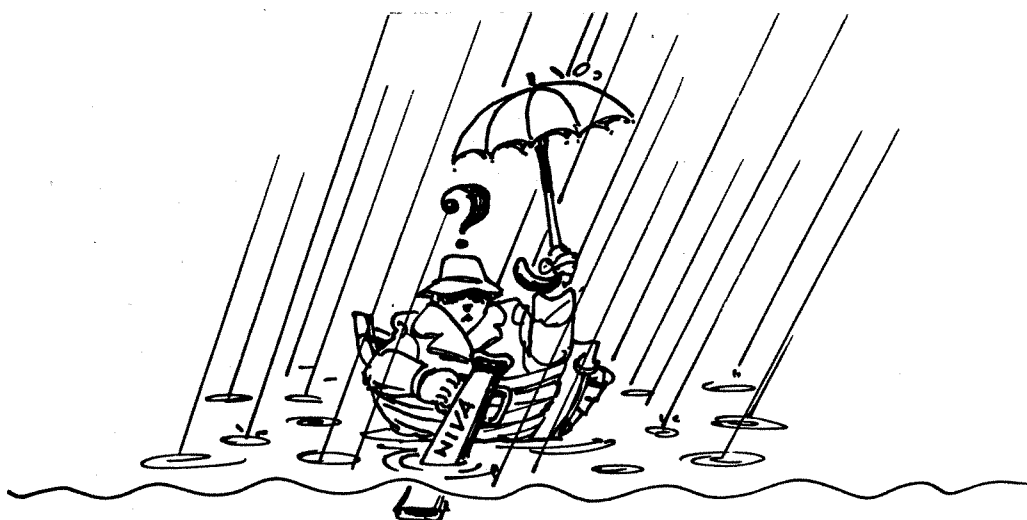
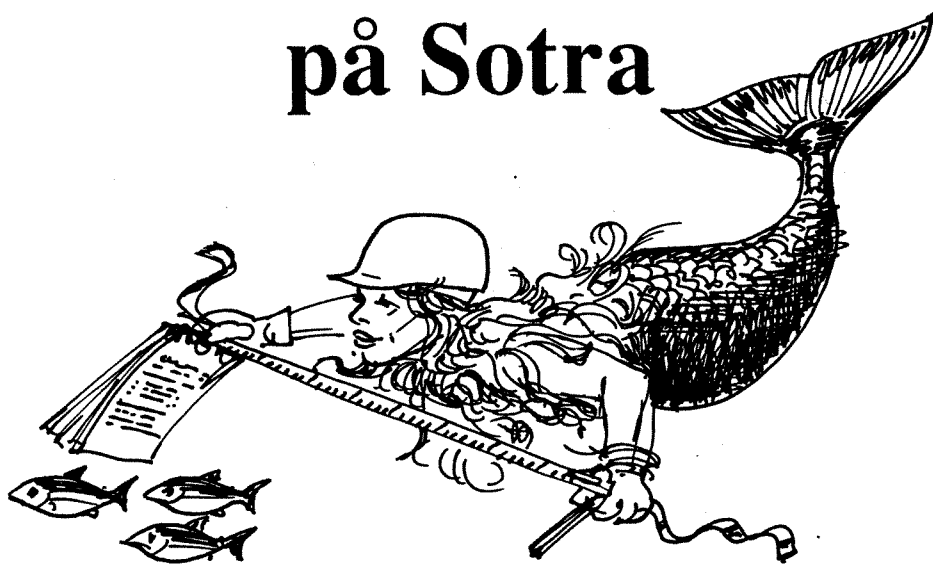



O-87055



Kapasitet for fiskeoppdrett i Skogsvågen og i fjord- området kring Toftarøy på Sotra



Norsk institutt for vannforskning  NIVA
Vestlandsavdelingen

Sund kommune

Fjell kommune

NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor
Postboks 33, Blindern
0313 Oslo 3
Telefon (02) 23 52 80
Telefax (02) 39 41 29

Sørlandsavdelingen
Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033
Telefax (041) 42 709

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen
Breiviken 5
5035 Bergen - Sandviken
Telefon (05) 95 17 00
Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr.: O-87055
Undernummer:
Løpenummer: 2072
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Kapasitet for fiskeoppdrett i Skogsvågen og i fjordområdet kring Toftarøy på Sotra.	Dato: 4/1-88
	Prosjektnummer: O-87055
Forfatter (e): Vilhelm Bjercknes Lars G. Golmen Are Pedersen Knut Sørgaard	Faggruppe: AKVAKULTUR
	Geografisk område: HORDALAND
	Antall sider (inkl. bilag): 122

Oppdragsgiver: Sund Kommune/Fjell Kommune	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt: Denne vurderinga av kapasitet for oppdrett i fjordområda kring Toftarøy i Sund og Skogsvågen i Sund og Fjell kommunar er basert på data om hydrografi, vasskvalitet og vassutskifting, algesamfunna i strandsona og om sedimentkvaliteten i fjordbassenga. Ved å nytta eksisterande kunnskap om belastning frå fiskeoppdrett i merder i sjøen er det gjort berekningar av kva desse fjordområda kan tola av belastning frå fiskeoppdrett utan at dette fører til varige skader for miljøet. Rapporten konkluderar med at framtidig utbygging for fiskeoppdrett bør knyttast til området på vestsida av Toftarøy, i Austefjorden sør for Steinsland og i ytre deler av Skogsvågen. I drøftinga av storleiken på den potensielle oppdrettsaktiviteten er det og teke omsyn til anleggsstorleik og minsteavstand mellom naboanlegg, sett i samanheng med resipientkapasiteten.

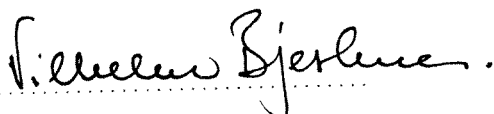
4 emneord, norske:

1. Resipientkapasitet
2. Utslepp
3. Belastning
4. Fiskeoppdrett

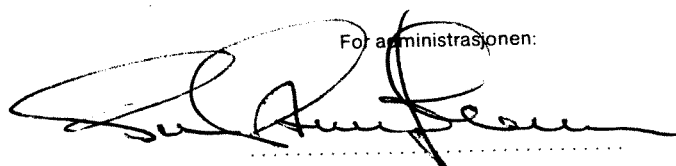
4 emneord, engelske:

1. Loading capacity
2. Discharge
3. Organic loading
4. Fishfarming

Prosjektleder:



For administrasjonen:



ISBN - 82-577-1337-6



O - 87055

**Kapasitet for fiskeoppdrett i
Skogsvågen og i fjordområdet
kring Toftarøy på Sotra.**

Bergen 4. januar 1988

Sakshandsamar: Vilhelm Bjerknes

INNHALD

FORORD.	1
SAMANDRAG.	4
1. INNLEIING - PROBLEMSTILLING.	11
<u>1.1. Generelt.</u>	11
<u>1.2. Miljøbelastning frå fiskeoppdrett.</u>	12
<u>1.3. Topografien i undersøkingsområdet.</u>	13
1.3.1. Skogsvågen.	13
1.3.2. Austefjorden.	15
2. BELASTNING AV OMRÅDA IDAG.	17
<u>2.1. Utslepp.</u>	17
<u>2.2. Matfiskoppdrett.</u>	20
<u>2.3. Søknader om oppdrettskonsesjonar.</u>	23
3. PRØVETAKING OG FELTMÅLINGSPROGRAM.	26
<u>3.1. Straummålingar.</u>	26
3.1.1. Bearbeiding og presentasjonsmetoder.	27
<u>3.2. Hydrografi.</u>	28
3.2.1. Bearbeiding og presentasjonsmetoder.	29
<u>3.3. Vêrtilhøva i observasjonsperioden.</u>	30
3.3.1. Lufttemperatur.	31
3.3.2. Nedbør.	32
3.3.3. Vind.	32
<u>3.4. Strandsoneundersøking.</u>	34
3.4.1. Bakgrunn for undersøkinga.	34
3.4.2. Material og metodar.	34
3.4.3. Stasjonsnett.	35
<u>3.5. Sediment.</u>	35
3.5.1. Metode.	35
4. VASSKVALITET OG UTSKIFTINGSTILHØVE.	42
<u>4.1. Hydrografi.</u>	42
4.1.1. Austefjord/Toftarøyosen.	42
4.1.2. Skogsvågen.	48
<u>4.2. Siktediup.</u>	50
4.2.1. Austefjorden/Toftarøyosen.	50
4.2.2. Skogsvågen.	51
<u>4.3. Næringssalt m.m.</u>	52
4.3.1. Fosfat og nitrat.	52
4.3.2. Fosfor, nitrogen og TOC.	54
<u>4.4. Oksygen.</u>	57
4.4.1. Generelle tilhøve.	57
4.4.2. Oksygen i djupvatnet.	58
4.4.3. Oksygen i øvre lag.	60

4.5.	<u>Straumtilhøve og hydrografiske korttidsvariasjonar.</u>	60
4.5.1.	Skogsvågen.	61
4.5.2.	Austefjorden.	67
4.6.	<u>Utskiftingstilhøve i relasjon til auka belastning.</u>	76
4.6.1.	Oksygenforbruk i overflatevatnet.	77
4.6.2.	Produksjon av ammonium i overflatevatnet.	79
4.6.3.	Vurdering av eutrofieringseffekter.	81
5.	STRANSONEUNDERSØKJING.	85
5.1.	<u>Beiting.</u>	87
5.2.	<u>Nedslamming.</u>	88
5.3.	<u>Strandsona.</u>	88
5.4.	<u>Skogsvågen.</u>	89
5.5.	<u>Austefjorden.</u>	92
6.	SEDIMENT.	96
6.1.	<u>Resultat. Austefjorden - Toftarøyosen.</u>	96
6.2.	<u>Resultat - Skogsvågen.</u>	101
6.3.	<u>Oksygentilhøva i djupvatnet og sedimentkvalitet.</u>	105
6.4.	<u>Eigna område for marint oppdrett basert på sediment og topografi.</u>	108
7.	VURDERING OG TILRÅDING.	111
7.1.	<u>Austefjorden - Toftarøyosen.</u>	111
7.2.	<u>Skogsvågen.</u>	115
7.3.	<u>Andre betrakningar.</u>	116
	LITTERATUR	117
	VEDLEGG	119

FIGURLISTE

Fig. 1.1.	Stasjoner for strømmåling og hydrografi. Sonegrensene er trekt mellom område som er areal- og volumberekna (sjå tab. 1.1).	14
Fig. 2.1.	Samlekloakkar på over 100 pe, og utslepp frå setjefiskanlegg.	18
Fig. 2.2.a.	Lokalisering av matfiskanlegg for laks og aure fram til hausten 1987.	21
Fig. 2.2.b.	Endra lokalisering f.o.m. hausten 1987. Fylde firkantar - omsøkt hovudlokalitet. Åpne firkantar - omsøkt avlastingslokalitet.	22
Fig. 2.3.	Søknader om konsesjon for oppdrett hausten 1987. Tala på figuren referer seg til tab. 2.1.	25
Fig. 3.1.	Feltprogram, med tidfesting av ulike aktiviteter.	26
Fig. 3.2.	Korreksjon av sondemålingane av salinitet.	30
Fig. 3.3.	Døgnmedeltemperaturer juli-oktober 1987 målt ved Hellingsøy fyr.	31
Fig. 3.4.	Vindobservasjonar ved Hellisøy fyr juli-oktober 1987 (øverst) og ved Toftarøy juli-oktober 1987.	33
Fig. 3.5.	Strandsoneundersøking. Stasjonsnett i Skogsvågen og Austefjorden.	36
Fig. 3.6.	Samanheng mellom glødetap og organisk karbon (TOC) i sedimentet, basert på 35 prøver frå Oldersundet i Bremanger. Frå Bjerknæs m.fl. (1987. s. 102).	40
Fig. 4.1.a.	Tidsutvikling for temperatur og salt i Korsfjorden frå april til oktober 1987.	43
Fig. 4.1.b.	Tidsutvikling for temperatur og salt ved Kausland (St. T1) frå april til oktober 1987.	44
Fig. 4.1.c.	Tidsutvikling for temperatur og salt ved Eide (St. T6) frå april til oktober 1987.	45

- Fig. 4.2.a. Skjematisk lengdesnitt av Austefjorden med vertikalfordeling av salinitet 11. mai 1987. 47
- Fig. 4.2.b. Skjematisk lengdesnitt av Austefjorden med vertikalfordeling av salinitet 13. juli 1987. 47
- Fig. 4.3.a. Tidsutvikling for temperatur og salinitet i Dalavågen (St. S2) frå april til oktober 1987. 48
- Fig. 4.3.b. Tidsutvikling for temperatur og salinitet i Kvalvågen (St. S 3) frå april til oktober 1987. 49
- Fig. 4.4.a. b. Tidsutvikling av siktedjup i Austefjorden og Skogsvågen frå april til oktober 1987. 51
- Fig. 4.5.a. Ortofosfat og b. Nitratverdier i 0 og 4 m på ulike stasjonar i Austefjorden og Skogsvågen. Tal og bokstaver på lengdeaksene refererer seg til stasjonsnumra som er omtala i teksten. 53
- Fig. 4.6.a. Total fosfor og b. Total nitrogen i 0 (○) og 4 m (●) på dei ulike stasjonane i Austefjorden og Skogsvågen. 55
- Fig. 4.6.c. Variasjon i total carbon (TOC) i Austefjorden og Skogsvågen. 56
- Fig. 4.7.a. Tidsutvikling av oksygeninnhald i perioden april-oktober 1987 for alle djup og stasjonar, samt for alle stasjonar i 10 meter, 40-60 meter og djupare enn 60 meter. (□): Austefjord-stasjonar. (*): Skogsvågen. 59
- Fig. 4.7.b. Tidsutvikling for oksygeninnhald i perioden april-oktober på stasjon T1 (60 meter) og stasjon T7 (60 meter). 59
- Fig. 4.8. Karakteristisk årleg oksygensyklus i sjøvatn. Figuren syner kurvar for metningsverdi og oksygeninnhald. Desse kurvene avgrensar et område kalla AOU (Apparent Oxygen utilisation). Grensa for kritiske oksygentilhøve er sett til 2 ml/l, OM indikerer forskjellen mellom lågaste oksygenverdi og 2 ml/l. 61
- Fig. 4.9. Observert straumstyrke, og nord-sør (V) komponent av straumen i 2 meters djup på R5, Kvalvågen. Nederst tidsseriane av temperatur og salinitet. Måleperiode 14/9 - 13/10 1987. 63

- Fig. 4.10. Tidsserier av straumfart, nord-sør (V) og aust-vest (U) komponent av straum, samt temperatur på R5, Kvalvågen i 12 meters djup. 64
- Fig. 4.11. Tidsserie av observert straumfart, aust-vest komponent (U), temperatur og salinitet på R4, Dalavågen, i 2 meters djup. Måleperiode 14/9 - 13/10 1987. 65
- Fig. 4.12. Tidsserie av observert straumfart, aust-vest komponent (U), temperatur og salinitet på R4, Dalavågen, i 30 m djup. Måleperiode 14/9-13/10 1987. 66
- Fig. 4.13. Rigg 1, Kausland i 2 m djup. Tidsserie av straumfart F, samt U og V komponent av straum. Nederst tidsserie av tetthet (X), salinitet (S) og temperatur. 68
- Fig. 4.14. Rigg 1, Kausland, i 22 m djup. Tidsserier av straumfart (F), samt nord-sør komponent (V) av straum. Nederst tidsserie av temperatur og salinitet. 69
- Fig. 4.15. Rigg 2, Porsvika, i 2 m djup. Tidsserier av straumfart (F), samt aust-vest (U) komponent og nord-sør (V) komponent. Nederst tetthet (X), salinitet og temperatur. 71
- Fig. 4.16. Rigg 2, Porsvika, i 22 meters djup. Tidsserie av straumfart (F) og nord-sør komponent av straumen (V). Nederst temperatur og salinitet. 72
- Fig. 4.17. Rigg 3, Austefjorden, i 2 m djup. Tidsserie av straumfart (F), aust-vest (U) og nord-sør (V) komponent av straum. Nederst tidsserier av tetthet (X), salinitet og temperatur. 74
- Fig. 4.18. Rigg 3, Austefjorden, i 22 m djup. Tidsserie av straumfart (F), aust-vest (U) og nord-sør (V) straumkomponent. Nederst tetthet (X), samt salinitet og temperatur. 75

- Fig. 4.19. Organisk belastning frå merder med ein fôrkoefisient for tørrfôr på 1.5.
 A = fiskebestandens utvikling
 B = utfôringsintensitet, dvs. fôrtilskot i kg/100 kg fisk
 C = utfôring uttrykt som bruttobelastning i UOD-termer og som p.e.
 D = nettobelastningen på resipienten i UOD-termer (Karlgren 1981-etter Pedersen 1982) 77
- Fig. 5.1. Ulikheitsanalyse med omsyn til algesamansetnaden mellom stasjonane i Skogsvågen. Første kolonne (t.v.) gjev inndeling i grupper på ulikheitsnivå 0,4. Kolonne 2 gjev stasjonsnummer. For forklaring av diagrammet, sjå tekst. 91
- Fig. 5.2. Ulikheitsanalyse med omsyn til algesamansetnaden mellom stasjonane i Austefjorden. Første kolonne (t.v.) gjev inndeling i grupper på ulikheitsnivå 0,4. Kolonne 2 gjev stasjonsnummer. For forklaring av diagrammet, sjå tekst. 92
- Fig. 5.3. Område i Skogsvågen og Austefjorden med ulik grad av ømtålegheit etter ein skala frå 0-4. Grad av ømtålegheit er på kartet omsett til eignaheit for oppdrett. Graderinga er basert på algesamansetnaden og skildrar overflatevatnet. 95
- Fig. 6.1. Plott av organisk innhald i sedimentet og oksygensinnhald i vassprøve tatt 2-5 m over sedimentflaten. Sedimentprøvene er tatt i juni-87, oksygenprøvene om hausten. 106
- Fig. 6.2. Område med dårlege oksygentilhøve i djupvatnet, og med ca. kva dyp det gjeld for, november -87. 107
- Fig. 6.3. Klassifikasjon av kor eigna området er for oppdrett i sjø, basert på topografi og sediment. Det er ikkje vurdert om deler av området er for eksponert. 109
- Fig. 7.1. Område som vert tilrådd for fiskeoppdrett. 112

TABELLISTE

Tab. 1.1.	Overflateareal, samt totalt vassvolum og volum 0-14 meter i Skogsvågen i tre ulike soner.	15
Tab. 1.2.	Overflateareal, samt samla vassvolum og volum 0-15 meter i Austefjorden og Toftarøyosen.	16
Tab. 2.1.	Søknader om oppdrettskonsesjon.	24
Tab. 3.1.	Oversikt over straummålingane i Austefjorden og Skogsvågen 1987.	26
Tab. 3.2.	Klassifisering av organisk belastning i botnsediment, målt som TOC.	41
Tab. 4.1.	Klassifisering av Austefjorden og Skogsvågen ut frå belastning av næringssalt (sjå teksten).	56
Tab. 4.2.	Gjennomsnittleg og maksimal observert oksygenreduksjon, samt skilnad mellom lågaste observerte oksygenverdi og grensa for kritiske oksygentilhøve (OM) i 10 m djup (jfr. fig. 4.8.).	61
Tab. 4.3.	Teoretisk maks. fisketettleik (kg/m^3) i merder på dei ulike hydrografistasjonane ut frå ant. timar stagnerande vatn (t) og tilgjengeleg oksygen. Stagnerande vatn er definert som straum svakare enn 1 cm/sek.	78
Tab. 4.4.	Teoretisk maks. fisketettleik (kg m^3) i merder på dei ulike hydrografistasjonane ut frå ant. timar stagnerande vatn (t), og ut frå føresetnader gjeve i teksten, med sikte på å halda konsentrasjonen av $\text{NH}_3\text{-N}$ under ei øvre grense på 0.07 mg/l.	81
Tab. 4.5.	Djupvassvolum og observert oksygeninnhald i djupvatnet i oktober for områda avgrensa i fig. 1.1. Nederst estimert årsproduksjon av fisk innafor kvart område ut over dagens produksjon.	84
Tab. 5.1.	Arter og relativ førekomst.	85
Tab. 5.2.	Dominansindeks for algegruppene. 1 = spreidd førekomst, 2 = vanleg førekomst, 3 = dominerande. Sjå tekst for ytterlegare forklaring.	90

Tab. 6.1. Sedimentprøver frå Austefjorden - Toftarøyosen.	97
Tab. 6.2. Total organisk karbon (TOC), nitrogen (N) og vassinnhald i sediment frå Austefjorden - Toftarøyosen.	98
Tab. 6.3. Sedimentprøver frå Skogsvågen.	102
Tab. 6.4. Total organisk karbon (TOC), nitrogen (N) og vassinnhald i sediment frå Skogsvågen.	103

FORORD.

Føremålet med denne granskinga har vore å gje ei tilråding vedr. storleiken av framtidig oppdrettsaktivitet i dei to fjordområda Spildepollen/Austefjorden/Toftarøyosen i Sund kommune og i Skogsvågen i Sund og Fjell kommunar, basert på vurderingar av resipientkapasiteten.

Kommunane sitt ønske om ei slik vurdering har m.a. bakgrunn i dei mange søknadane om oppdrettskonsesjonar i dei to fjordområda. Vurderinga vil og vera nyttig som ein del av grunnlaget for kommunane sitt arealplanarbeid.

Fagleg innhald og program for gjennomføringa av prosjektet vart drøfta i møte mellom Sund kommune og NIVA, Vestlandsavdelingen 10. februar 1987, og stadfesta i Sund kommunestyre 17. mars same år. Kostnadene ved undersøkinga i Skogsvågen er fordelt likt mellom Sund og Fjell kommunar, medan resten av undersøkingane er kosta av Sund kommune.

Sund kommune har stilt ein medarbeider til rådvelde for praktisk arbeid med prosjektet, og har og kosta leige av båt med førar til deler av feltarbeidet.

Feltarbeidet vart gjennomført i perioden april-oktober 1987, og har omfatta følgjande hovudaktivitetar:

- Hydrografi basert på repeterte registreringar og prøvetaking på fastsette stasjonar, herunder prøvetaking for analyse av næringssalt i overflatevatnet.
- Straummålingar basert på sjølregistrerande instrument.
- Sedimentundersøkingar for vurdering av sedimentering av organisk materiale i terskelbasseng.

- Undersøkingar av samansetnaden av macroalger i strandsona for vurdering av vasskvaliteten i overflatevatnet.

I tillegg er det innhenta opplysningar frå kommunane og frå Fylkesmannen i Hordaland om eksisterande utslepp til resipientane, og frå Fiskerirettleiaren i Sund og Fjell om oppdrettsaktivitet og søknadar om oppdrettskonsesjonar i dei aktuelle områda.

Som basis for undersøkingane har NIVA utarbeidd djupnekotekart over undersøkjingsområda på grunnlag av hydrografiske originaler frå Norges Sjøkartverk.

På grunnlag av det innsamla datamaterialet er det gjort analysar og vurderingar av resipientkapasiteten, og foretatt ei inndeling av områda etter kor ømtålige dei ulike delane vil vera for organisk belastning.

I den endelege vurderinga av "oppdrettskapasiteten" har ein teke omsyn til dei rammevilkåra som idag gjeld for storleik av oppdrettsanlegg og for minsteavstand mellom naboanlegg. I dette arbeidet har vi vurdert områda totalt sett utan å ta stode til konkret plassering av einskild anlegg. Konklusjonane i rapporten er utelukkande basert på vurderingar av resipientane sin toleevne for organisk belastning og fisken sine miljøkrav i høve til "sjølføureining" frå oppdrettsanlegga og belastning frå omgjevnadane.

Det er ikkje gjort vurderingar av evt. arealbrukskonfliktar mellom oppdrett og andre bruksinteresser i kystsona. Bortsett frå betraktningar kring kravet om minsteavstand mellom oppdrettsanlegg, er det ikkje gjort vurderingar av fare for utbrot og spreidning av fiskesjukdommar.

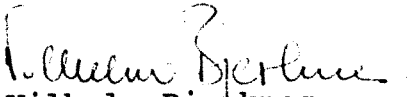
I rapporten har vi konsekvent nytta stadnamna Toftarøyosen og Anskotvågen med referanse til sjøkart nr. 21. Dei namna som nyttast lokalt for desse områda er Toftosen og Angskotvågen (Frode Glesnes, pers. medd.).

Følgjande medarbeidarar har teke del i prosjektet frå NIVA si side (alfabetisk):

Vilhelm Bjerknes	-	prosjektleder
Lars G. Golmen	-	hydrografi/vassutskrifiting
Inger Midttun	-	teksthandsaming/redigering
Olav Nagel-Alne	-	teikning/berekningsarbeid
Are Pedersen	-	strandsoneundersøking
Knut Sørgaard	-	sedimentgransking

Frode Glesnes i Sund kommune har vore kommunane sin kontaktperson. Han har utført mykje av det rutinemessige feltarbeidet, og framskaffa opplysningar vedr. kommunal-tekniske tilhøve. Fiskerirettleder Lars Tveit har framskaffa opplysningar vedr. fiskeoppdrett.

Bergen 4. januar 1988


Vilhelm Bjerknes
Prosjektleder

SAMANDRAG.

Områdeskildring (kap. 1).

Skogsvågen er omlag 3.5 km lang i nord-vestleg retning og ligg på sør-austsida av Sotra på grensa mellom Sund og Fjell kommunar, og med utlaup til Raunefjorden. Indre del av vågen er oppdelt i tre - Kvalvågen, Anskotvågen og Dalavågen, medan sjølve Skogsvågen er oppdelt i eit indre (44 m), eit midtre (56 m) og eit ytre (111 m) basseng. Mellom inste og midtre basseng er det ein terskel på 36 m.

Austefjorden ligg sør i Sund kommune, og er 8.5 km lang i nord-sør retning, og med varierende breidde på mellom omlag 0.2 og 0.6 km. I sør munnar Austefjorden ut i Korsfjorden, medan det er eit sideutlaup omlag midtfjords til Toftarøyosen. Fjorden kan i hovudtrekk delast i ein indre og ein ytre del med skilje i det smalaste og grunnaste området ved Steinsland. Fjorden består av ialt 6 basseng på mellom 47 og 92 m djupne, avgrensa av tersklar på mellom 15 til 56 m djupne.

Resipientbelastning idag (kap. 2).

Indre del av Austefjorden er den viktigaste resipienten for hushaldskloakk i undersøkingsområdet, med tilførsle av ialt 1140 pe. Av lokalt hardt belasta sjøområde peiker Eidespollen og Kvernevika i Austefjorden og Kvalvågen inst i Skogsvågen seg ut.

To setjefiskanlegg har avlaup til undersøkingsområdet, det eine til Kvernevika i indre Austefjorden (100.000 setjefisk), det andre til Trellevik på vestsida av Toftarøy (300.000 setjefisk). Fram til hausten 1987 låg det eit matfiskanlegg for laks/aure ved Døscherholmen vest for Toftarøy og eit nordom Usholmane i Austefjorden. I Skogsvågen låg det inntil same tid 4 matfiskanlegg.

Hausten 1987 flytta eit av anlegga i Skogsvågen til Skjelevika i Austefjorden, medan anlegget ved Døscherholmen er flytta til Skogsvågen, og søkt samlokalisert med to av dei eksisterande anlegga her. Lokalisering for dei sistnemnde anlegga er søkt ved utlaupet av Skogsvågen (ytredel), med noverande lokalisering (midtredel) som avlastingslokalitet. For det tredje gjenverande anlegget i Skogsvågen er det søkt om ny lokalitet ved Molvika (Raunefjorden) utanfor undersøkjingsområdet, med noverande lokalitet ved Anskot i Skogsvågen som avlastingslokalitet.

Anlegget ytst i Austefjorden (Usholmane) har og søkt om avlastingslokaliet utanfor undersøkjingsområdet (Raunefjorden).

I fjordområdet kring Toftarøy føreligg det ialt 11 søknadar om konsesjon for ulike typer oppdrett. Ein av desse gjeld utviding av setjefiskkonsesjon, dei andre gjeld nyetablering av sjøbasert oppdrett. I Skogsvågen føreligg det 6 søknadar om nyetablering av sjøbasert oppdrett, alle på Sund si side av kommunegrensa.

Framgangsmåte (kap. 3).

Hydrografiske tokt vart gjennomført med tidsintervall frå 1/2 til 1/1 måned i perioden april-oktober 1987, og med eit ekstraordinært tokt i november. Programmet vart gjennomført på 7 stasjonar kring Toftarøy og 3 stasjonar i Skogsvågen, og omfatta snitt av temperatur og salinitet, måling av siktedjupne og vassprøvetaking for analyse av oksygen. For sommarmånadene juni-august vart prøvetakinga supplert med prøver frå 0 og 4 m for analyse av nærings-salt. Straummålingar vart gjort med sjølregistrerande instrument i Austefjorden i juli-august og i Skogsvågen i september-oktober. Sedimentprøver vart samla inn i juni, og undersøkjing av macrovegetasjon i strandsonen vart gjennomført i byrjinga av september.

I tillegg til ovannemnte er det innhenta data om vertilhøve (vind, lufttemperatur og nedbør) i observasjonsperioden frå faste verstasjonar. Utsleppsdata og opplysningar om akvakulturverksemd er innhenta frå Sund og Fjell kommunar, Fylkesmannen i Hordaland og Fiskerirettleiaren i Sund og Fjell.

Resultat - hydrografi (kap. 4).

Resultata av hydrografiprogrammet viser ei stettande dypvassutskifting i dei ytste bassenga i Austefjorden (sør for Steinsland), medan det lengre inne vart registrert "vintervatn" under terskeldjupa fram til august.

Både i Austefjorden og Skogsvågen vart det registrert ei markert utskifting i august/september, noko som må skuldast storstilt modifikasjon av øvre vassmasser på kysten i dette tidsrommet.

I Skogsvågen skjedde det ei tilsynelatande vassutskifting gjennom heile vassøyla i april/mai, med seinare stagnasjon fram mot august/september. Kvalvågen er prega av lokal oppvarming og stagnasjon.

Siktedjupsverdiene viser omlag same tidsutvikling i begge fjordområda med minkande siktedjupne utover våren og sommaren, og deretter eit markert maksimum i samband med vassutskiftinga i august/september. Generelt var siktedjupsverdiene noko lågare i Skogsvågen enn i Austefjorden/Toftarøyosen.

Ved å samanhalda siktedjupsverdiar med verdiene for næringssalt (fosfor, nitrogen og organisk karbon) i overflatevatnet, framtrer Skogsvågen som eit generelt sett sterkare belasta område enn Austefjorden. Samanlikna med resultat frå andre norske fjordområde kan Austefjorden ut frå våre analysar karakteriserast som ein lite - til

moderat påverka fjord, og Skogsvågen som ein moderat - til betydeleg påverka fjord, etter ein tredelt skala frå lite, moderat til betydeleg påverknad.

Stram tidsramme for prosjektet har hindra ei oppfølging av oksygenutviklinga i djupvatnet utover hausten. I bassenga i Austefjorden var oksygenverdiane synkande fram til midten av november, då den lågaste verdien vart registrert til 2.65 ml/l (40% metning) i 80-90 m djupne. Gjennomsnittleg oksygenreduksjon i djupvatnet i indre deler av Austefjorden låg hausten 1987 på 0.02 ml/l x dag, og våren 1987 på 0.03 ml/l x dag.

I Skogsvågen var desse tilhøva meir skiftande, med lågaste målte verdi 5.2 ml/l (76% metning) 14. juli.

I overflatevatnet synte oksygeninnhaldet ein generelt synkande tendens gjennom heile måleperioden frå april til oktober. Generelt låg oksygenreduksjonen gjennom heile måleperioden på mellom 1.0 og 1.5 ml/l for 100% metta sjøvatn.

Resultat - straummålingar (kap. 4).

Straum vart målt over ein periode på ca. 1 måned i ulike deler av Skogsvågen og Austefjorden. Riggjar med sjølvregistrerande instrument vart utsett på utvalde stasjonar (fortrinnsvis på tersklar) i dei to områda med eit instrument i 2 m djup og eit like over terskeldjupna.

Typisk straumfart inn og ut av Kvalvågen (Skogsvåg) vart registrert til 4 cm/sek i 2 m og 0-2 cm/sek ved botnen (12 m). Største observerte straumfart på 2 m var 18 cm/sek.

Ved innlaupet til Dalavågen (Skogsvåg) var typisk straumfart i 2 m djup 4 cm/sek. og største straumfart 11 cm/sek. Lengste (tilnærma) stillestående periode var på omlag 10 timar. Medelstraum på 30 m djup var kring 1.5 cm/sek.,

registrert maksimalstraum var 11 cm/sek. Periodane med svak eller ingen straum på 30 m djup var korte.

Ved Porsvika var tidevasssignala markerte i 2 m djup, med ein typisk straumfart på 12 cm/sek. og maksimalfart opp mot 50 cm/sek. (1 knop), og berre kortvarige stillestående periodar. Også i 22 m djup var det markant straum med tydelege tidevassignal. Typisk straumfart var 7 cm/sek. Periodane med stillestående vatn var korte (ca. 2 timar).

Sør i Austefjorden var typisk registrert straumfart i 2 m djup 6-7 cm/sek., og største observerte fart var 30 cm/sek. Periodane med stillestående vatn var korte (ca. 5 timar). I 22 m djup var medelstraumen 3-4 cm/sek. og høgste straumfart 30 cm/sek.

Betraktningar kring "oppdrettskapasiteten" i dei ulike delane av dei to fjordområda er gjort på bakgrunn av oksygen - og vassutskiftingsregistreringar i overflate -og djupvatn. Ved å samanlikna desse verdiane med belastningsverdiar (oksygenforbruk) ved føring av fisk, er det gjort ei vurdering av toleevna for belastning frå fiskeoppdrett for nærare spesifiserte deler av fjordområda. Dei mest ømtålege områda ligg nord for Steinsland i Austefjorden og i Kvalvågen og områda innanfor Barholmen i Skogsvågen.

Resultat - strandsoneundersøking (kap. 5).

I strandsona har ein undersøkt samansetnad og mengdeforhold mellom ulike artar av fastsittande alger på ialt 20 stasjonar. Resultata av desse undersøkingane gjev ei avspegling av vasskvaliteten i overflatelaget ved dei ulike stasjonane med omsyn til belastning av næringssalt, og gjev grunnlag for ei inndeling av områda etter ømtålegheit for auka belastning. Ut frå dette er det gjort ei inndeling av fjordområda etter ein 5-delt skala frå "ikkje eigna" til "sørs godt eigna" område for fiskeoppdrett. Denne inndelinga samsvarer svært godt med resultata frå hydro-

grafi- og vassutskiftingsundersøkingane.

Resultat - sedimentundersøking (kap. 6).

I fjordområdet kring Toftarøy er det teke ialt 25 sedimentprøvar, herav 6 på terskler og 19 i dei djupaste delene av terskelbassenga. 14 av prøvane er undersøkte for totalt organisk karbon. Sedimentkvaliteten gjenspeglar i hovudtrekka dei topografiske tilhøva, med aukande organisk innhald i bassenga frå fjordmunningane og innover mot fjordbotnane. I Austefjorden danner terskelen på 15 m djup ved Steinsland ein grense mellom område med høgt (>60 mg/g) og lågare (< 60 mg/g) organisk karbon i djupvassedimenta. I Skogsvågen er det berre i Kvalvågen at ein har registrert sediment med høgare organisk innhald enn 60 mg/g.

Graderinga av organisk innhald i bassengsedimenta er nytta som eit medel for å vurdere ømtålegheiten for auka organisk tilførsle til sedimenta frå fiskeoppdrett. Det er godt samsvar mellom område med høgt organisk innhald i sedimenta og lågt oksygeninnhald i djupvatnet. Likeeins er det påfallande godt samsvar mellom resultatata av hydrografi- og strauummålingsundersøkingane, strandsonundersøkingane og sedimentundersøkingane når det gjeld vurdering av ømtålege og mindre ømtålege område.

Vurdering - tilråding (kap. 7).

Vurdert ut frå resipienttilhøva vert Austefjorden sør for Steinsland tilrådd for utbygging av fiskeoppdrett. Bedømt ut frå kravet om minst 1 km avstand mellom naboanlegg, vil det vera rom for 2-3 matfiskanlegg i tillegg til dei to som ligg i området idag. Ei slik auke av belastninga vert rekna som forsvarleg ut frå bedøminga av resipientkapasiteten.

I Toftarøyosen vil det ut frå samme betrakningsmåte vera rom for 4-5 nye anlegg frå Døscherholmen til Viksøy. Ut frå djupnetilhøva vil den beste lokaliseringa vera austsida av fjorden.

I Skogsvågen synest det midtre området mellom Barholmen og Skaganeset å vera godt eigna for oppdrett. Med 1 km som minsteavstand mellom naboanlegg, synast denne delen av Skogsvågen i prinsippet å vera fullt belagt ut frå dagens oppdrettsaktivitet, med ialt 3 (4) matfiskanlegg for laks og aure. Området aust for Skaganeset er bedømt som særst godt eigna. Dersom søknaden om samdrift mellom 3 matfiskanlegg i dette området blir innvilga, vil spørsmålet om minsteavstand til naboanlegg blir ei vurderingssak, alt etter om ein betraktar dei tre samdrevne anlegga som ei eining eller som tre skilde anlegg.

Dei indre områda av Austefjorden og Skogsvågen vert ikkje tilrådd nytta for aktivitetar som belastar resipientane. Derimot vil det etter måten høge næringssaltinnhaldet i desse meir lukka områda truleg gje grunnlag for ein planteplanktonproduksjon som kan nyttast til t.d. dyrking av skjell i hengande kulturar.

1. INNLEIING - PROBLEMSTILLING.

1.1. Generelt.

Problemstillinga omkring eit sjøområde sin kapasitet for fiskeoppdrett kan angripast frå mange synsstader. Vi har hatt som utgangspunkt å skaffe oss eit oversyn over dagens tilhøve i området. Ut frå dette har vi freista å skilje ut dei mest begrensande naturgjevne faktorane for så å berekne kor stor ekstra belastning frå fiskeoppdrett sjøområdet (resipienten) kan tole før gjevne kritiske grenser blir nådd.

Dei viktigaste naturgjevne rammevilkåra for oppdrett i sjø er:

- Tilstrekkeleg sirkulasjon gjennom anlegga, og tilstrekkeleg utskifting av resipienten totalt sett.
- Tilstrekkelege oksygenverdiar gjennom heile året.
- Ikkje for store (korttids)variasjonar i salinitet og temperatur.
- Ingen perioder med kritisk låg, eller kritisk høg sjøtemperatur (evt. salinitet).
- Tilstrekkeleg vasskvalitet året rundt for fisken, dvs. ikkje overkonsentrasjon av organismar, og suspendert stoff, og liten kjemisk/organisk forureining.
Ingen risiko for spreing av smittsomme sjukdommar og antibiotika mellom anlegg.
- Gode botn- og terskeltilhøve; ingen fare for oksygen-svikt i botnvatnet.
- Ingen problemer med is, bølger og vind.

I denne rapporten vil vi i første omgang vurdere dei undersøkte sjøområda ut frå dei ovannemnde vilkåra, for så til slutt å kommentere desse m.o.t. eksisterande regelverk. Det må understrekast at oppdrett i sjø blir dreve med

tilfredsstillande resultat mange stader utan at alle dei nemnde vilkåra til ei kvar tid er oppfylt. Det kan t.d. treffast tiltak for å begrensa omfang av skader når enkelte faregrenser er i ferd med å bli overskredne. Her kan nemnast flytting av anlegg eller fisk, eller ekstraordinær nedslakting for å unngå massedød. Det kan setjast i verk mekaniske tiltak for å betre vassutskifting eller t.d. auke i vasstemperaturen.

1.2. Miljøbelastning frå fiskeoppdrett.

Eit fiskeoppdrettsanlegg representerer i første rad ei belastning når det gjeld direkte oksygenforbruk i sjøvatnet (BOF, KOF, UOD). Vidare vil sedimentering av fôrrestar, fekaliar m.m. representera ein fare for oksygenvinn i sediment og botnvatn. Oppdrett medfører tilførsle av m.a. NH_4 , NO_3 og PO_4 til vatnet, og nitrogen - fosfor til sedimentet.

Både forureininga i seg sjølv, og miljøeffektane av denne vil variere gjennom året. Vanlegvis reknar ein periodane med høgast sjøtemperatur (størst vekst på fisken) som mest kritisk. Her er faktorar som fisketettleik (kg fisk pr. m^3), samla fiskemengd og aktivitet hos fisken avgjerande for omfanget av eventuelle negative verknader. Storleiken på anlegg i sjøen er i dag avgrensa til 8000 m^3 , men m.a. Norske Fiskeoppdretteres Forening går inn for å auke dette volumet til 12.000 m^3 (Norsk Fiskeoppdrett nr. 12/87).

Belastningseffekten ved fiskeoppdrett i sjø (merdar) berører i første omgang miljøet i og like ved anlegget. Umiddelbart vil det vere fisken sjølv som blir råka av t.d. lokal oksygensvikt (episodeproblematikk). Vedvarande belastning vil føre til effektar på økosystemet rundt anlegget, som igjen kan slå tilbake på fisken. Ved ei samla vurdering angående den kapasiteten eit sjøområde har for oppdrett, må både kortvarige effektar og langtids-effektar betraktast. Langtidseffektane kan føre til

generelt sett dårlegare tilhøve. Dette vil igjen redusere fiskens toleransemargin ved kortvarige belastningsepisodar.

