

0-

1915

86164

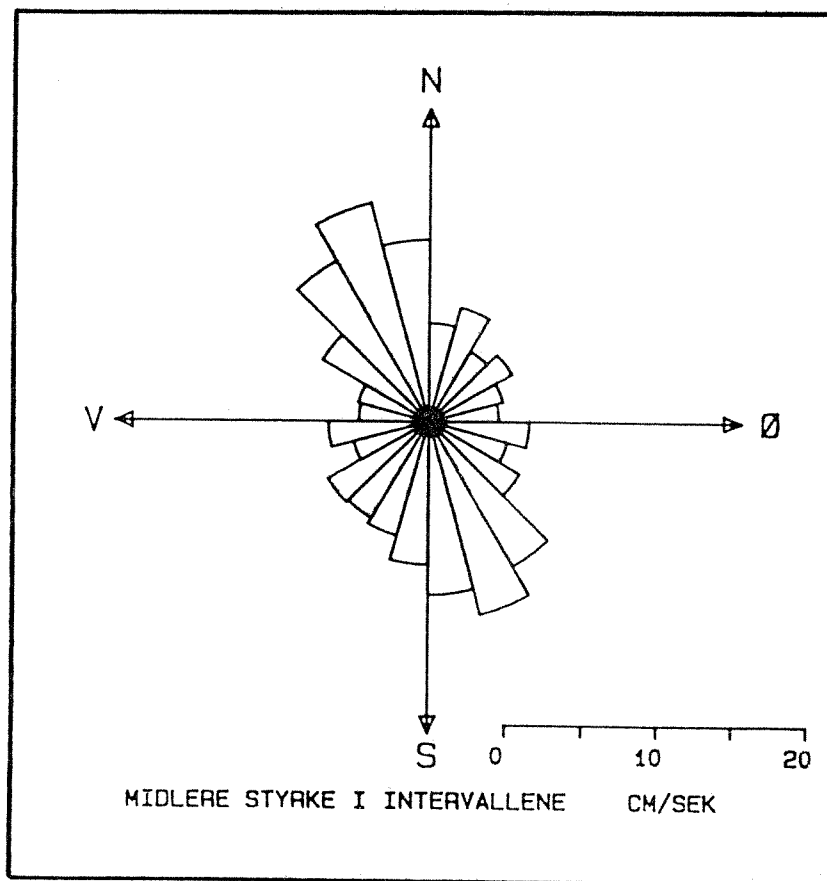
ARKIV  
EKSEMPLAR

O-86164

## Vegsambandet

Ramsøy - Hanøy i Hordaland.

Konsekvensar for straumtilhøva



Norsk institutt for vannforskning  NIVA  
Vestlandsavdelingen

Breviksen 2, 5035 Bergen - Sandviken

# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

**Hovedkontor**  
Postboks 333  
0314 Oslo 3  
Telefon (02) 23 52 80

**Sørlandsavdelingen**  
Grooseveien 36  
4890 Grimstad  
Telefon (041) 43 033

**Østlandsavdelingen**  
Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (065) 76 752

**Vestlandsavdelingen**  
Breiviken 2  
5035 Bergen - Sandviken  
Telefon (05) 25 97 00

Prosjektnr.:

O-86164

Undernummer:

Løpenummer:

1915

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:  Vegsambandet Ramsøy - Hanøy i Hordaland.  Konsekvensar for straumtilhøva.	Dato:  06. 11. 1986
	Prosjektnummer:  O - 86164
Forfatter (e):  Lars G. Golmen	Faggruppe:  Miljøteknikk
	Geografisk område:  Hordaland
	Antall sider (inkl. bilag):  38

Oppdragsgiver:  Statens Vegvesen Hordaland. Vegkontoret	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	----------------------------------

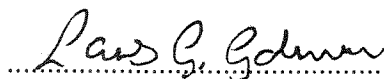
Ekstrakt:

Rapporten omhandlar resultat av straummålingar på vestsida av Askøy (Ramsøy - Hanøy). Målingane er presenterte og diskuterte med omsyn til kva følgjer vegfyllingane til Ramsøy vil ha å sei for straumtilhøva i området. Straumen i sundet mellom Litle Lauvøy og Hanøy er venta å auke p.g.a. fyllingane. Det kan òg ventast ei viss forverring i bølgetilhøva i nordavindsperioder i området austafør Ramsøy hamn.

4 emneord, norske:
1. Havstraum
2. Vegfylling
3. Tidevatn
4. Straummåling

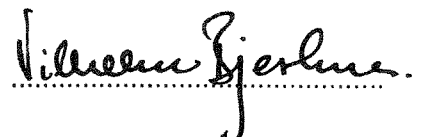
4 emneord, engelske:
1. Ocean current
2. Causeways
3. Tides
4. Current measurement

Prosjektleder:



Lars G. Golmen

For administrasjonen:



Vilhelm Bjercknes

ISBN 82-577-1137-3

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
VESTLANDSAVDELINGEN  
BERGEN

O - 86164

Vegsambandet

Ramsøy-Hanøy i Hordaland

Konsekvensar for straumtilhøva

Bergen 07.11. 1986

Prosjektleder : Lars G. Golmen

## Disposisjon.

	side
Forord	
Samandrag	2
1. Innleiing.	3
2. Kort omtale av vegprosjektet.	5
3. Generelle naturtilhøve.	7
3.1. Geografi.	7
3.2. Botntopografi.	7
3.3. Hydrografi.	9
3.4. Vindtilhøve.	10
4. Måleprogrammet.	13
5. Måleresultat.	15
5.1. Vêrtilhøva i måleperioden.	15
5.2. Hydrografi.	15
5.3. Straummålingane.	22
5.3.1. Enkeltmålingane.	22
5.3.2. Filtrerte verdiar - nettostraum.	24
6. Bølgjeklima.	26
7. Konklusjonar og samandrag.	27
Figur 9 - 11.	29
Referansar.	37
Vedlegg. Stasjonsdata hydrografi.	38

## Forord.

Denne rapporten er utarbeidd etter oppdrag frå Vegkontoret, Statens Vegvesen Hordaland. Rapporten presenterer resultat av straummålingar frå perioden 27/8 - 2/10 1986 i sunnda mellom Ramsøy og Hanøy i Askøy kommune, Hordaland.

De fire sunnda mellom Ramsøy og Hanøy vil bli heilt eller delvis sperra i samband med veg- og brusambandet til Ramsøy. Bakgrunnen for straummålingane var å kartlegge dagens straumtilhøve, og på basis av dette peike på eventuelle negative følgjer vegfyllingane kunne få for spesielt straumtilhøve og bølger i området.

Sakshandsamar hos Vegkontoret har vore ing. Knut Lerøy, og prosjektansvarleg hos NIVA har vore Lars G. Golmen. Det må rettast takk til Magne Pedersen på Ramsøy for bistand med utsetting og opptak av måleinstrumenta, samt oppsyn med desse i den til dels stormfulle måleperioden. Takk også til Terje Hopen, NIVA og Steinar Myking ved Geofysisk Institutt, Universitetet i Bergen for bistand med databehandling, og til Vilhelm Bjercknes for konstruktiv kritikk av rapportutkastet.

### Samandrag.

Straummålingane som blei utførte i perioden 27/8 - 2/10 i sunda mellom Ramsøy og Hanøy i Askøy kommune synte at sundet Hanøy - Lauvøy hadde den kraftigste straumen med tidevatnet inkludert, mens sunda Ramsøy - Hillesøy og Litle Lauvøy - Lauvøy hadde sterkast nettostraum (reststraum). Nettostraumen hadde retning nordover stort sett gjennom heile måleperioden for alle sunda unntaken sundet Hillesøy - Lauvøy, der straumen hadde kraftigast aust-vest komponent, og med sørvestleg retning på nettostraumen.

Halvdagleg tidevatn utgjorde det kraftigaste tidevassignalet i målingane våre.

Oppfyllinga av dei tre vestlegaste sunda mellom Ramsøy og Hanøy vil sannsynlegvis føre til auka vasstransport gjennom det åpne sundet Hanøy - Litle Lauvøy. For å redusere denne auken mest mogleg, vert det tilrådd å gjere botnfyllinga der så lav som råd.

Vegfyllingane vil kunne medføre ein viss forverring av bølgetilhøva utafor hamnebassenget på Ramsøy, og ein viss fare for bølgefplanting inn i hamnebassenget der.

Endringane i strøymingsmønsteret i området aust for Ramsøy som følgje av fyllingane vil truleg ikkje påverke utskiftingstilhøve og vasskvalitet i negativ leid.

## 1. Innleiing.

I samband med planen om bru og vegfyllingar mellom Hanøy og Ramsøy i Askøy kommune, Hordaland, fig. 1, blei det kravd granskingar av straumtilhøve i området, med tanke på eventuelle negative miljøverknader av fyllingane.

Statens Vegvesen/Hordaland Vegkontor kontakta NIVA, Vestlandsavdelinga, med forespurnad om å utføre ei slik gransking. Avtalen om gjennomføring av eit måleprogram vart underteikna i juli 1986. Gjennomføringa av prosjektet blei m.a. diskutert på eit møte mellom NIVA og Vegkontoret 17/7 1986. 1. august blei det foretatt ei synfaring i det aktuelle området mellom Ramsøy og Hanøy for m.a. å vurdere nærmare kvar straummålar-riggane skulle plasserast. Det blei samstundes tatt vertikalprofil av salinitet og temperatur i vatnet for m.a. å bestemme sjiktning.

Tilsvarande målingar blei gjentekne ved utsetting og opptak av straummålarriggane, h.h.v. 27/8 og 2/10 1986. Riggane stod utsett til for påverkand av bølger og vind. Magne Pedersen på Ramsøy bistod med utsetting og opptak av riggene, og heldt oppsyn med dei i måleperioden. Ved eit par høve retta han sjølv opp feil ved riggene og overflatemerkørane etter uvørsperioder.

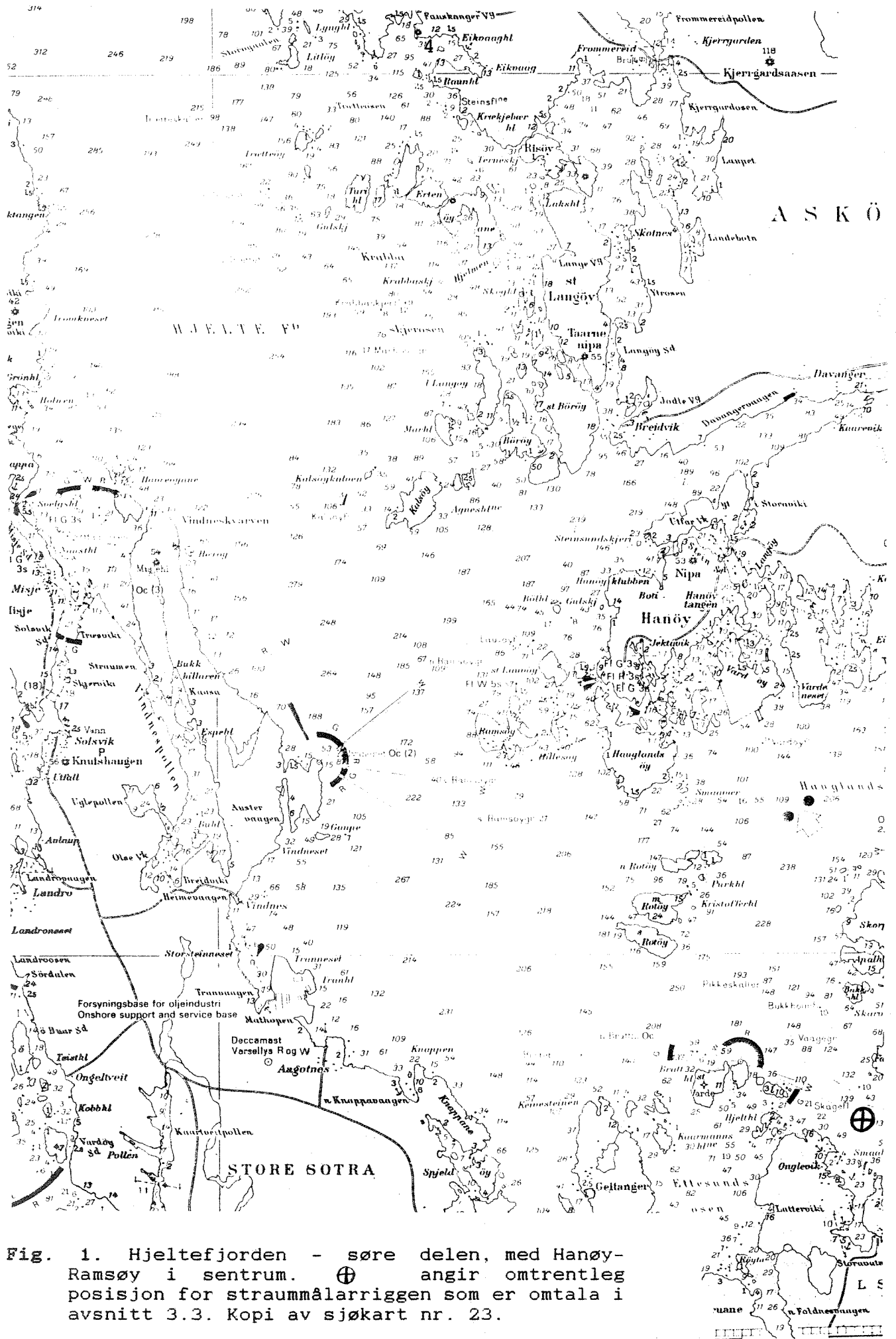


Fig. 1. Hjeltefjorden - søre delen, med Hanøy-Ramsøy i sentrum. ⊕ angir omtrentlig posisjon for strømmålarriggen som er omtala i avsnitt 3.3. Kopi av sjøkart nr. 23.



## 2. Kort omtale av vegprosjektet.

Ingeniørfirmaet Taugbøl og Øverland A/S har laga detaljplan for vegprosjektet, med Statens Vegvesen Hordaland som oppdragsgjevar, (Taugbøl og Øverland, 1986). Figur 2 syner ei skisse av den valgte traséen for bru og fyllingar (frå Taugbøl & Øverland 1986).

Mellom Hanøy og Litle Lauvøy skal det byggast ei 45 m lang bru, mens det mellom dei andre øyane blir lagd tilsaman 620 m steinfylling. Den lengste av desse fyllingane er mellom Lauvøy og Hillesøy (320 meter).

