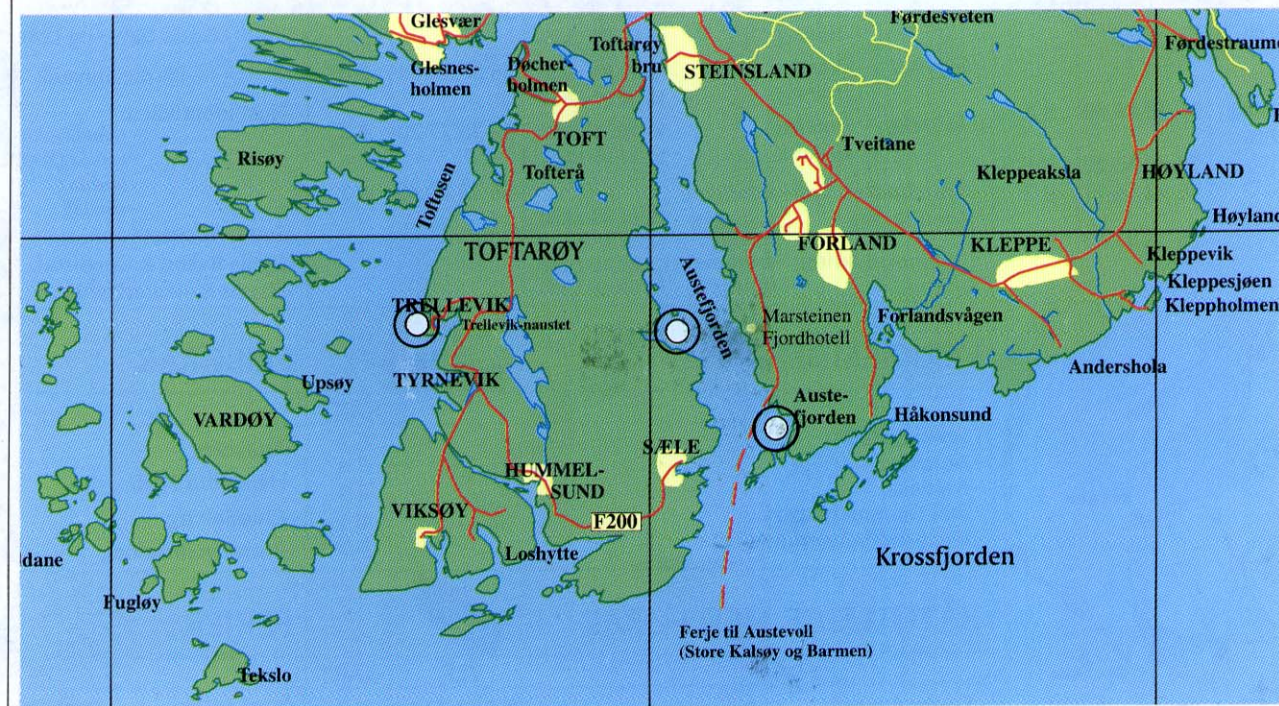


O-94237

Resipientgransking ved tre havbrukslokaliteter i Austefjorden og Toftosen

SUND KOMMUNE 1995



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O-94237	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3362-95	

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen	Akvaplan-NIVA A/S
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:	Trykt:
Resipientgransking ved tre havbrukslokaliteter i Austefjorden og Toftosen, Sund kommune 1995.	Okt. 95	NIVA 1995
	Faggruppe:	
	Akvakultur	
Forfatter(e):	Geografisk område:	
Lars G. Golmen, NIVA-Vest Eivind Oug, NIVA-Sør	Hordaland	
	Antall sider:	Opplag:
	55	

Oppdragsgiver:	Oppdragsg. ref.:
Laschinger Holding A/S, 5035 Sandviken og Sund kommune, 5382 Skogsvåg	Åge Landro

Ekstrakt:
Våren 1995 blei det gjennomført botnprøvetaking og strømmåling ved dei tre havbrukslokalitetane Trellevik, Skjelavika og Usholmsvika i Sund kommune i Hordaland. Strømmålingane synte at Usholmsvika hadde sterkast strøm, mens Skjelavika hadde svakast strøm, med fleire lange perioder med tilnærma stagnasjon. Usholmsvika hadde låge verdiar for sedimentkjemiske parametarar, og tilfredsstillande botnfauna. Trellevik og Skjelavika hadde botn som var vesentleg påverka av anlegga der. Ved Trellevik tyder dei nye prøvene på ein forverring av tilstanden i forhold til 1993. Sjøvasskvaliteten generelt sett i resipientane Austefjorden og Toftosen viser ingen teikn til forverring dei siste åra.

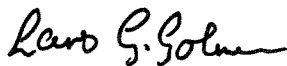
4 emneord, norske

1. Sund kommune
2. Havbruk
3. Botnfauna
4. Dritftstilhøve

4 emneord, engelske

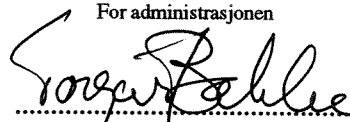
- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Prosjektleder



Lars G. Golmen

For administrasjonen



Torgeir Bakke

ISBN 82-577-2837-3

**Resipientgransking
ved tre havbrukslokalitetar i
Austefjorden og Toftosen,
Sund kommune, 1995**

Oktober 1995

Lars G. Golmen prosjektleiar, forfattar

Eivind Oug forfattar
Torbjørn M. Johnsen prosj. koordinator, medarbeidar
Terje Hopen medarbeidar
Jarle Håvardstun medarbeidar
Einar Nygaard medarbeidar
Inger Midttun medarbeidar

FØREORD

Sund kommune v/miljøvernrådjevar Åge Landro kontakta NIVA-Vest hausten 1994 for å diskutere eit opplegg for miljøgransking av tre oppdrettslokalitetar i Austefjorden og Toftosen. Dei tre lokalitetane er i dag disponerte av Laschinger Holding Norge A/S. Avtalen som blei inngått i november 1994, gjekk ut på at Sund kommune skulle koordinere granskinga mot NIVA, mens Laschinger Holding skulle dekke kostnadene. Granskinga skulle bestå av nye målingar og registreringar av botntilhøve og strøm, supplert med eksisterande data frå resipientane.

Under arbeid på lokalitetane har Laschinger Holding bistått med assistanse i form av båt og mannskap etter behov. Vi rettar spesiell takk til dei som deltok derfrå, samt til Sund kommune v/ Åge Landro for koordinering og oppfølging undervegs.

Forskar Torbjørn M. Johnsen hos NIVA-Vest stod for det meste av arbeidet på lokalitetane, med botnprøvetaking og utplassering/flytting av strømmålarane. Forskar Eivind Oug og assistent Jarle Håvardstun ved NIVA-Sør stor for opparbeiding og rapportering av botnprøver. Assistent Einar Nygaard og EDB-operatør Terje Hopen stod for bearbeiding av andre data. Forskar Lars G. Golmen har samanstilt resultatata og ferdigredigert rapporten i samråd med sekretær Inger Midttun og dei andre bidragsytarane.

INNHALD

FØREORD	1
INNHALD	2
DEFINISJONAR	3
SAMANDRAG	4
1. INNLEIING	5
1.1. MÅL FOR GRANSKINGA.....	5
1.2. LOKALITETANE.....	5
1.3. TIDLEGARE GRANSKINGAR I OMRÅDET	7
2. MÅLING OG PRØVETAKING	9
2.1. STRØMMÅLING	9
2.1.1. Instrument	9
2.1.2. Måleposisjonar og måledjup.....	10
2.1.3. Periodar for strømmåling	10
2.2. HYDROGRAFI.....	10
2.3. VASSKJEMI	10
2.4. BOTNFAUNA OG SEDIMENT	11
3. MÅLERESULTAT FOR STRØM OG	12
HYDROGRAFI	12
3.1. STRØM VED TRELLEVIK.....	12
3.2. STRØM I SKJELAVIKA	12
3.3. STRØM I USHOLMSVIKA.....	13
3.4. HYDROGRAFI.....	14
3.4.1. Korttidsvariasjonar.....	14
4. RESULTAT FOR BOTNFAUNA OG SEDIMENT	18
4.1. STASJON USHOLMSVIKA (USHOLMANE).....	18
STASJON SKJELAVIKA	18
STASJON TRELLEVIK	19
5. DISKUSJON	23
5.1. GENERELT.....	23
5.2. OM LOKALITETANE	23
5.3. UTVIKLING I RESIPIENTANE.....	24
5.3.1. Hydrografi.....	24
5.3.2. Botntilhøva	24
6. LITTERATUR-REFERANSAR	28
VEDLEGG	

DEFINISJONAR AV NOKRE RELEVANTE FAGLEGE ORD OG UTTRYKK I TILKNYTTING TIL RESIPIENTGRANSKINGA

Uttrykka kan ha ei anna og vidare betydning i andre samanhengar i høve til i denne rapporten.

Adveksjon: *Transport eller forflytting av vatn forårsaka av strømmen.*

Brakkvatn: *Vanlegvis definert som fjordvatn med lavare salinitet enn 25. Men nemninga vert ofte nytta i ein vidare forstand om vatn i øvre lag av fjordar som er betydeleg påverka av lokale ferskvasskilder.*

Eutrofiering: *Prosess med næringssalttilførsel og "overgjødsling" i vatn, og som fører til ekstra stort oksygenforbruk, gjerne også unormal stor algevekst.*

Densitet: *Nemning på sjøvatnets egenvekt, som avheng av temperatur og salinitet, samt trykk. Oppgis ofte i sigma-t einingar, som er eigenvekta i kg/m^3 minus 1000.*

Hydrografi: *Vanlegvis brukt som nemning på (læra om) sjøvatnets fysiske tilstand, d.v.s. om eigenskapar og tilstand når det gjeld salinitet og temperatur, samt oksygeninnhald.*

Kalibrere: *Begrep som betegnar ein systematisk prosess med å korrigere måleinstrument eller måledata for feil.*

Progressiv vektor diagram: *Måte å framstille strøm-data på. Kvar einskild-måling (retning og styrke), gjerne tenkt som "strømpil", er fortløpande addert til kvarandre, slik at det bli teikna ein fiktiv strømbane. Framstillinga gjev eit inntrykk av hovedstrømretning, variabilitet og netto-strøm.*

Salinitet: *Nemning for total mengde av løyste salt i sjøvatn, målt i kg salt pr kg sjøvatn. Merk at næringssalt inngår som del av dei løyste salta, men at desse bidrar berre med ein forsvinnande liten del i forhold til andre dominerande salt som f. eks. NaCl. Salinitet vert bestemt ut frå sjøvatnets elektriske leiingsevne. Oppgis utan nemning, eller med faktoren 10^{-3} ("promille", ppt).*

Sediment: *Nemning for lausmassar på hav- og fjordbotn. Aktuell sammensetning og konsistens er bestemt bl. a. av topografiske forhold, strømforhold og avstand til partikkelkjelder.*

Sprangsjikt: *Nemning for overgangen mellom et brakkvasslag øverst i fjorden, og saltare vatn under. Overgangen kan være svært markert (tynt sprangsjikt) eller strekke seg over fleire djupneter.*

Stabilitetsfaktor: *Tal varierende mellom 0 og 1. Forholdet mellom vektorsummen for strømserien (sjå: progressiv vektor diagram) og netto-forflyttinga (avstand mellom endepunkta for progressiv vektor). Uttrykker strømmens variabilitet; stor variabilitet gir liten stabilitetsfaktor.*

SAMANDRAG

Våren 1995 gjennomførte NIVA - Norsk institutt for vannforskning - miljøgransking på følgjande tre havbrukslokaltetar i Sund kommune:

Trellevik på vestsida av Toftarøy
Skjelavika på austsida av Toftarøy
Usholmane ved utløpet av Austefjorden.

Lokalitetane er disponerte av firma *Laschinger Holding Norge A/S*. Dei to førstnemnte lokalitetane er i drift, mens Usholmsvika har lege brakk sidan 1992.

Granskingane hadde følgjande hovedkomponentar:

- Prøvetaking av botnsediment på kvar lokalitet for analyse av kjemisk konsistens og fauna
- Kontinuerleg strømmåling i 4 m og 12 m djup på kvar lokalitet, over perioder på om lag 4 veker

Trellevik

Prøven som blei tatt SV for anlegget, inneheldt skjellsand anrika av organisk materiale, med høgare verdiar av totalt organisk karbon, nitrogen og fosfor enn normalt. Faunaprøven var artsfattig og hadde svært lavt artsmangfald. Dette indikerer påverknad frå anlegget. Samanlikning med faunaprøver tatt av UiB i 1993 indikerer ein viss forverring av tilstanden. Strømmen var i hovudsak retta nordover. Dette indikerer at forureining frå anlegget i størst grad sedimenterer nord for anlegget. Middel strømsstyrke var 6.2 cm/s i 4 m og 5.8 cm/s i 12 m djup. Det var lite tendens til stagnasjonsperioder, og strømførholda blir betrakta som relativt gunstige.

Skjelavika

Sedimentprøven inneheldt skjellsand med litt fôrrestar i. Svak lukt av H₂S. Det var litt høgare konsentrasjonar av karbon og fosfor enn det som kan reknast som normalt, men verdiane både for karbon, nitrogen og fosfor var lågare enn ved Trellevik. Botnfaunaen var som ved Trellevik artsfattig og hadde svært lavt artsmangfald. Dette indikerer betydeleg påverknad frå organiske tilførsler og/eller låg nedbrytingsrate (djupbassenget austanfor lokaliteten har tidvis låge oksygenkonsentrasjonar). Strømmålingane synte fleire lengre perioder med svak strøm, særleg innafor anlegget, mot land. Det var tendens til bakevje-effekt. Middel strømsstyrke var 0.9 og 1.6 cm/s i 4 og 12 m djup, m.a.o. vesentleg svakare strøm enn ved Trellevik. Hovedtendensen var nordgåande strøm i 12 m, og meir vekslende retning i 4 m djup.

Usholmsvika

Sedimentet bestod av grov skjellsand og stein, med svak H₂S lukt. Sedimentkjemien synte låge verdiar for alle parametrar. Botnfaunaen hadde høgt artsmangfald, sjølv om den var noko arts- og individfattig. I sum: best botn-karakteristikk av dei tre lokalitetane. Middelerdi for strøm var 5 cm/s i 4 m og 12.2 cm/s i 12 m djup. Altså også den mest strømssterke lokaliteten. I 4 m var det svak overvekt av nordgåande strøm, mens det i 12 m i hovudsak var sørgåande strøm, med høgste målte strømsstyrke lik 37 cm/s.

Rutinemessig oksygenprøvetaking som har pågått i djupområda i Austefjorden sidan 1987, syner periodisk stagnasjon med låge verdiar innimellom utskiftingane. Sjølv om prøvetakinga har vore relativt sjeldan i dei siste 2-3 åra, indikerer det foreliggende hydrografiske datamaterialet at tilstanden i hovedbassenga har vore stabil i det siste.

1. INNLEIING

1.1. Mål for granskinga

Sund kommune har gjennom fleire år samla data om miljøtilstanden i sjøområda. Dette gjeld både einiskilde resipientar og større område. Havbruk, både eksisterande og planlagt aktivitet, har vore ein viktig faktor for både å fremje og framtvinge granskingar og kontroll i sjøen. Dette dels fordi aktiviteten medfører ei viss forureining, avhengig av drift og lokalitet, og også fordi aktiviteten sjølv stiller krav til lokalitet og resipient.

Sund kommune lanserte for nokre år sidan planar om å utarbeide ei *dynamisk havbruksplan*, der bruk/skifte av tilgjengelege lokalitetar skulle sjåast i samanheng, og der oppdrettar og kommune skulle samarbeide om best mogleg bruk av lokalitetar og resipientar. Arbeidet med denne planen enno ikkje fullført, men målsettinga er framleis like aktuell. Planen skal også innehalde anbefalingar når det gjeld miljøgranskingar (omfang, koordinering). Den foreliggende granskinga, som dekker tre viktige lokalitetar i kommunen, kan i så måte sjåast på som ein prøve på framtidig koordinering innanfor havbrukssektoren i Sund kommune.

Målsetjingane med denne granskinga, slik dei blei formulert ved prosjekt-start hausten 1994, er å vurdere og fastslå følgjande:

- Miljøtilstanden i Austefjorden og Toftosen generelt.
- Miljøtilstanden på dei tre oppdrettslokalitetane Trellevika i Toftosen, Skjelavika og Usholmsvika i Austefjorden.
- Oppdrettsanlegga sin belastning av resipientane.

Grunnlaget for vurderingane er dels eksisterande data, og dels nyinnsamla data i samband med prosjektet. Eksisterande data skriv seg frå tidlegare granskingar av NIVA og Universitetet i Bergen (sjå neste avsnitt), samt registreringar gjort av kommunen sjølv. Det noverande prosjektet har m.a. innbefatta strømmålingar og sedimentprøvetaking med botndyranalyser på alle tre lokalitetar (sjå kapittel 2).

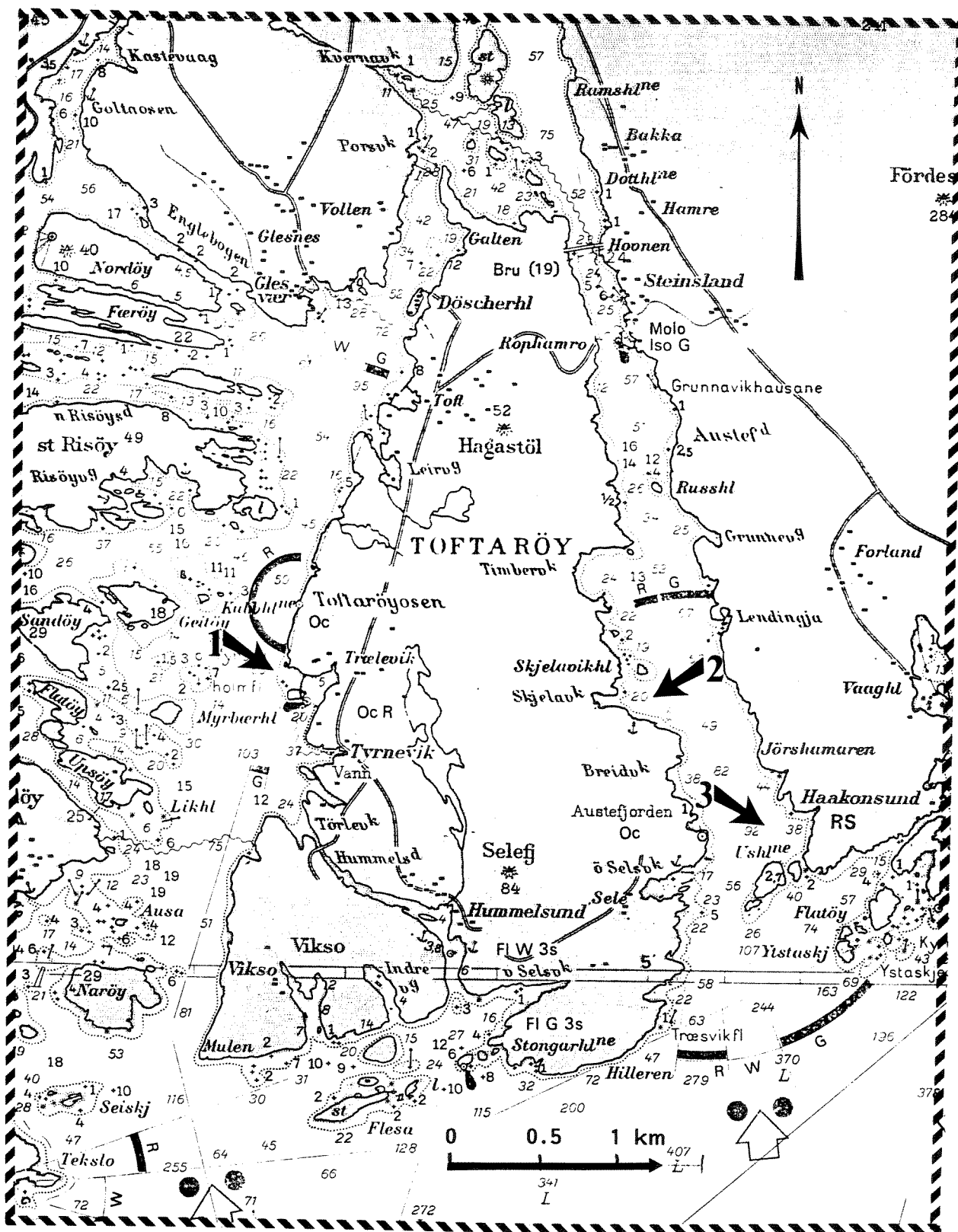
1.2. Lokalitetane

Posisjonane for dei tre lokalitetane er avmerkte i utsnitt av sjøkart nr 21, fig. 1.1.

1. Trellevik

Lokalitet Trellevik ligg på vestsida av Toftarøy, i Toftøyosen. Lokaliteten ligg nær ein terskel, og har område med djupner større enn 90 m både sønnafor og nordafor. Anlegget ligg i retning NØ-SV. Under anlegget er det om lag 60 m djupt. Terskeldjupet ut mot Krossfjorden i sør er om lag 50 m.

Lokaliteten har vore nytta til oppdrett tilsvarende 12,000 m³ merdvolum sidan 1990, i førstninga under namnet Sund Laks. Lokaliteten blei sist granska av Universitetet i Bergen hausten 1993 (Botnen et al. 1993).



Figur 1.1. Utsnitt av sjøkart nr 21, med dei tre havbrukslokalitetane avmerka.
1. Trellevik, 2: Skjelavika, 3: Usholmsvika.

2. Skjelavika

Lokaliteten ligg like sør for Skjelavikholmen på austsida av Toftarøy (fig. 1.1). Botndjupet er 20 - 50 m. Rett aust for lokaliteten er det djupner ned mot 60 m. Lenger sør i Austefjorden er der botndjup på over 90 m.

Denne lokaliteten, som blei teken i bruk i 1985, var inntil 1992 eigd/dreven av Golten Laks og Sund Laks. Konesjonsvolumet er 12,000 m³. Det har vore kontinuerleg drift på lokaliteten dei siste 2-3 åra, med samordning mellom denne og lokaliteten i Trellevika.

3. Usholmsvika

Lokaliteten ligg like nord for Usholmane, som dannar sørgrensa mellom Austefjorden og Krossfjorden. Botndjupet på lokaliteten er 30-60 m. Rett vest for lokaliteten er det over 90 m djupt, mens terskeldjupet ut mot Krossfjorden er 56 m. Det var ikkje drift på lokaliteten vinteren 1994-95. Austefjorden Laks A/S sitt anlegg blei flytta til lokaliteten i 1984, og det vart gjeve løyve til utviding til 8,000 m³ i 1987. Drifta stansa i 1992. Det er planar om å flytte anlegget på lokaliteten lenger vest (reguleringsendring). Konesjonshavar har søkt om flytting ut av Sund kommune.

1.3. Tidlegare granskingar i området

Den siste granskinga blei gjennomført i 1993 av Universitetet i Bergen (Botnen et al. 1993). Dette gjaldt lokalitet Trellevik, med vekt på botnfauna og sedimentkvalitet. Kornfordelinga på lokaliteten indikerte "gode strømforhold", med lavt glødetap. Rett under anlegget var det markert miljøpåverknad, med før-restar m.m.

NIVA gjennomførte ei omfattande gransking i området kring Toftarøy i 1987-88 (Bjerknes et al. 1988). Basert på data for strøm, hydrografi og sediment blei ulike soner definert og rangert i forhold til kapasitet for oppdrett.

Hydrografimålingane som blei starta opp i 1987, har halde fram på frivillig basis med noko vekslende tidsintervall. Tabell 1.1 syner omfang av målingane i perioden 1987-1995. Golmen (1991) oppsummerte målingane t.o.m. 1990.

Nokre andre granskingar har også relevans tilknytning til foreliggende problemstilling. Effektar av skjellsanduttak frå forekomstane i området vest for Toftarøy blei granska av NIVA i 1990 (Oug og Golmen 1992, Oug 1993). Dette gjaldt vesentlegast område ved Vardøy, Risøy og ved Glesvær.

