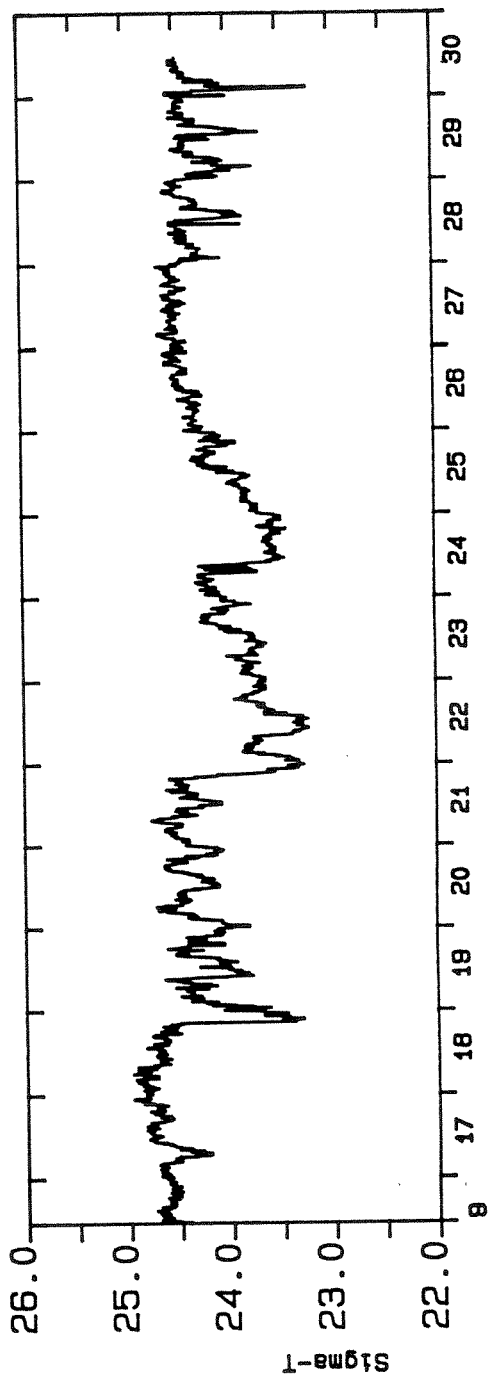
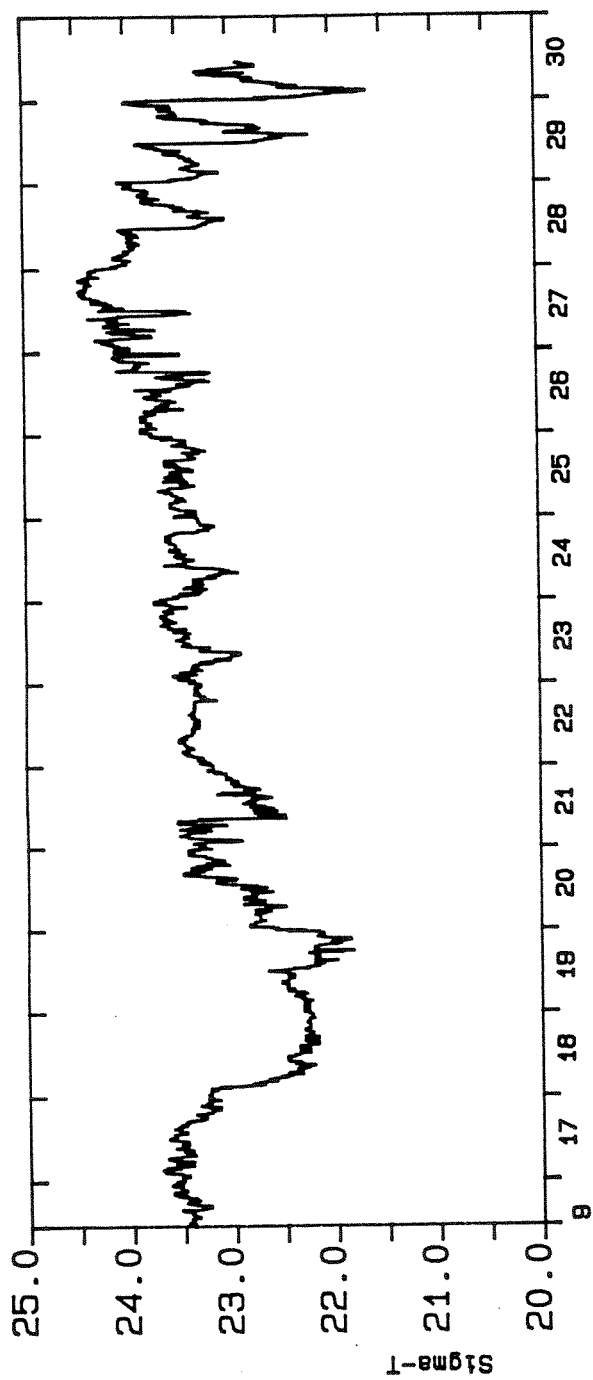


Fig. A10. Bereknna densitet ($\text{kg/m}^3 \cdot 1000.$) for sjøvatn frå målingane av salinitet og temperatur i posisjon R2 (øst) haust-91. Måleperiode 16/9-30/9 1991. Måledjup 3m (øverst) og 14 m.