1.3. Topografien i undersøkingsområdet.

1.3.1. Skogsvågen.

Skogsvågen ligg på sør-austsida av Sotra, på grensa mellom Fjell og Sund kommune og har utlaup mot Raunefjorden. Vågen er 3.5 km lang i nordvestleg retning, og har forgreiningar mot nord og sør.

Anskotvågen og Dalevågen (fig. 1.1) er to smale tarmar i vest, med største djup på henholdsvis 6 og 11 m. Utanfor desse opnar Skogsvågen seg med eit indre basseng. Største djup er her 44 m, med eit terskel-djup på 36 m i overgangen mot det midtre bassenget. I dette bassenget møtes alle forgreiningane i Skogsvågen. Største djup her er 56 m, og botnen er temmeleg flat utover mot det ytre bassenget. I overgangen skrånar botnen ned mot største djup 111 m. Dette bassenget har bratte sider og endar i ei trang renne utan terskel mot Raunefjorden, der botnen skrånar vidare nedover mot 200 - 250 m.

Frå det midtre bassenget strekk det seg ein innelukka poll nordover. Det finnes ikkje djupnedata frå denne.

Mot sør ligg det ein større innelukka tarm - Kvalvågen. Terskelen i hovudinnlaupet ligg på 14 m djup, medan største djup i Kvalvågen er 22 m like innanfor terskelen. Kvalvågen er 1.2 km lang, med relativt jamn botn. Djupålen varierer mellom 15 - 20 m.

Ser ein vekk frå Kvalvågen og den nordre pollen har Skogsvågen relativt gode topografiske tilhøve med tanke på vassutskifting. Vågen er skåna for kraftige innsnevringar, og djupålen er utan nemneverdige tersklar.

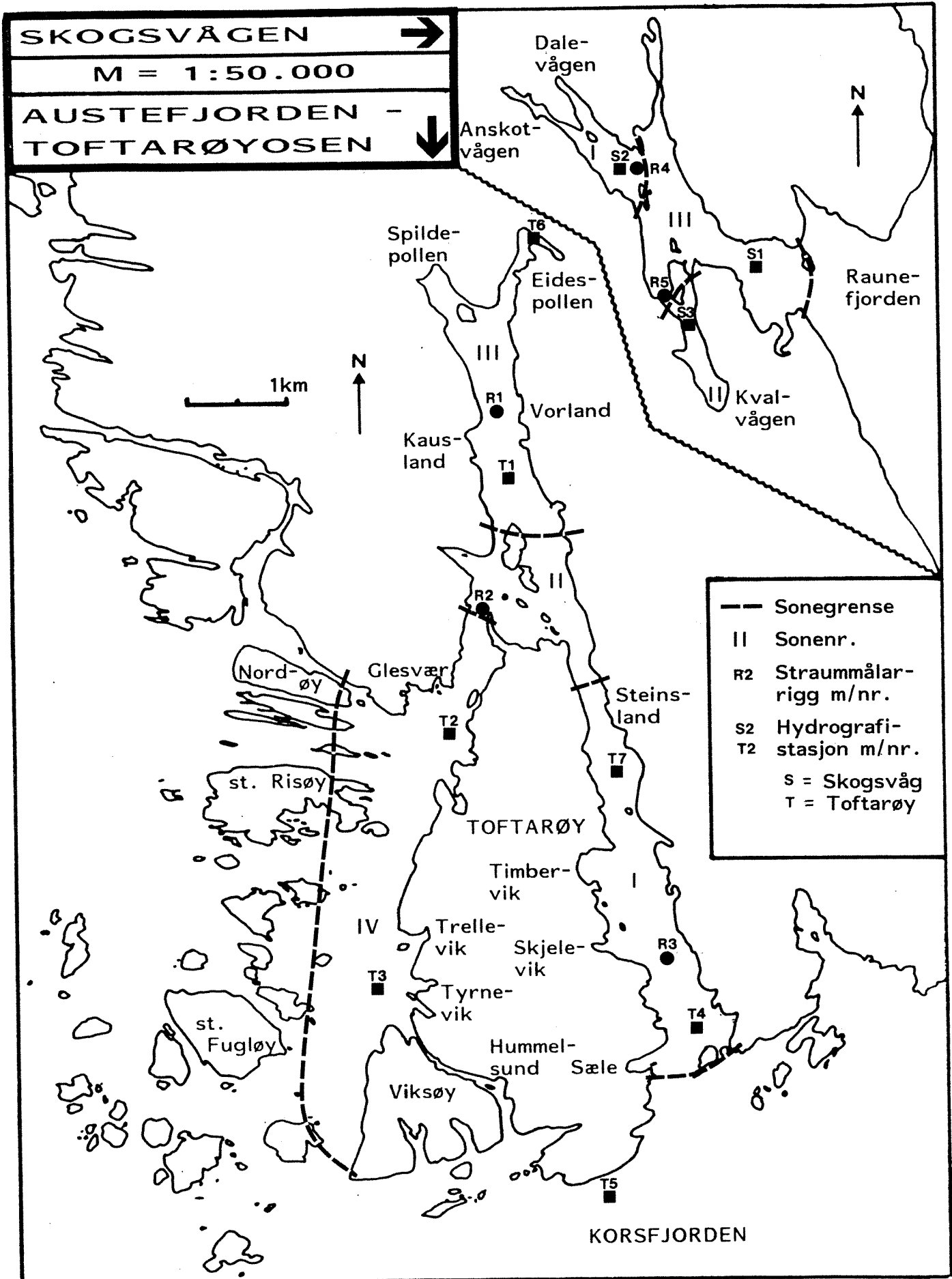


Fig. 1.1. Stasjonar for straummåling og hydrografi. Sonegrensene er trekt mellom område som er areal- og volumberekna (sjå tab. 1.1).

Botntopografien i Skogsvågen og tilstøytande område framgår av djupnekart og botnprofil i vedlegg 1-3.

I figur 1.1 har vi foretatt ei grov inndeling av Skogsvågen i soner. Innafor kvar sone har vi estimert totalt vassvolum, samt volum av øvre vannmasser, som av omsyn til seinare betraktningar om utskiftinga i Kvalvågen, er satt til 14 max. meter (terskeldjupet).

Tab. 1.1. Overflateareal, samt totalt vassvolum og volum 0-14 meter i Skogsvågen i tre ulike soner.

	Sone I	Sone II	Sone III	I+II+III
Overflateareal (km ²)	0.38	0.16	1.25	1.79
Volum 0-14 meter (10 ⁶ m ³)	4.9	1.8	17.7	24.4
Samla volum (10 ⁶ m ³)	7.3	1.9	44.6	53.8

1.3.2. Austefjorden.

Austefjorden ligg sør i Sund kommune og er 8.5 km lang i nordleg retning (fig. 1.1). Breidda varierer stort sett mellom 0.2 - 0.6 km. Fjorden er såleis lang og smal. Hovudutlaupet munnar ut i Korsfjorden, medan det er eit sideutlaup midtfjords mot Toftarøyosen.

Austefjorden kan i hovudtrekk delast i ein indre og ein ytre halvpart, der skiljet går på det trongaste og grunnaste, nokolunde midt i fjorden, ved Steinsland.

Indre del.

Innanfor terskelen ved Steinsland finn ein 3 store og djupe basseng - 75, 80 og 47 m - med relativt små tersklar imellom. Jamfør topografisk kart i vedlegg 1-3. Søre enden av denne indre halvdelan er splitta opp av ein stor og fleire mindre holmar. Sunda imellom knyt Austefjorden saman

med Toftarøyosen. Terskelen mot Toftarøyosen ligg på 15 m djup, det same som terskelen sørover mot ytre halvdel av Austefjorden.

Ytre del.

Ytre halvdel av Austefjorden (sør for Steinsland) er mindre "innesperra" enn indre del, og har ein meir grovforma botntopografi. Ein finn 3 djupe hovudbasseng, med relativt grunne tersklar imellom. Mest markert er det indre bassenget som er 62 m djupt og har eit terskeldjup på 26 m. Det mellomste bassenget er 67 m djupt. Her ligg terskelen på 49 m djup. Så kjem det eit ytre basseng som er heile 92 m djupt. Terskelen i utlaupet ligg på 56 m djup. Utanfor stuper botnen ned mot 650 m i Korsfjorden.

Figur 1.1 syner soneinndelinga for Austefjorden og Toftarøyosen. Sonegrensene er lagt i terskelområde eller i område med innsnevringar (eventuelt ved yttergrensene mot opne sjøområde). Nedanfor har vi tabellert overflateareal, og ulike vassvolum innafor dei 4 ulike sonene. 0-15 meter er valgt som definisjon på øvre vassmassar sidan 15 meter er minste terskeldjup mellom dei ulike sonene (mellom sone I og II).

Tab. 1.2. Overflateareal, samt samla vassvolum og volum 0-15 meter i Austefjorden og Toftarøyosen.

	Sone I	Sone II	Sone III	Sone IV	I+II+ III+IV
Overflateareal (km ²)	2.0	1.0	1.4	5.0	9.4
Volum 0-15 meter (10 ⁶ m ³)	25.6	11.6	17.4	56.3	110.9
Samla volum (10 ⁶ m ³)	60.	20.	40.	130.	250.

2. BELASTNING AV OMRÅDA IDAG.

2.1. Utslepp.

Dei ulike kloakkutsleppa er markert på fig. 2.1.

Til indre Austefjorden (nord for Steinsland) vert det ført ut ialt 1140 pe i form av hushaldskloakk. Det største einskildutsleppet går til Eidespollen via biologisk reinseanlegg, og er på 800 pe. I tillegg er det ført ut ialt 7 kloakkleidningar til dette området, nokre er samlekkloakkar for 35-50 pe. som går via slamavskiljar.

Til ytre Austefjorden (sør for Steinsland) går det ut ialt 310 pe., i hovudsak hushaldskloakk via slamavskiljarar. For brannøvingscenteret på Forland er det gjeve utslepps-løyve for sløkkevatn, med krav om særskilte reinsetiltak. Sløkkevatnet, som vil innehalde olje og sløkkemedel skal passera ein oljeavskiljar og førast ut til minst 25 m djup i Austefjorden.

På Steinsland Kai er det planer om å setja igang slakting, pakking og evt. røyking av laks (Fiskerirettleiaren i Sund og Fjell, pers. medd.). Det er ikke kjent kva mengder det er tale om, eller kva krav som vil bli sett til reinsing av sanitærvatn.

Toftarøyosen (inkl. Barmane) tek imot eit samla utslepp av hushaldskloakk på 690 pe. fordelt på eit stort (400 pe.) og 8 mindre utslepp.

Ved tidl. S/L Hordafisk i Porsvika er det gjeve utslepps-løyve for prosess- og sanitæravlaupsvatn basert på eit råstoffmottak på inntil 5.500 tonn. Av pålagte reinsetiltak inngår silinnretning og feittavskiljar og slamavskiljar. Avlaupsvatnet skal førast ut på min. 25 m djup.

På Døscherholmen driv Sotra Røykeri A/S m.a. slakting og pakking av laks. I 1986 vart det slakta og pakka 400 tonn laks og aure ved bedrifta. Potensiell kapasitet er rekna til 1.000 tonn pr. år. Det er ikkje sett iverk reinsetiltak for prosessvatnet frå bedrifta. Fast slakteavfall vert etter det vi kjenner til, ikkje slept i sjøen.

Avlaupsvatnet frå setjefiskanlegget Kvernafisk A/S (HS 0009) går ureinsa til Kvernavika. Anlegget har konsesjon på 100.000 sjøferdig setjefisk pr. år. Denne er søkt utvida til 300.000. Tyrnevik klekkeri og smolt A/S (HS 0008) har konsesjon på 300.000 sjøferdig setjefisk, og utslepp av avlaupsvatn (ureinsa) til Toftarøyosen på vestsida av Toftarøy.

Skogsvågen.

Kommunegrensa mellom Sund og Fjell følgjer Skogsvågen frå Anskotvågen til Lundaneset som vist i fig. 2.1.

Hushaldskloakk til Skogsvågen frå Sund kommune utgjer ialt 325 pe. Av dette går 75 pe. til Kvalvågen, som i tillegg er resipient for Skogsvatnet og Dommedalsvatnet m/nedslagsfelt. Sund kommune planlegger kommunal kloakksanering via felles røyrleidning frå Skaga til djupt vatn nord for Skottaneset.

På Fjell si side av kommunegrensa er det ingen kommunal kloakkering idag. I kommuneplanen er det teke med eit mindre byggefelt på Tellnes. I samband med utbygging her vil det vera aktuelt med eit kloakkutslepp som og tek med eksisterande busetnad. Ifølgje Fjell kommune vil storleiken på utsleppet bli på kring 200 pe. På noko lengre sikt kan det vera aktuelt med eit tilsvarande utslepp på Haganes.

I Dommedalsvatnet (som drenerer til Kvalvågen) har det til no foregått oppdrett av setjefisk og matfisk i mærer (2.000 m³). Anlegget er ein del av HS 0001. Verksemda i ferskvatn er under avvikling etter pålegg frå Fylkesmannen i Hordaland.

Sund kommune har lagt ut Skaganeset på sørsida av Skogsvågen som industriområde. Til no er Skogsvåg slakte- og pakkeanlegg A/S einaste industrietablering. Anlegget har 1 slakte/pakkeline for laks og aure, og vil slakte 400 tonn oppdrettsfisk i 1987, 1000 tonn i 1988 og 1500 tonn i 1989. Det er gjeve utsleppsløve for ein slaktekapasitet på opp til 1500 tonn pr. år. Bløgge- og skyllevatn skal førast ut på 130 m djup mellom Haganesholmen og Skotaneset.

2.2. Matfiskoppdrett.

Austefjorden - Toftarøyosen.

To matfiskanlegg for laks og aure er lokalisert til ytre Austefjorden. Austefjorden Laks A/S (HS 0010) vart lagt nordom Usholmane i 1984. Lokaliteten er godkjent. Anlegget er mellombels lokalisert noko lenger nord (sjå kart fig. 2.2.). Løve til utviding til 8.000 m³ vart gjeve i februar 1987. Det andre anlegget, Golten Laks (HS 0003) ligg ved Skjelevika, og vart flytta hit frå Kvalvågen (Skogsvåg) hausten 1987.

Austefjorden Laks A/S har søkt om avlastingslokalitet ved Vedaneset (Raunefjorden), utanfor undersøkingsområdet.

Skogsvågen.

Inntil hausten 1987 var 4 matfiskanlegg lokalisert i Skogsvågen, eit ved Ådnavika (HS 0001), eit i Kvalvågen (HS 0003), og to anlegg på Fjell si side av Skogsvågen på vestsida av Haganeset (HS 0002 og HF 0007).

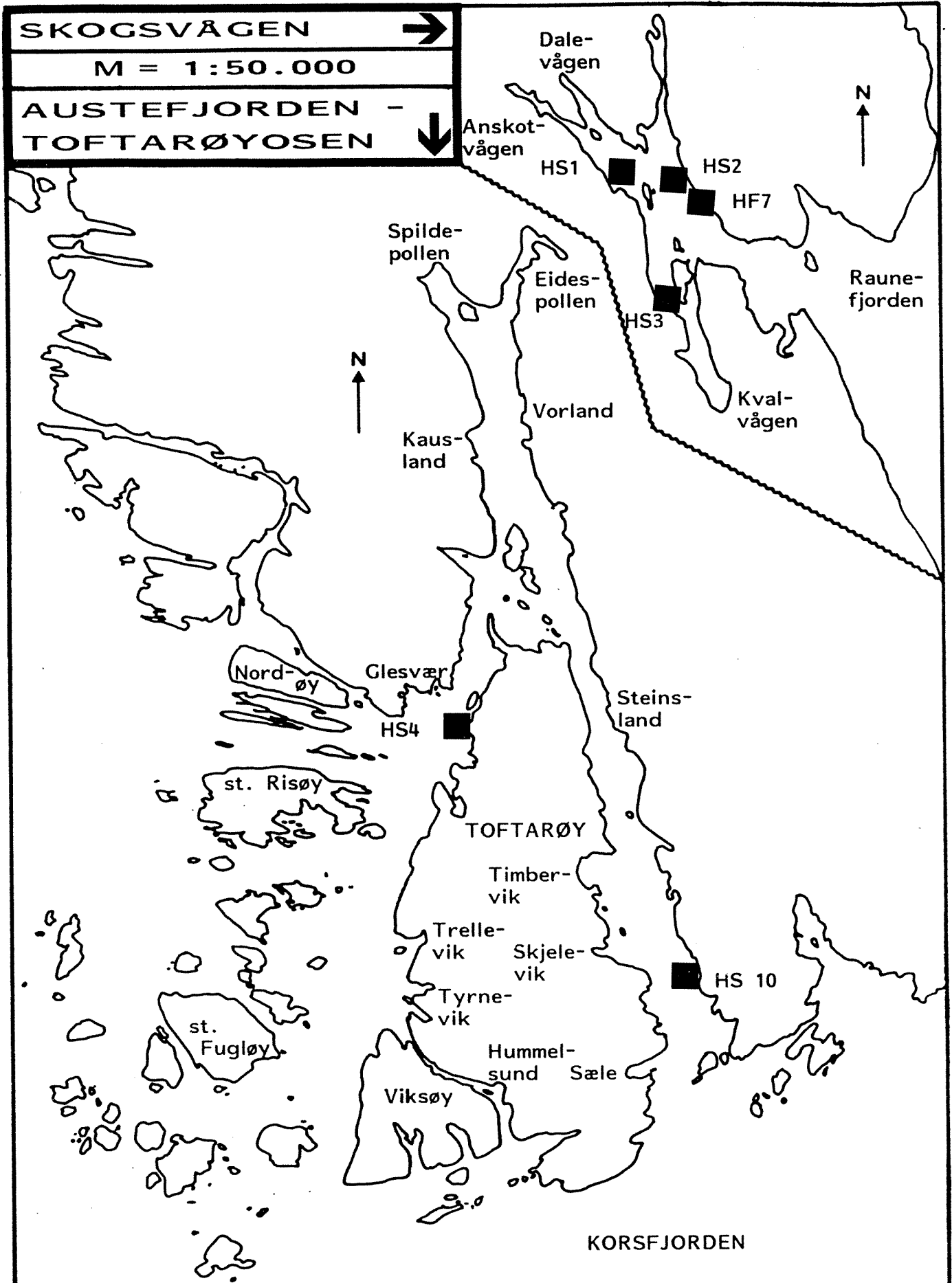
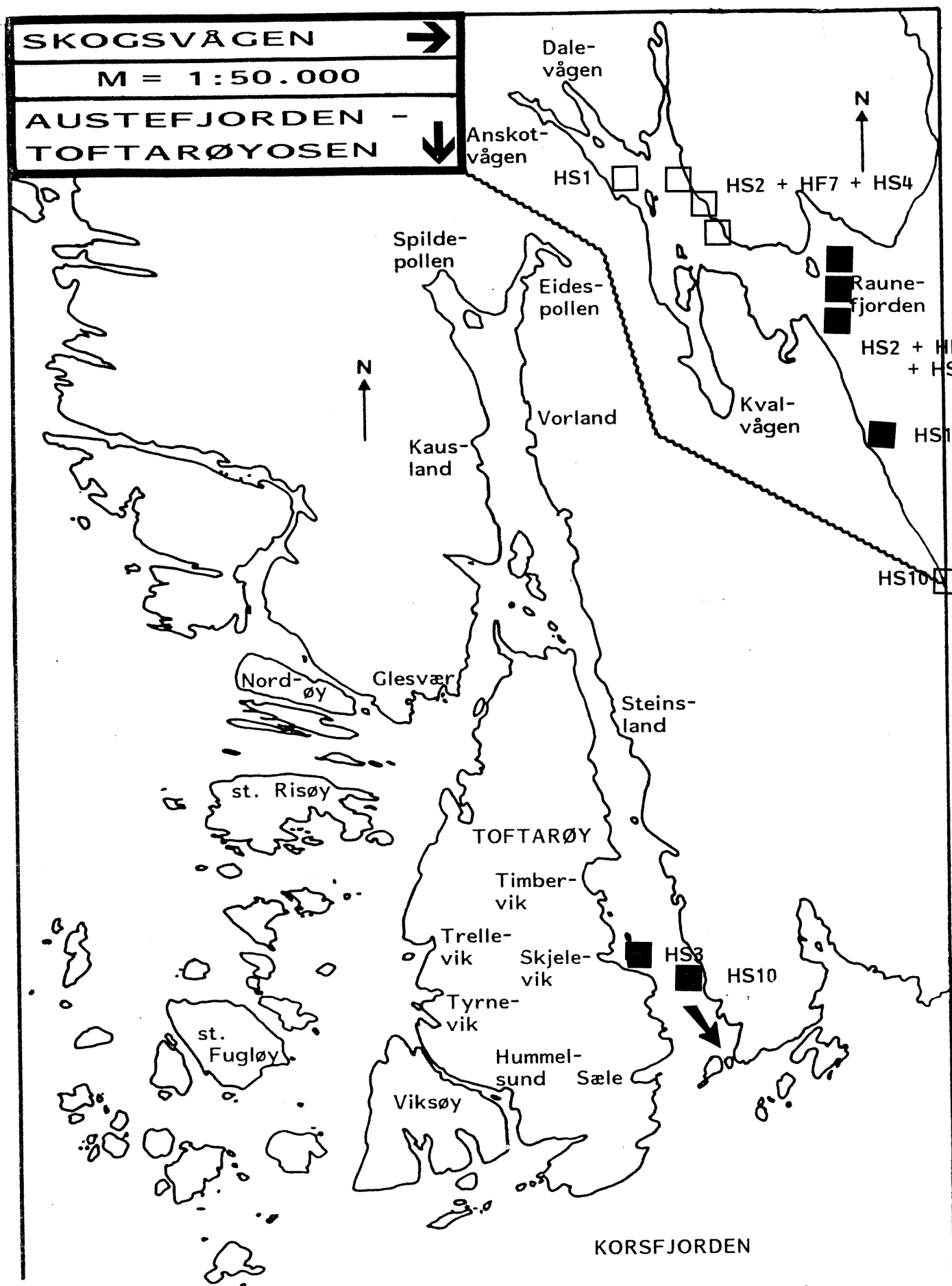


Fig. 2.2.a. Lokalisering av matfiskanlegg for laks og aure fram til hausten 1987.



Anlegget i Kvalvågen vart flytta til Skjelevika i Austefjorden hausten 1987 (sjå ovanfor). Dei to anlegga ved Haganaset er søkt delvis flytta mot munninga av Skogsvågen (sjå kart, fig. 2.2). Her er det søkt om å få oppretta samdrift med HS 0004, som til no har vore lokalisert til Toftarøyosen (sjå ovanfor). Den noverande lokaliteten ved Haganaset vil bli halden ved lag som avlastningslokalitet. Det kan og bli aktuelt å halda skilde årsklasser av fisk på dei to lokalitetane for samtlege tre konsesjonar.

For anlegget ved Ådnavika er det søkt om ny lokalitet ved Molvika sør for Skottaneset mot Raunefjorden, med noverande lokalitet som avlasting.

2.3. Søknader om oppdrettskonsesjonar.

Kartet, fig. 2.3. syner omsøkte lokaliteter for ymse typer oppdrett. Tala på figuren refererer seg til søknadene slik desse er lista opp i tab. 2.1. nedanfor.

Tab. 2.1. Søknader om oppdrettskonsesjon.

Austefjorden - Toftarøyosen.

Søkn.nr.	Arter/type	Storleik
1	Laks/stamfisk	4.000 m ³
2	Laks/klekkeri-settefisk	-
3	Laks/stamfisk	-
4	Marin fisk/klekkeri-settefisk	-
5	Marin fisk	9.000 m ³
6	Kveite	-
7	Laks/settefisk	utv. frå 100 til 300.000 stk.
8	Østers	-
9	Marin fisk	8.000 m ³
10	Torsk/kveite	320 m ³
11	Marin fisk	11.000 m ³

Skogsvågen

1	Torsk	1.000 m ³
2	Kveite	1.000 m ³
3	Laks/stamfisk	2.000 m ³
4	Torsk	8.000 m ³
5	Kveite	1.000 m ³
6	Torsk	5.000 m ³

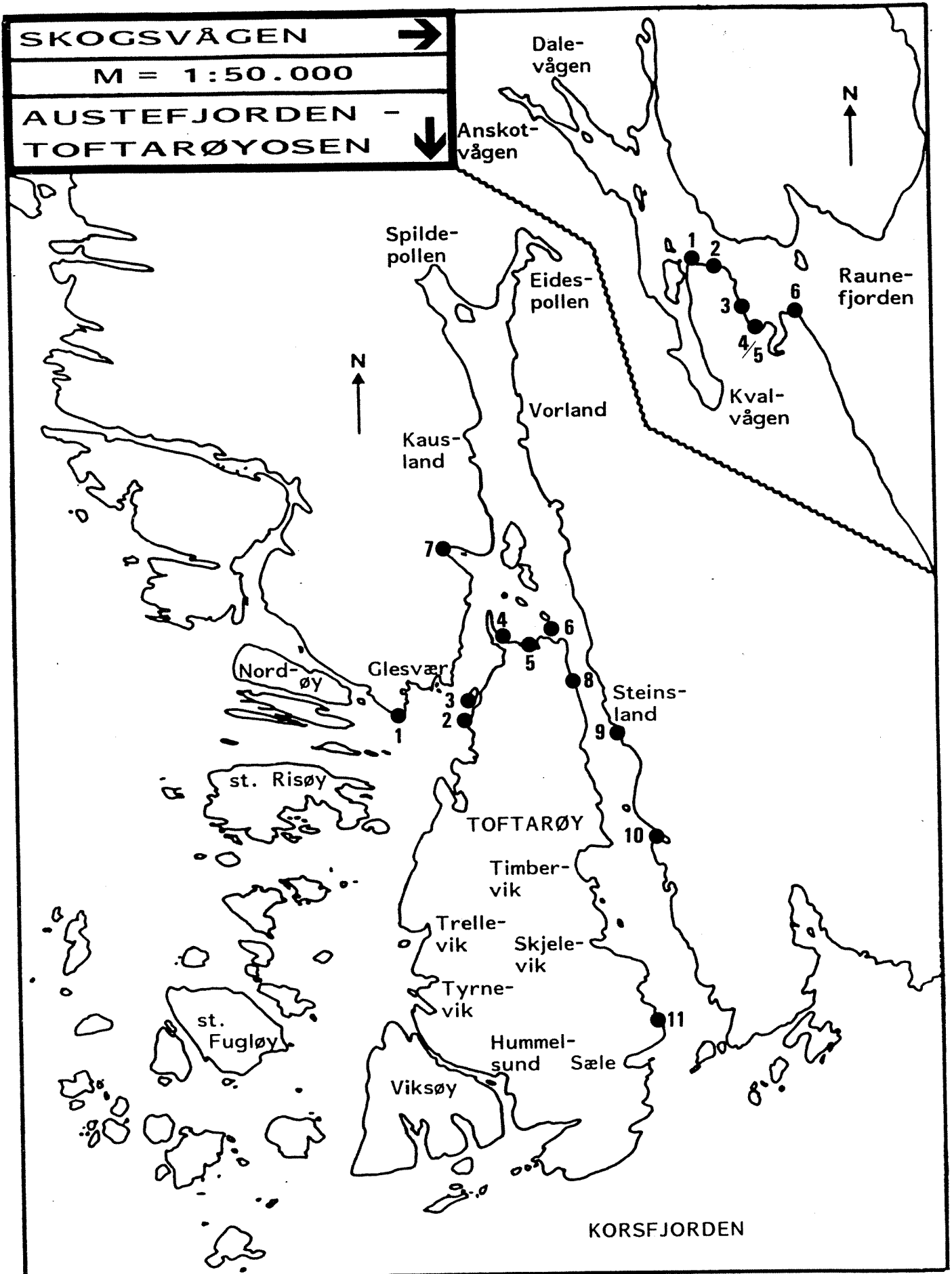


Fig. 2.3. Søknader om konsesjon for oppdrett hausten 1987. Tala på figuren referer seg til tab. 2.1.

3. PRØVETAKING OG FELTMÅLINGSPROGRAM.

Figur 3.1 gjev ein oversikt over tidspunkt for dei ulike feltaktivitetane i Austefjorden-Toftarøyosen og Skogsvågen med Kvalvågen og Dalavågen. Nedanfor omtalar vi straummålingane, og framgangsmåte ved innsamling av hydrografiske data og næringssalt m.m.

Feltaktivitet i Austefjorden / Skogsvågen 1987.

Aktivitet	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
Hydrografi (S, T, O ₂) Siktedjup	x	x	x	x	x	x	x	x	
Prøvetaking næringssalt			x	x	x	x			
Sedimentprøver			x						
Straummåling						
Strandsonebefaring						x			

I : Austefjorden
II : Skogsvågen

Fig. 3.1. Feltprogram, med tidfesting av ulike aktivitetar.

3.1. Straummålingar.

Ved hjelp av fast forankra instrument blei det foretatt måling av straum i Austefjorden og Skogsvågen i perioden juli-oktober 1987. Måleposisjonane er markert i figur 1.1. Tabell 3.1 nedanfor gjev måleperioder og måledjup på dei ulike stadane.

Tab. 3.1. Oversikt over straummålingane i Austefjorden og Skogsvågen 1987.

Stad	Rigg nr.	Måleperiode	Måledjup	Botndjup
Austefjord	R1	22/7 - 25/8	2 og 22 m	32 m
"	R2	- " -	2 og 22 m	28 m
"	R3	- " -	2 og 22 m	49 m
Skogsvåg	R4	14/9 - 13/10	2 og 30 m	36 m
"	R5	- " -	2 og 12 m	14 m

Straummålingane blei foretatt med sjølvregistrerande instrument av typene Aanderaa og Sensordata. Desse instrumenta blei plassert i eit fast djup ved hjelp av ein forankra rigg med overflatebøye. Instrumenta måler retning, (gjennomsnitts)fart, temperatur og konduktivitet i løpet av gjevne tidsintervall. I vårt høve blei desse tidsintervalla (måleintervalla) satt til 10 minutt for Aanderaa målarane, og 16 minutt for Sensordata.

Ved hjelp av desse instrumenta får ein såleis kontinuerlege målingar av dei nemnde parametrane over den totale måleperioden, som i våre høve var rundt ein måned. I Austefjorden ble det målt på standard djupder, h.h.v. i 2 meter og 22 meter, for å ha eit rimeleg grunnlag for å korrelere målingane til kvarandre.

Målarane fungerte stort sett bra. Rigg R3 i Austefjorden blei 12/8 observert å ha flytta seg noko (dradd opp på grunnare vatn). Øverste instrument sin rotor var blokkert av riggtauet. Av måleserien for dette instrumentet framgår det at denne blokkeringsperioden var kortvarig (ca. 20 timar). Imidlertid tyder måleserien på at delvis rotorblokkering også har funne stad i perioden 2/8 - 8/8. Truleg skuldast dette groe på rotoren. Dette er for øvrig eit generelt problem ved strauummåling i øvre vasslag sommars-tida. Full gardering mot at slikt skjer oppnår ein kun ved jamnleg tilsyn med instrumenta.

3.1.1. Bearbeiding og presentasjonsmetoder.

All bearbeiding og primær presentasjon av strauummålingsdata skjer v.h.j.a. datamaskin. Lagring av måledata i instrumenta blir gjort enten på tape eller i spesielle elektroniske lagringseiningar. Etter opptak av instrumenta, blir data på desse lagringsmedia avlest og overført til datamaskin. Dei binære rådata blir kalibrert, og lagra på fil i datamaskinen. Når dette er gjort kan ei rad fram-

stillingsmåtar av det svært komplekse talmaterialet brukast. Den mest brukte framstillingsmåten er reine tidsseriar av måledata. Dersom ein er interessert meir i gjennomsnittlege straumtilhøve, kan ulike midlingsmetoder og filter anvendast på tidsseriane. I tillegg finns det ei rad andre framstillingar og analysemetoder, mellom anna statistiske fordelingar og fluksberekningar. For nærare opplysningar, sjå McClimans (1979) eller Hackett (1983).

3.2. Hydrografi.

Til innsamling av det hydrografiske datamaterialet blei det brukt vannhentar samt saliterm-sonde. Ein lokal observatør stod for denne delen av innsamlingsprogrammet.

I Skogsvågen og dei tilstøytande områda blei det gjort målingar på tre forskjellige stader (stasjonar), S1, S2 og S3, som avmerka i figur 1.1. I Austefjorden/Toftosen blei det gjort hydrografimålingar på 7 stasjonar; T1 - T7 i fig 1.1. På kvar stasjon blei det målt salinitet og temperatur med saliterm frå overflata til botn (unnateke dei aller djupaste stasjonane). Djupdeintervall mellom målingane var 1 meter mellom 0 og 10 meter, 2 meter mellom 10 og 20 meter, og så vidare kvar femte meter nedover.

Figur 3.1 indikerer tidsintervallet mellom målingane, som varierte mellom 2 og 3 veker. I tillegg til saliterm-målingane blei det frå ein del djup på kvar stasjon tatt vassprøver for å bestemme oksygeninnhald. Det blei tatt 4 vassprøver på kvar stasjon, i 4 og 10 meters djup, samt like over botnen, og i 30-50 meters djup. Desse vassprøvene blei konserverte umiddelbart, og seinare analysert (titrering) ved Geofysisk Institutt i Bergen, med Winklers metode. I tillegg til desse oksygenprøvene, ble det på nokre få stasjonar foretatt måling av oksygeninnhald in situ ved hjelp av målesonde av typen YSI. Med denne sonden kan ein raskt få eit bilete av vertikalfordelinga av oksygen. Absoluttverdiane som denne sonden, gir bør

imidlertid kontrollerast m.o.t. oksygenverdiar frå vassprøvene. Frå eit djup (vanlegvis 30-50 meters djup) på kvar stasjon blei det også tatt vassprøve for å få bestemt saliniteten med eit presisjons-instrument, såkalla lab-salinometer ved Geofysisk Institutt i Bergen. Desse saltprøvene tente som kontroll på salitermsonden sine målingar (sjå nedanfor).

I løpet av perioden juni-august (sjå fig. 3.1) blei det også tatt vassprøver i 0 og 4 meters djup på kvar stasjon, for laboratoriebestemming av fosfat, nitrat, total karbon, nitrogen og fosfor. Desse prøvene er analysert ved NIVAs laboratorium i Oslo.

Prøvematerialet fra Skogsvågen består av i alt 33 salitermsonde-stasjonar med tilhøyrande kalibreringsprøver, omlag 80 oksygenprøve-verdiar frå ulike djup, og 24 ulike prøver for kvart av næringssalta nemnt ovanfor.

I Austefjorden/Toftosen er det tatt om lag 80 salitermsonde-stasjonar, rundt 250 oksygenprøver og 56 næringssaltprøver.

3.2.1. Bearbeiding og presentasjonsmetoder.

Alle hydrografiske data er lagra på datamaskin, der dei lett kan hentast fram for analyser og presentasjon. Før den endelege databasen blei etablert, er data kontrollerte, og retta opp der tydelege feil er gjort.

Korrigerings av salinitetsverdiane frå salitermsonde-data krev noko nærmare omtale. I løpet av måleperioden blei det nytta to forskjellige måleinstrument. Begge var i utgangspunktet kontrollerte på NIVAs laboratorium i Oslo, men vassprøver blei tatt i løpet av måleprogrammet for evt. å kunne korrigere for systematiske målefeil. Salitermsverdiane syntte større eller mindre avvik frå vassprøveverdiane i same djup. Avvik kan i prinsippet skrive seg

frå unøyaktigheit i Saliterm og feil ved prøvetaking eller laboratorie-analyse. Vi har valt å bruke same korreksjon på alle salinitetsdata innsamla på same tokt, i staden for å freiste å korrigere individuelle stasjonar. Desse korreksjonane er framstilt i figur 3.2. Kvar korreksjonsverdi i fig. 3.2 er middelerdi for alle stasjonane innafor eit tokt, etter at eventuelle ekstrémverdiar (p.g.a. feil ved prøvetaking e.l.) er eliminert. Sidan målingane i Skogsvågen foregjeikk parallelt med målingane i Austefjorden, er korreksjonsdata frå begge områda med i fig. 3.2.

Figur 3.2 syner korreksjonsverdiar mellom 0.64 og 0.25 i salinitet, m.a.o. salitermsonden synte alltid for høge verdiar i høve til vassprøveverdiane. det er ikkje her høve til nærare feilanalyse. Dei korrigererte salitermobservasjonane meiner vi skulle ha ei absolutt nøyaktigheit på betre enn ± 0.2 , noko som skulle vere tilstrekkeleg med tanke på dei langt større reelle salinitets-variasjonane som skjer.

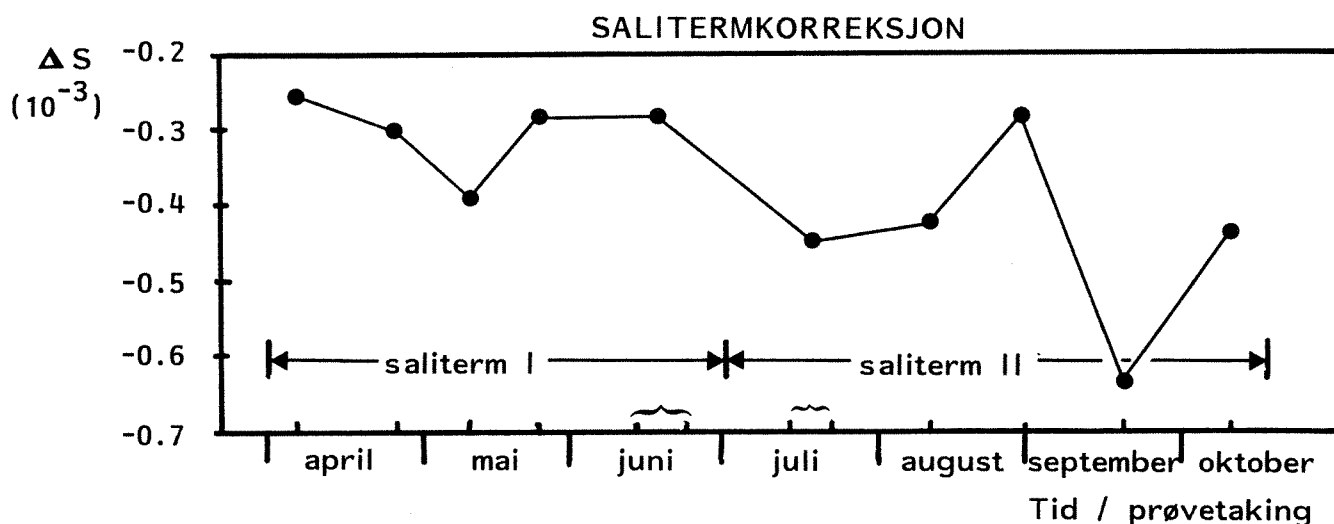


Fig. 3.2. Korreksjon av sondemålingane av salinitet.

3.3. Vêrtilhøva i observasjonsperioden.

I dette kapittelet omtalar vi vêrtilhøva i observasjonsområdet i løpet av perioden juli-oktober 1987, som dekkjer

den mest intensive delen av feltarbeidet. Vi har brukt værdata frå Hellisøy fyr, som ligg noko nordafor vårt observasjonsområde. Disse data skulle vere representative for vêrtilhøva på Sotra. Vi har i tillegg framstilt vindobservasjonar frå Losstasjonen synst på Toftarøy, for å avdekke mulige lokale vindfenomen.

