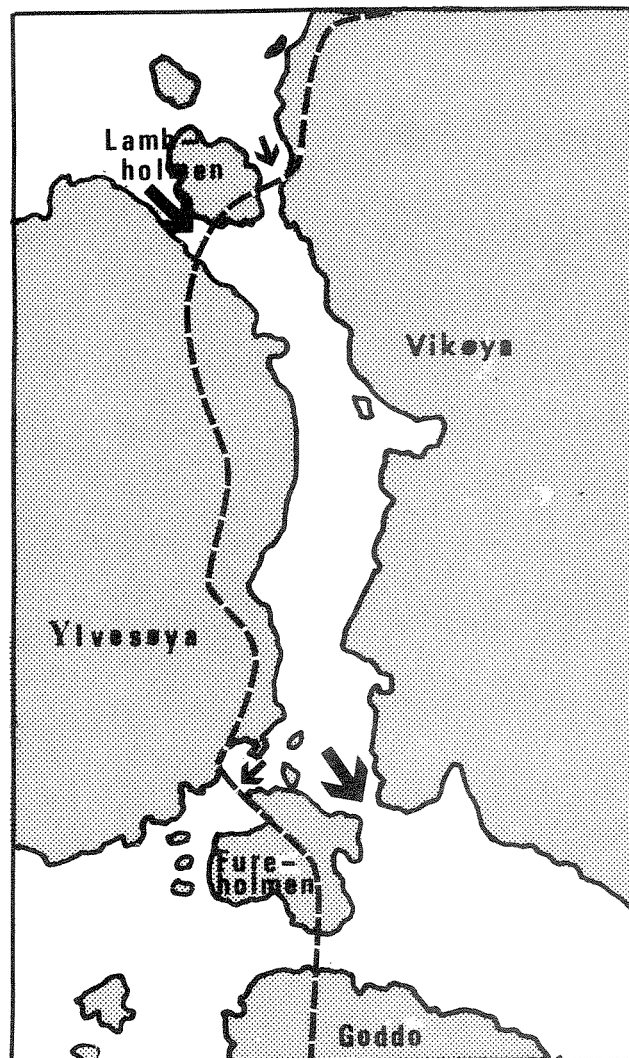


O-88042

## VEG TIL BRANDASUND.

Vurdering av straumtilhøve og veg-  
fyllingar i Vikasundet.



# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

<b>Hovedkontor</b> Postboks 33, Blindern 0313 Oslo 3 Telefon (02) 23 52 80 Telefax (02) 39 41 29	<b>Sørlandsavdelingen</b> Grooseveien 36 4890 Grimstad Telefon (041) 43 033 Telefax (041) 42 709	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (065) 76 752	<b>Vestlandsavdelingen</b> Breiviken 5 5035 Bergen - Sandviken Telefon (05) 95 17 00 Telefax (05) 25 78 90
--	--	--	--

Prosjektnr.: <b>O - 88042</b>
Undernummer:
Løpenummer: <b>2121</b>
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: <b>Veg til Brandasund. Vurdering av straumtilhøve og vegfyllingar i Vikasundet.</b>	Dato: <b>18/5 1988</b>
	Prosjektnummer: <b>O-88042</b>
Forfatter (e):  <b>Lars G. Golmen Kari Stuvøy</b>	Faggruppe: <b>VRF</b>
	Geografisk område: <b>Hordaland</b>
	Antall sider (inkl. bilag): <b>40</b>

Oppdragsgiver: <b>Statens Vegvesen, Hordaland v/Karin Davanger</b>	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt: <p>Vegsamband til Brandasund i Fitjar kommune medfører steinfyllingar i nordre og søre enden av Vikasundet. Fyllingane vil redusere noverande gjennomstrøymingsareal med h.h.v. 20% (i nord) og 37% (i sør). Det er foretatt hydrografiske målingar og straummålingar i dei berørte sunda. Vinterkvaliteten på djupvatnet i Vikasundet er god. Straumbileteter dominert av tidevasstraum. Reststraumen har retning nordover. Det er konkludert med at vegfyllingane ikkje vil få drastisk innverknad på generelle utskiftingstilhøve. Særleg med omsyn til oppdrettsaktivitet er det tilrådd gjennomstrøymingsrøyr (min. diam. 1 m) i kvar fylling. Røyra bør plasserast i flodmålet (2 stk) og nær botnen (2 stk).</p>
--

4 emneord, norske:

1. **Steinfylling**
2. **Straumtilhøve**
3. **Vassutskifting**
- 4.

4 emneord, engelske:

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

Prosjektleder:

*Lars G. Golmen*

For administrasjonen:

*J. L. Waks*

ISBN - 82-577-1400-3

**Norsk institutt for vannforskning  
Vestlandsavdelingen**

**O-88042**

**VEG TIL BRANDASUND**

**Vurdering av straumtilhøve og  
vegfyllingar i Vikasundet.**

**Bergen mai 1988**

Prosjektleder: Lars G. Golmen

Medarbeider: Kari Stuvøy

## INNHALD:

FORORD. . . . .	2
1. INNLEIING. . . . .	5
1.1. <u>Bakgrunn for prosjektet.</u> . . . . .	5
1.2. <u>Geografisk plassering og undersjøisk topografi.</u> . . . . .	6
1.3. <u>Busetnad.</u> . . . . .	11
1.4. <u>Akvakultur.</u> . . . . .	12
1.5. <u>Anna næringsverksemd.</u> . . . . .	14
2. GENERELT OM VASSUTSKIFTING. . . . .	15
2.1. <u>Hydrofysiske tilhøve.</u> . . . . .	15
2.2. <u>Organisk belastning.</u> . . . . .	17
3. MÅLEPROGRAMMET. . . . .	20
3.1. <u>Riggarrangement.</u> . . . . .	21
3.2. <u>Straummålarinstrument.</u> . . . . .	21
3.3. <u>Andre målingar.</u> . . . . .	22
4. MÅLERESULTAT. . . . .	23
4.1. <u>Straummålingar.</u> . . . . .	23
4.2. <u>Hydrografi.</u> . . . . .	29
4.3. <u>Andre observasjonar.</u> . . . . .	32
5. KONSEKVEN SAR AV VEGFYLLINGANE. . . . .	33
5.1. <u>Volumtransport.</u> . . . . .	33
5.2. <u>Organisk belastning.</u> . . . . .	35
REFERANSAR. . . . .	37
APPENDIKS. Hydrografiske observasjonar.	

FORORD.

Vegsambandet til Brandasund i Fitjar kommune inkluderer to fyllingar over sund i nordre og søndre enden av Vikasundet mellom Ylvesøy og Vikøy.

I månedsskiftet februar-mars 1988 blei NIVA Vestlandsavdelinga kontakta av Hordaland Vegkontor, ved prosjektleiar Karin Davanger, med forespurnad om kva konsekvensar vegfyllingane kunne få for straumtilhøva i Vikasundet og områda rundt. Tidsfrist for desse vurderingane blei satt til 15. mai. Spørsmålet omkring endra straumtilhøve blei imidlertid reist allereie i 1984 under høyringsrunden om vegprosjektet. Både fiskarlag, Kystverket og Miljøvern-avdelinga i Hordaland kravde denne sida avklåra.

Fleire personar har bidratt til å få prosjektet i hamn. Inger Midttun har tekstbehandla og redigert rapporten. Terje Hopen ved NIVA-Oslo og Steinar Myking ved Geofysisk Institutt i Bergen har bistått med EDB-arbeid. Ole Torget frå Brandasund var velvillig båtmann under dei to feltperiodene ved utsetjing og opptak av instrument, samt oppsyn med desse i måleperioden. I tillegg har fleire personar ved NIVAs instrumentsentral og laboratorium bistått i prosjektarbeidet.

Sakshandsamar hos Vegkontoret har vore Karin Davanger, som har supplert med nye opplysningar og data som har kome til undervegs. Forskn.ass. Kari Stuvøy har vore prosjektmedarbeidar, og forskar Lars G. Golmen har vore prosjektleiar hos NIVA.

## RAPPORTSAMANDRAG OG KONKLUSJONAR.

Det er planlagt vegsamband mellom nordre del av øya Goddo og Brandasund i Fitjar kommune i Sunnhordland. Vegsambandet medfører i følgje vedteke prosjekt to vegfyllingar over to mindre sund, eitt i kvar ende av Vikasundet mellom Ylvesøy og Vikøy. Under høyringsrunden i 1984-85 uttalte fiskarlag, Kystverket og Miljøvernavinga i Hordaland behov for å granske følgjene for straumtilhøva i samband med fyllingane. NIVA Vestlandsavdelingen har i eit prosjekt i løpet av mars-april 1988 freista å påpeike desse konsekvensane, samt å tilrå dimensjonering av gjennomstrøymingsrøyr.

Målsetjinga for prosjektet har vore å kome med tilrådingar omkring gjennomstrøymingsrøyr som gjer at Vikasundet kan behalde sin resipientkapasitet. Det er lagt vekt på at Vikasundet i dag er vurdert å vere ein god lokalitet for oppdrett. Det er i løpet av ei tre vekers periode blitt målt straum nær overflata i dei fire sunda som direkte bidrar til gjennomstrøyming i Vikasundet. I tillegg blei det gjort enkle målingar av hydrografi og vasskvalitet. Eksisterande og planlagt busetnad, oppdrettsaktivitet og industri i området er kartlagd, med tanke på forureining/organisk belastning.

Vikasundet har eit djupt innløp i nord, som bidrar til god utskifting av djupvatn. Volumet av botnvatn under terskelnivå er 300,000 m<sup>3</sup>, eller ca. 15% av samla vassvolum. Det er uklårt om dette botnvatnet opplever oksygensvinn i belastningsperioder. NIVAS prøver viste god vasskvalitet i Vikasundet i april.

Straummålingane synte sterk påverknad av halvdagleg tidevatn. Det søraustre sundet (Fureholmen-Vikøy) hadde kraftigast straum, som truleg skuldast stupningseffekt. Midlare tidevasstraum var her rundt 52 cm/s, men maksimalstyrken var oppe i 150 cm/s. Det djupe nordaustre

sundet (Ylvesøy - Lambholmen) hadde også god straum, i middel 16 cm/s. Sunda som skal gjennfyllast hadde svakast straum. Samtlige sund hadde reststraum som var retta nordover i måleperioden. Volumkonserveringsbetraktningar indikerer at størstedelen av det djupe nordlege sundet har netto nordgåande straum. Dette er i såfall gunstig for djupvassutskiftinga. Overflatelaget har i dag ei opphaldstid av storleiksorden 3-4 dagar i Vikasundet.

Vegfyllingane vil redusere volumfluksen gjennom Vikasundet, og auke opphaldstida for vatnet der. Dette skuldast særleg fyllinga i sør, som fører til meir straum i det gjennerande sundet. Denne auken av straum vil føre til auka strupning, og totalt sett mindre gjennomstrøyming i Vikasundet. Denne reduksjonen er imidlertid moderat, antatt rundt 10%.

For å oppretthalde god vasskvalitet i overflatelaget, samt for ikkje å redusere oppdrettskapasiteten, er det tilrådd minimum 4 gjennomstrøymingsrøyr i begge fyllingane. Desse bør vere av minimum diameter 1 meter. To røyr bør plasserast nær overflata (i flodmålet) nær endane av fyllingane. Dei to andre røyra bør plasserast i djuprenna (på botnen) for å sikre ein viss sirkulasjon over noverande terskel.

## 1. INNLEIING.

### 1.1. Bakgrunn for prosjektet.

Brandasund, som ligg på Gisøy i Fitjar kommune vil få vegsamband med øya Goddo, som i dag har veg til Austvik på nordsida. Sjå fig. 1.1.

Hordaland Vegkontors tilråing om vegutløysning frå Goddo til Brandasund over Fureholmen, Ylvesøya, Vikøya og Selsøya inkluderer 2 vegfyllingar. Det er tilrådd vegfylling i sundet mellom Fureholmen og Ulversøy sør i Vikasundet og mellom Lambholmen og Vikøya, nord i Vikasundet (fig. 1.2).

Miljøvernadv., Hordaland fylkeskommune og Kystverket aksepterte begge vegfylling, men ba om at det blei gjort undersøkingar om kva for ein effekt vegfyllingen vil ha på straumforholda. Av omsyn til næringslivsinteressene (akvakultur) og mogleg opphopping frå avlaup/renovasjon blei det tilrådd at ein burde vurderer å leggje røyr i dei 2 vegfyllingane.

I dei andre vegtraséane i Brandasundområdet er det planlagt bruer, og desse vil derfor ikkje påverke straumtilhøva i særleg grad.

Vegfyllingane vil redusere det eksisterande gjennomstrøymingsarealet i Vikasundet. Hovudformålet med NIVAs prosjekt har vore å kartlegge transportbidraget til dei 4 ulike sunda nord og sør i Vikasundet. På basis av denne informasjonen vil ein foreslå både dimensjonering og mest eigna plassering av gjennomstrøymingsrøyr i fyllingane.

Målsetjinga må vere å hindre negative følgjer for vasskvaliteten i sundet. Auka opphaldstid for overflatevatn i sundet vil bidra til auka nedfall av organisk materiale til djupvatnet. Dette kan føre til redusert oksygeninnhald i



djupvatnet, og til opphoping av organisk sediment på botnen.

Den naturlege organiske belastninga (planktonproduksjon) kan i seg sjølv bidra til overbelastning av djupvatnet. Dette gjeld område som har redusert vassutskifting, m.a. pollar og terskelfjordar. I tillegg vil forureining frå busetnad bidra til belastning. Akvakultur, og meir intensiv bruk av kystområda, har auka krava til vassutskifting. Vikasundet har eit markert brukspotensiale for akvakultur, som til no er unytta. Det er imidlertid søkt om konsesjon for fleire anlegg i området, sjå avsn. 1.4. Akvakulturanlegg kan bidra vesentleg til lokal forureining og redusert vasskvalitet. Gode straumtilhøve på lokaliteten vil både redusere miljøbelastninga, og gje betre livs(-vekst)vilkår for fisken.