I samband med forlenging av kommunal kloakkleidning frå Eide blei det utført særskilde målingar inst i Austefjorden våren 1994 (Golmen 1994). Resultat m.a. av hydrografimålingane den gong inngår i foreliggende rapport.

Tabell 1.1. Oversikt over tidspunkt for hydrografiske målinger ("tokt") i sjøområda kring Toftarøy i perioden 1987-1995. Tokta omfatta minimum fem stasjonar, inkludert referansestasjon i Krossfjorden.

År	Måned											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
1987				x	x x	x xx	x x	x xx	x x			
1988		x x	x xx	x	x	x	x				x	x
1989	x	x	x	x x	x	x	x		x	x	x	
1990		x		x		x		x		x		x
1991		x		x		x	x		x			x
1992		x		x	x		x			x		
1993					x							
1994	x			x								
1995		x				x						

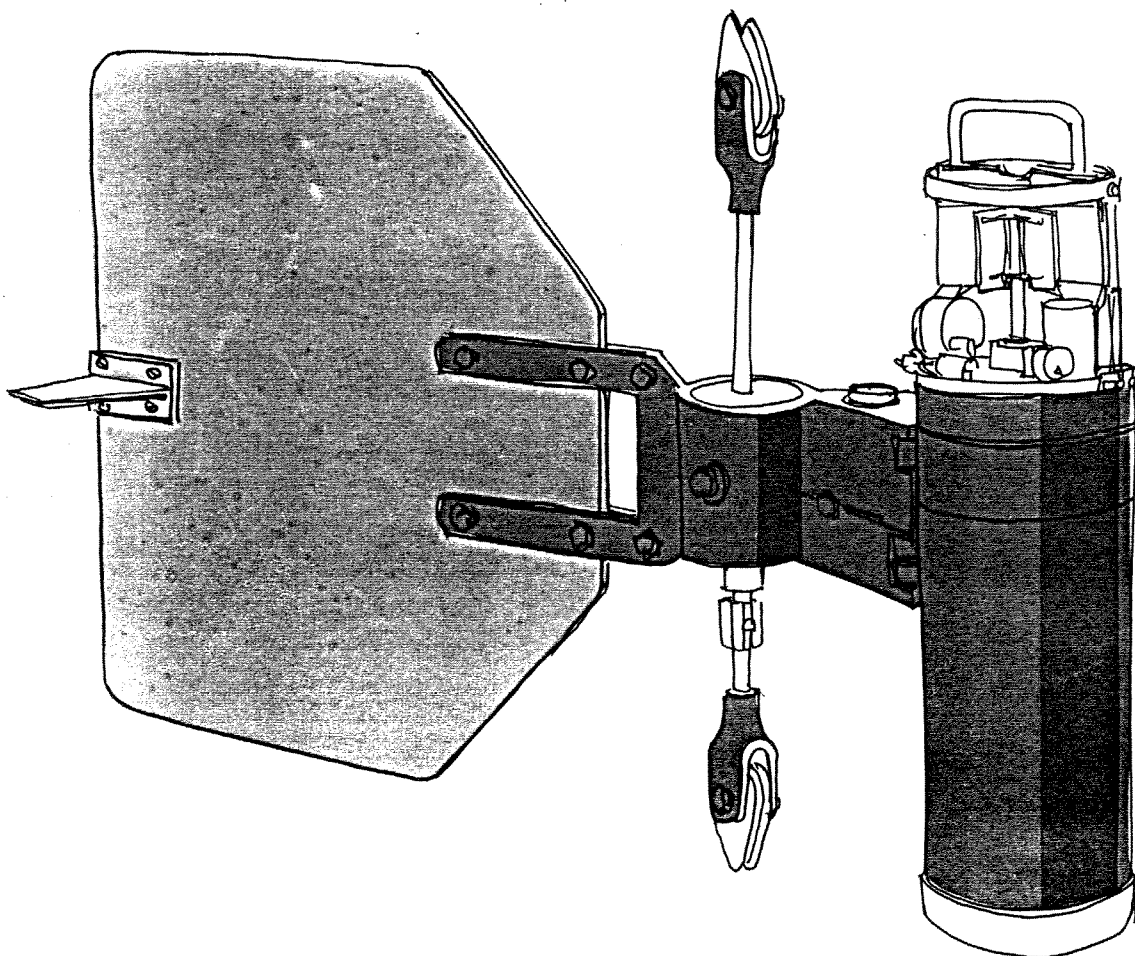
2. MÅLING OG PRØVETAKING

2.1. Strømmåling

2.1.1. Instrument

Til målingane blei det nytta sjølvregistrerande instrument av type Aanderaa RCM og Sensordata SD1000 eller SD2000.

Aanderaa RCM (fig. 2.1) er den mest robuste av dei to målar typene. Instrumenta måler strømmens retning ved hjelp av eit stort rør som dreier heile strømmålaren opp mot strømmen, rundt eit friksjonsfritt og fleksibelt oppheng. Strømfart blir registrert ved hjelp av ein rotor, der antall rotoromdreiningar er proporsjonal med strømfarten. Aanderaa målar registrerer også sjøens temperatur og salinitet (eigentleg konduktivitet). Måleintervallet kan veljast mellom eit vidt spekter av verdiar. I dette prosjektet var intervallet satt til 10 minutt. Alle data blir lagra i eit internt elektronisk minne, som kan tappast for vidare EDB etter at instrumentet er tatt opp.



Figur 2.1. Aanderaa RCM strømmålar, med rør og oppheng.

Sensordata SD1000 eller SD2000 er lettare instrument enn Aanderaa. Dei måler strømmen etter stort sett same prinsipp som Aanderaa RCM. Salinitet (konduktivitet) blir ikkje målt. Kapasiteten til dataminnnet er mindre (h.h.v. 1024 og 2048 målingar). Derfor måtte måleintervallet setjast litt større enn for Aanderaa; 20 minutt for SD2000 og 32 minutt for SD1000, for å kunne dekke den planlagte måleperioden på to til tre veker pr. lokalitet.

2.1.2. Måleposisjonar og måledjup

Det blei målt i fire ulike posisjonar i alt:

Ved anlegget i Trellevik,
i to posisjonar ved anlegget i Skjelavika; om lag midt på anlegget, på austsida, og ved NV hjørnet,
I ein posisjon ca 250 m rett nord for minste Usholmen.

Det blei målt i 4 m og 12 m djup alle stadane, med Aanderaa instrumenta nederst og Sensordata øverst. Ved Usholmane blei det nytta forankra rigg med overflatebøye, sidan der ikkje fantes noko anlegg å binde fast i. På dei andre stadane blei instrumenta opphengt i eksisterande fortøyningar til anlegga, i avstand 10-15 m frå merdane.

2.1.3. Periodar for strømmåling

Måleperiodane er angitt i tabell 2.1. Instrumenta som målte i 4 m og 12 m djup blei hengt ut og tatt opp samtidig. På grunn av begrensa minnekapasitet, blei målingane i 4 m djup i austlege posisjon i Skjelavika avslutta før målingane i 12 m djup.

Tabell 2.1. Måleperiodar på dei ulike målestadane i Sund, våren 1995.

Måledjup	Trellevik	Skjelavika vest	Skjelavika aust	Usholmsvika
4 m	23/3 - 9/4	12/4 - 9/5	12/4 - 25/4	23/3 - 12/4
12 m	23/3 - 9/4	12/4 - 9/5	12/4 - 9/5	23/3 - 12/4

2.2. Hydrografi

Dei hydrografiske målingane kring Toftarøy har pågått sidan 1987, med noko varierende tidsintervall. I førstninga blei det målt om lag ein gong pr måned, i samband med ei særskilt gransking av resipientane. Seinare har intervallet vore større, 2-3 månader i regelen.

Målingane er gjort med målesonder av fleire slag. Salinotermsonde blei nytta fast i starten, og også seinare ved enkelte høve. Sjølvregistrerande Sensordata SD200 sonde vart teken i bruk kring 1990. I det siste har ei sjølvregistrerande sonde av type Seabird SBE-19 vore nytta.

2.3. Vasskjemi

Den regulære prøvetakinga opp gjennom åra har fokusert på oksygeninnhald i sjøen, spesielt i djupvatnet. Regelen har vore å ta 2-4 prøver i ulike djup på kvar stasjon. Prøvene har blitt konserverte og analyserte i følge Winklers metode. I tillegg er det regelmessig blitt tatt vassprøver

for laboratoriebestemming av saliniteten. Dette for å kontrollere og evt. justere (kalibrere) verdiane til målesondene.

2.4. Botnfauna og sediment

9. mai 1995 blei det tatt botnprøver med grabb på dei tre lokalitetane, i følgjande posisjonar:

- Trellevik:** På sørvest-sida av anlegget. Botndjupet der er om lag 60 m.
Usholmane: På 47 m djup om lag 100 m nord for minste (austlegaste) Usholmen, i avstand 50 m ut frå landet i aust.
Skjelavika: På 52 m djup, midt på austsida av anlegget.

Botnprøvene blei tatt med ein 0.1 m² van Veen grabb. Denne grabbtypen arbeider godt i mudderhaldig og sandig sediment, og tar også tilfredsstillande prøver på skjellsand. Det blei tatt ein prøve på kvar stasjon (posisjon). Frå kvart grabbhogg blei det tatt av ein liten delprøve av overflatesedimentet for kjemisk analyse. Denne delprøven blei tatt gjennom inspeksjonsluka på toppen av grabben før denne blei opna.

Materiale frå delprøvene blei sendt til NIVAs laboratorium for analyse av totalt organisk karbon (TOC), totalt nitrogen (TN), totalt fosfor (TP) samt tørrstoff. Sjå NIVA (1993) for omtale av analyseprinsipp.

Faunaprøvene ble sikta gjennom 5 mm og 1 mm sikter og konservert i 4 % formaldehyd. I laboratoriet blei deretter alle dyra sortert frå siktematerialet, identifisert og talte.

3. MÅLERESULTAT FOR STRØM OG HYDROGRAFI

Vi presenterer her resultat frå måleseriane på kvar lokalitet for seg. Oppsummering og samanliknande vurderingar blir gjort i kapittel fem.

Alle figurar tilhøyrande dette avsnittet som gjeld strøm, er samla bakerst i rapporten, i Vedlegg 1.

3.1. Strøm ved Trellevik

Resultat frå målingane ved Trellevik er synt i figurane V1 til V5, og oppsummert i tabell 3.1.

4 m djup

Høgste strømstyrke i løpet av dei 17 dagane målingane pågjekk, var 22 cm/s (30. mars), mens middelstyrken var 6.2 cm/s. Dominerande strømreretning var mot nordvest (320 grader, sjå progressiv vektor diagrammet i fig. V2), med styrke 1.6 cm/s for heile måleperioden sett under eitt. Strømreretningen varierte i retning og styrke, noko som resulterte i ein relativt låg Stabilitets-faktor på 0.26.

12 m djup

Maksimum og middel strømstyrke var h.h.v. 21.4 og 5.8 cm/s. Med andre ord berre litt svakare enn i 4 m djup. Dominerande strømreretning var mot søraust, med styrke 1.2 cm/s. Stabilitetsfaktoren var 0.21.

Tabell 3.1. Nokre statistiske resultat frå strømmålingane i Trellevika 23/3 - 9/4 1995. Tabellen syner strømmens middelstyrke, maksimalt målt styrke, nettostrømmens styrke (vektormidla for heile måleperioden), samt dominerande strømreretning.

Trellevik	V-middel, cm/s	V-max, cm/s	V-netto, cm/s	Domin. retn (°)
4 m	6.2	22	1.6	320
12 m	5.8	21.4	1.2	40

3.2. Strøm i Skjelavika

Resultat frå målingane ved Skjelavika vest og aust er synt i figurane V6 til V15, og oppsummert i tabell 3.2.

Skjelavika vest, 4m

Det var svak middelstrøm, kalkulert til 0.9 cm/s i måleperioden. I starten av måleperioden var det strømskille i 2 1/2 døgn (fig V6). Den låge middelverdien skuldast hyppige og vedvarande periodar med tilnærma null strøm (svakare enn instrumentets deteksjonsgrense), noko som framgår av tidsserien i fig. V6. Hovedstrømreretningen for serien sett under eitt var mot sør, og netto strømstyrke var 0.6 cm/s. Stabilitetsfaktoren var 0.66, m.a.o relativt retningsstabil strøm, slik det framgår av strømreretningene, og vektordiagrammet i fig. V7.

Skjelavika vest, 12 m

Som i 4 m djup var det også svak strøm i 12 m djup, med maksimum og middel strømstyrke på 6.0 og 1.6 cm/s h.h.v. (tabell 3.2). Det var hyppige periodar med tilnærma null strøm (fig. 3.8). Nettostrømmen var svak (0.6 cm/s), retta mot nordvest (fig. V9 og V10). Stabilitetsfaktoren var 0.45, m.a.o. relativt retningsstabil strøm.

Skjelavika aust, 4m

Måleperioden var 12/4 til 25/4, eller knapt 12 døgn for dette djupet. Det var rimeleg sterk strøm, med maksimum og middelværdi på 15.3 og 3.8 cm/s. Nettostrømmen med verdi på 0.45 cm/s hadde ein svakt austleg komponent (fig. V12), men var vanskeleg å definere eksakt. Stabilitetsfaktoren var såpass låg som 0.1, altså lite retningsstabil strøm.

Skjelavika aust, 12 m

Tabell 3.2 syner at det var god strøm i 12 m djup, faktisk sterkare enn i 4 m djup. Strømstyrken avtok gradvis utover i måleperioden (fig. V13), slik at lengre måleperiode enn i 4 m djup ikkje kan forklare denne forskjellen. Nettostrømmen var svak (0.8 cm/s), og retta mot vest (fig. V14 og V15). Strømretningen veksla mellom vest og aust (fig. V14), med liten stabilitetsfaktor (0.18) som resultat.

Tabell 3.2. Nokre statistiske resultat frå strømmålingane i Skjelavika 12/4 - 9/5 1995. Tabellen syner strømmens middelstyrke, maksimalt målte styrke, nettostrømmens styrke (vektormidla for heile måleperioden), samt dominerande strømretning.

Skjelavika, vest	V-middel, cm/s	V-max, cm/s	V-netto, cm/s	Domin. retn. (°)
4 m	0.9	9.9	0.6	175
12 m	1.6	6.0	0.6	330

Skjelavika, aust	V-middel, cm/s	V-max, cm/s	V-netto, cm/s	Domin. retn. (°)
4 m *	3.8	15.3	0.45	(90)
12 m	5.2	22.5	0.8	290

* Måleperiode kun 12/4 - 26/4 1995.

3.3. Strøm i Usholmsvika

4 m djup

Middelstrømstyrken var 5.0 cm/s, og maksimal strømstyrke var 14.4 cm/s (tabell 3.3). Det var kun nokre sporadiske og korte periodar mot slutten av måleserien med tilnærma null strøm (fig. V16). Nettostrømmens retning var mot nord (fig. V17), med styrke 0.6 cm/s.

12 m djup

Strømmen var her den sterkaste som blei målt i dei ulike posisjonane. Maksimal strømstyrke var heile 36.8 cm/s, og middelstrømmen var 14.2 cm/s for den 21 dagar lange måleperioden (fig. V18). Nettostrømmen var retta mot sørvest, med styrke ca 5 cm/s (fig. V19 og V20).

Tabell 3.3. Nokre statistiske resultat frå strømmålingane i Usholmsvika 23/3 - 12/4 1995. Tabellen syner strømmens middelstyrke, maksimalt målte styrke, nettostrømmens styrke (vektormidla for heile måleperioden), samt dominerande strømreretning.

	V-middel, cm/s	V-max, cm/s	V-netto, cm/s	Domin. retn. (°)
4 m	5.0	14.4	0.6	05
12 m	14.2	36.8	5.5	230

3.4. Hydrografi

Hydrografi-målingane består dels av langtids-seriar av målingar frå så langt tilbake som 1987, og av salinitets- og temperaturmålingane gjort samtidig med strømmålingane i 1995 (korttidsvariasjonar).

3.4.1. Korttidsvariasjonar

Det var som venta ikkje store forskjellar i hydrografi frå lokalitet til lokalitet i løpet av perioden for strømmåling i 1995. Derfor presenterer vi kun representative utdrag av målingane.

4 m djup

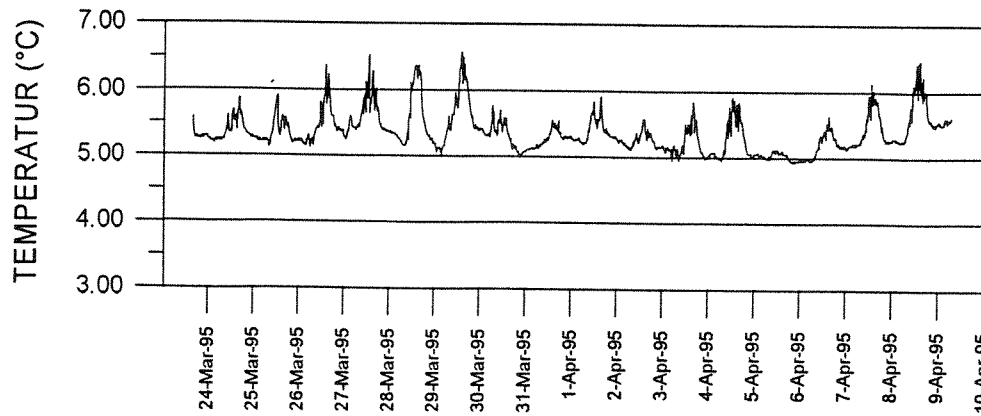
Fig. 3.1 viser temperaturutviklinga i 4 m djup i perioden 24. mars - 9. mai 1995. Lågaste temperatur blei registrert 6. april (litt under 5 grader). Frå denne dagen byrja ei gradvis oppvarming i sjøen, med temperatur aukande til om lag 9 grader i byrjinga av mai. Korttidsvariasjonane skuldast som oftast døgn-variasjon (dag/natt) i oppvarming. Salinitet blei ikkje målt i 4 m djup.

12 m djup

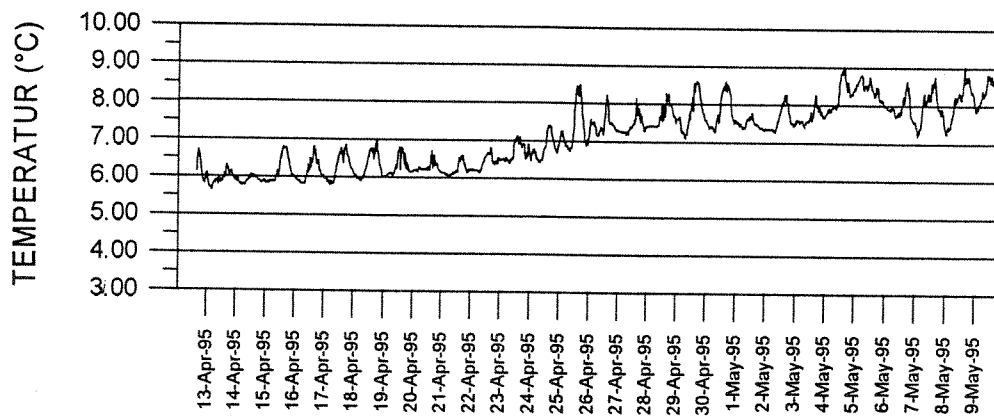
Målingar av sjøens temperatur og salinitet i 12 m djup er synt i fig. 3.2a og 3.2b for same perioden som nemnt ovanfor. Lågaste temperatur fall saman med målingane i 4 m djup, d.v.s. rundt 6. april. Ei viss oppvarming starta då, men temperaturane nådde ikkje meir enn knapt 7 grader innan byrjinga av mai. Altså 2 grader lågare enn i 4 m djup (fig. 3.1).

Salinitetsvariasjonane i 12 m djup var moderate. Ingen store endringar som t.d. kunne indikere større vassutskifting i fjordområdet. Variasjonane var vesentlegast av halvdagleg karakter. D.v.s. at tidevatnet var dominerande faktor her. Raske variasjonar forekom. M.a. ein episode 31. mars, med over 1 ppt variasjon over nokre få timar. Men dette er ikkje dramatiske endringar, og har neppe hatt direkte innverknad på oppdrettsfisken. Denne episoden var heller ikkje knytt til særskilte strømforhold.

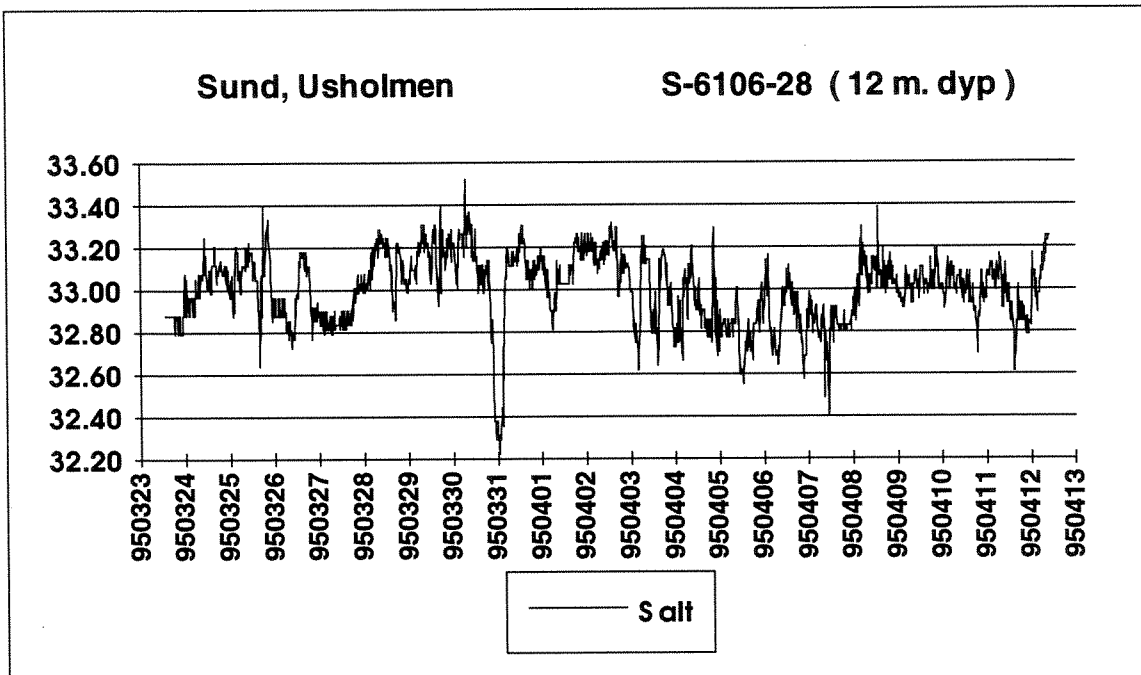
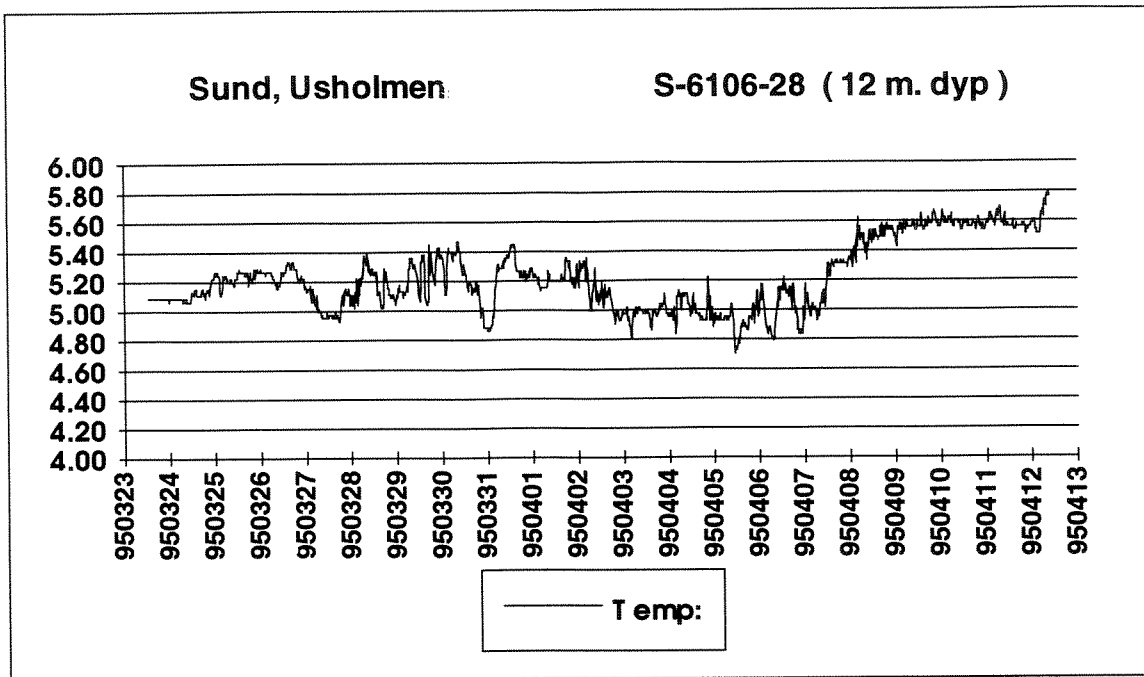
TRELLEVIK 23. MARS TIL 9. APRIL 95, DYP 4 METER.