Figur 3 syner eit typisk tverrsnitt av steinfyllingane. På grunn av bølgepåverknad er det meininga å plastre ned til omlag 4 meter med stor stein på kvar side av fyllingane. Det er også planlagt å legge fiberduk mellom fyllingsmasse og plastring for å hindre utvasking. Dei planlagde fyllingane må ein såleis rekne som heilt utan tversgåande sirkulasjon.

Det er meininga å nytte overskotsmasse frå den pågåande utbygginga i Sture i Øygarden til vegfyllingane, og det er von om å starte fyllingsarbeidet innan utgangen av 1986.

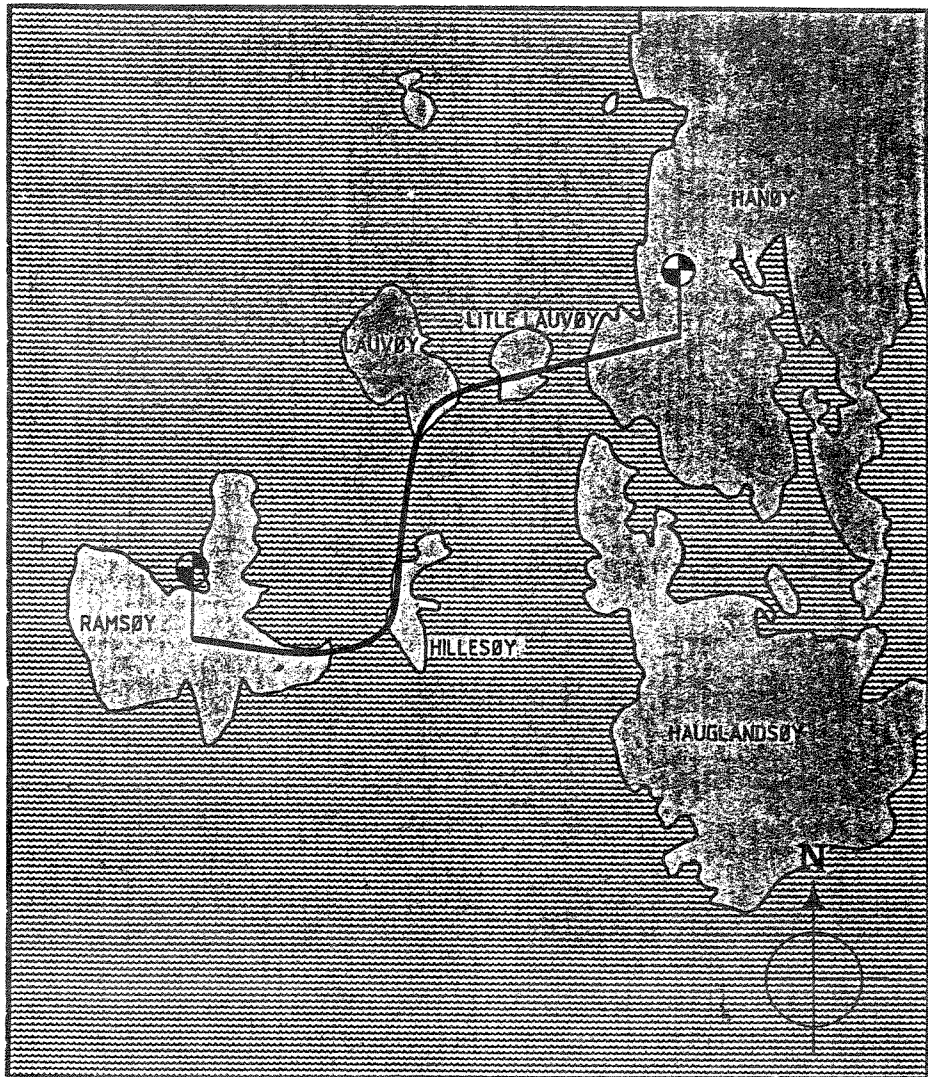


Fig. 2. Skisse av den planlagte vegtracéén mellom Ramsøy og Hanøy (frå Taugbøl og Øverland 1986).

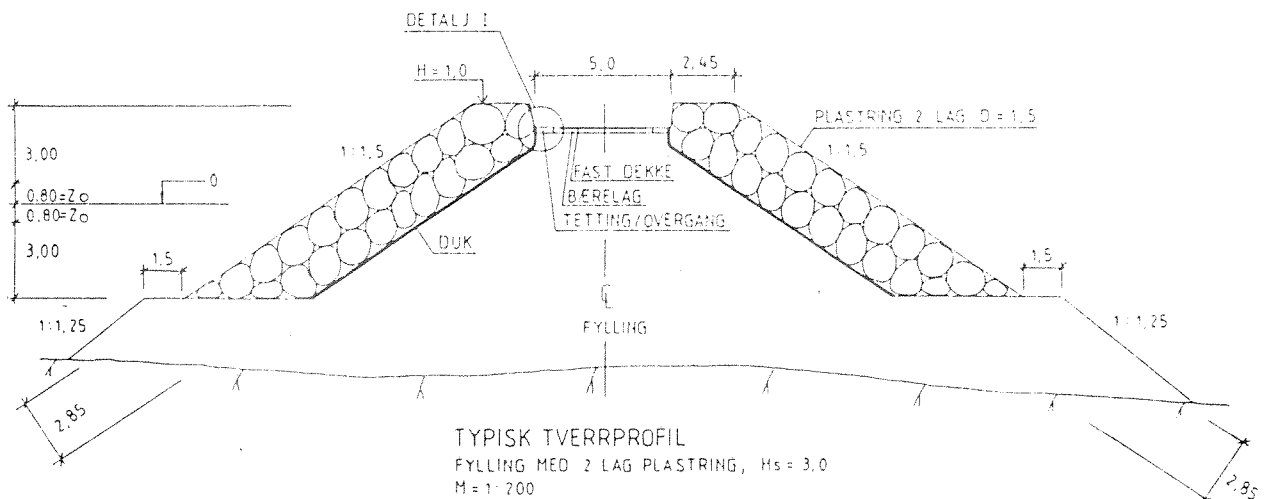


Fig. 3. Tverrsnitt av planlagd fylling. (FRÅ Taugbøl og Øverland 1986)

### 3. Generelle naturtilhøve.

#### 3.1. Geografi.

Ramsøy ligg i Hjeltefjorden mellom Askøy og Store Sotra (fig. 1). Avstanden austover til Hanøy er omlag 1000 meter. Mellom vestsida av Ramsøy og Kalvanenset på Store Sotra er avstanden om lag 1700 meter. Ramsøy og dei mindre øyane innafor som vil bli berørte av vegprosjektet, er forholdsvis lave. Høgste toppen på Ramsøy er 27 m.o.h.

#### 3.2. Botntopografi.

På vestsida av Ramsøy er det brådjuft ned til 80-90 meter. Største djup i Hjeltefjorden vestafor Ramsøy er 172 meter i følgje sjøkart nr. 23, mens ein litt lenger sør og nord i fjorden finn djupder rundt 250-300 meter.

Figur 4 syner botnkonturar for 10, 20, 50 og 100 meter teikna for hand på grunnlag av hydrografisk original for området rundt Ramsøy.

Mellom Ramsøy og Hillesøy er det eit terskeldjup på vel 20 meter. Mellom Hillesøy og Lavøy går det ein rygg med djupder 3-7 meter. Mellom Lauvøy og Hanøy 11-12 meter.

Ei djuprenne går langs Hauglandsøy sørover frå Litle Lauvøy, og endar på djupder rundt 150 meter vestafor sørspissen av Hauglandsøy (sjå fig. 1). Ei tilsvarande renne går mot nord-vest frå området mellom Hillesøy og Ramsøy.

Ei av dei to isolerte djupholene innafor vårt område ligg nord for Litle Lauvøy, nær opp til Hanøy. Største djup her er 77 meter, mens terskeldjupet vestover og nordover er litt grunnare enn 50 meter. Ei anna djuphole med største djup 76 meter ligg på nordsida av Lauvøy. Denne har eit terskeldjup vestover på rundt 50 meter.

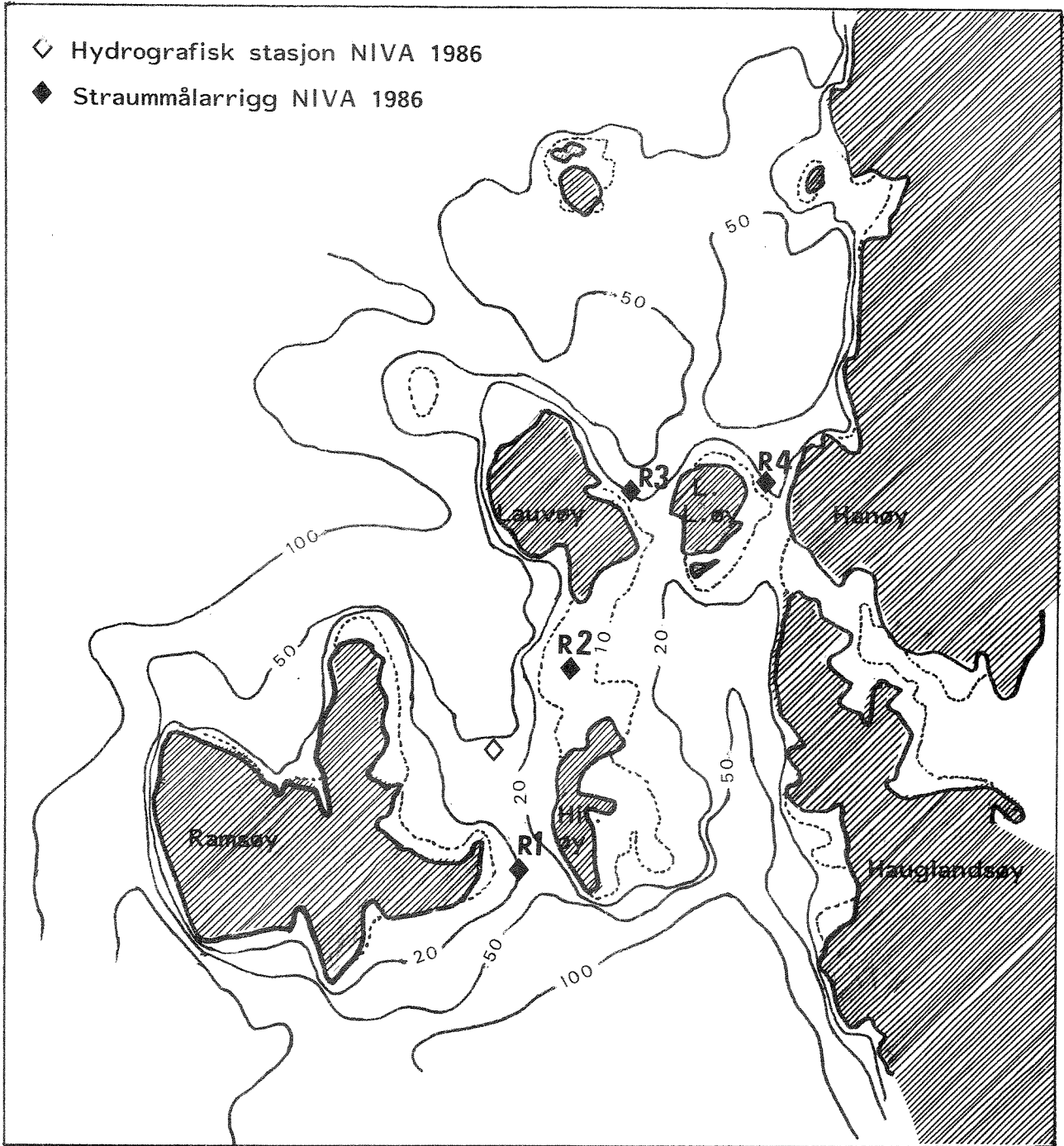


Fig. 4. Skisse av botntopografi for området Ramsøy - Hanøy, kotert på grunnlag av hydrografisk original. Posisjon for strømmålarrieggane, samt for hydrografisk stasjon er avmerka.

### 3.3. Hydrografi.

Hjeltefjorden ligg så langt ute at ein der har påverknad både frå kystvatn og fjordvatn. Overflatevatnet i fjordane er det ferskaste innafor det aktuelle salinitetsregimet. Dette heng saman med ferskvass-tilrenninga til fjordane, som i dag er meir jamnt fordelt over året i høve til tidlegare, grunna vassdragsreguleringar. Dette medfører at ein kan ha ein noko redusert tilrenning i snøsmelteperioder i høve til tidlegare, men har til gjengjeld mer tilrenning om vinteren.

Kystvatnet består dels av avrenningsvatn frå fjorden langs kysten, og dels av vatn frå Skagerak og Østersjøen. Dette vatnet dannar overflate- laget i Den Norske Kyststraumen. Sjiktningstilhøva der varierer, med eit tynnare og kraftigare sjikta overflatelag om sommaren (Golmen og Hackett 1986). Under overflatelaget finn ein såkalla "Trench Water", som er eit blandingsprodukt av opprinneleg kyststraumsvatn og Atlanterhavsvatn, som er den saltaste vanntypen som influerer på tilhøva langs Norskekysten. Både overflatelaget og underliggende vassmasser i Kyststraumen kan til tider trenge inn i ytre deler av fjordane, og bidra til utskiftinga.

Den Norske los, Bind III nemner Hjeltefjorden og straumtilhøva der. Straumen går vanlegvis nordover, men kan unntaksvis sette sørover under vedvarande sterk nordavind.

Frå lengst nord i Hjeltefjorden (innlaupet til Fensfjorden) er det gjort målingar (t.d. Gade 1973). Over ein 12 månaders periode 1971-72 blei det der tatt ein hydrografisk stasjon pr. månad. Overflatelaget synte temperaturvariasjon frå rundt 4°C mellom overflata og 40 meters djup om vinteren, til over 14°C i overflata, og 11.5°C i 20 meter i august. Djupare nede var tidsvariasjonane rimelegvis mindre, mellom 6°C og 9°C i 100 meter. Djupvatnet synte ein markert auke i salinitet i februar-mars, i tilknytning til fornying av botnvatnet i Fensfjorden, og sannsynlegvis også i Hjeltefjorden. I overflatelaget (0-50 meter) varierte saliniteten mellom 31.5 og 34.5 med kraftigast sjiktning (sprangsjikt i rundt 10-15 meters djup) i september.

Helle (1975) omtalar hydrografiske målingar frå m.a. Hjeltefjorden, samt straummålingar frå Hjeltesundet i perioden 1973-1974. Han kunne også spore djupvassinnstrøyming på ettervinteren, og mest markert sjiktning sommar-månadane.