#### 1.2. Geografisk plassering og undersjøisk topografi.

Brandasund høyrer til Øyane, som utgjer vestre del av Fitjar kommune (fig.1.1). Dei 2 planlagde vegfyllingane ligg lengst vest i Øyane med Vikasundet midt i mellom.

Figur 1.2 syner den vedtekte vegtraséen. Figur 1.3 syner detaljriss av dei to vegfyllingane.

Sundet i den planlagde vegfyllingen mellom Fureholmen og Ylvesøya dannar ein terskel ved utløpet av Vikasundet og har ein djupne på 4 meter. Ein del holmar bidrar til å redusere det effektive gjennomstrøymingsarealet her. Rett sør-vest for terskelen skrar botnen kraftig ned og lagar ei hule på 45 meter. Sundet aust for Fureholmen er óg relativt smalt og grunt; ca. 40 meter breitt og 5 meter djupt og skrar ned mot ei hule på 45 meter i vestre del av Klubbosen.

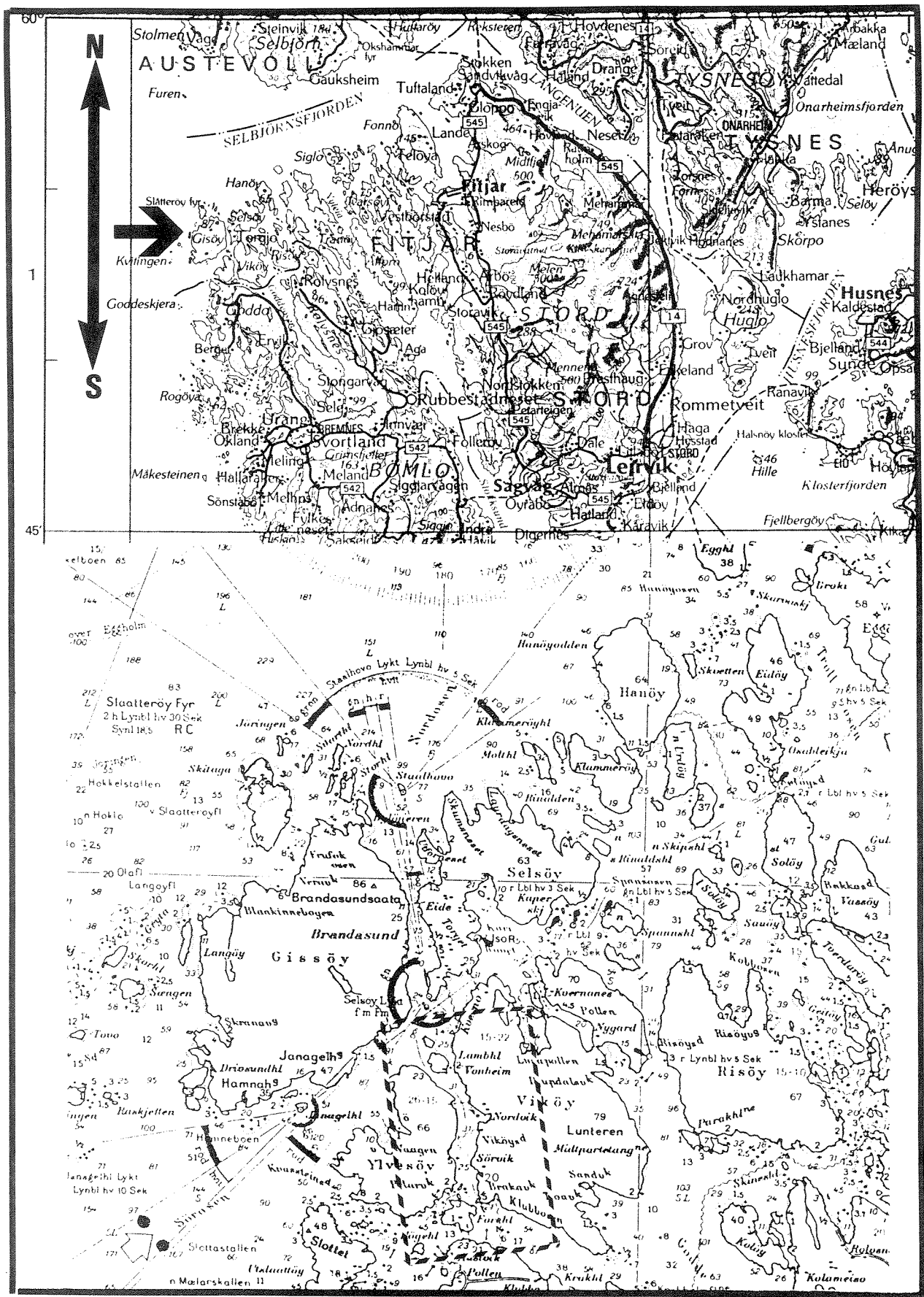


Fig. 1.1 Øverst: Fitjarøyane og Stord. (Frå Det Bestes store Norgesatlas.)  
 Nederst: Utsnitt fra sjøkart nr. 19. Firkanten markerer detaljkart i fig. 1.2.

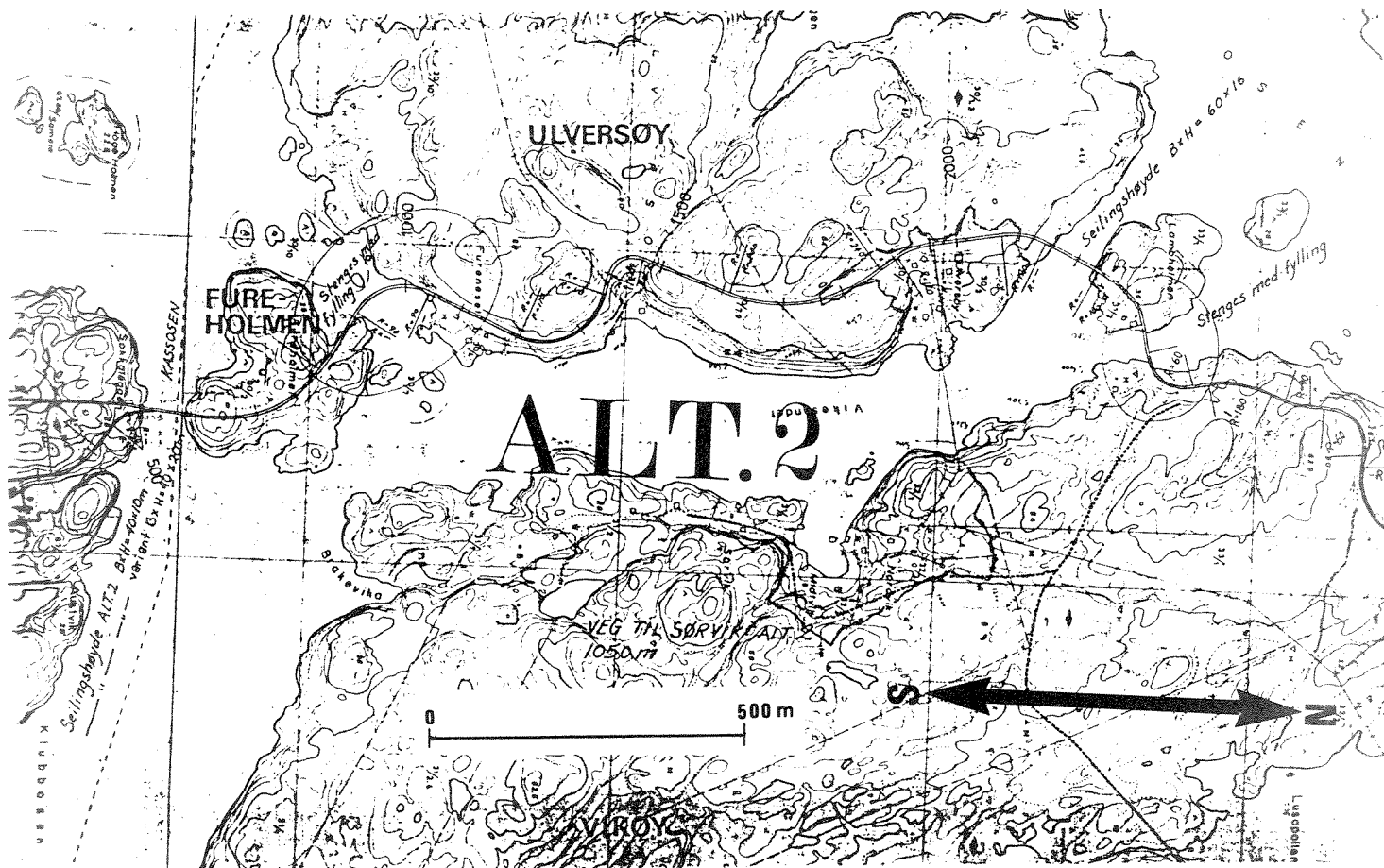


Fig. 1.2. Detaljkart med vegtraséen langs Vikasundet.  
Kjelde: Hordaland Vegkontor.

Nord i Vikasundet er den 2. vegfyllingen planlagt over ein grunn terskel på 3 meter der breidda mellom Lambholmen og Vikøya er 30 meter. Sundet vest for Lambholmen er 20 meter breidt og 24 meter djupt. Vikasundet endar ut i Søre Osen som nord for Lambholmen har djupner mellom 63 og 90 meter.

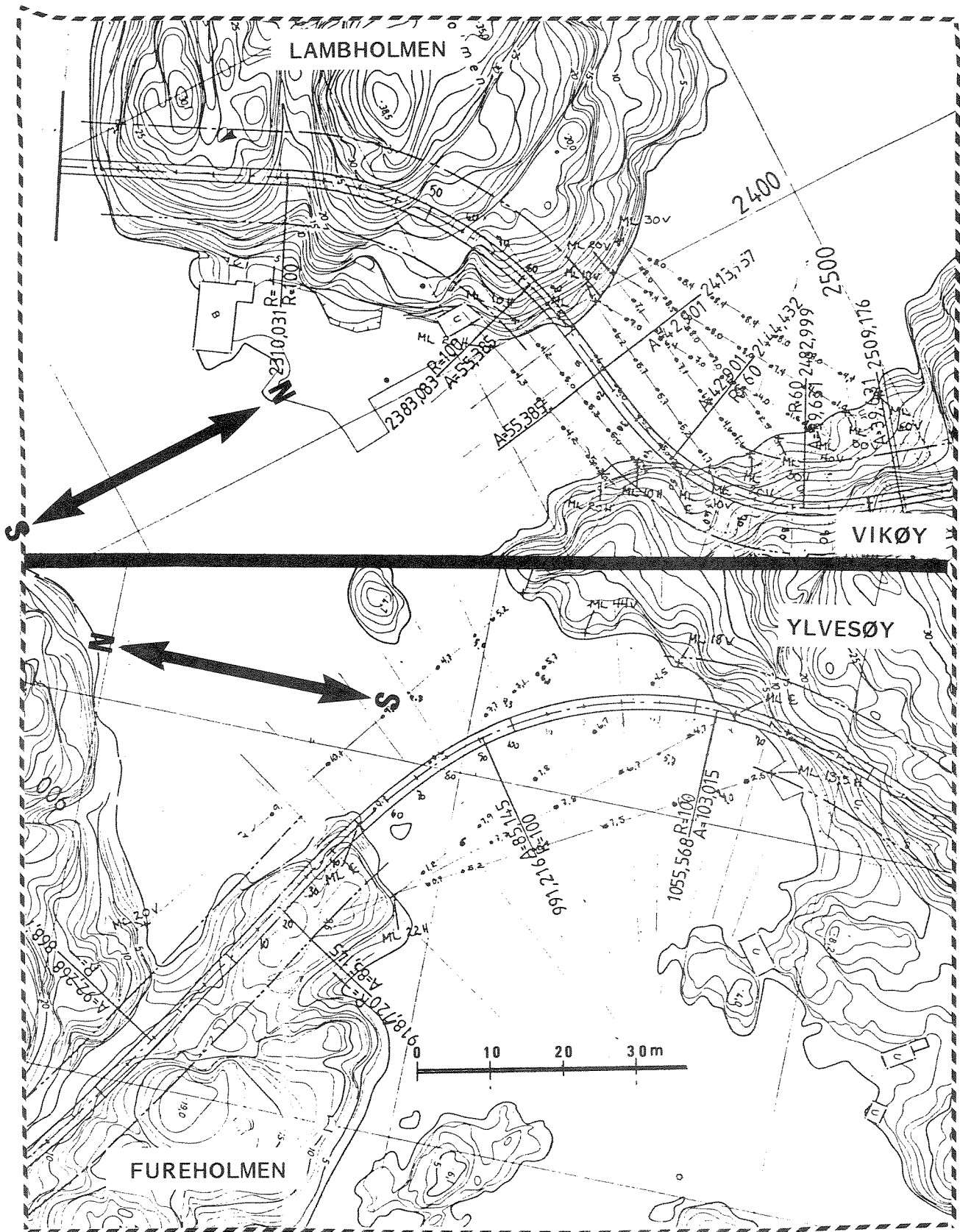


Fig. 1.3. Riss av dei to planlagde vegfyllingane. Øverst mellom Lambholmen og Vikøy. Nederst mellom Ylvesøy og Føreholmen. Kjelde: Hordaland Vegkontor.

Maksimal djupne i Vikasundet er i følgje NIVAs målingar 34 meter, og breidda varierer frå 100 meter på det smalaste til 200 meter på det breiaste.