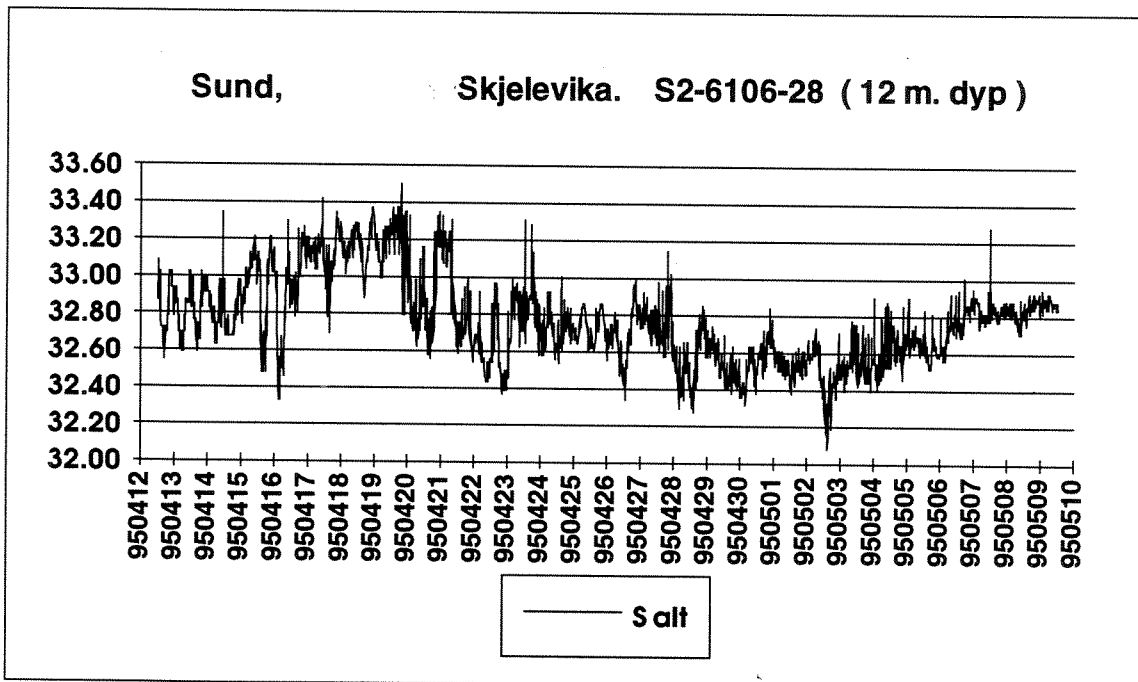
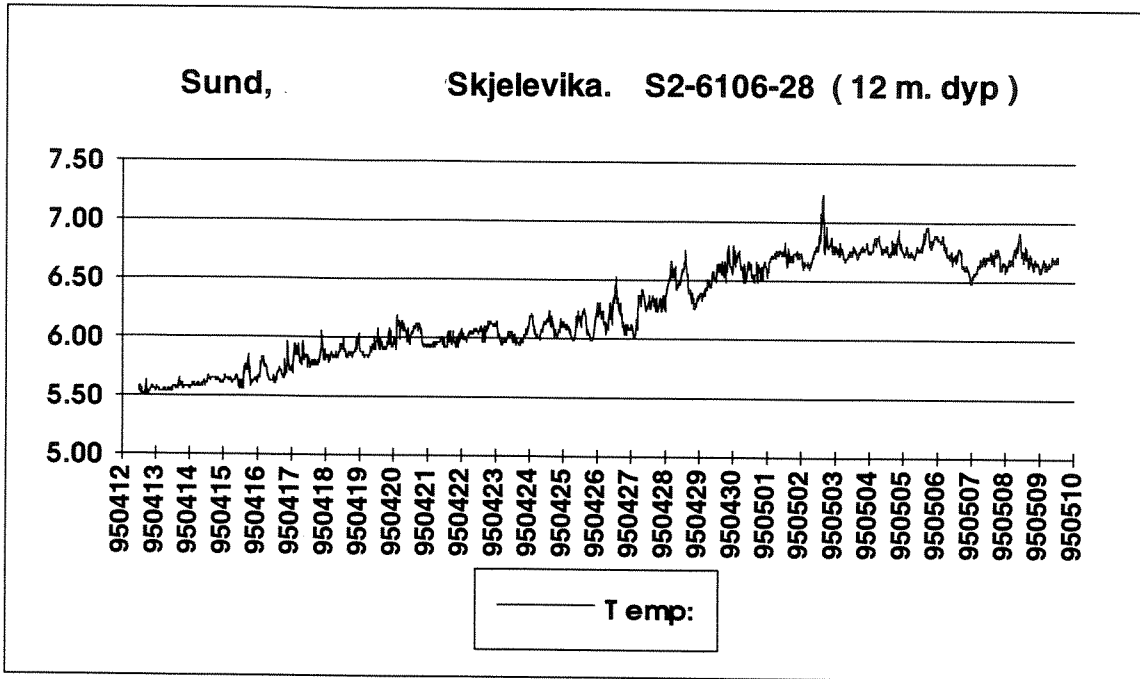
SKJELEVIKA VEST 12. APRIL TIL 9. MAI 95, DYP 4 METER.



Figur 3.1. Målt sjøtemperatur i 4 m djup i perioden 24. mars - 9. mai 1995.



Figur 3.2a. Målt sjøtemperatur og salinitet i 12 m djup ved Usholmen i perioden 23. mars - 13. april 1995.



Figur 3.2b. Målt sjøtemperatur og salinitet i 12 m djup i Skjelevika i perioden 12. april - 9. mai 1995.

4. RESULTAT FOR BOTNFAUNA OG SEDIMENT

Fullstendige resultat for botnfaunaprøvene er gitt i Vedlegg 2.

4.1. Stasjon Usholmsvika (Usholmane)

Botnsedimentet bestod av nokså grov skjellsand med ein del stein. Det måtte takast fleire grabbhogg før det lykkast å få ein god prøve. I sedimentet var det ei ganske svak lukt av hydrogensulfid, men denne forsvann raskt. Skjellsanden bestod i det vesentlege av restar av rur (tabell 4.1). Dette indikerer at materiale blir tilført frå gruntvassområda omkring.

Det var lavt innhald av organisk materiale i botnprøven (tabell 4.2), og den var noko arts- og individfattig (tabell 4.3). Men verdien for artsmangfaldet i prøven var høg. Det kan nemnast at i ei tidlegare gransking av skjellsandforekomstar vest for Toftarøyosen fann Oug (1993) gjennomgåande 40-60 artar og 100-300 individ i 0.1 m² botnprøver.

I følge SFT sine kriteria for klassifisering av miljøkvalitet i fjordar og kystfarvatn (SFT 1993) fell prøven i Usholmsvika godt innafør tilstandsklasse I 'god' der grenseverdien for artsmangfald er $H' > 3.1$. Artssammensetninga må betraktast som normal. Børstemarkane *Aonides paucibranchiata*, *Glycera lapidum*, *Jasmineira*, *Prionospio* og *Scoloplos armiger* var alle vanleg førekommande på skjellsandlokalitetane vest av Toftarøyosen (Oug 1993).

Prøven gir inntrykk av ein strømpåvirka lokalitet med gode forhold. Det er ikkje unaturleg med ein svak lukt av hydrogensulfid i skjellsand.

Stasjon Skjelavika

Prøven blei tatt ganske nær ved anlegget i Skjelavika. Det var skjellsand med eit topplag av meir finkorna sediment på lokaliteten. I sedimentet var det noko organiske partiklar som synes å vere restar av fôr. Det var litt lukt av hydrogensulfid. Skjellsanden var sterkt forvittra og bestod av småknuste restar av rur, muslingar og kråkeballar (tabell 4.1).

Innhaldet av organisk materiale i sedimentet (12 mg/g TOC) var normalt eller noko forhøgd (tabell 4.2). I finkorna fjordsediment er det vanleg å observere 10-50 mg/g TOC (= 1-5 %), mens verdiane på sand- og skjellsandhaldig botn er lavare, oftast under 10 mg/g. Ved granskingane i 1987 (Bjerknes et al. 1988) blei det på nærliggande stasjonar med meir finkorna sediment (sand/silt) målt verdiar frå 13-17 mg/g TOC (St. T22 63 m, St. T24 43 m). Verdien for TOC, og dei visuelle observasjonane, tyder derfor på ein viss påverknad frå anlegget. Det blei ikkje målt organisk innhald i grovare sediment i 1987 fordi det blei vurdert som svært lavt.

Etter SFTs kriterium for miljøkvalitet fell verdiane både for TOC og TN i tilstandsklasse I 'god', men klassegrensene er primært gyldige for finpartikulære sediment der det er forventta høgare verdiar enn i sand- og skjellsandhaldige sediment.

Forholdstalet (vektbasis) mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet) var normalt. Dette talet kan indikere noko om materialets art og opphav. I sediment der det organiske materialet hovudsakleg er naturleg produsert i sjøen (f.eks. dødt plankton) vil forholdstalet vere 6-10. Nær oppdrettsanlegg er

det tidlegare påvist lavare verdiar. Dette er blitt forklart som påverknad frå fôr med høgt proteininnhald, og som dermed inneheld mykje nitrogen (Nilsen et al. 1987, Lømsland & Oug 1995).

Verdien for fosfor i sedimentet (2.7 mg/g) må betraktast som høgt (fosfor i sediment inngår ikkje i SFTs kriteriesystem). Dette kjem klart fram i forholdstalet mellom fosfor og karbon (P/C) som i upåverka sediment er forventa å vere lavare enn 0.1. for planteplankton, som i stor grad er opphav til naturleg forekomande organisk materiale i sediment, er forholdstalet om lag 0.025 (Lømsland og Oug 1995). Fosfatet stammar frå fiskefôret, og blir tilført sedimentet i form av spillfôr og fekalier. Fisk i oppdrett kan ikkje nyttiggjere seg alt fosfor i fôret.

Botnfaunaprøven syner at lokaliteten var betydelig påverka av organiske tilførsler. Det var lavt artstal og svært lavt artsmangfald i prøven (tabell 4.3). Faunaen var fullstendig dominert av børstemarken *Capitella capitata* som generelt sett opptrer i høge tettleikar på lokalitetar med tung organisk belastning. I SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet (SFT 1993) fell verdien for artsmangfald i tilstandsklasse V 'meget dårlig' (grenseverdi: $H' < 0.8$).

Også sett i relasjon til det pågåande prosjektarbeidet for å finne standardar for miljøovervaking i oppdrett (MOM), kjem botnfaunaprøven dårleg ut. Eit av minstekrava i MOM til akseptable miljøtilhøve er at ingen artar må ha meir enn 90 % av det totale individtalet i prøvene (Ervik et al. 1995). Dette systemet er rett nok basert på summerte verdiar for 2-3 botnprøver (minimum 0.2 m²), men det er lite truleg at fleire prøver frå same stad ville ha endra resultatata for Skjelavika.

Prøvene gir inntrykk av ein lokalitet som er utsett for høg organisk belastning, og som sannsynligvis har relativt sterk botnstraum (ikkje målt). Tilførslene påverkar botnfaunaen i betydeleg grad, men blir i mindre grad avsett (lagra) i botnsedimenta.

Stasjon Trellevik

Prøvene blei tekne nær ved oppdrettsanlegget. Det var sand og skjellsand med ein del organisk materiale på lokaliteten. Skjellsanden hadde svært variert samansetning og bestod av restar av rur, kråkeballar, muslingar, foraminiferar og småsneglar. Former typiske for både hardbotn og blaut botn såvel som artar som lever i strandsona var representert, noko som tyder på at tilførslene stammar frå ulike område.

Innhaldet av organisk materiale synes vere noko høgare enn normalt. Både verdien for karbon (20 mg/g) og verdien for nitrogen (3 mg/g) er over forventa verdiar i skjellsand. Etter SFT sine kriterium for miljøkvalitet, fell verdien for organisk karbon i klasse I 'god' og verdien for nitrogen i klasse II 'mindre god'. Men som nemnt ovanfor, er klassegrensene for sediment ikkje gode (konsise) for skjellsand.

Både fosforverdien (6 mg/g) og P/C forholdet synte høge verdiar. C/N-forholdet (6.3) var i nedre normalområde, og dette kan antyde ein viss anriking av nitrogen. Sedimenta viser dermed klar påverknad av fosfor, og sannsynligvis påverknad av nitrogen. Dette er klare teikn på at spillfôr og fekalier frå anlegget påverkar botnområda rundt.

Ved granskingane i 1993 fann Botnen et al. (1993) organisk innhald i sedimentet, målt som glødetap, på 5.5-6.3 % ved oppdrettsanlegget. TOC-verdien frå 1995 (20.3 mg/g) tilsvarar om lag 8 % glødetap. Prøven frå 1995 kan dermed tyde på ein viss auke av det organiske innhaldet i sedimentet sidan 1993.

Tabell 4.1. Botnprøvetaking i Sund 9. mai 1995: Stasjonar, djup, visuelle observasjonar og karakteristikk av grovmaterialet i prøvene. Det blei tatt ein prøve med van Veen grabb (0.1 m²) på kvar stasjon.

Stasjon	Djup m	Visuelle observasjonar	Grovmateriale
Usholmane	47	Gulaktig skjellsand, ein del stein, vanskeleg å få prøve. Svak H ₂ S som raskt forsvann.	6 liter siktemateriale. Vesentleg restar av rur. Noko piggar/plater av kråkeballar, ein del småsnegl (Bittium, Onoba, Lacuna, Acmaea), spreidde restar av blåskjell, Astarte, Anomia. Litt rørmak. Ein del planterestar.
Skjelavika	52	Skjellsand med finkorna sediment øverst. Noko grus og småstein nedover i sedimentet. Førlignande partiklar på overflata. Litt lukt av H ₂ S.	0.5 l siktemateriale. Sterkt forvittra og småknust skjellsand av rur og muslingar, litt kråkeballar. Ca 50 % kalkfragment og 50 % grov mineralsand.
Trellevik	60	Sand og skjellsand. Ein del organisk materiale med mykje dyr. Ingen lukt.	2.5 l siktemateriale. Mykje grovt materiale. Grå, mørk, nokså forvittra skjellsand av muslingar (Myrtea, Anomia, Chlamys, Mytilus, Yoldiella, Nucula, Thyasira). Små foraminiferar og mykje småsnegl. Restar av rur og kråkeballar. Sammenfiltra planterestar.

Tabell 4.2. Organisk materiale i botnsediment frå Sund 9. mai 1995. TTS = totalt tørrstoff, TOC = totalt organisk karbon, TN = totalt nitrogen, TotP = totalt fosfor. C/N = forholdstal mellom karbon og nitrogen. P/C = forholdstal mellom fosfor og karbon.

Parameter: Eining:	TTS g/kg	TOC mg/g	TN mg/g	Tot-P mg/g	C/N	P/C
STASJON						
Usholmane	557	3.8	< 1.0	1.1	-	0.29
Skjelavika	585	12.6	1.7	2.7	7.4	0.21
Trellevik	506	20.3	3.2	6.3	6.3	0.31

Tabell 4.3. Dei viktigaste artane i botnprøver (0.1 m²) frå Sund 9. mai 1995. Større former og alle artar med > 5 individ i ein prøve (tilsvarande 50 ind/m²) er vist. Samla artstal, individtal og artsmangfald i prøvene er også gitt. Nematoda: + = nokre få ind. i prøver, ++ = mange ind. (omtrent 100), +++ = svært høgt antal.

Stasjon	Usholm.	Skjelavik	Trellevik
CNIDARIA (nesledyr)			
<i>Cerianthus lloydi</i> (syylinderrose)	-	1	-
NEMATODA (rundmark)			
Nematoda ind.	++	+	+++
POLYCHAETA (mangebørstemark)			
<i>Aonides paucibranchiata</i>	7	-	-
<i>Capitella capitata</i>	10	2240	1036
<i>Glycera lapidum</i>	11	-	-
<i>Jasmineira caudata</i>	8	-	-
<i>Prionospio cirrifera</i>	5	-	-
<i>Scolelepis fuliginosa</i>	-	4	41
<i>Scoloplos armiger</i>	9	-	-
CRUSTACEA (krepsdyr)			
<i>Inachus dorsettensis</i> (stankelbein krabbe)	1	-	-
BIVALVIA (muslingar)			
<i>Lucinoma borealis</i> (kalvskjell)	-	1	-
ECHINODERMATA (pigghudar)			
<i>Asterias rubens</i> (vanlig korstroll)	-	1	-
Samla artstal	28	5	5
Samla individual	84	2247	1081
Artsmangfald Shannon-Wiener H' (log 2)	4.20	0.04	0.27

Ved granskingane i 1987 (Bjerknes et al. 1988) blei det målt 16 mg/g TOC i finkorna sediment i det djupaste området sørvest for anlegget (St. T3, 103 m). Dette tilsvarar ein glødetapsverdi på 6-7 %, som er nær det Botnen et al. (1993) fann.

Botnfaunaprøven viste at botnen nær anlegget var betydeleg organisk belasta. Faunaen var artsfattig, hadde svært lavt artsmangfald og var dominert av *Capitella capitata*. Børstemarken *Scolelepis fuliginosa* (= *Malacoceros fuliginosus*) finns ofte saman med *Capitella* på tungt belasta lokalitetar. Vurdert etter SFT sin klassifikasjon fell prøven i klasse V 'meget dårlig'. Også etter det komande MOM-systemet (sjå omtale ovanfor), vil lokaliteten bli karakterisert som svært dårleg.

Prøvene gir inntrykk av ein lokalitet som er utsett for høg organisk belastning, men som har betydeleg botnstraum (ikkje målt). Tilførsleane påverkar botnfaunaen, men blir på grunn av strømmen ikkje avsett i botnsedimenta i tilsvarende grad.

5. DISKUSJON

5.1. Generelt

Både botnprøver (fauna og sedimentkvalitet) og strømmålingane synte vesentlege forskjellar mellom lokalitetane. For strøm var dei antatt beste tilhøva (høgast middelstrøm) ved Usholmane, og dei antatt dårlegaste i Skjelavika. Botnprøvene synte at Usholmane hadde dei beste tilhøva, mens dei to andre lokalitetane hadde karakter av påverknad frå organisk materiale.

Denne siste skilnaden kan delvis skrive seg frå at det ikkje har vore drift ved Usholmane sidan 1992, og at sediment og fauna dermed kan ha fått tid til restaurering. Likevel er der ein tydeleg samanheng mellom målt strøm og sediment/botntilhøve.

Mens Skjelavika generelt sett hadde den svakast strøm i 4 m og 12 m djup, var det Trellevik som hadde dei høgaste verdiane av karbon, nitrogen og fosfor i sedimentet, og det lågaste individ-talet for fauna av dei to lokalitetane. Dette kan delvis skuldast svakare botnstraum ved Trellevik. Måling av botnstraum inngjekk ikkje i programmet i 1995. Det var for øvrig vesentleg lågare artsantal og diversitet i 1995 enn ved forrige gransking av UiB (1993).

5.2. Om lokalitetane

Skjelavika

Strømmålingane synte at Skjelavika på austsida av Toftarøy hadde svakast strøm av alle lokalitetane, både i 4 m og 12 m djup. Middelerdien for strømmen var h.h.v. 0.9 og 1.6 cm/s, noko som må reknast som lågt i oppdrettssamanheng, og som set begrensingar på kapasiteten der. Havbruksnæringa eller andre har enno ikke kome fram til eintydige akseptable minsteverdier for strøm i forhold til anleggs-storleik eller biomasse. Dei foreliggende måleresultata vil kunne nyttast når desse kriterier ligg føre.

Ved lokaliteten var det fleire lengre periodar med tilnærma strømsstille. Målingane i 12 m djup kan tyde på ei form for bakevje der strømmen går med klokka rundt anlegget.

Det har vore drift på lokaliteten i Skjelavika i lengre tid, men vi kjenner ikkje til om der har vore uhell eller spesielle episodar med fisken som kan knyttast til periodar med tilnærma stagnerande vatn. Den eksisterande driftssamordninga med Trellevik kan vere eit tiltak som reflekterer begrensa kapasitet for lokaliteten.

Sediment- og faunaprøvene indikerte botnpåverknad frå oppdrettsaktiviteten. Faunaprøven var betydelig påverka av organiske tilførsler.

Trellevik

Trellevika på vestsida av Toftarøy hadde tilfredsstillande strømforhold, med middelerdi på 5-6 cm/s. I 4 m djup var strømmen (vasstransporten) retta mot nordvest og i 12 m djup mot søraust. Men relativt låge stabilitetsfaktorar for strømmen i begge djup indikerer hyppig retningsending.

Sedimentprøvene hadde dei høgaste verdiane av dei tre lokalitetane. Det relativt høge nivået tyder på påverknad frå anlegget. Faunaprøvene synte betydeleg organisk belastning, antakeleg frå drifta på anlegget.

Botnrøven blei tatt SV for anlegget, på ca 60 m djup. Strømmålingane indikerer at det meste av vasstransporten gjennom anlegget går nordover. Dette stemmer også godt med UiBs prøveresultat frå 1993 (Botnen et al. 1993) som synte dårlegare botntilhøve på nordsida enn på sørsida.

Usholmsvika

Usholmsvika hadde dei beste strømtilhøva av dei tre lokalitetane, med forbehold om at strømmen tidvis kan vere i sterkaste laget for normal drift. 37 cm/s, (0.7 knop) målt i 12 m djup representerer neppe noko maksimumsverdi for lokaliteten. Periodane med sterkast strøm hadde retning mot sør eller sørvest.

Botnprøvene viste også gode tilhøve, dei beste av dei tre lokalitetane. Det at det ikkje har vore drift på lokaliteten på nokre år vanskeleggjer samanlikning med ei andre to andre lokalitetane. Men sett ut frå dagens gode forureiningstilhøve bør denne lokaliteten vere godt eigna til framtidig havbruksdrift. Strømforholda kan krevje at ein må ta særskilt omsyn til desse både ved plassering av merdane, fordeling av fisken, og ved føring (unngå unødig førspill i strømssterke periodar).

5.3. Utvikling i resipientane

5.3.1. Hydrografi

Foreliggende materiale gjev eit visst grunnlag for å vurdere tidsutvikling i resipientane Austefjorden og Toftarøyosen. Dei hydrografiske målingane i Austefjorden (v/ Steinsland, fig. 5.1) syner at det i den siste femårs perioden har skjedd ein viss avkjøling i sjøen. Sesongvariasjonane har vore tilnærma like frå år til år så langt materialet gjev grunnlag for å vurdere. M.a.o. har vilkåra for djupvassutskifting i dei avstengte bassenga vore tilnærma like dei siste åra, med innstøyming av nytt djupvatn til Austefjorden kvar vår/sommar.