3.3.1. Lufttemperatur.

Figur 3.3 viser døgnettemperaturer for månadane juli-oktober 1987. Perioden 16.-22. juli merkjer seg ut med

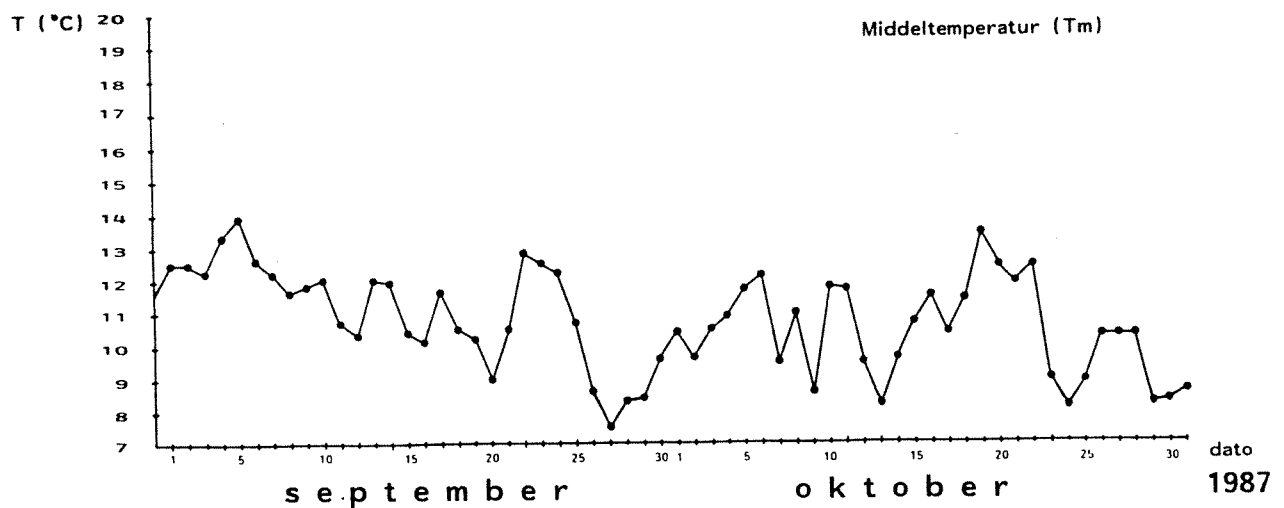
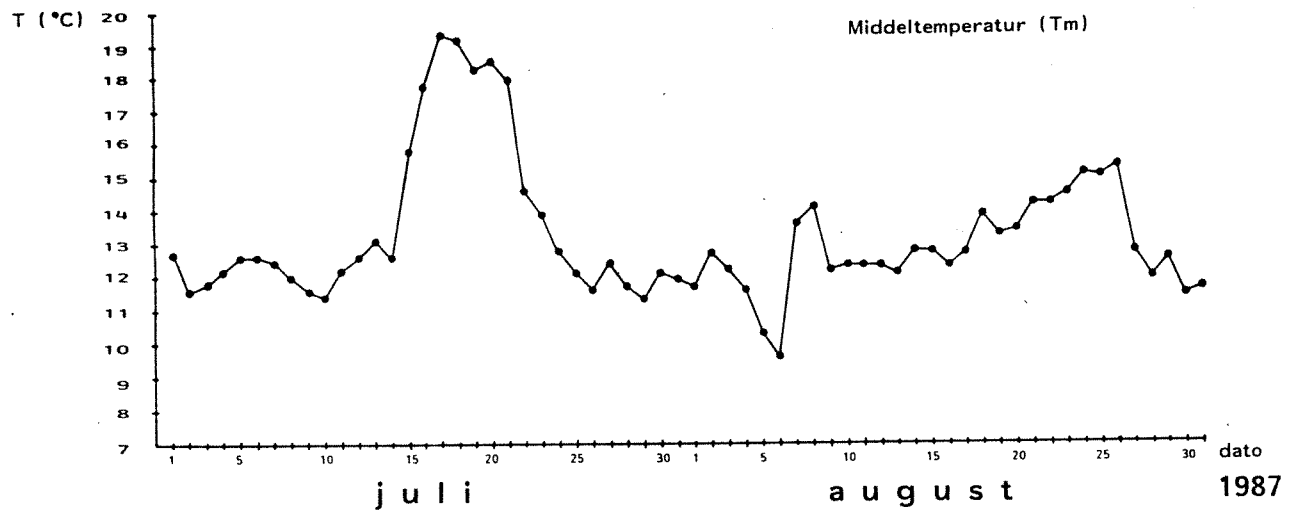


Fig. 3.3. Døgnettemperaturer juli-oktober 1987 målt ved Hellisøy fyr.

høge temperaturar (opp mot 20°C). I høve til månadsnormalen for temperatur låg juli 0,3°C under, august 1,3°C under, september 1,1°C under og oktober 1,5°C over. M.a.o. var sommartemperaturane lågare enn normalt.

3.3.2. Nedbør.

Månadsnedbøren var som følgjer (tala i parantes angir % av normalen): Juli: 49 mm (57%), August: 88 mm (90%), September: 164 mm (124%), Oktober: 140 mm (94%).

Juli var vesentleg turrare enn normalt . Ellers var månadsnedbøren omlag som normalt. Følgjande dagar merkte seg ut med særleg mykje nedbør: 6. juli (17 mm), 21. august (21 mm), 13.. september (28 mm), 18. september (26 mm) og 7. oktober (19 mm).

3.3.3. Vind.

Figur 3.4 syner vindobservasjonar frå Hellisøy i perioden juli-oktober 1987. Av dei fire standard observasjonane for kvart døger, er observasjonen med kraftigast vind representert i figur 3.4. Som venteleg ser ein at vind omkring sørleg og nordleg retning dominerer. Figur 3.4 syner også observert vind på losstasjonen på Toftarøy. (Pil-lengdene svarar her til vindstyrke i Beaufort). Observasjonar frå klokka 12 kvar dag er presentert. Retningsobservasjonane er fordelt i 45 graders intervall (N, N-Ø, Ø etc.).

Generelt sett er det godt samsvar mellom observerte vindtilhøve på Hellisøy og Toftarøy. På Toftarøy synest vinden å ha noko meir tendens til aust-vest avbøying.

Hellisøy-observasjonane syner maksimum av observert vind, og bør for øvrig ha størst nøyaktigheit. Difor vil desse observasjonane bli lagt mest vekt på under dei etterfølgjande vurderingane av vindens effekt på straum og utskiftingstilhøve.

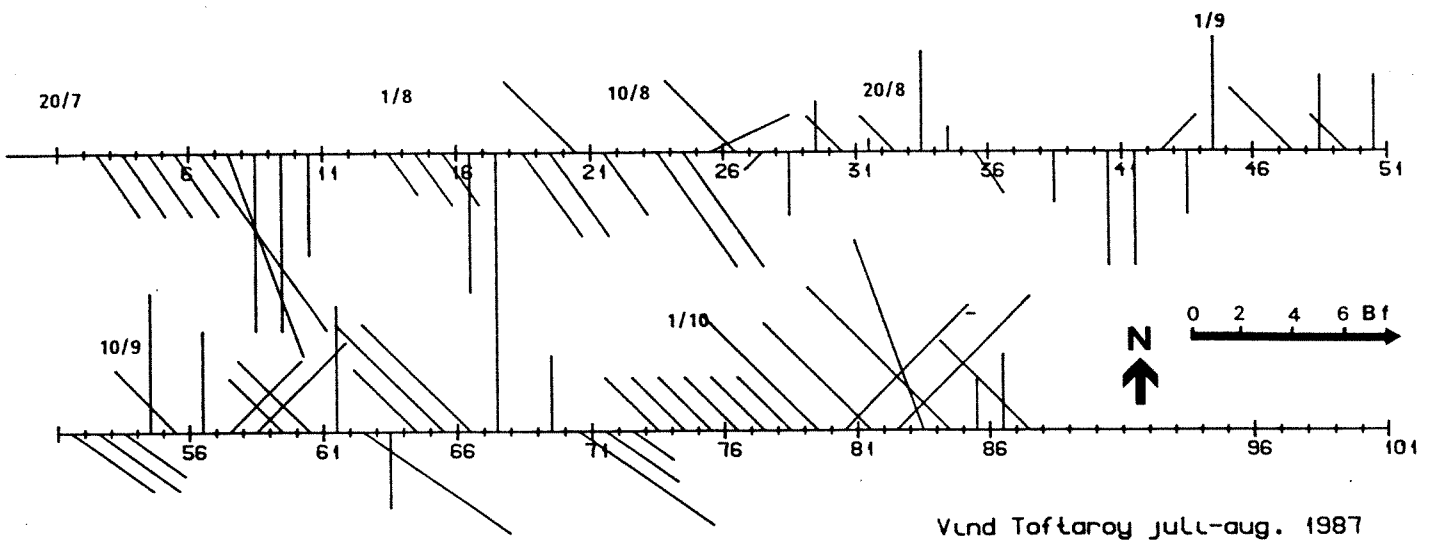
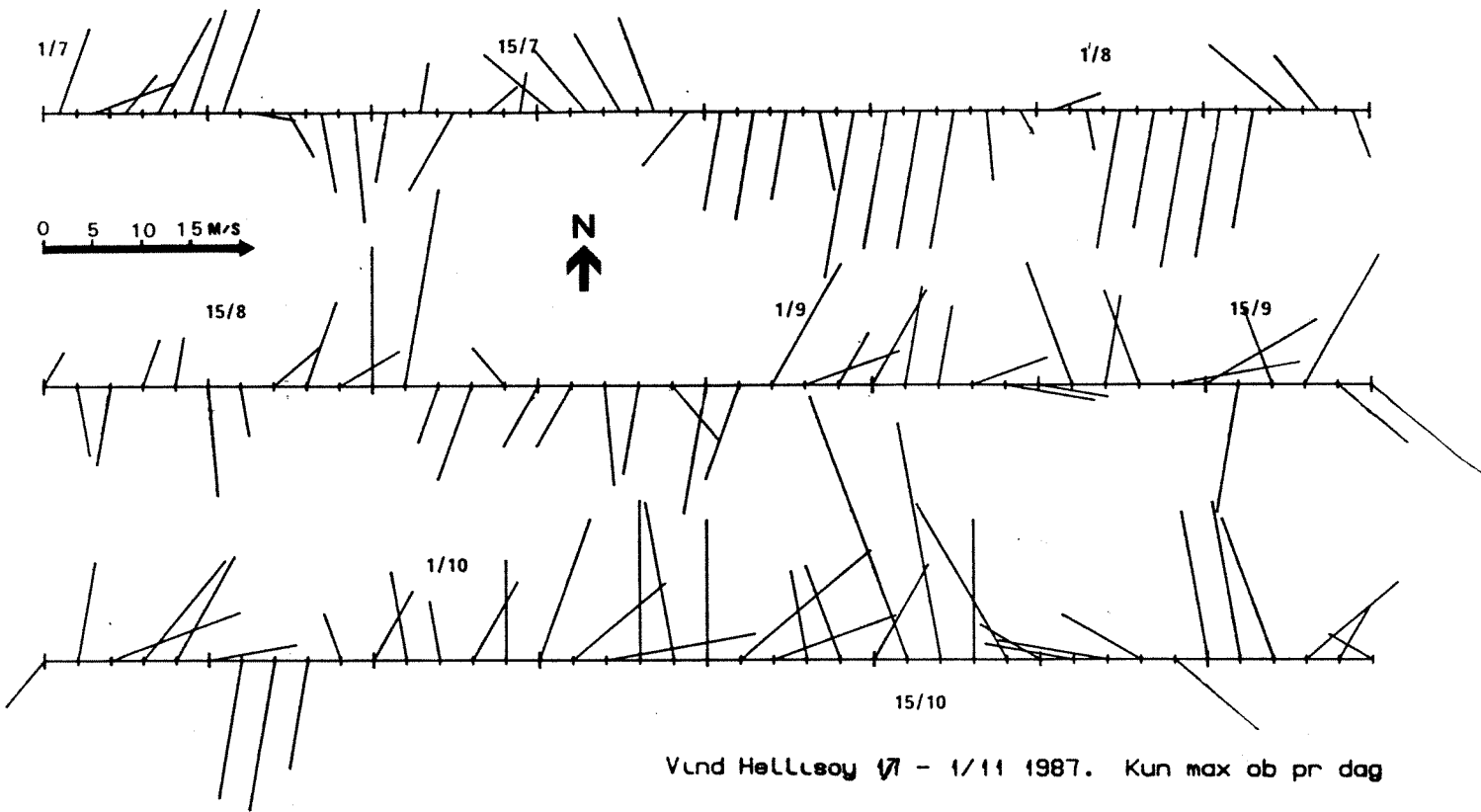


Fig. 3.4. Vindobservasjonar ved Hellisøy fyr juli-oktober 1987 (øverst) og ved Toftarøy juli-oktober 1987.

3.4. Strandsoneundersøking.

Registrering vart gjennomført 2.-3. september 1987, der m.a. nokre av dei sentrale utsleppstadene i Skogsvågen og Austefjorden/Toftarøyosen vart vitja. Hovudvekten vart lagt på stader der det iflg. lokale opplysningar har vore rapportert/påvist effektar frå utsleppa. Vidare vart lokalitetar med eksisterande oppdrettsanlegg oppsøkt. Hovudmålet med synfaringa var å danne eit bilete av belastningsstoda i overflatevatnet i resipientane.

3.4.1. Bakgrunn for undersøkjinga.

Belastningsstoda i resipientane vart belyst gjennom ei analyse av artsamansetnad av algar i fjæresona. Algane lever i dei øvre vasslaga der dei, som einaste organisme-type i havet, er istand til å produsera organisk stoff ved hjelp av sollyset. Til denne produksjonen er algane avhengige av næringsstoffer. Derimot har ulike alger ulike krav til næringssaltkonsentrasjonar i vatnet, og vil derfor reagere på ei større auke i næringssaltkonsentrasjonar (også miljøgifter) i resipientane, ved at enkelte arter vil utkonkurrera andre. Dette medfører eit redusert artsmangfald i fjæresona. Då det til vanleg er dei hurtigveksande grønnalgane som klarer seg best i ein slik næringsrik resipient, kan ein få eit stort innslag av grønnalger (populært kalt grønske) i fjæresona (eutrofiering). I denne undersøkjinga vart det derfor lagt stor vekt på å kartlegge dei to resipientane mhp. artssamansetnad av algar i fjæresona for evt. å kunne dokumentera eutrofi-verknader, særleg i lokalt omtålege (innelukka) område.

3.4.2. Material og metodar.

Algane i resipienten vart registrert av ein marin botanikar frå øvst i strandsona og ned til 3-4 m djupne på kvar stasjon over ei strekning på omlag 30 m, ved hjelp av fridykkarutstyr. Alle makroskopiske samt lett kjennelege

mikroskopiske algar vart registrert etter ein skala frå 0 til 3, alt etter om algene var assosiasjonsdannande eller dominerande i eit særskilt djup. Særskilte særtrekk som nedslamming, nedbeiting osv. vart og notert ved dei enkelte stasjonane.

3.4.3. Stasjonsnett.

Stasjonane vart valgt ut slik at dei skulle representera størst mogeleg grad av likskap med omsyn til fysiske karakteristika. Samtlege stasjonar vart derfor lagt på sør- eller vestvendte strender, og dei fleste stasjonane er derfor bratte. I Skogsvågen vart 8 stasjonar plassert som vist i fig. 3.5. I Austefjorden/Toftarøyosen vart 3 stasjonar lagt på vestsida av Toftarøy og 7 stasjonar i aksene nord-sør i Austefjorden (fig. 3.5).

3.5. Sediment.

3.5.1. Metode.

Informasjon frå sedimentet.

Generelt er botnsedimentet ein spegel av miljøet i vassmassane over tid. Botnsedimentet er som ei historiebok, utviklinga i miljøet blir liggande lagvis som ein dokumentasjon for seinare gransking.

Mens ei vassprøve gir eit augneblinksbilete tar det noko lengre tid før evt. miljøendringar i vatnet kan gjenspeglast i sedimentet. Kor raskt ein kan registrere endringar i sedimentet er avhengig av kva eigenskapar ein granskar.

I denne granskinga har vi nytta informasjon frå sedimenta til primært å vurdere kvar det er gode naturgitte forhold for marin akvakultur.

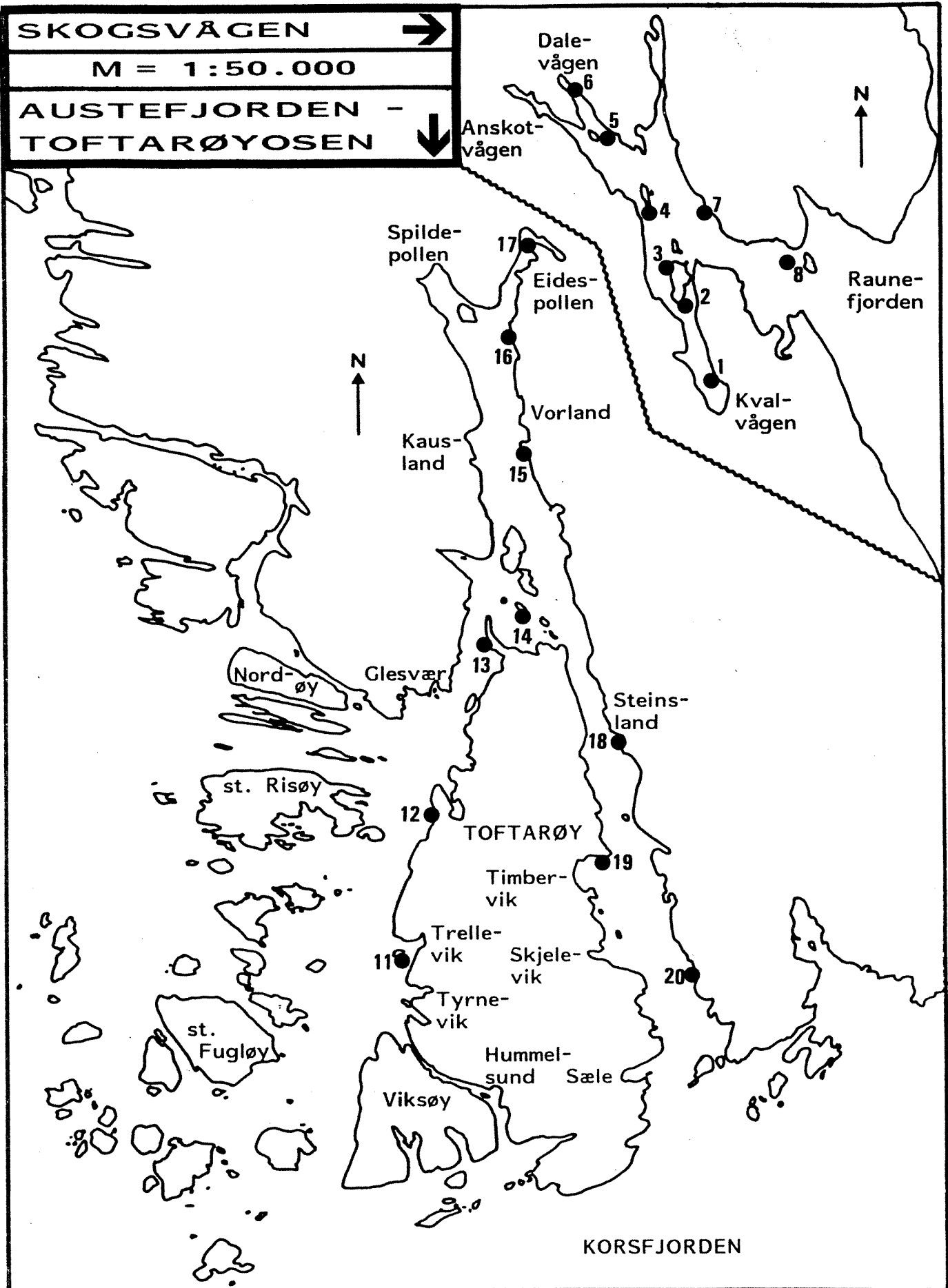


Fig. 3.5. Strandsonundersøking. Stasjonsnett i Skogsvågen og Austefjorden.

Kornstorleik.

Storleiken til partiklane i sedimentet er eit uttrykk for straumforholda på staden. Består sedimentet av partiklar grovare enn omlag 0,5 mm (grov sand), er dette vanlegvis uttrykk for gode straumtilhøve langs botnen.

Bart fjell er som oftast uttrykk for gode straumtilhøve.

Organisk innhald.

I hovudsak reknar ein at innhaldet av organisk materiale i sedimentet er eit uttrykk for oksygen- og utskiftingstilhøva i djupvatnet. Fleire faktorar bestemmer innhaldet av organisk materiale:

- Tilførsel av organisk materiale frå land/elver/utslepp
- Produksjon av organisk materiale i vassmassane
- Nedbryting av dødt organisk materiale i vatnet og ved botnen
- Borttransport av det sedimenterbare organiske materialet
- Tilførsel av anna sedimenterbart materiale (leire, sand)

Gode lokalitetar for marin akvakultur bør ha sediment med lågt innhald av organisk materiale. Eit høgt innhald av organisk materiale er ofte uttrykk for at oksygeninnhaldet i djupvatnet i stagnasjonsperioder er lågt.

Ved ei kartlegging av den geografiske fordelinga av botntypane i eit område, vil ein kunne skille mellom dei dårlege og gode resipientane. For lokalisering av akvakultur kan ein følgelig gi ei vurdering av kvar det er god kapasitet for akvakulturverksemd, og kvar den er begrensa.

Den måten vi har tatt sedimentprøver på, og dei analysane vi har utført, gjev i hovudsak informasjon om dei natur-

gitte tilhøva. Det er altså ein indikator på naturgitt "egnethet" for resipientbelastande aktivitetar som t.d. akvakultur. Prøvene og analysane gir også informasjon om påverknad av ureining men det er vanskeleg å registrere evt. endringar i løpet av dei siste åra.

Val av prøvetakingsstad.

Dei tolkningane ein kan gjere om miljøforholda i vatnet basert på sedimenteigenskapane, gjeld naturleg nok for eit avgrensa område. Som ein hovudregel tar ein ei prøve på det største djupet i eit basseng. Er forholda gode der, kan ein rekne med at dei er gode vidare oppover i vassmassen.

Vi har laga detaljerte kart over botntopografien i målestokk 1:20.000. Desse karta er så nytta for val av prøvepunkt. Kartet gir bl.a. informasjon om djupna i basseng (forsenkningar) og djupna på tersklane.

Ei sedimentprøve må takast frå relativt flat botn. Det har ein som oftast på botnen av eit basseng der det sedimentologiske miljøet oftast er prega av akkumulasjon. Der ein ikkje har typiske basseng, må en ta prøva frå botn av ei djuprenne e.l.

Vi har også tatt nokre prøver frå tersklane, for å få ei vurdering av straumforholda.

I Austefjorden og Skogsvågen har vi tatt sedimentprøver frå nær alle basseng som er tilgjengelige med båt. Vi har nytta grabb av typen "Orange peal" til prøvetaking. Ekkolodd blei nytta for å sikre at ein tok prøve frå rett stad.

Analyse av sediment.

Alle prøver blir granska og skildra når dei kjem på dekk. Ein beskriv sedimenttype, farge, evt. lukt og dyreliv i sedimentet. Etter som vi i denne undersøkinga ikkje tar analyse av kornfordelinga, har vi skildra den slik den reint subjektivt blei vurdert.

På laboratoriet er sedimentets innhald av totalt organisk karbon (TOC) og nitrogen analysert. Vidare er sedimentets vassinnhald målt. Innhaldet av organisk karbon er bestemt ved gasskromatografi, etter at karbonat (skjellrester) først er fjerna med syre.

For samanlikning med verdiar for innhald av organisk materiale som er målt indirekte ved måling av glødetap, må ein nytte ein omrekningsfaktor. Basert på våre empiriske data frå marine sediment, må verdien for TOC multipliserast med ca. 0,25 for å berekne tilsvarende glødetap, sjå fig. 3.6. Når innhaldet av organisk materiale er lågt, er det oftast størst feil ved å nytte glødetap. Dette skuldast at ein alltid får eit visst "glødetap" av vatn som er bundne til leirpartiklar.

Forholdet mellom karbon (C) og nitrogen (N) i sedimentet kan fortelle om opphavet til det organiske materialet. Er forholdstallet omtrent 7, er opphavet restar av døde planter og dyr som har levd i sjøen. Er forholdstallet nær 10 eller meir, er også noko av opphavet organisk materiale produsert på land, f.eks. torv.

I desse granskingane har vi klassifisert sedimentet etter innhaldet av organisk karbon. Vi har nytta ei noko utvida gradering som er basert på Wikander (1986), sjå tabell 3.2.

Innhaldet av organisk materiale i sedimentet, og dei klassegrensene ein nyttar, må ikkje nyttast ukritisk. Ved store djup er eit noko høgt innhald av organisk materiale

eit mindre problem enn i grunne resipientar. Likeeins har det interesse om eit evt. høgt innhald er avgrensa til eit lite djuphol, eller om det dekker ein større del av botnen i resipienten.

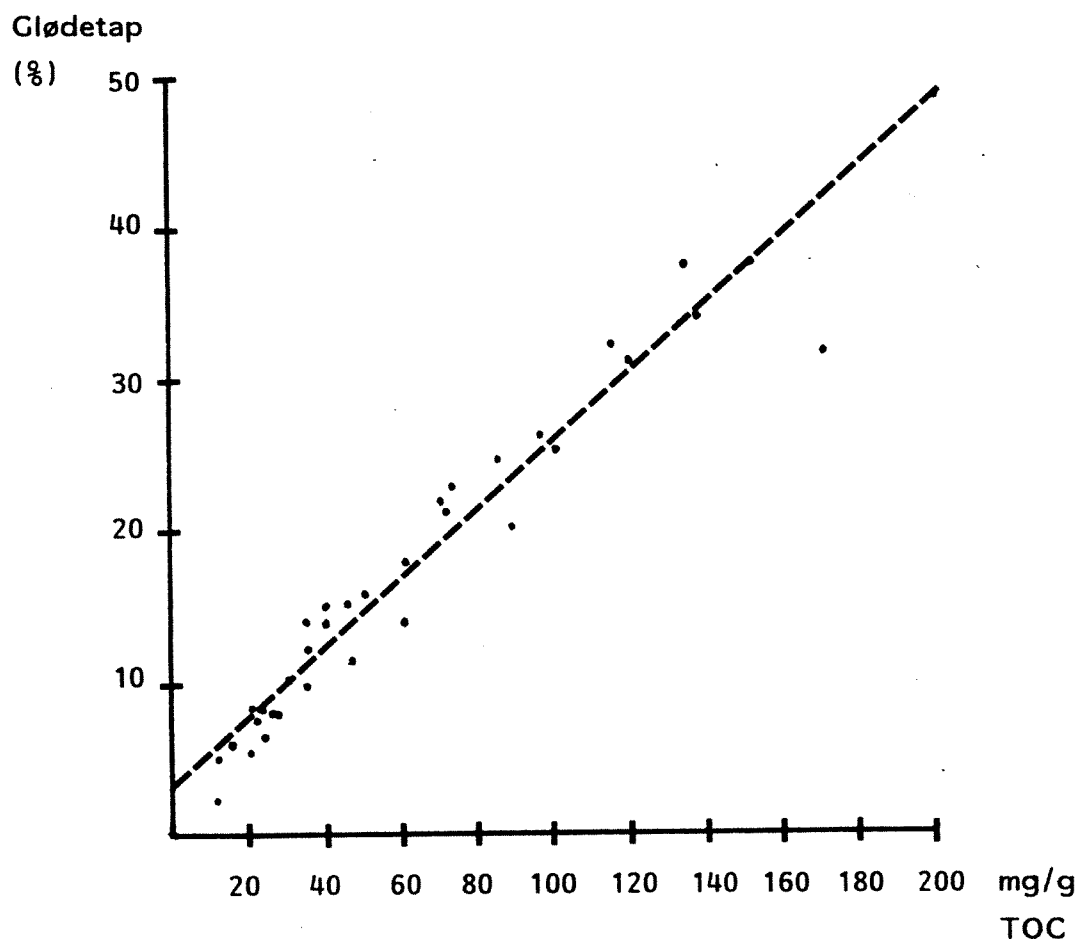


Fig. 3.6. Samanheng mellom glødetap og organisk karbon (TOC) i sedimentet, basert på 35 prøver frå Oldersundet i Bremanger. Frå Bjerkes m.fl. (1987. s. 102).

Vi legg vekt på dei slutningar ein kan gjere på grunnlag av farge og lukt. Lukt av hydrogensulfid er et uttrykk for mangel på oksygen i sedimentet. Sterk lukt kan tyde at det også er dårlege oksygentilhøve i djupvatnet. Ei svak lukt kan tyde at dersom den organiske tilførselen aukar, kan også oksygenforholda i djupvatnet bli dårlegare.

Tab. 3.2. Klassifisering av organisk belastning i botn-sediment, målt som TOC.

TOC	Klassifisering	Tilsvarande Ca. glødetap
mg/g		%
> 100	Svært høg	> 25
60-100	Høg	15-25
30-60	Middels	7,5-15
15-30	Låg	4-7,5
< 15	Svært låg	< 4

4. VASSKVALITET OG UTSKIFTINGSTILHØVE.

I dette kapitlet presenterer vi eit utval av dei innsamla data, og freistar å belyse både generelle tilhøve og ekstrem-verdiar. Sidan oppdrettsnæringa er viktigaste målgruppe for denne resipientundersøkinga, vil vi legge særleg vekt på kartlegging av følgjande:

- Hydrografi: Salinitet og temperatur; tidsvariasjon og ekstremverdiar i øvre lag. Sjiktningstilhøve.
- Oksygen: Minimumsverdiar. Varigheit av perioder med lavt oksygeninnhald. Oksygenreduksjonsrater.
- Straumtilhøve: Middelstraum (nettostraum), samt perioder med lita utskifting.
- Siktedjup: Tidsvariasjon og ekstremverdiar.
- Næringssalt: Tidsvariasjon. Ekstremverdiar.

Under kvart av punkta ovanfor vil ein også påpeike eventuelle geografiske skilnader, samt eventuell observert djupvassutskifting. Vidare samlande diskusjon følgjer i kapittel 7.

4.1. Hydrografi.

4.1.1. Austefjord/Toftarøyosen.

Figur 4.1.a, b og c representerer tidsutviklinga for salinitet og temperatur på stasjon T5 (Korsfjorden), T1 (Kausland) og T6 (Eide) gjennom observasjonsperioden. Stasjon T5 representerer delvis "randvilkåra" for dei endringane som kan skje vidare nordover i fjordsystemet (havoverflata er òg ei grenseflate som påverkar hydrografiske tilhøve). Frå april til mai/juni blir vassøyla gradvis saltare, med maksimale verdiar i august (31.5 i overflata, 35.0 i 90 meter). I september er det igjen innslag av ferskare vatn, med salinitet under 30.0 i

overflata. Temperaturen har minimum i april (2.5 grader i 6 meters djup). Laget med minimumstemperatur mellom 10 og 20 meter forsvinn først i mai-juni. På dette tidspunktet er òg sjiktninga i salinitet (densitet) kraftigast. I september er heile vassøyla makimalt oppvarma. Avkjølinga i overflata har teke til.

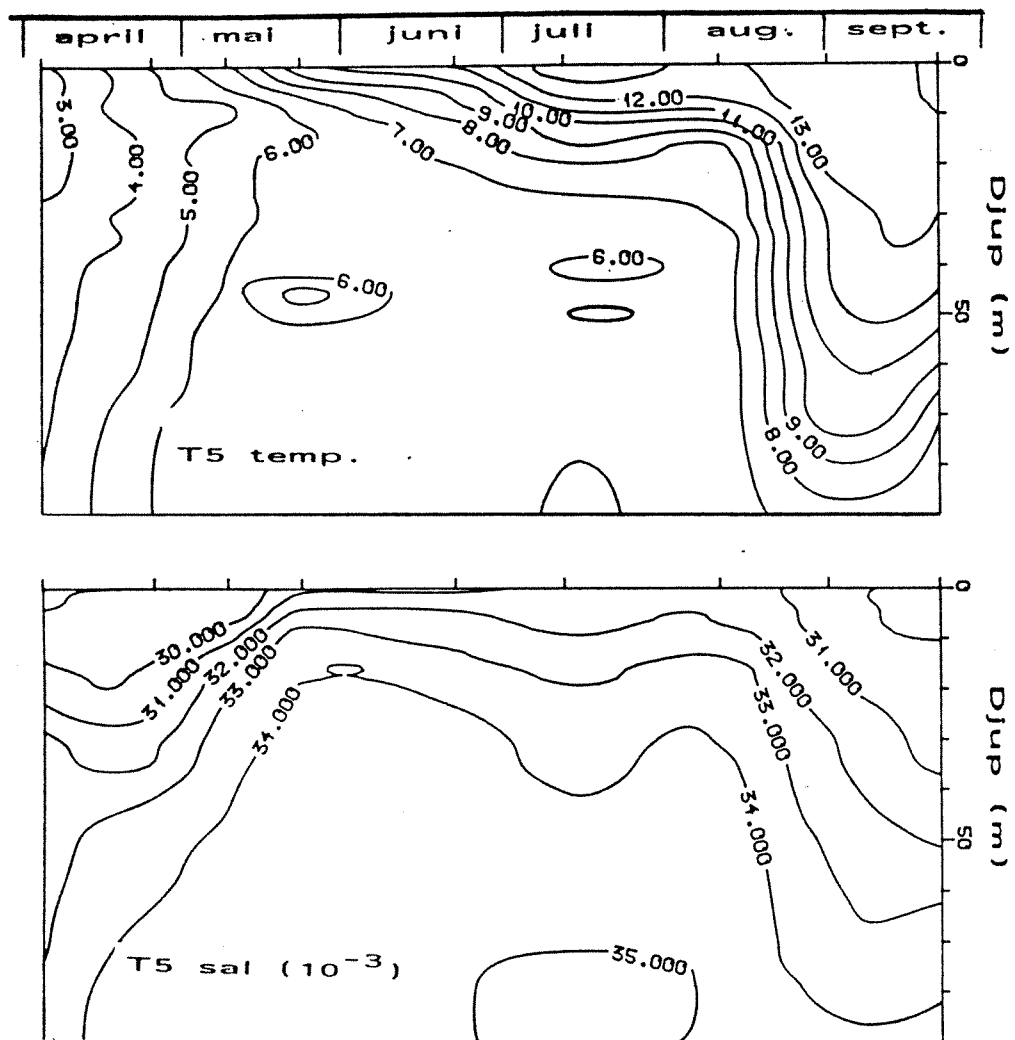


Fig. 4.1.a. Tidsutvikling for temperatur og salt i Korsfjorden frå april til oktober 1987.

Stasjon T1 (fig. 4.1.b) ligg skjerma bak fleire tersklar, slik at djupvassirkulasjonen blir hemma. Minste terskel-djupet er ca. 15 meter gjennom Austefjorden, og gjennom Galtasundet mot Toftarøyosen. Det er difor venteleg at sirkulasjonen under (djupare enn) 15-20 meter vil bli hemma i høve til den utskiftinga som skjer i Korsfjorden (T5).

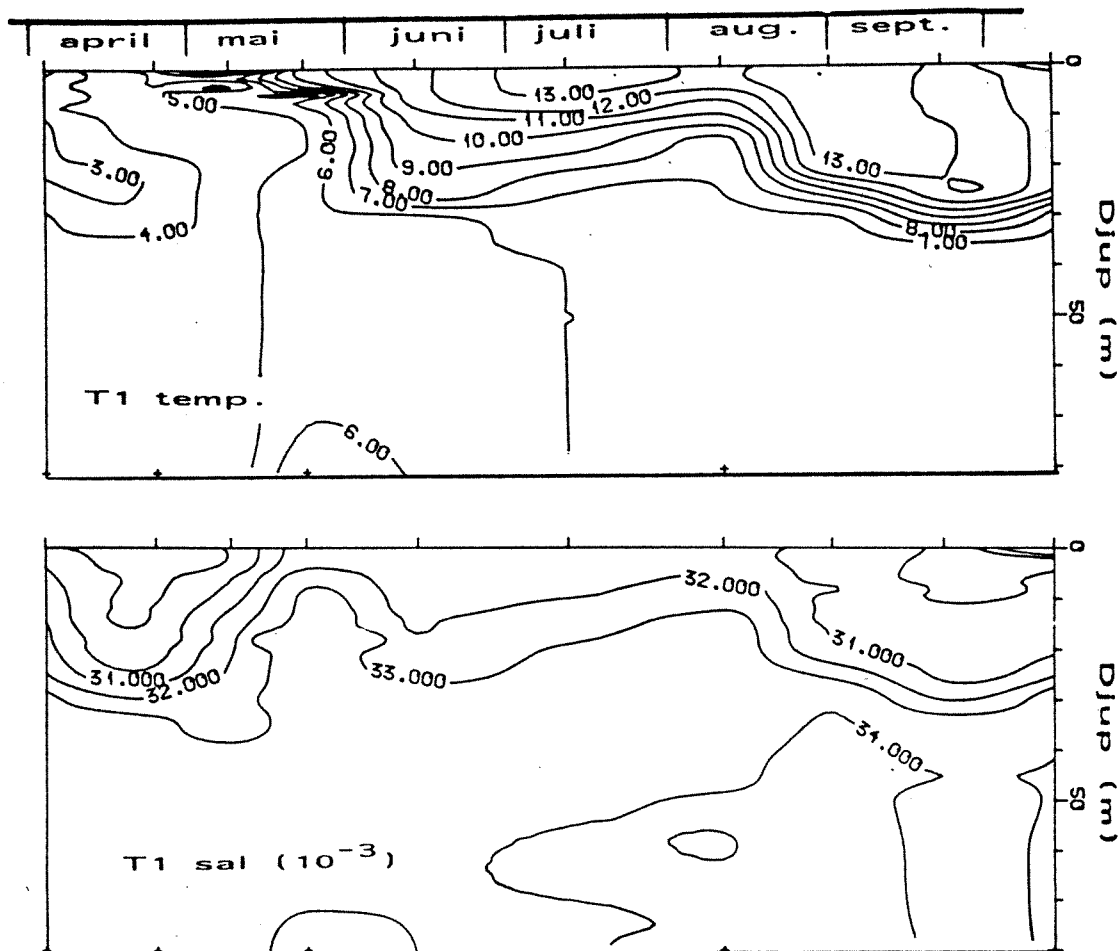


Fig. 4.1.b. Tidsutvikling for temperatur og salt ved Kausland (St. T1) frå april til oktober 1987.

Dette synes òg tydeleg å framgå av fig. 4.1.b, der sjiktningstilhøva er vesentleg forskjellig over og under ca. 20 meter. Djupvatnet gjennomgår berre ei svak endring i salinitet og temperatur. I løpet av juli-august skjer ei gradvis djupvassfornyng, med vatn litt saltare enn 34.0 som periodevis skyl innover tersklane, og gradvis fyller opp bassenget. Av figur 4.1.a ser ein at den øvre djupdegrensa for dette vatnet nettopp ligg rundt 20 meter. Det er òg rimeleg å tru at det kalde djupvatnet som er observert i april-mai (4-6 grader) skriv seg frå ei føregående vinterutskifting.