Tabell 1.1. viser ein del topografiske data for Vikasundet og dei berørte sunda i nordre og søre delen.

Tab. 1.1. Vikasundet. Topografiske data.

Vikasundet,	lengde N-S:	1300 m
- " -	breidde V-Ø (middel):	140 m
- " -	overflateareal:	180.000 m <sup>2</sup>
- " -	Samla vassvolum:	2.2 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
- " -	Vassvolum under max. terskelnivå:	3 x 10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup>

	Breidde	Terskel- djup	Tversnitts- areal
Sundet Ylvesøy-Lambhl.	20 m	24 m	250 m <sup>2</sup>
" Lambhl.-Vikøy	30 m	3 m	60 m <sup>2</sup>
" Vikøy-Furehl.	40 m	5 m	120 m <sup>2</sup>
" Furehl.-Ylvesøy	30 m	4 m	70 m <sup>2</sup>
	(est.)		

Botntopografiske kart, basert på data frå Sjøkartverket, er presentert i fig. 3.1.

Tabell 1.1 viser at Vikasundet har tre nokolunde jamndjupe innseglingsløp, mens det nordaustlege sundet er djupast, og med eit gjennomstrøymingsareal tilnærma likt summen av dei tre andre sunda. Vassvolum under djupaste teskelnivå er 300.000 m<sup>3</sup> eller rundt 15% av samla vassvolum i Vikasundet.

Det er imidlertid berre vatnet grunnare enn ca. 4 meter som har mest effektiv (dagleg?) utskifting. Laget mellom 4 meter og største terskeldjup utgjer omlag 1.4 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, og vil ha redusert utskifting grunna topografien.

### 1.3. Busetnad.

Den største busetnadskonsentrasjonen i Brandasund teljekrins er lokalisert til Brandasund (Gisøy), Kvernenes (Vikøy), Eide (Selsøy) og Kvarven. Mindre grender har ein på Torget (Selsøy), Nordvik (Vikøy) og på Ulversøy og i Sørevik (tabell 1.2).

Tab. 1.2. Busetting i Brandasund teljekrins, 28.01.87.

---

Torsdagsøya	2
Hanøy	1
Kvernenes	22
Brandasund	32
Eide	21
Torget	12
Ulversøy og Sørevik	18
Kvarven	21
<hr/>	
Sum	129

---

Kjelde: Folkeregisteret og Landbrukskontoret.

Folketalet i teljekrinsen Brandasund har gått tilbake i perioden 1960-86, men tilbakegangen har vore svakare i perioden 1980-86 enn i tidligare år. Størst har folketapet vore for dei yngste aldersgruppene (0-19 år) og talet på eldre har auka litt. Brandasund har sidan 1980 hatt færre kvinner enn menn; høvesvis 47 og 53% av totalbefolkningen.

Folketalet totalt i Fitjar kommune viser eit anna utviklingstrekk. I perioden 1960-86 har innbyggjartalet vore jamt stigande. Tilbakegangen i Brandasund krins har altså vore oppvegd av auke i dei andre teljekrinsane i Fitjar kommune.

#### 1.4. Akvakultur.

I Brandasundområdet er det i dag 4 oppdrettsanlegg og 1 landbasert smoltanlegg for laks. 3 lakseoppdrettsanlegg er lokalisert i Karihavet og 1 i Brandasund. Oppdrettsanlegga i Karihavet har søkt om flytting lengre aust til Spanosen (fig.1.1). Lakseoppdrettet i Brandasund har ikkje godkjent konsesjon, men har ein re-etablerings søknad inne til behandling. Ingen av oppdrettsanlegga er i dag fullt utbygd, men samtlige har søkt om å få utvida oppdrettsvolum til 8000 m<sup>3</sup> på den nye anleggsplassen. Oversikt over eksisterande akvakulturanlegg og søknader som er inne til behandling er vist i tabell 1.3 og på fig 1.4.

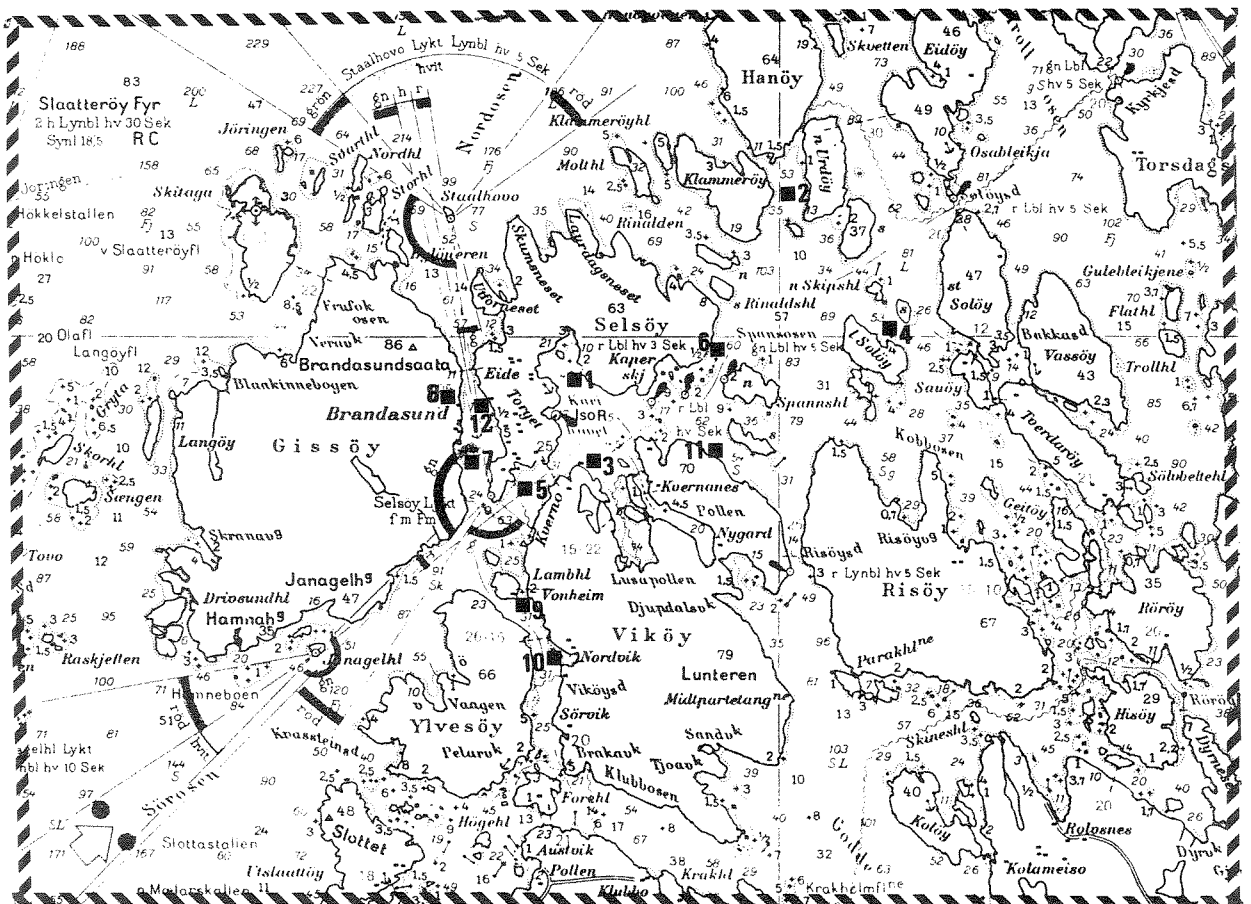


Fig. 1.4. Oversikt over eksisterande oppdrettsanlegg og søkte oppdrettskonsesjonar. Nummeringa er relatert til tabell 1.3.

Tab. 1.3. Eksisterande oppdrettsanlegg og oversikt over søknader om oppdrettskonsesjon, jamfør fig. 1.4.

Eksisterande anlegg:		Konsesjonssøknad om ny lokalisering	
Nr.			Nr.
1	Matfiskanlegg, laks	5000 m <sup>3</sup>	2
3	" "	5000 m <sup>3</sup>	4
5	" "	3000 m <sup>3</sup>	6
7	" "	(ikkje volumsregistrert)	
8	Smoltanlegg laks	"	
Konsesjonssøknader om oppdrettsanlegg:			
9	Matfiskanlegg, marine artar	2500 m <sup>3</sup>	
10	" "	8000 m <sup>3</sup>	
11	" "	7500 m <sup>3</sup>	
12	" "	1000 m <sup>3</sup>	

I alt er det 4 konsesjonssøknader til behandling, alle for marine artar. 2 av desse har søkt om lokalisering i Vikasundet, det eine vestfor Nordvik, midtvegs i Vikasundet og det andre rett sør for den planlagde nordre vegfyllingen (fig. 1.4).

Vi manglar oversikt over antall sysselsatte i oppdrettsnæringa i Brandasund, men i følgje Nybø, 1987 har Øyaneområdet 17 heiltidsstillingar og 9 deltidsstillingar. Øyaneområdet omfattar Midtøyane og Aga i tillegg til Brandasund, men det relativt høge antallet sysselsatte i eit tynt befolka område viser at oppdrettsanlegga byrjar å bli ein viktig næring i Brandasund og Øyaneområdet.

NIVA gjorde i 1986 ei undersøking av egna lokalitetar for oppdrett i Sunnhordaland. Resultata frå denne undersøkel-



sen er presentert i rapportserien "Kystsoneplan for Sunnhordaland" (Bjerknes og Waatevik, 1988). Her kom det fram at Vikasundet, Klubbosen, Spanosen og Risøybukta er dei lokalitetane som er best eigna for oppdrett,

Områda er karakterisert som gode oppdrettsplassar fordi sunda og buktene er godt beskytta mot storhavet. I tillegg er det ikkje registrert større forurensningskjelder i området.

#### 1.5. Anna næringsverksemd.

Den største verksemda i Brandasundsområdet ligg på Torget på Selsøy. Dette er eit anlegg for slakting og pakking av laks. Brandasund Fiskeforedling har 14 sysselsatte, derav 10 kvinner. Eit mindre fiskemotak ligg i Brandasund, Gissøy og her er det 1 ansatt.

Brandasund Mek.verksted driv med vedlikehold og reparasjonar av motorar og skrog for mindre fartøy. Verkstaden har 1 sysselsatt. Brandasund Plastfabrikk produserer åpne, mindre plastbåter og har foreløbig kun 1 sysselsatt, men vil muligens auke antall ansatte. Brandasunds einaste lokale krambu ligg på Torget, Selsøy og blir dreve av 2 personar.

## 2. GENERELT OM VASSUTSKIFTING.

### 2.1. Hydrofysiske tilhøve.

Under samnemninga hydrofysiske tilhøve kjem ei rad fysiske prosessar og tilstandar. Dei mest åpenbare er bølger og straum. Genereringsmekanismene for desse er komplekse. For det marine miljøet spelar sjiktningstilhøva inn, dvs. vertikalfordelinga av salinitet og temperatur og dermed densitet. Mellom desse siste faktorane ("hydrografi") og straum/bølger er det eit komplekst samspel. Som modifiseringsfaktor på dei foran nemnde fysiske prosessane/tilstandane kan nemnast tidevatnet, vekselverknad med atmosfæren, lokal ferskvasstilrenning, topografi m.m.

Det hydrografiske regimet i kystområdet vi betraktar vil vere dominert av Den Norske Kyststraumen, som fraktar relativt ferskt vatn nordover langs vestlandskysten. Breidda og intensiteten til denne straumen vil variere både på kortare og lengre tidsskalaer. Heilt inne ved kysten vil kyststraumsvatnet vere oppblanda med avrenningsvatn og lokalt modifisert (avkjølt/oppvarma) fjordvatn. Vestafor, og under Kyststraumen finns saltare vatn, med utgangspunkt i den Nordatlantiske Vestavindsdrifta. Dette Atlanterhavsvatnet har ei hovudstraumgrein som tangerer eggakanten (fig. 2.1) på veg nordover. Langs vestsida av Norskerenna finns og ei straumgrein av Atlanterhavsvatn, som delvis blandar seg inn under Kyststraumen.

Samspelet mellom Atlanterhavsvatnet og Kyststraumen er svært viktig i samanheng med vassutskifting i terskelfjordar. Det er det salte Atlanterhavsvatnet som utgjer saltkjelda under danning av tilstrekkeleg tungt vatn til å fortrenge gamalt djupvatn bak tersklar. I denne utskiftingsprosessen gjennomgår det gamle botnvatnet ein diffusiv modifisering (Gade og Edwards 1980) slik at det gradvis blir lettare. Utanfor terskelen må ein ha dei rette

vilkåra for å få tungt (salt) vatn tilstrekkeleg høgt i vassøyla til at det kan skylle over terskelen.