Oksygenmålingane i sjøen i Austefjorden (stasjon ved Kausland og Steinsland), ved Glesnes og i Krossfjorden i perioden 1990-1995 er synt i fig. 5.2a og 5.2b. I dei siste åra har tida mellom kvar måling auka, slik at ein neppe har fanga opp årsminimum i resipientane.

Av data frå djupvatn i Krossfjorden (stasjon T5, fig. 5.2b) framgår det at oksygennivået har halde seg ganske konstant gjennom måleperioden. Muligens kan det sporast ein liten auke i konsentrasjonane, som delvis kan skuldast generelt lågare sjøtemperatur dei siste åra, og dermed høgare metningsverdiar.

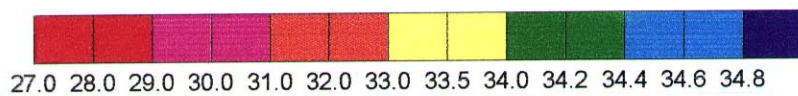
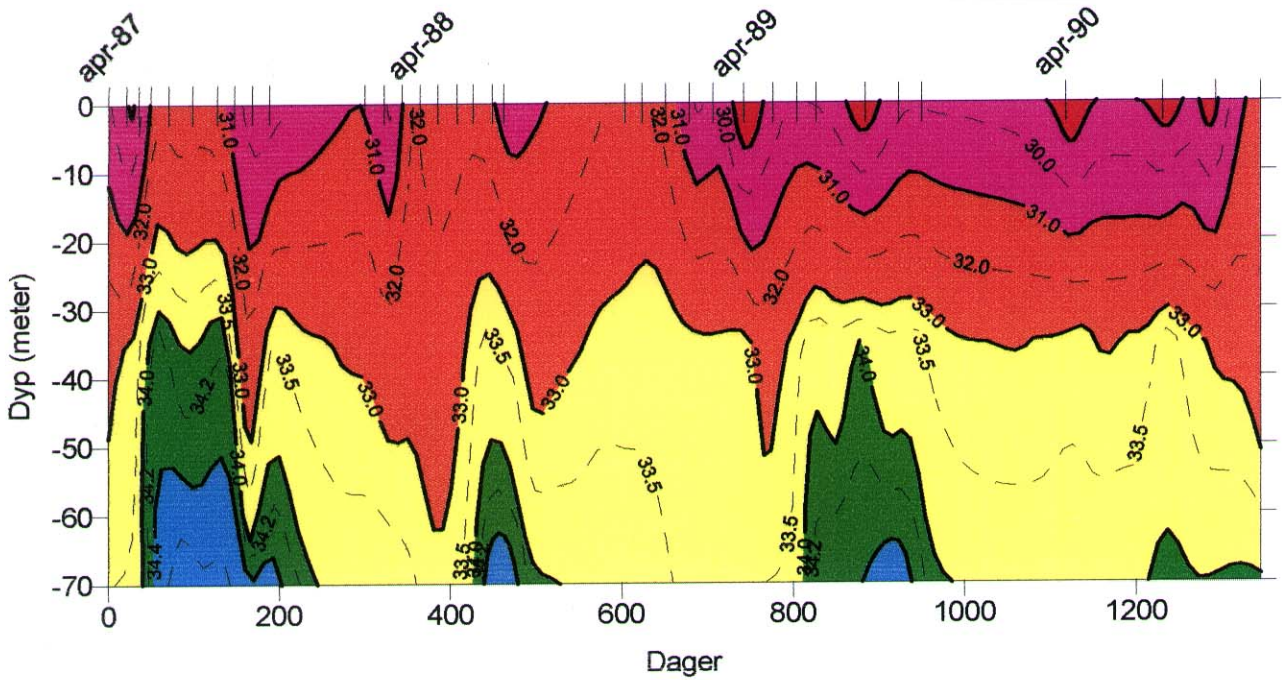
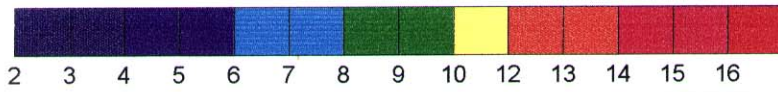
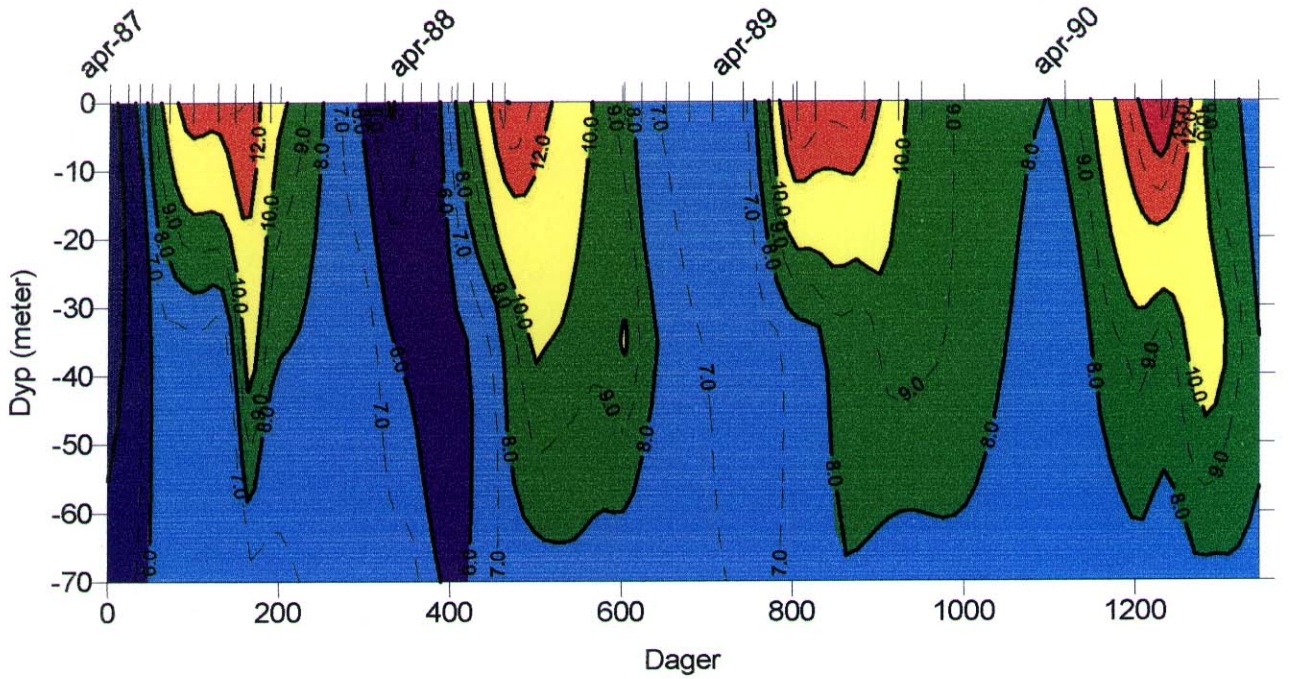
Også på dei tre andre stasjonane i meir skjerna område er det liten eller ingen langtidstrend. Imidlertid ser ein tydeleg sesongvariasjon for dei djupe prøvene. Ved Kausland og ved Glesnes var det seinast i 1994 nesten oksygenfritt.

5.3.2. Botntilhøva

Når det gjeld botnfauna og sediment, er det kun for lokalitet Trellevik det finns materiale å samanlikne med. Botnfaunaprøvene der synte dårlegare tilhøve i 1995 enn i 1993, noko som tyder på ein forverring av tilstanden siste åra. Rett nok er det lite grunnlag for å beskrive tidsutvikling sidan det berre blei tatt ein prøve i 1995, men det er verd å merke seg at denne prøven var klart dårlegare enn alle fire som blei tatt i 1993. Det er også eit signal om tung påverknad at det i det heile blei påvist sterkt belasta fauna på såvidt stort djup som 60 m. Botnen et al. (1993) konkluderte med at ein gjennomgang av føeringsrutinene kunne vee ein fordel for nærmiljøet. Granskinga frå 1995 gir ingen grunn til å svekke denne anbefalinga.

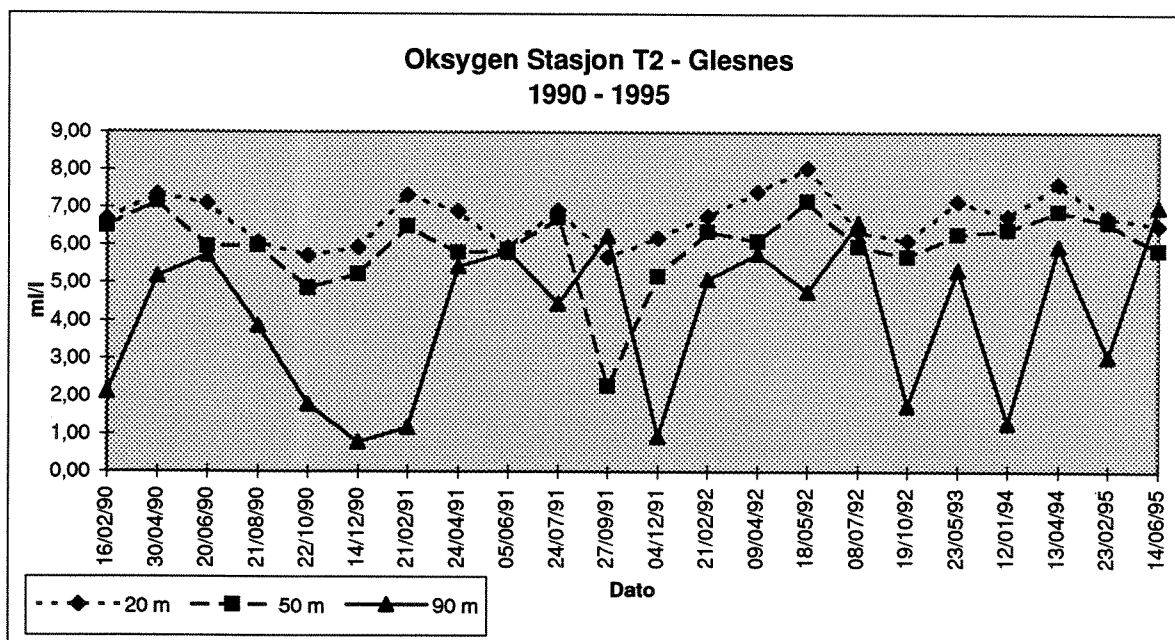
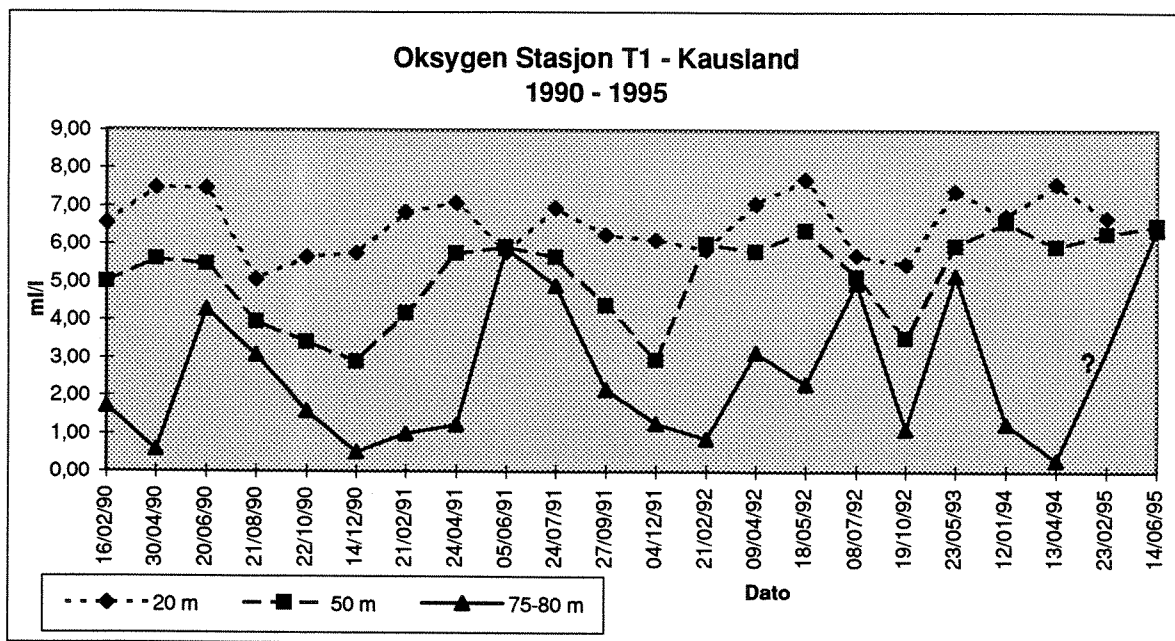
Sund, T7, Steinsland

Temperatur (°C)

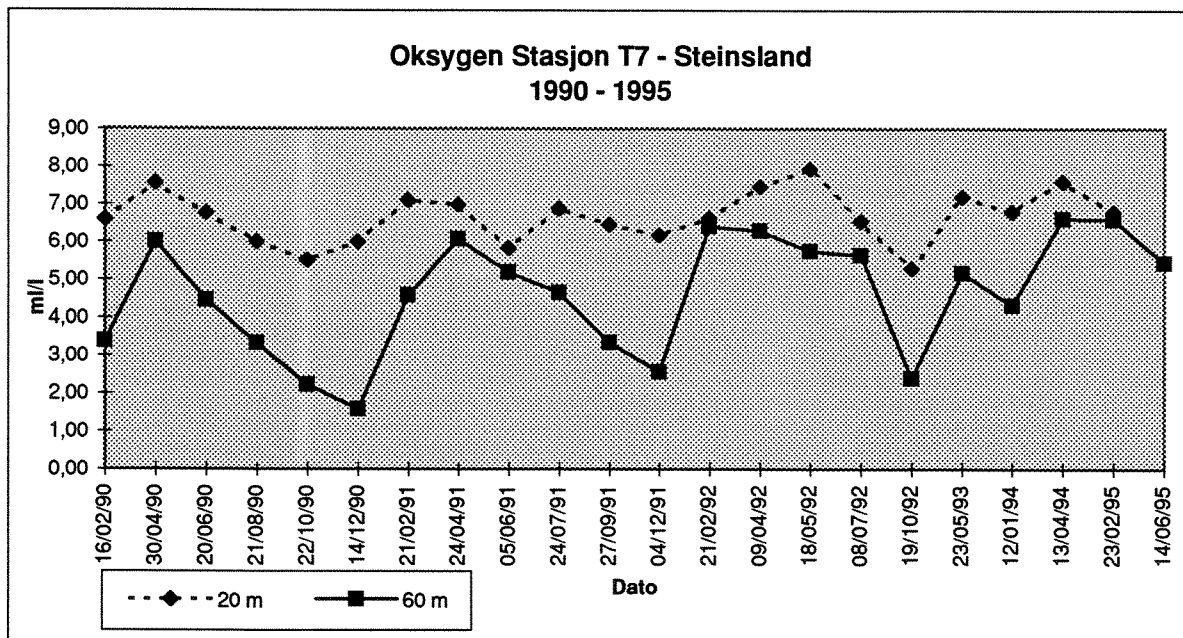
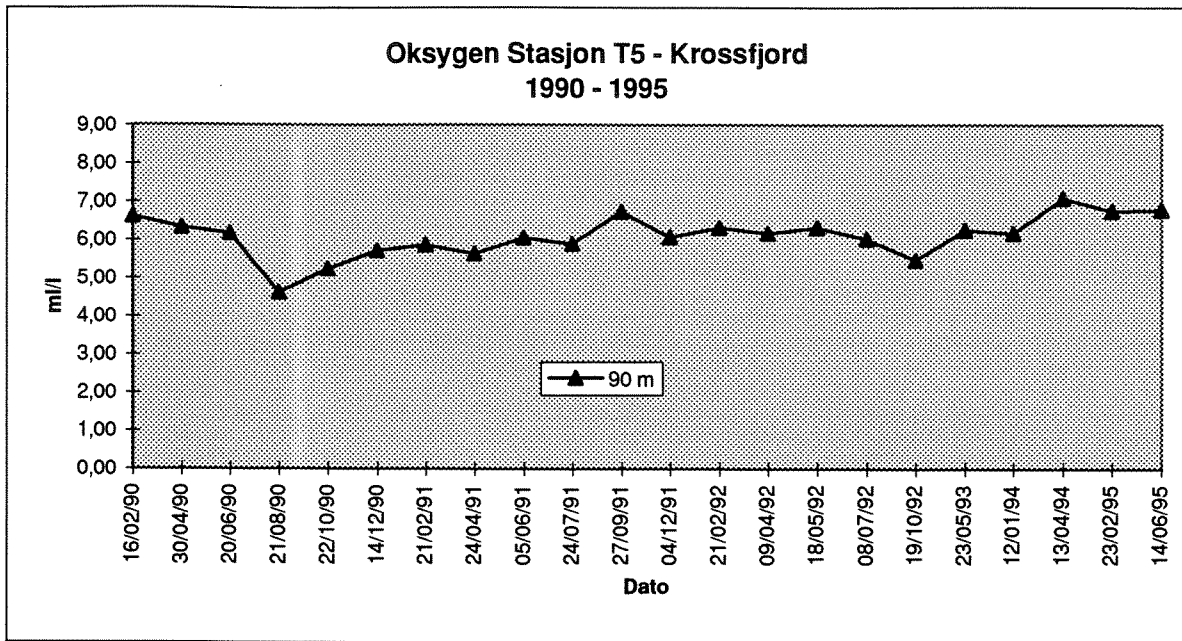


Salinitet (ppt)

Figur 5.1. Tidsisoplet for temperatur og salinitet i sjøen ved Steinsland i perioden 1987 - 1990.



Figur 5.2a. Tidsvariasjon for oksygen i sjøen ved Kausland og Glesnes 1990-1995. Merk at x-aksen (tidsaksen) ikkje er skalert.



Figur 5.2b. Tidsvariasjon for oksygen i sjøen i Krossfjorden og ved Steinsland 1990-1995. Merk at x-aksen (tidsaksen) ikkje er skalert.

6. LITTERATUR-REFERANSAR

- Bjerknes, V., L.G. Golmen, A. Pedersen & K. Sørgaard 1988. Kapasitet for fiskeoppdrett i Skogsvågen og i fjordområdet kring Toftarøy på Sotra. NIVA rapport nr. 2072. Bergen/Oslo. 122 s.
- Botnen, H., Ø. F. Tvedten og P.J. Johannessen 1993: Resipientundersøkelse ved Trellevik i Toftarøyosen, Sund kommune. Rapp. nr. 37/93, IFM, Universitetet i Bergen, 22s.
- Ervik, A., P.K. Hansen, J. Aure, P. Johannessen, T. Jahnsen & M. Schaaning 1995. Brukerveiledning og miljøstandarder for overvåkingsprogram i oppdrett. MOM (modellering - overvåkning -matfiskanlegg). Fisken og Havet nr. 12-1995. 32 s.
- Golmen, L. G. 1991: Overvåking av sjøresipientar i Sund kommune 1987-1990. Statusrapport, NIVA-Vest, Bergen, 14s.
- Golmen, L. G. 1994: Vurdering av nytt kloakkutslepp frå renseanlegg ved Eide i Sund kommune. NIVA rapp. nr. 3122, Bergen/Oslo, 39 s.
- Lømsland, E.R. & E. Oug 1995. Resipientundersøkelse i Ytre Melvørsund. NIVA rapport nr. 3274. Bergen/Oslo. 19 s.
- Nilsen, J., K. Næs & J. Molvær 1987. Miljøundersøkelser i sjøanlegget til Bakkasund Lakseoppdrett A/S. NIVA rapport nr. 1967. Oslo. 67 s.
- NIVA 1993: Anvendelse og prinsipp for de kjemiske analysemetodene som benyttes ved NIVA. NIVA dokument nr X-28, 29 s.
- Oug, E. og L. G. Golmen 1992: Skjellsandutvinning. Økologiske konsekvenser ved utvinning av skjellsand. NIVA rapport nr. 2792, Bergen/Grimstad, 45 s..
- Oug, E. 1993. Bunnfauna på skjellsandforekomster i Sund kommune, Hordaland. NIVA rapport nr. 2875. Grimstad/Oslo. 51 s.
- SFT 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Virkninger av organiske stoffer. SFT Veiledning 93:05. SFT. Oslo. 16 s.

Vedlegg

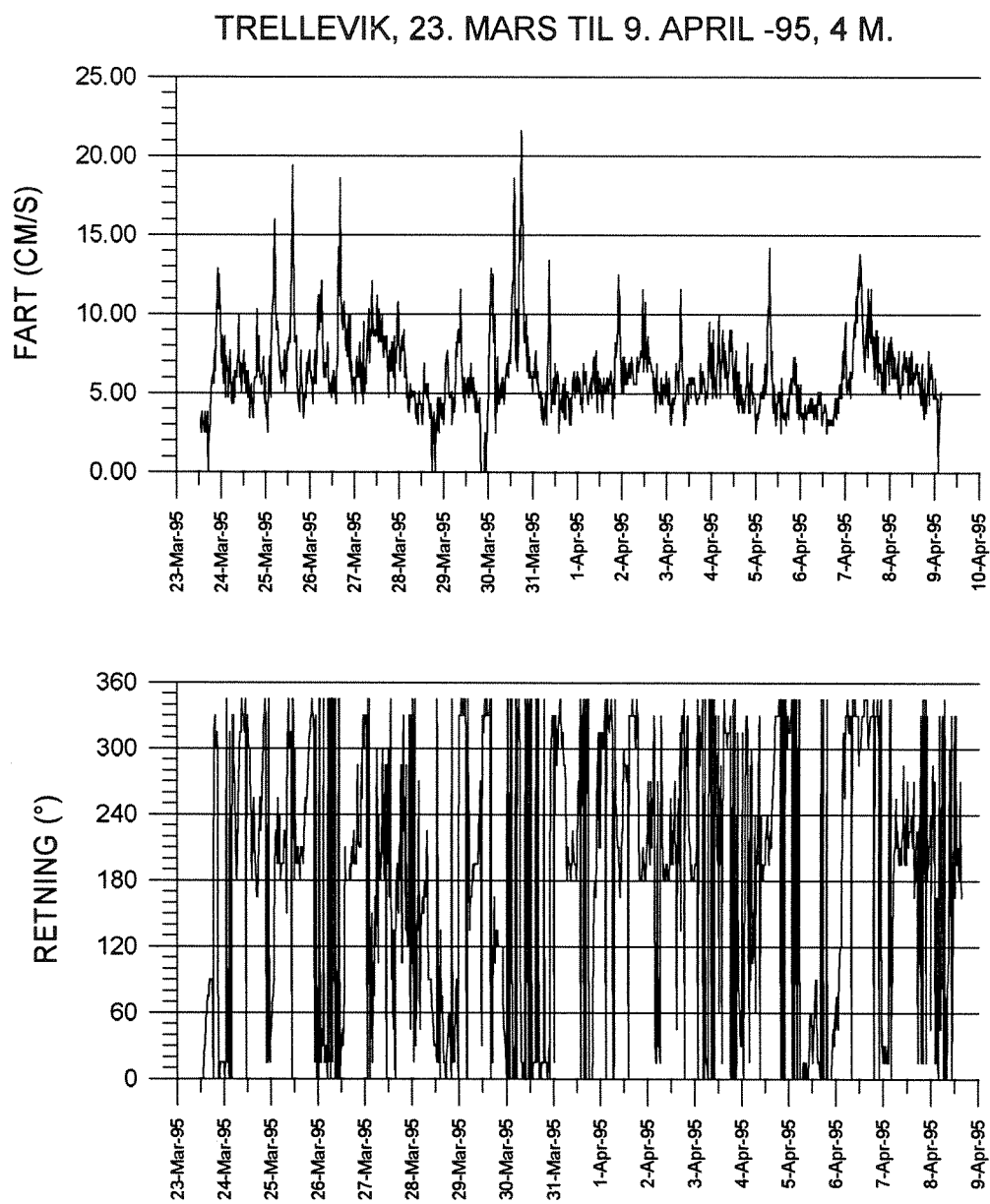
VEDLEGG 1:

- Figur V1. Målt strømstyrke og strømretning ved Trellevik, 4 m djup, i perioden 23. mars - 8. april 1995.
- Figur V2. Strømmålingane i 4 m djup ved Trellevik fordelt i retningssektorar, samt progressiv vektor diagram for målingane.
- Figur V3. Målt strømstyrke og strømretning ved Trellevik, 12 m djup, i perioden 23. mars - 9. april 1995.
- Figur V4. Strømmålingane i 12 m djup ved Trellevik fordelt i retningssektorar, h.h.v. antall pr. sektor og fluks (volumtransport) pr sektor.
- Figur V5. Øverst: Statistisk (kumulativ) fordeling av strømmålingane ved Trellevik, 12 m djup. Nederst: Progressiv vektor for samme målingane.
- Figur V6. Målt strømstyrke og strømretning i Skjelavika-vest, 4 m djup, i perioden 12. april - 9. mai 1995. Merk den strømslause perioden i byrjinga.
- Figur V7. Strømmålingane i 4 m djup i Skjelevik-vest fordelt i retningssektorar, samt progressiv vektor diagram for målingane.
- Figur V8. Målt strømstyrke og strømretning i Skjelavika-vest, 12 m djup, i perioden 12. april - 9. mai 1995.
- Figur V9. Øverst: Statistisk (kumulativ) fordeling av strømmålingane i Skjelevik-vest, 12 m djup. Nederst: Progressiv vektor for samme målingane.
- Figur V10. Strømmålingane i 12 m djup i Skjelevik-vest fordelt i retningssektorar, h.h.v. antall pr. sektor og fluks (volumtransport) pr sektor.
- Figur V11. Målt strømstyrke og strømretning i Skjelavika-øst, 4 m djup, i perioden 12. - 25. april 1995.
- Figur V12. Strømmålingane i 4 m djup i Skjelevik-øst fordelt i retningssektorar, samt progressiv vektor diagram for målingane.
- Figur V13. Målt strømstyrke og strømretning i Skjelavika-øst, 12 m djup, i perioden 12. april - 9. mai 1995.
- Figur V14. Strømmålingane i 12 m djup i Skjelevik-øst fordelt i retningssektorar, h.h.v. antall pr. sektor og fluks (volumtransport) pr sektor.
- Figur V15. Øverst: Statistisk (kumulativ) fordeling av strømmålingane i Skjelevik-øst, 12 m djup. Nederst: Progressiv vektor for samme målingane.
- Figur V16. Målt strømstyrke og strømretning i Usholmsvika, 4 m djup, i perioden 23. mars - 12. april 1995.
- Figur V17. Strømmålingane i 4 m djup i Usholmsvika fordelt i retningssektorar, samt progressiv vektor diagram for målingane.