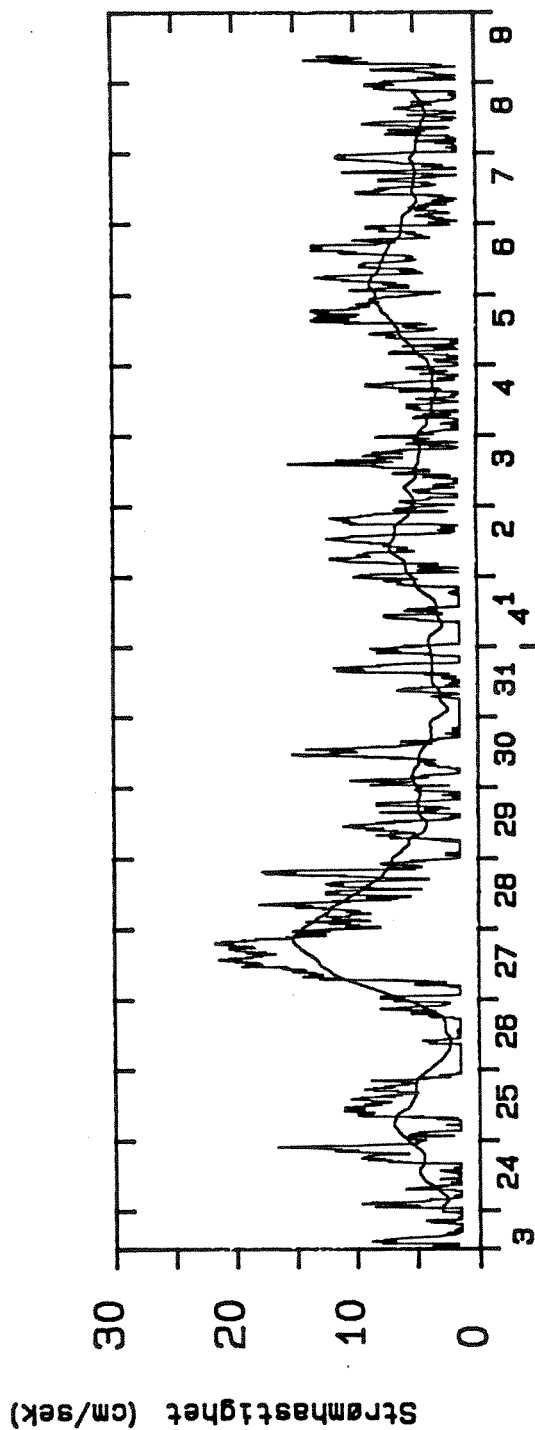
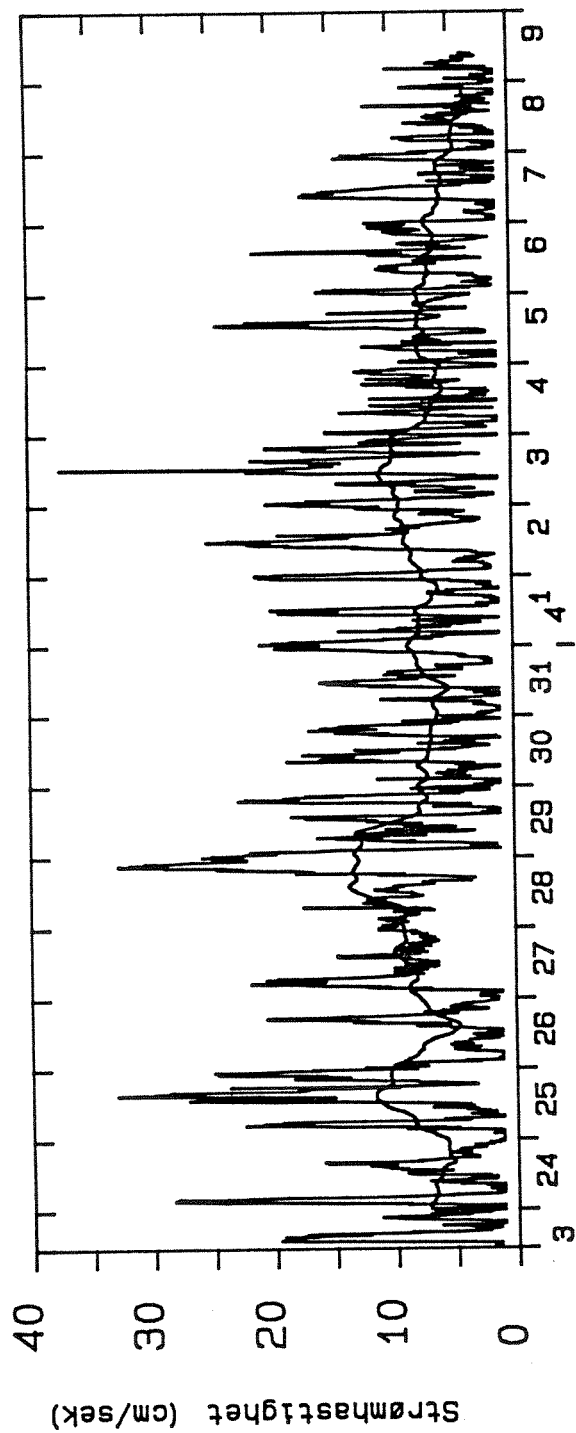


Fig. A11. Målt strømstyrke i posisjon R1 (vest) vår-92. Måleperiode 23/3-9/4 1992. Måledjup 3m (øverst) og 14 m. Den midla kurva syner 25 timars glidande middel (for å fjerne signal frå halvdagleg tidevatn).

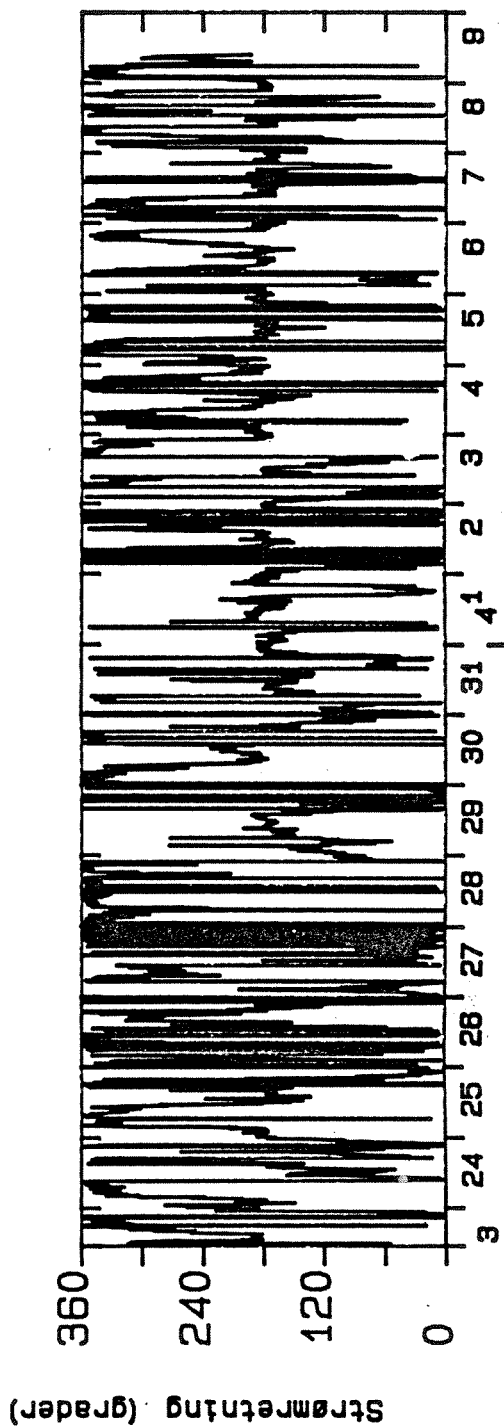
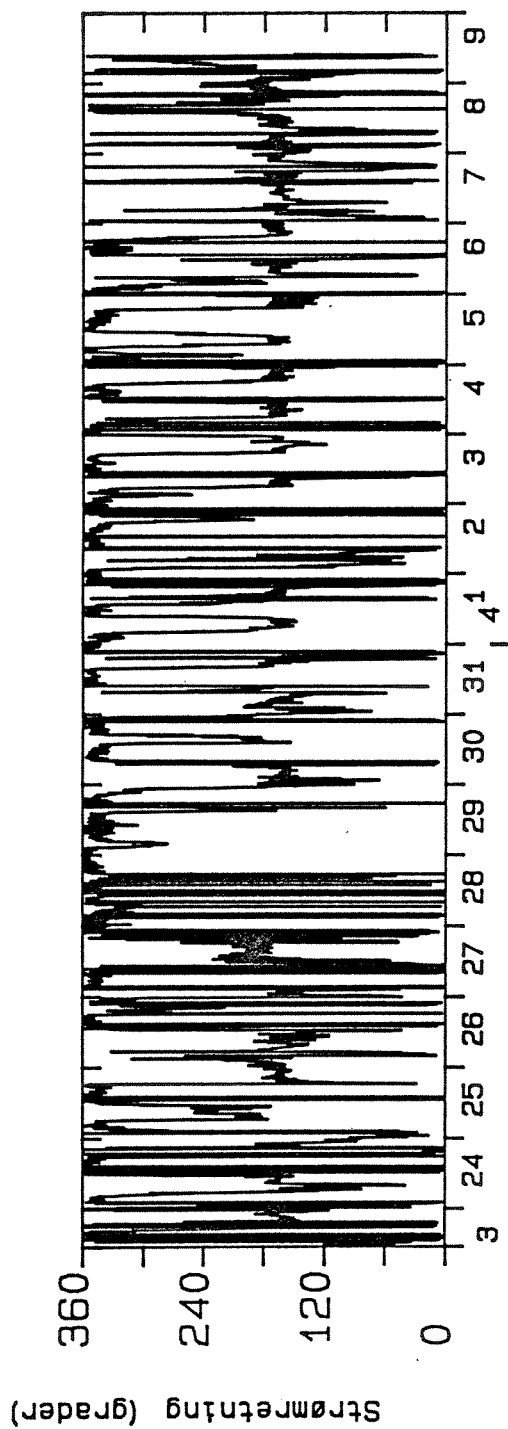