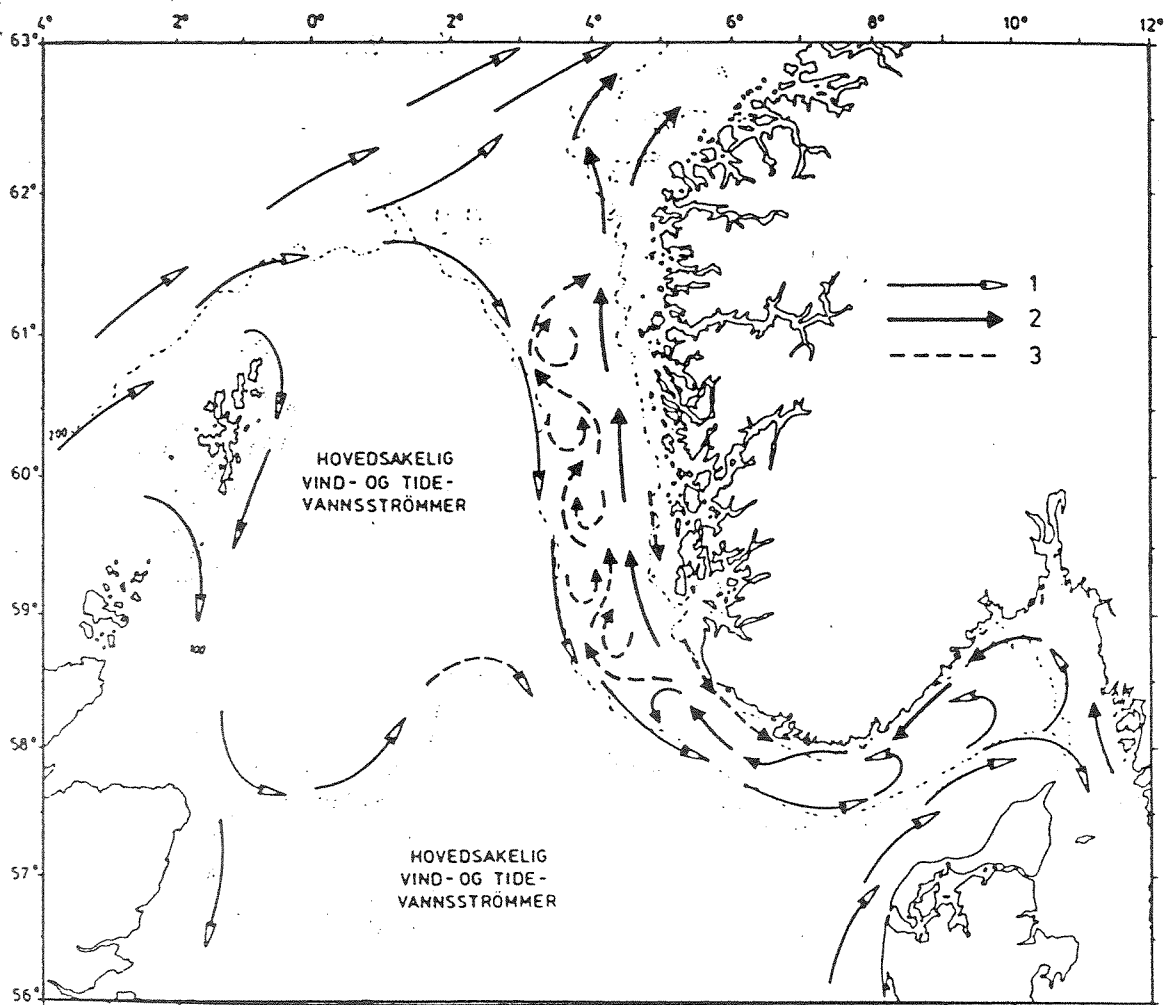


Fig. 2.1. Midlare strømførhold i overflatelaget utanfor Sør-Norge. 1) Atlantisk - eller Nordsjøvatn. 2) Kystvatn 3) Usikre eller variable straumar (Sætre, 1983).

Desse vilkåra vil bestå av bl.a. tilstrekkelege mengder med salt Atlanterhavsvatn, og tilskrekkelege mengder med kaldt (og ikke for ferskt) Kyststraumsvatn. Vidare må ulike dynamiske betingelsar ang. Kyststraumen vere oppfylt.

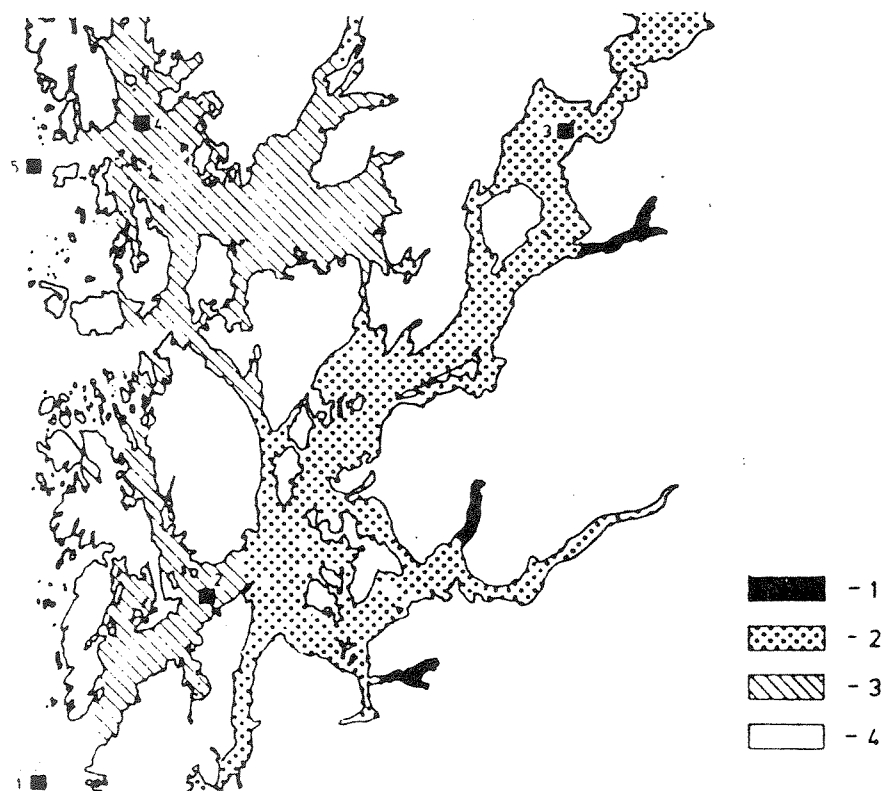
Indre bølger kan her vere viktige, og bidra til vertikale svigningar i vassøyla, med tilstrekkeleg amplitude til at tungt vatn periodevis kan nå opp over terskelnivå. Gunstige vindtilhøve (nordavind) vil stimulere djupvassutskiftinga, ved å bidra til oppstrøyming (upwelling) inne ved kysten.

Det er kjent at dei hydrografiske parametrane i både Kyststraumen og Atlanterhavsvatnet varierer både på kortare og lengre tidsskala. Kyststraumen vil vere påverka av klimatiske tilhøve i Skaregak-Kattegat og Austersjøen. Det er kjent at salinitet og temperatur, som blir målt regelmessig m.o. i Atlanterhavsvatnet nordvest for Stadt, har synt markante endringar gjennom fleire år, m.a. auka middelsaliniteten i Atlanterhavsvatnet i perioden 1978-1983. Frå 1983 har den falle igjen (Fisken og Hav 1988/1). Sidan saliniteten påverkar sterkt sjøvatnet sin densitet, indikerer dette at eit av vilkåra for tetthetsdrevne terskeloverskyllingar og djupvassfornyng har vorte gradvis svekka i åra frå 1983-84.

Figur 2.2. syner hydrografiske soner i Sunnhordland. Det meste av Fitjarøyane fell innafor kystsonen, dvs. at sjøvatnet har typisk kyststraumskaraktistikk, med mindre påverknad frå brakkvatn i dei større fjordsystema innafor.

## 2.2. Organisk belastning.

Kystområda er årleg gjenstand for tilførsle av store mengder organisk materiale. Dette materialet har ulikt opphav, og ulik karakter. Den marine tilførsla skuldast for det meste planktonproduksjon i øvre vasslag, og det medfølgjande nedfallet av daude organismer og plante-/dyrerestar. Dette nedfallet er størst under våroppblomstringa (Sakshaug, 1988). Større organismer bidrar og til den marine belastninga. Herunder kjem m.a. egg og yngel, som for ein del av dei mest kjende fiskeslaga representerer formidable mengder årleg tilført biomasse.



1. Brakkvann hele året (inkludert i fjordsonen).
2. Fjordsone.
3. Overgangssone.
4. Kystsonen.

Fig. 2.2. Hydrografiske soner i Sunnhordland. (Etter Aure 1981).

Kystområda får også naturleg tilført store mengder organisk materiale av terrestrisk opphav. Dette gjeld m.a. planterestar (humus) som blir tilført via elvar og vassdrag.

Sjøområda vil ha ulik evne til å tolerere tilførsle av organisk materiale. Ein talar om at eit område kan ha god eller dårleg resipientkapasitet, dvs. ulik evne til å oppretthalde god vasskvalitet i høve til organisk tilførsel.

Forureining frå oppdrettsanlegg kan bidra vesentleg til forureining av djupvatn og sediment. Miljøbelastninga er rekna å vere størst i sommarhalvåret, og består vesentlegast av fôrrestar og ekskrement. Gradvis opphopning av dette materialet på botnen i nærleiken av mæranne kan føre til oksygensvinn, og dermed bortfall av livsgrunnlaget for botnfloraen og faunaen.

Ved vurdering av dei endra utskiftingstilhøva som vegfyllingane i Vikasundet vil medføre, må det takast omsyn til følgjande:

- Naturleg organisk belastning
- Belastning frå framtidig oppdrettsaktivitet evt. industri
- Belastning frå eksisterande og planlagd busetnad,

Målsetjinga må vere å oppretthalde så god gjennomstrøyming at vasskvaliteten ikkje blir vesentleg forringa i perioder med stor belastning. Likedan må utskiftinga vere god nok til å hindre langtidsakkumulering av organisk materiale på botnen. For oppdrettsaktivitetens vedkomande, kan det og vere aktuelt å studere faren for perioder med stagnant vatn, der ein m.a. kan få opphopning av giftig ammoniakk i vatnet.

### 3. MÅLEPROGRAMMET.

Det begrensa måleprogrammet i og rundt Vikøysundet våren 1988 har bestått av straummålingar med fastrigga instrument. Figur 3.1 syner posisjon for dei fire straummålar-riggane.

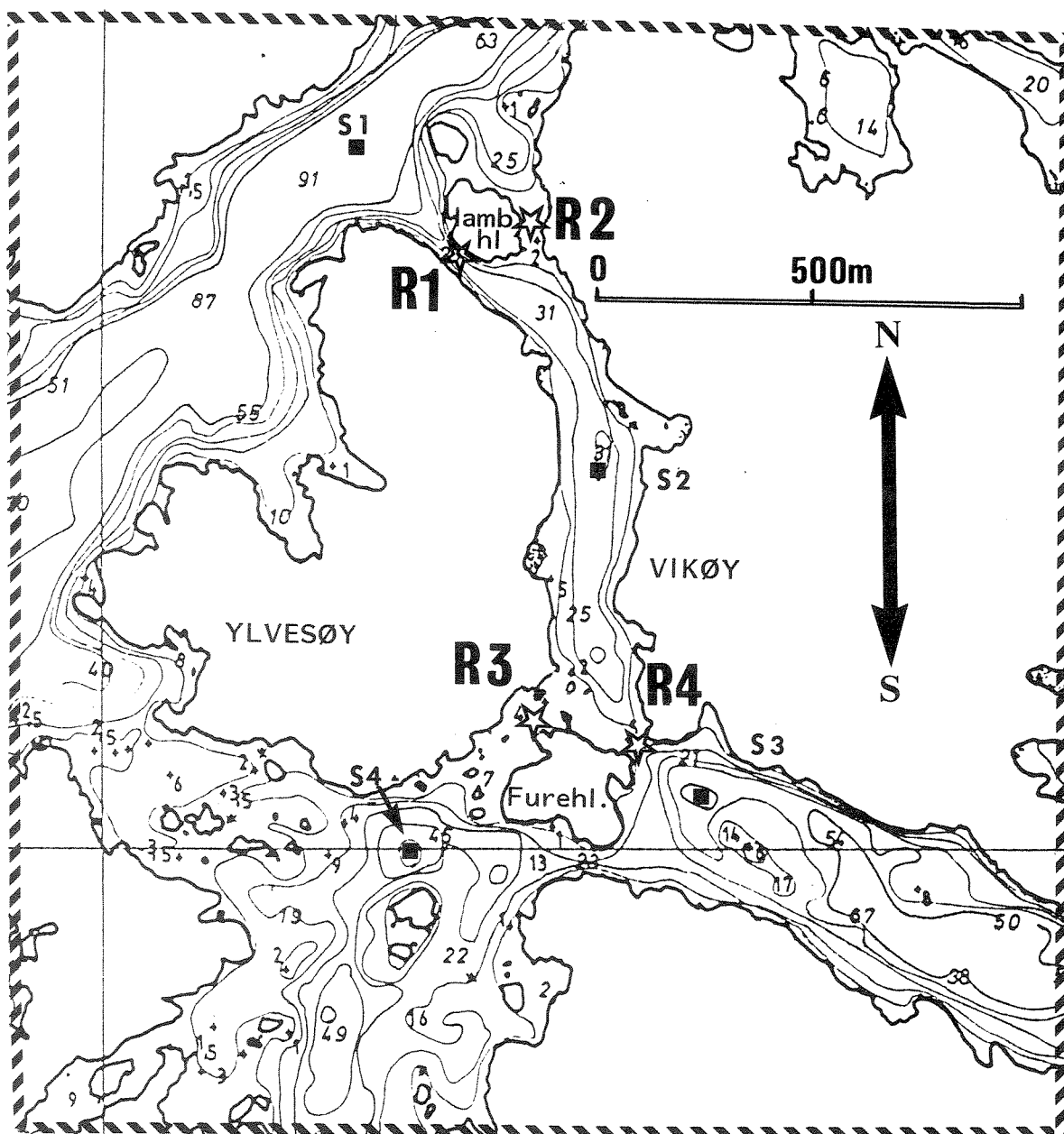


Fig. 3.1. Posisjon for hydrografiske stasjonar (S), samt straummålar-riggar (R) i mars-april 1988. Djupdekoter 10-20...50-100 m er markert.