Straummålingane frå Hjeltesundet (for posisjon sjå fig. 1) var gjort i 30, 80 og 160 meters djup over i alt fem ulike to månaders periodar. Resultata frå målingane 18/6 - 3/8 1973 i 30 m djup er mest relevante her, og er vist i fig. 5. I 30 meter djup var dominerande reststraumretning nordvestover, med berre korte episoder med straum i søraustleg retning. Maksimal styrke på reststraumen (halvdagleg tidevatn filtrert bort) var rundt 37 cm/s, mens enkelt-målingar synte maksimalverdiar opp til 90 cm/s (ikkje synleg i fig. 5). Midlare straum var 11 cm/s retta mot nord-vest. Målingane frå dei andre periodene synte stort sett same resultat, men med noko svakare reststraum.

#### 3.4. Vindtilhøve.

Ramsøy ligg utsett til for vind. Vindstatistikk for området finnes enten frå Bergen (Florida) eller Hellisøy Fyr. Tabell 1 syner 15 års vindstatistikk for Hellisøy frå september, som var vår måleperiode, samt for ein vårmånad (mai).

Av tabellen kan ein m.a. lese at i mai er nordavind den mest vanlege vindretningen, med 30.3% av alle observasjonane innafor retningsintervallet  $345^{\circ}$  -  $015^{\circ}$ , (kolonna merka ND). Linja "NF" syner òg at i mai er vindstyrke fire (laber vind) oftast forekommande.

Septemberstatistikken i tabell 1, syner at dominerande vindretning då er sørleg, med 29,5% av alle observasjonane innafor intervallet  $135^{\circ}$  -  $195^{\circ}$ . Nordavind er også vanleg, med 11% av observasjonane innafor  $345^{\circ}$  -  $015^{\circ}$ . Av september statistikken kan ein òg lese at ein som venta har kraftigare vind i september enn i mai, med større prosentvis fordeling på styrke 4 og oppover.

HJELTESUND 30 m: 25-timers glidende middel.

18. Juni - 3. August 1973

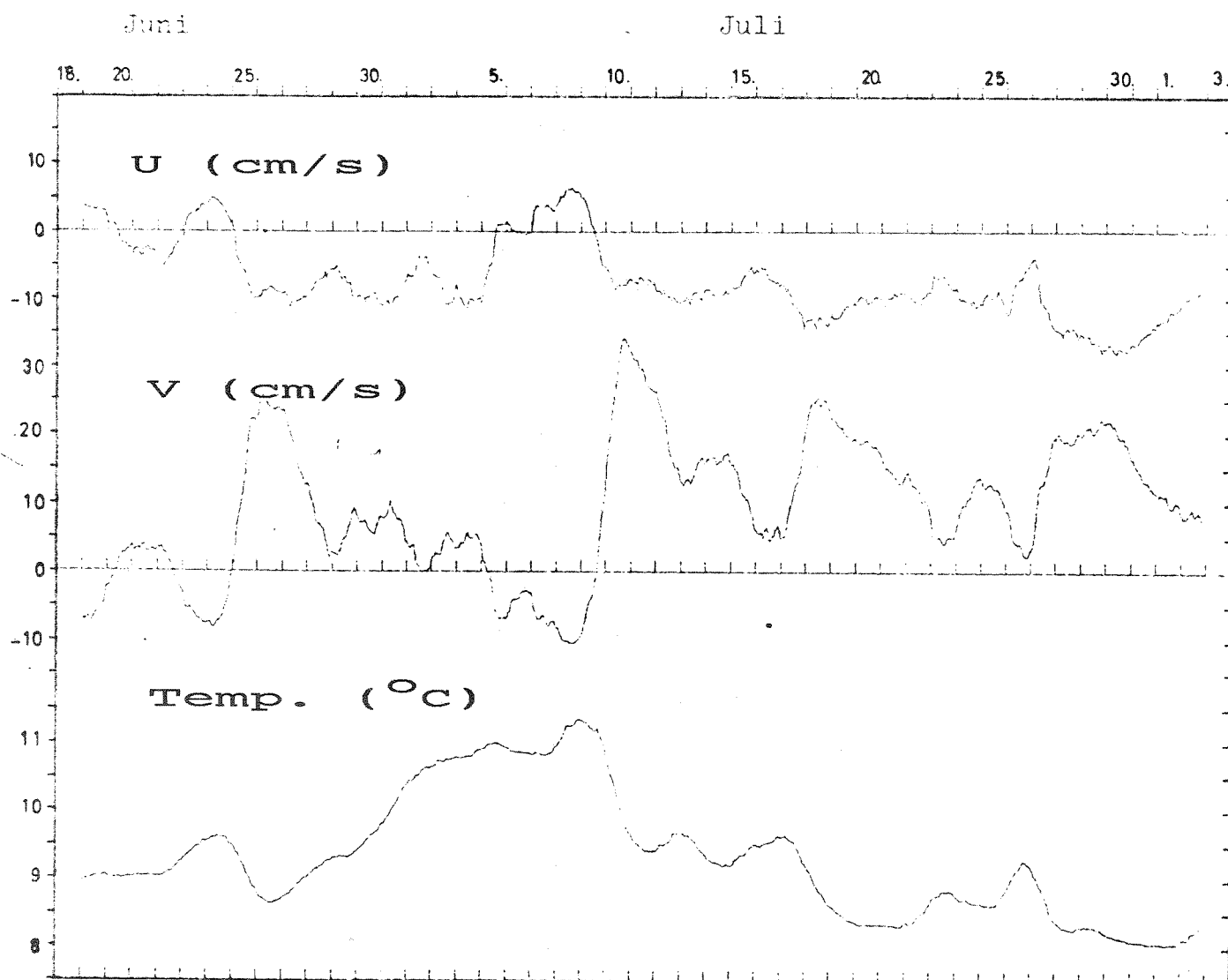


Fig. 5. Resultat av strømmålinger i Hjeltesundet (Fig. 1) frå perioden 18/6 - 3/8 1973 i 30 meters djup. Øvste kurva syner tidsutviklinga for aust-vest (U-) komponenten av straumen, og midterste kurve tilsvarende for nord-sør (V-) komponenten. Nederste kurve syner temperatur.

Alle kurvene er baserte på 25 timars glidande middelerdiar av den opprinnelege måleserien. Denne midlinga fjernar m.a. signalet frå det halvdaglege tidevatnet. Etter Helle (1975).

Tabell 1. Vindstatistikk frå Helligsøy fyr for mai og september måned. Frekvensfordeling av vindretning (vertikalt) og vindstyrke i ulike intervall. Kjelde: Meteorologisk Institutt.

HELLISØY FYR		MAY 1961-1975													
HRS. 06,12,18 GMT		N=1395 C= 8,4 % VM=5,1 M/S FM=3,1 B													
DD	F:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ND	FM
36N	0,8	1,5	2,7	3,9	2,3	1,1	0,4	0,1						12,8	3,8
03	0,3	0,4	0,5	0,5	0,1									1,8	2,8
06	0,8	1,0	0,6	0,5	0,1									3,0	2,4
09E	0,5	2,4	2,0	1,4	0,1									6,3	2,7
12	0,9	1,1	0,9	0,7	0,4	0,1	0,1							4,2	2,9
15	0,7	1,5	1,8	2,4	0,8	0,4	0,2							8,1	3,3
18S	1,6	1,5	3,6	4,7	2,4	1,6	0,4	0,1						16,0	3,7
21	0,9	0,9	1,1	1,9	1,5	0,8	0,2							7,3	3,8
24	1,4	1,8	1,6	0,1	0,5	0,1								5,5	2,4
27W	1,0	1,4	0,5	0,4	0,2	0,2			0,1					3,7	2,6
30	1,0	1,8	1,6	0,4	0,2	0,2	0,1							5,3	2,7
33	1,7	2,9	3,3	4,0	3,2	1,3	0,7	0,1	0,1					17,5	3,7
MF	11,8	18,2	20,2	21,0	11,8	5,9	2,2	0,4	0,1						
FREQUENCY OF MAX WIND FORCE BETWEEN THE HOURS OF OBSERVATION															
19-07	2,6	8,6	19,8	28,4	17,6	14,6	5,4	2,4	0,2						C
07-13	3,9	14,4	23,7	27,1	13,1	11,2	4,1	1,3	0,4						0,4
13-19	2,8	9,7	23,0	27,5	16,8	13,3	4,1	2,2	0,2						0,9

HELLISØY FYR		SEPTEMBER 1961-1975													
HRS. 06,12,18 GMT		N=1350 C= 6,7 % VM=6,4 M/S FM=3,6 B													
DD	F:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ND	FM
36N	0,9	1,3	2,4	3,1	2,1	0,7	0,4	0,1						11,0	3,8
03	0,2	0,7	0,9	0,4	0,1									2,4	2,8
06	0,3	1,1	0,5	0,2										2,1	2,3
09E	0,8	2,1	1,0	0,5	0,1	0,2								4,7	2,5
12	0,7	1,3	0,7	1,2	0,5	0,1								4,5	3,0
15	0,7	1,4	2,4	3,3	2,4	1,9	0,9	0,3						13,3	4,2
18S	0,6	1,1	2,0	4,0	2,7	3,8	1,6	0,4						16,2	4,7
21	0,5	1,1	1,2	2,4	2,1	1,3	0,4	0,1						9,2	4,1
24	1,0	0,8	1,6	2,6	2,1	1,0	0,2	0,1	0,1					9,8	3,9
27W	0,7	1,1	1,5	1,3	1,0	0,5	0,1	0,1		0,1				6,2	3,5
30	0,7	0,7	0,5	1,0	0,7	0,3	0,2	0,1						4,1	3,6
33	0,5	1,8	2,2	2,1	1,6	1,0	0,3	0,1	0,1					9,7	3,8
MF	7,6	14,6	16,9	22,5	15,4	10,9	4,1	1,2	0,1						
FREQUENCY OF MAX WIND FORCE BETWEEN THE HOURS OF OBSERVATION															
19-07	0,4	6,0	14,4	21,6	20,9	19,3	12,4	3,3	0,9	0,4					C
07-13	1,3	10,4	17,3	20,9	17,3	17,6	10,9	3,1	0,4	0,4					0,2
13-19	2,7	6,4	14,2	25,6	17,6	18,9	8,7	4,2	0,9						0,9



#### 4. Måleprogrammet.

For å få ein oversikt over den innbyrdes fordelinga av straum i dei fire sunda, blei det utplassert ein straummålarrigg i kvart sund. Kvar rigg hadde ein straummålar. Figur 4 syner plasseringa av riggane, og tabell 2 gjev oversyn over måleperiode, måledjup m.m.

Tabell 2. Oversikt over Instrumenttype og måleperiode for dei fire riggane mellom Ramsøy og Hanøy 1986.

Rigg	Instr.type	Måledjup	Måleperiode (i pos.)
R1	Aanderaa RCM 4	4 m	27/8 16.35 - 2/10 13.10
R2	Aanderaa RCM 4	3 m	27/8 16.50 - 2/10 13.20
R3	Sensordata SD-1000	2 m	27/8 17.45 - 27/9 21.00
R4	Aanderaa RCM 4	3 m	27/8 18.05 - 2/10 13.40

#### Riggarrangement:

Kvar rigg hadde enkel botnforankring, med vekt rundt 80 kg. Ein kort kjettingstump var mellom botnloppet og tauet som gjekk vidare opp til nedre feste for straummålaren. Riggane var lagde på førehand, med faste taulengder og innspleisa kauser.

Om lag 2 meter under havoverflata var det plassert ei oppdriftskule som heldt vekta av straummålaren. Frå denne kula gjekk det eit tau opp til overflatemarkøren, som var forsynt med blinklys. Undervass-oppdriftskule var nytta for å unngå innverknader frå overflatebølgjene på straummålingane.

#### Kort omtale av straummålingsinstrumenta.

To typer straummålararar var i bruk:

Aanderaa RCM 4 og den lettare Sensordata SD 1000. Begge måler h.h.v. straumretning og styrke, samt temperatur. To av Aanderaa målerane var i tillegg utstyrte med sensor for måling av salinitet.

Sensordata-målaren kan lagre inntil 1000 målingar av fart, retning og temperatur, mens Anderaa sin målar kan ta inntil 10.000 målingar.

Måleintervallet kan regulerast på begge instrumenttypene. For Aanderaa målaren blei 10 minuttars måleintervall valgt, mens ein for Sensordata sin målar måtte auke måleintervallet til om lag 45 minutt for å få ein samla måleperiode på ein måned, som var planen. Målaren blei ståande ute i litt meir enn ein måned, med den følgje at Sensordata målaren blei "full" nokre dagar før instrumenta blei tatt opp av sjøen.

Dei to instrumenta har ulik lagringsmetode for dataene. Aanderaa målaren legg binær-koda måleresultat inn på ein vanleg audiotape, mens Sensordata sin målar har eit internt minne stort nok til å romme 1000 målingar.

Avlesinga av data skjer også på ulik måte. Tapen frå Aanderaa målaren må avspelast på ein spesiell bandspelar, og data kan så overførast i binær form til ei datamaskin, der kalibrering, skalering og vidare datahandsaming kan skje. Minnet i Sensordata-målaren blir tappa ved hjelp av ein optisk lesar, og dataane overført til datamaskin. For fleire detaljar om lagringsformat m.m. for Aanderaa målaren kan det visast til Operating Manual RCM 4/5 (1983) eller tilsvarande.

Det var også lagt opp til å få målt sjiktningstilhøva i området. Til dette blei det brukt ei sonde for måling av vertikalfordeling av salinitet og temperatur.

## 5. Målesresultat.

### 5.1. Vêrtilhøve i måleperioden.

Meteorologiske tilhøve, særleg vinden, påverkar sterkt sirkulasjonen i overflatelaget, der vi har målt. Det er difor nødvendig å finne ut om vertilhøva i vår måleperiode var normale eller unormale.

Normal-statistikk for vindtilhøve i september har alt vorte presentert for Hellisøy (tabell 1). Grunna knapp tid mellom avslutning av måleserien og rapportering, var det berre mogeleg å få bearbeida vêrdata frå Bergen (Florida). Desse skulle imidlertid gje eit godt bilete av tilhøva ved Ramsøy.

Figur 6 syner desse vindobservasjonane frå kl. 13.00 kvar dag i måleperioden. Vind frå sør og vestleg kant dominerer, særleg i siste halvdel av september. Siste dagane av august hadde kraftig austavind, som så dreia vestleg. Siste halvdel av september hadde og fleire dagar med kraftig vind, stort sett frå vestleg kant.

Midlare vindstyrke i måleperioden var rundt styrke 4, som er nær det normale. Vestleg og sørleg vind ser ut til å ha vore meir framtrekande, og nordleg vind mindre framtrekande enn normalt.