Fig. A12. Målt strømretning i posisjon R1 (vest) vår-92. Måleperiode 23/3-9/4 1992. Måledjup 3m (øverst) og 14 m. Målingane syner kva retning strømmen går mot.

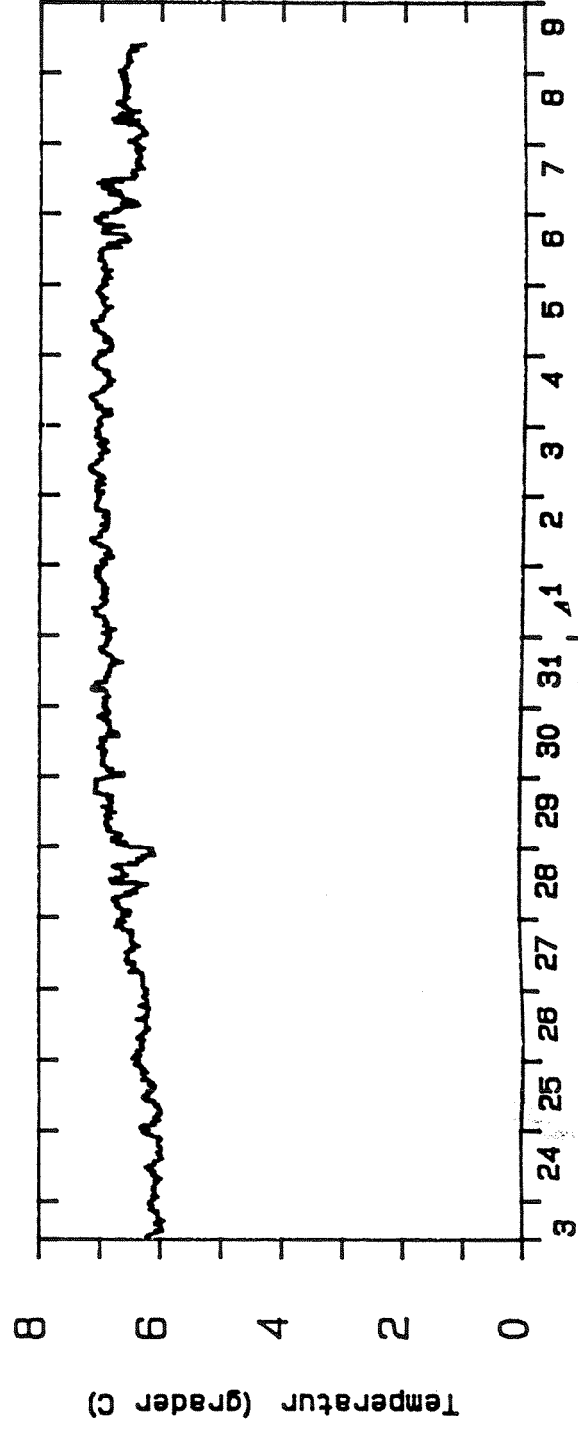
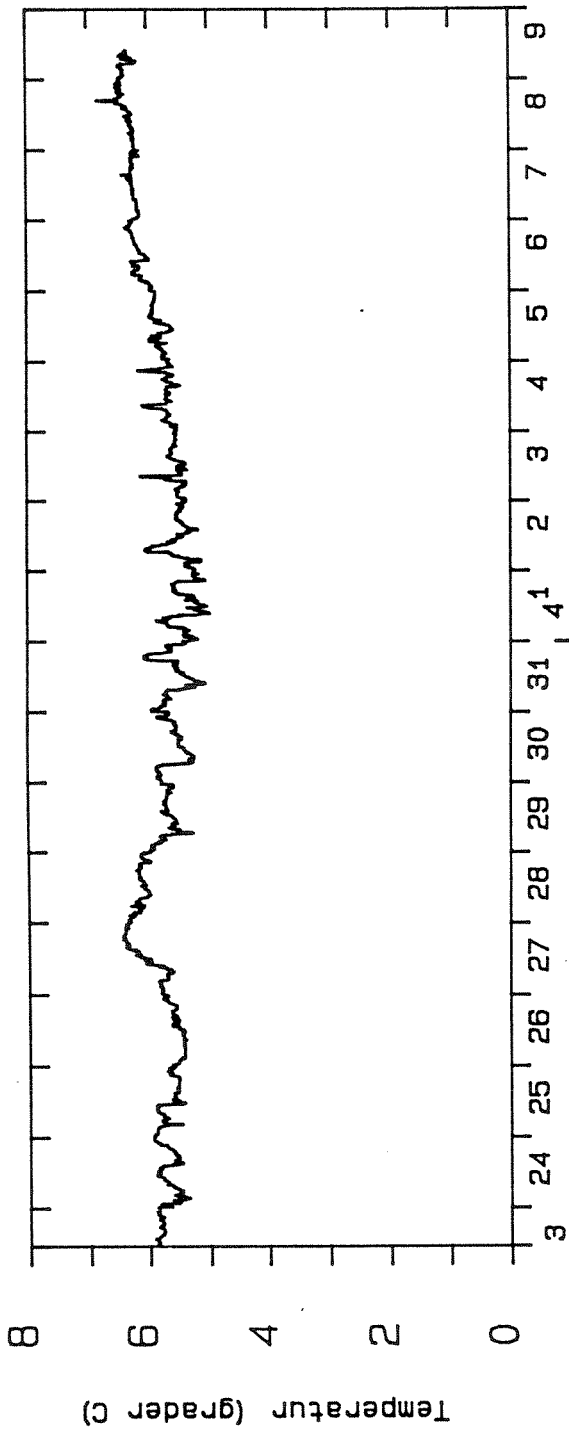


Fig. A13. Målt temperatur i posisjon RI (vest) vår-92. Måleperiode 23/3-9/4 1992. Måledjup 3m (øverst) og 14 m.