### 3.1. Riggarrangement.

Riggane besto av overflatebøyer, med måleinstrumenta hengende under i avstand 1.5 - 2 meter frå overflata. Måleinstrumentet var festa til eit ca. 50 kg tungt botnlodd ved hjelp av tau. Dette riggarangementet har visse ulemper. Med måleinstrumenta opphengt direkte i overflatebøyen vil overflatebølgjer til ei vis grad kunne påverke måleresultata ved såkalla "overspeeding" (Sherwin 1988). Bølgjeaktiviteten i vår måleperiode har truleg vore moderat, slik at denne faktoren ikkje er medteken i dei vidare betraktningane. For mykje slakk på tauet mellom instrumentet og botnloddet kan føre til underestimering av maksimalstraum. Riggarrangementet som omtalt blei nytta dels på grunn av dei små djupnene det var tale om, og dels p.g.a. omsyn til båttrafikken i området.

### 3.2. Straummålarinstrument.

Instrument av type Aanderaa RCM4 og Sensordata SD 1000/2000 blei nytta. Dette er begge sjølvregistrerande instrument, som med forhåndsinnstilte tidsintervall måler straumfart og straumretning. Instrumenta måler også samstundes sjøtemperaturen. Aanderaa instrumenta måler også sjøvatnets konduktans, som omrekna gjev salinitet. Begge instrumenta måler integrert (midla) fart over eit gitt måleintervall saman med momentanverdi av straumretning. Det er såleis ikkje reint vektor-midlande instrument. Dei førehandsinnstilte måle (midlings) intervalla var 15 minutt for Aanderaa instrumenta, og ca. 40 minutt for Sensordata. Den siste typen instrument har mindre lagringskapasitet enn den førstnemnde.

Måleperioden var frå 29/3 1988 til 21/4 1988. Etter opptak blei dei lagra dataverdiane avlest, og overført til datamaskin for vidare kalibrering og handsaming.



### 3.3. Andre målingar.

Samstundes med utsetjing og opptak av straummålarriggane blei det gjort nokre enkle målingar i og i nærleiken av Vikøysundet. Det blei målt vertikalfordelinga av salinitet og temperatur. Til desse målingane blei det nytta Salitermsonde, som via kabel til overflata overfører informasjon om temperatur og konduktans til ein avlesingsboks i båten.

Det blei også målt vertikalfordeling av oksygeninnhald i sjøen med instrument av typen YSI. Ved hjelp av vannhentar blei det tatt opp vassprøver frå ulike djup. Desse blei dels brukt til kalibrering av saliterm og oksygensonde. I djupvatnet i Vikøysundet blei det tatt vassprøver for å bestemme innhald av næringssalt m.m.

Det blei også gjort freistnad på å hente opp sedimentprøver ved hjelp av grabb. Dette var imidlertid mislukka grunna tekniske problem. Ekkoloddprofilerna indikerte imidlertid hard botn, og lite mjukt (vasshaldig) sediment.

#### 4. MÅLERESULTAT.

##### 4.1. Straummålingar.

Plasseringa av dei ulike straummålarriggane er synt i fig. 3.1. Måleresultata er presenterte som tidsseriar i fig. 4.1-4.3. Samtlege måleseriar har markert tidevassignal, i takt med det halvdaglege tidevassignalet. Det er langperiodiske svingningar i straumstyrken, som vesentlegast skuldast månesyklusen (fullmåne 2. april, nymåne 16. april). Meteorologiske effekter (særleg vind) bidrar utvilsomt til å modifisere tidevasstraumen, men det har innafor tidsramma for denne rapporten ikkje vore høve til å vurdere desse effektene.

##### Straumstyrke.

Rigg 4 (søraustre sundet) har kraftigast overflatestraum, med maksimalverdiar rundt 150 cm/s, eller tre knop (fig. 4.3). Rigg 1 i det nordvestlege sundet hadde maksimalstraum lik 75 cm/s, og for øvrig noko større tidsvariasjon i maksimal styrke enn rigg 4. Rigg 2 og rigg 3 var plassert i dei grunnaste sunda, der vegfyllingane skal gå. Figur 4.2 syner at desse sunda har vesentleg svakare straum enn dei to andre sunda. Største straumstyrke på Rigg 2 var 33 cm/s. Tilsvarande for Rigg 3 var 24 cm/s. Ein merkar seg at både R2 og R3 har relativt kraftig straum i perioden 8.-10. april, mens R4, og særleg R1 då hadde markert svakare straum.

##### Nettostraum.

Mens tidevasstraumen i retning skiftar mellom nordgåande og sørgåande i Vikasundet, vil straumen ikkje vere fullstendig retningssymmetrisk. Dersom t.d. nordgåande straum er kraftigare enn den sørgåande, vil vatnet bli nettoforflytta nordover i løpet av ein tidevassyklus. Nettostraumen kan ein illustrere v.hj. av såkalt progressivt vektordiagram,

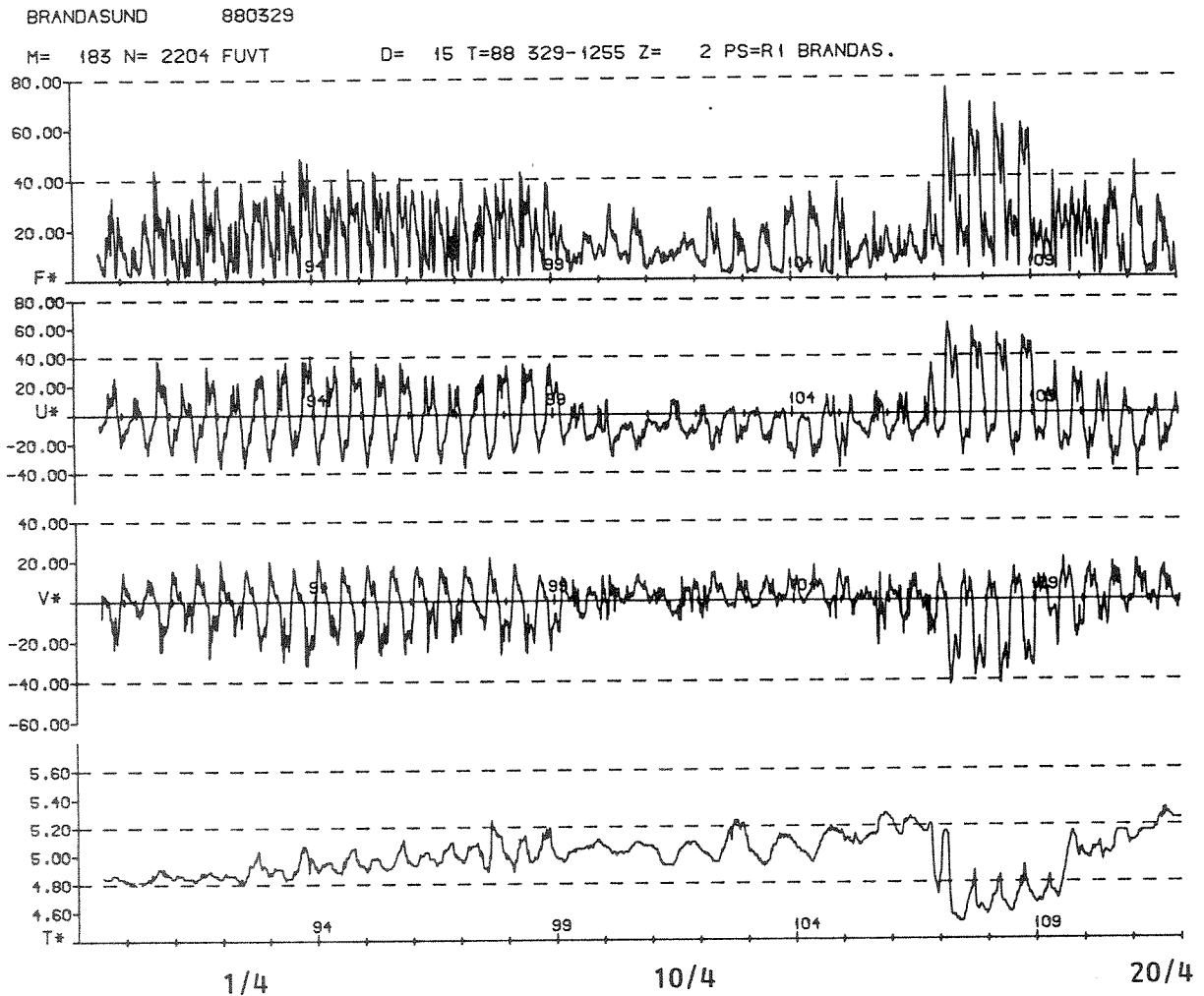


Fig. 4.1. Tidsserie av strømmålingane på rigg 1. Strømstyrke (F), austvest (U) og nord-sør (V) strøm komponent (cm/s), samt temperatur (T). Nederst angitt dato.

fig. 4.4-4.6. I disse diagramma er straumobservasjonane fortløpande adderte vektorielt, ved at kvar observasjon, som straumpil, er lagt til foregåande.

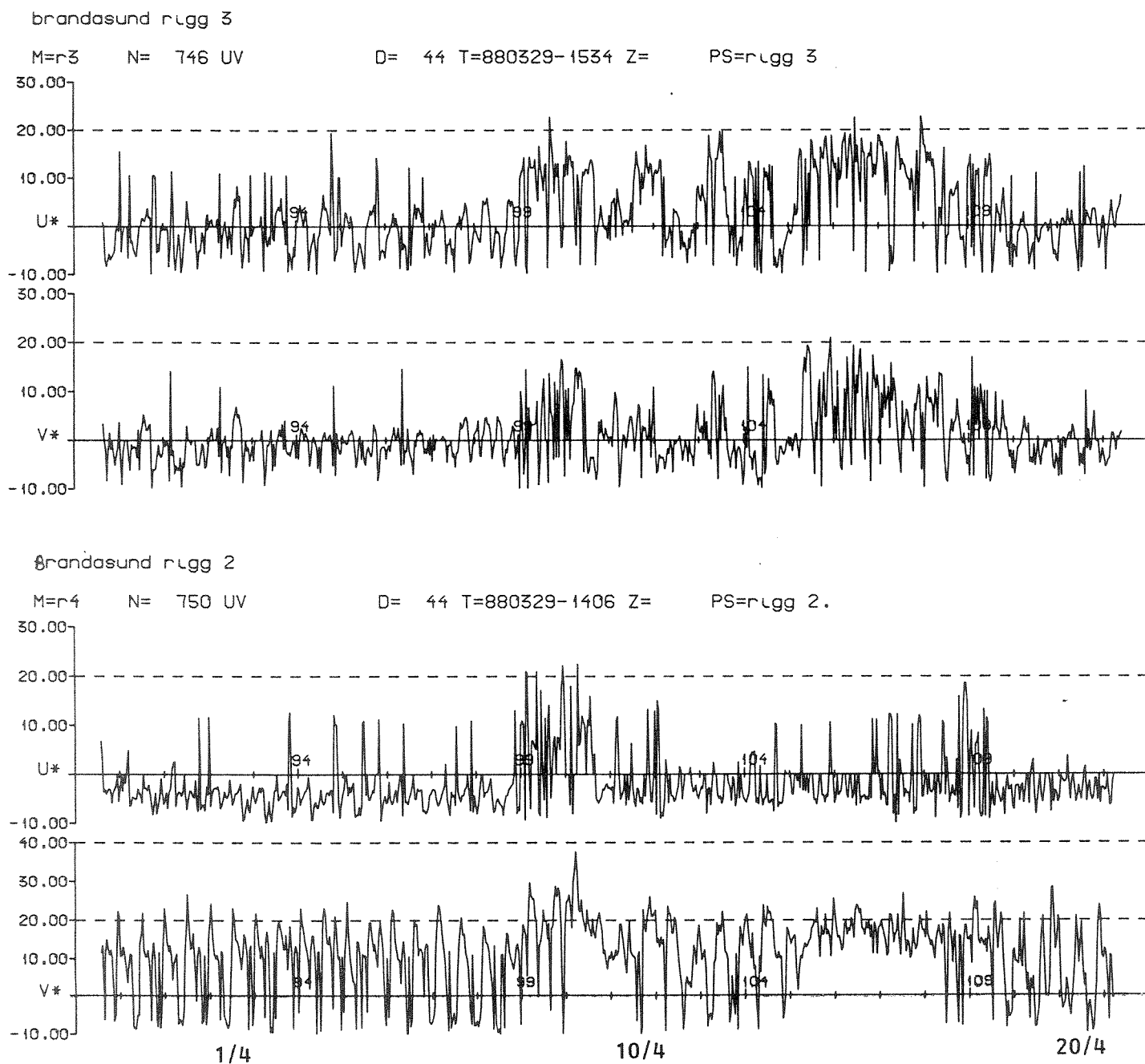


Fig. 4.2. Tidsserie av strømmålingane på rigg 2 (nederst) og rigg 3. Aust-vest (U) og nord-sør (V) komponent (cm/s). Nederst datoakse.