Middeltemperaturen for september var  $8.6^{\circ}$ , mens normalen er  $12.1^{\circ}$  (Bergen - Florida). Månadsnedbøren var 478 mm, nesten det doble av normalen.

### 5.2. Hydrografi.

Tidsseriane av Salinitet og Temperatur.

Alle strømmålarane var utstyrte med temperatursensor. To av målarane var utstyrte med konduktivitetssensor. Ved omrekning frå konduktivitet og temperatur kan ein òg finne salinitet og tettleik for sjøvatnet.

Vi har her tatt med måleresultata frå desse to instrumenta, frå h.h.v. rigg 1 og 2 i fig. 7. Kurvene merka "X" syner tettleik for sjøvatnet uttrykt som  $\text{kg/m}^3 - 1000$ . Kurvene i fig. 7 er baserte på

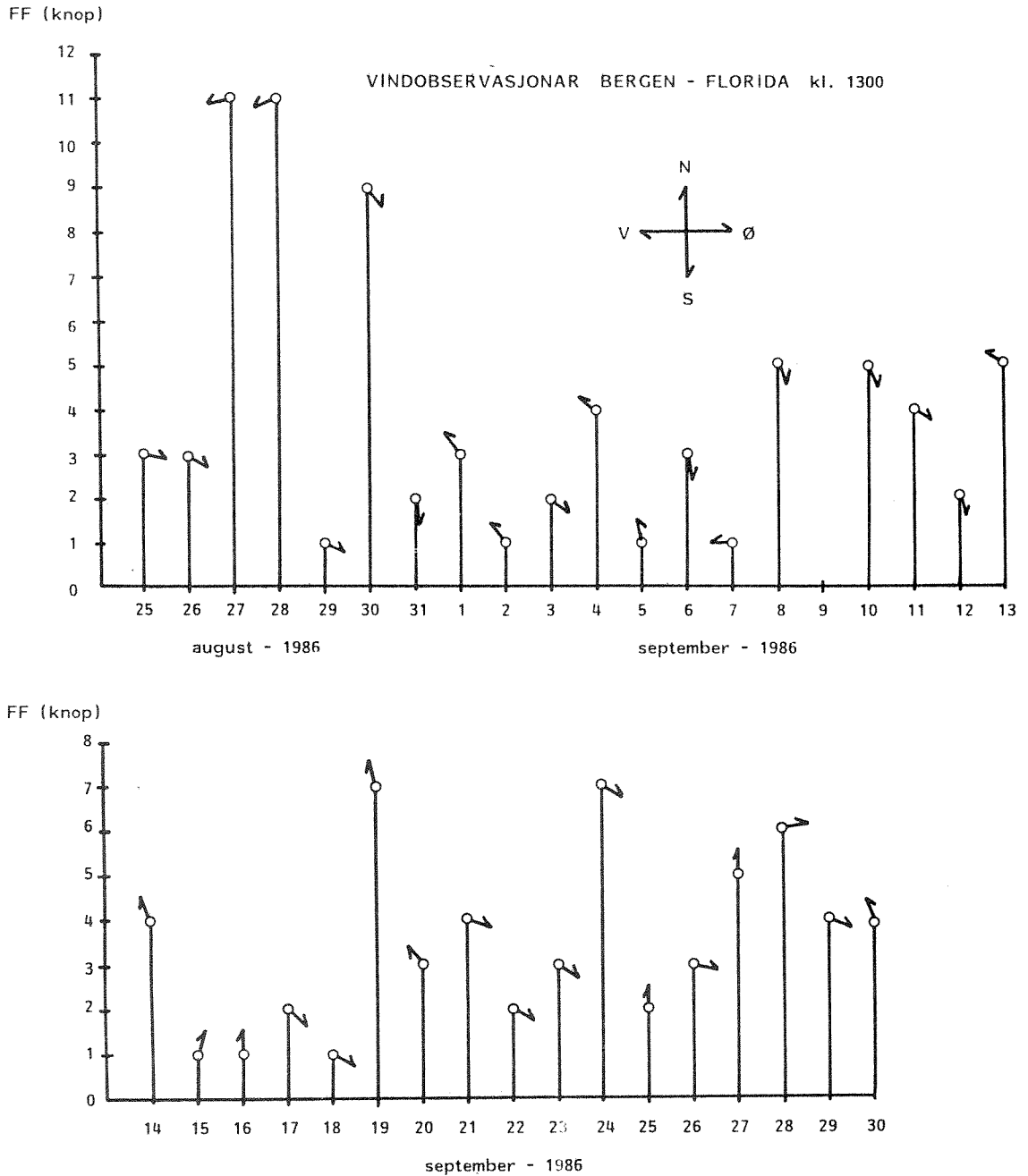


Fig. 6. Observert vind kl. 1300 i Bergen (Florida) gjennom vår måleperiode for straum. Nedre akser angir dato. Vindstyrken for kvar dag er representert ved lengda på den tilhøyrande vertikale lina. Pila på toppen av kvar vindstyrkeline syner vindretningen.

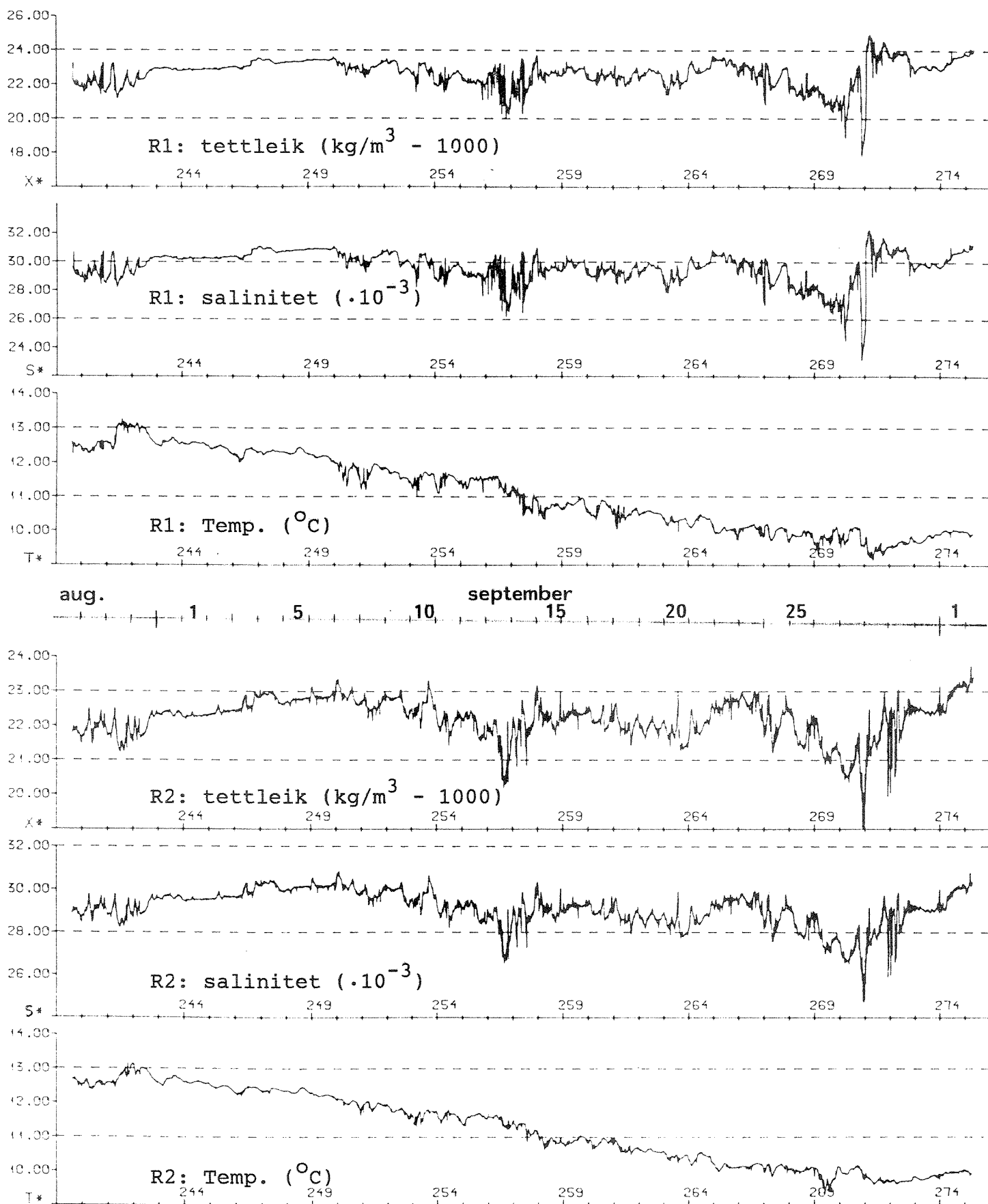


Fig. 7 Tidsserie av temperatur(T), salinitet(S) og tettleik (X) målt ved R1 (øverst) og R2. Talla på dei horisontale aksene angir Juliansk dag. I midten er det lagt inn vanleg datoakse.

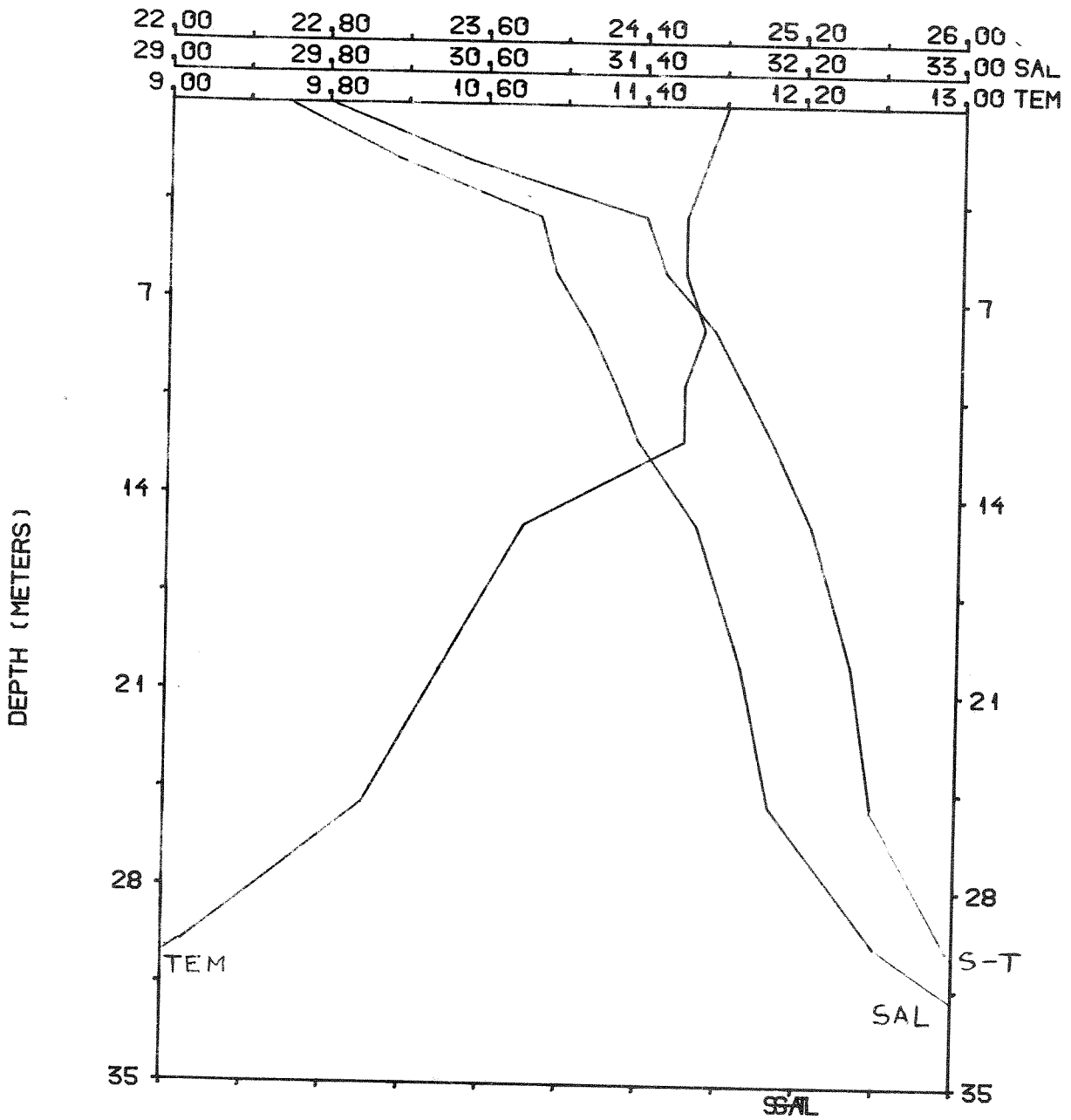
enkeltmålingar. dvs. med måleintervall på 10 minutt. Dei to tidsseriane syner tilnærma same verdiar. Instrumentet på R2 syner litt lågare salinitetsverdiar enn instrumentet på R1. Dette kan ha samband med at R1 sitt instrument stod litt djupare enn instrumentet på R2, jmfør vertikalprofilane av salinitet fig. 8a-c. Variasjonane i salinitet ligg innafor +/-3 frå middelveidien. Ein ser periodevis halvdagleg variasjon i takt med tidevatnet.

Eit par episoder med markert fall i salinitet bør kommenterast. 13/9 - 14/9 skjedde det eit fall på rundt 2.5 i salinitet. Nedbørsoversikten synte kraftig nedbør den 13. og 14. Vinden før denne episoden var nordvestleg, som så dreia mot sør-aust den 13. (fig. 6). Brakkvassoppstuving i fjordane innafor i samband med søraustleg vind, kombinert med nedbørsmengdene den 13. og 14. kan forklare denne episoden.

Neste episode varte lenger, og var meir markert, med gradvis fall i salinitet frå 30 til 25 i løpet av perioden 23. til 27. september. Perioden 19.-22. september hadde til saman over 100 mm nedbør. Det markerte fallet i salinitet om kvelden 27/9 var assosiert med svært kraftig nordgåande straum (69 cm/sek på R4), ref. avsn. 5.3. Det var ingen markerte endringar i vindtilhøva i samband med denne episoden. Sannsynlegvis er det ein kombinasjon av nedbør og lufttrykksfall som er årsaken (kraftig sørleg vind den 28/9 med styrke 10 kl. 07).