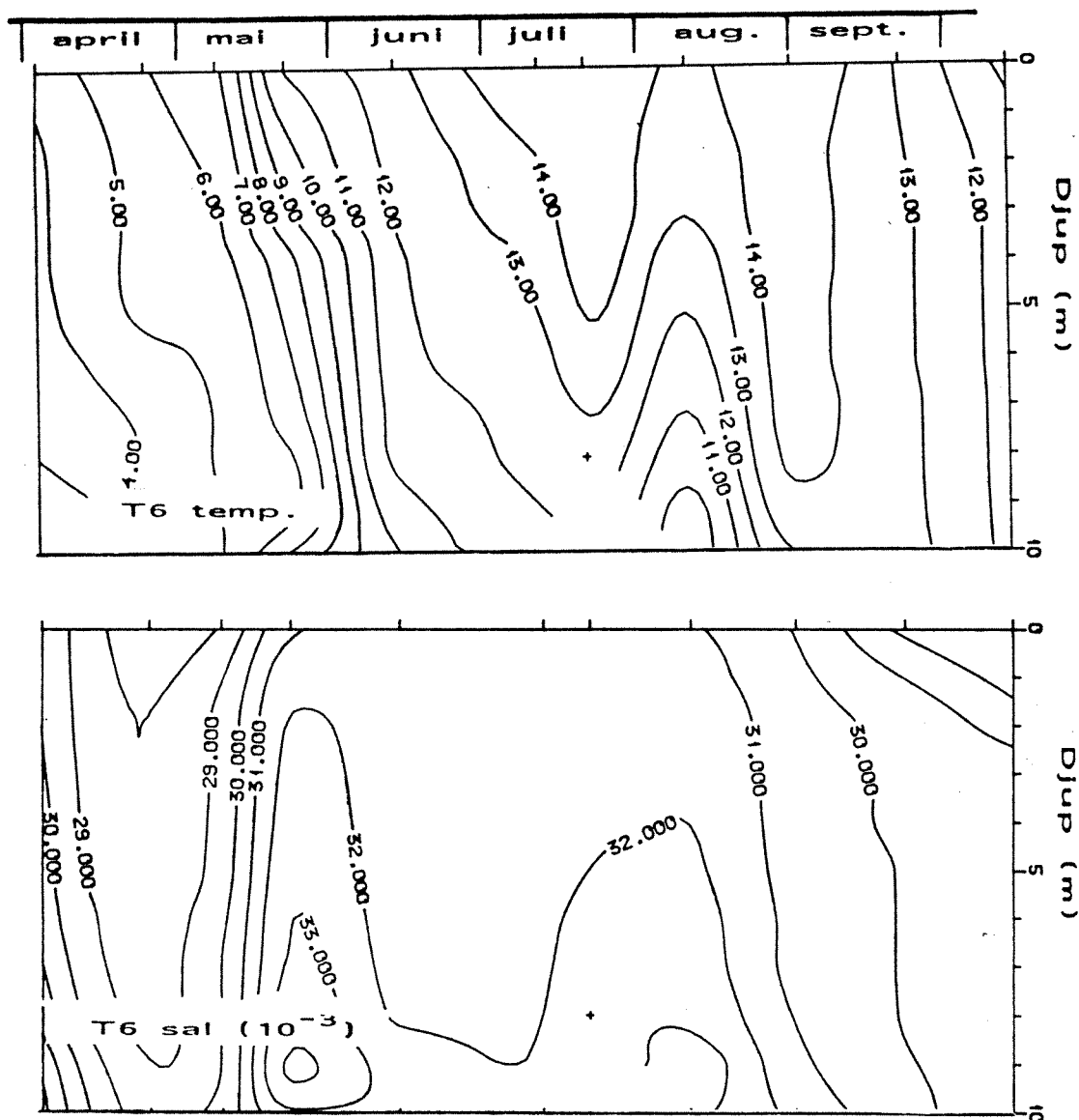
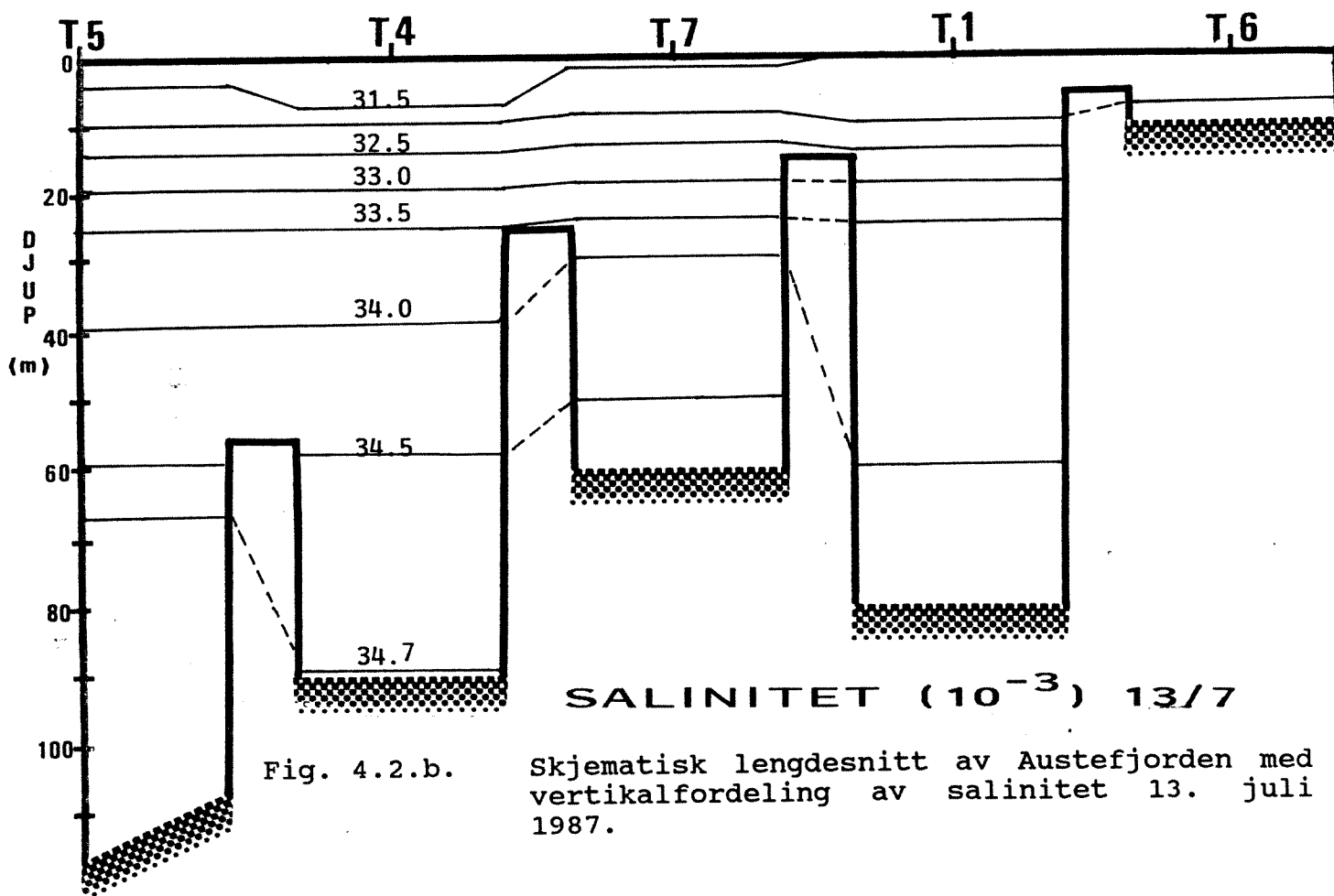
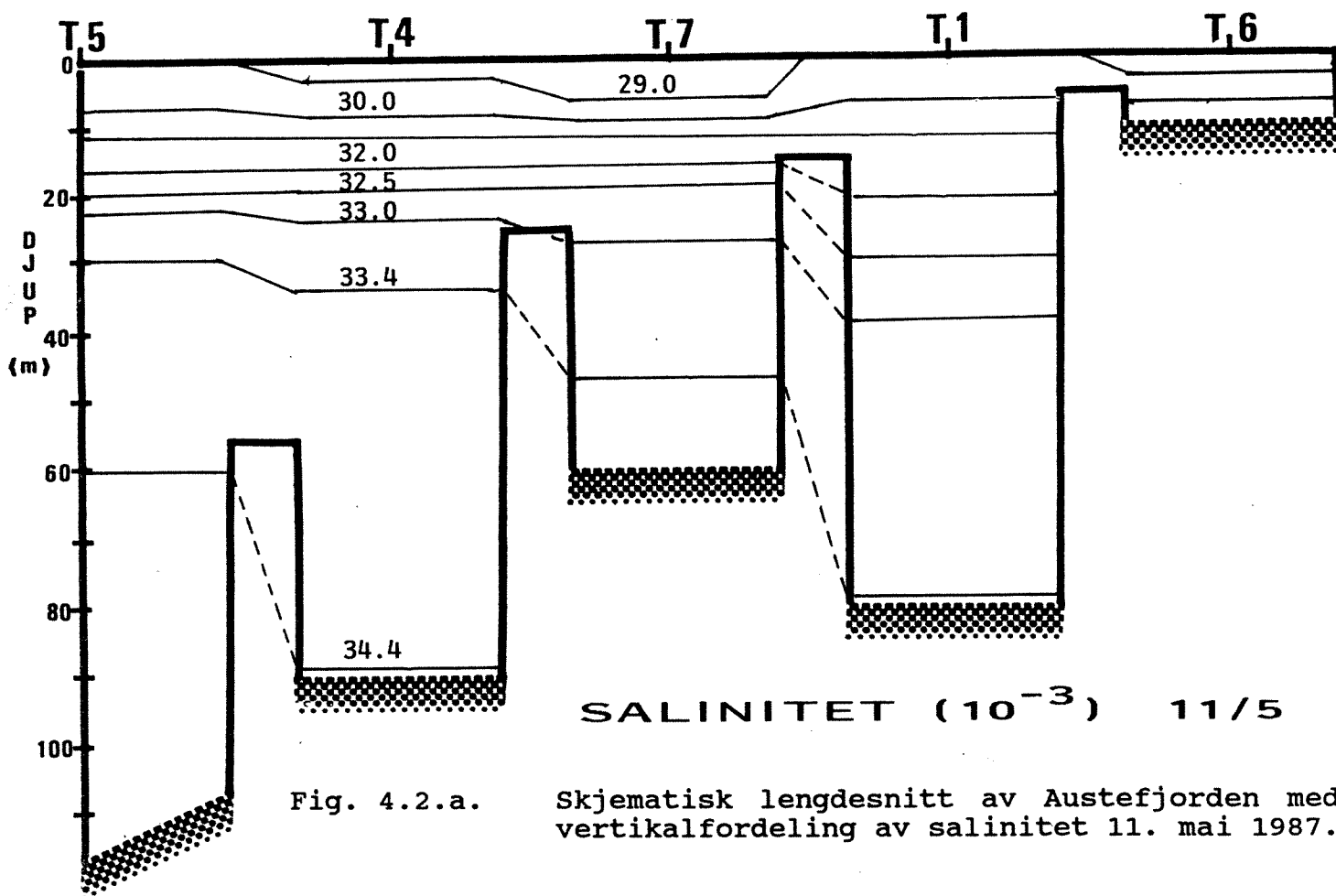


Fig. 4.1.c. Tidsutvikling for temperatur og salt ved Eide (St. T6) frå april til oktober 1987.

Tidsutviklinga av salinitet og temperatur på Eide (T6) er synt i fig. 4.1.c. Maksimalt djup er her 10 meter, mens terskeldjupet er på 4-5 meter. Både april-mai og oktober har relativt låg overflatesalinitet (mindre enn 28.0). Største salinitet opptrer under terskeldjup i slutten av mai, og må skuldast ei terskeloverskylling (jamfør fig. 4.1.b, som syner eit svært grunt sprangsjikt då). Både temperaturutviklinga og salinitetsfordelinga tyder på markert lokalt påverknad av bassengvatnet i Eidespollen, med avkjøling/oppvarming i overflata, og ferskvasstilrenning.

Figur 4.2.a og og b syner skjematisk lengdesnitt av Austefjorden frå sør mot nord. Lengdesnittta syner vertikalfordelinga av salinitet 11/5 1987 og 13/7 1987, med eit utval av isolinjer markert. Figur 4.2.a illustrerer situasjonen mens vårutskiftinga skjer (jamfør fig. 4.1.a - 4.1.c), der saltare (og varmare) vatn gradvis fortrengr det ferskare (og kaldare) vintervatnet, som det enno er markert innslag av i dei inste bassenga. Figur 4.2.b illustrerer situasjonen etter vårutskiftinga, men før den markerte vannmassetransformasjonen som pregar særleg T5 i august.



4.1.2. Skogsvågen.

Figur 4.3.a og b syner tidsutviklinga av salinitet og temperatur på stasjonane S2 (Dalavågen) og S3 (Kvalvågen). Referansestasjonen S1 hadde tilnærma same tidsutvikling som T5 i Korsfjorden (fig. 4.1.a). Det kalde sjiktet i 10-20 meters djup på S2 held seg til april-mai, då ei vassutskifting tilsynelatande skjer gjennom heile vassøyla.

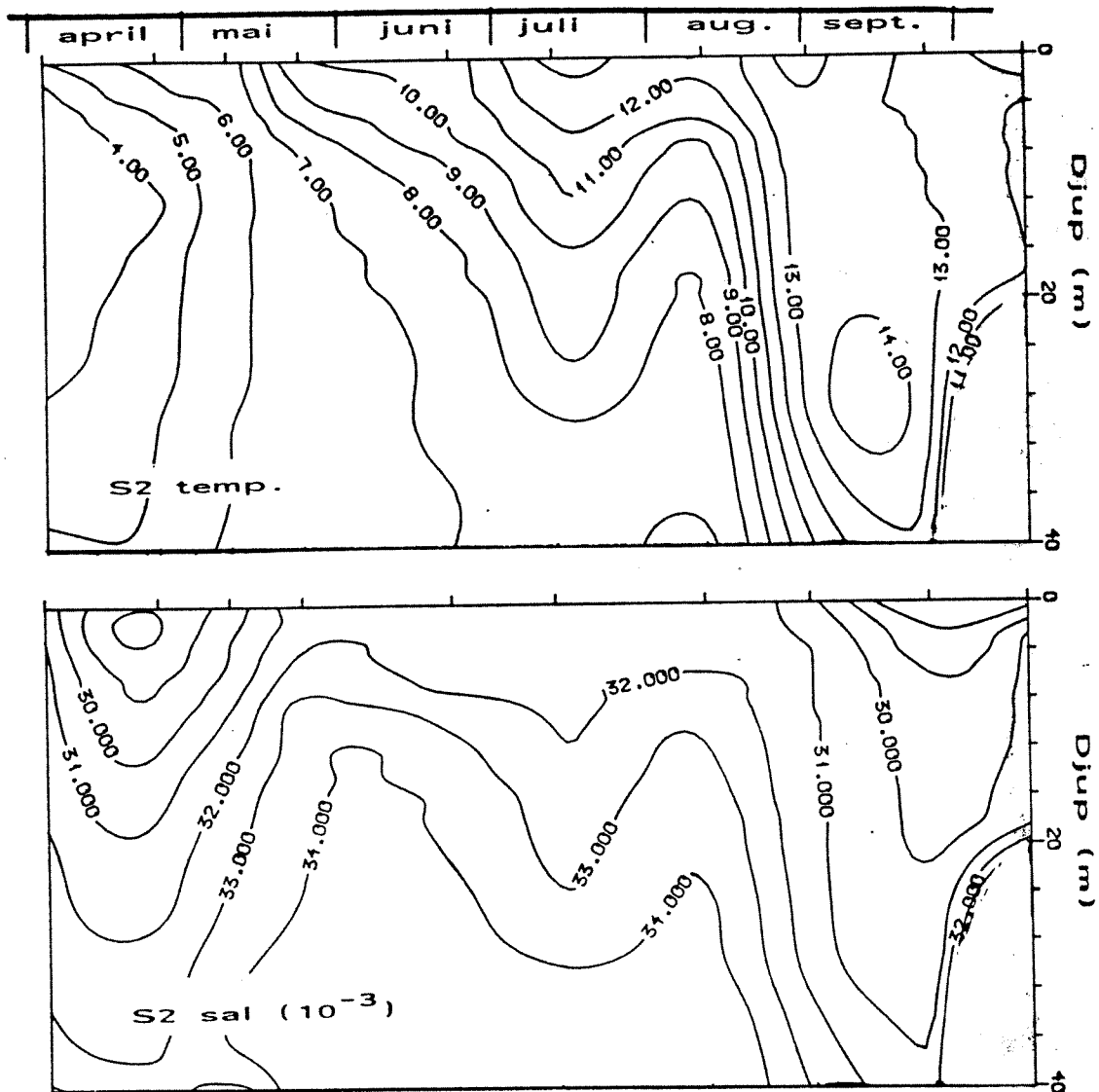


Fig. 4.3.a. Tidsutvikling for temperatur og salinitet i Dalavågen (St. S2) frå april til oktober 1987.

Perioden mai-juli er prega av tilsynelatande stagnerande djupvatn, som kun blir langsomt modifisert ved vertikal diffusjon (iso-linjene heller nedover mot høgre). Ei meir markert utskifting skjer i august-september. Likande blei òg observert i Austefjorden, og må skuldast storstilt modifikasjon av øvre vannmasser på kysten.

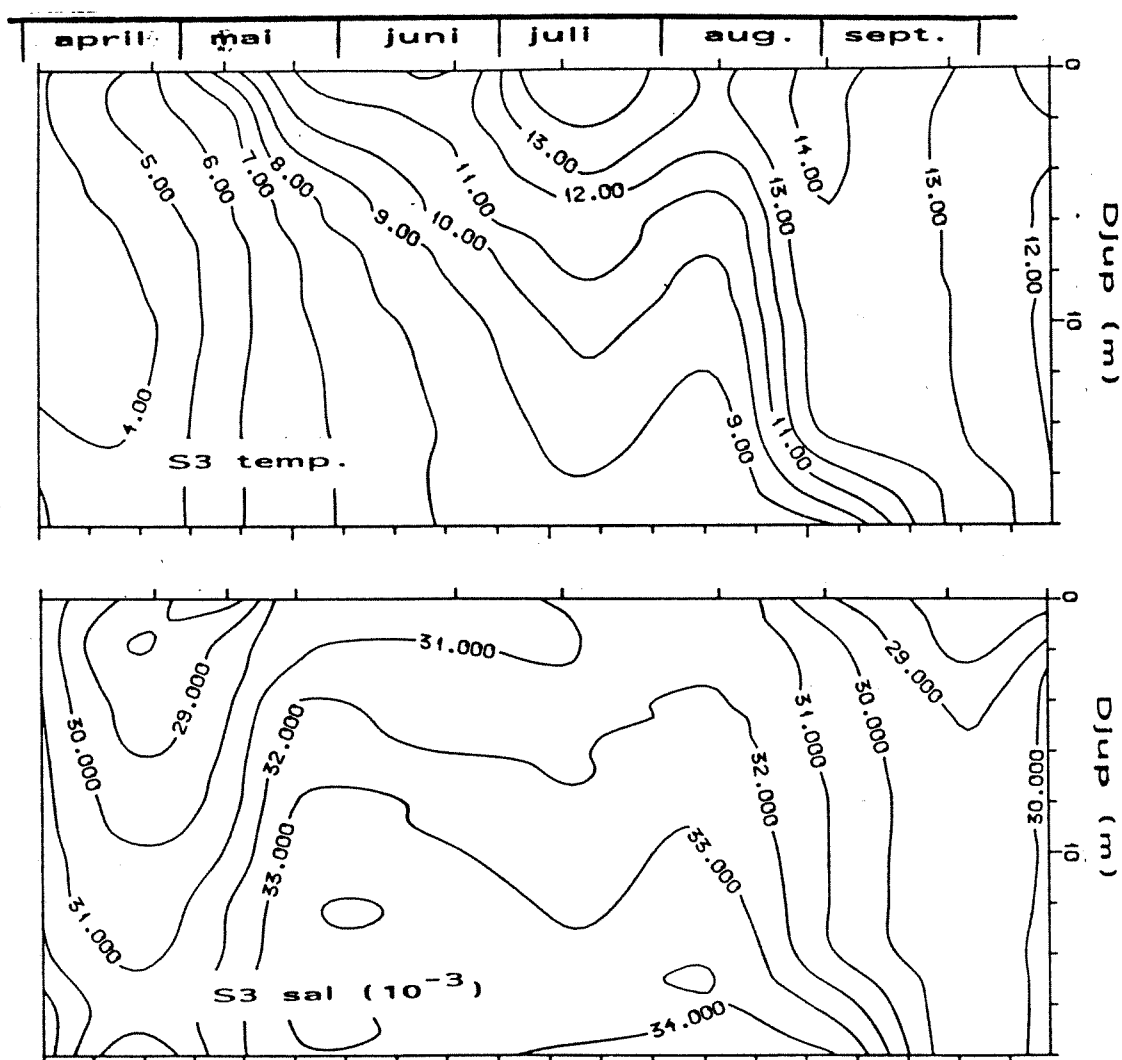


Fig. 4.3.b. Tidsutvikling for temperatur og salinitet i Kvalvågen (St. S 3) frå april til oktober 1987.

Kvalvågen (fig. 4.3.b) med terskeldjup 14 meter, har innslag av salt, og gradvis varmare vatn i perioden mai-juli, også under terskeldjup. Utskiftinga i juli-august influerer i første omgang ikkje på vatnet under terskeldjup, men dette vatnet gjennomlever ein gradvis (diffusiv) utskifting fram mot slutten av september. Mai og juli har mest markert sjiktning. Overflatetemperaturane er oppe i 14-15 grader i dei varmaste periodene. Tilsvarende temperaturar på stasjon S1 var i overkant av 13 grader, slik at den lokale oppvarmings- og stagnasjonseffekten er merkbar inne i Kvalvågen.

4.2. Siktedjup.

Siktedjupet er eit typisk vasskvalitets-kriterium. Denne parameteren gjev eit mål for klårleiken til vatnet. Mengd av oppløyst og partikulært materiale i vatnet bestemmer siktedjupet. I ytre kyststrok er endring i planktontetleik viktigaste årsak til endring i siktedjup (Molvær og Bakke, 1985).

4.2.1. Austefjorden/Toftarøyosen.

Figur 4.4.a syner tidsutviklinga i siktedjup på stasjonane T2, T6 og T7 i Austefjorden. Dei minste siktedjupsverdiane er rundt 5 meter. Stasjon T6 opplever minst tidsvariasjon av samtlege stasjonar i Austefjorden/Toftarøyosen, og har gjennomsnittleg minste siktedjupet. Dei andre to stasjonane sine kurver i fig. 4.4.a syner ein tendens til minkande siktedjup utover våren og sommaren. I månedsskiftet aug.-sept. var det eit markert maksimum i siktedjup (unnateke T6). Dei øvrige stasjonane i Austefjorden/Toftarøyosen hadde tidsvariasjon stort sett som T2 og T7.

4.2.2. Skogsvågen.

Figur 4.4.b syner tidsvariasjon av siktedjup i Skogsvågen, h.h.v. på S1, S2 og S3. Desse tre stasjonane følger same tidsutvikling, med avtagande verdiar utetter våren og sommaren, etterfulgt at brå auke i slutten av august. Det er generelt sett ingen markert forskjell mellom dei tre stasjonane. Ofte har S1 litt mindre siktedjup enn dei to andre stasjonane i meir avskjerma område. Siktedjupsverdiene er imidlertid mindre enn i Austefjorden/Toftarøyosen (fig. 4.4.a).

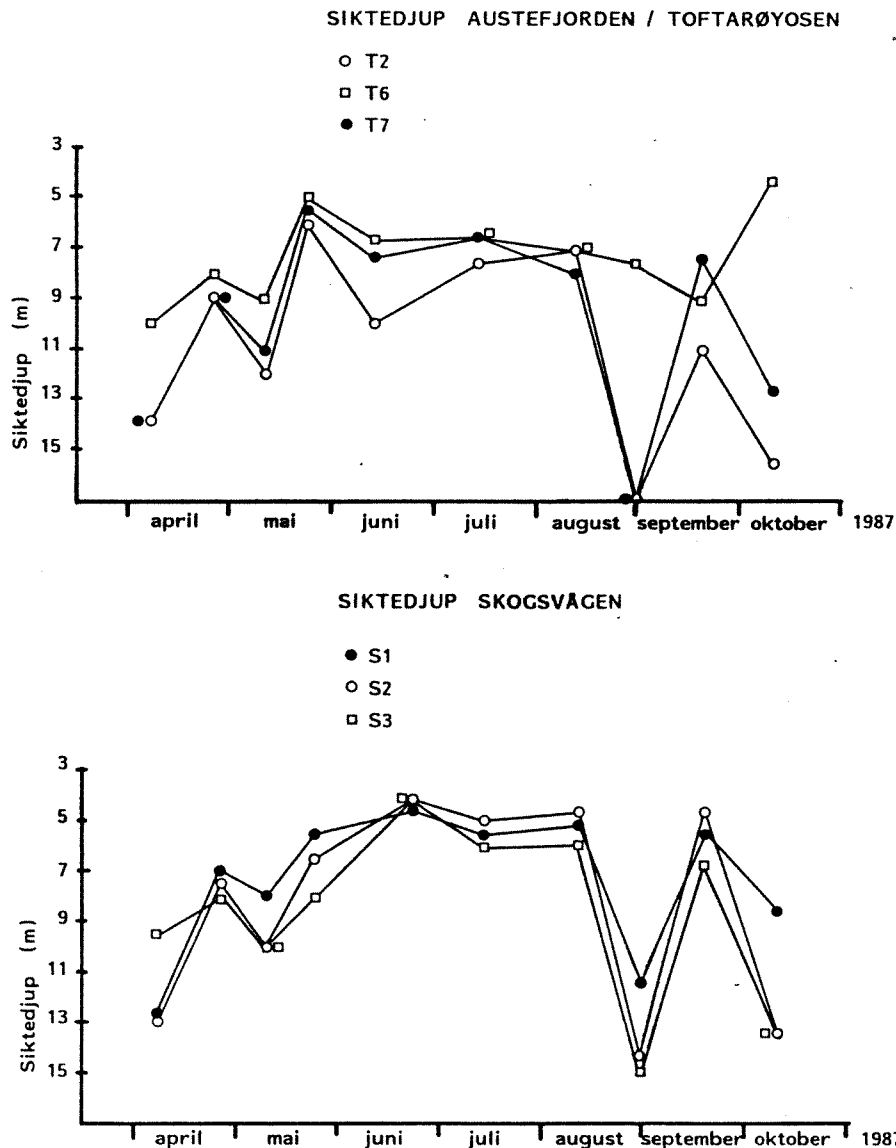


Fig. 4.4.a. b. Tidsutvikling av siktedjup i Austefjorden og Skogsvågen frå april til oktober 1987.

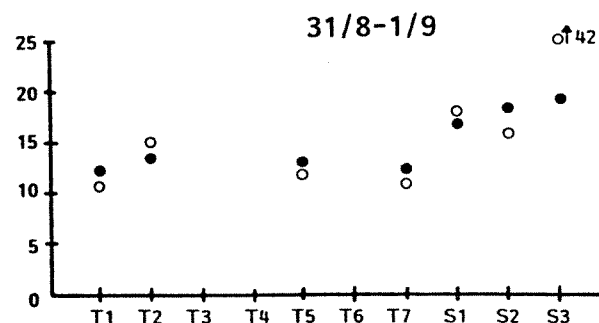
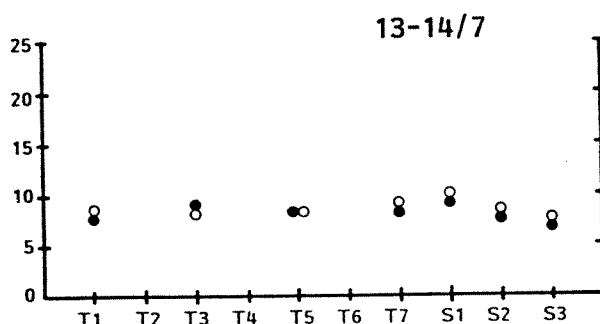
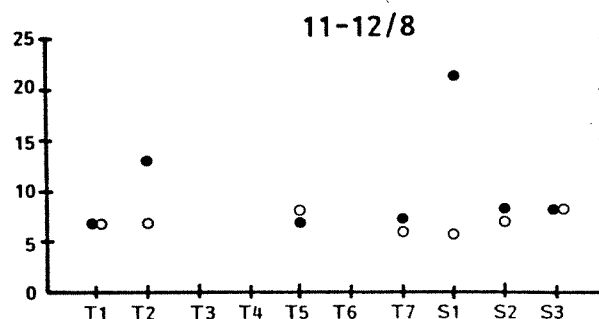
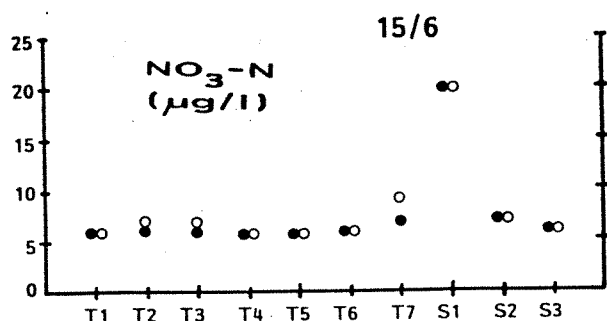
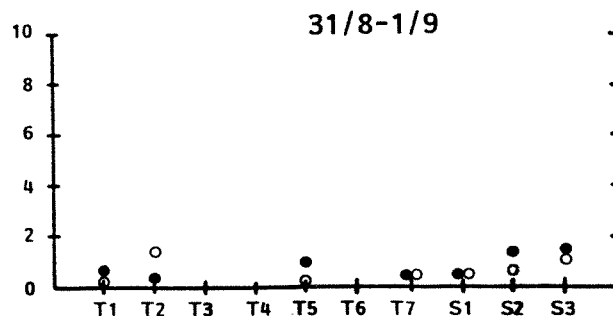
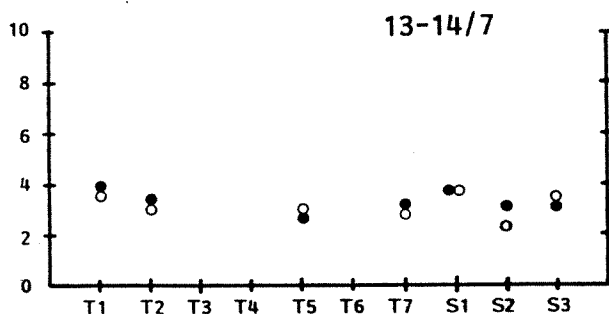
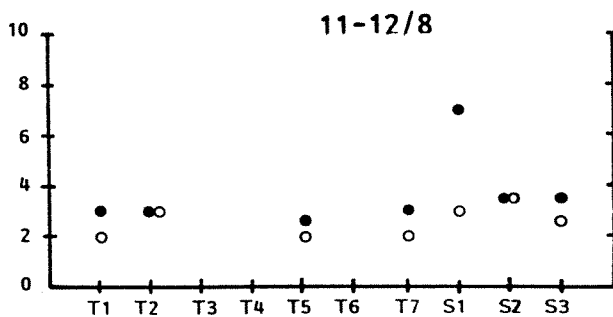
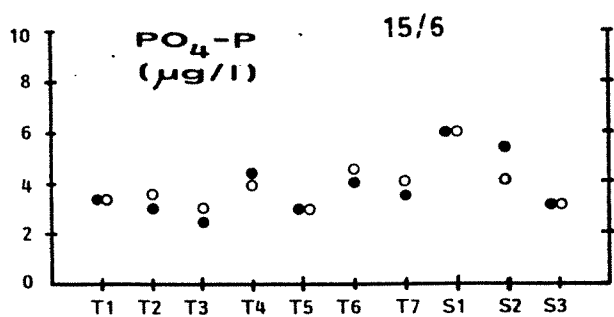
4.3. Næringssalt m.m.

Sidan innsamlingsaktiviteten var avgrensa til ca. 2 1/2 måned (4 tokt), har vi valt å framstille observasjonane samla for kvart tokt, for mellom anna betre å kunne avsløre geografiske skilnader.

4.3.1. Fosfat og nitrat.

Tilstrekkeleg tilgang på næringssalt (m.a. ortofosfat og nitrat) er eit vilkår for å oppretthalde planteplanktonproduksjonen i vatnet. For store tilførsler av desse stoffa kan gje negative utslag på vasskvaliteten (oksygenproblem i djupvatnet, farga eller uklårt overflatevatn). Vidare kan det føre til (meir) grønske i strandsona, til redusert botnfauna, og til skeiv samansetning i planteplanktonsamfunnet (Molvær og Bakke 1985).

Figur 4.5.a syner fosfat (PO_4 -P)observasjonane. Figur 4.5.b syner nitrat (NO_3 -N) observasjonane. Verdiane varierer mellom nesten null og opp til 6-7 $\mu\text{g/l}$ for fosfat, og mellom 5 og 23 $\mu\text{g/l}$ for nitrat (S3 hadde ein ekstremt høg verdi i august-september i overflata, som kan skuldast forureina prøve). Fosfatverdiane har minimum i august-september, med svært låge verdiar. Nitrat har samstundes dei høgste observerte verdiane. Dette kan tyde på at fosfatet er oppbrukt i forutgåande planktonvekst, og at nitrat sidan er blitt tilført vatnet utan at nye planktonvekst er komen i gang (jamfør dei høge siktedjupsverdiane då). Både 15/6 og 12/8 ligg verdiane i Skogsvågen generelt sett høgre enn verdiane i Austefjorden.



○ - 0 meter
● - 4 meter

Fig. 4.5.a.

Ortofosfat og b. Nitratverdier i 0 og 4 m på ulike stasjoner i Austefjorden og Skogsvågen. Tal og bokstaver på lengdeaksene refererer seg til stasjonsnumra som er omtala i teksten.

4.3.2. Fosfor, nitrogen og TOC.

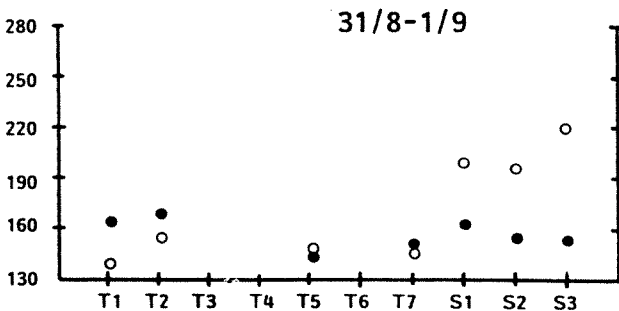
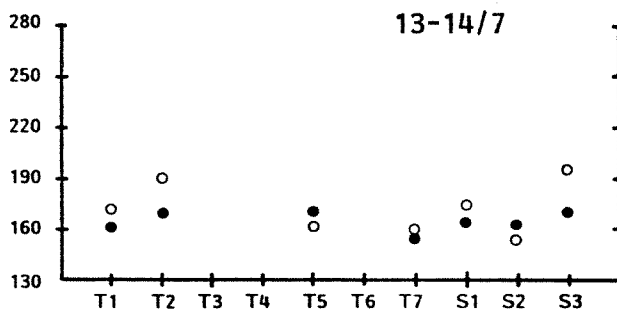
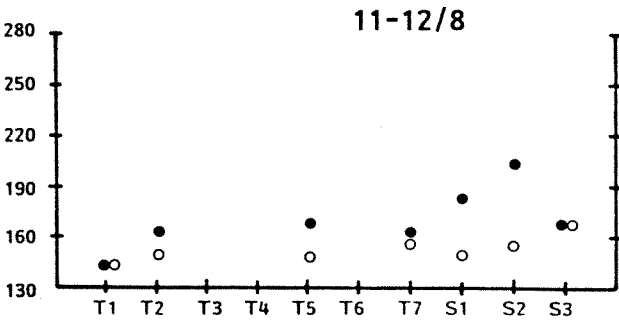
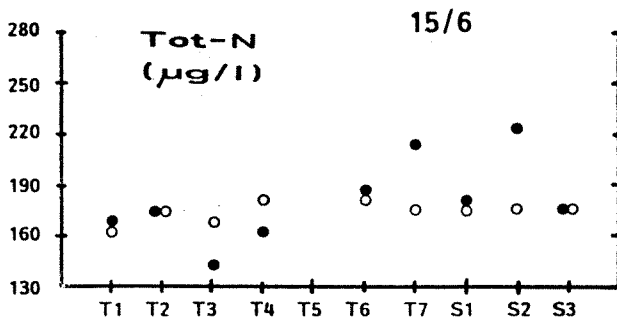
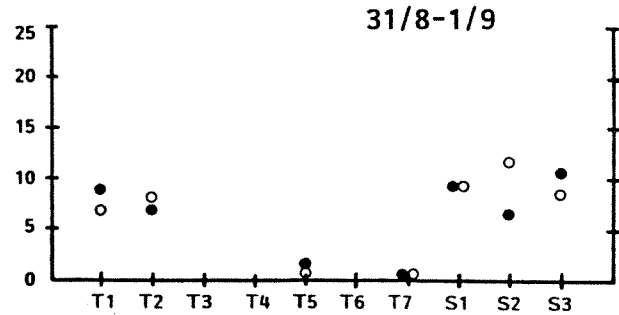
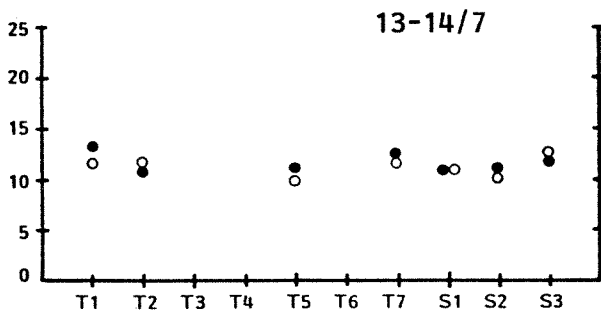
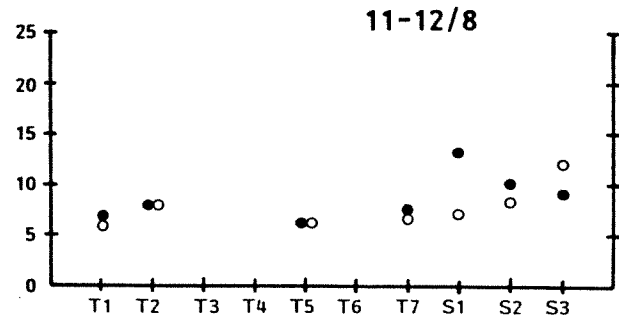
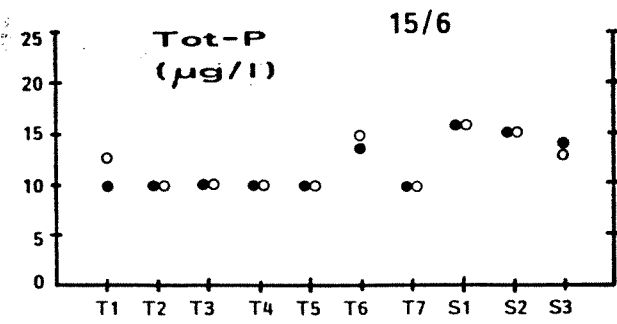
I figur 4.6.a, b og c har vi framstilt observasjonane av h.h.v. Tot-p, Tot-N og Totalt organisk karbon, TOC.

Tot-P har høgste verdiar i juni, opp i $16\mu\text{g}/\text{l}$ i Skogsvågen. Tidsvariasjonen på dei fleste stasjonane er imidlertid liten bortsett frå T5 og T7 som har konsentrasjon ned mot null i august-september. Verdiane er samanliknbare med Pedersens (1982) verdiar for ein "ubelasta" referansestasjon. Skogsvågen synest ha eit noko høgre nivå av Tot-P enn Austefjorden. Dette kan tyde på større tilførsler av fosfor til Skogsvågen, eller sterkare planteplanktonvekst i Austefjorden.

Tot-N (fig. 4.6.b) har verdiar opp i $230\ \mu\text{g}/\text{l}$ (Skogsvågen). Generelt varierer verdiane lite over tid. Skogsvågen har høgre verdiar (verdiane ligg mellom $150\ \mu\text{g}/\text{l}$ og $180\ \mu\text{g}/\text{l}$ i middel, og er samanliknbare med Pedersens (1982) "ubelasta" referansestasjon) enn resten av undersøkjingsområdet i august.

TOC fordelinga (fig. 4.6.c) syner verdiar mellom 1 og 5 mg/l, med liten tidsvariasjon. Middelveidiane ligg rundt 2,5 - 3,0 mg/l, med ingen systematisk forskjell mellom Skogsvågen og Austefjorden. TOC (totalt organisk karbon) indikerer mengd organisk materiale i vassprøvene. Verdiane er ikkje unormalt høge for ein middels belasta resipient. Pedersen (1982) rapporterte TOC verdiar mellom 2 og 3 på ein forutsatt ubelasta referansestasjon, og verdiar rundt 6 i ein utsett resipient.

Jan Magnusson, NIVA (pers. komm.) har samanstilt nyare data frå ei rad fjordar med ulik belastning. I følgje hans førebels vurderingar, kan våre verdiar klassifiserast som vist i tab. 4.1.



○ - 0 meter
● - 4 meter

Fig. 4.6.a. Total fosfor og b. Total nitrogen i 0 (o) og 4 m (●) på dei ulike stasjonane i Austefjorden og Skogsvågen.

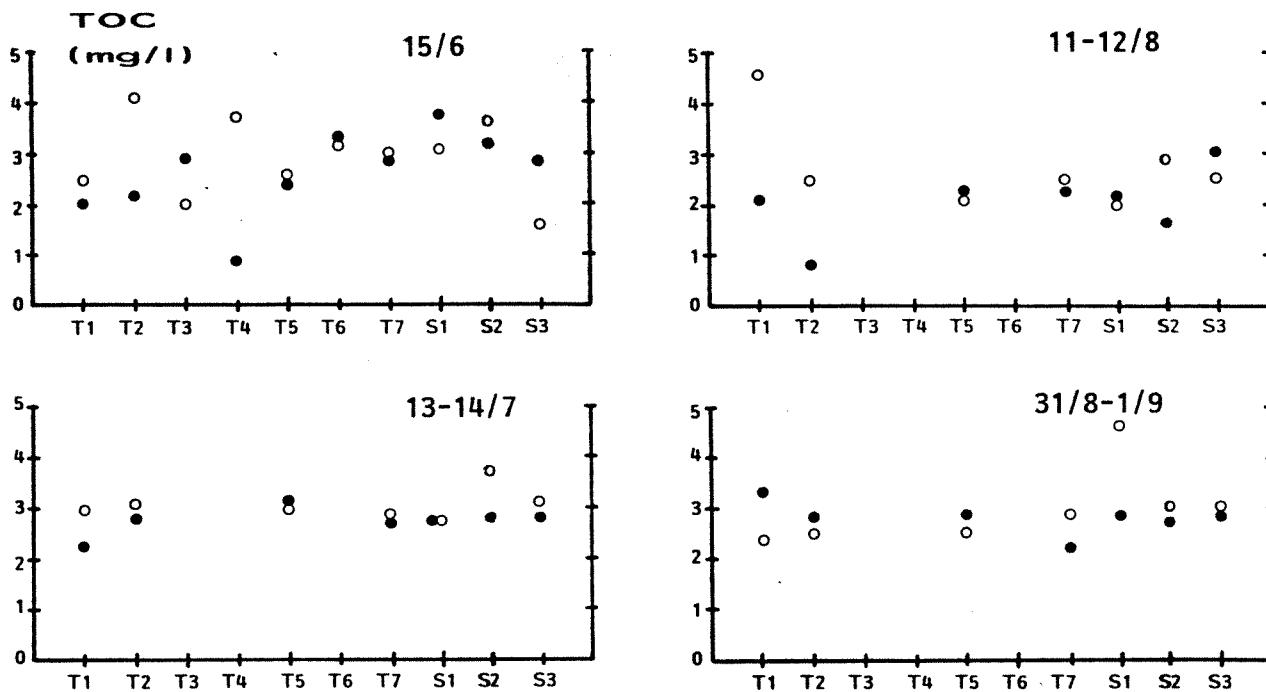


Fig. 4.6.c. Variasjon i total carbon (TOC) i Austefjorden og Skogsvågen.

Tab. 4.1. Klassifisering av Austefjorden og Skogsvågen ut frå belastning av næringssalt (sjå teksten).

	Austefjorden	Skogsvågen
Siktedjup	I/II	II/III
TOT-P	I/II	II
TOT-N	I	I (II)
TOC	II/III	II/III

I: Liten eller ikkje påvisbar påverknad
 II: Moderat påverknad
 III: Betydeleg påverknad

4.4. Oksygen.

4.4.1. Generelle tilhøve.

Oksygeninnhald i sjøvatnet er ein god indikator på vasskvaliteten. Vi er i første omgang interesserte i å kartlegge (måle) endringar i oksygeninnhald over tid. Dette kan gje oss viktige opplysningar om vassutskifting og organisk/kjemisk belastning. Den siste faktoren skuldast i hovudsak respirasjon av organismer i vatnet (fisk, zooplankton etc.), samt nedbryting av (dautt) organisk materiale i vannmassen og på botnen. I sjøområde med store tilførsler av organisk materiale frå land finn ein ofte redusert oksygeninnhald i vatnet.

Tilførsel av oksygen i sjøvatnet skjer i hovudsak ved tilførsel av "nytt" vatn (vassutskifting). Fytoplanktonets fotosyntese kan (på dagtid) bidra sterkt til oksygentilførsel. Overflatevatn vil òg bli tilført oksygen frå lufta, og vil oppnå tilnærma 100% metning etter tilstrekkeleg lang eksponering.

Figur 4.7.a syner tidsutviklinga i ulike djup for oksygeninnhaldet i løpet av måleperioden april-oktober 1987.

Kirkerud m/fl. (1984) har følgjande klassifisering av oksygeninnhald:

> 3.5	ml/l	Tilfredsstillande
2 - 3.5	"	Dårlige tilhøve
0 - 2	"	Kritiske tilhøve

I følgje denne klassifiseringa er det berre nokre få observasjonar som fell i klassen "dårleg". Figur 4.7.a syner at oksygeninnhaldet generelt sett avtar med aukande djup, og med tida.