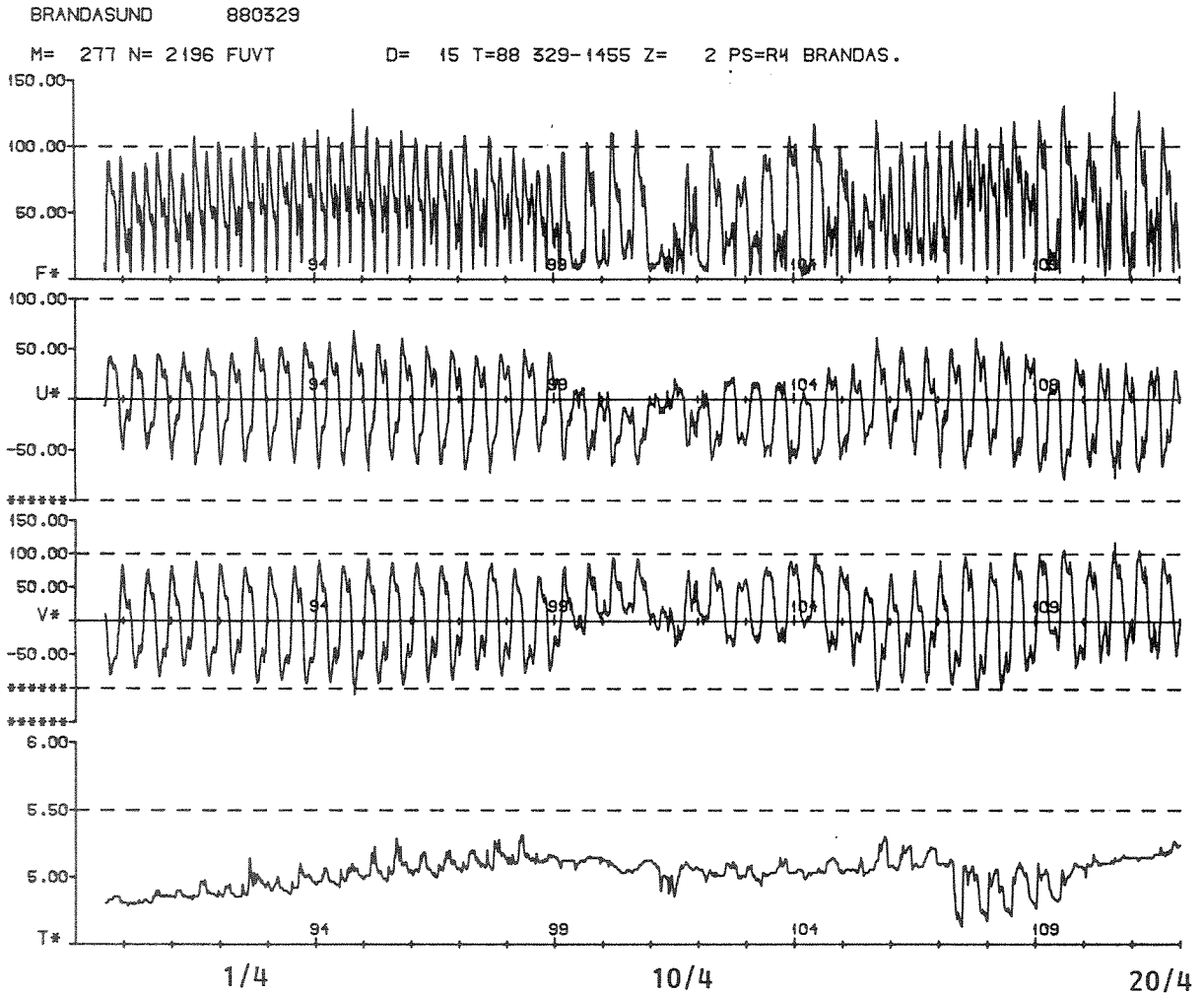


Fig. 4.3. Tidsserie av strømmålingane på rigg 4. Strømstyrke (F), austvest (U) og nord-sør (V) straum komponent (cm/s), samt temperatur (T). Nederst angitt dato.

R1 (fig. 4.4) har periodevis vekslende nettostraum. Frå målestart til 8/4 er det svakt sørgående nettoforflytning. Perioden 9/4-16/4 har netto nordvestgåande straum, med nettoforflytning 50 km på 8 dagar, tilsvarande ca. 7 cm/sek. Deretter følgjer ei periode med vekslende nettoforflytning. For måleperioden totalt er nettoflytninga retta mot S-V, med storleiksorden 2.5 cm/s.

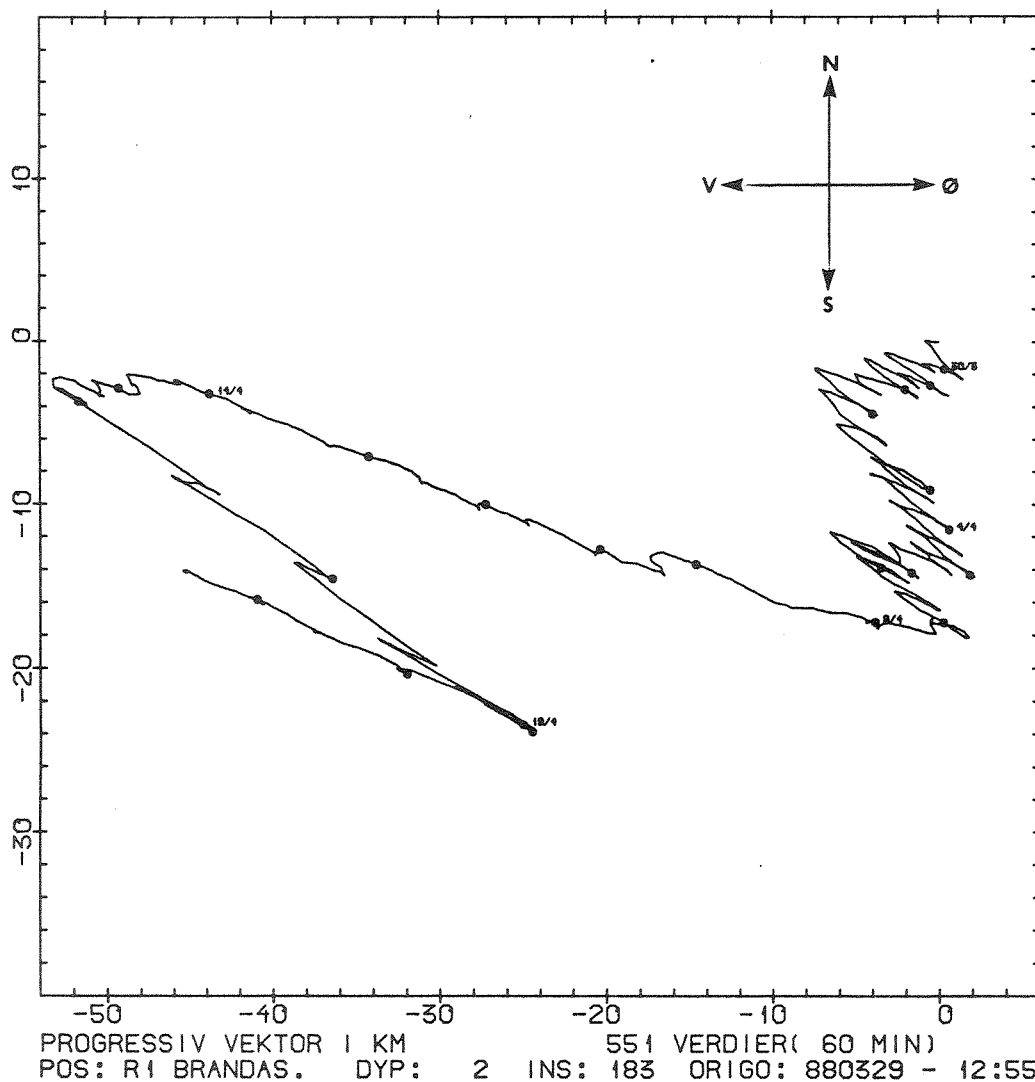


Fig. 4.4. Progressivt vektordiagram, rigg R1. Aksene angir lengde-skalaen i km. Ny dag er markert langs vektorkurva.

R2 (fig. 4.5) er den serien som har minst varierende nettostrøm. Retninga er nordvest-til-nord, og den totale nettoforflytninga forbi R2 er ca. 200 km i løpet av måleperioden, som tilsvarar ca. 10 cm/s.

R3 (fig. 4.5) har nettoforflytning i retning S-V i første del av måleperioden. Deretter snur nettostrømmen i retning aust-nordaust.

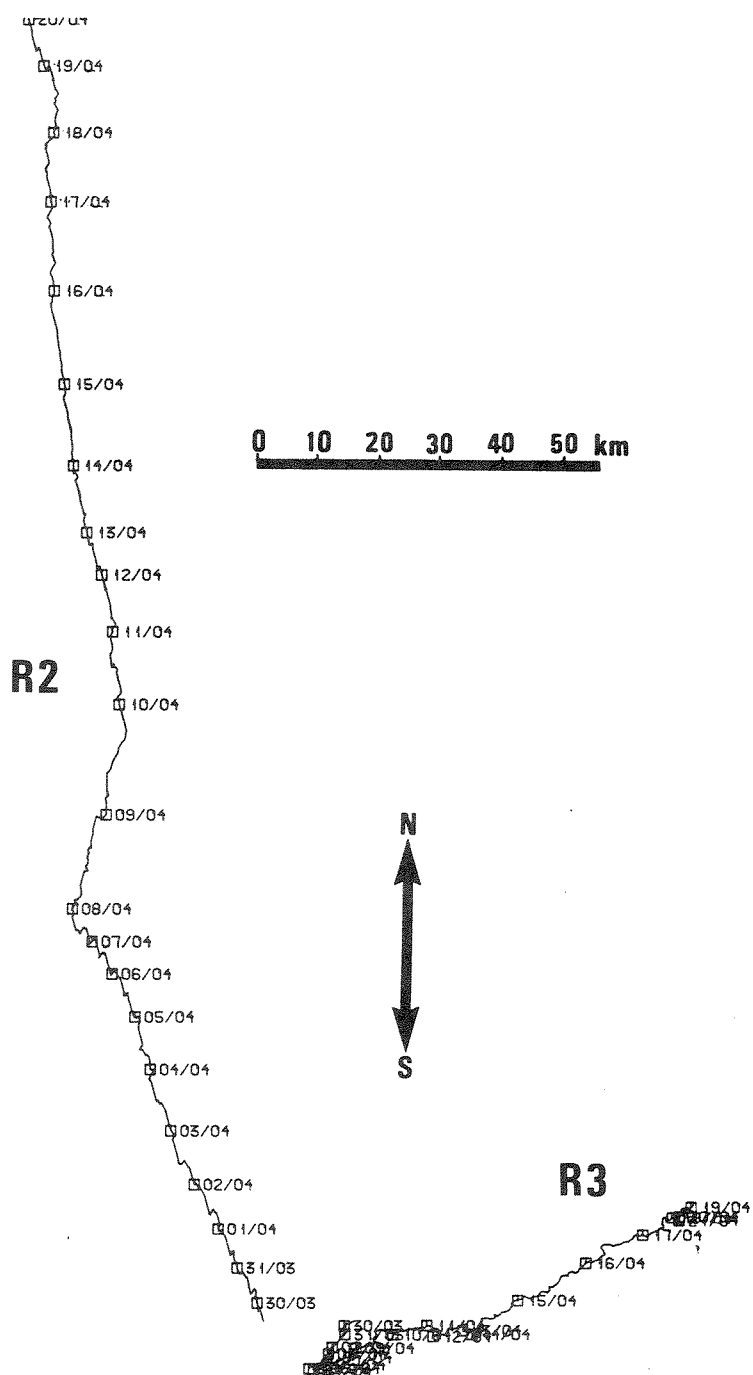


Fig. 4.5. Progressivt vektordiagram for rigg R2 og R3. Dato er markert langs vektorkurvene.

R4 (fig. 4.6) har nettostraum retta mot nordvest. For heile måleperioden er nettostraumstyrken ca. 10 cm/s (225 km på 24 døger). Det er vekslande perioder med svak og sterk nettostraum.

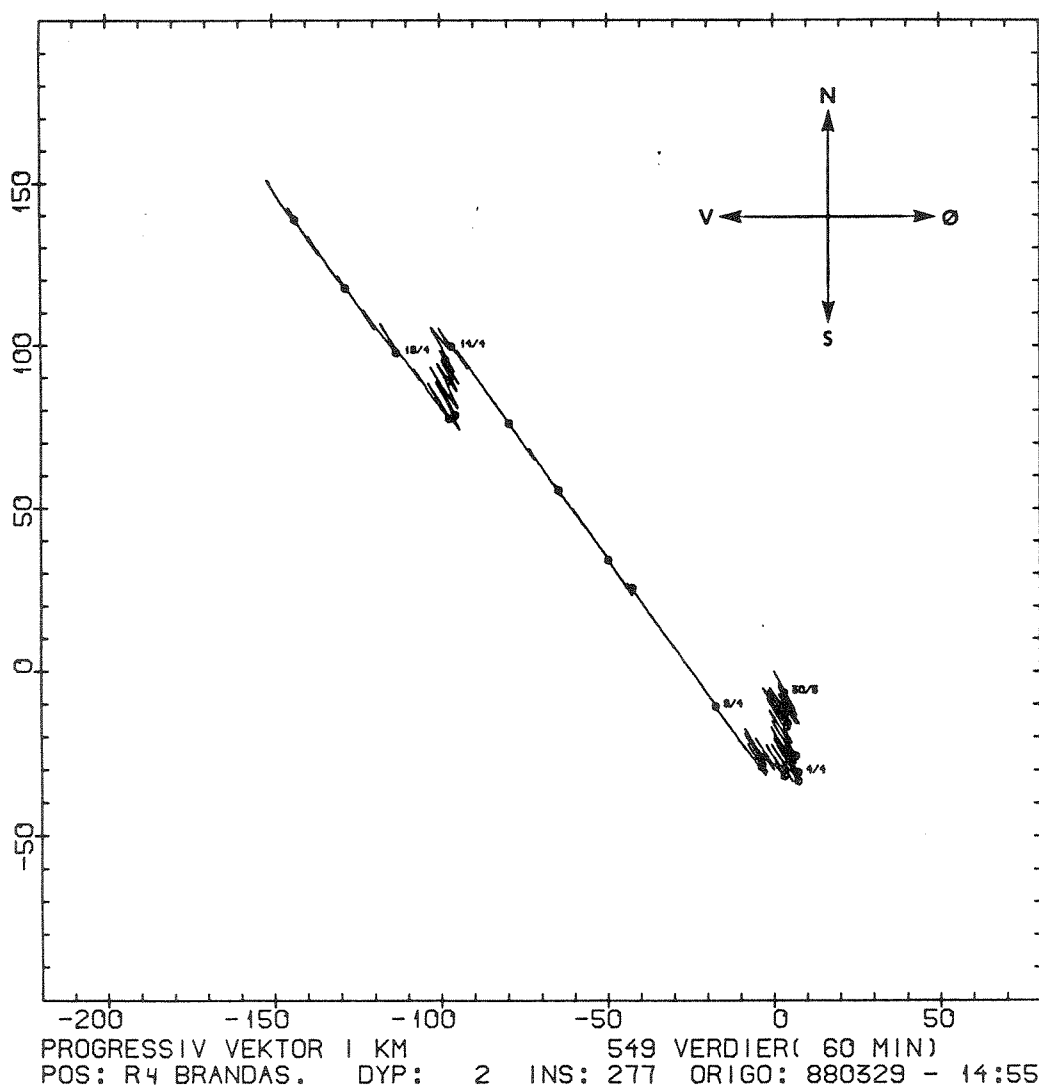


Fig. 4.6. Progressivt vektordiagram, rigg R4. Aksene angir lengde-skalaen i km. Ny dag er markert langs vektorkurva.