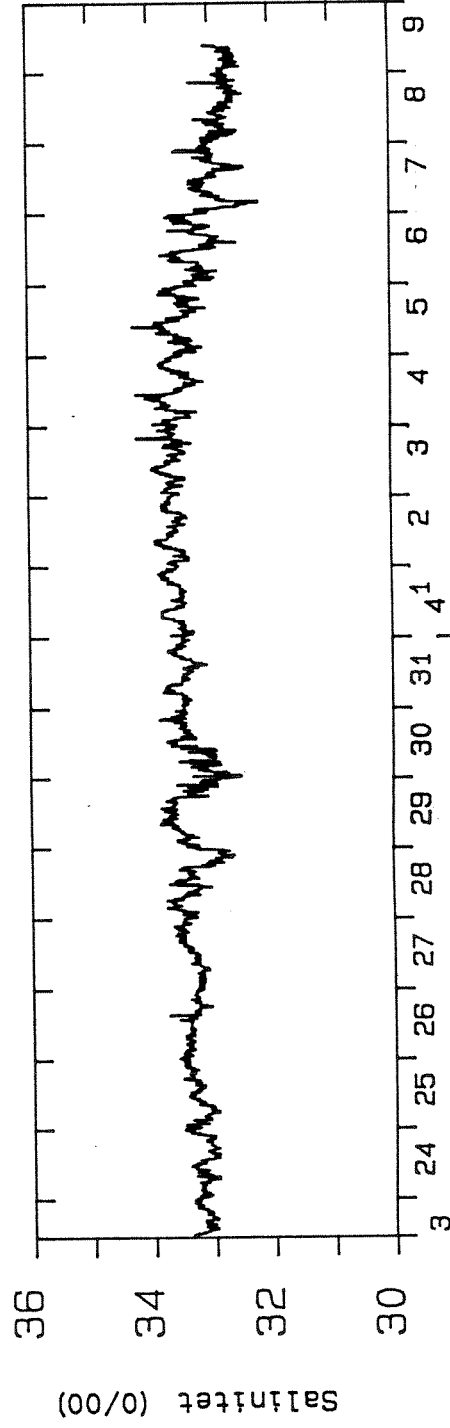
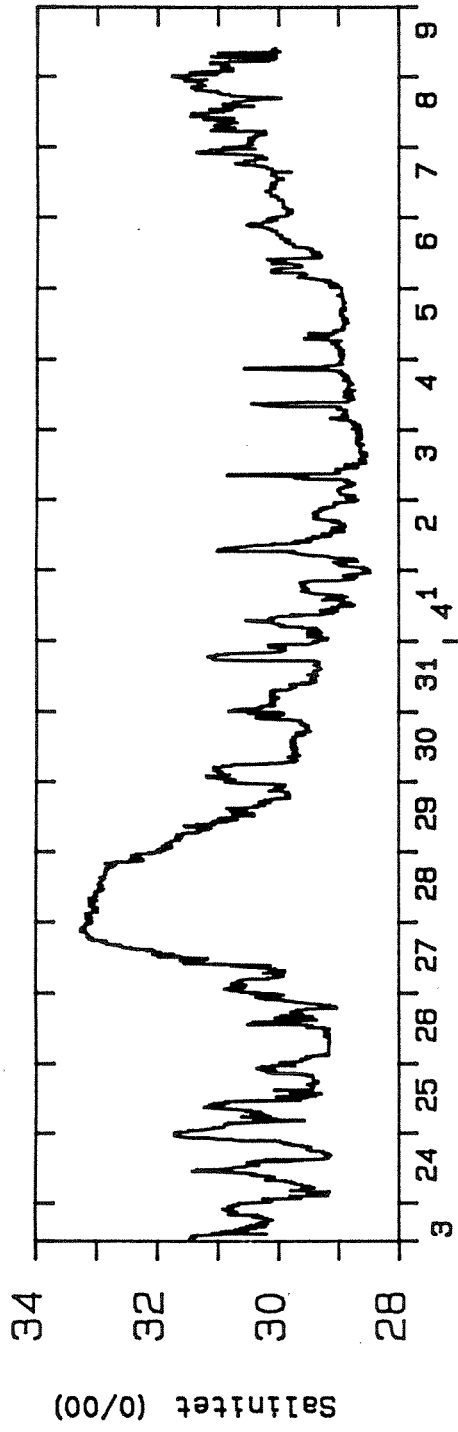


Fig. A14. Målt salinitet i posisjon RI (vest) vår-92. Måleperiode 23/3-9/4 1992. Måledjup 3m (øverst) og 14 m.