Slike episoder som her er observert synest å vere typiske for vårt område, og har vore diskuterte i samband med t.d. Salhusbrua (Bjerknes m.fl. 1985). Raske fall i salinitet i brakkvasslaget kan ha til dels fatal innverknad på oppdrettsfisk som p.g.a. mærene ikkje har høve til å gå ned til djupare (og saltare) vatn under slike episoder. Ein kan imidlertid ikkje rekne med at fyllingane i samband med veggambandet til Ramsøy vil ha nemnande forsterkande effekt på slike episoder, etter som det avsperra tverrsnittarealet berre utgjer ein mindre del av heile gjennomstrøymingsarealet for brakkvatn i Hjeltefjorden.

Temperaturkurvene i figur 7 gjennomspeglar i første rekke utviklinga i lufttemperaturen, sidan målarane stod såpass nær overflata. Det gradvise fallet frå rundt 13<sup>0</sup> til under 10<sup>0</sup> er normalt for årstida. Vassstemperaturane låg imidlertid 2-3<sup>0</sup> over lufttemperaturen i første del av september, noko som avspeglar vatnet sin store varmekapasitet.



PROFILE: RAMSOY 1986 NIVA  
 STA: 1 ; POS:60.264°N 5.031°E ; TIME:86. 8. 1 : 9.30

Fig. 8a. Vertikalprofil av temperatur (TEM), salinitet (SAL) og densitet (S-T) observert ved Ramsøy 1/8 1986. Sjå fig. 4 for posisjon.

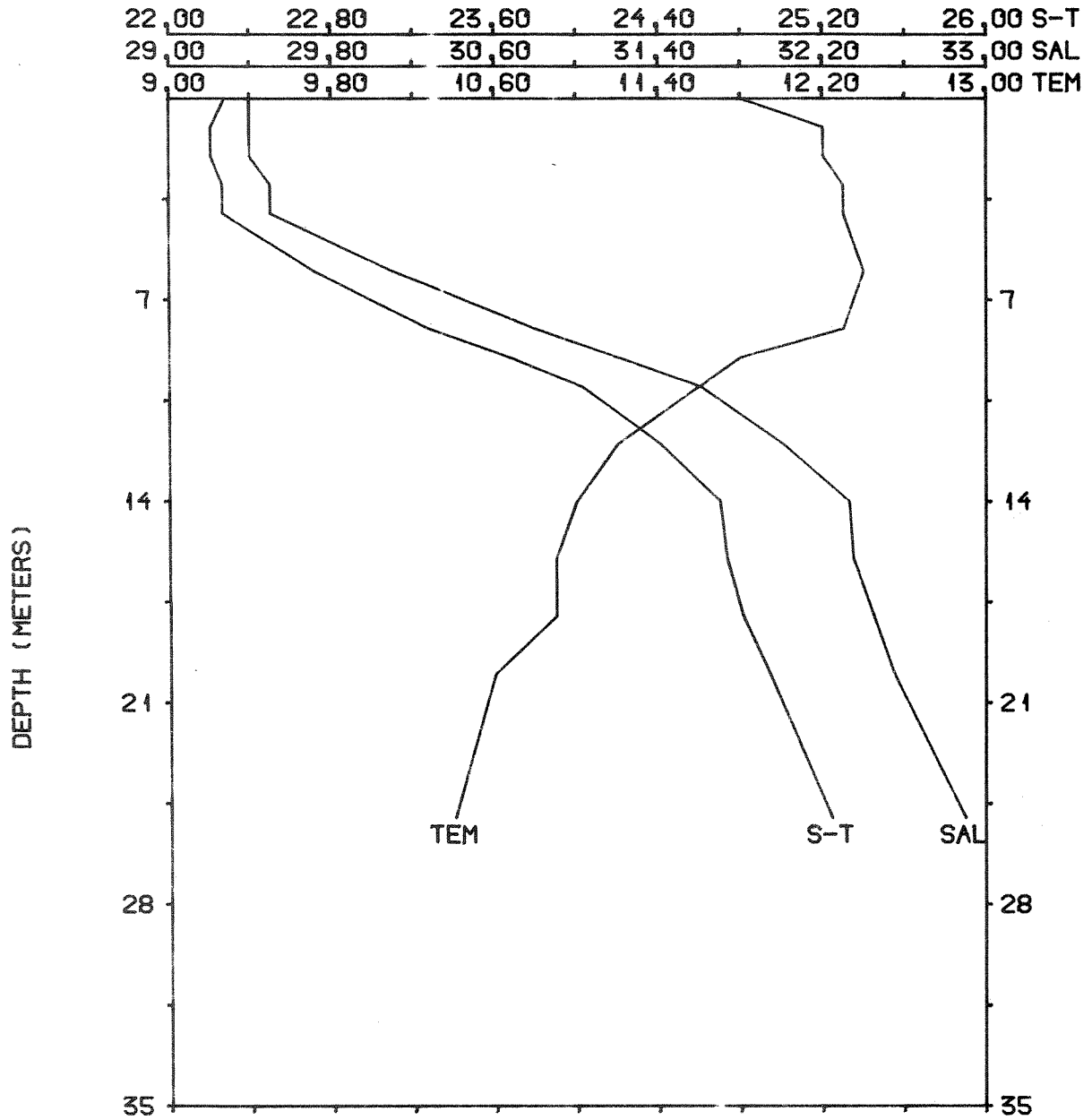
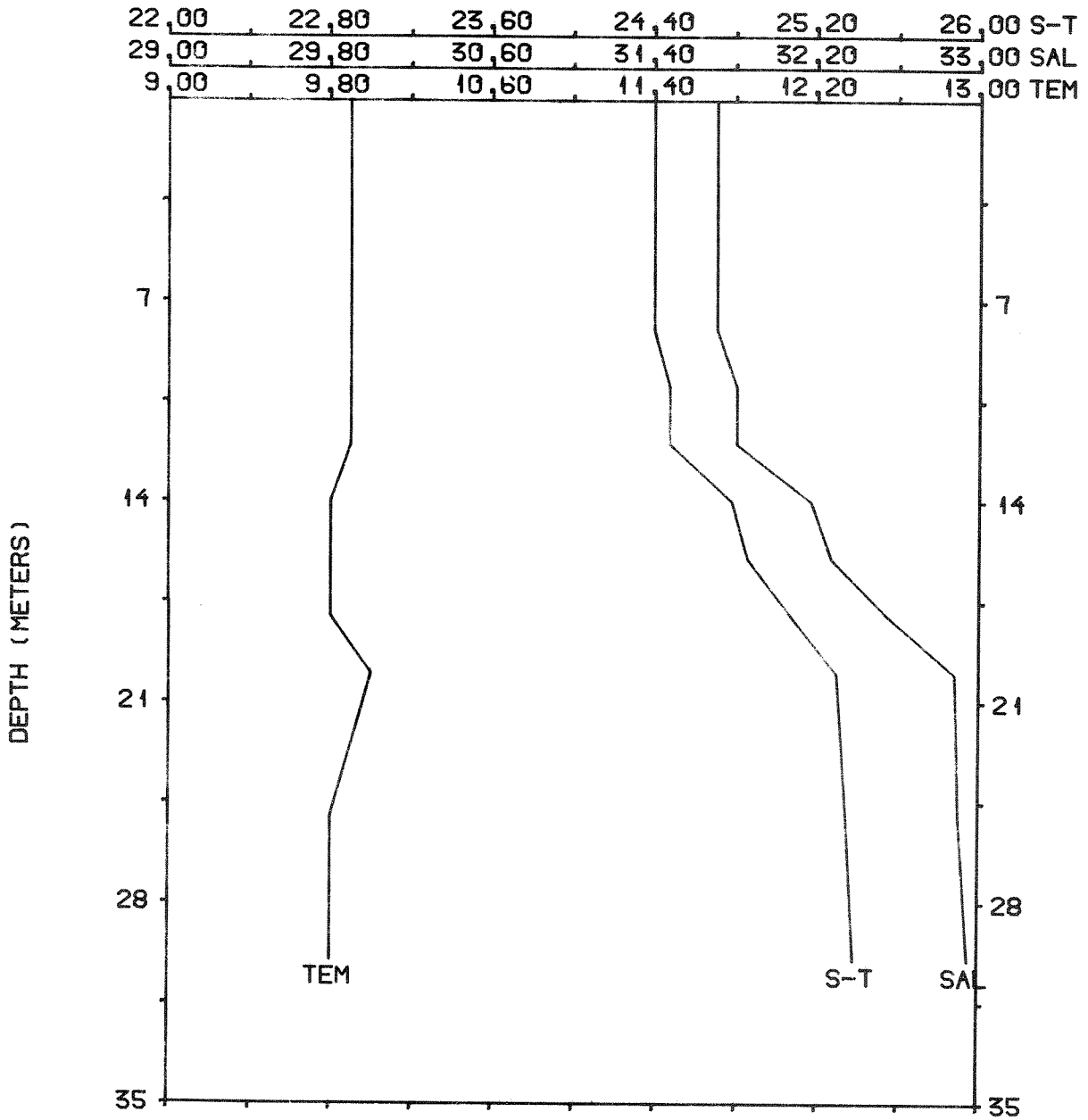


Fig.8b. Som fig. 7a, men observasjonsdato 27/8 1986.





PROFILE: RAMSOY 1986 NIVA  
 STA: 3 ; POS:60.264°N 5.031°E ; TIME:86.10.2 : 13.50

Fig. 8c. Som fig. 8a, men observasjonsdato 2/10 1986.

## Vertikalfordeling av Salinitet og Temperatur.

Måleresultata for dei tre vertikalprofilane av salinitet og temperatur er synt i figur 8a-c. Prøvetakingsdatoane var 1/8, 27/8 og 2/10 for profil nr. 1, 2 og 3 h.h.v. I figurane er òg vertikalprofilen av tettheit plotta. Posisjon for prøvetaking er avmerka i figur 4. Profil nr. 2 (fig. 8b) har mest markert overflatelag, med sprangsjikt mellom 4 og 10 meter. I oktober (profil 3, fig. 8c) har overflateavkjølinga gjort seg gjeldande, med nesten konstant temperatur frå overflate til botn. Sprangsjiktet i oktober ligg mellom 12 og 20 meters djup.

Vertikalprofilane indikerer at straummålarane våre stod i høveleg djup over sprangsjiktet for å kartlegge transporten i overflatelaget.

I samband med prøvetakinga 2/10 blei det òg målt oksygeninnhald i vatnet i ulike djup på same stad som salinitet og temperatur blei målt. Måleresultata er tatt med i vedlegg. Verdiane varierte mellom 6.6 og 6.8 ml/l, m.a.o. gode oksygentilhøve der prøvene blei tatt.

### 5.3. Straummålingane.

Straummålingane er presenterte på fleire måtar i figurane 9-11, for å klårlegge både total variasjon og effekten av tidevatn og vertilhøve. Figur 9-11 er lagt inn samla i slutten av rapporten. Det er òg freista å få eit biltete av typiske straumsituasjonar i alle sunda samstundes, under ulike vind- og tidevass-tilhøve. Data for meteorologiske observasjonar låg føre først ein dag før utlaupeet av rapporteringsfristen. Dette har gjort at tolkinga av dataene ikkje har blitt så detaljert som ønskeleg m.o.t. meteorologiske effekter.

Plotterrutiner for Sensordata og Aanderaa straumålarane er noko ulike. Sensordata målingane er handsama ved NIVA i Oslo, mens Aanderaa målingane er handsama ved Geofysisk Institutt, avd. A ved Universitetet i Bergen.

#### 5.3.1. Enkeltmålingane.

Figur 9a-d syner plott av enkeltmålingane av fart for alle instrumenta. Resultata frå Aanderaa målarane (fig. 9a, 9b og 9d) har i tillegg plott

av aust-vest (U) komponenten og nord-sør (V) komponenten av straumen. Måleintervall 10 minutt. Figur 9c gjeld resultat frå Sensordata målarer (R3). I tillegg til enkeltmålingane har figur 9c også med ei kurve som syner 25 timars glidande middel av straumstyrken, dvs. at ein først finn middelet av dei 25 første målingane. Neste punkt i serien blir middelet av måling nr. 2-26 osv. Med denne "Low Pass" filtreringa får ein tilnærma filtrert bort det halvdaglege tidevatnet, som ein ser gjer seg gjeldande i alle tidsseriane av enkeltmålingane i figur 9a-d.

Av figur 9a-d ser ein at målarer på R4 (fig. 9d) har registrert sterkast straum, med mange observasjonar rundt 40 cm/s, og maksimal fart over 60 cm/s. Straumen var stort sett nord-sør (liten U komponent i høve til V komponenten i figur 9d) ved R4, med sterk straum i begge retningar i takt med det halvdaglege tidevatnet.

Rigg 1 (sundet Ramsøy-Hillesøy) hadde også kraftig straum, med stort sett 30 cm/s som maksimum, men med ei episode med fart over 40 cm/s (28.-29. sept). Denne episoden gav òg maksimalutslag ved R4, og kan ha samband med kraftig søraustleg vind tidlegare på dagen den 28/9.

Ved R3 blei det registrert straum av styrke opp til 35 cm/s, og med typisk maksimalamplitude 20 cm/s for tidevass-signalet, og med hovudstrømretning nordvest-søraust.

R2 hadde svakast straum, noko som i viss mon kan henge saman med plasseringa av riggen. For ikkje å skapa unødig hinder for skipstrafikken blei riggen plassert på nordsida av den djupaste renna. Sundet der R2 var plassert, har retning aust-vest, og dette vil også medverke til å dempe den stort sett nord-sør retta straumen i området. Sterkast straum var knapt 20 cm/s, assosiert med aust-vest gåande straum.

Av målingane framgår det at straumen ved R1 og R4 er godt korrelert både med omsyn til retning og styrke, utan nemnande faseforskyving. Det vil sei at t.d. nordgåande straum ved R1 er assosiert med samtidig nordgåande straum ved R4.

For R2 sitt vedkomande er korrelasjonen med dei andre riggane meir uklår. Den kraftigaste straumen på R2 har stort sett retning aust (positiv U-komponent), og er assosiert med samtidig sørgåande straum i dei andre sunda.

### 5.3.2. Filtrerte verdier - nettostrøm.

Resultat av filtrerte målinger frå Aanderaa instrumenta (R1, R2 og R4) er synt i figur 10. Figuren er basert på timesmidlar av enkeltmålingane, som så har blitt glatta ved 25 timars glidande middel. Av denne nye tidsserien med times-veridar, har staumvektoren for kvar 3. time blitt plotta. Denne metoden skal fjerne det meste av effekten av det halvdaglege tidevatnet, og såleis gje eit inntrykk av reststrømmen.

Også i desse målingane har R4 sterkast strøm, og retninga held seg meir stabil nord-aust eller sør-søraust der enn ved dei to andre riggane, der R2 særleg har eit meir irregulært retningsmønster, med hovudretning aust eller sørvest.