Figur 4.7.a syner òg at Austefjorden har noko lågare oksygenverdiar i djupvatnet enn Skogsvågen-stasjonane på ettersommaren. Den relativt stramme tidsplanen for dette prosjektet har umuleggjort å følgje utviklinga i oksygeninnhald ut over hausten. Det er rimeleg å tru at (den naturlege) belastninga avtar etter oktober. Avhengig av utskiftinga kan imidlertid oskygeninnhaldet fortsatt synke utover til vinter/vårutskiftinga skjer. På eit "ekstratokt" i midten av november blei det tatt nokre oksygenprøver på utvalde stasjonar i Austefjorden (T1, T4, T6 m.a.). Observasjonane frå T1 og T4 synte at djupvassverdiane hadde halde fram med å synke, til h.h.v. 2.65 ml/l og 3.12 ml/l i 80-90 meters djup. Overflateprøvene (4 og 10 meter) indikerte auka oksygenverdiar (også på T6-Eide).

4.4.2. Oksygen i djupvatnet.

Dei lågaste djupvassverdiane for oksygen hadde T1 og T7 i Austefjorden. Tidsutviklinga for desse stasjonane er synt i fig. 4.7.b. Djupvatnet på stasjon S1 gjennomgjekk mindre endringar. Lågaste verdien der var 5.2 ml/l (76% metning) 14. juli.

På T1 og T7 avtar generelt oksygenverdiane gjennom måleperioden. I juli-august skjer ei viss utflating av kurva på T1, truleg i samband med den registrerte utskiftinga då. T1 har stort sett lågare oksygeninnhald enn T7. Novemberprøva på T1 synte 2.65 ml/l (ca. 40% metning i høve til dei då observerte T-S verdiane). Gjennomsnittleg oksygenreduksjon på dei to stasjonane er 0.02 ml/l dag (T7) og 0.019 ml/l dag (T1), m.a.o. temmeleg likt. T1 opplever ein større oksygenreduksjon i perioden april-juni (0.03 ml/l dag).

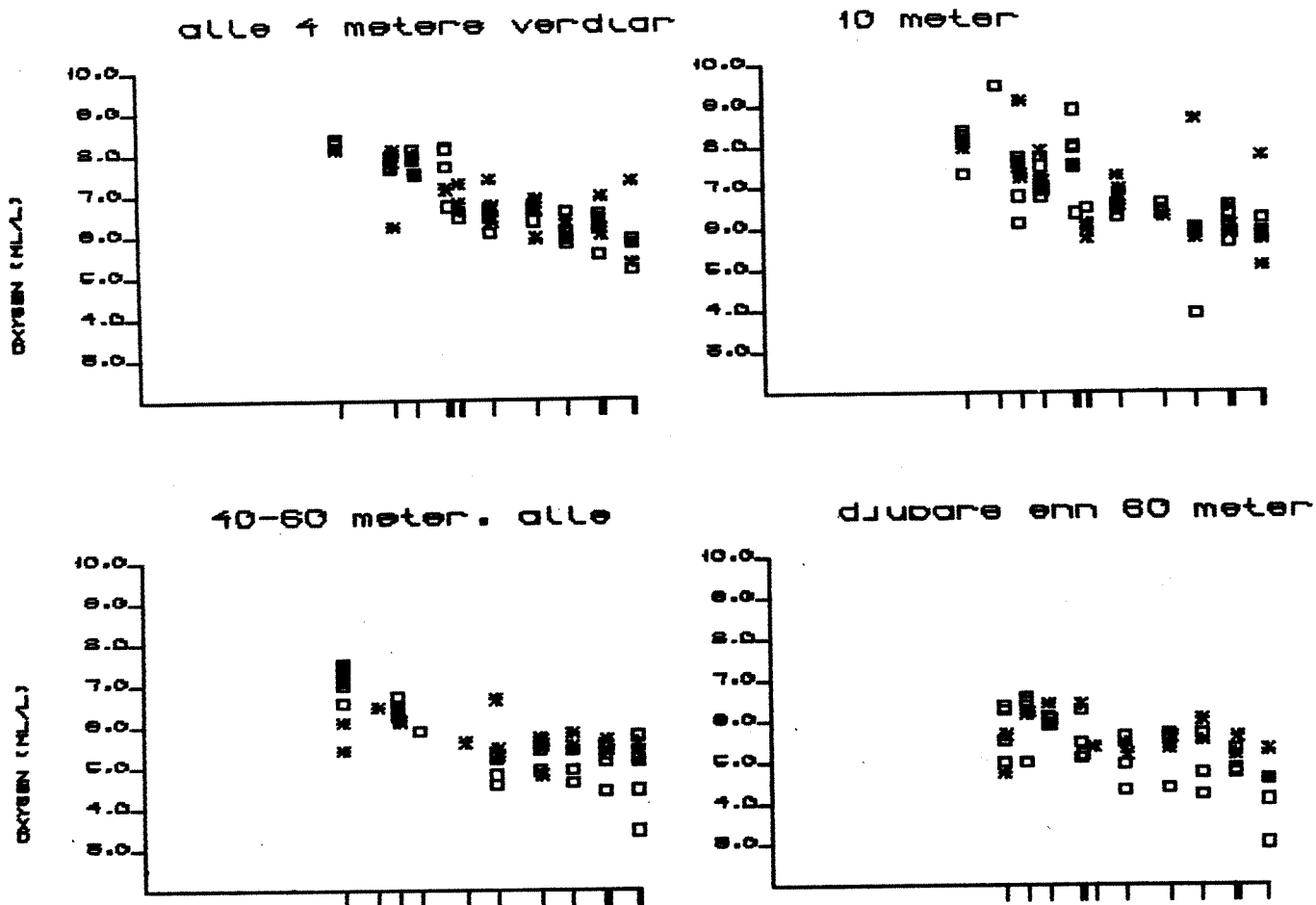


Fig. 4.7.a. Tidsutvikling av oksygeninnhold i perioden april-oktober 1987 for alle djup og stasjoner, samt for alle stasjoner i 10 meter, 40-60 meter og djupare enn 60 meter. (□): Austefjord-stasjoner. (*): Skogsvågen.

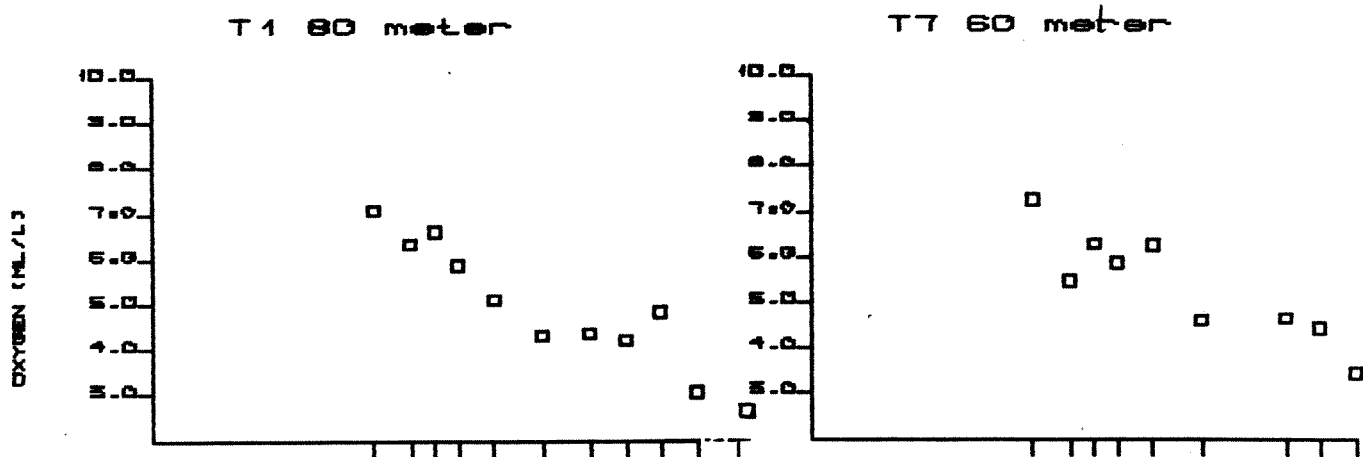


Fig. 4.7.b. Tidsutvikling for oksygeninnhold i perioden april-oktober på stasjon T1 (60 meter) og stasjon T7 (60 meter).

4.4.3. Oksygen i øvre lag.

Vurderingar omkring akvakultur står sentralt i denne rapporten. Det er då naturleg å sjå på oksygentilhøva i øvre vasslag. Vi har observasjonar frå både 4 og 10 meter på dei ulike stasjonane (fig. 4.7.a). Vi har vald å sjå på verdiane i 10 meter på dei ulike stasjonane.

På samtlege stasjonar synte oksygeninnhaldet generelt minkande tendens gjennom måleperioden april-oktober. Denne oksygenreduksjonen skuldast dels lokalt forbruk/produksjon, og blanding med varmare vatn med lågare oksygeninnhald/metningsverdi. Oksygenmetningsverdiane avheng både av salinitet og temperatur. Endringane i desse to parametrane gjennom vår måleperiode tilsvarar ein oksygenreduksjon på mellom 1,0 og 1,5 ml/l for 100% metta sjøvatn.

Ein typisk årleg oksygensyklus er skissert i fig. 4.8. I denne figuren er både metningsverdi, oksygeninnhald og kritisk oksygenverdi markert. For våre vurderingar er storleikane dO_2/dt max og OM viktigast. Tabell 4.2. syner desse berekna verdiane for stasjonane i Austefjorden/Tof-tarøyosen og Skogsvågen saman med ein gjennomsnittleg oksygenreduksjon (over 4-5 månader).

4.5. Straumtilhøve og hydrografiske korttidsvariasjonar.

Straummålingane foregjeikk over ein periode på ca. 1 måned, til ulike tider i Skogsvågen og Austefjorden. Desse målingane supplerer andre målingar i første rekke ved å registrere utskifting på kortare tidsskala enn det vi kan oppnå med månadleg innsamling av hydrografidata. Straummålarinstrumenta registrerer også temperatur, samt salinitet (Aanderaa Instrumenta).

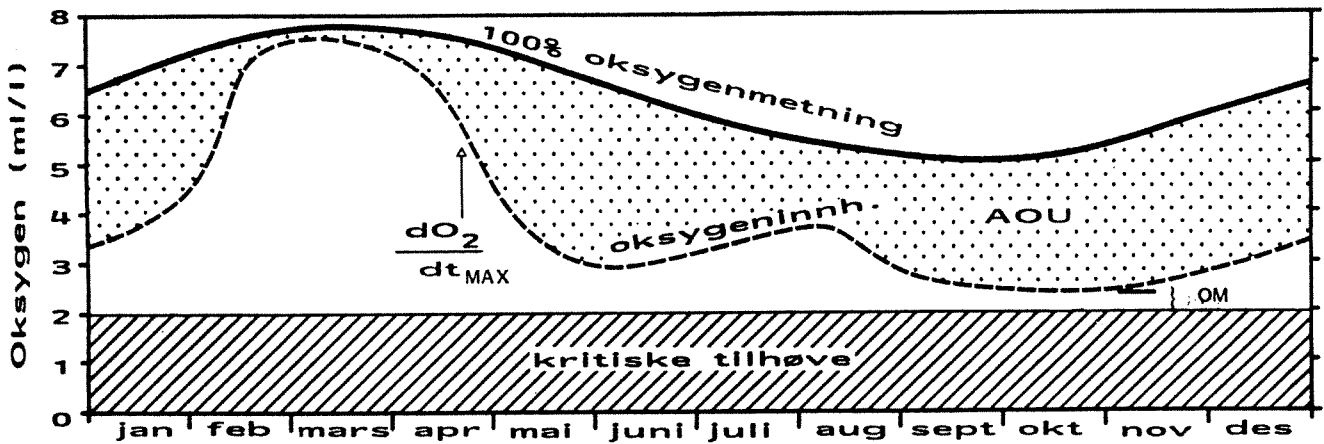


Fig. 4.8. Karakteristisk årleg oksygenyklus i sjøvatn. Figuren syner kurvar for metningsverdi og oksygeninnhald. Desse kurvene avgrensar et område kalla AOU (Apparent Oxygen utilisation). Grensa for kritiske oksygentilhøve er sett til 2 ml/l, OM indikerer forskjellen mellom lågaste oksygenverdi og 2 ml/l.

Tab.4.2. Gjennomsnittleg og maksimal observert oksygenreduksjon, samt skilnad mellom lågaste observerte oksygenverdi og grensa for kritiske oksygentilhøve (OM) i 10 m djup (jfr. fig. 4.8.).

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	S1	S2	S3
dO_2/dt max (ml/l dg)	0.029	0.027	0.065	0.030	0.027	0.066	0.053	0.033	0.036	0.142
dO_2/dt (ml/l dg)	0.013	0.017	0.015	0.014	0.015	0.021	0.014	0.011	0.015	0.028
OM (ml/l)	3.74	4.19	3.95	3.83	3.86	1.90	3.96	3.68	3.76	3.75

4.5.1. Skogsvågen.

I Skogsvågen blei det målt straum i innlaupet til Kvalvågen (R5), samt i innlaupet til nordvestlege delen av Skogsvågen (R4) (figur 3.2). På kvar stad blei det målt i 2 meters djup. Dessutan blei det målt like over terskeldjupet (i 12 meters djup på R5, og i ca. 30 meters djup på R4). Måleperioden var 14/9-13/10 (til 7/10 på R5-12 m).

Tidsseriane av straumfart, samt den mest dominerande av austvest og nord-sør komponenten av straumen er presentert, saman med tidsseriane av salinitet og temperatur. Instrumenta på R4 var innstilte på 2 cm/s som oppløysingsintervall for straumfarten. Difor den noko trinnvise framstillinga i fig. 4.11 og 4.12 av straumfart for denne riggen.

R5 Kvalvågen.

Straumen i overflata (fig. 4.9) er som venta sterkare enn nær botnen, typisk 4 cm/s i 2 meter og 0-2 cm/s nær botnen (fig. 4.10). Ved botnen er det lange perioder med svært svak straum (under deteksjonsgrensa på 1 cm/s). Periodane med sterkare straum ved botnen er samanfallande med sterkare straum ved overflata. Det halvdaglege tidevatnet dominerer i overflatelaget, som har berre kortvarige perioder med stillestående vatn, i samband med at tidevatnet snur. Største observerte straumfart var 18 cm/s.

Retningsfordelinga synte at i overflata er straumen nokolunde symmetrisk langs retningen inn-ut. I 12 meter var volumfluksen stort sett knytta til straum mot nord-nordaust (ut).

Tidsseriane av temperatur avslører svakt avtakande temperatur i løpet av måleperioden, frå ca. 13.5 grader til ca. 12 grader. Saliniteten i 2 meter gjennomgår også ein svak reduksjon frå 30 til ca. 29. Lågaste salinitet var 27.2. Dei relativt svake daglege variasjonane syner grovt sett at saltare og varmare vatn blir transportert ut, kaldare og ferskare inn.

I 12 meters djup viser tidsserien av temperatur daglege svingningar i takt med tidevatnet. Sjølv om straumen var for svak til å bli registrert, tyder dette på at ei viss inn-utstrøyming kontinuerleg skjer over terskelen, ved at varmare vatn inne i Kvalvågen gradvis blir erstatta med noko kaldare vatn utanfrå.

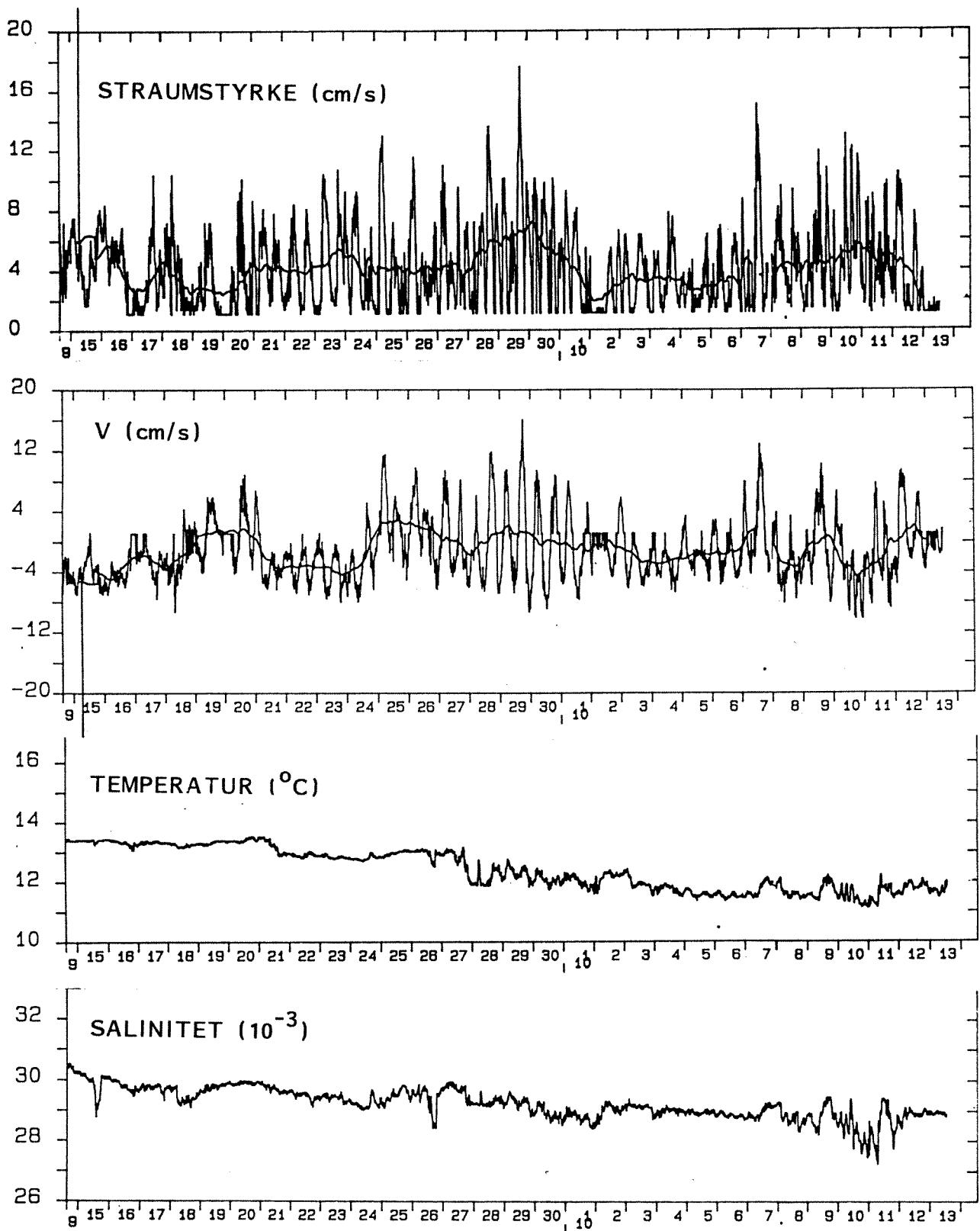


Fig. 4.9. Observert strømsstyrke, og nord-sør (V) komponent av strømmen i 2 meters dyp på R5, Kvalvågen. Nederst tidsseriene av temperatur og salinitet. Måleperiode 14/9 - 13/10 1987.

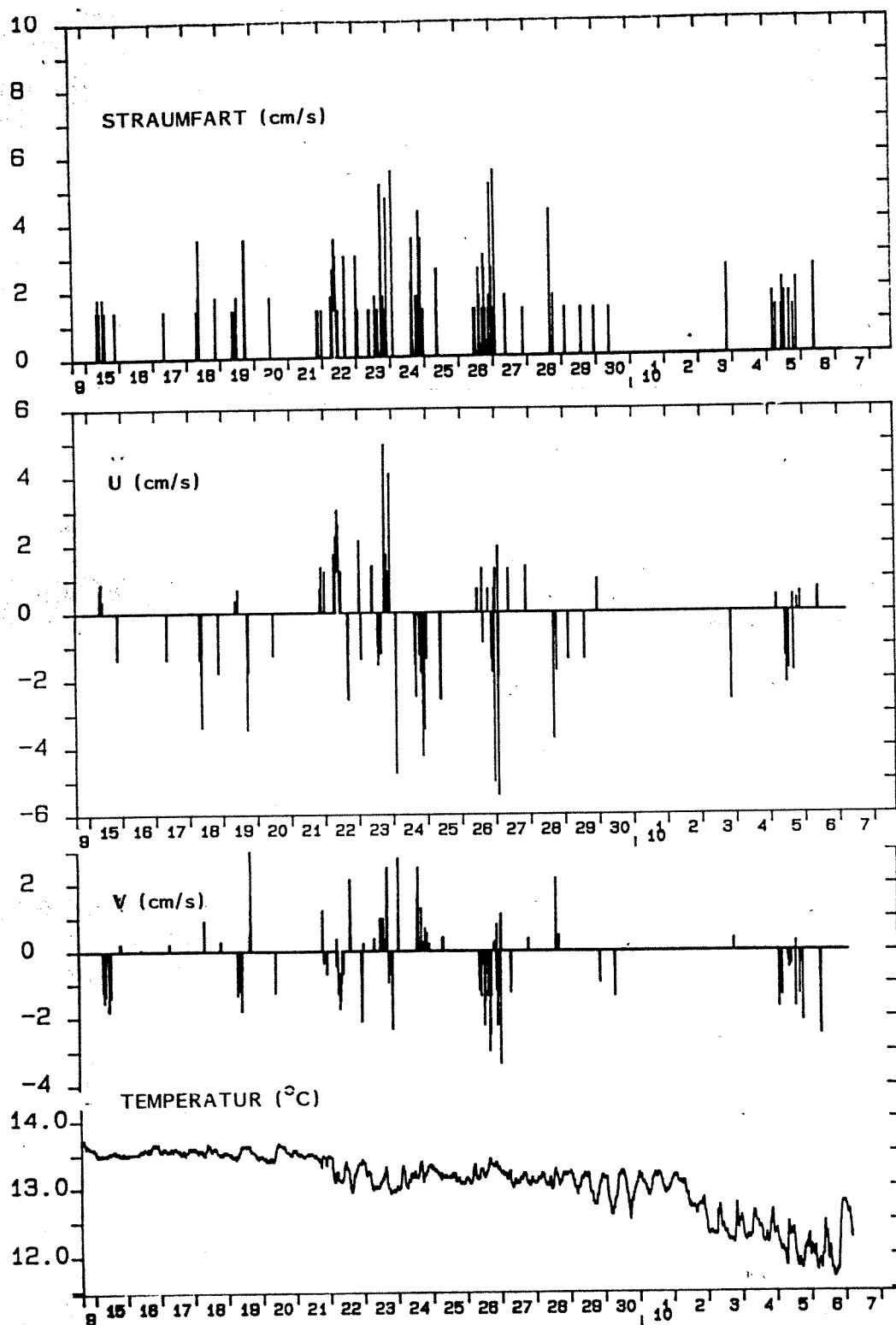


Fig. 4.10. Tidsserier av straufart, nord-sør (V) og aust-vest (U) komponent av straum, samt temperatur på R5, Kvalvågen i 12 meters djup.

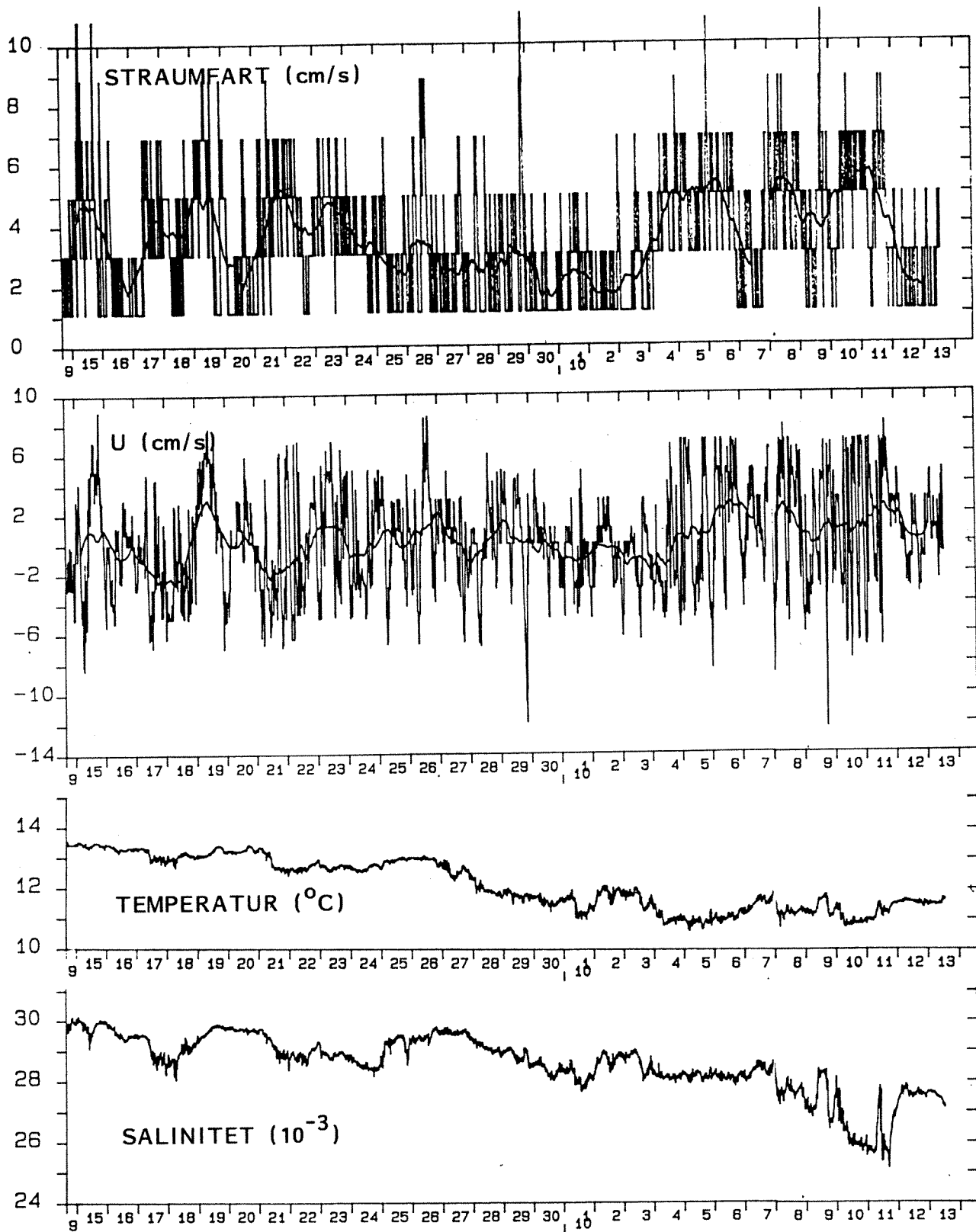


Fig. 4.11.

Tidsserie av observert straufart, aust-vest komponent (U), temperatur og salinitet på R4, Dalavågen, i 2 meters djup. Måleperiode 14/9 - 13/10 1987.

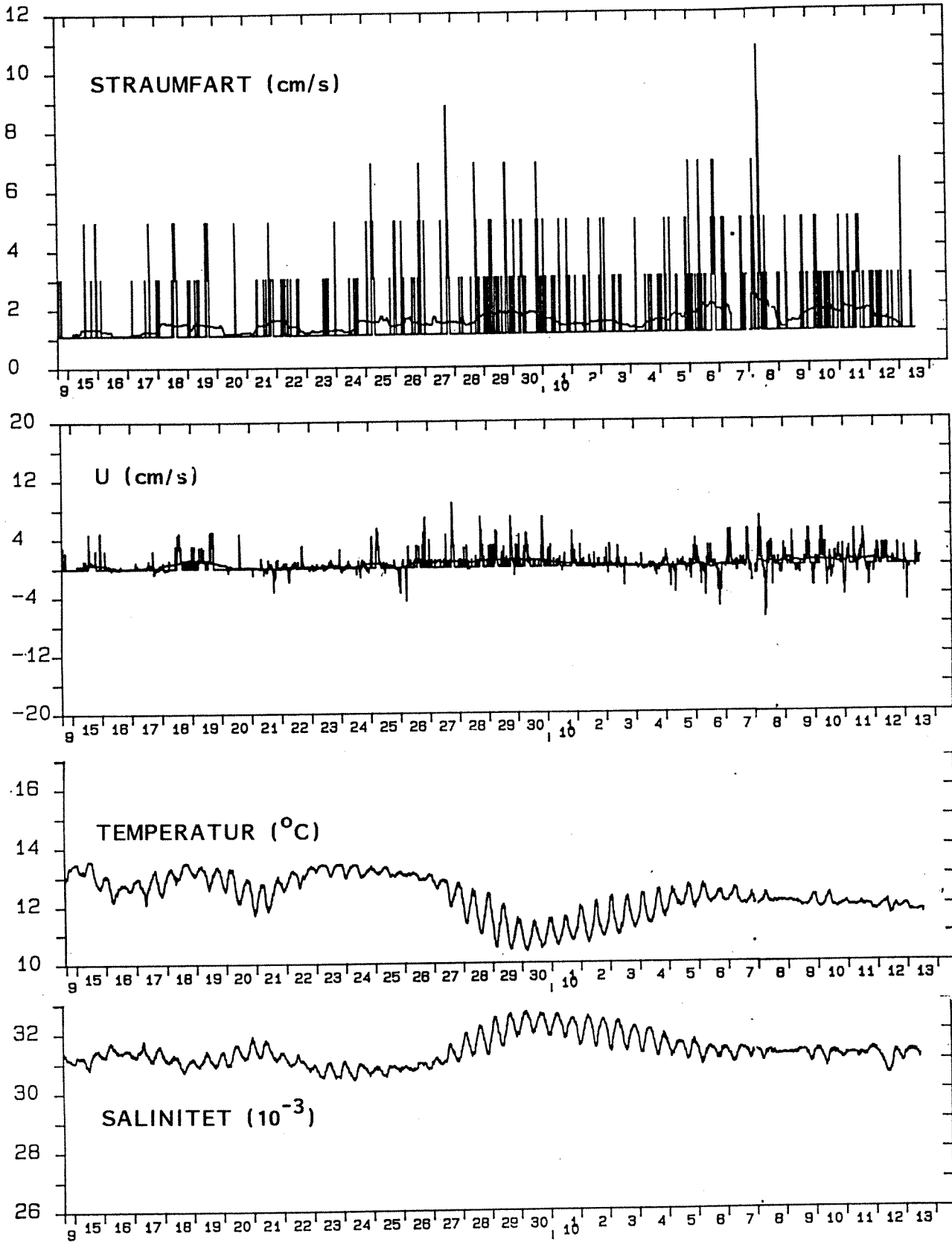


Fig. 4.12.

Tidsserie av observert straumfart, aust-vest komponent (U), temperatur og salinitet på R4, Dalavågen, i 30 m djup. Måleperiode 14/9-13/10 1987.

R4 Dalavågen.

I djupaste innlaupet til Dalavågen var rigg R4 plassert, med målarar i 2 meter og ca. 30 meters djup (fig. 1.1). Tidsseriane er presenterte i fig. 4.11 -4.12. Begge målarane hadde noko dårlegare oppløysing på straumfarten enn øvrige målarar. I 2 meters djup er typisk straumfart ca. 4 cm/s, fig. 4.11. Lengste periode med (tilnærma) stillestående vatn er rundt 10 timar. Største straumfart ca. 11 cm/s. Temperatur og salinitet avtar generelt sett i løpet av måleperioden. Periodevise endringar i S og T opptrer, med sprang i S rundt 3 i løpet av eit halvt døger.

I 30 meters djup er middelstraumen rundt 1.5 cm/s, fig. 4.12. Straumen i dette djupet er markert sterkare enn botnstraumen på R5 (Kvalvågen). Periodene med svak eller ingen straum er kortvarige. Maksimal observert straum var 11 cm/s. Salinitet og temperatur fluktuerer i takt med halvdagleg tidevatn; kaldare og saltare vatn inn, varmare og ferskare ut. Dette samsvarer med dei øvrige hydrografiske observasjonane, som indikerer varmare og ferskare vatn på stasjon S2 (fig. 4.3.a) relativt til stasjon S1 (fig. 4.3.b) ute i Skogsvågen på haustparten.

4.5.2. Austefjorden.

Straummålingane i Austefjorden foregjeikk i perioden 22/7-25/8. Riggposisjonane er avmerka i figur 1.1. Måledjupa var 2 m og 22 m for alle tre riggar.

R1, Indre Austefjorden.

Tidsseriane av fart og salinitet-temperatur er synt i fig. 4.13 og 4.14. I 2 meter er middelstraumfarten 3-4 cm/s. Høgste straumfart var 15 cm/s. Tidevassignalet er markert, men med varierende amplitude. Nettostraumen av storleiksorden 1-2 cm/s, var retta sørover i perioden 22/7-5/8, og

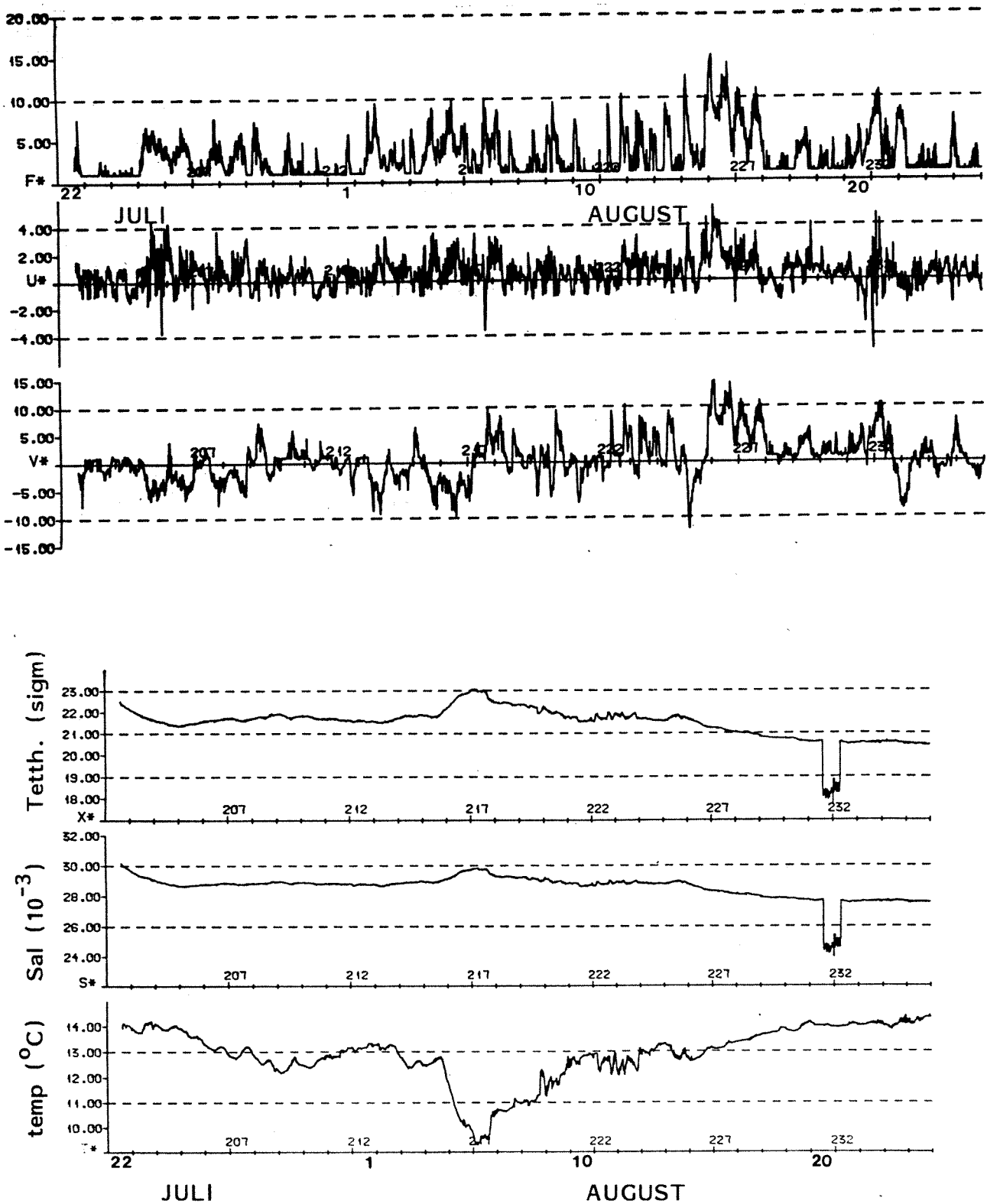


Fig. 4.13.

Rigg 1, Kausland i 2 m djup. Tidsserie av strømfart F , samt U og V komponent av strøm. Nederst tidsserie av tetthet (X), salinitet (S) og temperatur.

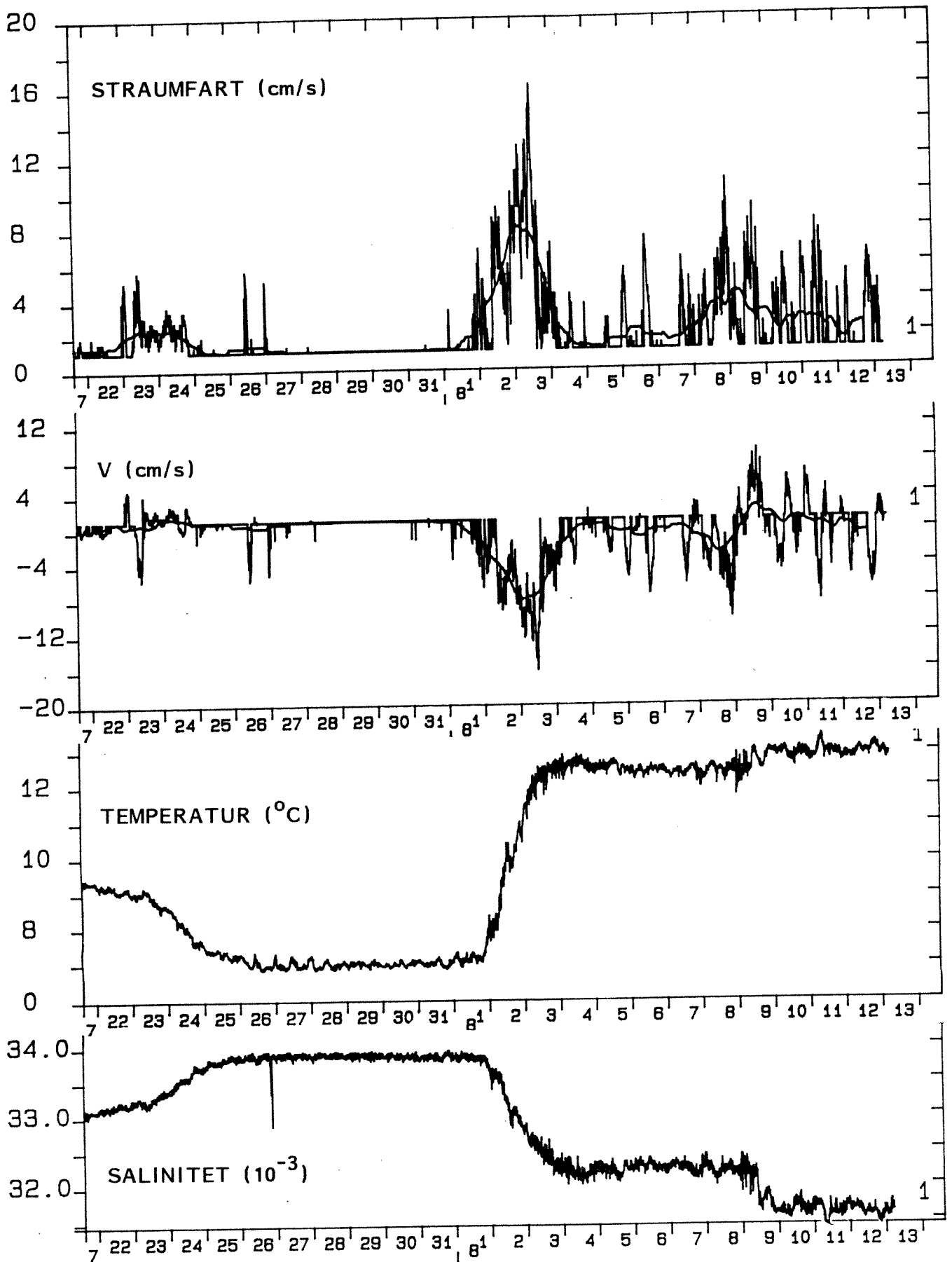


Fig. 4.14. Rigg 1, Kausland, i 22 m djup. Tidsserier av strømfart (F), samt nord-sør komponent (V) av strøm. Nederst tidsserie av temperatur og salinitet.

nordover i resten av perioden. Dette har truleg samanheng med vindtilhøva; vedvarande nordleg vind først i perioden, som så dreia og blei meir skiftande (fig. 3.4). Lengste periode med tilnærma stillestående vatn var ca. 15 timar.

I samband med dei endra vértilhøva rundt 5/8, skjer det eit markert fall i sjøtemperaturen, frå 13 til 9 grader, assosiert med mindre auke i salinitet (episoden med brått skifte i salinitet 21/8 må skuldast forureining av målesensoren).

I 22 meters djup (ca. 10 m o. botn) var som venta straumen generelt svakare enn i overflata, med ei periode på 4-5 dagar utan merkbar straum, og med maksimalfart 16 cm/s. Nettostraumen var stort sett retta sørover.

Salinitet og temperatur endrar seg markert 1/8-2/8, frå h.h.v. 7 grader og $34 \cdot 10^{-3}$, til 13 grader og rundt 32 (fig. 4.14).

R2, Porsvika.