Figur V18. Målt strømstyrke og strømretning i Usholmsvika, 12 m djup, i perioden 23. mars - 12. april 1995.

Figur V19. Strømmålingane i 12 m djup i Usholmsvika fordelt i retningssektorar, h.h.v. antall pr. sektor og fluks (volumtransport) pr sektor.

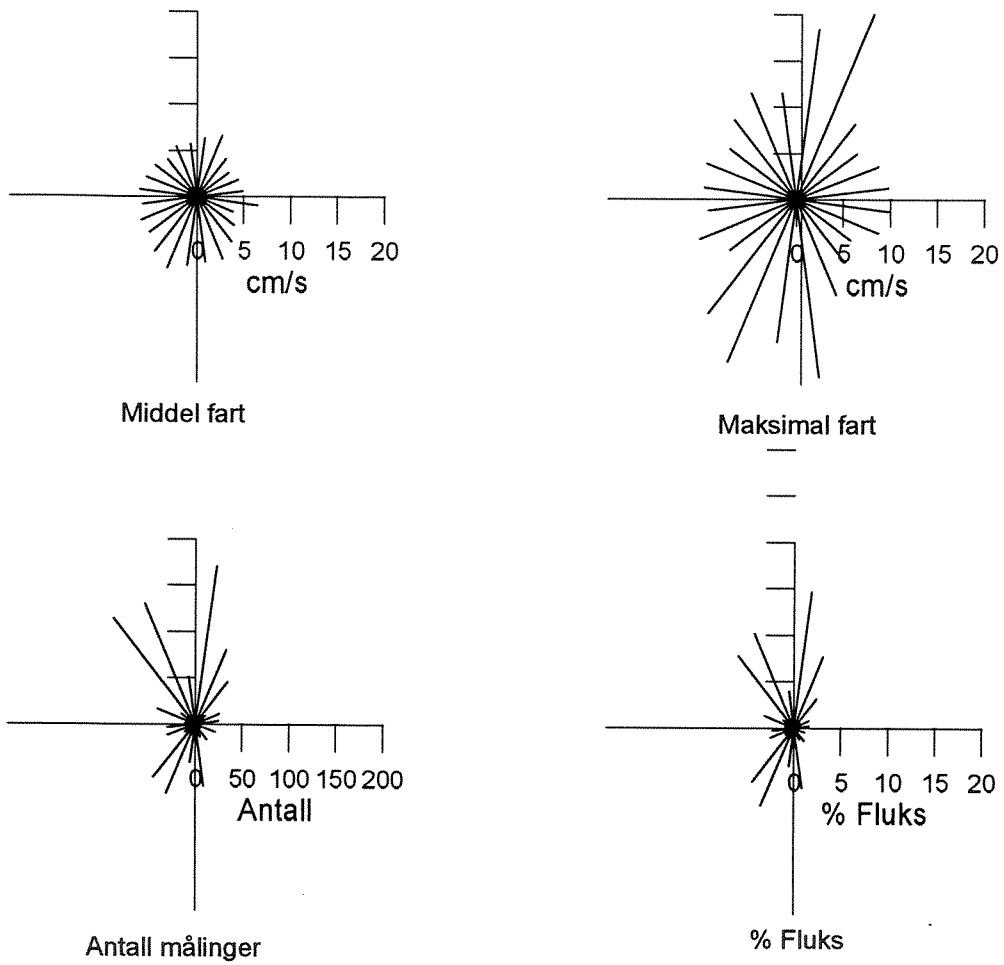
Figur V20. Øverst: Statistisk (kumulativ) fordeling av strømmålingane i Usholmsvika, 12 m djup. Nederst: Progressiv vektor for samme målingane.



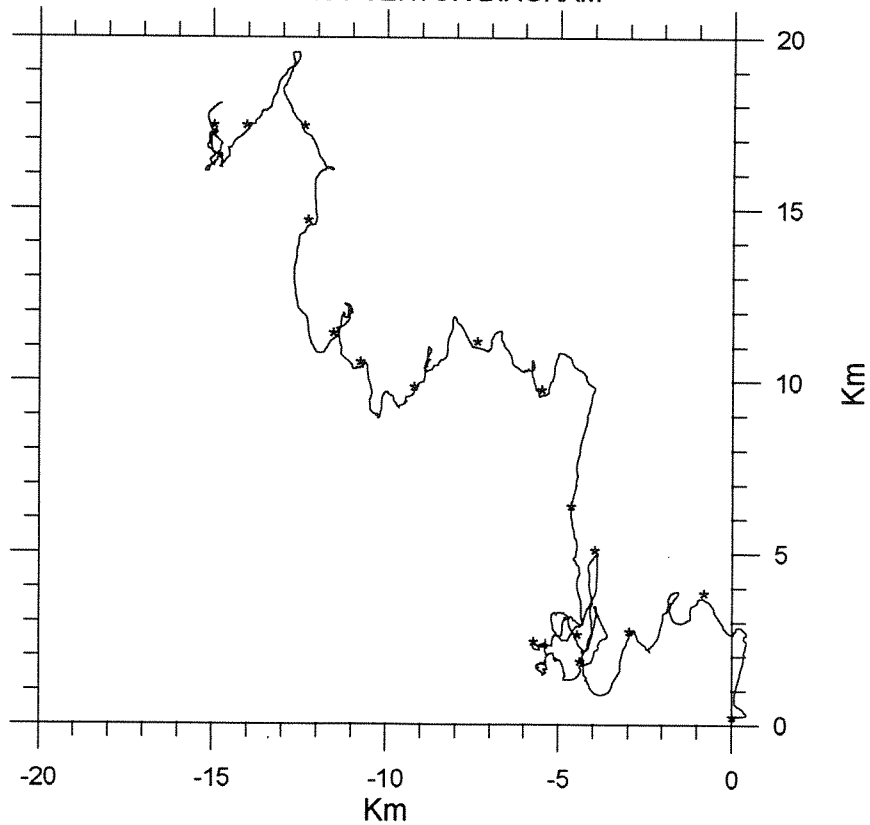
Figur V1. Målt strømstyrke og strømretning ved Trellevik, 4 m djup, i perioden 23. mars - 8. april 1995.

TRELLEVIK 23. MARS TIL 9. APRIL 95, DYP 4 METER

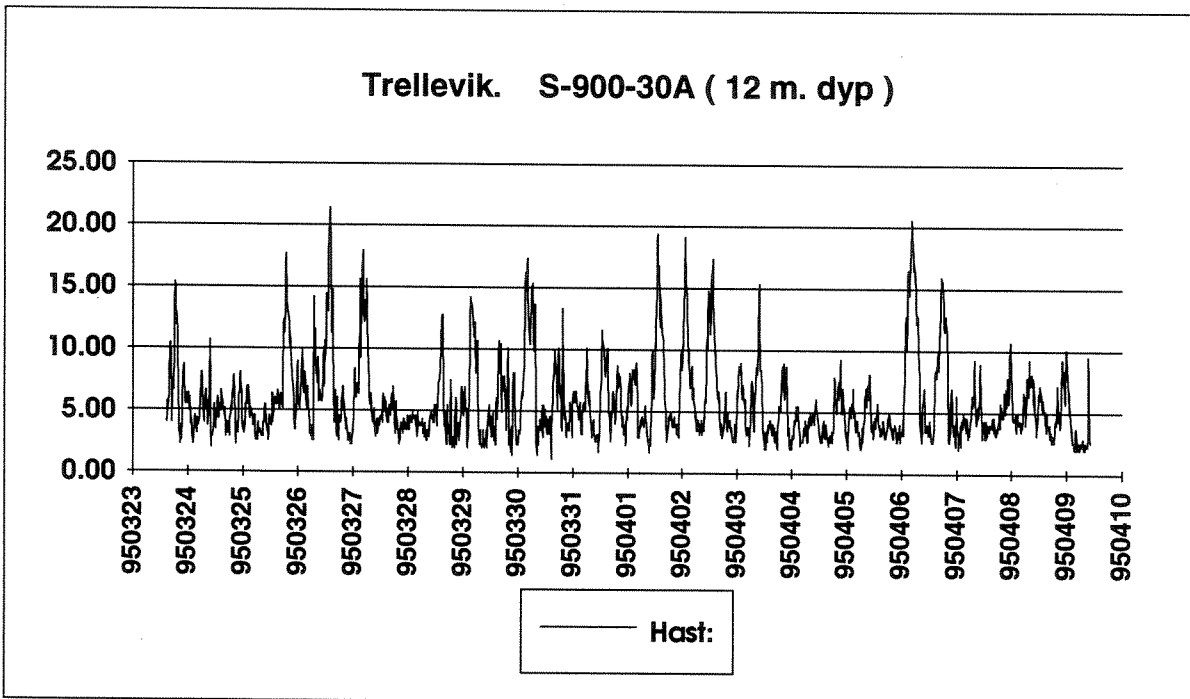
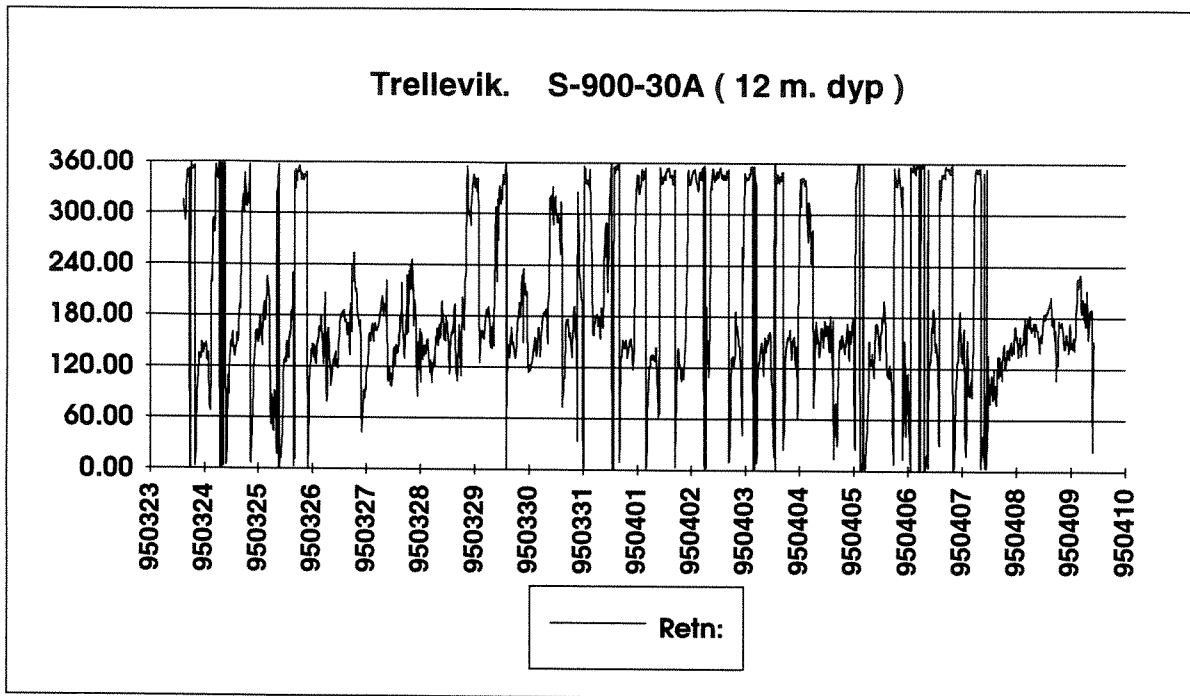
STRØMFORDELING



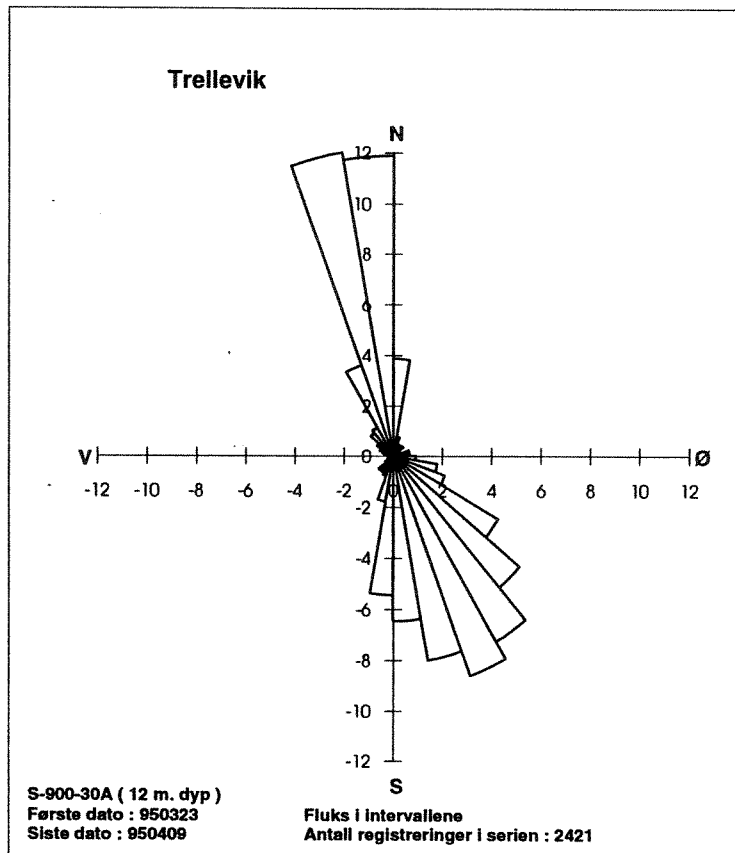
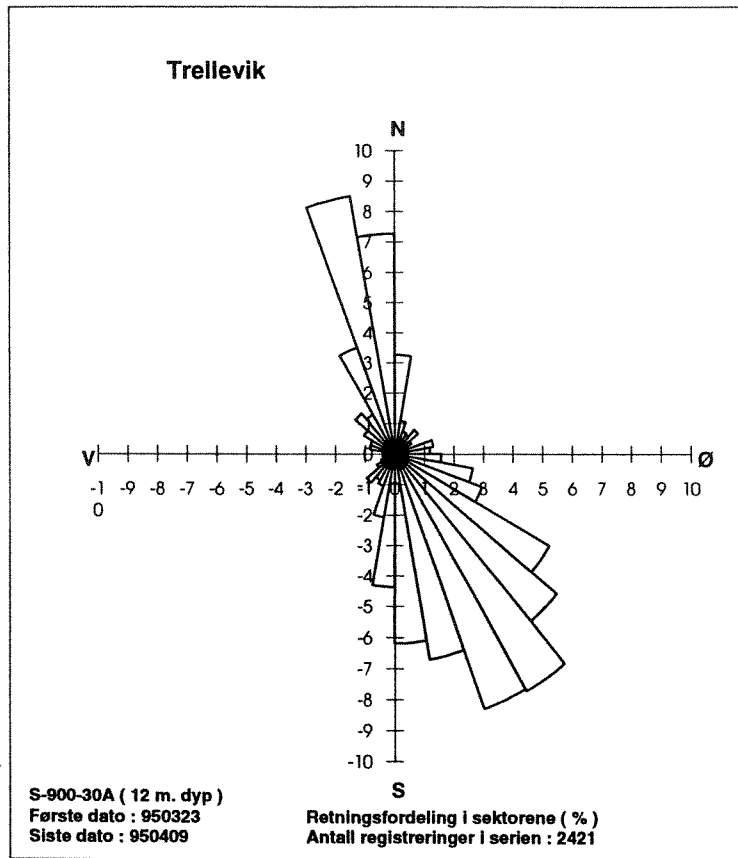
PROGRESSIVT VEKTOR DIAGRAM



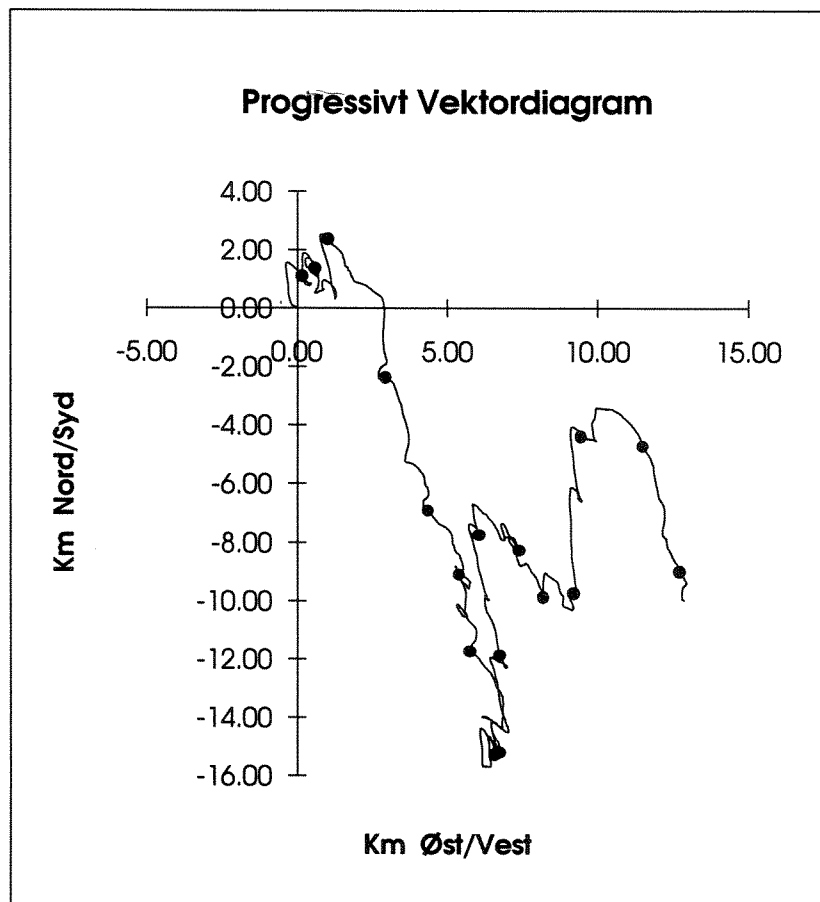
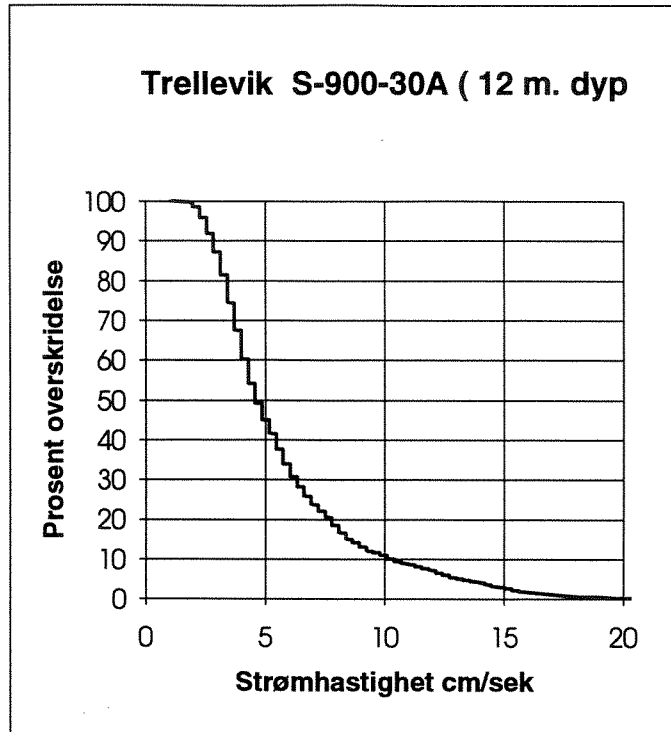
Figur V2. Strømmålingane i 4 m djup ved Trellevik fordelt i retningssektorar, samt progressiv vektor diagram for målingane.



Figur V3. Målt strømstyrke og strømretning ved Trellevik, 12 m djup, i perioden 23. mars - 9. april 1995.