Av desse filtrerte verdiane ser ein meir langsiktig variasjon i straumtilhøve, med "utbrudd" som varer typisk 2-3 dagar, og som oftast har årsak i endringar i meteorologiske tilhøve.

Figur 9c synte 25 timars glatta verdier av straumfarten ved R3. Den same langperiodiske variasjonen som for dei andre riggane (fig. 10a-c) var også tydeleg i fig. 9c, med typisk reststrømsamplitude rundt 10 cm/s. Straumrosene i figur 9c indikerer at denne reststrømmen var retta nord-nordvest, og at for øvrig tidevass-strømmen hadde tilnærma lik styrke i begge hovudstrømretningane.

Figur 11a-c syner såkalla progressive vektordiagram for strømmen på R1, R2 og R4 (Aanderaa målarane). Desse diagramma gjev eit godt bilete av både netto-strøm og tidevasseffekter i måleposisjonen. 1-timars middelverdier av dei opprinnelege målingane er utgangspunkt for diagramma. Dei ulike ein-timars strømverdiane er så adderte til kvarandre vektorielt. Om strømmen t.d. var tidevassdominert, med like sterk strøm i 2 motsette retningar, ville ein i diagramma få ei kurve som synte lita eller inga forflytning. Datoane som er angitt på kurvene, er til hjelp for å studere tidsutviklinga.

Figur 11a (R1) syner at reststrømmen i hovudtrekk går nordover i sundet Ramsøy-Hillesøy. Ved nokre høve (rundt 2/9 og 7/9) har reststrømmen vore svak, mens typisk reststrøm styrke er om lag 8 km/dag eller 9 cm/s.

Figur 11b syner sterk aust-vest komponent i straumen på R2. Merk ulik skala på aksane i figur 11a-c. Netto-straumen har ved R2 ein svak sørleg komponent. I perioden 28/8 - 25/9 var hovedretninga sør-aust, mens den i resten av måleperioden skifta til sør-vest. Rest-straumen er rundt 0.4 cm/s i perioden 28/8 - 25/9, og noko sterkare resten av måleperioden (2 cm/s).

Ved R4 (fig. 11c) var nettostraumen austleg i første del av måleperioden 28/8 - 10/9, og nord-austleg i resten av perioden, med verdier rundt 5 cm/s i snitt.

Ein merkar seg altså at R4 hadde sterkast tidevass-straum av alle dei fire målepunkta, mens R1 og R3 hadde sterkast reststraum.

Når det gjeld representativiteten for våre målingar i høve til ein typisk situasjon, stemmer den stort sett nordoverretta reststraumen godt med det generelle biletet, og stemmer bra med det Helle (1975) fann lenger sør i Hjeltefjorden (avsn. 3.3), sjølv om hans målingar var gjort i større djup enn våre. Vår korte måleserie gjev ikkje grunnlag for å relatere målingane til tilhøva i eit "normalår", eller til tilhøva andre tider på året enn den vi har målt på. Truleg gjev målingane våre eit bra bilete også av gjennomsnittlege straumtilhøve.

## 6. Bølgjeklima.

I dag er det nordvestleg vind som set opp dei største bølgjene i området rundt Ramsøy. Ifølgje Taugbøl og Øverland (1986) vil høgste bølge generert av nordvestleg vind kunne bli rundt 2 meter, mens vind frå sørvestleg kant kan generere bølgjer med maksimalhøgde på om lag 1.4 meter.

Som følgje av steinfyllingane må ein rekne med ei viss endring i bølgetilhøva. Særleg vil ein ved bølgjer frå nordvest kunne få refleksjon frå fyllingane Lauvøy - Hillesøy - Ramsøy, med ein viss fare for krapp sjø nær utlaupet til hamna på Ramsøy, og bølgefplanting inn i hamnebassenget.

Imidlertid vil den straumsgjøen ein til tider har i sunna (overflatestraum motsatt retta bølgjer og vind) bli eliminert for dei utfylte sunna sin del, og dette kan få positiv verknad for bølgeklimaet utafor hamnebassenget i høve til i dag.

## 7. Konklusjonar og samandrag.

Straummålingane som blei foretatt av NIVA i samband med vegprosjektet Ramsøy - Hanøy, er i denne rapporten presenterte og kommenterte. Kvaliteten på målingane synest vere god, med 100% "datagjenfangst".

Våre observasjonar indikerer sterk tidevass-innverknad på straumen i dei fire sunda det blei målt i. Sterkast straum er det i sundet Hanøy - Litle Lauvøy, men òg sundet mellom Ramsøy og Hillesøy hadde relativt kraftig straum. Det er rimeleg å anta at vi med våre målingar nær overflata har registrert straumen om lag der han er sterkast, og at straumen nærare botnen er noko svakare.

Ut frå straumtilhøva er det gunstig å ha brua mellom Litle Lauvøy og Hanøy. Sjølv om det i følgje planane er lagt inn ei viss oppfylling ved botnen der, vil gjennomstrøymingsarealet gjennom dette sundet stortsett bli som før. På grunn av steinfyllingane mellom Litle Lauvøy via Lauvøy til Hillesøy må ein rekne med ein viss kanalisering av straumen til sundet Hanøy - Litle Lauvøy, og det er difor tilrådeleg å gjere oppfyllinga ved botnen i dette sundet så lav som råd.

Ein må rekne med ein viss auke av straumen i dette sundet både på fløande og fallande sjø etter fyllingane. Både sørleg og nordvestleg vind vil bidra til denne auken, med oppstuving og kanalisering av vatn langs Hanøy - Hauglandsøy.

Utskiftingstilhøva i området vil truleg ikkje bli nemnande endra. Djupholene på nordsida av Litle Lauvøy/Lauvøy kan få litt forverra vasskvalitet, men den åpne passasjen mellom Litle Lauvøy og Hanøy vil gjere eventuelle negative verknader minimale.

Området austafør Ramsøy vil òg bli delvis innelukka, med åpning berre mot nord. Utsleppa frå busetnaden på Ramsøy til dette bassenget vil neppe utgjere noko fare for vasskvaliteten der, sidan djuprenna nordover truleg gjer at utskiftingstilhøva framleis vil vere gode.

I dette bassenget kan ein rekne med endra bølgegang. Under nordvestleg vind, som vanlegvis medfører størst bølger (~1.5 meter) i dag, kan ein

rekne med at bølger reflekterte frå moloen vil interferere med innkomande bølger, med tidvis svært krapp sjø. Ei viss forplantning av reflekterte bølger inn i hamnebassenget på Ramsøy vil truleg kome til å skje, men bølgjene vil truleg ikkje medføre særskild fare for båtar og brygger der.



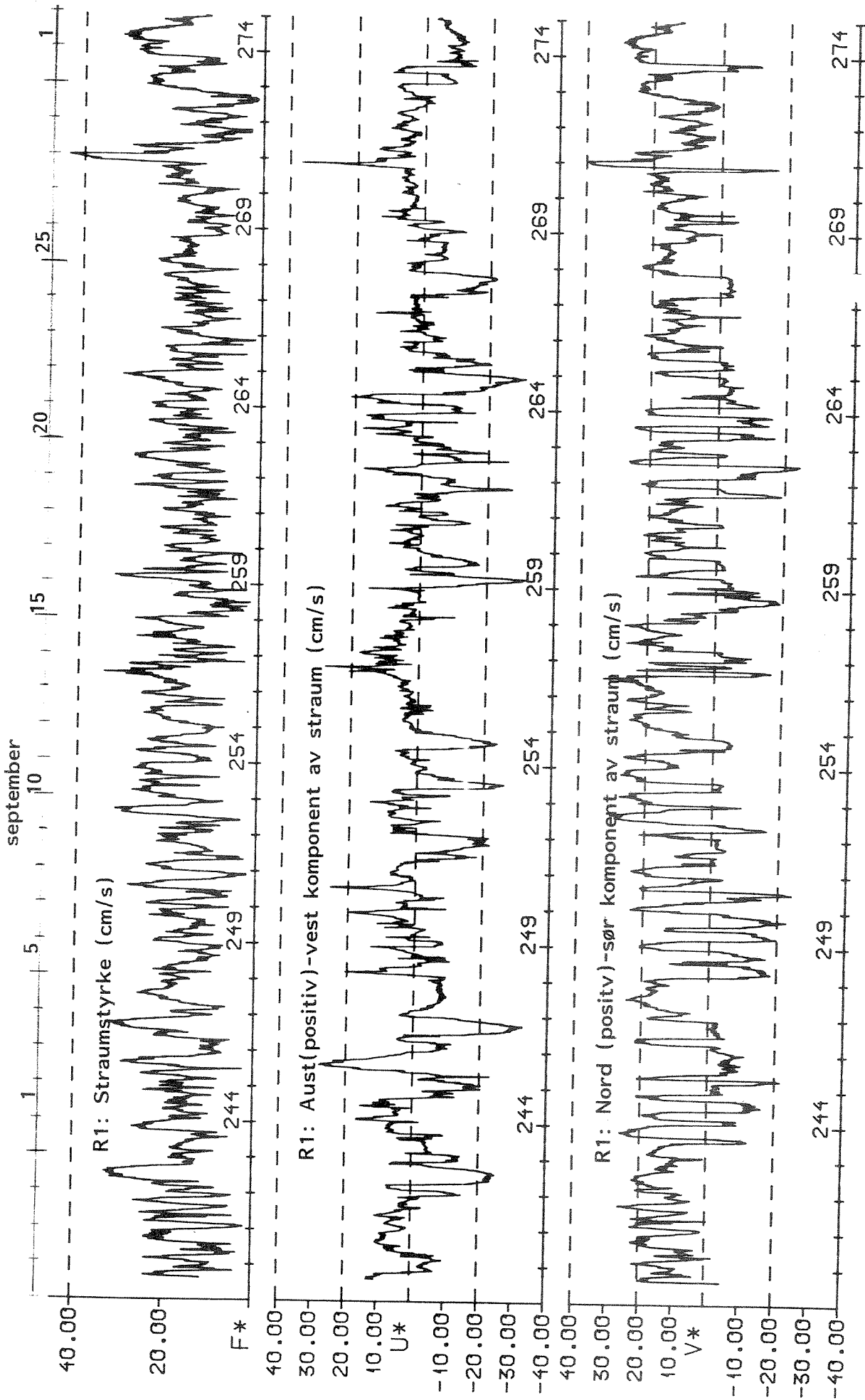


Fig. 9a. Tidsserie av enkeltmålingane av strøam ved R1. F: Strømstyrke, U: Aust(positiv)-vest komponenten og V: Nord(positiv)-sør komponenten. Dato øverst.

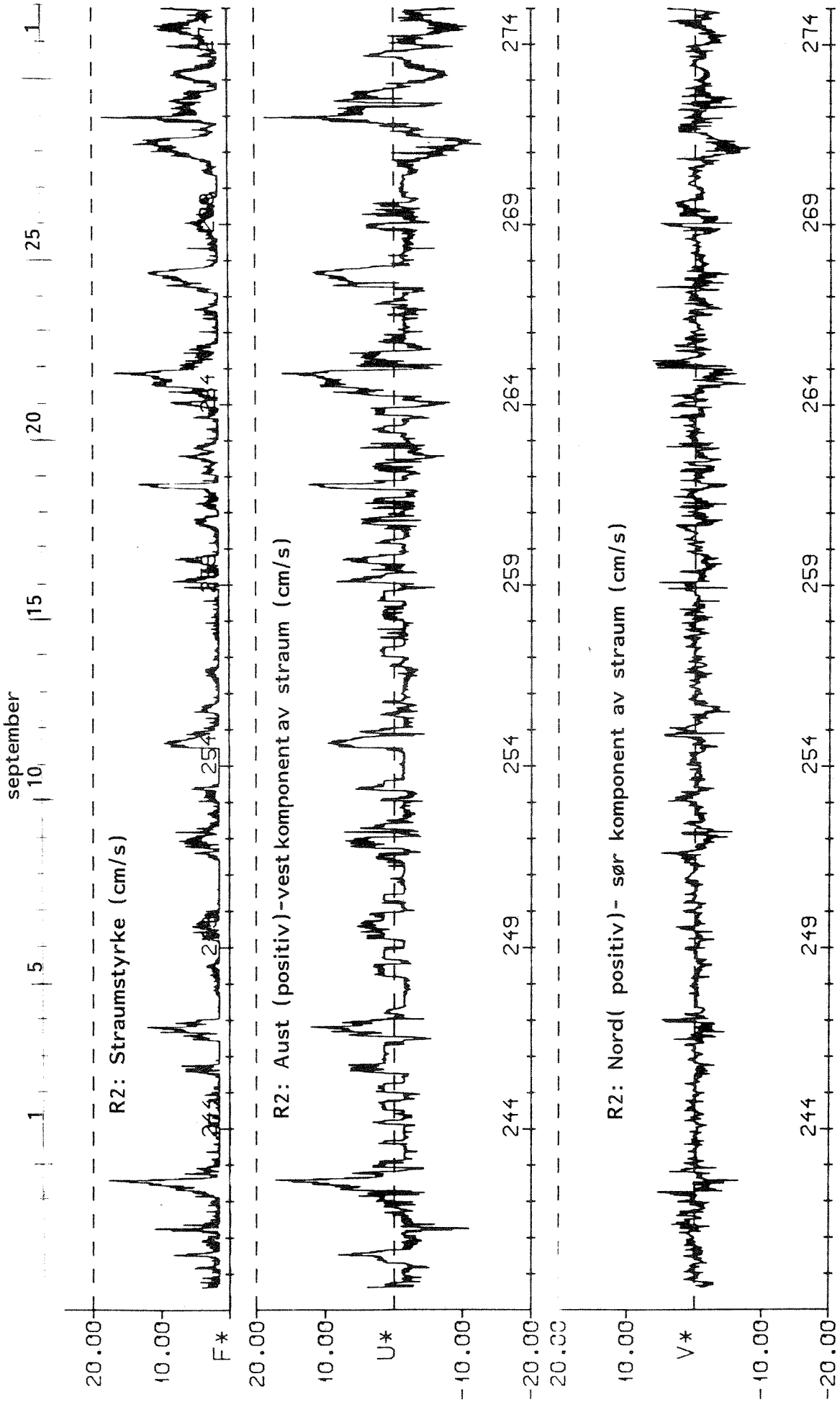


Fig 9b. Som fig. 9a, men målinger frå R2.