#### 4.2. Hydrografi.

Måleresultata når det gjeld salinitet, temperatur og oksygeninnhald er presentert i figur 4.7 i form av vertikalprofilar. Liste over målte og berekna verdier er

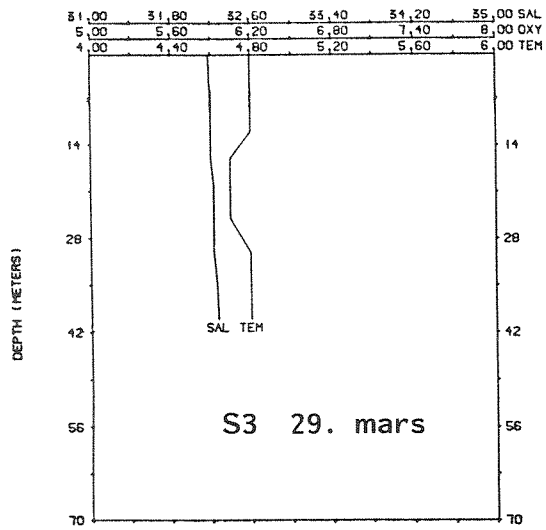


tatt med i appendiks. 29. mars blei det tatt kun to profilar, ein inne i Vikasundet, og ein på S3 på sørsida i Klubbosen. Det var svak sjiktning. S2 (inne i Vikasundet) hadde antydning til litt saltare (tyngre) djupvatn i høve til S3 (ca. 0.15 ‰ forskjell). På S2 var det gode oksygentilhøve i mars med djupvassverdi rundt 7 ml/l i 30 meter (ca. 97% metning).

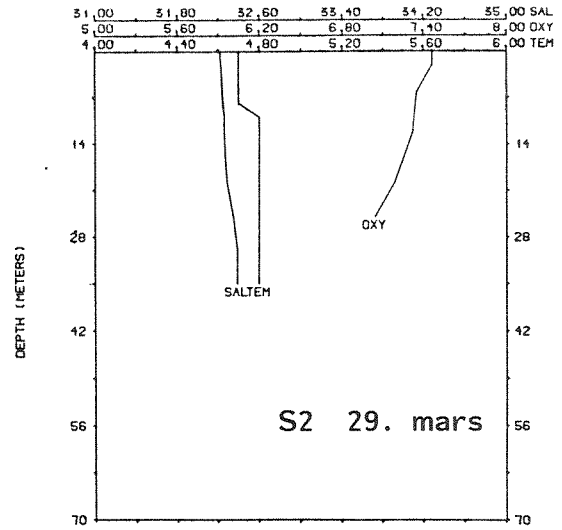
21. april hadde noko endra hydrografiske tilhøve, samanlikna med mars. Oksygentilhøva i Vikasundet (S2) var framleis gode, med om lag 6.5 ml/l oksygeninnhald 1 meter over botnen. Dette tilsvarar 91% metning. Av profilane i fig. 4.7 framgår det forskjeller i sjiktningstilhøva fra stad til stad. Stasjon S1 ligg i indre deler av Sørensen, med terskelfritt samband til Kyststraumen. Her vil sjiktningstilhøve og T-S karakteristikk raskt endre seg i takt med endringar ute i Kyststraumen. Dette er gunstig for utskiftinga i Vikasundet, sidan sundet med den djupaste terskelen vender mot Sørensen (jamfør avsnitt 1.2).

Utskiftinga i områda sør for Vikasundet har meir uryddig botntopografi. S3 og S4 i denne sørlege delen har djupare enn 12-14 meter, markert ferskare (0.5 - 1 ‰), samt litt kaldare vatn enn S1 på nordsida av Vikasundet. Oksygenverdiane på S4 viser høge verdiar gjennom heile vassøyla. Eventuelt stagnant djupvatn frå forrige sommar og haust, må i så fall ha blitt utskifta før våre observasjonar 21/4.

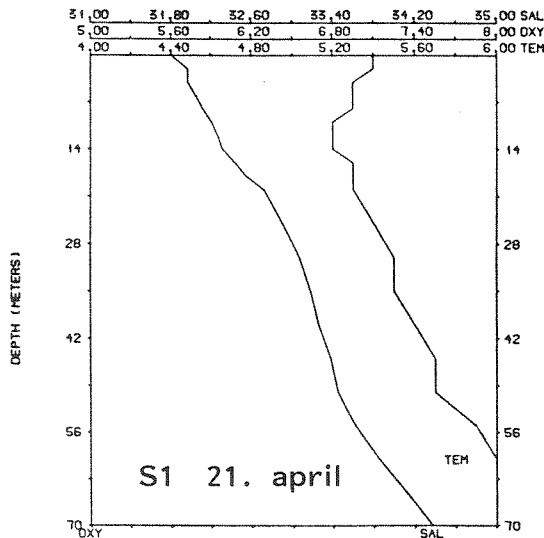
Det kan nemnast at djupvassprøver tekne av NIVA i Klubbosen i 1986 (Sørensen og Nagel-Alne, 1987) synte gode oksygentilhøve i djupvatnet der, mens Goddosen lenger aust hadde dårleg djupvatn.



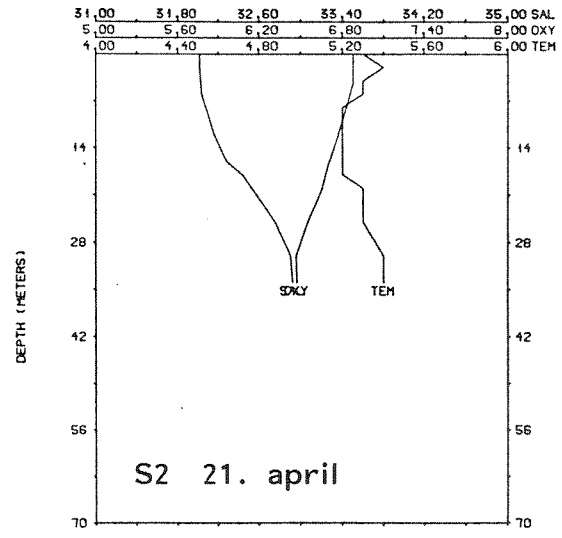
PROFILE: BRANDASUND  
 STA: 1 ; POS: 6.667°N100.000°E ; TIME:88. 3.29 : 14.40



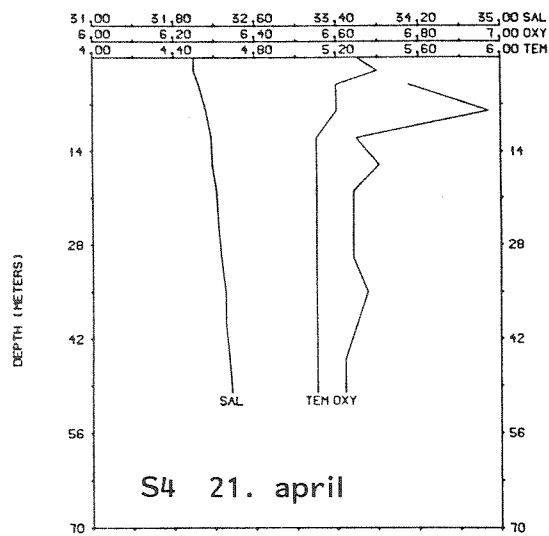
PROFILE: BRANDASUND  
 STA: 2 ; POS: 6.667°N100.000°E ; TIME:88. 3.29 : 15.40



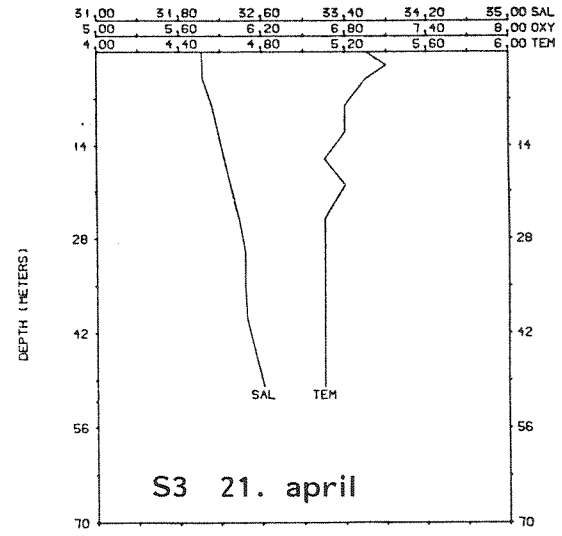
PROFILE: BRANDASUND  
 STA: 3 ; POS: 6.667°N100.000°E ; TIME:88. 4.21 : 15.15



PROFILE: BRANDASUND  
 STA: 4 ; POS: 6.667°N100.000°E ; TIME:88. 4.21 : 15.33



PROFILE: BRANDASUND  
 STA: 5 ; POS: 6.667°N100.000°E ; TIME:88. 4.21 : 14.25



PROFILE: BRANDASUND  
 STA: 6 ; POS: 6.667°N100.000°E ; TIME:88. 4.21 : 14.45

Fig. 4.7. Vertikalprofilar av temperatur (TEM, °C), salinitet (SAL, ‰) og oksygeninnhald (OXY, ml/l) i området rundt Vikasund.

#### 4.3. Andre observasjonar.

På toktet 21. april blei det tatt vassprøver i djupvatnet på stasjon S2 i Vikasundet. Følgjande verdiar blei funne:

NH <sub>4</sub> -N	16 µg/l
PO <sub>4</sub> -P	13 µg/l
NO <sub>3</sub> -N	-
TOC	3.1 mg/l

TOC (totalt organisk karbon) indikerer mengd organisk materiale i vatnet. Verdiane indikerer middels til høgt innhald av organisk materiale. PO<sub>4</sub>-P (ortofosfat) er eit næringssalt, som kan verke vekstbegrensande under primærproduksjonen.

Verdiane er rundt det ein kan forvente i biologisk uproduktive perioder på kysten. Wassmann og Aadnesen (1984) rapporterte maksimalverdiar mellom 1.5 og 3 µM PO<sub>4</sub>-P i Raunefjorden i april. Dette tilsvarar 3-6 gangar høgre verdiar enn våre observasjonar.

Ammonium - NH<sub>4</sub> er eit avfallsprodukt frå biologisk produksjon. Den funne verdien på 16 µg/l er relativt låg, noko som gjenspeglar liten biologisk aktivitet om vinteren og tidleg om våren.

## 5. KONSEKVENSAAR AV VEGFYLLINGANE.

5.1. Volumtransport.

I følgje tabell 1.1 vil vegfylling (utan kullvertar) mellom Fureholmen og Ylvesøy redusere innstrøymingsarealet i sør med om lag 37%, frå 190 m<sup>2</sup> i dag til 120 m<sup>2</sup>. Det nordlege gjennomstrøymingsarealet vil tilsvarande bli redusert med 20%, frå 310 m<sup>2</sup> til 250 m<sup>2</sup>. Største terskeldjup i sør er i dag ca. 5 m, og vil forbli uendra etter vegfyllingane. Likeeins vil største terskeldjup i nord på 24 meter forbli uendra.

Det er den del av vassøyla som ligg over minste terskeldjup (3 m) som i dag vil ha best utskifting. Vidare nedover vil gjennomstrøyminga bli gradvis dårlegare. Våre straummålingar frå 1,5 - 2 meters djup i dei ulike sunda gjev eit bilete av kvart sund sitt bidrag til den totale gjennomstrøyminga i øvre lag. Dei observerte verdiane av maksimalstraum og middelstraum vil truleg vere representative for djupneintervallet 0 - 3 meter. Variasjonane i straumstyrke frå sund til sund skuldast friksjon mot botn over dei ulike tersklane, samt lokalisering i høve til øvrige sund i området.

I tabell 5.1 har vi multiplisert typisk observert straumfart med tverrsnittsareal i dei respektive sunda.