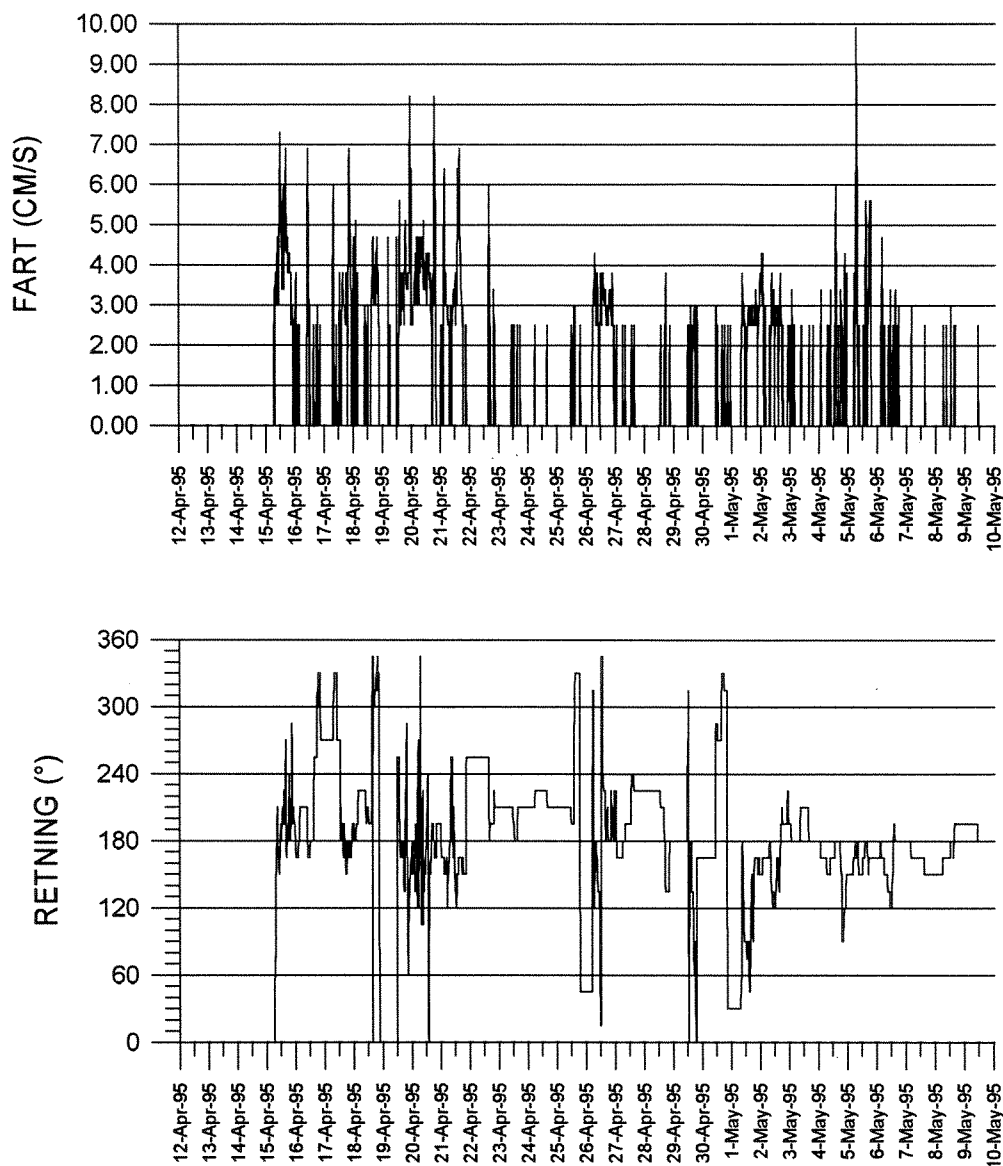
Figur V4. Strømmålingane i 12 m dyp ved Trellevik fordelt i retningssektorar, h.h.v. antall pr. sektor og fluks (volumtransport) pr sektor.



Neumann-faktor = 0.208

Figur V5. Øverst: Statistisk (kumulativ) fordeling av strømmålingane ved Trellevik, 12 m djup. Nederst: Progressiv vektor for samme målingane.

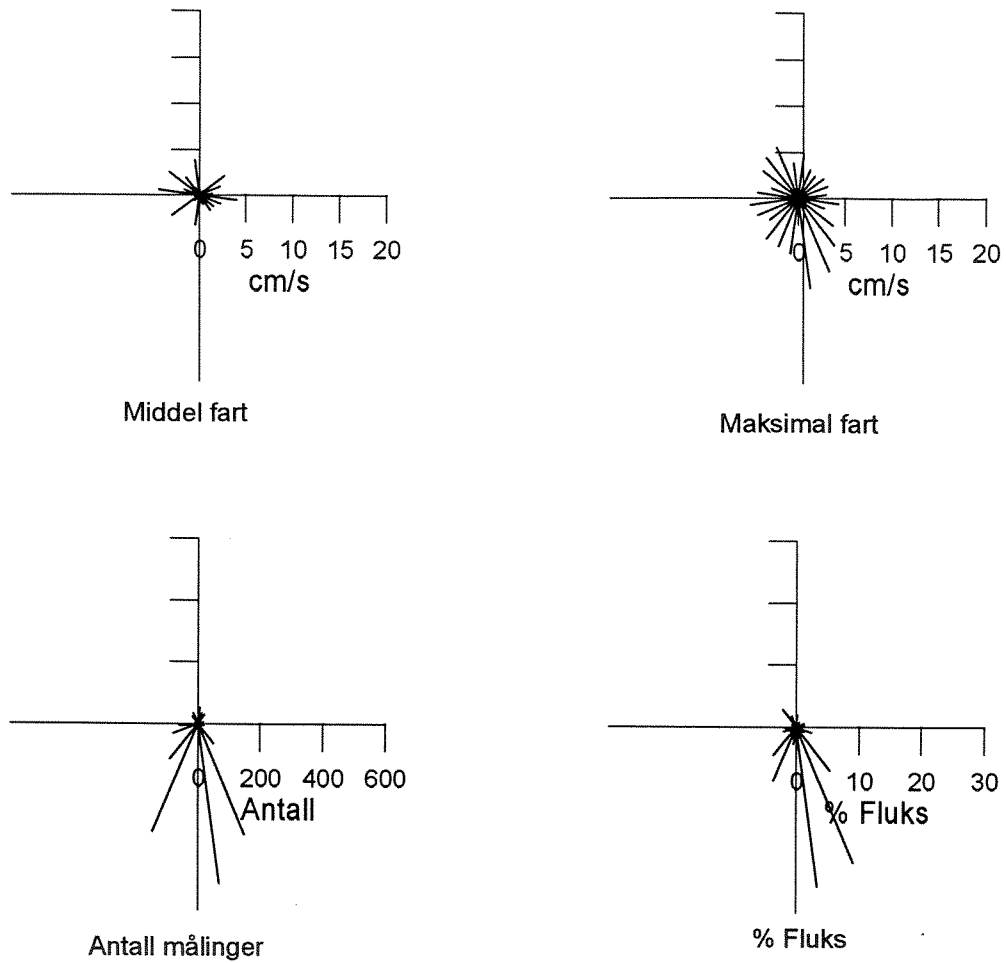
SKJELEVIKA VEST, 12. APRIL TIL 9. MAI 95, DYP 4 METER



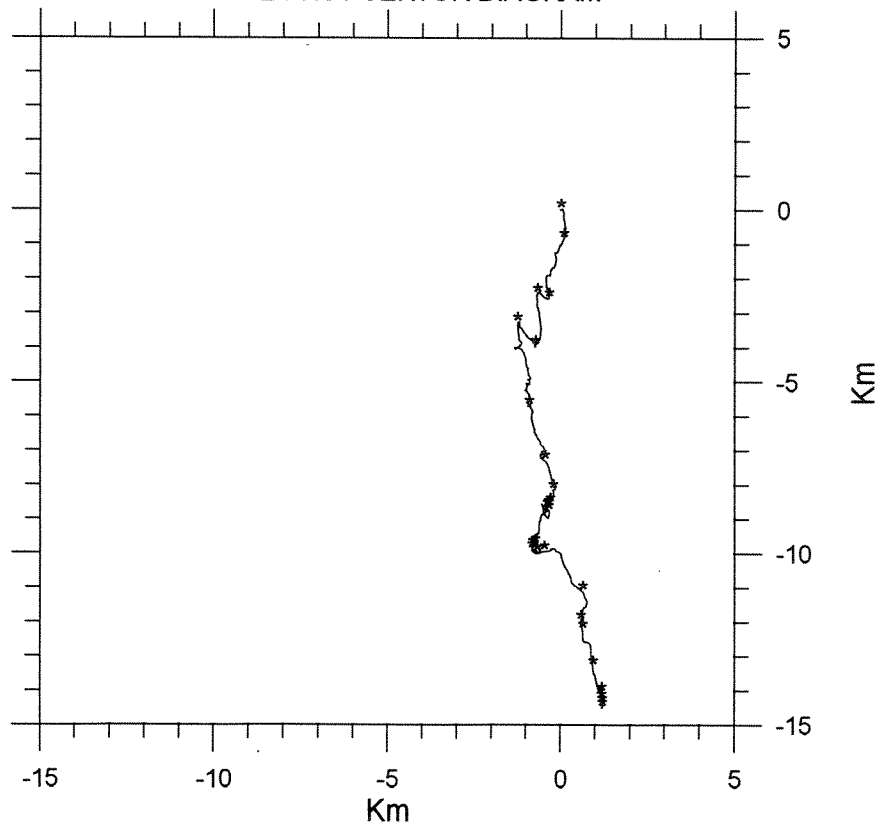
Figur V6. Målt strømstyrke og strømretning i Skjellevika-vest, 4 m djup, i perioden 12. april - 9. mai 1995. Merk den strømstille perioden i byrjंगा.

SKJELEVIKA VEST 12. APRIL TIL 9. MAI 95, DYP 4 METER

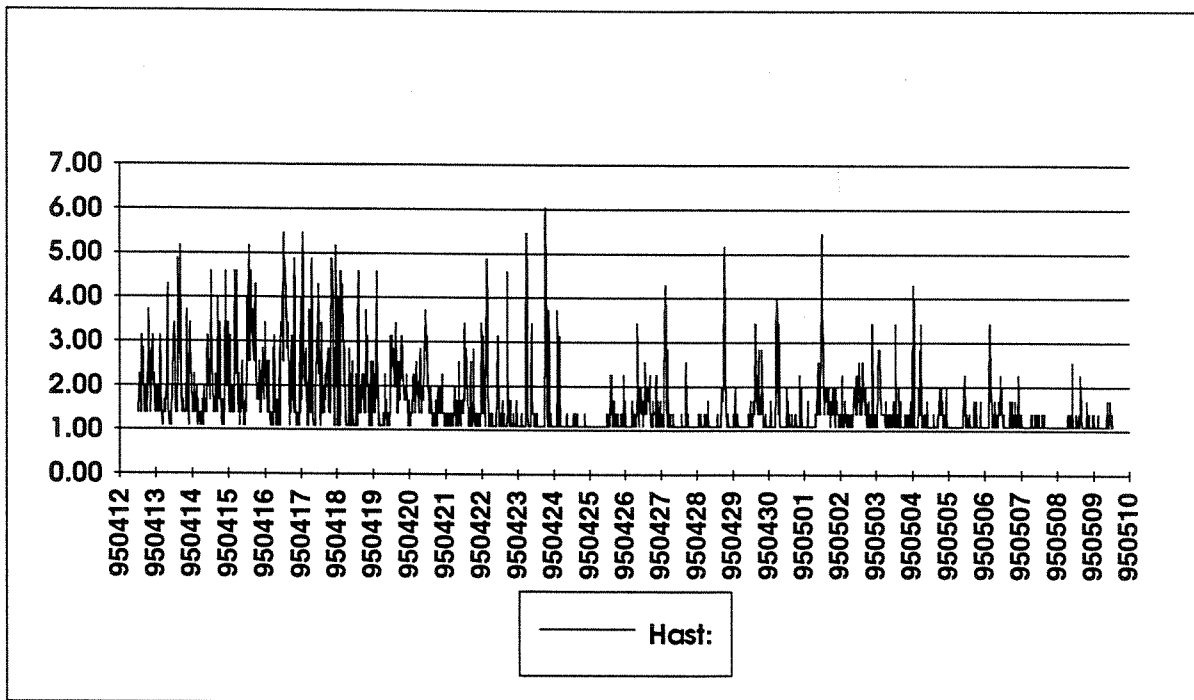
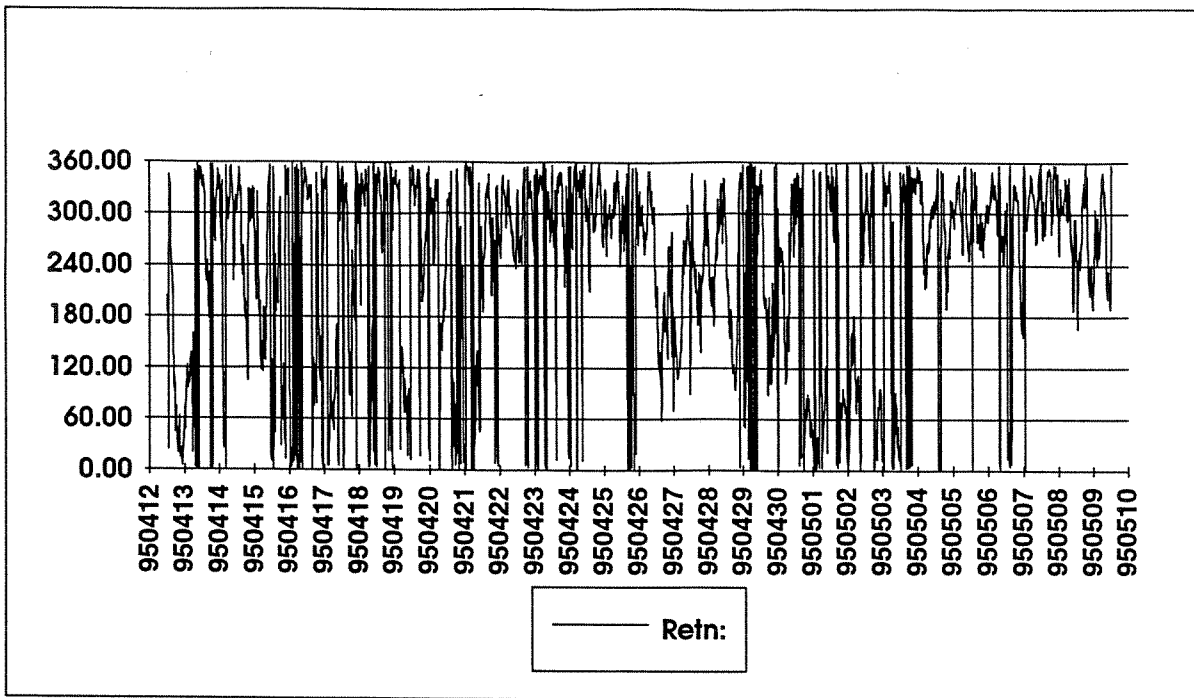
STRØMFORDELING



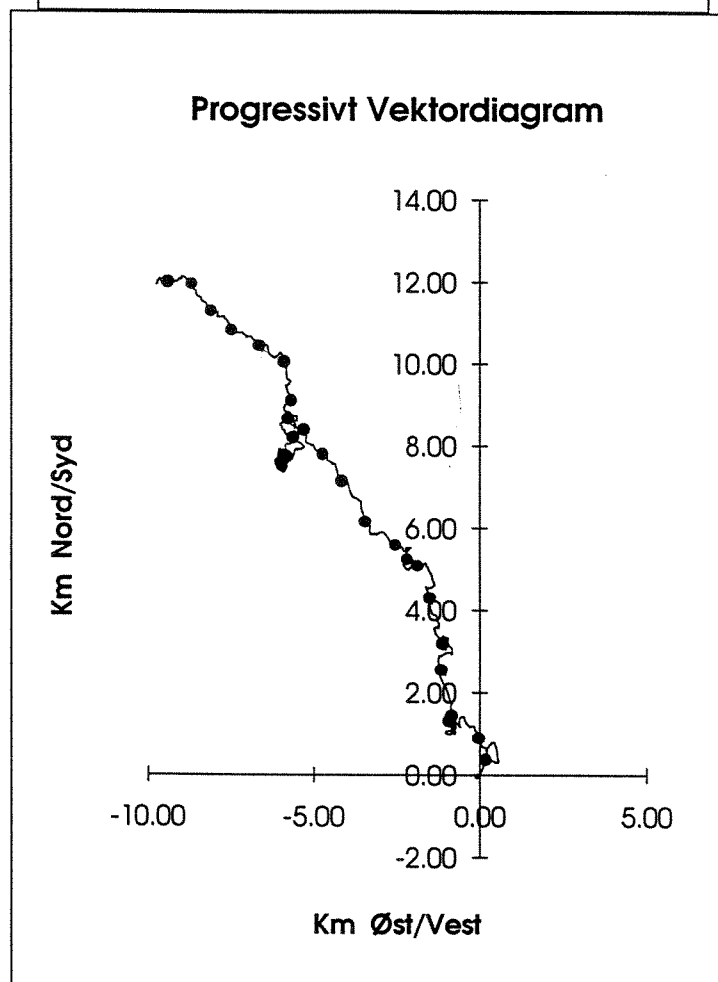
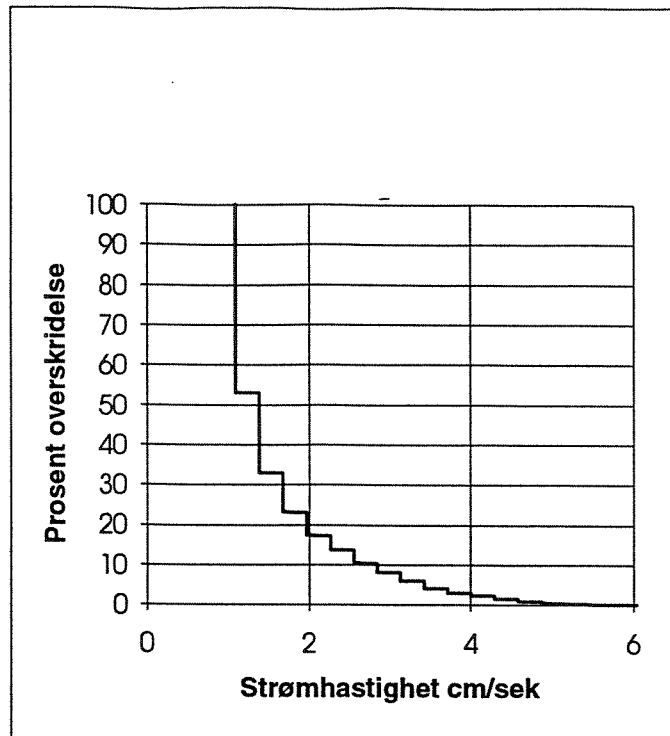
PROGRESSIVT VEKTOR DIAGRAM



Figur V7. Strømmålingane i 4 m djup i Skjelevik-vest fordelt i retningssektorar, samt progressiv vektor diagram for målingane.

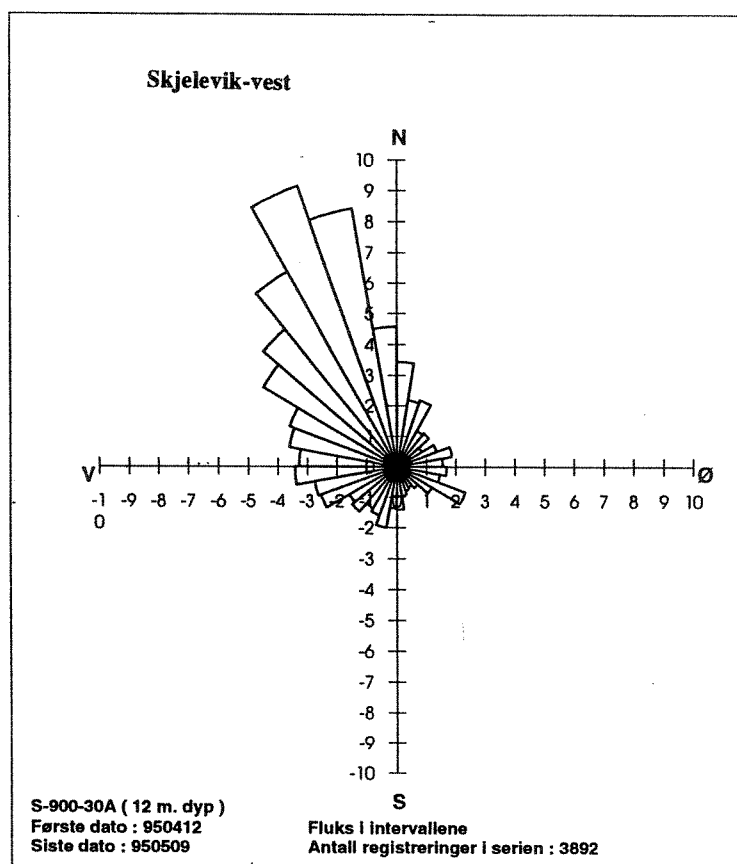
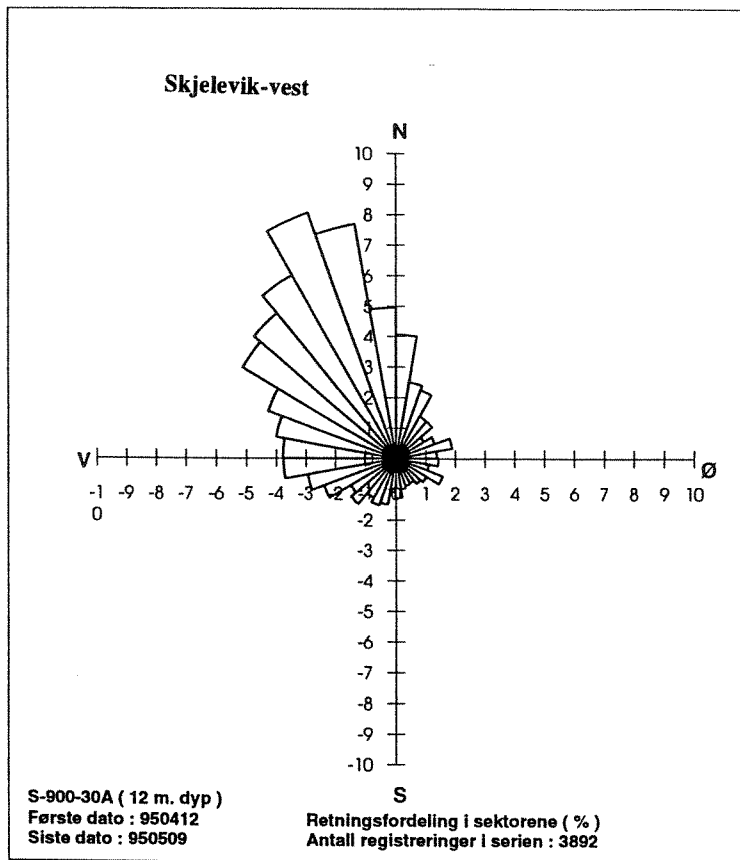


Figur V8. Målt strømstyrke og strømrctning i Skjelavika-vest, 12 m djup, i perioden 12. april - 9. mai 1995.