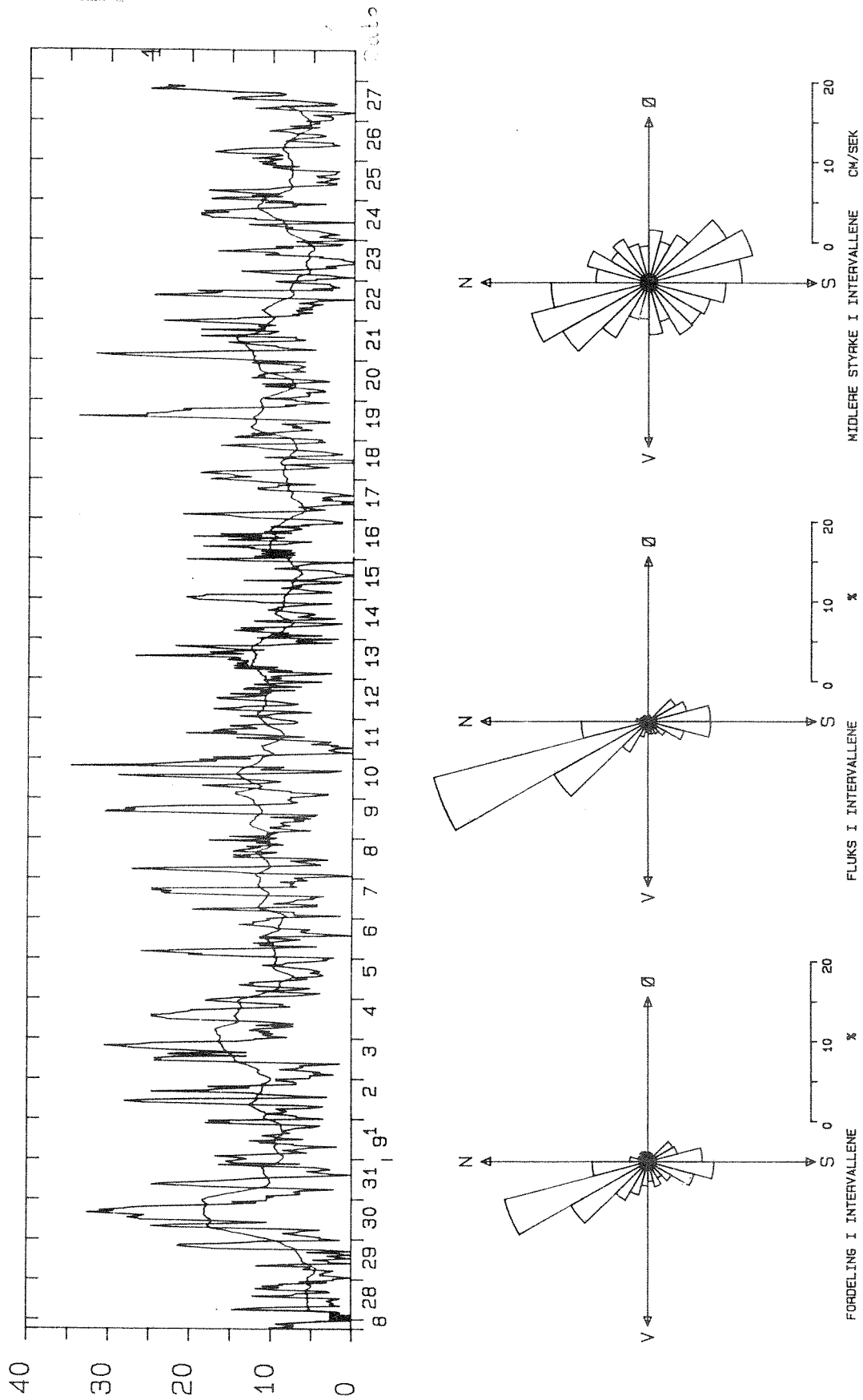


Fig. 9c. Tidsserie av enkeltmålingane av straum ved R3 (øverst). Nederst strømroser som syner fordeling (i %) av retningsobservasjonane, samt volumfluks og midlare fart innafor dei same retningsintervalla. Øverst er også innteikna kurva for 25 timars glidande middelveidiar for straumen.

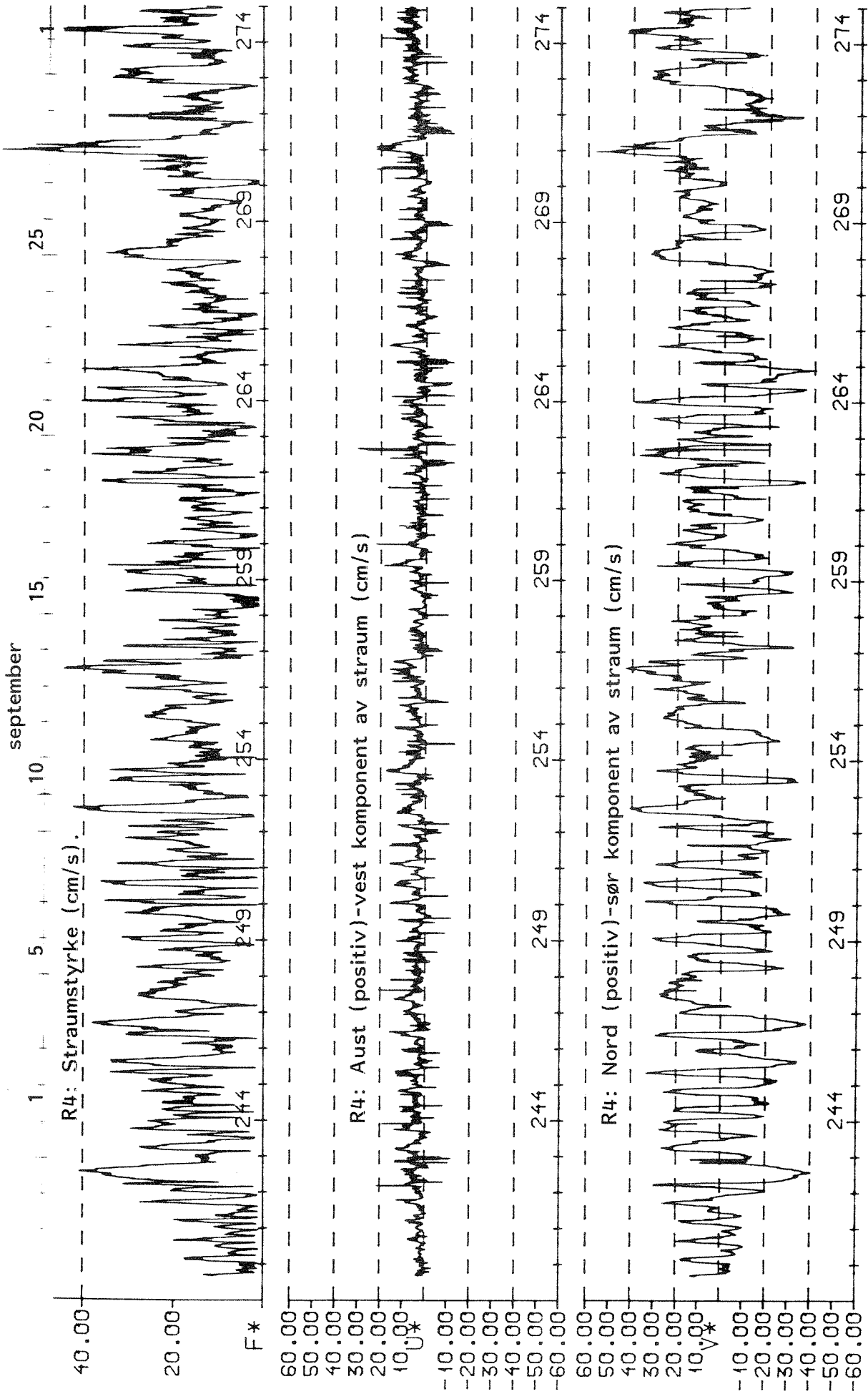


Fig. 9d. Som fig. 9a-b, men for målinger frå R4.

NIVA AUG-OKT 1986

33

10.0 CM/S / CM

M= 697 N= 272 FUVT

D= 180 T=86 828-1220 Z= 3 PS=RIGG 4

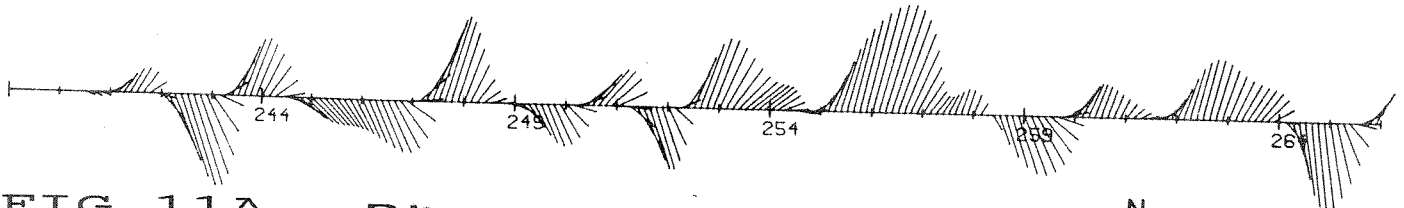
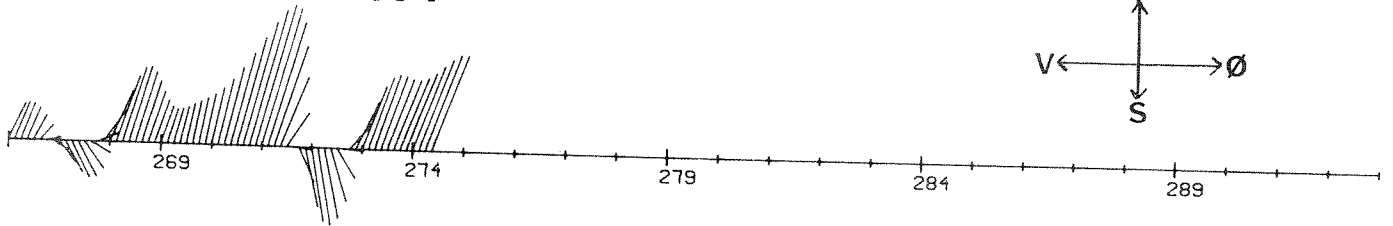


FIG 11A - R4



NIVA AUG-OKT 1986

10.0 CM/S / CM

M= 7709 N= 273 FUVT

D= 180 T=86 828-11 0 Z= 3 PS=RIGG 1

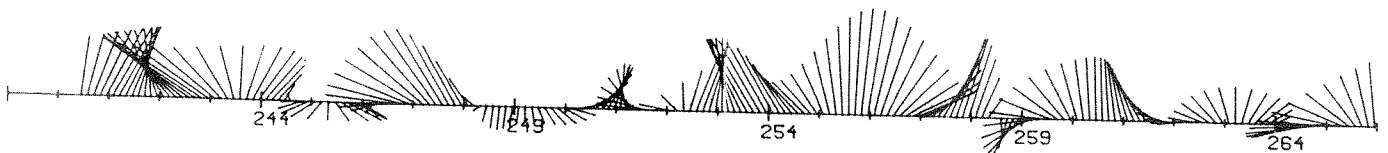
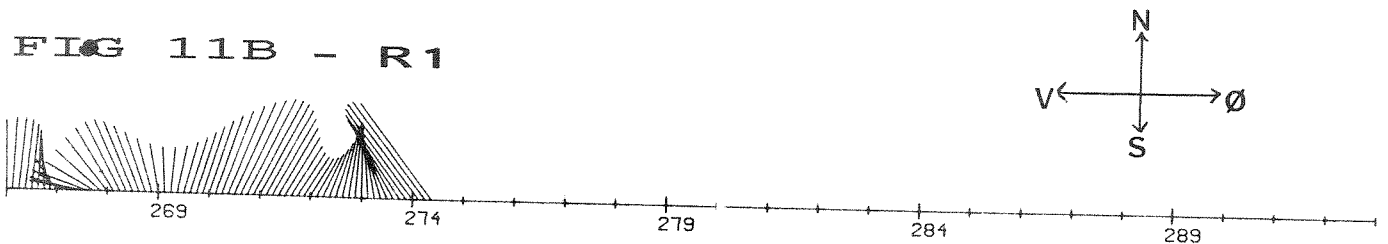


FIG 11B - R1



NIVA AUG-OKT 1986

2.0 CM/S / CM

M= 8362 N= 273 FUVT

D= 180 T=86 828-11 0 Z= 3 PS=RIGG 2

september

Dato

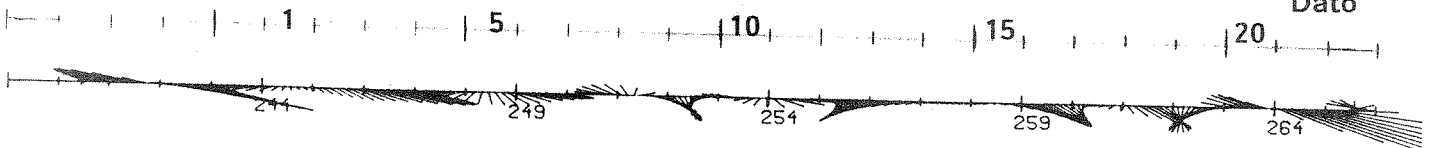


FIG 11C - R2

23, 25, 1

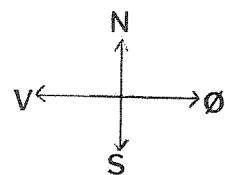


Fig. 10a-c. Straumpiler for filtrerte ( 25 timars glidande middel) timesmidlar av stram for R1 (fig.10b), R2 (fig.10c) og R4 (fig.10a). Middelvrdiar frå kvar 3. time er plotta. Datoakse angitt i fig. 10c.