Tab. 5.1. Estimerte bidrag til total volumtransport for dei ulike innløpa til Vikasundet. A: totalt gjennomstrøymingsareal (frå tabell 1.1)

SUND	Rigg nr.	Dimensjonerande straumhast, V	V x A (m <sup>3</sup> /s)
Ylvesøy-Lambhl.	R1	16 cm/s	40
Lambhl.-Vikøy	R2	17 cm/s	10.2
Vikøy-Furehl.	R4	52 cm/s	62.4
Furehl.-Ylvesøy	R3	6 cm/s	4.2

Tabellen syner at ved å rekne med ingen vertikal - eller horisontalgradientar i straum, får ein ikkje fullstendig volumkonservering. Vi kan anta ein midlare volumflux gjennom Vikasundet på rundt  $58 \text{ m}^3/\text{s}$ , vekslande nord-sør.

Sjølv om våre straummålingar ikkje gjev informasjon om horisontal- og vertikal straumfordeling i kvart sund, indikerer desse berekningane at størstedelen av tverrsnittet i det djupaste sundet (Ylvesøy-Lambhl.) bidrar til gjennomstrøyminga. Dette skuldast barotrope effekter (horisontal trykkgradient p.g.a. overflatehelning). Den kraftige straumen i sundet Fureholmen-Vikøy må skuldast strupningseffekter.

Ved å stenge eit innløp i kvar ende av Vikasundet, vil dei gjenverande to sunda få auka volumtransport. Denne auken vil neppe vere direkte proporsjonal med reduksjonen i totalt gjennomstrøymingsareal. Auke av straumfart i det opne søraustlege sundet vil føre til auka turbulens der, som vil resultere i auka oppstuvning mot dette sundet ved straum både frå nord og sør. Dette kan føre til auka horisontale trykkgradientar som fører til mindre gjenomstrøyming gjennom Vikasundet totalt, i høve til i dag. Ein del av vassvolumet som i dag strøymar igjennom sundet, vil truleg bli leia utanom, og gå gjennom andre sund i området.

Det er såleis sundet mellom Fureholmen og Vikøy som vil danne "flaskehalsen" i framtida.

Ved total stengning av dei to sunda der fyllingane vil gå, kan vi bruke følgjande uttrykk for å berekne volumtransporten,  $V'$  i dei gjenverande to sunda:

$$V' = k \times V$$

$V$  er noverande midlare volumtransport (inkl. tidevasstraum)  
 $k$  reduksjonsfaktor p.g.a. turbulens i søre sundet.

Ved ein antatt verdi for  $k$  lik 0.9, dvs. 10% reduksjon av volumtransport i høve til i dag, vil dette gje ein framtidig volumtransport rundt  $52 \text{ m}^3/\text{s}$  i Vikøysundet.

Om ein reknar eit midlare vertikalt tverrsnittsareal i Vikasundet på  $140 \text{ m} \times 24/2 = 1680 \text{ m}^2$ , vil ein inne i sundet ha ein midlare tidevasstraum rundt  $3 \text{ cm/s}$ . Dette tilsvorar ein total tidevassekursjon på rundt 700 meter, m.a.o. berre om lag halve lengda av Vikasundet. Sundet vil såleis, utan kulvertar i fyllingane, ikkje bli gjennomskylt med nytt vatn i løpet av kvar tidevass-syklus.

Ein nettostraum (forskjellig frå null) gjennom sundet (jamfør avsnitt 4.1) vil føre til nettoutsifting av vassvolumet over største terskeldjup. Er t.d. nettostrømmen  $1 \text{ cm/s}$ , vil ein få utsifting i løpet av ca. 36 timar. Dette er nok eit overestimat sjølv på dagens tilstand. I dei to nordlege sunda (R1 og R2) blei det registrert nettostraum rundt  $2 \text{ cm/s}$  (avsn. 4.1). Om ein relaterer dette til tverrsnittsarealet av sjølve Vikasundet ( $1680 \text{ m}^2$ ), vil dette tilsvare ein nettostraum gjennom sundet av storleiksorden  $0.3 \text{ cm/s}$ . Dette gjev då utsifting i løpet av 103 timar. Det er uvisst kor representativt dette er for t.d. ein sommarsituasjon under kritiske belastningsperioder.

Dei planlagde steinfyllingane vil, sjølv utan kullvertar, neppe redusere den totale utsiftinga i Vikasundet så mykje at kritisk lang opphaldstid for djupvatnet vil oppstå. Våre observasjonar indikerer at nettostrømmen i dag er retta nordover. Vegfyllingane vil neppe endre denne retninga.

## 5.2. Organisk belastning.

Våre observasjonar indikerer at Vikasundet er ein god resipient med basis i dagens belastning. Den djupe terskelen i nord, kombinert med netto nordgåande straum,

gjer at organisk avfall med liten til moderat synkefart kan bli førd ut av Vikasundet i staden for å sedimentere der. Dei nærmaste oppdrettsanlegg, og større busetnadskon-sentrasjonar ligg for ein stor del nordafor Vikasundet, slik at organisk materiale frå desse neppe vil belaste sjølve Vikasundet.

Bidrag til organisk belastning i Vikasundet vil i første rekke kome frå planlagd oppdrettsaktivitet i sundet. Innstrøymande vatn sørfrå kan òg frakte med seg organisk materiale. Denne kjelda er det imidlertid vanskeleg å talfeste.

I følgje kapittel 1 er det planlagt to oppdrettsanlegg i Vikasundet, med til saman 10.500 m<sup>3</sup> oppdrettsvolum for marine artar. Det nordlegaste av desse anlegga (nr. 9 i figur 1.4) vil ligge like sør for nordre fylling i ei bakevje i høve til hovudsundet vestafor Lambholmen. For ikkje å redusere kapasiteten til denne lokaliteten, bør det leggast røyr/kullvertar i denne fyllinga. Desse bør leggast slik at både overflatevatn og vatn i terskelnivå får sirkulere.

Dette vil bidra til å oppretthalde tilstrekkeleg vasskvalitet inne i mærdane, samt å auke avfallstransporten ut av Vikasundet i staden for lokal opphoping under og rundt mærdane. Som eit minimum bør leggast to røyr med diameter 1 meter ved botnen samt to tilsvarande røyr i flodmålet så nær land på kvar side som råd.

Den sørlege fyllinga vil særleg demme opp, eller stenge av grunne og relativt avskjerma område på begge sider av fyllinga. Det er her tale om eit breiare sund (lengre fylling) enn i nord. Trass i mindre lokal belastning anbefalast også her minimum to røyr ved botnen (diam. 1 m), samt to tilsvarande røyr i flodmålet: eit ca. 10 meter frå Fureholmen, og eit ca. 20 m (langs fyllinga) frå Ylvesøy.

## REFERANSAR.

- Aure, J. 1981: Kartlegging av høvelige lokaliteter for fiskeoppdrett. Akvakultur i Hordaland. Fisken og Havet, ser. B nr. 3-1981.
- Bjerknes, V. og Waatevik, E. 1988: Kystsoneplan for Sunnhordland. Regionalplan for akvakultur. Del 2: Status og ressursar. NIVA-rapport nr. 2078.
- Gade, H.G. og Edwards, A. 1980: Deep Water Renewal in Fjords. I: Fjord Oceanography (Red. H.J. Freeland, D.M. Farmer og C.D. Levings.). Plenum Press, New York.
- Nybø, L.E. 1987: Fitjarøyane. Grunnlagsrapport for høringsuttalelse til NOU 1986: 13. ASPLAN rapport nr. 6995.
- Sakshaug, E. 1988: Plankton, produksjon og forurensing. Seminar om marin kystøkologi, Trondheim 1988.
- Sherwin, T.J. 1988: Measurements of current speed using an Aanderaa RCM4 current meter in the presence of surface waves. Continental Shelf Res. Vol. 8, nr. 2.
- Sætre, R. 1983: Strømforholdene i øvre vannlag utenfor Norge. FOH rapport nr. 4/1983. Miljøverndepartementet.
- Sørensen, J. og Nagel-Alne, O. 1987: Kystsoneplan for Sunnhordland. Regional plan for akvakultur. Del 1: Metoder for kartlegging av arealbruksinteresser og ressurser i Sunnhordland. NIVA-rapport nr. 2042.
- Wassmann, P. og Aadnesen, A. 1984. Hydrography, nutrients, suspended organic matter, and primary production in a shallow fjord system on the west coast of Norway. Sarsia, vol. 69.



STA: 4 POS: ( 6.6666, 99.9999) DATE: 88. 4.21 TIME (GMT): 13:33 DEPTH: 34.  
 32, Vikasundet Dels,Delt,Delo: .000, .00, .00,salitem

MEANFR	TEMP	OXY	SALT	SIG-T
.00	5.300	6.680	32.020	25.260
2.00	5.400	*****	32.020	25.269
4.00	5.300	6.680	32.030	25.268
6.00	5.300	*****	32.040	25.296
8.00	5.200	6.631	32.080	25.339
10.00	5.200	*****	32.120	25.371
12.00	5.200	6.775	32.160	25.402
14.00	5.200	*****	32.220	25.450
16.00	5.200	6.704	32.280	25.497
18.00	5.200	*****	32.440	25.624
20.00	5.300	6.655	32.530	25.684
25.00	5.300	6.549	32.750	25.858
30.00	5.400	6.465	32.900	25.965
34.00	5.400	6.472	32.920	25.981

STA: 5 POS: ( 6.6666, 99.9999) DATE: 88. 4.21 TIME (GMT): 14:25 DEPTH: 45.  
 S. av Ylvesoy, Dels,Delt,Delo: .000, .00, .00,salitem

MEANFR	TEMP	OXY	SALT	SIG-T
.00	5.300	6.958	32.000	25.264
2.00	5.400	*****	32.000	25.253
4.00	5.200	6.775	32.050	25.315
8.00	5.200	6.972	32.120	25.371
12.00	5.100	6.648	32.170	25.421
16.00	5.100	6.704	32.180	25.429
20.00	5.100	6.641	32.220	25.461
25.00	5.100	6.641	32.240	25.477
30.00	5.100	6.641	32.270	25.501
35.00	5.100	6.676	32.310	25.532
40.00	5.100	6.648	32.310	25.532
45.00	5.100	6.620	32.340	25.556
50.00	5.100	6.620	32.360	25.572

STA: 6 POS: ( 6.6666, 99.9999) DATE: 88. 4.21 TIME (GMT): 14:45 DEPTH: 50.  
 KlubLosen Dels,Delt,Delo: .000, .00, .00,salitem

MEANFR	TEMP	OXY	SALT	SIG-T
.00	5.300	*****	32.020	25.260
2.00	5.400	*****	32.030	25.277
4.00	5.300	*****	32.030	25.288
8.00	5.200	*****	32.120	25.371
12.00	5.200	*****	32.180	25.418
16.00	5.100	*****	32.240	25.477
20.00	5.200	*****	32.300	25.513
25.00	5.100	*****	32.380	25.588
30.00	5.100	*****	32.440	25.635
35.00	5.100	*****	32.440	25.635
40.00	5.100	*****	32.460	25.651
50.00	5.100	*****	32.620	25.778

STA: 1 POS: ( 6.6666, 99.9999) DATE: 08. 3.29 TIME (GMT): 14:40 DEPTH: 45.  
 S1 Klubbosen, aust for Furehl. Dels,Delt,Delo: .000, .00, .00,salitem

MEANPR	TEMP	OXY	SALT	SIG-T
.00	4.800	*****	32.180	25.462
2.00	4.800	*****	32.190	25.470
4.00	4.800	*****	32.190	25.470
6.00	4.800	*****	32.200	25.478
8.00	4.800	*****	32.200	25.478
10.00	4.800	*****	32.200	25.478
12.00	4.800	*****	32.200	25.478
16.00	4.700	*****	32.200	25.488
20.00	4.700	*****	32.230	25.512
25.00	4.700	*****	32.230	25.512
30.00	4.800	*****	32.230	25.501
35.00	4.800	*****	32.260	25.525
40.00	4.800	*****	32.270	25.533

STA: 2 POS: ( 6.6666, 99.9999) DATE: 08. 3.29 TIME (GMT): 15:40 DEPTH: 31.  
 S2, Vikasundet Dels,Delt,Delo: .000, .00, .00,salitem

MEANPR	TEMP	OXY	SALT	SIG-T
.00	4.700	*****	32.220	25.504
2.00	4.700	7.465	32.230	25.512
4.00	4.700	*****	32.240	25.520
6.00	4.700	7.359	32.240	25.520
8.00	4.700	*****	32.250	25.528
10.00	4.800	*****	32.260	25.525
12.00	4.800	7.324	32.260	25.525
16.00	4.800	7.254	32.270	25.533
20.00	4.800	7.183	32.290	25.549
25.00	4.800	7.042	32.350	25.597
30.00	4.800	*****	32.390	25.628
35.00	4.800	*****	32.390	25.628

STA: 3 POS: ( 6.6666, 99.9999) DATE: 08. 4.21 TIME (GMT): 13:15 DEPTH: 90.  
 Sorosen Dels,Delt,Delo: .000, .00, .00,salitem

MEANPR	TEMP	OXY	SALT	SIG-T
.00	5.400	*****	31.800	25.095
2.00	5.400	*****	31.970	25.229
4.00	5.300	*****	31.970	25.241
6.00	5.300	*****	32.090	25.304
8.00	5.300	*****	32.120	25.359
10.00	5.200	*****	32.210	25.442
12.00	5.200	*****	32.270	25.489
14.00	5.200	*****	32.320	25.529
16.00	5.300	*****	32.440	25.613
18.00	5.300	*****	32.550	25.700
20.00	5.300	*****	32.720	25.834
25.00	5.400	*****	32.900	25.965
30.00	5.500	*****	33.070	26.088
35.00	5.500	*****	33.180	26.175
40.00	5.500	*****	33.280	26.227
45.00	5.700	*****	33.380	26.309
50.00	5.700	*****	33.450	26.365
55.00	5.900	*****	33.620	26.475
60.00	6.100	*****	33.850	26.632
65.00	6.300	*****	34.120	26.819
70.00	6.500	*****	34.370	26.990