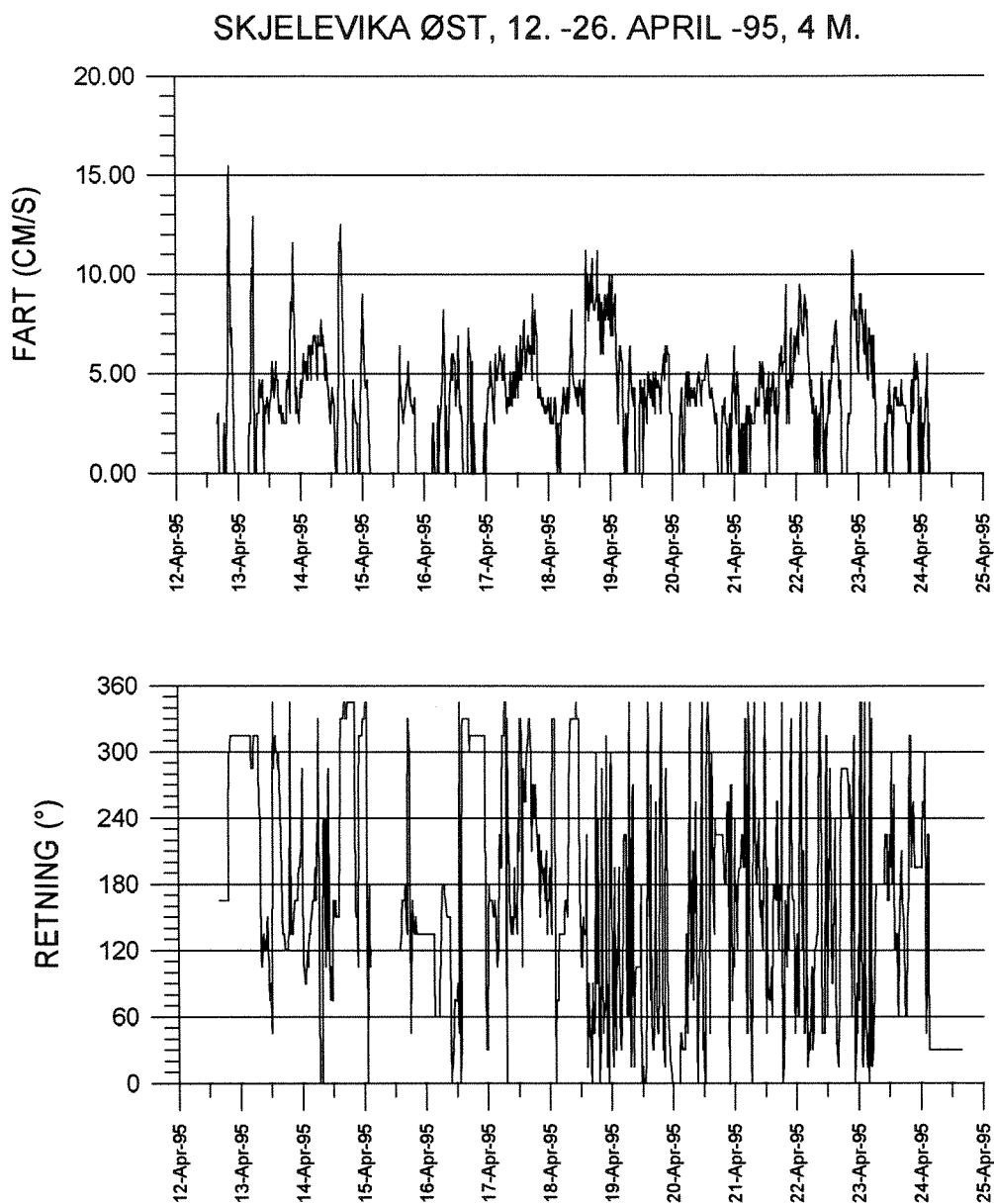


Neumannfaktor = 0.454

Figur V9. Øverst: Statistisk (kumulativ) fordeling av strømmålingane i Skjelevik-vest, 12 m djup. Nederst: Progressiv vektor for samme målingane.



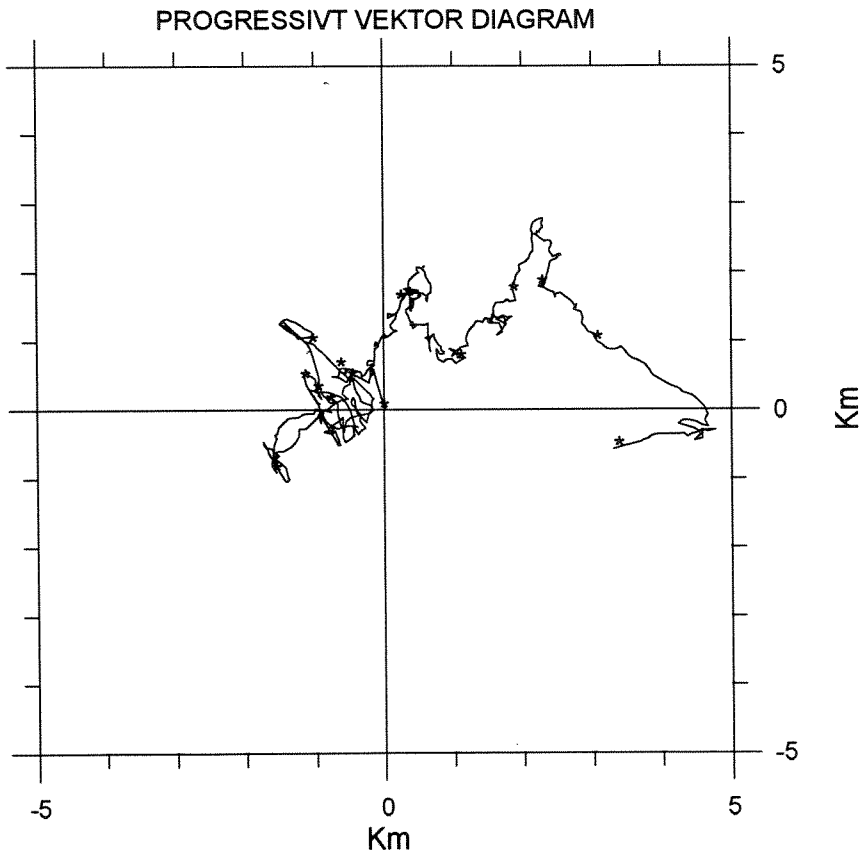
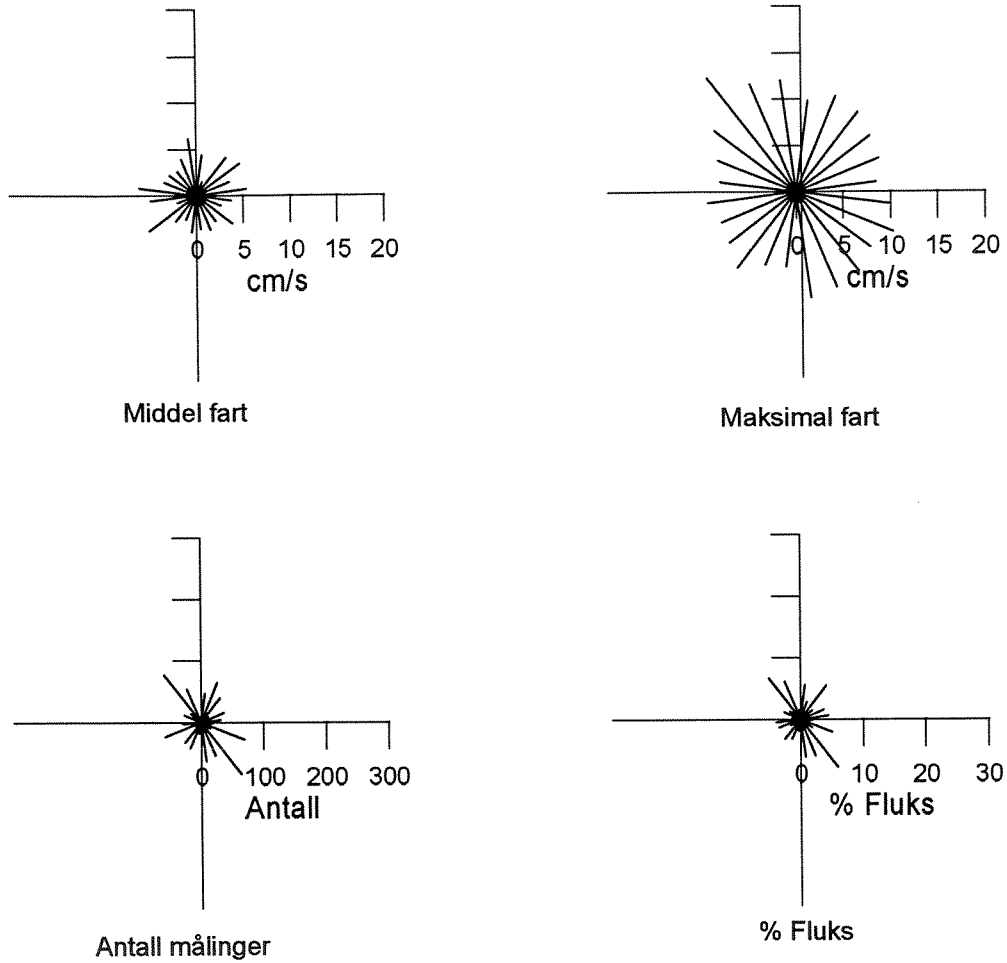
Figur V10. Strømmålingene i 12 m djup i Skjelevik-vest fordelt i retningssektorar, h.h.v. antall pr. sektor og fluks (volumtransport) pr sektor.



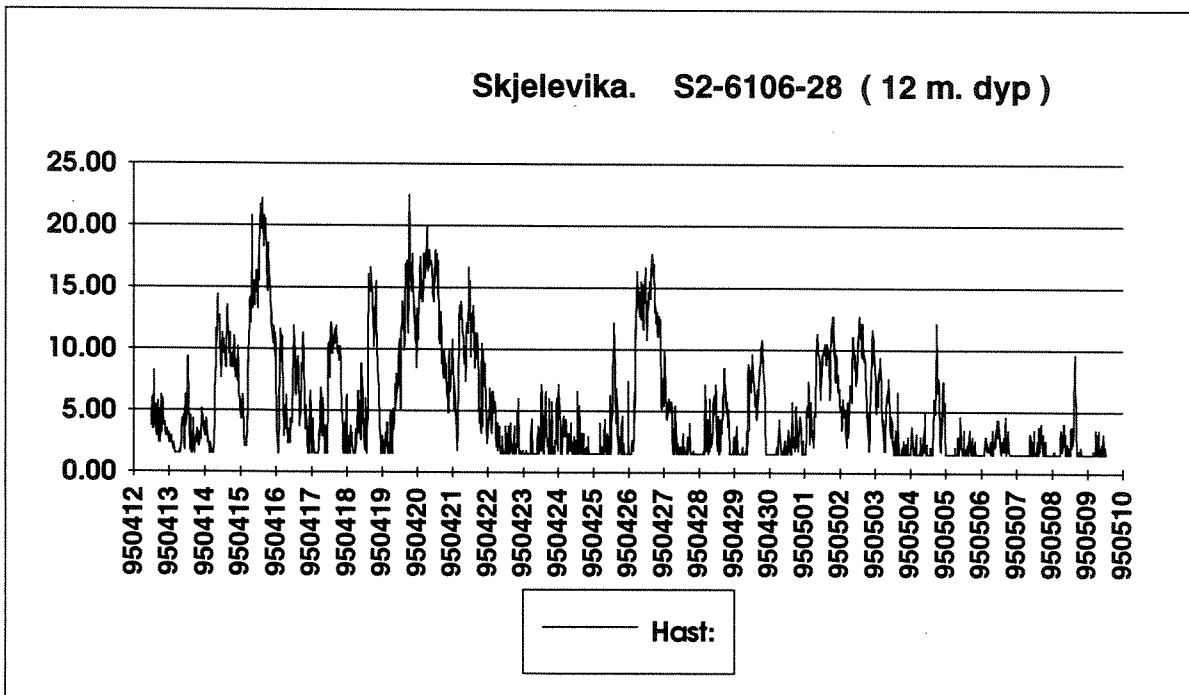
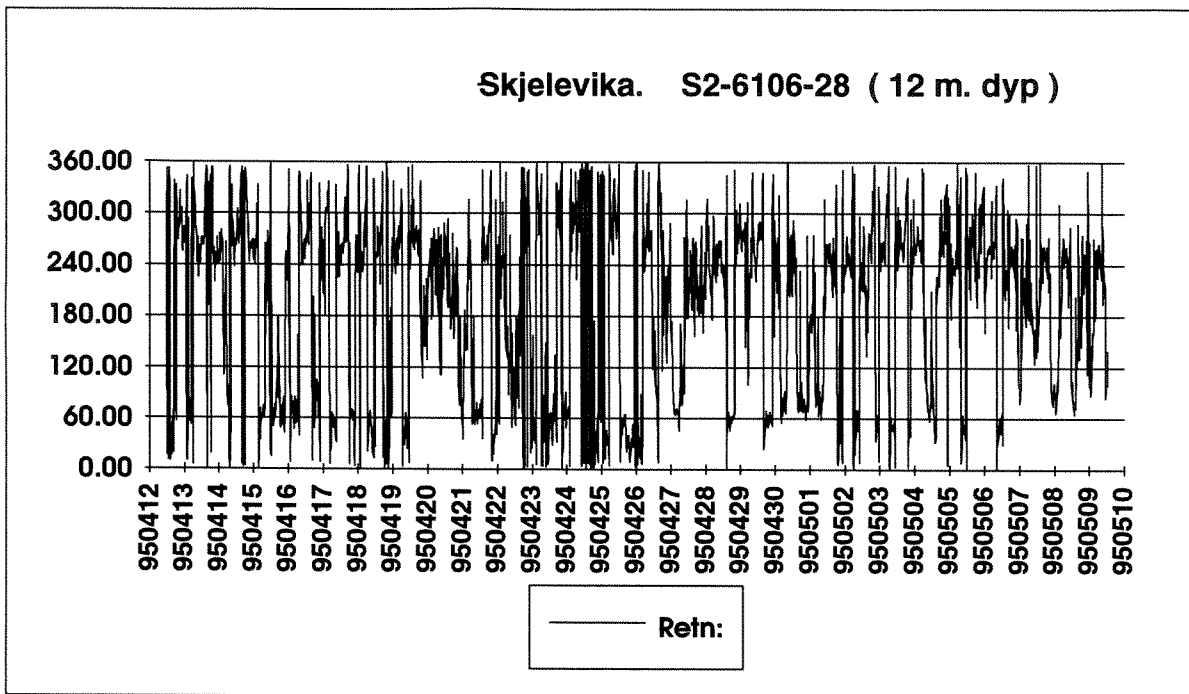
Figur V11. Målt strømstyrke og strømretning i Skjelavika-øst, 4 m djup, i perioden 12. - 25. april 1995.

SKJELEVIKA ØST 12. -26. APRIL 95, DYP 4 METER

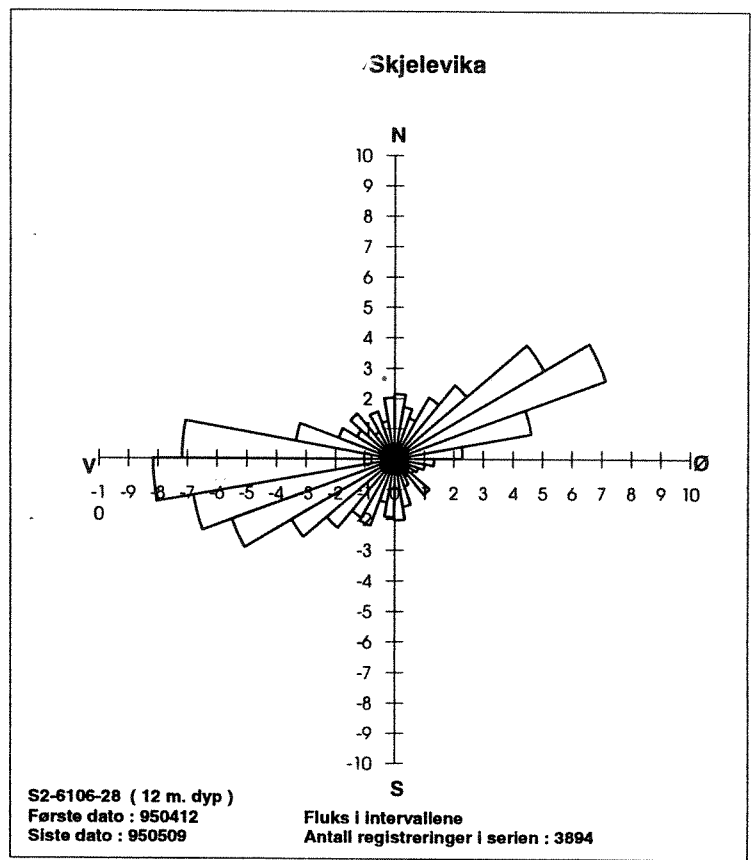
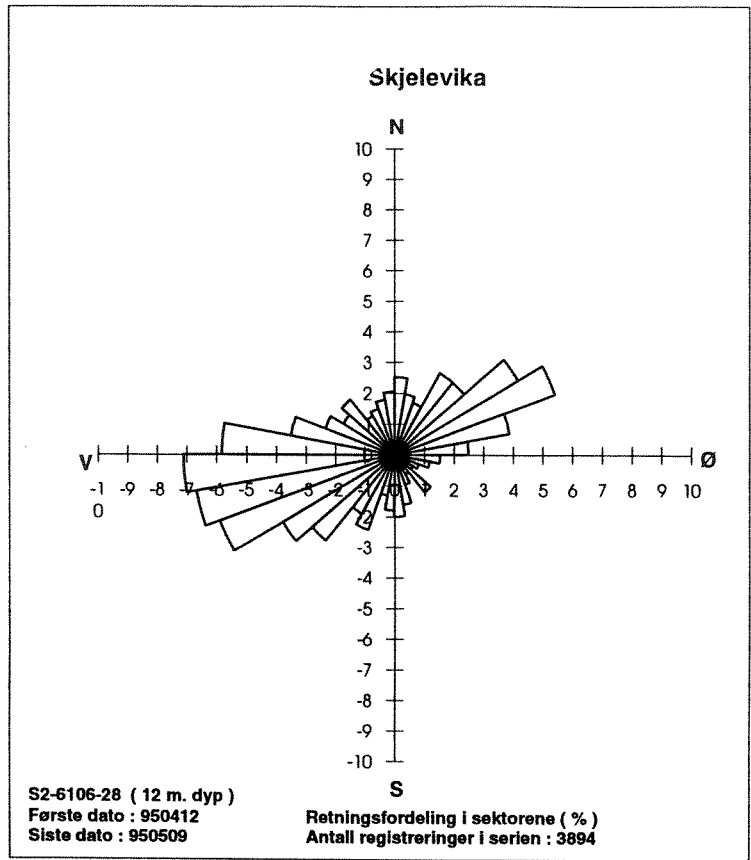
STRØMFORDELING



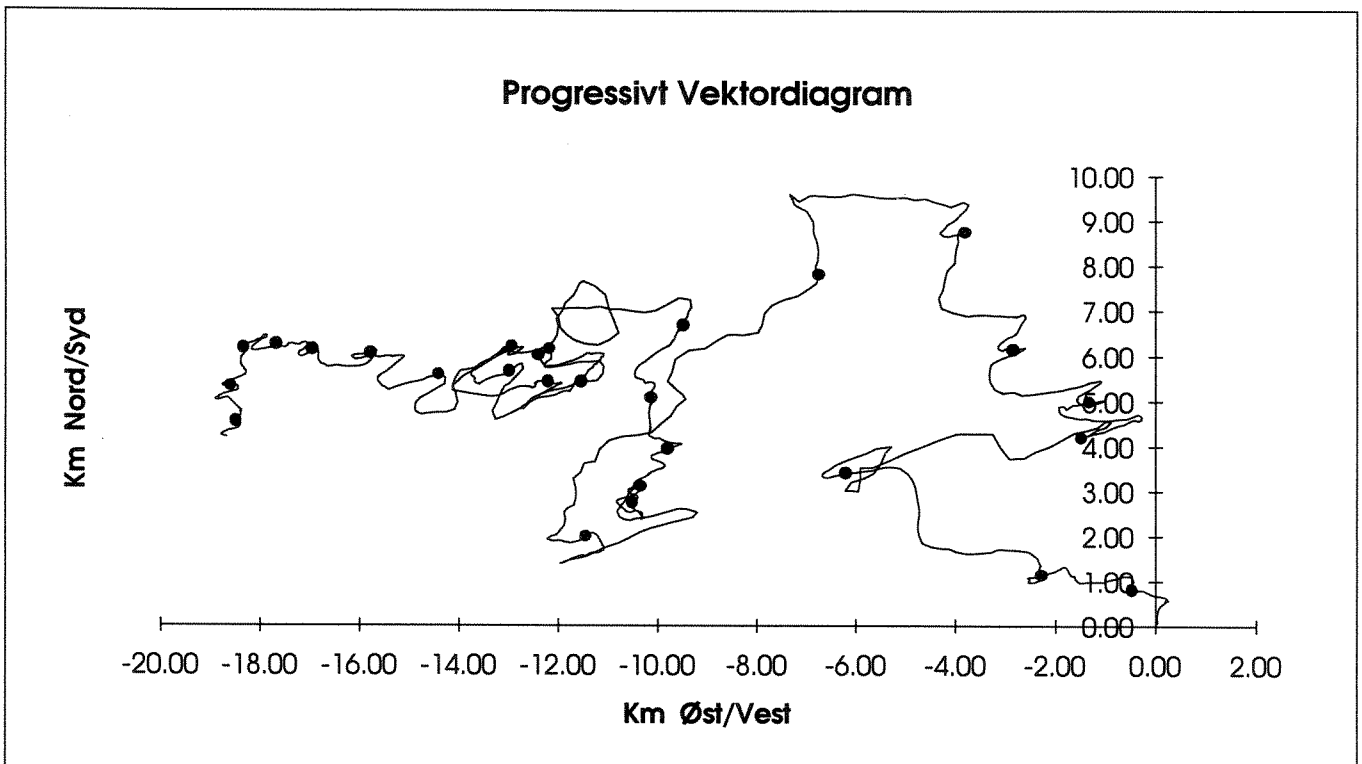
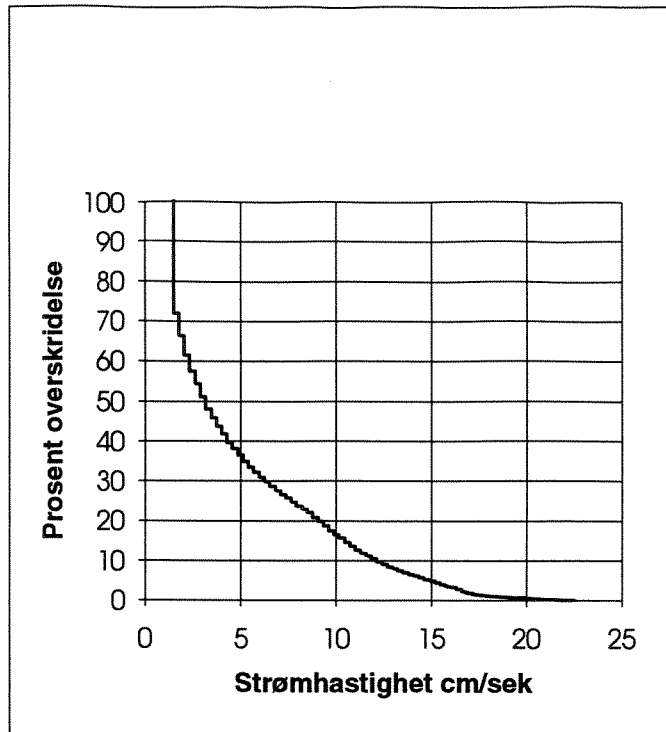
Figur V12. Strømmålingane i 4 m djup i Skjelevik-øst fordelt i retningssektorar, samt progressiv vektor diagram for målingane.



Figur V13. Målt strømstyrke og strømretning i Skjelavika-øst, 12 m djup, i perioden 12. april - 9. mai 1995.