Figur 4.15 og 4.16 syner tidsseriar av målingane på R2. I 2 meter er tidevassignalet markert. Maksimalfarten var opp mot 50 cm/s (1 knop). Berre svært kortvarige perioder med stillestående vatn. Typisk straumfart var 12 cm/s. Nettostraumen var sterk, rundt 10 cm/s, og retta sørover før 6/8, sidan nordover, jamfør endring i vindtilhøva den 6/8. Saliniteten når eit maksimum rundt 33 6/8, for så gradvis å avta igjen mot 30.5. Temperaturen varierte mellom 9 og 14 grader. Den raskaste endringa i salinitet med markert utslag var ca. $1.5 \cdot 10^{-3}$ pr. døger. Tilsvarende for temperatur var ca. 3 grader pr. døger.

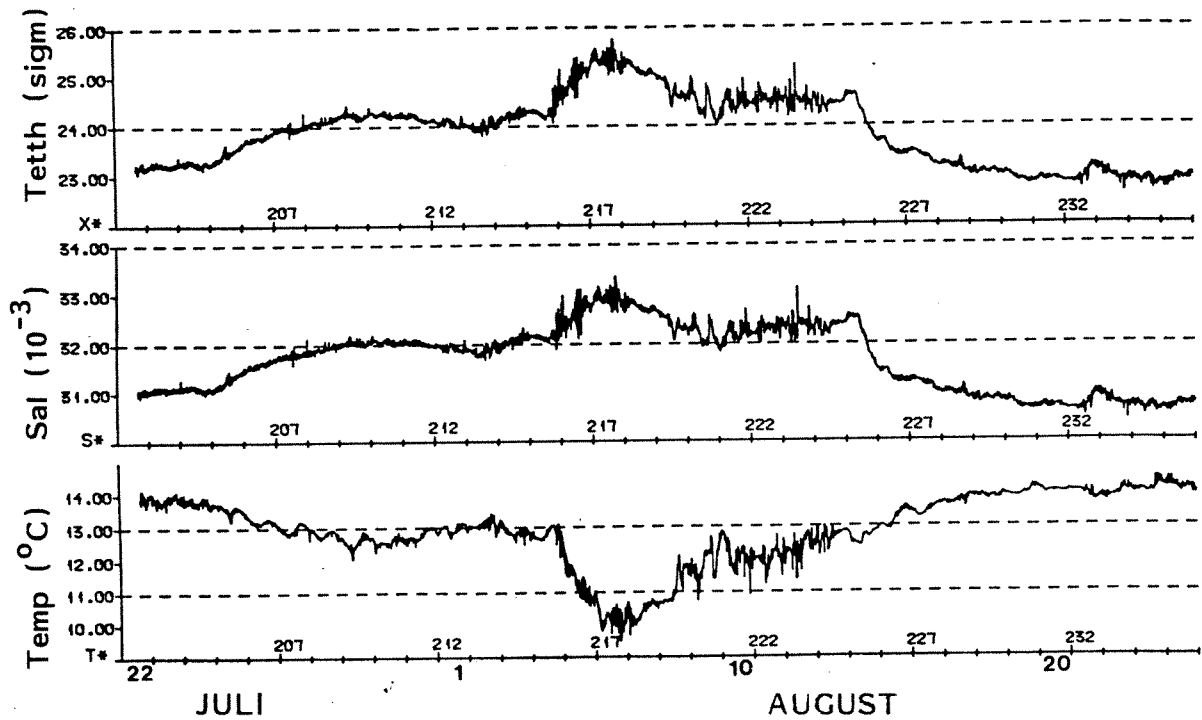
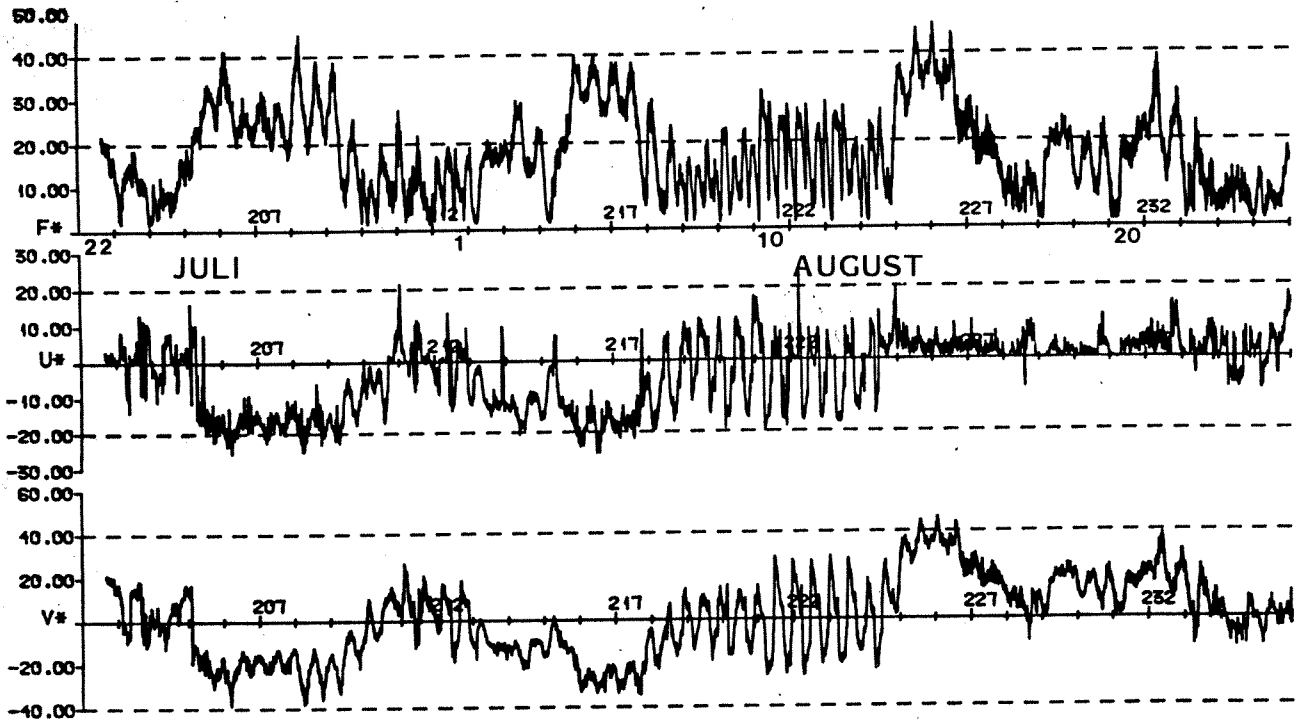


Fig. 4.15.

Rigg 2, Porsvika, i 2 m djup. Tidsserier av strømfart (F), samt aust-vest (U) komponent og nord-sør (V) komponent. Nederst tetthet (X), salinitet og temperatur.

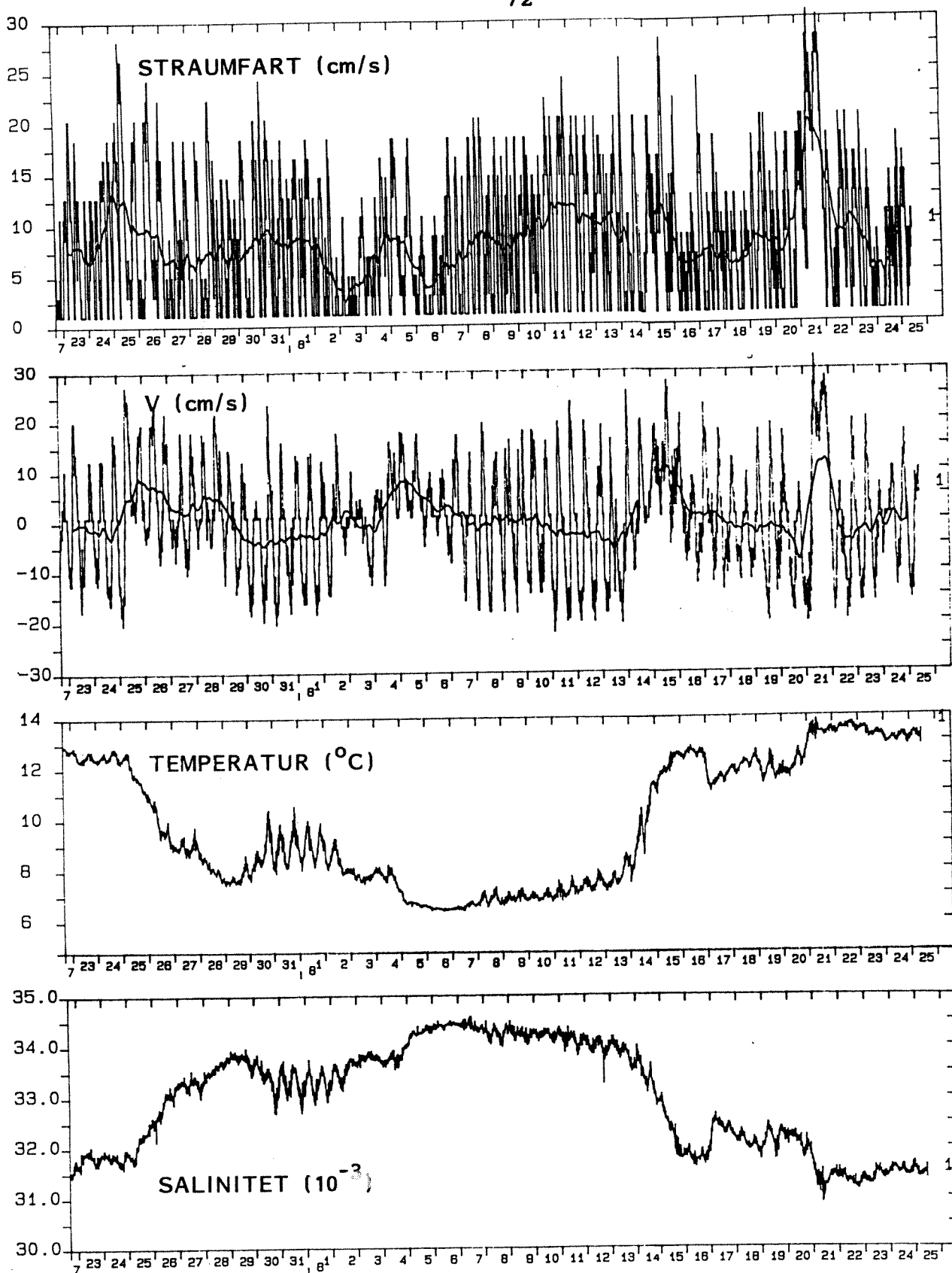


Fig. 4.16. Rigg 2, Porsvika, i 22 meters djup. Tidsserie av straufart (F) og nord-sør komponent av strauem (V). Nederst temperatur og salinitet.

I 22 meters djup (fig. 4.16) var òg straumen markant, med tydeleg tidevassignal. Typisk straumfart var 7 cm/s. Berre kortvarige perioder med stillestående vatn (ca. 2 timar). Største observerte straumfart 32 cm/s. Salinitet varierte mellom 31 og 34.5. Temperaturen varierte mellom 6.5 og 14 grader.

Rigg R3, Austefjorden sør.

Tidsseriane av målingane er presentert i fig. 4.17 og 4.18. Typisk straumfart i 2 m var 6-7 cm/s. Største observerte straumfart 30 cm/s. Perioden 2/8-8/8 med tilsynelatande stillestående vatn i 2 meters djup skuldast truleg blokkert rotor. Likeeins 11/8-12/8, då rotoren var observert blokkert av tang. Om ein ser bort frå desse periodene, er det berre kortvarige (ca. 5 timar) episoder med stillestående vatn. Nettostraumen var retta sørover, med fart ca. 2.5 km/dag. Saliniteten varierte mellom 29.6 og 31.6 med ingen dramatiske endringar over kort tid. Temperaturen varierte mellom 11 og 14 grader.

I 22 meter (fig. 4.18) var middelstraumen 3-4 cm/s. Høgste straumfart var 30 cm/s. Første del av måleperioden var nettostraumen retta nord (til 6/8), deretter sør. Denne endriga fell saman med den tidlegare nemnde endringa i vindtilhøve, jamfør fig. 3.5. Saliniteten varierte mellom 31.5 og 34.3. Temperaturen varierte mellom 9 og 14 grader.

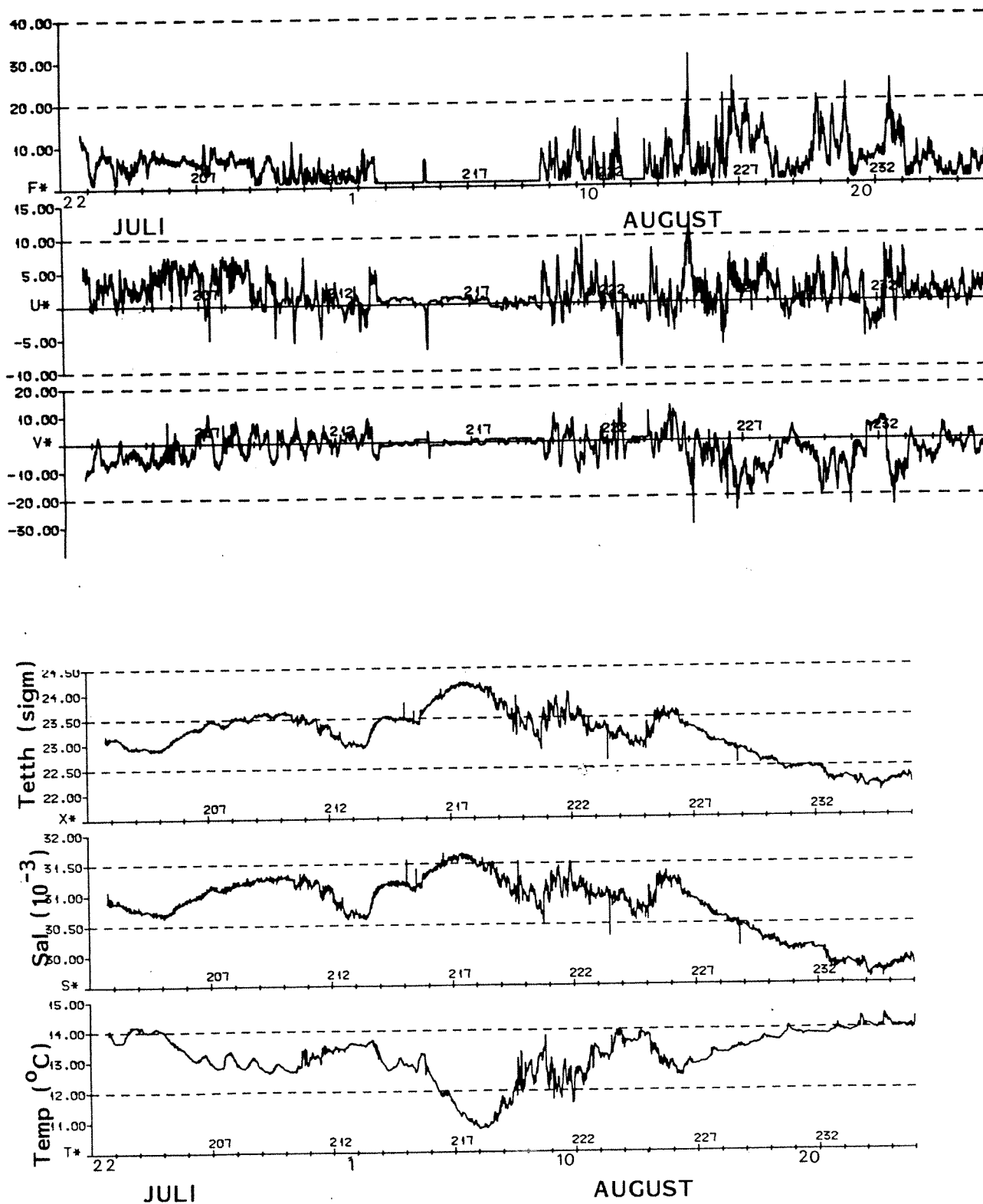


Fig. 4.17.

Rigg 3, Austefjorden, i 2 m djup. Tidsserie av strømfart (F), aust-vest (U) og nord-sør (V) komponent av strøm. Nederst tidsserier av tetthet (X), salinitet og temperatur.

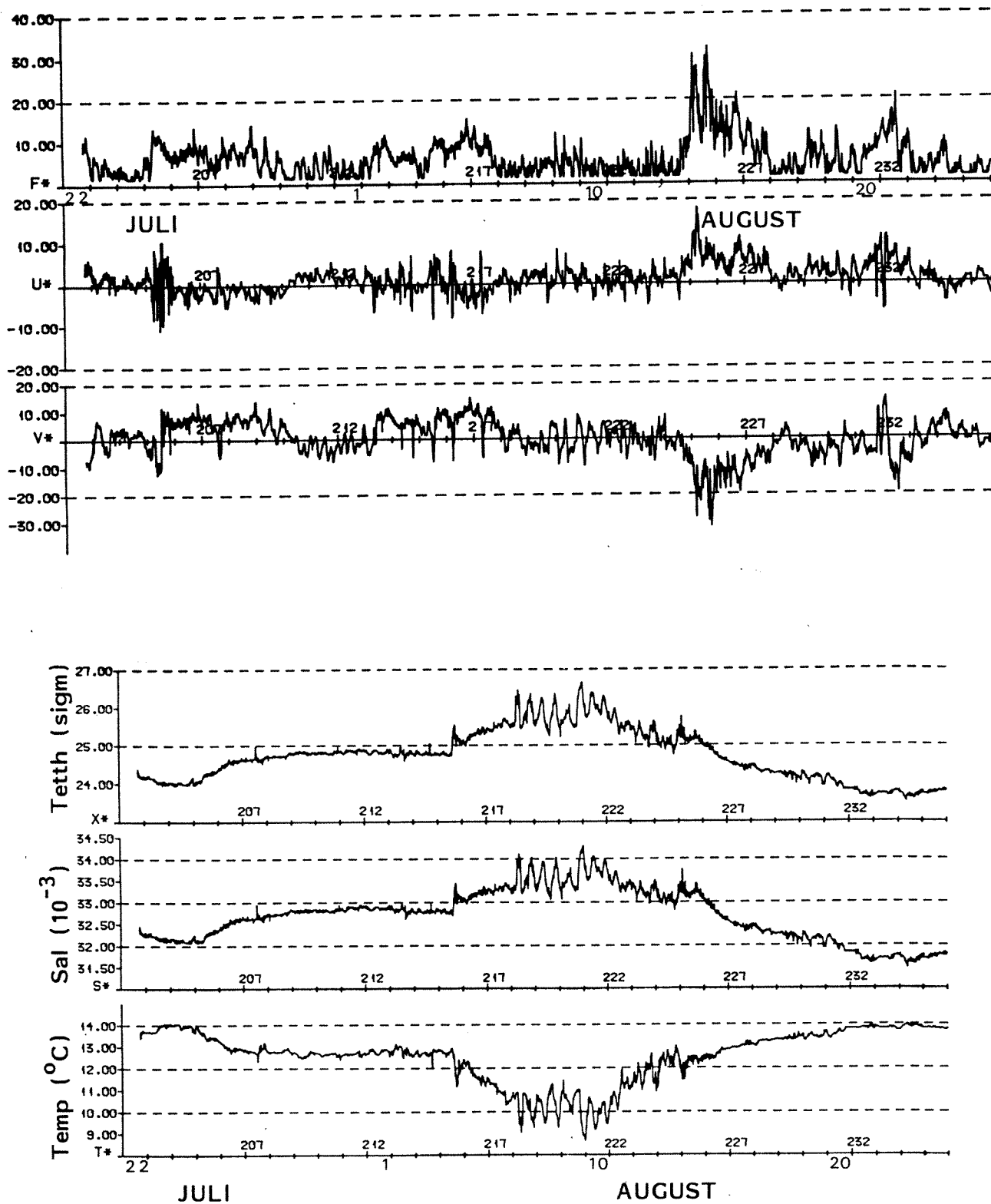


Fig. 4.18.

Rigg 3, Austefjorden, i 22 m djup. Tidsserie av strømfart (F), aust-vest (U) og nord-sør (V) strømkomponent. Nederst tetthet (X), samt salinitet og temperatur.

4.6. Utskiftingstilhøve i relasjon til auka belastning.

I følgje Maroni (1985) kan ein ved ein fôrfaktor på 1.3 setje følgjande verdiar for miljøbelastning frå fiskeoppdrett.

KOF	:	0.74 kg oksygen/kg fisk produsert
Tot-N	:	52 g/kg fisk produsert (herav 50% i partikulært materiale, resten i løyst form)
Tot-P	:	9 g/kg fisk produsert (herav 2 g i løyst form)

I staden for KOF (kjemisk oksygenforbruk) kan ein i staden nytte UOD ("Ultimate Oxygen Demand"), som uttrykkjer det totale O₂-behov som resipienten blir utsett for, inkludert fiskens respirasjon (Pedersen 1982). Denne eininga er mest relevant å bruke ved oksygenforbruks-studiar i øvre vasslag rundt oppdrettsanlegg.

Belastningsverdiane nemnt ovanfor må reknast som gjennomsnittsverdiar. Figur 4.19 syner eksempel på tidsvariasjon for tilvekst, utfôring og nettobelastning (som UOD) frå merder ved fôrfaktor 1.5. Oksygenbelastninga er størst i august-september, og tilsvarar ca. 10 kg O₂/dag tonn fisk. Tilveksten (kurve A i fig 4.19) aukar meir jamt i perioden juni-oktober, med ca. 70% vektauke pr. mnd.

Tal frå 1986 syner at gjennomsnittleg produksjon i Hordaland, Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal var 25 kg pr. m³ oppdrettsvolum (Fiskets Gang nr. 22/87). Dette tilsvarar 200 tonn laks for eit 8.000 m³ anlegg. Vi antar at dette er eit representativt tal for vårt undersøkingsområde, og kan òg forenkla ved å sei at heile fisketilveksten skjer i anlegget (ser bort frå smolt vekt).

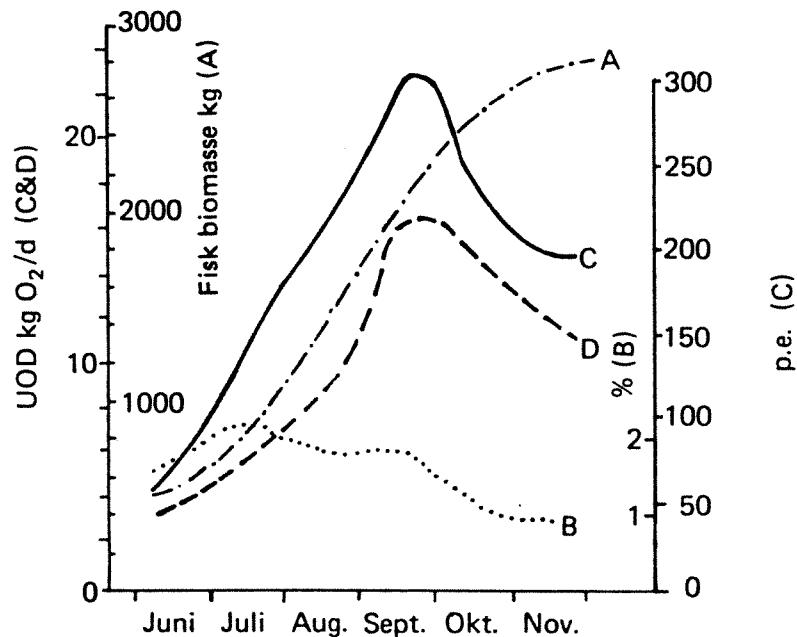


Fig. 4.19. Organisk belastning frå merder med ein fôrkoefisient for tørrfôr på 1.5.
 A = fiskebestandens utvikling
 B = utføringsintensitet, dvs. fôrtilskot i kg/100 kg fisk
 C = utføring uttrykt som bruttobelastning i UOD-termer og som p.e.
 D = nettobelastningen på resipienten i UOD-termer (Karlgren 1981-etter Pedersen 1982)

Dei data som vår undersøkjing byggjer på indikerer rimeleg god utskifting i relasjon til dagens belastning dei fleste stadene. Vi må her ta eit lite atterhald angående oksygenverdiane, som synte teikn til ytterleg lågare verdier enkelte stader under det ekstraordinære toktet i november. Nedanfor vil vi på grunnlag av innsamla data samt teoretiske betraktningar, vurdere utskiftingsrater i dei ulike områda.

4.6.1. Oksygenforbruk i overflatevatnet.

På basis av oksygenparametrane i tabell 4.2 har vi berekna den ekstra UOD belastninga, UD, som kan tolast i perioder

med liten utskifting (svak straum):

$$(dO_2/dt_{\max} + UD)_i \times t_i = OM_i \quad i = T1, T2, T3 \text{ etc. og}$$

t_i er varigheit av perioder med stagnant vatn på dei ulike stasjonane (vurdert frå straummålingane).

Dei berekna UD verdiane er synt i tabell 4.3, og er så blitt relaterte til fisketettleik ut frå gjevne føresetnadar om stagnant vatn, samt at 1 tonn fisk tilsvarar UOD lik 10 kg O₂/dag (i perioder med stort oksygenforbruk). Vi antar i første omgang at dette oksygenforbruket fordelar seg over dei øverste 8 meter, slik at denne max. belastninga tilsvarar eit oksygenforbruk på 0.84 ml/l pr. kg fisk pr. dag.

Tabell 4.3 syner resultat av desse berekningane, som h.h.v. ekstra oksygenforbruk, ekstra UD (ut over dagens belastning) og tilsvarande maksimal fisketettleik.

Tab. 4.3. Teoretisk maks. fisketettleik (kg/m³) i merder på dei ulike hydrografistasjonane ut frå ant. timar stagnerande vatn (t) og tilgjengeleg oksygen. Stagnerande vatn er definert som straum svakare enn 1 cm/sek.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	S1	S2	S3
t (timar)	15	3	3	5	2	24	5	5	10	20
UD (ml/ l dag)	6	34	32	18	46	2	19	18	9	4
max kg fisk/ m ³	7	40	38	21	55	2.4	23	21	11	5

Denne vurderings-metoden gjev store forskjeller frå stasjon til stasjon, med størst teoretisk kapasitet rundt stasjon T5, og minst kapasitet i dei mest skjerma områda. Tala er å forstå som ekstra belastning frå oppdrett, ut over dagens belastning i dei ulike områda. Verdiane over dO_2/dt_{\max} (i tabell 4.2) som inngår i berekningane ovanfor, representerer

rer observerte maksimalendringar over perioder på 2-4 veker. Tettare målingar av oksygeninnhald ville sannsynlegvis ha avslørt større endringar over kortare tidsrom, noko som ville ha gitt lågare berekna verdiar for UD og fisketettleik. UOD-belastninga frå fiskeoppdrett vil i praksis fordela seg mellom øvre del av vassøyla og djupvatnet. Fisketettleikstala i tab. 4.3 tek utgangspunkt i at all UOD fordeler seg i dei øvre 18 m av vassøyla, og må såleis sjåast som minimumsanslag. På den andre sida er eit oksygenforbruk på 10 kg oksygen/dag x tonn lågt rekna i perioder med kritisk låge oksygenkonsentrasjonar. Slike tilhøve kan skapa ekstra stress for fisken, og dermed gje eit endå høgare oksygenforbruk (Smart 1981). Vidare vil sekundæreffekter som t.d. auka algevekst som følgje av næringssalttilførsle frå anlegga bidra til ein reduksjon av det teoretiske oppdrettspotensialet.

Tala i tabell 4.3 er dels i samsvarande med, og dels vesentleg høgare eller lågare enn gjennomsnittstala for mæranlegg (produksjon) i 1986, på 25 kg/m³. Fisketettleiksverdiane i tabell 4.3 er representative for august-september (perioden med størst. Tal for den tilsvarende årsproduksjonen vil vere anslagsvis 20% høgare.

4.6.2. Produksjon av ammonium i overflatevatnet.

Eit anna utgangspunkt for å studera episodiske effektar av stagnerande vatn på fiskeoppdrett er å studera konsentrasjonen av t.d. ammonium/ammoniakk. Dette er eit av fisken sine avfallsprodukt, som kan vera giftig i høge konsentrasjonar. Smart (1986) har sett ein konsentrasjon på 0.07 mg NH₃-N/l som øvre toleransegrense for regnbogeaure over lengre perioder, utan alvorlege effektar på fôropptak, tilvekst eller fordøyelse. Det synest likevel å vera stor usemje i litteraturen når det gjeld grenseverdiar og verknader av ammonium (Meade 1985). Det er og store korttids- og langtidsvariasjonar i ekskresjonsraten av ammonium hos oppdrettsfisk p.g.a. ulike fôrtypar, fôrings-

regime og p.g.a. ulike metodar for å fastsetje ammoniumnivået.

Det er påvist at fôring har stor verknad på variasjonar i fisken sin ekskresjon av ammonium (Brett og Zala 1975), og at variasjonar i ammoniumsinnhaldet i vatnet kan vera meir toxisk enn konstante konsentrajonar (Thurston et al. 1987). Ved reduksjon i oksygenkonsentrasjonen auker giftverkanden av NH_3 , noko som m.a. vil vera tilfelle under episodar med stagnerande vatn.

Westers (1981) har angitt produksjon av ammonium til 20-30 g/kg fôr for laksefisk.

Giftverknaden av ammonium tilskrivast i hovudsak den ikkje ioniserte andelen ($\text{NH}_3\text{-N}$). Forholdet mellom konsentrasjonane av $\text{NH}_3\text{-N}$ og $\text{NH}_4^+\text{-N}$ varierer med pH og temperatur. I sjøvatn med ein temperatur på 15°C og $\text{pH} = 8.5$ skal det ein total ammoniumkonsentrasjon på 1.1 mg/l til for å gje ein $\text{NH}_3\text{-N}$ konsentrasjon som tilsvorar ovannemnte grenseverdi på 0.07 mg/l. Under dei nemnte betingelsane og ved ei fôringsrate på 1.4 kg fôr/100 kg fisk pr. dag, har vi kalkulert maks. teoretisk fisketettleik i tab. 4.4. basert på ulike observerte lengder av periodar med stagnat vatn. I tabellen har ein valt å sjå bort frå bakgrunnsverdiane, og berre betrakta den delen av ammonium som kjem frå fisken. Vi vil understreka at dette er eit teoretisk rekneeksempel på eit såkalla "verste tilfelle". Når vi likevel har valt å presentera reknestykket, er dette meint som ein illustrasjon på den variasjonen i tilhøva som ein finn mellom dei ulike delane av undersøkjingsområdet.

Tab. 4.4. Teoretisk maks. fisketettleik (kg m³) i merder på dei ulike hydrografistasjonane ut frå ant. timar stagnerande vatn (t), og ut frå føresetnader gjeve i teksten, med sikte på å halda konsentrasjonen av NH₃-N under ei øvre grense på 0.07 mg/l.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	S1	S2	S3
t (timar)	15	3	3	5	2	24	5	5	10	20
Maks. kg fisk/m ³	5	24	24	15	37	3	15	15	7	4

Tab. 4.4 gjev dei same relative tilhøva som tab. 4.3, men med jamnt over vesentleg lågare anbefalte verdiar for fisketettleik. Om ein også tek bakgrunnsverdiane av ammonium i betraktning, vil dette gje størst negative utslag for dei dårlegaste stasjonane, fordi desse har dei høgaste bakgrunnskonsentrasjonane.

Som forsterkande element kjem også at giftverknaden av ammonium auker når oksygenkonsentrasjonen minkar, og at ein i område med sterkt varierende vasstraum vil få store variasjonar i konsentrasjonen av avfallsstoff.

Eit positivt element, som det ikkje er teke omsyn til her, er opptaket av ammonium av planteplankton til primærproduksjon, noko som reduserer konsentrasjonen av ammonium samtidig som det frigjer oksygen.

4.6.3. Vurdering av eutrofieringseffekter.

a) Overflatevatnet.

Dei observerte næringssaltkonsentrasjonane viste for Tot-P og Tot-N sitt vedkomande akseptable verdiar både i Austefjorden og Skogsvågen (jamfør avsn. 4.3.1). I samband med algeoppblomstring er Tot-N ansett som den mest begrensande

faktoren (Källqvist, 1987). Utslepp av Tot-N frå eit fiskeoppdrettsanlegg har Maroni (1985) oppgjeve til 52 g/kg fisk produsert, herav 50% i løyst form. Om ein set ei øvre toleransegrense på 400 μ g/l ("betydelig påvirket" i følge Jan Magnusson, NIVA), må ein ha ein konsentrasjonsauke på ca. 200 μ g/l i høve til dei observerte verdiane (fig. 4.6.b).

Opphaldstida for øvre vasslag i søre delen av Austefjorden varierer mellom 0.5 og 5 dagar i følge straummålingane, avhengig av bl.a. vindtilhøva.

I diskusjonen nedanfor har vi rekna med ein fisketettleik på 20 kg/m³ i merdene, og ein maks. løyst Tot-N utskiljing på 0.15 g/kg fisk og døgn (ved maks. vekst på fisken). 5 dagars opphaldstid svarar til nettostraum rundt 1 cm/sek. Om vi konservativt reknar typisk tidevasstraum lik 5 cm/sek., vil ein typisk tidevassekskursjon (6 timar) vera 1 km. Eit mærdanlegg i ein "kanal" som søre Austefjorden vil under dei gjevne føresetnadane bli gjennomskylt av same vatnet 4-5 gonger. Tot-N akkumulasjonen i vatnet etter kvar gjennomstrøyming vil vera av storleiksorden 0.05 g/m³. For 5 gjennomskyllingar svarar dette til ca. 0.25 g/m³ (250 μ g/l). Det vil sei at ved uheldig samantreff av relativt stagnante perioder (svak utskifting) og sterk vekst, vil Tot-N utslepp frå eit anlegg åleine teoretisk bidra til at deler av øvre vannmasser overskrid "eutrofieringsgrensa". Vi må her understreka at vi ikkje har tatt omsyn til m.a. fortynningseffekten i øvre lag, som i røynda vil bidra til å minske dei teoretiske berekna konsentrasjonane.

b) Djupvatnet.

Berekningane ovanfor er basert på episode-problematikk, dvs. maksimalt tolerert oksygenforbruk i kortare perioder med stagnant overflatevatn. For djupvatnet sin del vil problemstillinga vere kor stor langtidsbelasning som kan

tolast utan av vasskvaliteten blir forringa. Kor stor del av samla KOF belastning som (over tid) når djupvatnet i dei ulike delene av vårt undersøkjingsområde, vil avhenge av faktorar som lokale straumtilhøve, lokal topografi, djupnetilhøve og sjiktning. I tillegg til direkte nedfall frå anlegga, vil auka tilførsler av nitrat og fosfat føre til større alge- og fytoplanktonproduksjon, som så igjen medfører auka oksygenforbruk i djupvatnet.

For å få eit estimat på djupvatnet sin toleranse overfor auka belastning, tar vi utgangspunkt i KOF pr. kg fisk produsert lik 0.74 kg O₂ (kap. 4.6). Vidare antar vi at halvparten av denne KOF-belastninga når djupvatnet i dei ulike bassenga, og at oksygenforbruket i djupvatnet er proporsjonalt med KOF-tilførselen. For å halde oss til ei rimeleg regional detaljeringsgrad, tar vi utgangspunkt i regionane som er definert i fig. 1.1, samt tilhøyrande volum i tabellane 1.1 og 1.2.

Etter same prinsipp som ved belastningsberekningane i avsnitt 4.6.1 har vi så berekna den ekstra KOF-belastninga dei ulike regionane teoretisk kan tole, ut frå føresetnaden at oksygeninnhaldet ikkje må bli lågare enn 2 ml/l i djupvatnet. Vi tar utgangspunkt i ein 6 månaders vår-til-haust-periode, og antar at denne perioden innbefattar 70% av samla årleg fiskeproduksjon. Dette tilsvarar då ei KOF-belastning på 0.52 kg O₂ pr. kg fisk produsert. Av dette går 0.26 kg til djupvatnet i følgje våre føresetnader.

Resultata av desse berekningane er synt i tabell 4.4. Toftarøyosen (region IV i fig. 1.1) peiker seg ut som det området som har størst potensiale ut over dagens aktivitet. Kvalvågen gjev svært lite potensiale, vesentlegst p.g.a. lite djupvassvolum.

Tab. 4.5. Djupvassvolum og observert oksygeninnhald i djupvatnet i oktober for områda avgrensa i fig. 1.1. Nederst estimert årsproduksjon av fisk innafor kvart område ut over dagens produksjon.

Område	Austefjorden			Skogsvågen		
	I	III	IV	I	II	III
Volum djupvatn (10^6m^3)	34.4	22.6	73.7	2.4	0.1	26.9
O ₂ i oktober (ml/l)	3.4	3.0	4.3	5.1	4.05	5.25
Max. prod. (tonn/år)	264	124	930	40	1	480

5. STRANSONEUNDERSØKJING.

Stasjonane som vart undersøkt er synt i fig. 3.6. ovanfor. Antal arter og relativ førekomst av desse er lista opp i tabell 5.1.

Tab. 5.1. Arter og relativ førekomst.

Navn på arter		Stasjoner																			
Latinske	Norske	1	2	3	4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
<i>Verrucaria maura</i>	Marbek	2	2	2	1	1	2	1	2	2	1		1	1	1	1	1	2	2		
<i>Xanthoria parietina</i>	Messinglav	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2		2	2	2		1	2	2		
<i>Pelvetia canaliculata</i>	Sauetang	1	1	2					1		1		1		2	1		1	1		
<i>Enteromorpha</i> sp.	Tarmgrønske	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1		2	2		1	1	1	1		
<i>Fucus spiralis</i>	Kaurtang	1	2	2	2		1	1	1	2	2		2	2	2		1	1	1		
<i>Fucus vesiculosus</i>	Blæretang	1	1	1	1		2	2	2			1	1	2	3		1		1		
<i>Ascophyllum nodosum</i>	Grisetang	3	3	3	1	1	2	2	2				2	2		3	1	2			
<i>Fucus serratus</i>	Sagtang	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	2	2	3	2	3	3		
<i>Hildenbrandia prototypus</i>	Fjæreblod	2	2	1	1				2				2	1		2		1	1		
<i>Cladophora rupestris</i>	Grønndusk	3	2	3	3	2	3	1	3	2	2		1	2	2	2	1	1	3		
<i>Cladophora</i> sp.	-	3	3	2	1	2	2	1	1	1	1		2	2	2	2					
<i>Pilayella littoralis</i>	Perlesli	2	2	2	2	1	2	1	1	2	2	1	2	2		2	2	1	1		
<i>Sphacelaria plumosa</i>	Fjærtufs	1		2			1					1		1							
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	Bruntufs	2	2	2	2		2		1	1	1				1	1		2			
<i>Sphacelaria bipinnata</i>	Skolmetufs											1	3								
<i>Elachista fucicola</i>	Tangklo			2	2	1	1	1	2	3	2	1	1	1				1	2		
<i>Chondrus crispus</i>	Krusflik	1	2	2	2		2	2	2	2	2			2			2	2	3		
<i>Gigartina stellata</i>	Vorteflik				1		1		1	3	3				1		1	2	1		
<i>Acrochaetium</i> sp.	-			2	1	1	1	1	1	2	2		2	2	1		2	2	2		
<i>Ceramium rubrum</i>	Rekeklo	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3		2	2		2	2	2	2		
<i>Ceramium strictum</i>	-			1	1		1	1					1				1	1	1		
<i>Ceramium</i> sp.	-											2	1								
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	Svartdokke											1	1	1	2				1		
<i>Polysiphonia</i> sp.	-															1					
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	Fjæreslo	1			2	2	1	2		2	1	1	2	2	2	1	2	2	1		
<i>Codium fragile</i>	Pollpryd	2	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	3	2	1	1			2		

Latinske	Norske	1	2	3	4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	16	17	18	19	2	0
<i>Laminaria saccharina</i>	Sukkertare	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	2		
<i>Laminaria hyperborea</i>	Stortare				2	2			2	3	2		+						1	
<i>Laminaria digitata</i>	Fingertare	1						2	3	3						1	1	1	2	
<i>Chorda filum</i>	Martaum	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2	1		2		2	2	2	+	
<i>Ahnfeltia plicata</i>	Sjørís								2	2		2								1
<i>Cystoclonium purpureum</i>	Fiskeløk	1	2	1	1	1	2													1
<i>Mesogloea vermiculata</i>	Bruntrevl		+	1	1	2		1				2	2	2	1		1	1	1	
<i>Spermatochnus paradoxus</i>	Bleiktuste	3	3	3	2	2	2	3	1				3	1	1	3	2	1		
<i>Saccorhiza polyshides</i>	Draugtare									2	1									
<i>Dilsea edulis</i>	Kjøttblad									1	1									1
<i>Phyllophora truncata</i>	Hummerblekke																			1
<i>Asperococcus fistulosus</i>	-	2	1	2	1	2	1	1				1		1	2					
<i>Chaetomorpha melangonium</i>	Laksesnøre	1			1	2			2	2	2		+						1	1
<i>Traielella intricata</i>	Rødlo	2	1	3	2	2	2	3	2	2	2	1	3	1	1	1	1	3	2	2
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	Flatrugl	1	1	2	1	1	1	1	2	3	3	3	2	2	3	2	3	2		
<i>Corralina officinalis</i>	Krasing	1		2	2	2	1	3	2	2	2		3	2				3	2	2
<i>Leathesia difformis</i>	Knuldre	1	1	1	2	2	1	1	2	1			2	2				2	2	2
<i>Punctaria plantaigea</i>	Prikktunge	1	2	2	1	1	1	1					2	1		2	1			
<i>Cladostephus spongiosus</i>	Piperenseralgje	1	2	2	1	2	2	2					+	1	1	1				
<i>Nemalion helmintoides</i>	Rødsleipe	2	1	2	1	2		1	1	2	2		2					1	1	2
<i>Rhizoclonium implexum</i>	-	2	2	1		1	1					1	1	3	3	3	2			1
<i>Spongomorpha pallida</i>	-	1	1							1										1
<i>Polyides rotundus</i>	Rødkluft	1	2	2												1		2		
<i>Furcellaria fastigata</i>	Svartkluft					1														
<i>Ulva lactuca</i>	Sjøsalat	+	+	1	1	2	2	2	2	1	1									1
cf. <i>Derbesia marina</i>	-	1					1	1					1					2		1
<i>Polysiphonia lanosa</i>	Grisetangdokke	1		1			1	2						2				1	2	
<i>Polysiphonia brodiaei</i>	Penseldokke							2	2	2	1									1
<i>Rhodomela confervoides</i>	Teinebusk		1	1																
<i>Spirulina subsalsa</i>	-			1																1
<i>Lithosiphon pusillus</i>	Taumtråd	1	2	2	1	1			1	1								1	1	
<i>Epicladia flustra</i>	-			1	1	1	1	1	1	1			2	1	1				2	2
<i>Lomentaria clavelliosa</i>	V. Rosenrør		+		+		+						2	1				2	1	
<i>Halidrys siliquosa</i>	Skolmetang			+	1		2		2	2		3								
<i>Dictiosiphon foeniculaceus</i>	Finsveig			2	2	1	1	2	2	1				1	3					
<i>Dictyota dicytoma</i>	Tvebendel			2			2	1				1		1		1			2	1
<i>Chordaria flagelliformis</i>	Strandtagl			2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1				2	2

Stasjoner:		1	2	3	4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Callithamnion sp.	-				1	1	1				1	1	2	1		1			1
Laurentia pinnatifida	Pepperalge								2										1
Cruoria pelliata	Sleipfleck				+				2	1	1					1			1
Porphyra umbilicalis	V. Fjærehinne							+	1		2								1
Palmaria palmata	Søl								2	2	2								2
Rhodocorton purpureum	-								1	2	2								1
Membranoptera alata	Smalving								+		2								
Rhodomela confervoides																			
f. lycopoides	Teinebusk								1	2	1								1
Ptilota plumosa	Fagerfjær									2	2								1
Callophyllis cristata	Smalrødhånd										1								
Alaria esculaentus	Butare										1								
Delleseria sanguinea	Fagerving									1	1								
Antall arter på stasjonen:		39	36	41	45	36	41	38	45	44	46	21	37	39	24	28	30	41	43
Antall alger (- lav & blågrønnalger)		37	33	39	43	34	39	36	43	42	44	21	35	37	22	26	28	39	41
Antall Rødalger		10	10	13	14	9	12	9	18	18	22	6	11	11	5	9	11	17	18
Antall Brunalger		18	16	19	22	17	19	19	18	16	16	13	15	20	12	12	13	17	15
Antall Grønnalger		9	7	7	7	8	8	8	7	8	6	2	8	6	5	5	4	5	8
Prosent Rødalger		27	30	33	33	26	31	25	42	43	50	29	31	30	23	35	39	44	44
" Brunalger		49	49	49	51	50	49	53	42	38	36	62	43	54	55	46	47	44	37
" Grønnalger		<u>24</u>	<u>21</u>	18	16	<u>24</u>	<u>20</u>	<u>22</u>	16	19	14	9	<u>23</u>	16	<u>23</u>	19	14	13	19

Totalt antall arter = 73

5.1. Beiting.

Generelt sett er algevegetasjonen i dei to områda rik. På stasjon 13 hadde kråkeboller beita ned algevegetasjonen.