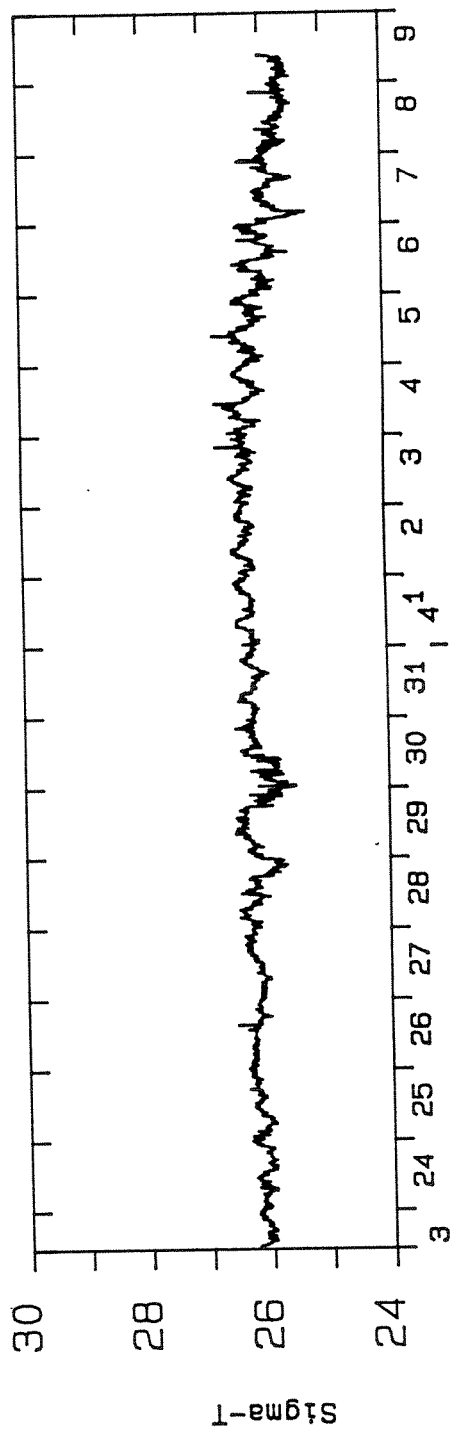
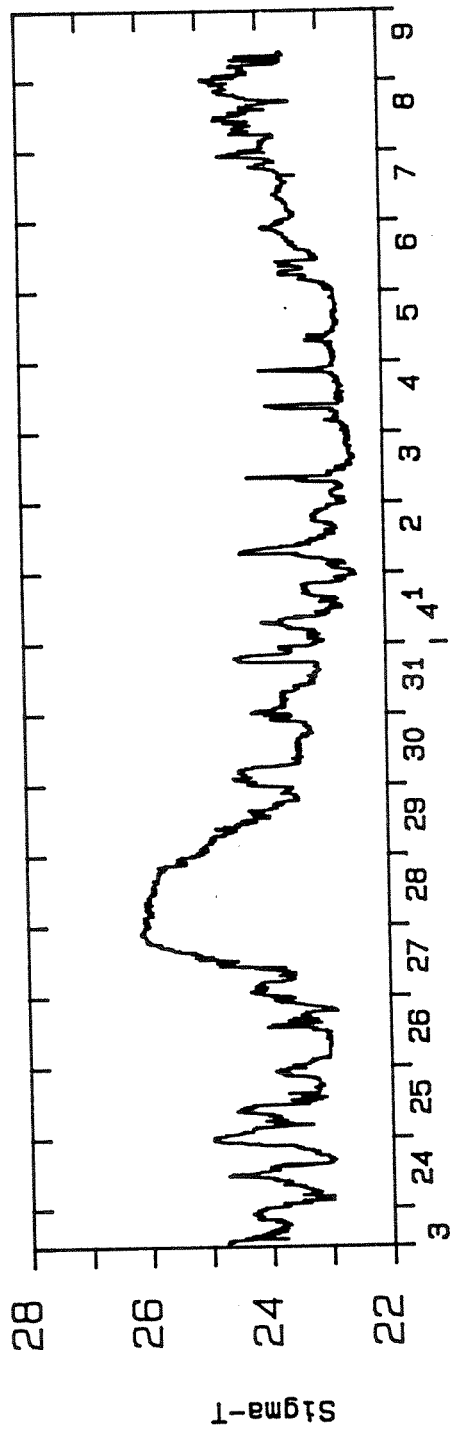


Fig. A15. Beregna densitet ($\text{kg/m}^3-1000.$) for sjøvattn frå målingane av salinitet og temperatur i posisjon R1 (vest) vår-92. Måleperiode 23/3-9/4 1992. Måledjup 3m (øverst) og 14 m.

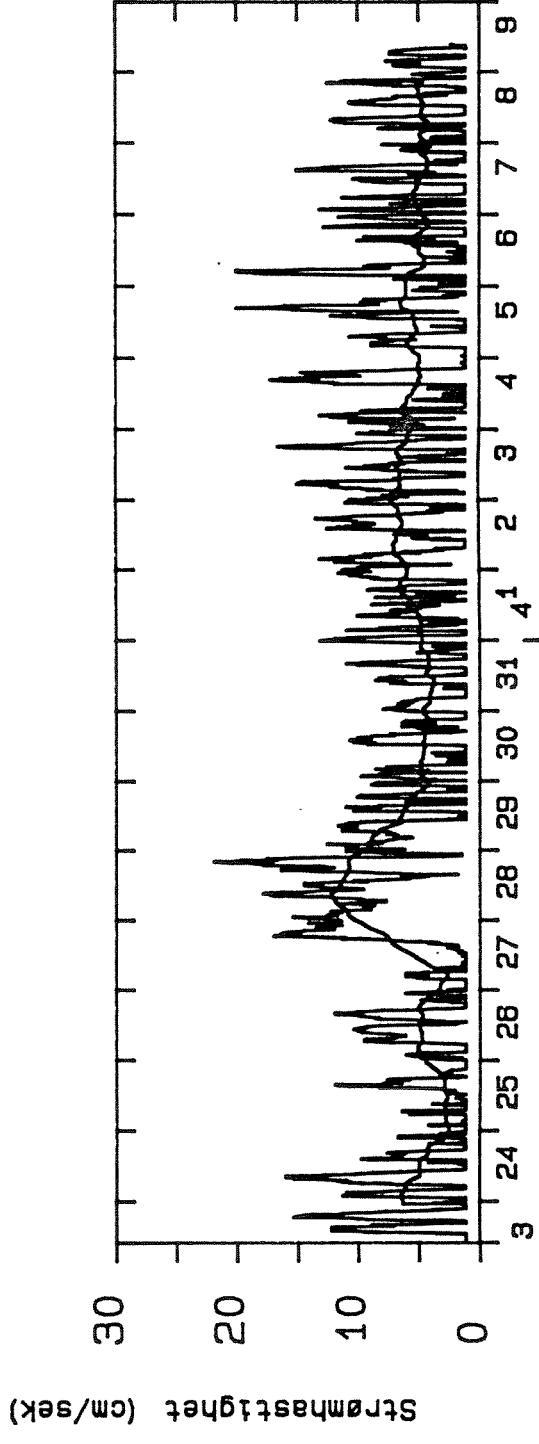
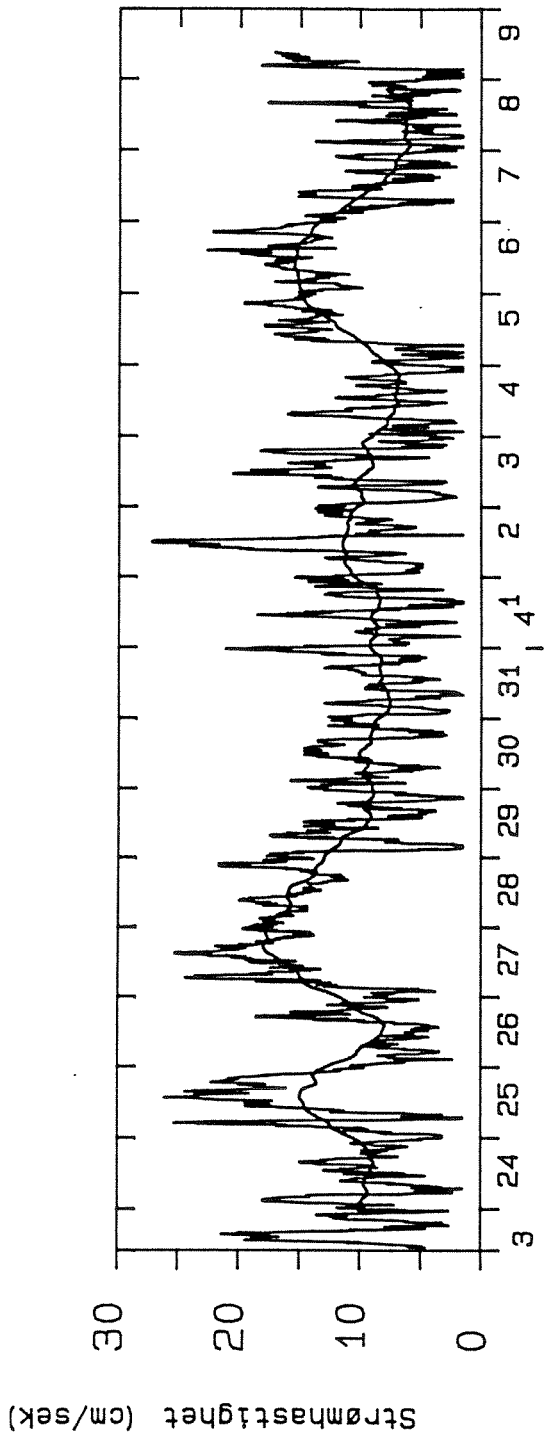