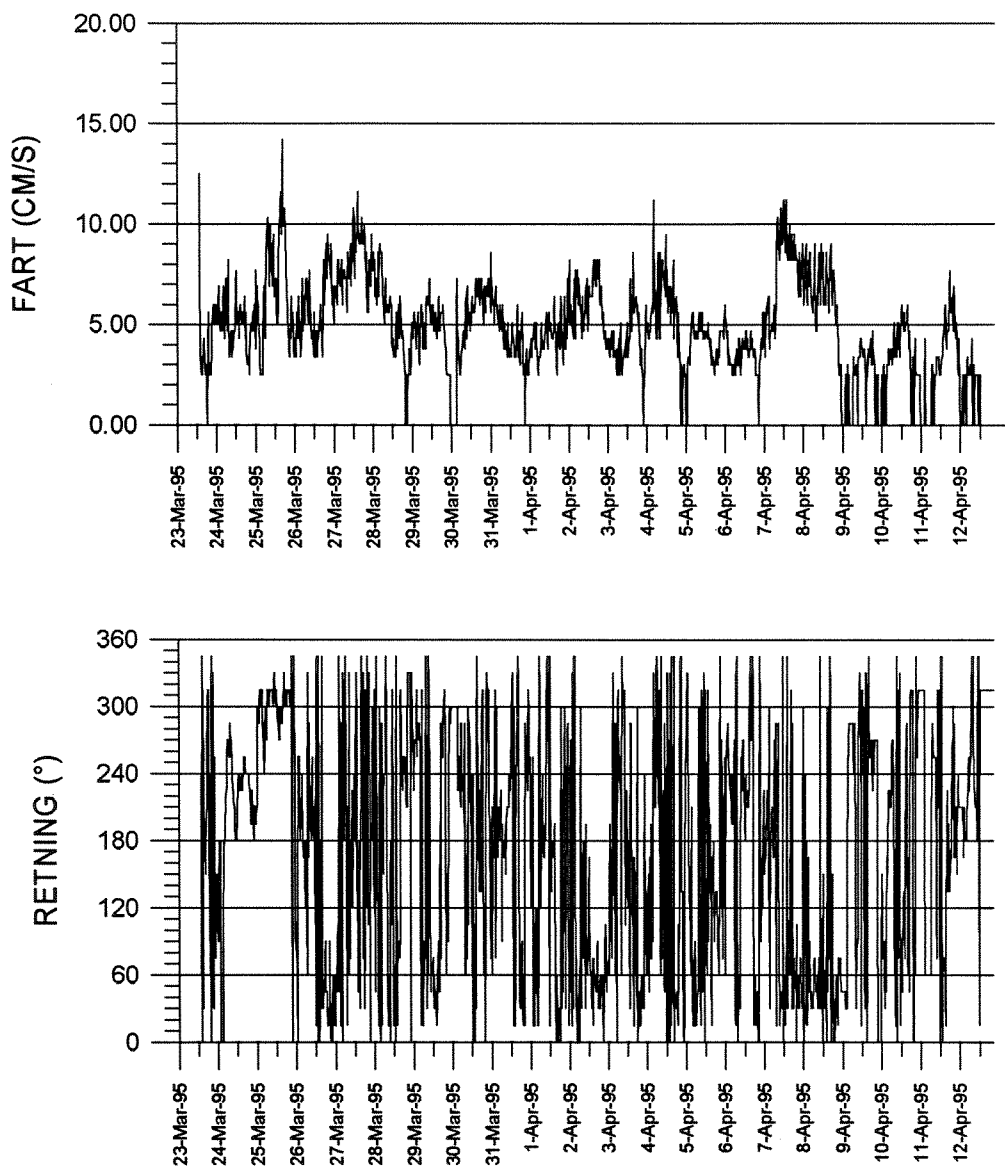
Figur V14. Strømmålingane i 12 m djup i Skjelevik-øst fordelt i retningssektorar, h.h.v. antall pr. sektor og fluks (volumtransport) pr sektor.



Neumannfaktor = 0.176

Figur V15. Øverst: Statistisk (kumulativ) fordeling av strømmålingane i Skjelevik-øst, 12 m djup. Nederst: Progressiv vektor for samme målingane.

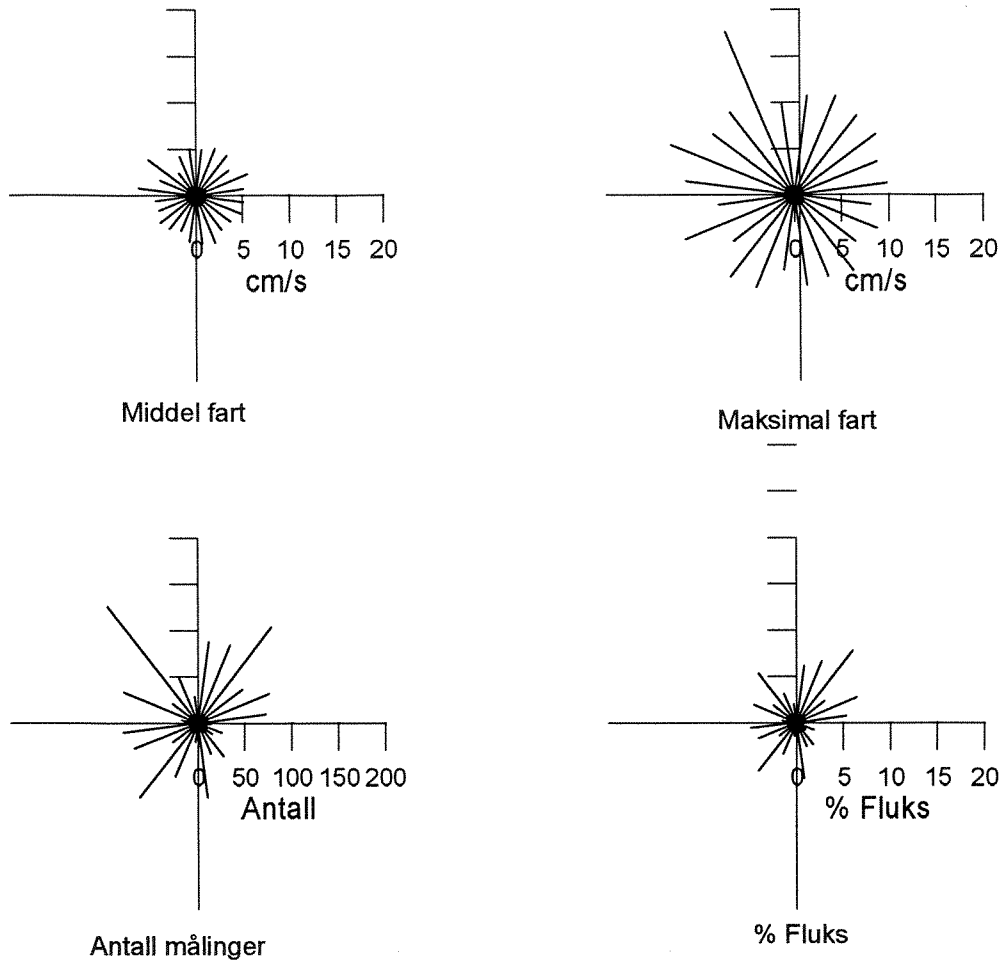
Usholmen 23/3 - 12/4 -95, 4 meter.



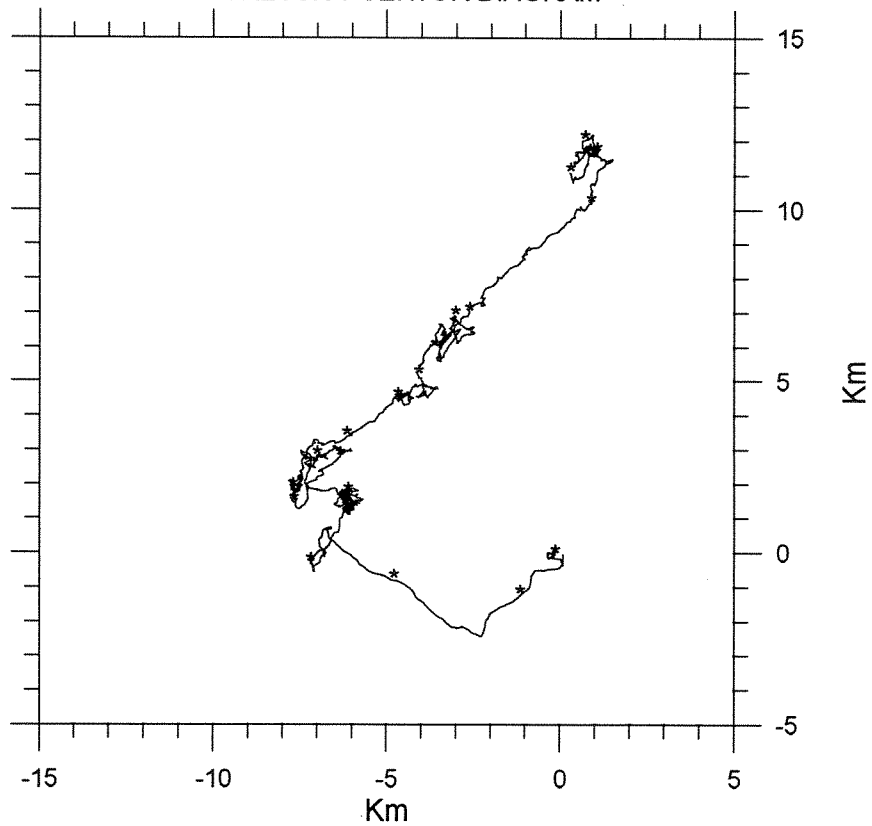
Figur V16. Målt strømstyrke og strømretning i Usholmsvika, 4 m djup, i perioden 23. mars - 12. april 1995.

USHOLMEN 23. MARS TIL 9. APRIL 95, DYP 4 METER

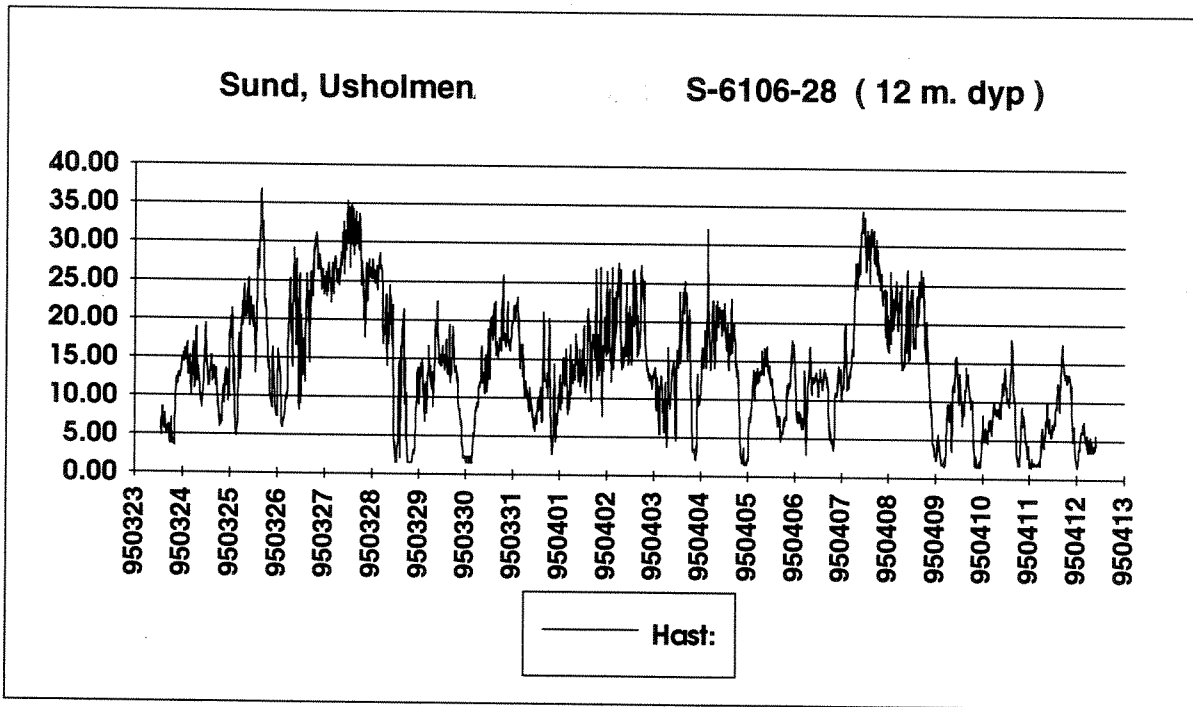
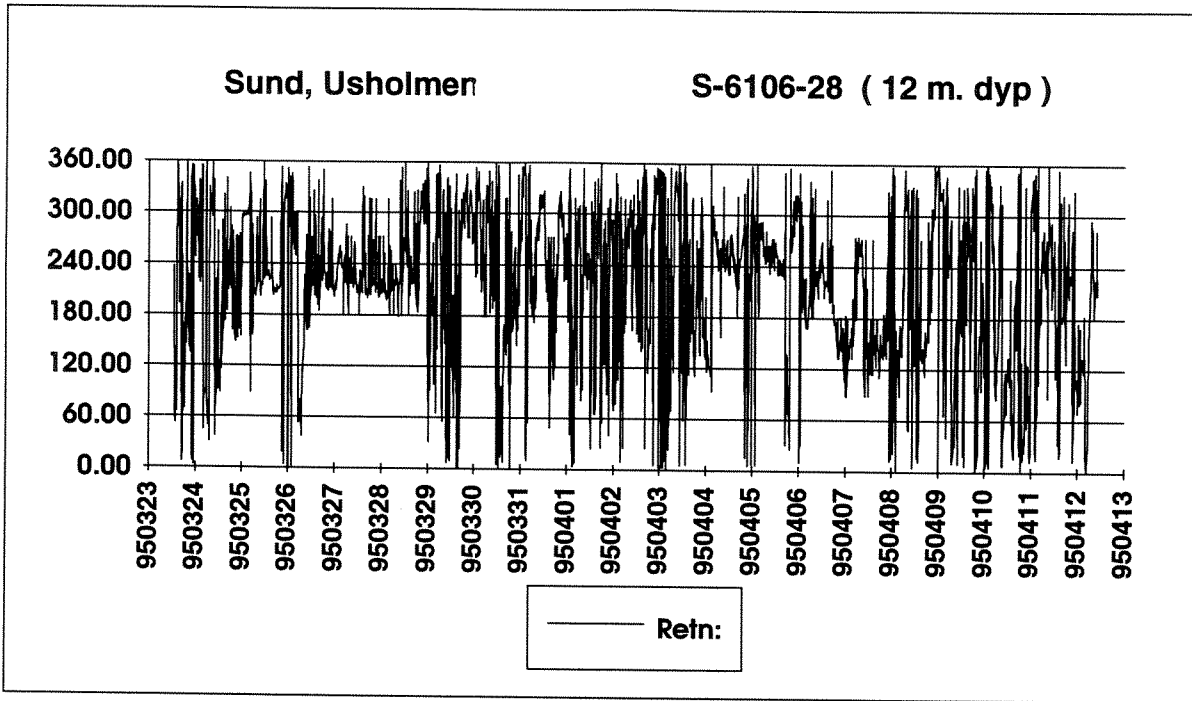
STRØMFORDELING



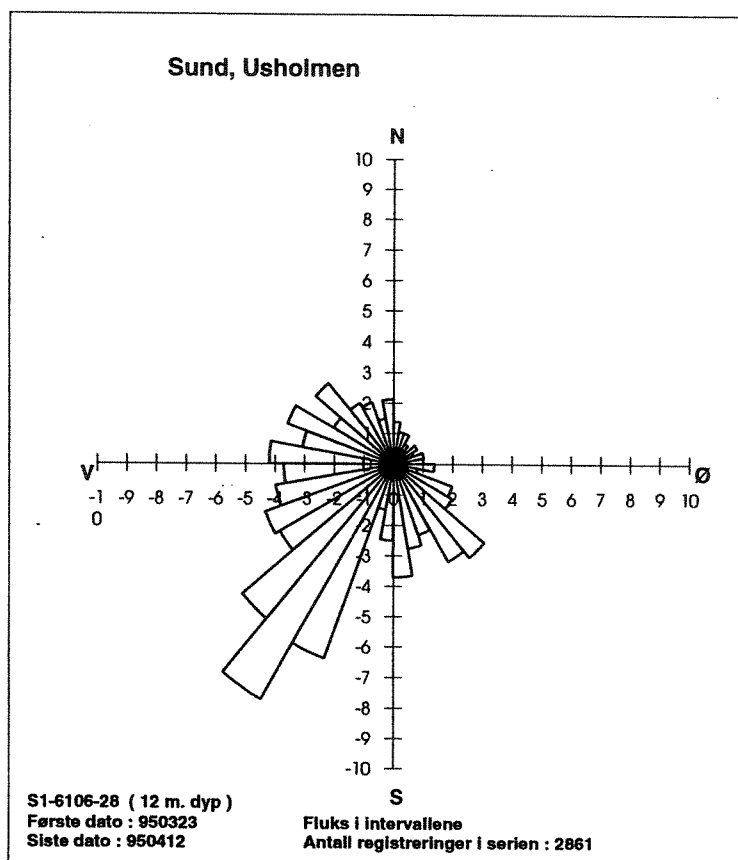
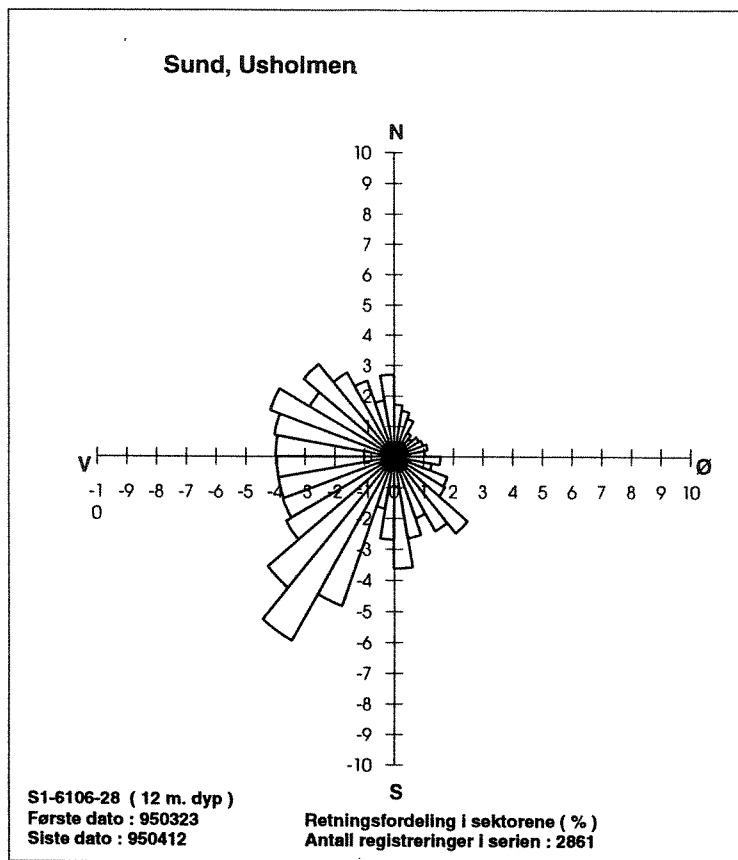
PROGRESSIVT VEKTOR DIAGRAM



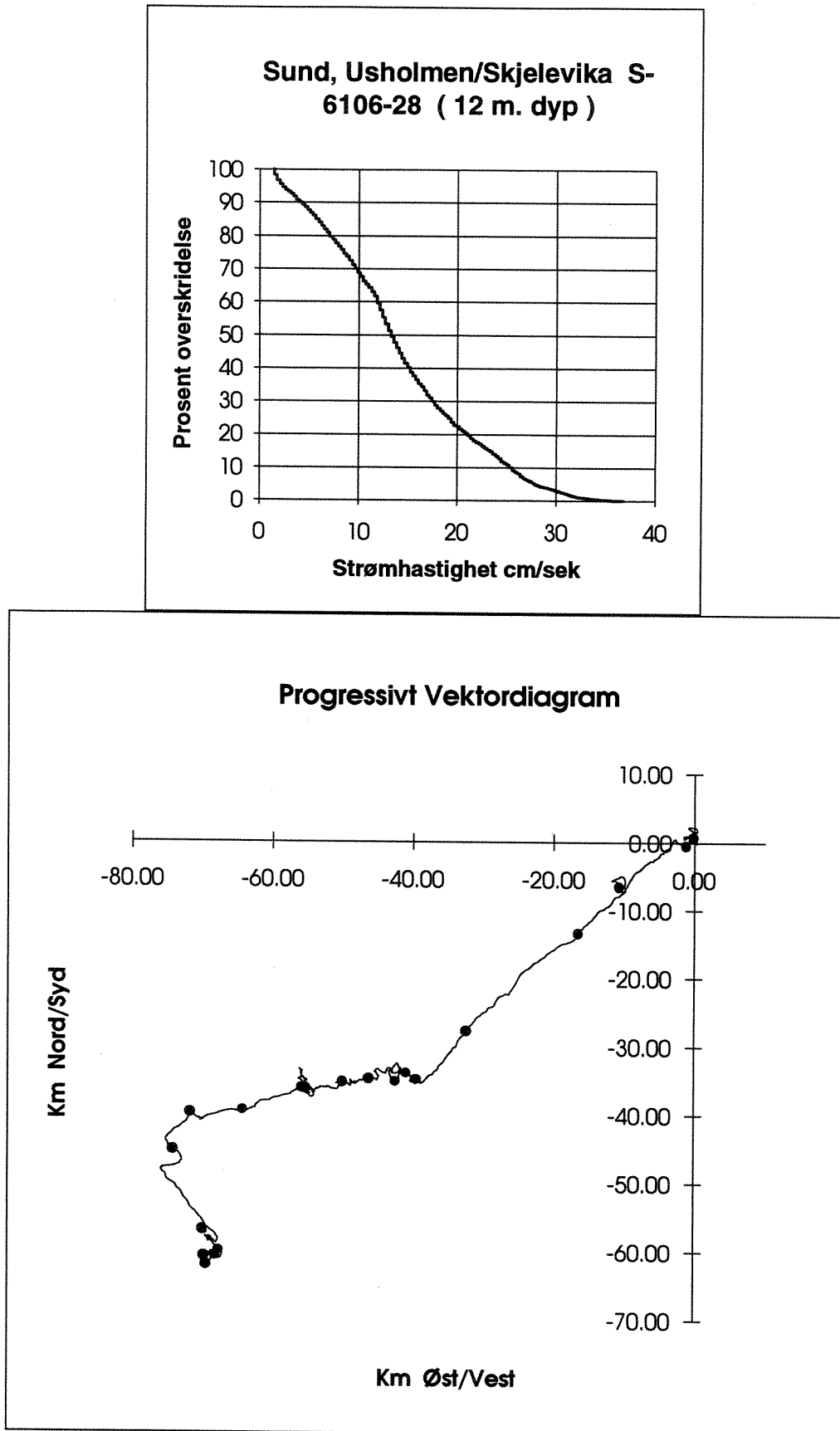
Figur V17. Strømmålingane i 4 m djup i Usholmsvika fordelt i retningssektorar, samt progressiv vektor diagram for målingane.



Figur V18. Målt strømstyrke og strømretning i Usholmsvika, 12 m djup, i perioden 23. mars - 12. april 1995.



Figur V19. Strømmålingane i 12 m djup i Usholmsvika fordelt i retningssektorar, h.h.v. antall pr. sektor og fluks (volumtransport) pr sektor.



Figur V20. Øverst: Statistisk (kumulativ) fordeling av strømmålingane i Usholmsvika, 12 m djup. Nederst: Progressiv vektor for samme målingane.

VEDLEGG 2.

Fullstendige resultater for bunnprøver i Sund 9. mai 1995				
Alle resultater for 0.1 m2				
Prøvetaker TMJ, identifisering OUG				
		AUST 1	AUST 2	TRE 1
CNIDARIA	Cerianthus lloydi		1	
NEMERTINI	Nemertini ind.	2		
NEMATODA	Nematoda ind.	++	+	+++
POLYCHAETA	Aonides paucibranchiata	7		
	Aonides oxycephala	1		
	Capitella capitata	10	2240	1036
	Caulleriella sp.	1		
	Chone filicauda	2		
	Cirriatulus cirratus	4		
	Cirriformia tentaculata	1		
	Exogone sp.	1		
	Glycera lapidum	11		
	Jasmineira caudata	8		
	Lumbrineris sp.	1		
	Macrochaeta clavicornis	1		
	Mediomastus fragilis	1		
	Microphthalmus aberrans			2
	Nephtys pente	1		
	Owenia fusiformis	3		
	Pectinaria auricoma	1		
	Phyllodoce mucosa			1
	Platynereis dumerili			1
	Prionospio cirrifera	5		
	Scionella lomensis	1		
	Scoelepis fuliginosa		4	41
	Scoloplos armiger	9		
	Sphaerosyllis hystrix	4		
	Syllidae ind. (epitok)	1		
	Typosyllis cornuta	1		
CRUSTACEA	Inachus dorsettensis (stankelbenskrabbe)	1		
	Cheirocratus assimilis	2		
	Hippomedon denticulatus	2		
BIVALVIA	Lucinoma borealis		1	
ECHINODERMATA	Asterias rubens (vanlig korstroll)		1	
	Echinocyamus pusillus	1		
CHAETOGNATHA	Spadella cephaloptera	1		
	Antall arter (uten Nematoda)	28	5	5
	Antall individer (uten Nematoda)	84	2247	1081
	Shannon-Wiener diversitet, H'	4,2	0,04	0,27



Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

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

ISBN 82-577-2837-3