Den prosentvise algesamansetnaden på denne stasjonen kan derfor ikkje samanliknast med dei andre stasjonane. På denne nedbeita stasjonen var det i hovudsak skolmetang og påvekstalgen på denne - skolmetufs, som sto att. Det er sannsynleg at skolmetangen er den siste arten som blir eten av kråkebollene, truleg fordi den inneheld svært mykje fenoler og derfor smaker svært beisk. Same fenomen er observert i andre sterkt nedbeita område på Vestlandet. Stasjon 14 og særleg stasjon 15 lengre inne var og påverka av kråkebollebeiting.

5.2. Nedslamming.

I dei inste delane av Dalavågen, Skjelvik og Kvalvågen var nedslamminga tydeleg. Inst i Eidespollen og særleg i Årvika (St. 17) var det betydeleg nedslamming. Dette er resultat av ein stor produksjon i vassmassane, tilførsle av partiklar frå land samt dårlegare straumtilhøve. Alt organisk materiale som er sedimentert vil forbruka oksygen i nedbrytningsprosessane. Då tilførsle av nytt friskt vatn til vikane kan vera begrensa, vil særleg stor produksjon i slike system innebera risiko for at dei djupaste områda blir oksygenfattige. Stor tilførsle i slike poller kan i verste fall føra til oksygenmangel og danning av hydrogen-sulfid, noko som drep alt liv i djupvatnet. Ein bør derfor vera varsam med for stor tilførsle av næringsstoff til slike poller/viker. Dette tyder t.d. at oppdrettsanlegg og utslepp av kommunal kloakk i prinsippet ikkje bør leggest til slike område.

5.3. Strandsona.

Dei fleste stasjonane viste ein frisk og rikhaldig algeflora. Talet på arter varierte mellom 24 og 46 i heile området. Den prosentvise fordelinga av grønnalgar tyder på ein svak overgjødslingseffekt på stasjonane 1, 2, 5, 6, 7, 14 og 16 (fig. 3.6). Framstillinga av prosentfordeling vil vera misvisande når det forekjem mange arter innan kvar

gruppe. Nokre få grønnalgearter kan dominere fullstendig på ein stasjon, medan tolkinga gjennom prosentfordling kan bli kamouflert ved at det førekjem fleire arter av både rød- og brunalgar. Ein kan derfor supplere med ein dominansindeks, som er summen av relativ førekomst av algar innan ei gruppe (rød-, brun-, grønnalgar) dividert på antal arter innan gruppa. Dermed vil ein få fram medelverdi for dominans av rød-, brun- og grønnalgar i ein skala frå 1 til 3, der 1 tyder spreidd førekomst/gruppa er ikkje vanleg. Når indeksen nærmer seg 2,5-3, tyder dette at algane i denne kategorien er dominerande.

Tabell 5.2 viser dominansindeks for algegruppene i Skogsvågen og Austefjorden. Stasjon 13, som var påverka av kråkebollebeiting, syner den unormale indeksen 1,0 for grønnalgane. Indeksen for stasjon 15 er noko usikker, fordi stasjonen hadde stadvis nedbeita område.

Ved å multiplisere prosentfordeling av grønnalgar med den gjennomsnittlege dominansindeksen for grønnalgane på ein stasjon, vil den nye verdien - Indeks for grønnalgebelastning, GI (tabell 5.2), kombinera dei informasjonane som ligg i dei to verdiane. Det ser ut til at verdier over 30-35 skildrar eit algesamfunn med ei viss næringssaltbelastning (eller dårleg vassutskifting). Ein bør derfor vera noko varsam med å auke tilførsla av næringsstoffer til slike område.

5.4. Skogsvågen.

Ut frå indeksane kan ein sjå at stasjonane 1, 2, 3, 5 og 6 i Skogsvågen kan danne ei gruppe som viser ein etter måten stor dominans av grønnalgar. Ut frå botntilhøva og algevegetasjonen kan ein seie at desse områda er omtålege for ei større auke i næringssalttilførsla.

Tab. 5.2. Dominansindeks for algegruppene. 1 = spreidd førekomst, 2 = vanleg førekomst, 3 = dominerande. Sjå tekst for ytterlegare forklaring.

<u>SKOGSVÅGEN:</u>									
Stasjon:	1	2	3	4	5	6	7	8	
Dominansindex Rødalger	1.4	1.6	1.6	1.3	1.4	1.4	1.9	1.6	
Dominansindex Brunalger	1.6	1.8	2.1	1.7	1.8	1.6	1.7	1.7	
Dominansindex Grønnalger	<u>1.9</u>	<u>2.2</u>	<u>2.1</u>	1.4	<u>1.8</u>	<u>1.8</u>	1.3	1.6	
GI (se i teksten over)	<u>46</u>	<u>46</u>	<u>38</u>	22	<u>43</u>	<u>36</u>	29	26	

<u>AUSTEFJORDEN</u>										
Stasjon:	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Dominansindex Rødalger	1.9	1.8	1.2	2.2	1.6	1.4	1.2	1.9	1.5	1.4
Dominansindex Brunalger	2.0	1.7	1.4	1.8	1.6	1.8	2.0	1.5	1.5	1.5
Dominansindex Grønnalger	1.3	1.2	1.0	1.7	<u>2.0</u>	<u>1.8</u>	<u>1.8</u>	1.5	1.4	1.4
GI	25	17	9	<u>39</u>	<u>32</u>	<u>41</u>	<u>34</u>	21	18	27

Fig. 5.1 viser eit dendrogram der like stasjonar er gruppert i lag i same stolpe ut frå null-lina til venstre. Stasjonar som er like både i artssamansetnad og dominans vil bli gruppert i lag med stolper. Stasjon 1 og 2 er dei to stasjonane som først danner ei liggande stolpe. Dette indikerer at desse stasjonane er mest like av alle. Stasjon 1 og 2 er derimot nesten lik stasjon 3. Stasjon 1, 2 og 3 danner då ei gruppe som er svært ulik alle andre stasjonar. Stasjon 4 og 5 er og etter måten like, og dei er ikkje særst ulik stasjon 6 og 7. Stasjon 8 skiljer seg noko ut frå dei andre stasjonane, men er meir lik stasjon 4, 5, 6 og 7 enn stasjonane 1, 2 og 3.

ALGER FUNNET I SKOGSVÅGEN PÅ 8 STASJONER INGEN REDUKSJON

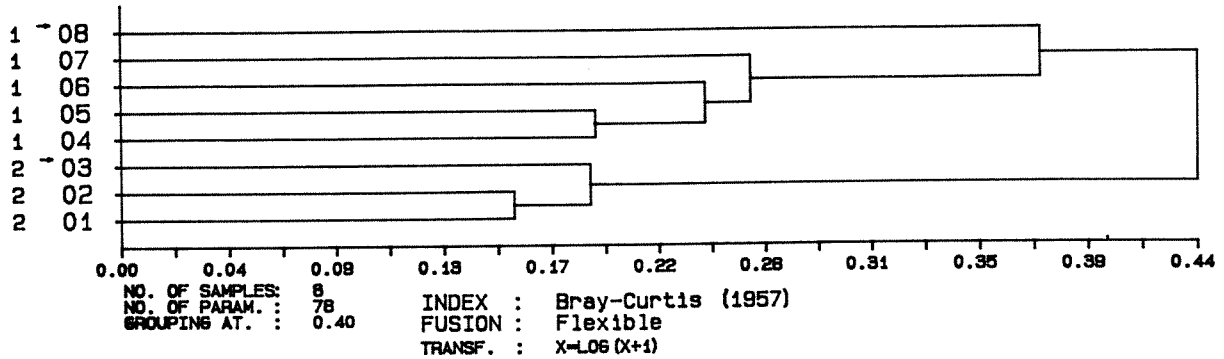


Fig. 5.1. Ulikheitsanalyse med omsyn til algesamansetnaden mellom stasjonane i Skogsvågen. Første kolonne (t.v.) gjev inndeling i grupper på ulikheitsnivå 0,4. Kolonne 2 gjev stasjonsnummer. For forklaring av diagrammet, sjå tekst.

Ut frå ei samla vurdering av dei berekna parametrane og ut frå topografien, vil Kvalvågen danna eit særstømtåleg område der det ikkje kan tilråadast større organiske tilførsler.

Områda innafor Tellnesvågen viser og ein dominans av grønnalgar, og ein bør derfor og vera forsiktig med å legga større tilførsler til desse områda.

I dei områda som er representerte ved stasjonane 4, 7 og 8 (fig. 3.6) er det ikkje antydning til større overgjød-slingssymptomer. Botntilhøva tyder og på at vassutskif-tinga her er god.

Figur 5.3 viser ei inndeling av Skogsvågen i område med ulik grad av ømtålegheit.

5.5. Austefjorden.

Algevegetasjonen i Austefjorden er generelt rikhuldig. Eksponeringsgraden auker frå nord mot sør, noko som gjenspeglar seg i algesamansetnaden på dei sørlegaste stasjonane. Figur 5.2 viser eit stolpediagram (dendrogram) der stasjonane 20, 11 og 12 alle danner ei gruppe (5) som er homogen. Denne gruppa er mest ulik alle andre stasjonar. Stasjon 13 danner ei eiga gruppe (4), noko som skuldast kråkebollebeiting. Stasjonane 19, 18, 14 og 15 danner ei gruppe (3) som er ulik frå stasjonane 16 og 17, som kvar for seg har ein så forskjellig algesamansetnad at dei danner kvar si ulikheitsgruppe på dendrogrammet.

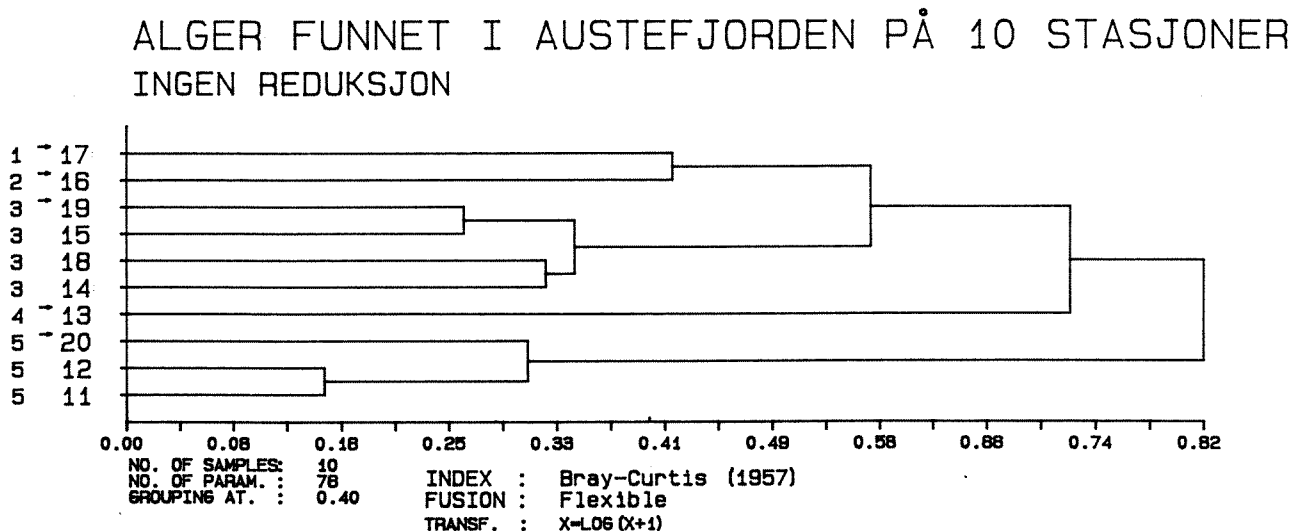


Fig. 5.2. Ulikheitsanalyse med omsyn til algesamansetnaden mellom stasjonane i Austefjorden. Første kolonne (t.v.) gjev inndeling i grupper på ulikheitsnivå 0,4. Kolonne 2 gjev stasjonsnummer. For forklaring av diagrammet, sjå tekst.

Algevegetasjonen i Årvika (st. 17, fig. 3.6) var dominert av påvekstalgar, og får derfor ein etter måten høg

dominansindeks av grønnalgar (1,8). GI (grønnalgeindeks) gjev ein verdi på 34, og indikerer at belastninga er høg. Vatnet i Årvika var under synfaringa sterkt sjikta, og var samansett av eit brunt overflatelag og eit noko klårare djupvatn. Heilt inst i Årvika var nedslamminga så stor at ytterlegare tilførsler til dette området ikke vert tilrådd.

I Austefjorden viser stasjonane 15 (noko usikker), 16 og 17 ein etter måten stor dominansindeks av grønnalgar. GI er og høg for stasjonane 14 - 17, alle er over 30. Stasjon 13 var sterkt nedbeita, og dei berekna parametrane for denne stasjonen kan ikkje nyttast i denne samanhengen. Dette tyder på at området innafor Steinsland - Porsvik er ømtåleg for større tilførsle av næringsstoffer.

På vestsida av Toftarøy, stasjon 11 og 12, er algevegetasjonen rikholdig. Her vart det registrert henholdvis 18 og 22 arter av rødalgar, noko som må seiast å vera høgt. Dei artene som forekom er og arter som trivst i stor vassrørsle og dermed god vassutskifting. Dette gjeld og for austsida av Toftarøy, stasjon 20. Ved stasjon 19 og 18 tyder algesamansetnaden på noko meir redusert vassrørsle. Området danner ei akseptabel overgangssone inn mot Steinsland. Det må understrekast at stasjon 19 låg i ei bukt på vestsida av leia (Timbervika), der botntopografien antyder at det kan førekomma ein bakevjeeffekt. På motsett side av leia er tilhøva truleg betre.

Figur 5.3 viser ei inndeling av Austefjorden i område med ulik grad av ømtåleghet.

Registreringane av algevegetasjonen i Austefjord-området avspeglar vasskvaliteten i overflatelaget på ei måte som kan oppsummerast slik:

1. Årvika er idag belasta, og kan ikkje taka imot ytterlegare nærings salttilførsler.

2. Området frå Steinsland - Porsvik og innover i Austefjorden er ømfintleg for ytterlegare belastning. Plassering av oppdrettsanlegg i dette området vil vera betenkjeleg.
3. Området frå Steinsland til Grunnevågen samt Timbervika, danner ei overgangssone mot område med gode vassrørsler.
4. Vestsida av Toftarøy og det sørlegaste området på austsida har den rikaste algevegetasjonen, og viser ingen teikn på overgjødsling. Botntilhøva tyder og på at vassutskiftinga her er god.

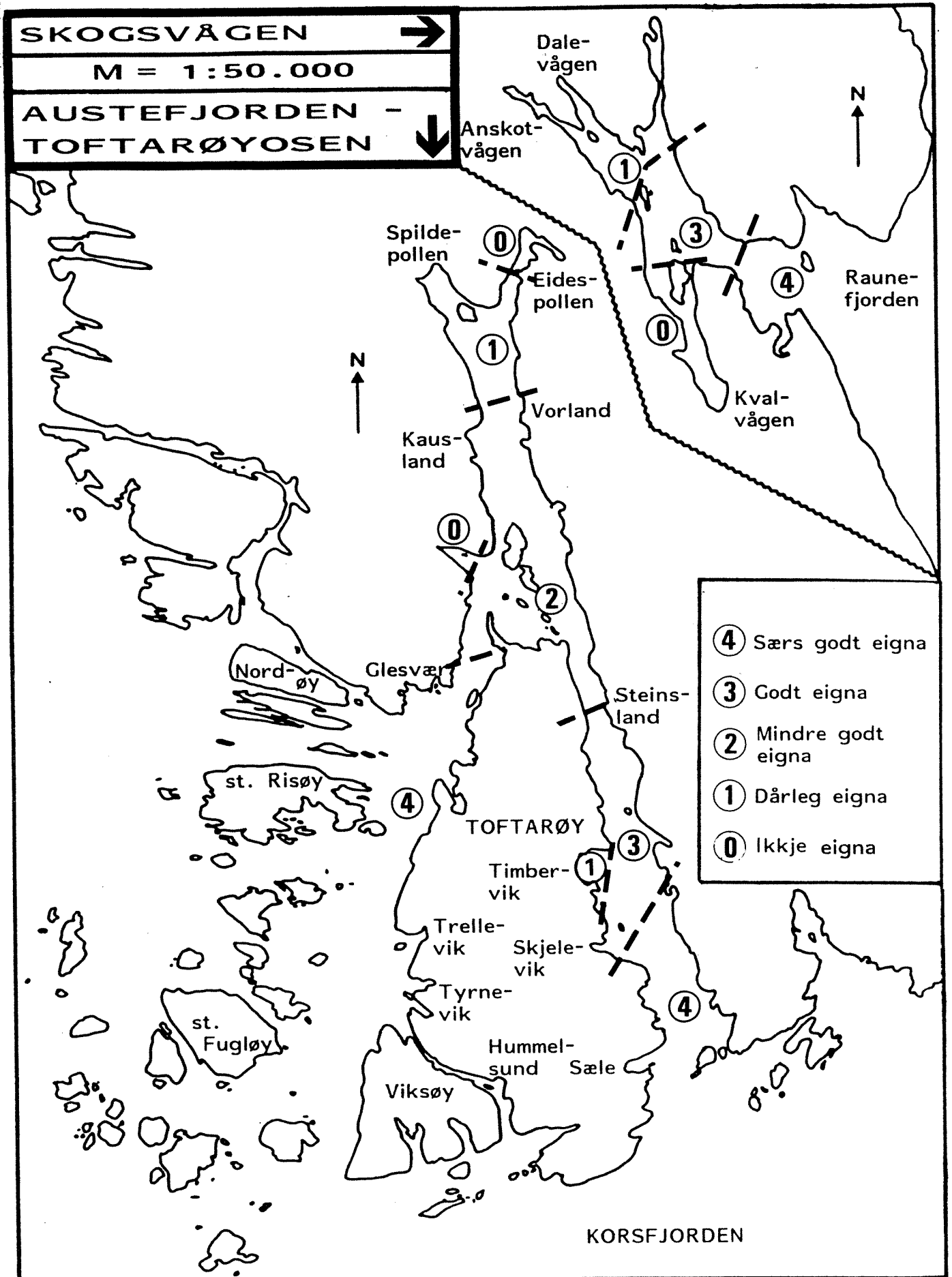


Fig. 5.3. Område i Skogsvågen og Austefjorden med ulik grad av ømtålegheit etter ein skala frå 0-4. Grad av ømtålegheit er på kartet omsett til eignaheit for oppdrett. Graderinga er basert på algesaman-setnaden og skildrar overflatevatnet.

6. SEDIMENT.

6.1. Resultat. Austefjorden - Toftarøyosen.

I Austefjorden/Toftarøyosen er det tatt ialt 25 sedimentprøver. Av disse er seks tatt på tersklar, mens dei resterande 19 er frå basseng. Innhaldet av totalt organisk karbon er målt på 14 av prøvene, i dei resterande var innhaldet subjektivt vurdert så lågt at analyse ikkje var naudsynt.

Resultata er presentert i tabell 6.1 og 6.2, og vedlegg 1 og 2. Prøve T1-T7 er tatt på same stad som tilsvarande hydrografistasjon.

Lengdeprofilet gjennom heile Austefjorden illustrerer dei same tilhøva som er vist på kartet, men ein får etter vårt syn vist på ein illustrerande måte samanhengen mellom botntopografi og sedimentkvalitet.

Klassifikasjonen på kartet av sedimentprøvene følger den klassifiseringa som er omtalt i kap. 3.5. Vi veljer her å dele omtalen av området i tre:

- Ytre Austefjorden frå Steinsland og sørover
- Indre Austefjorden, frå Steinsland til Eide
- Toftarøyosen

Tab. 6.1. Sedimentprøver frå Austefjorden - Toftarøyosen.

Prøve- nr	Djup	Basseng (B) Terskel (T)	Sediment- type	Farge	Lukt	Korn- storleik	Anm.
T1	80	B	Gytje	Brunsvart	3	Leir/silt	
T2	95	B	Siltig gytje	Gråbrun	0	Sand/silt	
T3	103	B	Gytje	Gråbrun	0	Silt	
T4	95	B	Gytje	Gråbrun	1	Leir/silt	
T6	11	B	Gytje	Svart	3-4	Leir/silt	
T7	70	B	Gytje	Gråbrun	0	Silt	
T8	12	T	Grov skjellsand	Brungrå	0	Sand/grus	3
T9	75	B	Gytje	Svartbrun	1	Silt	1
T10	47	B	Gytje	Brun	2	Silt	
T11	33	B	Gytje	Brunsvart	3	Leir/silt	
T12	34	T	Sand	Grå	0	Grus/sand	
T13	57	B	Sandig gytje	Gråbrun	1	Sand/silt	
T14	47	B	Grusig sand	Grå	0	Grus/sand	2
T15	42	B	Sand	Brungrå	0	Sand	1,3
T16	36	B	Sand	Grå	0	Sand	
T17	10	B	Skjell- sand	Grå	0	Sand	
T18	45	T	Skjell- sand	Grå	0	Grov sand	
T19	14	B	Skjell- sand	Grå	0	Sand	
T20	56	T	Stein	Grå	0	Stein	
T21	49	T	Stein/ fjell	Grå	0	Stein	
T22	63	B	Sandig silt	Brungrå	0	Sand/silt	3
T23	67	B	Gytje/ silt	Brungrå	0	Silt	
T24	43	B	Sandig silt	Brungrå	0	Sand/silt	3
T25	24	B	Siltig	Svartbrun	2	Silt	1
T26	24	T	Stein/ fjell	Grå	0	Grov stein	

Lukt: 0 = ingen
 1 = Antydning
 2 = Tydeleg
 3 = Sterk
 4 = Svært sterk

Anm.: 1 = Restar av skjell
 2 = Noko skjellsand
 3 = Noko organisk innhald

Tab. 6.2. Total organisk karbon (TOC), nitrogen (N) og vassinnhald i sediment frå Austefjorden-Toftarøyosen.

Prøvenr.	TOC mg/g	N mg/g	C/N	Vassinnhald
T1	112	13.5	8.3	60.65
T2	53.8	8.40	6.4	59.58
T3	16.4	2.93	5.6	42.64
T4	31.6	6.14	5.1	55.67
T6	186	16.0	11.6	59.22
T7	56.9	7.99	7.1	57.34
T9	70.4	9.18	7.7	59.78
T10	93.9	11.4	8.2	59.11
T11	145	14.5	10	66.71
T13	70.7	8.65	8.2	58.27
T22	17.2	2.58	6.7	41.01
T23	37.4	5.36	7.0	52.92
T24	13.5	2.13	6.3	38.25
T25	54.0	5.38	10	51.83

Indre Austefjorden

Dette området er avgrensa frå ytre Austefjorden med ein terskel på ca. 15 m ved Steinsland. Likeeins er han avgrensa frå Toftosen med tersklar på 14-15 m ved nord- og sørsida av Ramsholmane. Største djup er 80 m. Vassmassane er følgeleg her ganske innelukka.

Sedimentprøvene frå botn av bassenga i denne fjorden har alle eit høgt innhald av organisk karbon, prøve T6 i Eidespollen har heile 186 mg/g. Dette er eit uvanleg høgt innhald, og er meir enn i nokon annan prøve frå Austefjorden og Skogsvågen-området. Sedimentet hadde ei kraftig lukt av hydrogensulfid og var tilsynelatande utan liv. Dette er eit uttrykk for at vatnet her har ei begrensa utskifting samtidig som det er store tilførsler av organisk materiale og truleg også næringssalt frå land. C/N-innhaldet indikerer at ein stor del av det organiske materiale er tilført frå land.

Tilsvarande har dei andre botnprøvene i indre Austefjorden ei sterk lukt av H_2S , sjøl om tilhøva er noko betre nærare terskelen ved Steinsland.

Prøve T13 er tatt på ein rygg mellom dei to djupaste bassenga i indre Austefjorden. Denne prøva har TOC på 70.7 mg/g. Dette er eit uttrykk for at dei organisk-belasta sedimenta her ikkje berre er knytta til djupbassenga, men også dekker større og noko grunnare område. Truleg dekker desse sedimenta så store areal at dei ved nedbrytinga forbruker ein betydeleg del av oksygenet i djupvatnet. Det høge innhaldet av organisk karbon, og den tildels kraftige lukta av hydrogensulfid er uttrykk for at det i djupvatnet truleg er kritiske oksygentilhøve i stagnasjonsperiodar.

Den einaste prøva med gode tilhøve, T12, er frå terskelen inn mot den inste delen av fjorden.

Samla sett viser sedimenta i indre Austefjorden at oksygen- og utskiftingsforholda i djupvatnet er dårlege.

Sedimentet gjenspeglar dei innelukka topografiske tilhøva. Ein må rekne med at ein auke i tilførselen av organisk materiale til djupvatnet kan forverre tilhøva ytterlegare.

Ytre Austefjorden.

Denne delen av Austefjorden består av fire basseng på strekninga frå den opne Korsfjorden i sør og inn til Steinsland. Tersklane blir gradvis grunnare innover, henholdsvis ca. 56, 49, 38 og 24 m. Bassengdjupna innanfor kvar terskel er henholdsvis 92, 67, 43 og 70 m.

Det er tatt sedimentprøve frå alle desse tersklane og bassenga. I bassenga er innhaldet av TOC gradvis aukande innover fjorden, men alle er karakterisert som middels belasta. Prøve T7 frå det inste bassenget er nær oppunder grensa til høg belastning.

Prøve T24, frå det nest inste bassenget, har eit lågt innhald av TOC. Dette er då heller ikkje noko typisk basseng, det er berre få m djupare enn den utanforliggende terskelen og det er grunnare enn dei andre tre bassenga.

Prøve T25, frå Timbervika, illustrerer korleis utskiftinga av vatnet nær botnen ofte er meir begrensa i bukter og vikar som går på tvers av fjordens hovudretning. Utan at det er nokon terskel utanfor denne vika, er TOC i botn-sedimentet på 24 m djup heile 54 mg/g.

Prøve T4 frå det ytste og djupaste bassenget i Austefjorden, har lågare TOC-innhald enn prøvene frå bassenga lenger inne i fjorden. Likevel er dette den einaste prøva frå Ytre Austefjorden der det var antydning til lukt av hydrogensulfid. Sjølv om ein skal vere noko forsiktig å trekke slutningar på dette grunnlaget, kan dette vere uttrykk for at belastninga i sedimentet er aukande. Dette er heller ikkje urimeleg, ettersom det ligg eit matfisk-anlegg berre omlag 200 m frå prøvestaden. Sedimentprøven gjenspeglar likevel at tilhøva foreløpig vurderast som gode.

Basert på sedimenta må forholda i Ytre Austefjorden sør for Russholmen vurderast som tilfredsstillande, og resipienten har kapasitet til å tole auke i utslepp av organisk materiale. Området nord for Russholmen (T7) må likevel vurderast som dårlegast i denne del av fjorden. Både sedimentprøva og dei topografiske tilhøva er uttrykk for at kapasiteten for auke i organisk tilførsel er begrensa. Kapasiteten er størst lengst sør i fjorden.

Toftarøyosen.

Toftarøyosen er avgrensa mot indre Austefjorden ved to tersklar på 14-15 djup på kvar side av Ramsholmane (sjå vedlegg 1). Største djup i Toftarøyosen er 103 m, og sør for dette er djupet 51 m før Toftarøyosen munnar ut i

Korsfjorden. I vest er det ein rekke større og mindre øyer, der dei mellomliggande sunda har djupner på 10-20 m. Vest for desse øyene er det ope hav.

I Toftarøyosen er det tatt sedimentprøve frå alle dei større bassenga. I tillegg til det djupaste bassenget i sør, er det tatt prøver frå fire basseng i området Glesvær-Barmane.

Med unntak av prøve T2, frå søraust for Glesvær, er det lågt innhald av TOC i alle prøvene. Innhaldet i prøvene på dei noko innestengte bassenga ved Ramsholmane-Barmane (T14 og T15) var lågare enn det ein hadde venta med såpass innelukka topografiske tilhøve. Dette kan tyde på at det i perioder er sterk straum gjennom desse sunda, og dermed ei viss utspyling av finkornige partiklar.

Den einaste prøva med noko høgare innhald er altså T2. Innhaldet her er nær opp til grensa for høg belastning. Dette skuldast truleg ein kombinasjon av stor djupne, og organiske tilførsler frå jordbruk, oppdrettsanlegg, busetnad i nærleiken og fiskeforedling.

Samla sett vurderer vi resultatata frå sedimentgranskingane i Toftarøyosen som ein indikator på gode oksygen og utskiftingstilhøve. Særleg sør for St. Risøy er tilhøva gode.

I kap. 6.4 gir vi ei vurdering av kvar vi reknar at forholda er best for marin akvakultur basert på sedimentkvalitet og topografiske tilhøve. I kap. 7. blir vurderingane frå dei ulike metodane samanstillt.

6.2. Resultat - Skogsvågen.

I Skogsvågen er det tatt ialt 11 sedimentprøver, av desse er ein tatt på ein terskel (S9), sjå vedlegg 3. Dei resterande 10 er tatt på botn av basseng eller djuprenner, og innhaldet av totalt organisk karbon (TOC) er målt på

alle desse.

Resultata er presentert i tabell 6.3 og 6.4, og i vedlegg 3. Prøve S1, S2 og S3 er tatt på same stad som tilsvarande hydrografistasjon.

Klassifikasjonen på kartet av sedimentprøvene følger den klassifiseringa som er omtalt i kap. 1.

Vi her å dele omtalen av Skogsvågen i to:

- Hovudløpet frå Raunefjorden og inn til Dalevågen
- Kvalvågen

Hovudløpet i Skogsvågen.

Dette løpet strekk seg frå omlag 250 m djupne i Raunefjorden og inn til Dalevågen i vest utan nokon eigentlege tersklar. Indre del av Skogsvågen har eit maksimalt djup på 44 m med ein utanforliggande terskel på 36 m.

Tab. 6.3. Sedimentprøver frå Skogsvågen.

Prøve- nr	Djup	Basseng (B) Terskel (T)	Sediment- type	Farge	Lukt	Kornstor- storleik	Anm.
S1	111	B	Sandig silt	Grå	0	Sand/silt	1
S2	44	B	Sand	Brungrå	0-1	Silt/sand	1,3
S3	19	B	Sandig gytje	Svart- brun	2	Sand	1
S4	36	B	Sandig gytje	Gråbrun	2	Sand	
S5	11	B	Sand	Brungrå	1	Sand	1
S6	39	B	Sand	Brungrå	0	Sand	3
S7	16	B	Gytje	Svart	3	Leir/silt	
S8	16	B	Gytje	Svart	2	Leir/silt	
S9	14	T	Grus	Grå	0	Grus	
S10	56	B	Leirig silt	Grå	0	Leir/silt	1
S11	256	B	Leirig silt	Grå	0	Sand/leir/ silt	1

Lukt: 0 = Ingen
1 = Antydning
2 = Tydeleg
3 = Sterk
4 = Svært sterk

Anm.: 1 = Restar av skjell
3 = Noko organisk innhald

Tab. 6.4. Total organisk karbon (TOC), nitrogen (N) og vassinnhald i sediment frå Skogsvågen.

Prøvenr.	TOC mg/g	N mg/g	C/N	Vassinnhald %
S1	7.40	1.03	7.2	26.16
S2	21.3	3.43	6.2	33.89
S3	44.7	5.60	8.0	51.32
S4	41.2	6.29	6.6	49.91
S5	15.1	1.83	8.3	32.67
S6	13.3	2.05	6.5	36.65
S7	144	15.3	9.4	68.40
S8	134	14.2	9.4	59.61
S10	16.5	2.49	6.6	37.65
S11	11.9	1.56	7.6	41.89

Sedimentprøvene har alle eit relativt lågt innhald av TOC, den høgaste verdien har S4 med 41.2 mg/g (tilsvarande eit glødetap på omlag 10%). Dette er ikkje unormalt høgt siden prøva er tatt frå eit såpass innelukka område.

To prøver er tatt i basseng i nærleiken av oppdrettsanlegg, prøve S2 og S10. Begge har eit lågt innhald av TOC. Visuelt bedømt var sedimentet homogent, utan nokon auke i organisk innhald i det øvste sedimentlaget.

Institutt for Marinbiologi ved Universitetet i Bergen utførte i 1984 ei resipientgransking i Skogsvågen (Johannessen og Stensvold 1984). Der ble det tatt sedimentprøver frå to stasjonar i hovudløpet i Skogsvågen, og våre stasjonar S1 og S10 er tatt på nær same stad. Vår stasjon S10 er riktignok tatt 6 m djupare enn tilsvarende prøve frå 1984. Johannessen og Stensvold utførte glødetapsanalyse av sedimentprøvene. Vår analyse av TOC på desse to stasjoane er tilsvarende dei glødetapsverdiane som blei målt i 1984. Johannessen og Steinsland utførte også analyse av fauna i

desse sedimentprøvene. Deira konklusjon var at faunaen indikerte friske og fine tilhøve.

Vår konklusjon støttar opp om granskingane frå 1984, og sedimentprøvene indikerer at dei naturgjevne utskiftings-tilhøva av djupvatnet er gode. Unntatt frå dette er dei to vågane lengst i vest, der dei topografiske tilhøva begrensar utskiftinga noko. Bassenget mellom Skoge og Tellnes der prøve S2 er tatt, må reknast som noko innelukka, og antydning til lukt av hydrogensulfid kan her vere eit uttrykk for aukande belastning på sedimentet.

Kvalvågen.

Dei tre sedimentprøvene som er tatt i Kvalvågen har alle eit relativt høgt innhald av TOC. S3, som ligg nær terskelen ut mot Skogsvågen, har noko lågare innhald enn S7 og S8 (sjå kartet). Dette skuldast truleg at straumen over terskelen transporterer noko sand og skjellrester som sedimenterer på botnen der prøve S3 er tatt. Dette vil redusere innhaldet av TOC i sedimentet.

Dei to andre prøvene (S7 og S8) har eit svært høgt innhald av TOC. Det lukta sterk hydrogensulfid av sedimentet, og det svarte og livlause sedimentet er uttrykk for svært dårlege utskiftingstilhøve.

Stasjon S3 og S7 er tatt på same staden som Johannessen og Stensvold tok sedimentprøver i 1984. Stasjon S7 har TOC-innhald som tilsvarear analysane utført i 1984. Stasjon S3 har ved våre analysar eit noko høgare innhald av TOC enn tilsvarende glødetap målt i 1984. Dette kan skuldast at tilhøva har blitt ytterligare forverra, men analysane av dette typiske blandingssedimentet vil alltid vere noko varierende.

Johannessen og Stensvold konkluderte i 1984 at faunaen i botnsedimentet var sær sars fattig, og at sedimentet var sterkt

belasta med organisk materiale. Våre granskingar støttar opp om desse konklusjonane.

Kvalvågen må vurderast som ein sær sars dårleg resipient, og dette skuldast i hovudsak dei naturgjevne tilhøva med eit innelukka basseng som får tilførsler av ferskvatn og organisk materiale frå land. I tillegg har resipienten vore påverka av kloakkutslepp og av eit matfiskanlegg som låg på terskelen ut til Skogsvågen. Dette anlegget blei flytta hausten -87.

6.3. Oksygentilhøva i djupvatnet og sedimentkvalitet.

Vi har som nemnt nytta informasjon frå analyse av sedimentet som ein indikator for miljøtilhøva i vassmassen. På fig. 6.1 er det plotta resultat av sediment- og oksygenprøver. Oksygenprøvene er tatt 2-5 m over botn.

Som grunnlag for vurdering av oksygentilhøva, føreligg følgjande generelle skala, frå Kirkerud m.fl. (1984):

Kritiske tilhøve	:	0-2	ml/ O ₂ /l
Dårlege tilhøve	:	2-3.5	" "
Tilfredsstillande	:	> 3.5	" "

Som det framgår av fig. 6.1 er det ein rimeleg samanheng mellom sedimentkvalitet og oksygeninnhald i djupvatnet. Eit klart unnatak gjeld for stasjon T6, frå Eide lengst nord i Austefjorden. Djupna her er berre ca. 11 m, og dette er ein innelukka poll med store tilførsler av organisk materiale frå land (kloakk). Fordi det er så grunt er det likevel ikkje registrert svikt i oksygentilhøva, men kapasiteten til å bryte ned tilført organisk materiale er begrensa.

Alle stasjonar med dårlege oksygentilhøve ligg i Austefjorden, frå Russholmen ved Steinsland og nordover (sjå vedlegg 1). Det er ikkje registrert kritiske tilhøve ved nokon

stasjon. Fig. 6.2 syner i kva område og på kva djup det er registrert dårlege oksygentilhøve.