Fig. A16. Målt strømstyrke i posisjon R2 (øst) vår-92. Måleperiode 23/3-9/4 1992. Måledjup 3m (øverst) og 14 m. Den midla kurva syner 25 timars glidande middel (for å fjerne signal frå halvdagleg tidevatn).

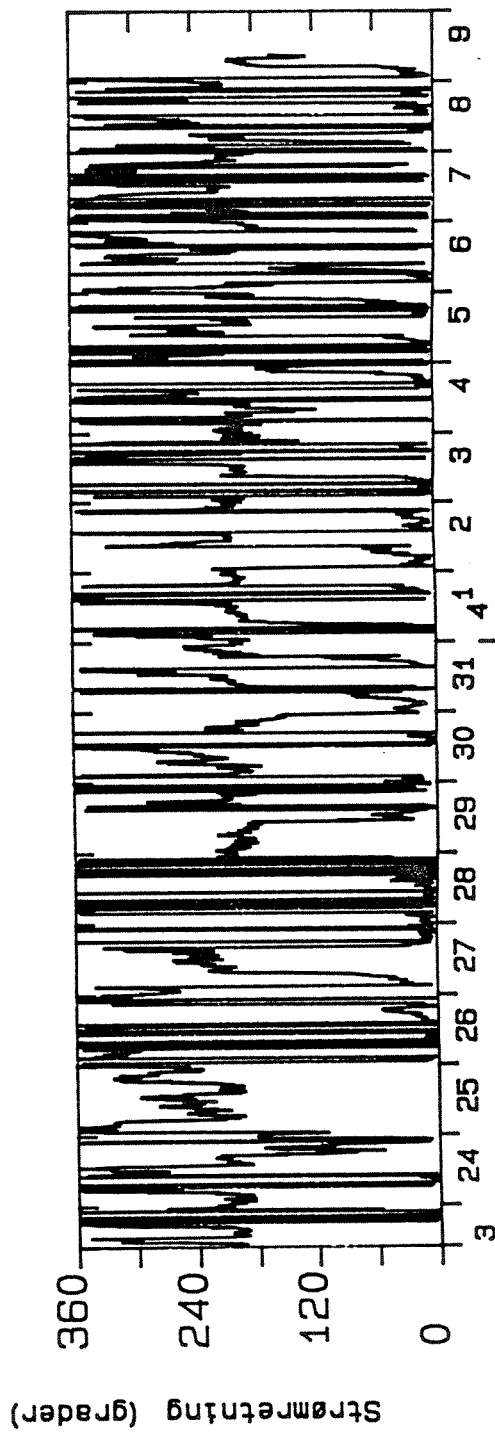
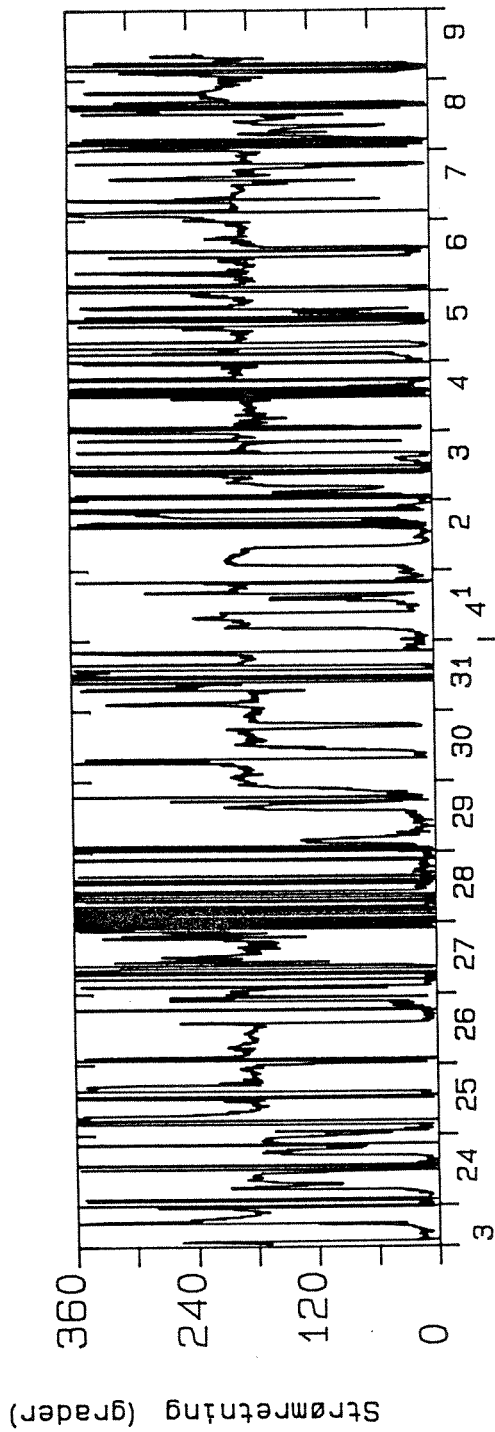


Fig. A17. Målt strømretning i posisjon R2 (øst) vår-92. Måleperiode 23/3-9/4 1992. Måledjup 3m (øverst) og 14 m. Målingane syner kva retning strømmen går mot.