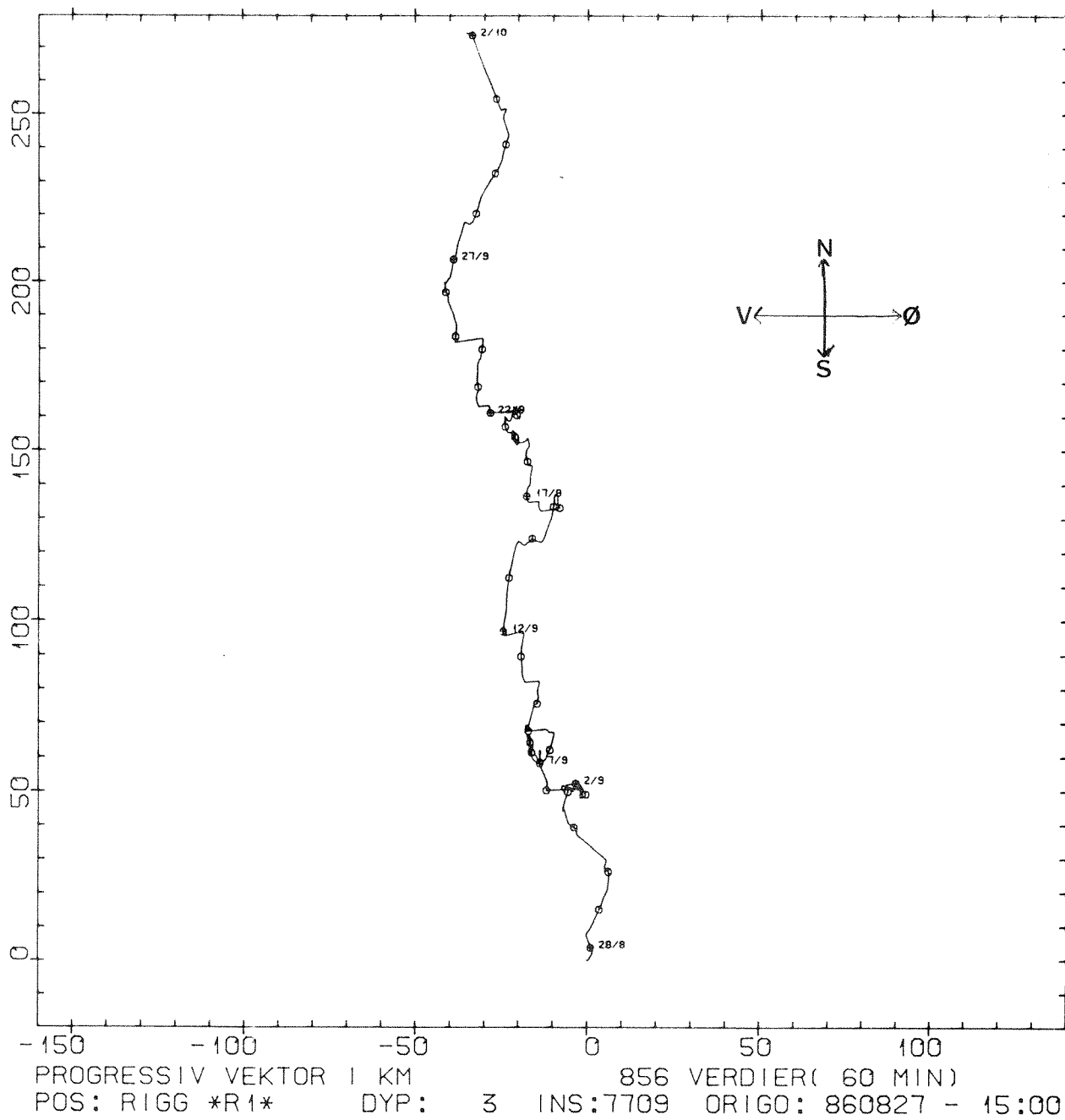


Fig. 11a. Progresivt vektordiagram for strømmålingane på R1. Sjå teksten for forklaring av figuren, (avsnitt 5.3.2).

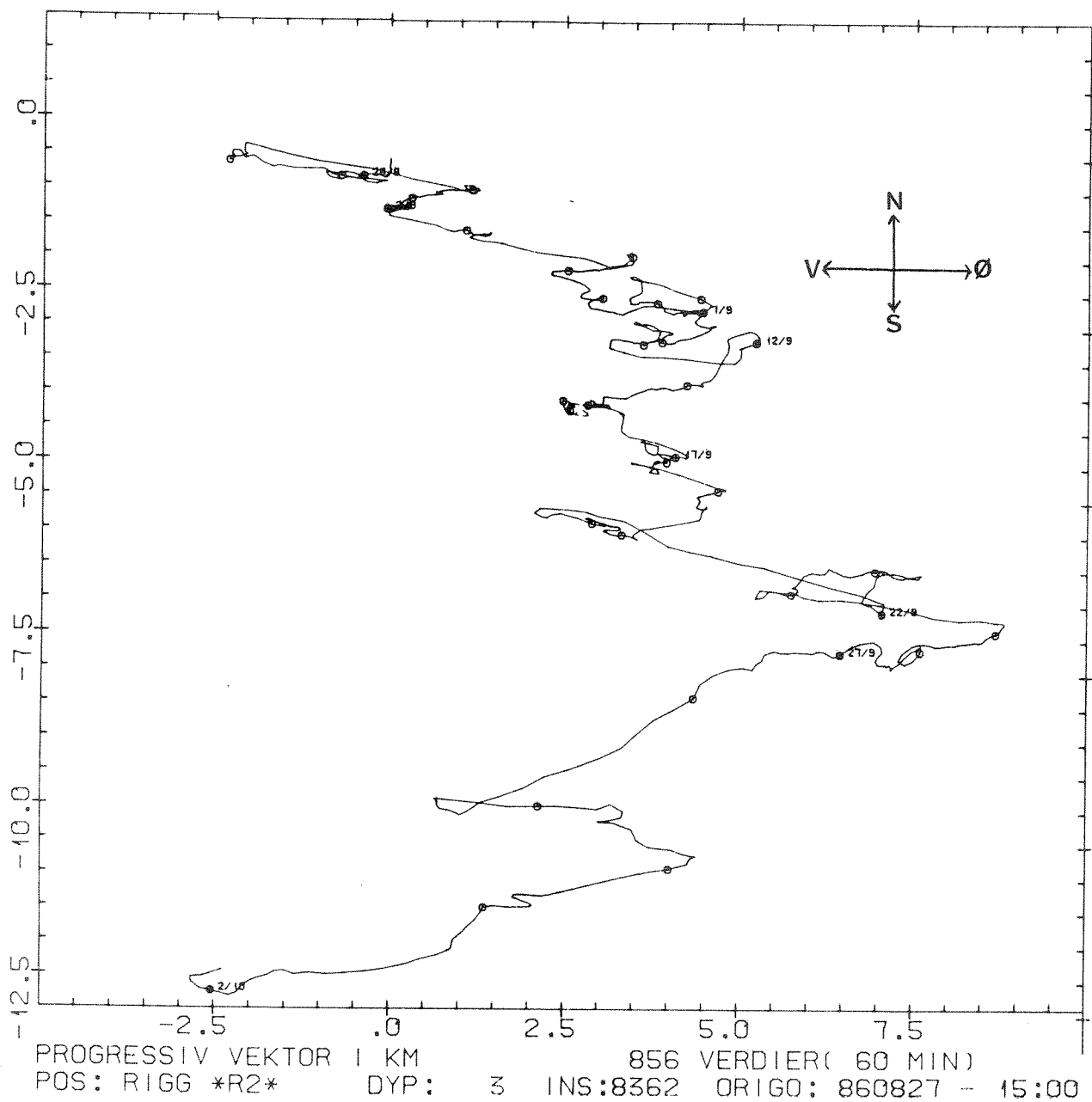


Fig. 11b. Som fig. 11a, men for R2. Merk ulik skala på aksene i høve til fig. 11a.

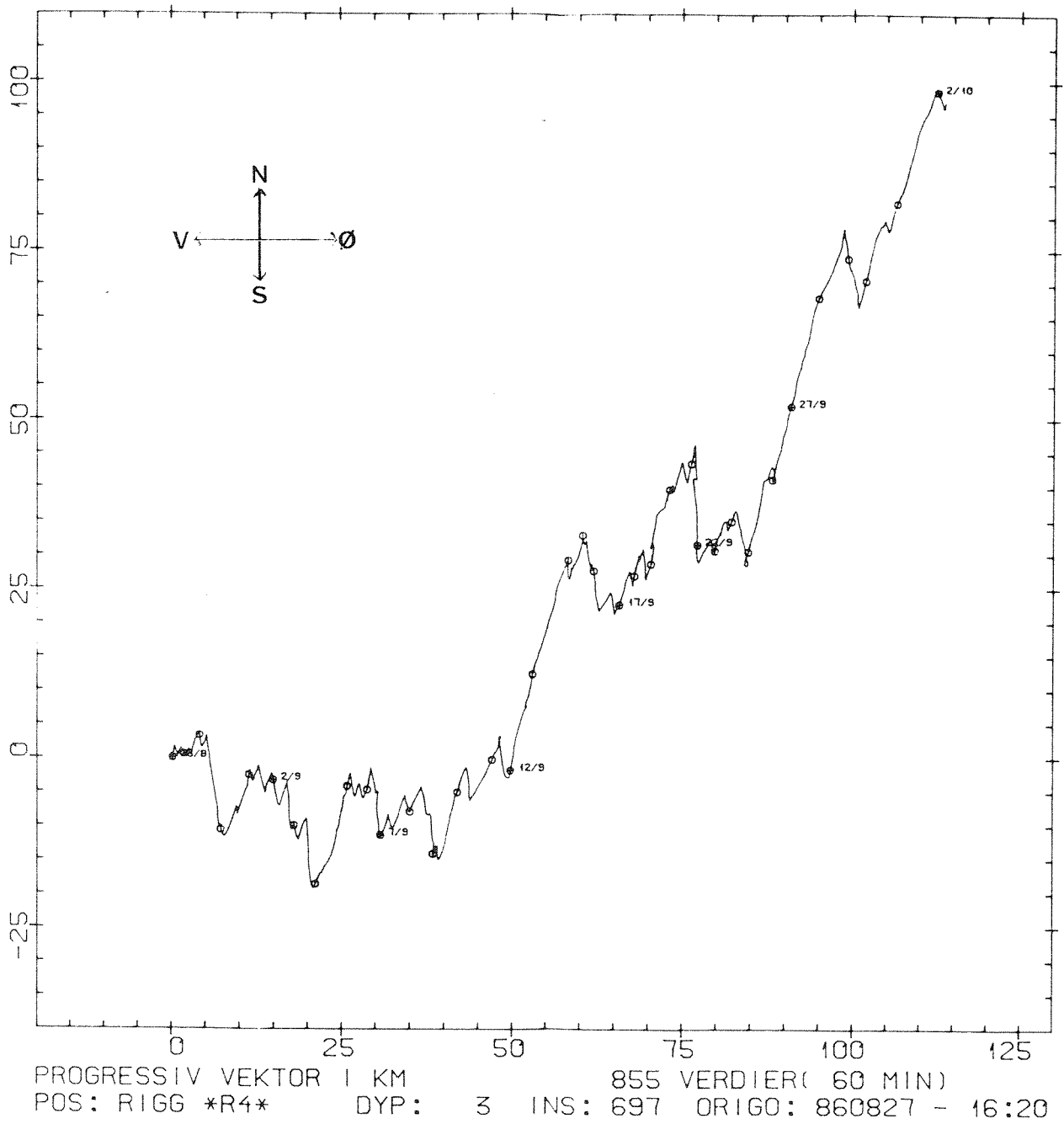


Fig. 11c. Som fig. 11a-b, men for R4.



Referansar.

- Bjerknes, V. m.fl. (1985): Flytebro over Salhusfjorden.  
Konsekvensanalyse vedrørende miljøendringer og akvakultur. NIVA  
rapport nr. 1723.
- Gade, H.G. 1973: Oseanografiske observasjoner i Fensfjorden 1972.  
Geofysisk Institutt, avd. A, Universitetet i Bergen 1973.
- Golmen, L. G. og Hackett, B. 1986: Sea Soar Cruises in the Norwegian  
Coastal Current, winter and spring 1985. Rapp. nr. 64. Geofysisk  
Institutt avd. A, Universitetet i Bergen 1986.
- Helle, H.B. 1975: Oseanografisk resipientundersøkelse av fjordene rundt  
Bergen. Byfjordundersøkelsen 1973-74, Bind I og II. Geofysisk  
Institutt, avd. A, Universitetet i Bergen.
- Den Norske Los, bind III 1982. Norges Sjøkartverk.
- Operating Manual RCM 4/5. Techn. Descr. No 119, 1983. Aanderaa  
Instruments, Bergen.

STA: 1 POS: ( 60.2635, 5.0310) DATE: 86. 8. 1  
ramsøy 1986 saliterm obs niva-vest.

PRESS	TEMP	OXY	SALT	SIG-T
.00	11.800	*****	29.800	22.590
2.00	11.700	*****	30.500	23.151
4.00	11.600	*****	31.400	23.868
6.00	11.600	*****	31.500	23.946
8.00	11.700	*****	31.750	24.122
10.00	11.600	*****	31.900	24.256
12.00	11.600	*****	32.050	24.373
15.00	10.800	*****	32.250	24.670
20.00	10.400	*****	32.460	24.902
25.00	10.000	*****	32.570	25.055
30.00	9.100	*****	33.080	25.599
35.00	7.400	*****	34.250	

STA: 2 POS: ( 60.2635, 5.0310) DATE: 86. 8.27  
ramsøy 1986 saliterm obs niva-vest.

PRESS	TEMP	OXY	SALT	SIG-T
.00	11.800	*****	29.400	22.280
1.00	12.200	*****	29.400	22.208
2.00	12.200	*****	29.400	22.208
3.00	12.300	*****	29.500	22.268
4.00	12.300	*****	29.500	22.268
6.00	12.400	*****	30.100	22.714
8.00	12.300	*****	30.800	23.275
9.00	11.800	*****	31.200	23.676
10.00	11.600	*****	31.600	24.023
12.00	11.200	*****	32.000	24.405
14.00	11.000	*****	32.330	24.697
16.00	10.900	*****	32.350	24.731
18.00	10.900	*****	32.450	24.808
20.00	10.600	*****	32.550	24.938
25.00	10.400	*****	32.900	25.245

STA: 3 POS: ( 60.2635, 5.0310) DATE: 86.10. 2  
ramsøy 1986 saliterm obs niva-vest.

PRESS	TEMP	OXY	SALT	SIG-T
.00	9.900	6.775	31.700	24.393
2.00	9.900	*****	31.700	24.393
4.00	9.900	6.761	31.700	24.393
6.00	9.900	*****	31.700	24.393
8.00	9.900	*****	31.700	24.393
10.00	9.900	6.761	31.800	24.471
12.00	9.900	*****	31.800	24.471
14.00	9.800	*****	32.170	24.776
16.00	9.800	6.620	32.270	24.854
18.00	9.800	*****	32.550	25.073
20.00	10.000	6.690	32.880	25.297
25.00	9.800	*****	32.900	25.346
30.00	9.800	*****	32.950	25.385

Vedlegg. Liste av målt vertikalfordeling av salinitet, temperatur og oksygen, samt utrekna densitet (SIG-T, kg/m<sup>3</sup> - 1000) målt 1/8, 27/8 og 2/10 1986 ved Ramsøy.