SEDIMENT OG OKSYGEN I DYPVANN

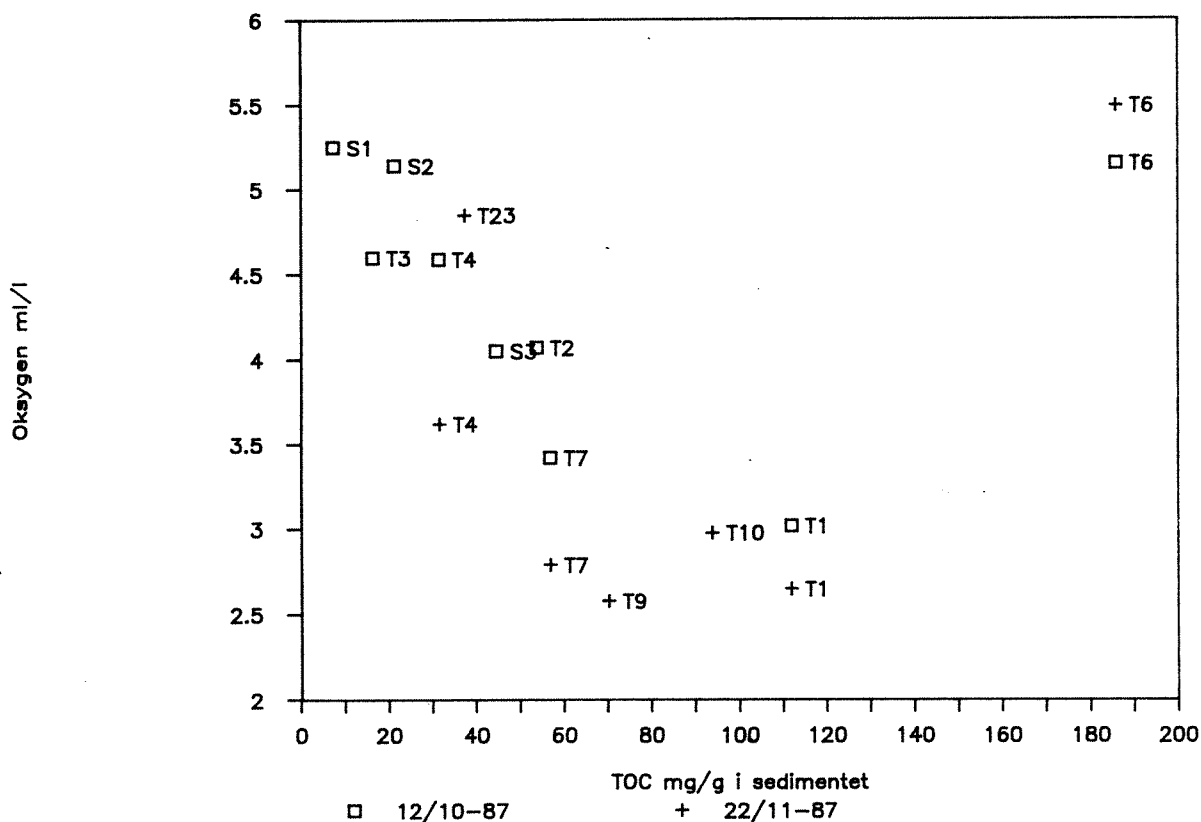


Fig. 6.1. Plott av organisk innhald i sedimentet og oksygeninnhald i vassprøve tatt 2-5 m over sedimentflaten. Sedimentprøvene er tatt i juni-87, oksygenprøvene om hausten.

Fig. 6.1 gir også informasjon om oksygenforbruket i djupvatnet ved stasjonane T1, T4 og T7 frå 12. oktober til 22. november -87. Forbruket er lågast ved T1 og størst ved T4. Dette skuldast truleg i hovudsak at det allerede var eit lågt oksygeninnhald ved T1 i oktober, slik at dyrelivet og dermed oksygenforbruket, allerede er begrensa.

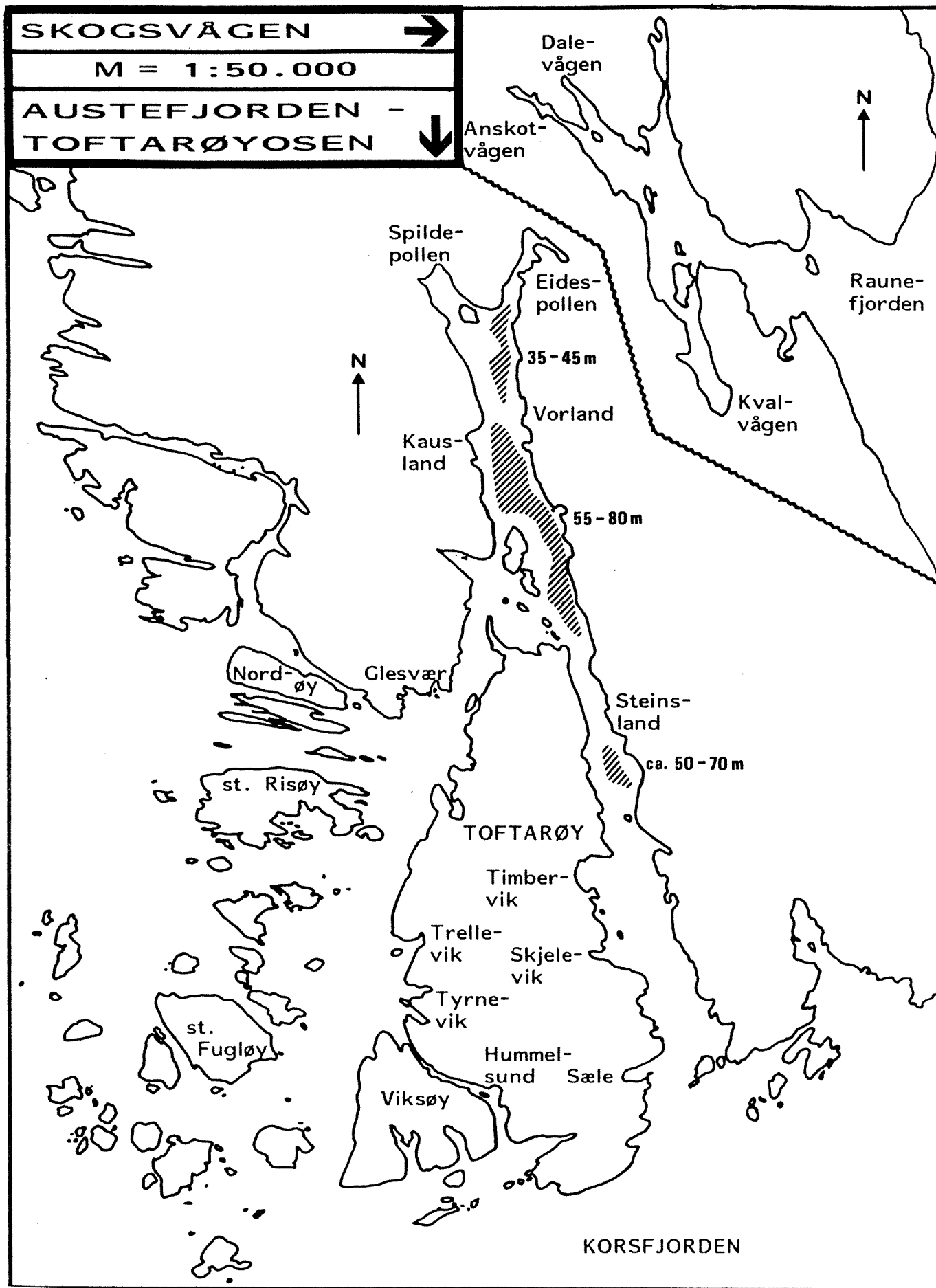


Fig. 6.2. Område med dårlige oksygentilhøve i dypvatnet, og med ca. kva dyp det gjeld for, november -87.

Det er metodisk vanskeleg å ekstrapolere oksygenforbruk. Dersom det ikkje skjer ei utskifting av djupvatnet i Austefjorden innafor Russholmen innan januar-februar 1988, vil innhaldet i djupvatnet truleg bli under 2 ml/l. Oksygentilhøva vil då måtte karakteriserast som kritiske.

Våre data gir ikkje grunnlag for å avgjere om det her skjer ei utskifting av djupvatnet minst ein gong årleg, sjøl om det er sannsynleg. Dersom det ikkje skjer, er det fare for at det blir danna hydrogensulfid i djupvatnet.

6.4. Eigna område for marint oppdrett basert på sediment og topografi.

Basert på informasjon frå botntopografi og sedimentkvalitet har vi klassifisert kor eigna området er for oppdrett av fisk i sjøen. I kap. 7 er det ei samla vurdering der resultatane frå dei ulike granskningane er samanstillt.

Området er klassifisert i fire:

1. Dårleg eigna.
2. Mindre godt eigna.
3. Godt eigna.
4. Særs godt eigna.

Vurderingane er presentert på fig. 6.3. Det er ikkje vurdert om deler av området kan vere for eksponert. Med dagens teknologi er sørsida av Toftarøy for eksponert for mæranlegg, men kan vere godt eigna for landbaserte anlegg. Vidare kan det vere dårlege lokalitetar innanfor områda som er klassifisert som godt og særs godt eigna. Dette gjeld evt. inne i bukter og vikar der det kan vere lokale bakevjer.

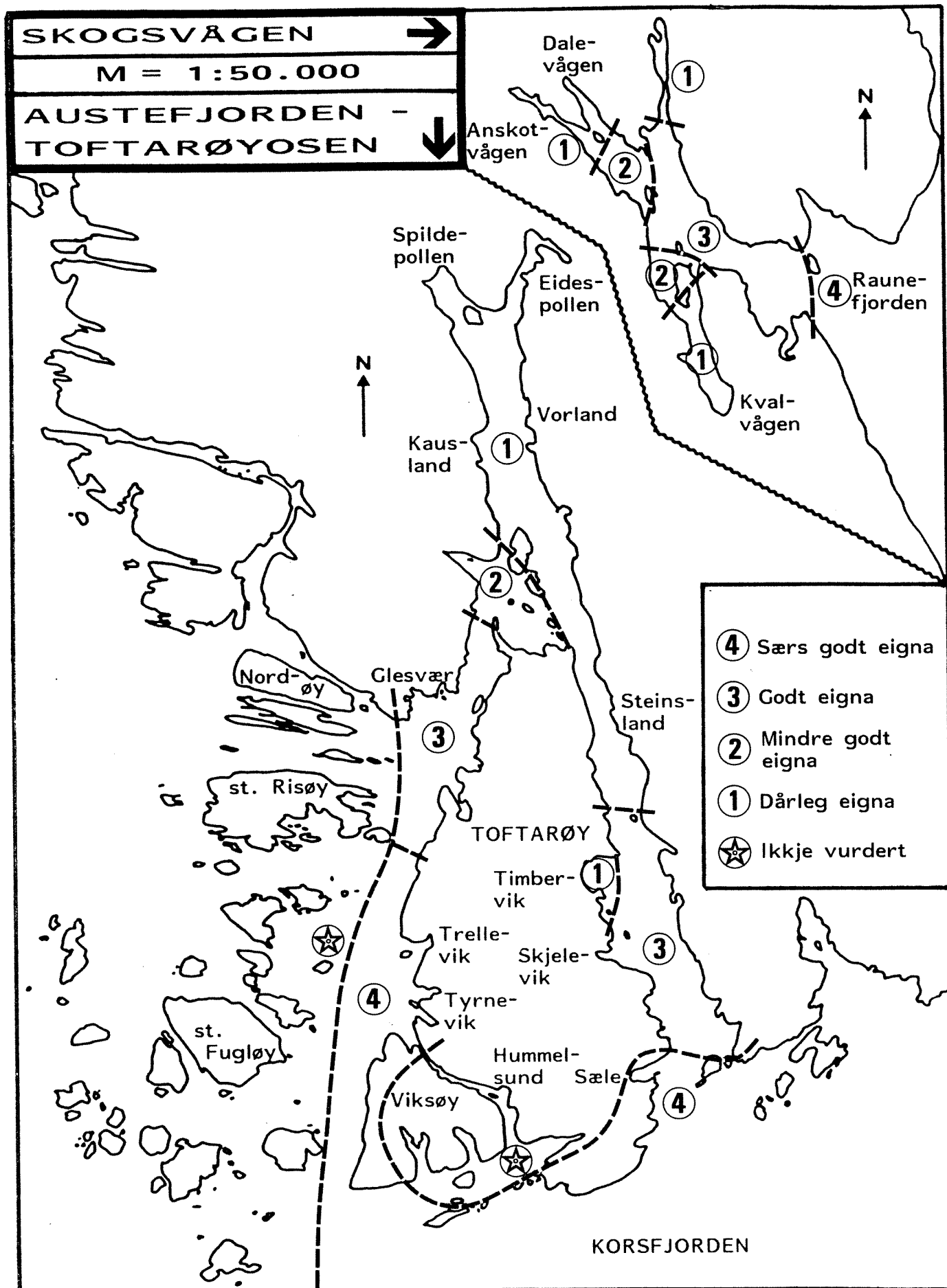


Fig. 6.3. Klassifikasjon av kor eigna området er for oppdrett i sjø, basert på topografi og sediment. Det er ikkje vurdert om deler av området er for eksponert.

Innanfor områda som er vurdert som eigna, er dei beste lokalitetane truleg oppå ryggar og tersklar. Her er botnstraumen noko kraftigare, og forspill og ekskrement vil i større grad bli transportert vekk.

Området vest for Toftarøyosen er ikkje vurdert. I dette området er det ei rekkje øyer og holmar, med relativt grunne sund immellom. Stort sett er det for grunt til vanleg mærdrift i dette området. Likevel er einskilde sund tilstrekkeleg djupe, og kanskje med tildels kraftig straum. Desse sunda bidrar til at vatnet i overflata og på midlare djup i Toftarøyosen har ei god utskifting.

7. VURDERING OG TILRÅDING.

Ovanfor har vi vurdert resipientkapasiteten i Austefjorden/Toftarøyosen og i Skogsvågen ut frå data om følgjande:

- Hydrografi/vasskvalitet/bakgrunnsbelastning
- Straum/vassutskifting/stagnasjon
- Strandsonevegetasjon/kvalitet overflatevatn
- Sediment/kvalitet djupvatn/botntopografi

Ved å samanlikna vassutskiftingsdata og oksygenverdiar i vassmassane (i 1987) med teoretisk oksygenforbruk ved fiskeoppdrett har vi og gjeve døme på kapasitet for - og moglege konsekvensar av oppdrettslokalisering i dei ulike delane av dei to fjordområda (tab. 4.3, 4.4 og 4.5).

Dei ulike vurderingane syner klart samsvar når det gjeld å peika ut gode og mindre gode område for merdoppdrett i sjøen basert på resipientkapasitet (fig. 7.1). I kap. 4.6 har vi søkt å talfesta kapasiteten basert på registrerte oksygen- og vassutskiftingsverdiar, og på kalkulerte ammoniumsverdiar.

7.1. Austefjorden - Toftarøyosen.

For Austefjorden sitt vedkommande er området nord for Kausland - Vorland særleg ømtåleg, noko som går fram både av strandsoneundersøkingar (overflatevatn), sedimentundersøkingar (djupvatn) og vassutskiftingsundersøkingar. Samtidig er dette området i dag resipient for dei største mengdene av hushaldskloakk. På denne bakgrunn vil vi frårå etablering av oppdrettsanlegg for fisk i dette området.

Området frå Kausland - Vorland sør til Steinsland i Austefjorden og til nordsida av Døskerholmen er noko mindre ømtåleg for ytterlegare organisk belastning, men er samla sett mindre godt eigna for fiskeoppdrett. Ein minimums

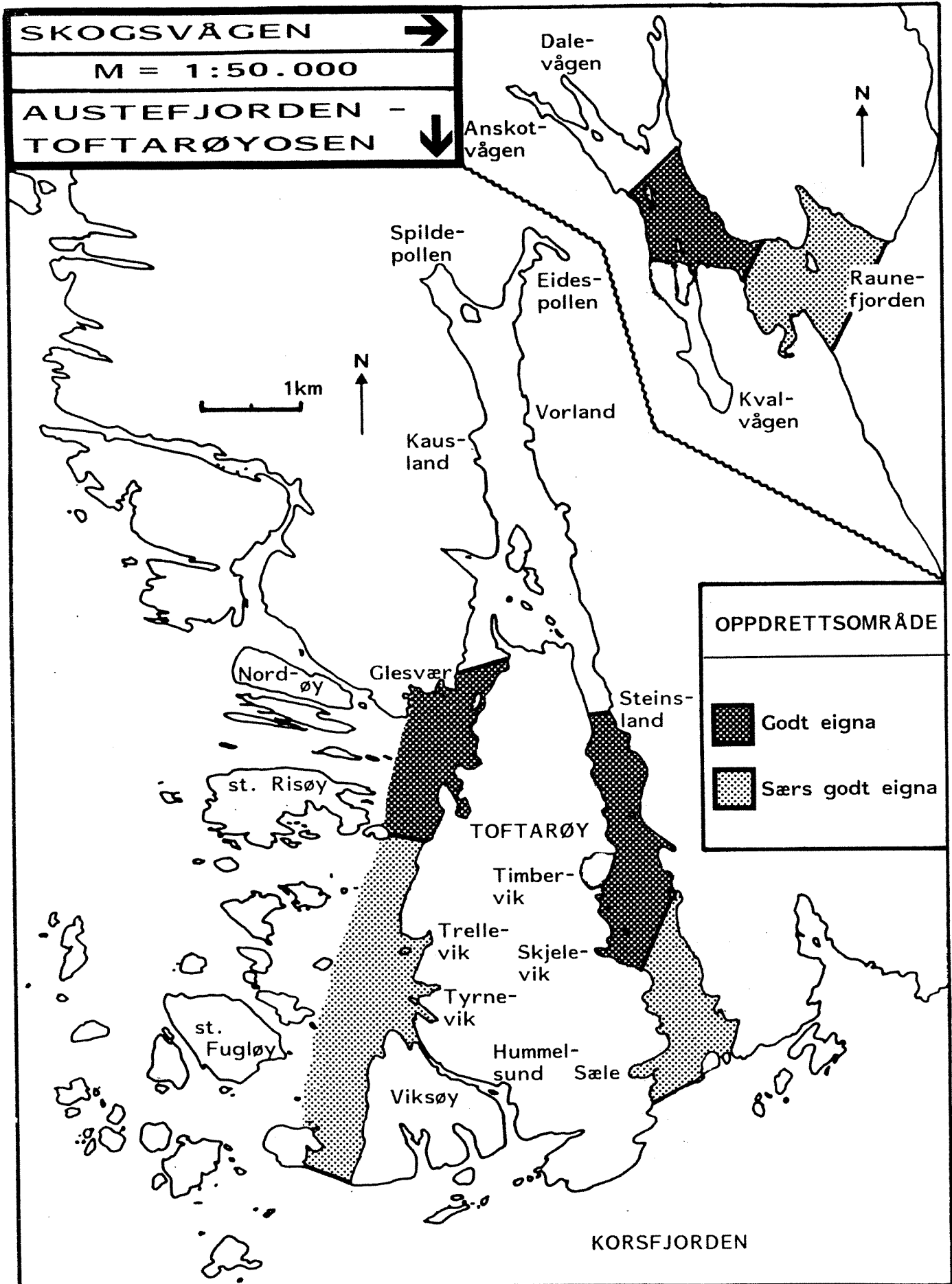


Fig. 7.1. Område som vert tilrådd for fiskeoppdrett. Figuren er forenkla, og må sjåast i samanheng med dei andre kapitla i rapporten.

faktor i dette området er m.a. dei etter måten lange periodene med stagnerande vatn som vart registrert i dette området (kap.4.3). Når slike perioder fell saman med t.d. høg vassstemperatur og stort oksygenforbruk sommarstid, kan dette lett få katastrofale følger for fisk i oppdrett, endå om gjennomsnittstilhøva ellers kan synast stettande. Evt. etableringar av oppdrettsanlegg sør for Steinsland vil og redusera vilkåra for oppdrett nord for Steinsland. Dersom ein velger å auka oppdrettsaktiviteten sør for Steinsland (sjå nedanfor) bør ein vera varsam med etableringar lenger nord.

Mellom Steinsland og Skjelevika - Lendingja ligg tilhøva samla sett godt til rette for oppdrett av fisk (bortsett frå Timbervika).

Dei beste områda kapasitetsmessig ligg sør for Skjelevika-Lendingja i Austefjorden og sør for Døscherholmen langs Toftaøyosen. I det sistnemnde området kan ein setja eit skilje ved Store Risøy, først og fremst ut frå resultatata av sedimentanalysane. Ut frå desse analysane finn ein dei beste resipientilhøva i området sør for Store Risøy.

Vi står her i prinsippet att med to skilde område, det eine på vestida av Toftarøy sør for Døscherholmen, det andre på austsida av Toftarøy sør for Steinsland, der ein vil kunne tilrå ytterlegare belastning frå fiskeoppdrett.

Av desse to områda er området på vestida av Toftarøy det klart beste, med djupare basseng og mindre markerte terskler enn på austsida. Dei mange aust-vest gåande sunda mellom øyane vest for Toftarøy gjev og betre vassutskifting enn på austsida, der vassutskiftinga er dominert av nord- og sørgående straumer. Dette bidrar til større risiko for transport av sjukdomsbakterier og parasitter mellom naboanlegg på austsida enn på vestsida.

Strekninga frå Steinsland til Usholmane er på omlag 3.5 km. Ved lokalisering av oppdrettsanlegg blir det av omsyn til spreidning av smittsomme fiskesjukdommar, stilt krav om ein avstand på minst 1 km mellom naboanlegg. Om vi legg dette til grunn vil det vera plass til maksimalt 4-5 oppdrettsanlegg i dette området (inkl. dei som ligg i området i dag). På grunn av straum/utskiftingstilhøva (jfr. drøftingane i kap. 4.6.2) held vi det likevel for tvilsomt om ein bør tilrå ein slik tettleik av anlegg i dette området. Særleg utskifitinga i øvre lag går i nord-sør retning med avgrensa effekt av fortytning. Truleg bør det ved evt. etablering stillast krav om at alle anlegga må ha ein avlastningslokalitet utanfor området, slik det m.a. er søkt om for HS10.

Eit anna alternativ vil vera samdrift mellom fleire anlegg, etter same mønster som for anlegga HS2, HF7 og HS4 i Skogsvågen. Ved å nytta same setjefiskleverandør, same fôrleverandør, felles arbeidsstokk osv. minker risikoen for spreing av fiskesjukdommar. Samtidig auker likevel risikoen for store tap dersom ulukka først er ute.

Strekninga frå Døscherholmen til sør-vest-spissen av Viksøy er på omlag 5 km, og det burde vera mogeleg å finna lokalitetar for maksimalt 4-5 anlegg langs Toftarøylandet på denne strekninga utan å komme i konflikt med kravet om minst 1 km avstand mellom naboanlegg.

Avlaupet frå setjefiskanlegget på Trellevik gjer at ein må rekne med krav om ein viss minsteavstand på kvar side av dette for matfiskanlegg i sjøen, i det minste for oppdrett av laks og aure.

Dei same atterhald med omsyn til avlastingslokalitetar og/eller samdrift bør takast her som i Austefjorden.

7.2. Skogsvågen.

På same måte som i Austefjorden er dei indre områda av Skogsvågen samt Dalavågen, Anskotvågen og Kvalvågen omtålege og ikkje eigna/dårleg eigna for oppdrett.

Midtre del av Skogsvågen frå Barholmen til Skaganeset har etter ei samla vurdering fått karakteren "godt eigna", medan området aust for Skaganeset må karakteriserast som "sørs godt eigna" ut frå ei vurdering av resipienttilhøva, som observert i 1987 (fig. 7.1).

3 matfiskanlegg er idag lokalisert i midtre del av Skogsvågen, to av desse på same lokalitet. Ut frå kravet om 1 km avstand mellom naboanlegg vil det vera vanskeleg å lokalisere fleire anlegg i denne delen av Skogsvågen. Ei slik vurdering avheng m.a. av om ein ser på dei to samdrevne anlegga som ei eller to skilde einingar. Dei to samdrevne anlegga har søkt om ny lokalisering i det ytre området, saman med eit tredje anlegg som flyttast frå Toftarøyosen. Det tredje anlegget i Skogsvågen har søkt lokalisering til Molvika ved Raunefjorden. Alle ønsker å beholde dei gamle lokalitetane som avlastingslokalitetar/ evt. som fast lokalitet for oppdrett frå smolt til eittårig fisk.

Denne endringa gjer at belastninga på midtre Skogsvågen blir mindre, noko som isåfall vil vera positivt.

Lokalisering av fleire anlegg i ytre del av Skogsvågen vil m.a. avhenga av om samlokaliseringa av dei tre anlegga som det er søkt om her blir betrakta som ei eining eller som tre separate anlegg. Om det siste blir stoda, vil det vera plass for ytterlegare 2-3 anlegg i området, hvis ikkje vil kravet om ein minsteavstand på 1 km mest sannsynleg setta ein stoppar for etablering av fleire oppdrettsanlegg i Skogsvågen.

7.3. Andre betrakningar.

Øvre storleiksgrense for laks- og aureanlegg er idag 8.000 m³. Ei utviding av denne grensa til 12.000 m³ vert for tida drøfta av fiskeristyresmaktene.

I følgje forskrifter om oppdrett av andre fiskearter enn laks, aure og regnbogeaure i saltvatn, fastsett 7. november 1985, § 6, kan løyve til slikt oppdrett gjevast med eit minimumsvolum på 1.000 m³. Løyve for større oppdrettsvolum kan gjevast på visse vilkår.

I praksis tyder dette at dei fleste matfiskanlegg for marin fisk i starten vil vera mindre, og dermed gje ei mindre belastning pr. anlegg samanlikna med laks- og aureanlegg. Ved lokalisering av anlegg bør ein likevel ta omsyn til at dette kan endrast ettersom vilkåra for sjølve næringa, t.d. tilgang på yngel, endrer seg. Utvidingar av anlegga vil føra til auka belastning med fare for overskriding av tilrådeleg belastning i meir lukka område.

Dei områda som er peikt på som mindre godt eigna for matfiskoppdrett, kan syne seg godt eigna for dyrking av skjell (blåskjell/østers, evt. kamskjell) i hengande kulturar (bøystrekkanlegg). Dei områda det er tale om er innelukka område med etter måten høg organisk belastning. Lokale fytoplanktonoppblomstringar som følgje av dette vil gje gode næringstilhøve for skjell (Aase og Bjercknes 1984). Samtidig vil skjella verka som eit "biologisk filter", og kan såleis ha ein reinseffekt på overflatevatnet.

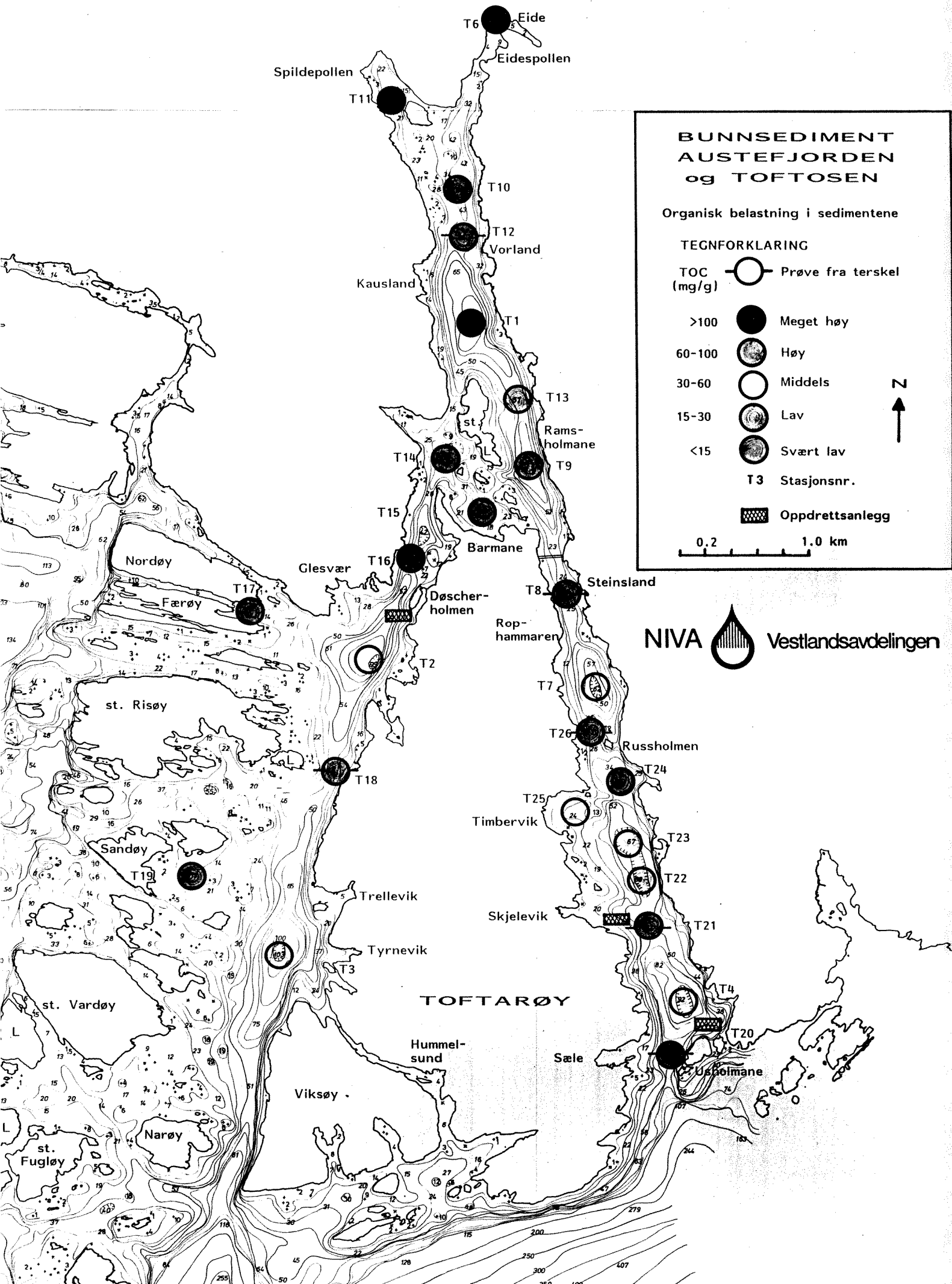
LITTERATUR

- Bjerknes, V., Golmen, L.G., Sørensen, J.A., Sørgaard, K. og Wikander, P.B. 1987. Kriterier og metoder ved planlegging av fiskeoppdrett i sjøen. NIVA-rapport nr. O-86080. 167 s.
- Brett, J.R. og Zala, C.A. 1975. Dayly pattern of nitrogen excretion and oxygen consumption of sockeye salmon (Oncorhynchus nerka) under controlled conditions. J. Fish. Res. Board. Can. 32: 2479-2486.
- Fiskets Gang 1987. Lågare lønsemd innan matfiskoppdrett. F.G. 22, 1987.
- Hackett, B. 1981. Innføring i behandling av strømdata. FOH rapport nr. 2, 1981. Miljøverndep., Oslo.
- Johannessen, P.J. og Stensvold, A.M. 1984. Resipientundersøkelser i Sund kommune. Rapp. nr. 7-84. Inst. for Marinbiologi, Univ. i Bergen. 35 s.
- Källqvist, T. 1987. Utprøving av metoder for identifisering av begrensende næringsstoffer for fyttoplankton. NIVA-rapport nr. F 514.
- Kirkerud, L., Knutsen, J., Magnusson, J., Ormerod, K. og Rygg, B. 1984. Vurdering av reinsekav for utslipp av kommunalt avløpsvann til sjøresipienter. Rapport 7. NIVA-rapport O-81006. 080.
- Maroni, K. 1985. Forurensing fra fiskeoppdrett i relasjon til fôrtilførsel. NIVA notat O-85266.
- McClimans, T.A. 1979. Strømmåling i innsjø, elv og hav. Tapir forlag, Trondheim.
- Meade, J.W. 1985. Allowable ammonia for fish culture. Prog. Fish-Cult. 47-3: 135-145.
- Pedersen, A. (ed.). 1982. Miljøpåvirkning fra fiskeoppdrett. NIVA-rapport F 430.
- Smart, G.R. 1980. Water quality and fish performance. Fish Farming Int. 12.87.

- Smart, G.R. 1981. Aspects of water quality producing stress in intensive fish culture. Pp. 277-292. In: A.D. Pickering (ed): Stress and Fish. Academic Press, London.
- Thurston, R.V., Chakonmakos, C. & Russo, R.C. 1981. Effect of fluctuating exposures on the acute toxicity of ammonia to rainbow trout (Salmo gairdneri) and cutthroat trout (S. clarki). Water res. 15: 911-917.
- Westers, H. 1981. Fish culture manual for the state of Michigan (Principles of intensive fish culture). Lansing, MI.
- Wikander. P.B. 1986. Egnethetsundersøkelser for havbruk i Aust-Agder fylke. NIVA-rapport O-85260. 159 s.
- Aase, H. & Bjerknes, V. 1984. Dyrking av muslinger på Vestlandet. Fisker Hav. Ser. B.NR. 2, 1984.

VEDLEGG

1. Topografi og sedimentkvalitet Austefjorden - Toftosen.
2. Lengdesnitt av Austefjorden.
3. Topografi og sedimentkvalitet i Skogsvågen.



Korsfjorden

TOFTARØY

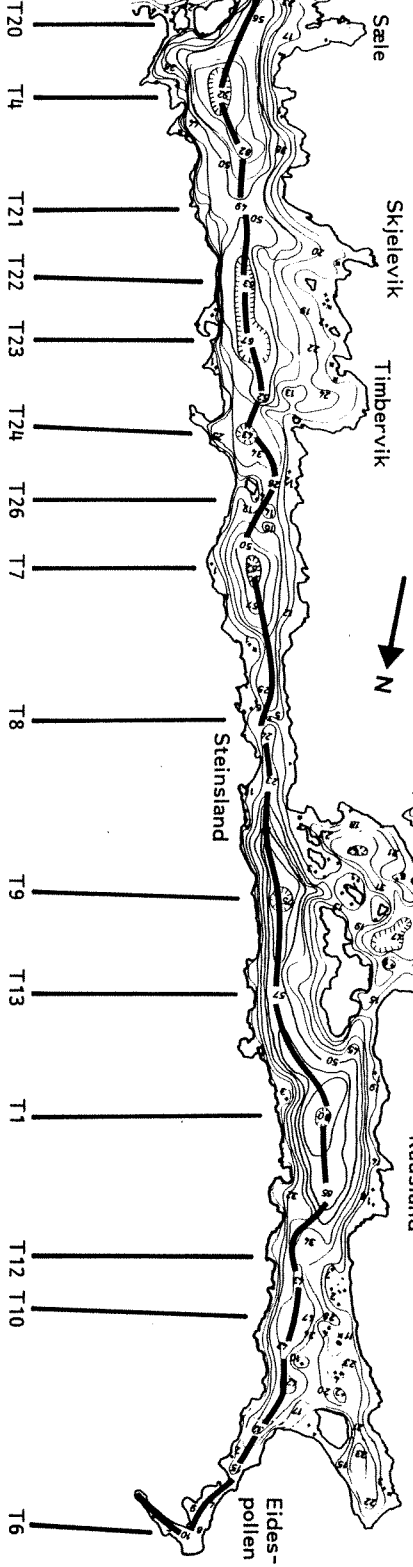
Glesvær

Kausland

Spildepollen

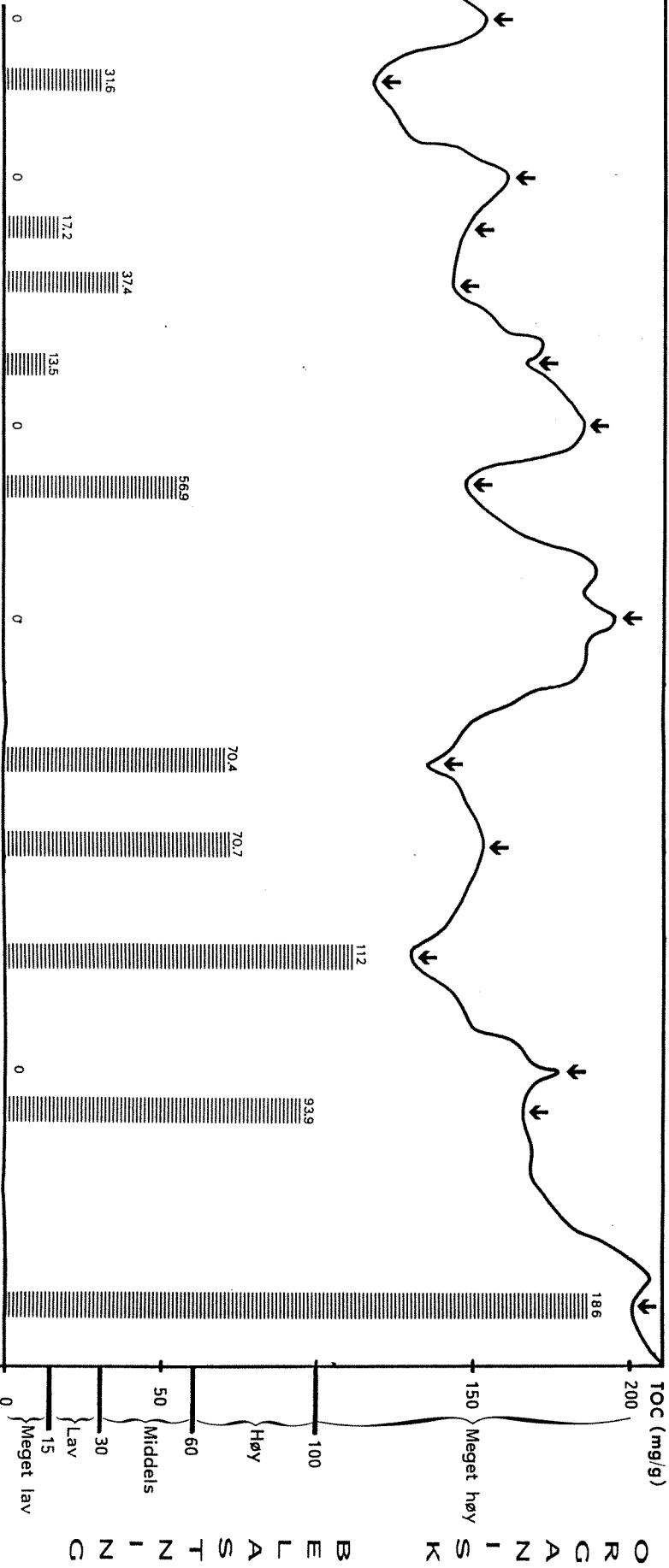
Eidespollen

AUSTEFJORDEN



Djup (m) 0 10 20 30 40 50 100 150 200 250

TOC (mg/g) 200 150 100 50 0




Organisk belastning i sedimenter langs djupålen i Austefjorden, Sund kommune.
 Linja som illustrerer djupålen er trukket gjennom alle basseng og over det djupeste punkt på tersklene.

ORGANISKE BELASTNING

BUNNSEDIMENT SKOGSVÅGEN

Organisk belastning i sedimentene

TEGNFORKLARING

TOC (mg/g)  Prøve fra terskel

>100  Meget høy

60-100  Høy

30-60  Middels

15-30  Lav

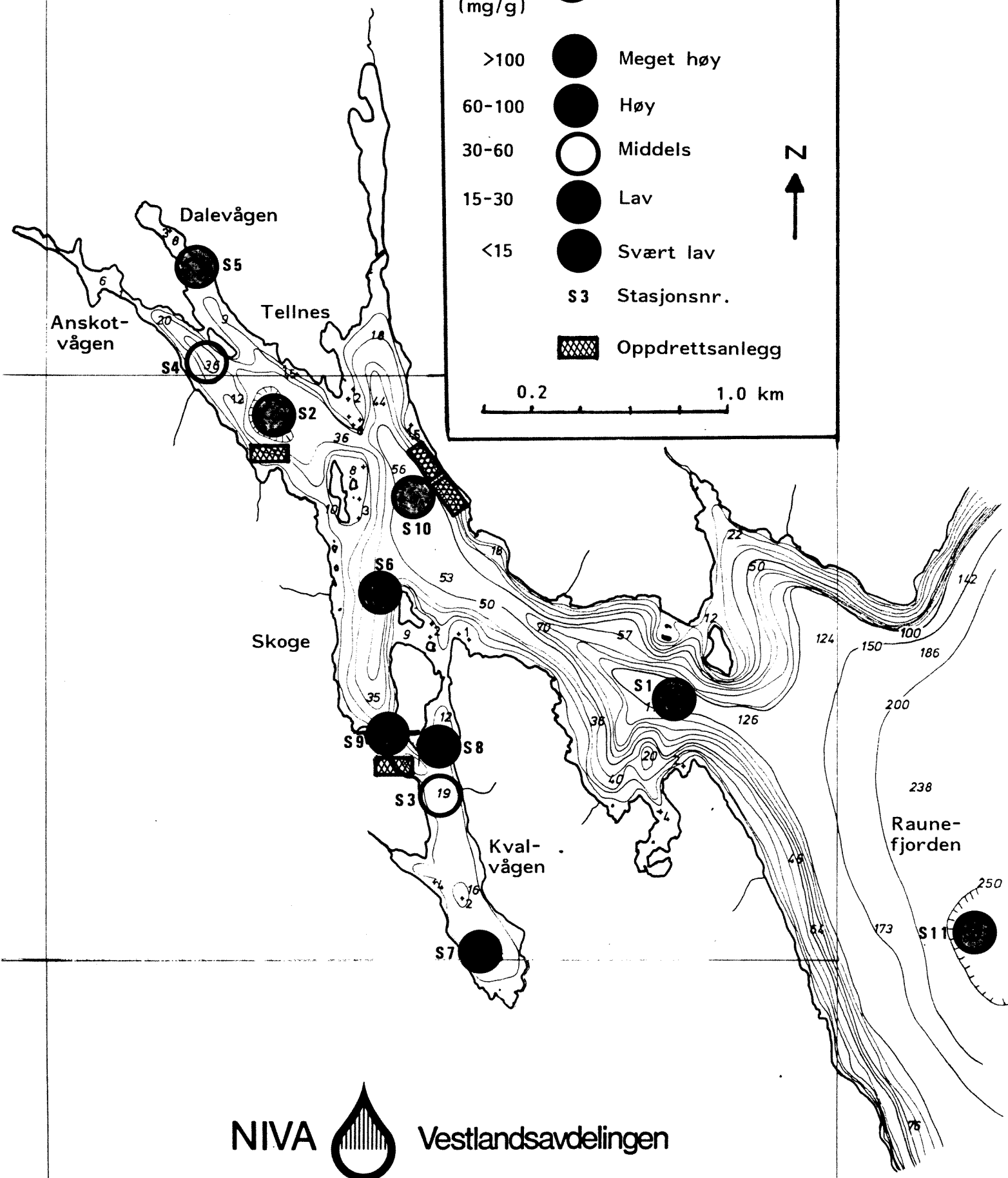
<15  Svært lav

S3 Stasjonsnr.

 Oppdrettsanlegg



0.2 1.0 km



NIVA



Vestlandsavdelingen