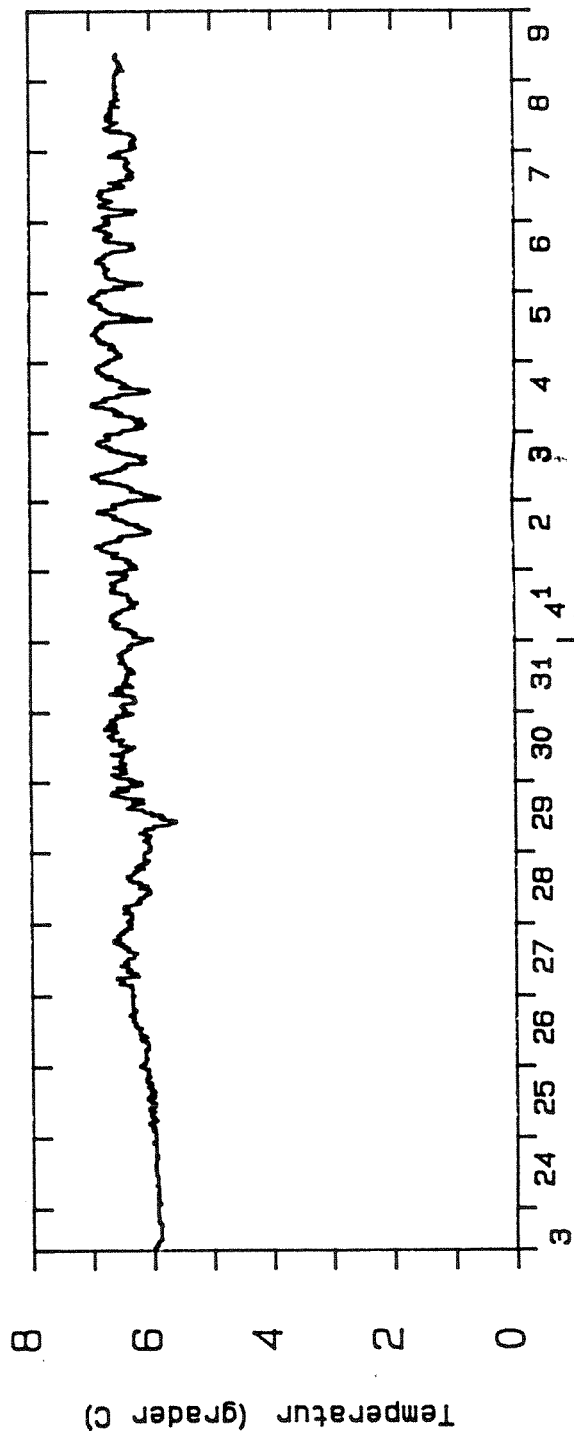
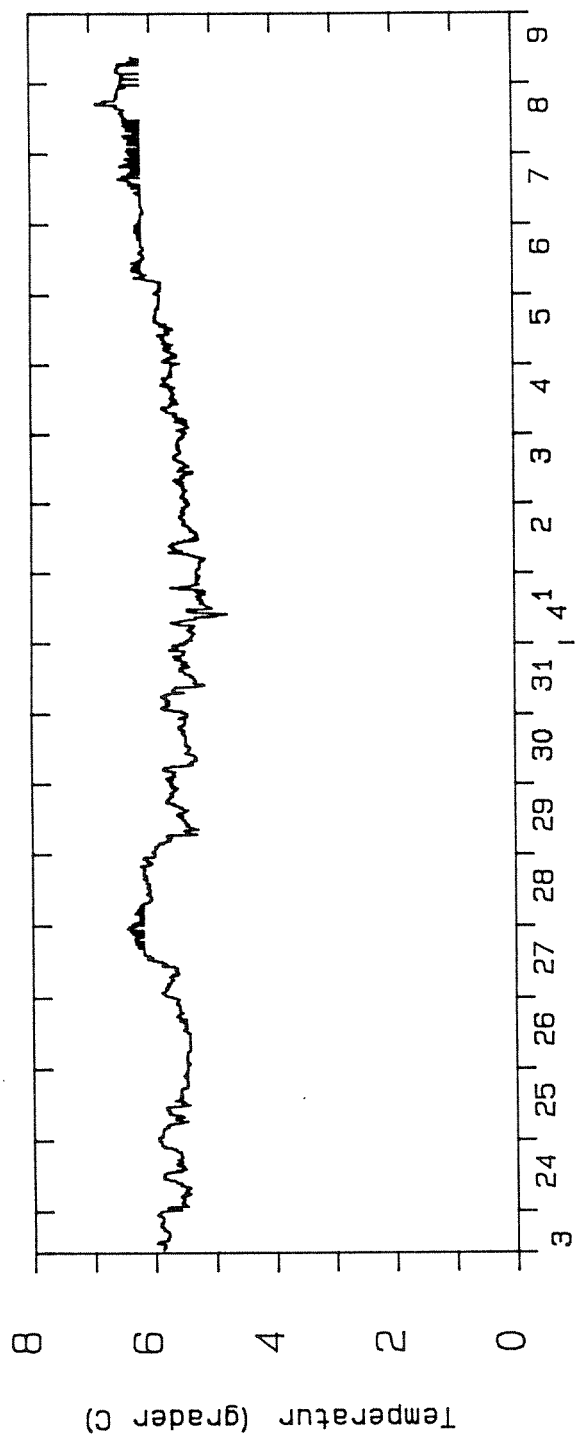


Fig. A18. Målt temperatur i posisjon R2 (øst) vår-92. Måleperiode 23/3-9/4 1992. Måledjup 3m (øverst) og 14 m.

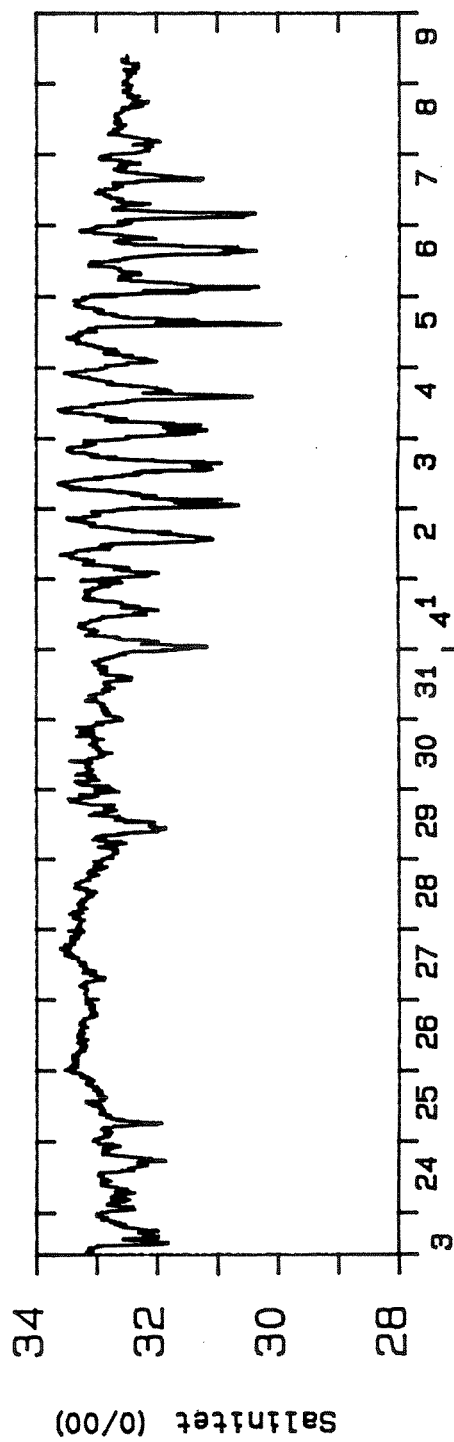
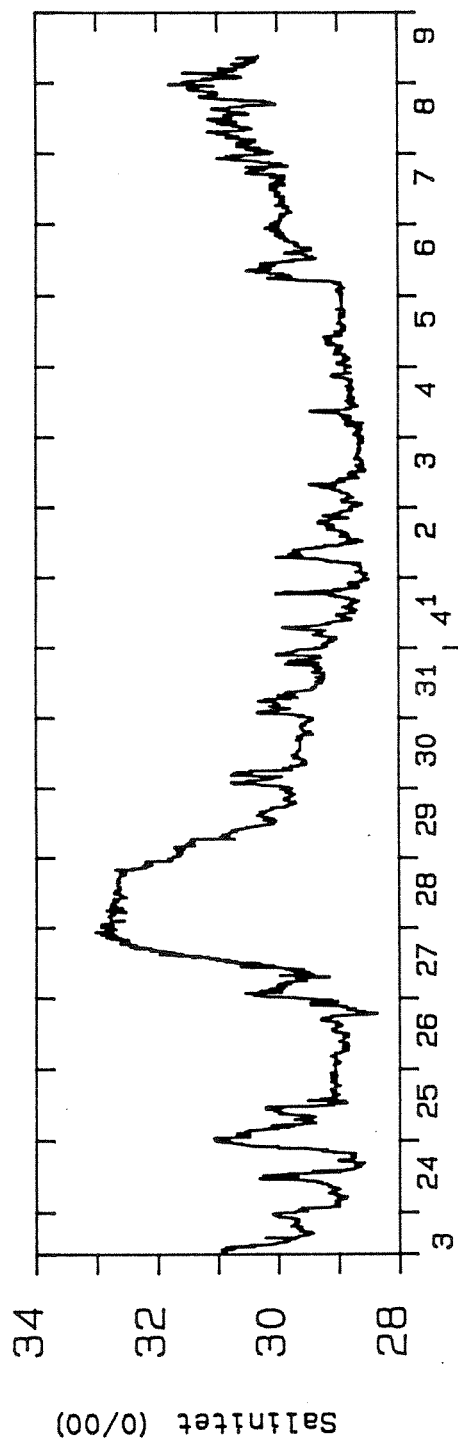


Fig. A19. Målt salinitet i posisjon R2 (øst) vår-92. Måleperiode 23/3-9/4 1992. Måledjup 3m (øverst) og 14 m.

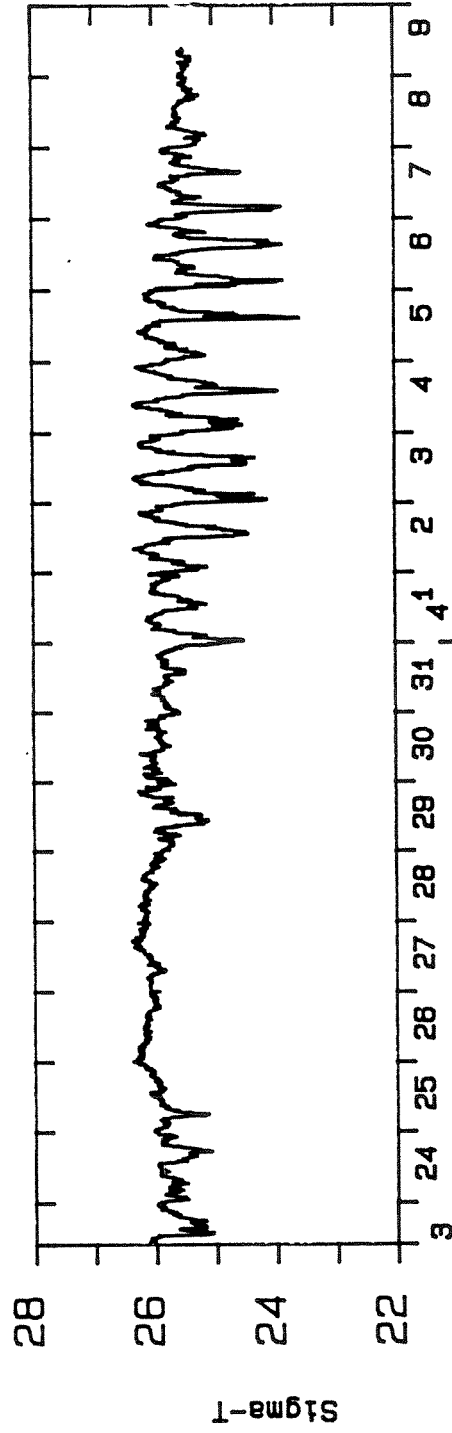
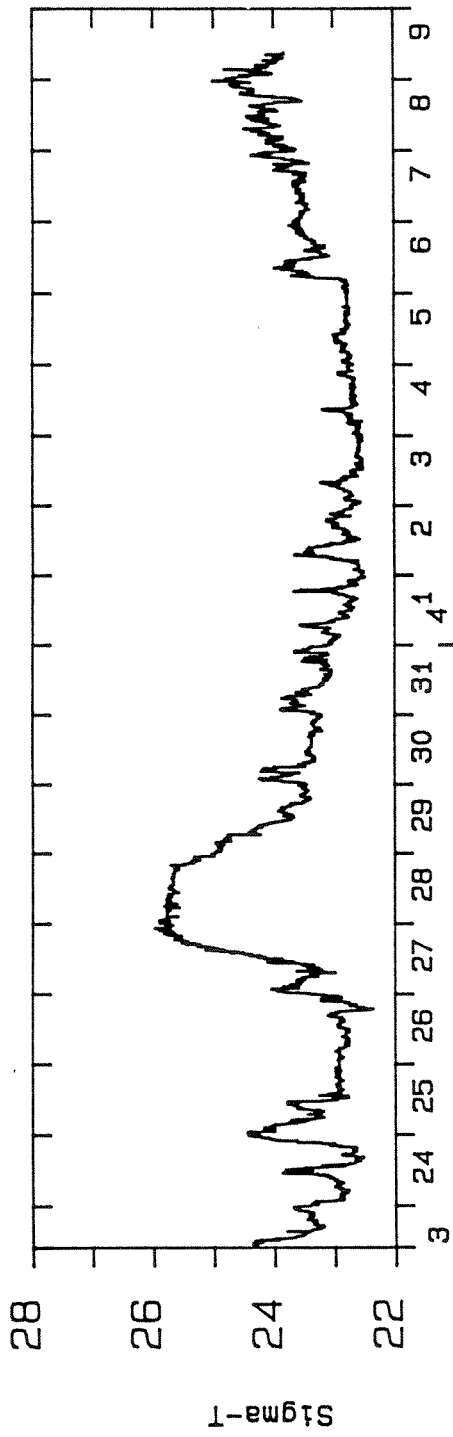


Fig. A20. Beregna densitet ($\text{kg/m}^3 - 1000$.) for sjøvann fra målingane av salinitet og temperatur i posisjon R2 (øst) vår-92. Måleperiode 23/3-9/4 1992. Måledjup 3m (øverst) og 14 m.

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
ISBN 82-577-2133-6