

**OCEANOR***Oceanographic Company of Norway A/S*

ADDRESS: KLÆBUVEIEN 153, P.O.B. 2905 - TEMPE, N - 7001 TRONDHEIM, NORWAY.

TELEPHONE: (07) 59 31 60. TELEFAX: (07) 59 70 19, TELETEX: 52 04 58 oceanor.

TELEX (VIA TELETEX): 852 04 58 ocean - n. TELEX: 55400 ocea n

**RAPPORT/REPORT**

<b>TITTEL/TITLE</b> VEGFORBINDELSE RAMBERG - FREDVANG	<b>RAPPORT NR./REPORT NO.</b> OCN 85023
<b>OPPDRAKSGIVER/CLIENT</b> Norsk Hydroteknisk Laboratorium, NHL	<b>PROSJEKTNR./PROJECT NO.</b> 026039
<b>KONTAKTPERSON/CLIENT REFERENCE</b> S.A. Gjerp	<b>TILGJENGELIGHET/ AVAILABILITY</b> Fortrolig
<b>SAKSBEHANDLER/AUTHOR</b> F. Berge og K.A. Selanger	<b>DATO/DATE</b> 18.09.85
	<b>ISBN</b>

**SAMMENDRAG/ABSTRACT**

Konsekvensene for strøm og havmiljø i Selfjorden av en bru/fylling mellom Finnbyen og Fredvang i Lofoten er analysert. To utbyggingsalternativer er behandlet. Begge har høy bru over Røssøstrømmen, men de har ulik brulengde over Kubholmleia: alt. I har 165 m bru, alt. II har 70 m bru.

Strømforholdene er angitt på grunnlag av tidligere beregninger. Vurderinger og beregninger av det fysiske miljø omfatter primært vannutskifting og temperatur. Forholdene kan i perioder være kritisk slik at alt. II bør fra-vikes. Alt. I derimot mener vi vil ha vesentlig mindre konsekvenser, som er nærmere tallfestet i rapporten.

**STIKKORD/KEYWORDS**

RAMBERG  
STRØM  
HYDROGRAFI  
AQUAKULTUR

**ANSVARLIG UNDERSKRIFT/  
AUTHORIZED SIGNATURE**

*S. Tryggestad*  
S. Tryggestad  
adm.direktør

**FORORD**

Nordland Vegkontor i Bodø bad i en henvendelse datert 30.5.1985 Norsk Hydroteknisk Laboratorium, NHL, gi en vurdering av miljømessige endringer i Selfjorden i forbindelse med veganlegget Finnbyen-Fredvang i Flakstad kommune.

NHL beregnet for samme vegprosjekt i perioden 1979-81 strømhastigheten i de løpene som forbinder Selfjorden med Vestfjorden og Norskehavet. På bakgrunn av en omorganisering av forskningsmiljøet i Trondheim har NHL latt OCEANOR forestå denne utredningen av virkningen av to bru/fyllings-alternativer. Rapportens innhold er vurdert i samarbeid med S.A. Gjerp, NHL.

Problemstillingen var tidligere begrenset til strømhastigheter, dvs. erosjon og seilingsforhold. Nå er også de miljømessige konsekvenser av veganlegget trukket inn. Her tenker man spesielt på forholdene for fiskeoppdrettsanlegg.

Prosjektet er spesifisert i prosjektforslag 14.6.1985.

**INNHOLD**

<u>Seksjon</u>	<u>Side</u>
1. KONKLUSJON	1
2. SAMMENDRAG	2
3. INNLEDNING OG PROSJEKTSPEKIFIKASJON	5
4. FAGLIG PROBLEMSTILLING	8
4.1 Hydrografiske forhold	8
4.1.1 Vannutskiftingen	8
4.1.2 Strømforhold	9
4.1.3 Temperaturforhold	9
4.2 Sjøvegs ferdsel	10
5. STRØMFORHOLD	11
5.1 Grunnlag	11
5.2 Strømtverrsnitt og tilfyllingsgrad	11
5.3 Strømhastigheter	12
5.4 Vurderinger	13
6. VANNUTSKIFTING	14
6.1 Vannutveksling. Tidevann	14
6.2 Vannets oppholdstid i overflatelaget	15
6.3 Oppholdstiden til dypvannet	16
7. TEMPERATURFORHOLD	19
7.1 Grunnlag	19
7.2 Kort analyse av datagrunnlaget	20
7.3 Framtidige temperaturforhold	25
7.3.1 Virkningen av økt oppholdstid	26
7.3.2 Effekten av vann fra Vestfjorden	26
7.3.3 Effekten av økt tilførsel av blandingsenergi	27
8. REFERANSER	28

## 1. KONKLUSJON

Dette arbeid konkluderer med at en 70 m lang bru i Kubholmleia (alt.II) vil gi et dårligere fysisk miljø i Selfjorden med hensyn til såvel eksisterende som framtidig utvidet aquakultur i området. En reduksjon av vanntemperaturen i overflatelaget med 0,5 - 1,0 °C i forhold til eksisterende situasjon kan i perioder være mulig. Dette vil medføre kritiske temperaturer for oppdrettsfisk i Selfjorden. De miljømessige endringer med alt.I, dvs 165 m lang bru, synes derimot å bli forholdsvis små.

Rent skjønsmessig tør vi si at kulverter i fyllingen kan befordre vannutskifting med positiv virkning for nærliggende settefiskanlegg. Eventuelle effekter forventes dog å være små og meget lokale.

Med hensyn til seilbarheten inn og ut av Selfjorden vises det til beregnede strømhastigheter som er angitt bl.a. i sammendraget.



2. SAMMENDRAG

De to bru/fyllings-alternativene vi har vurdert i denne rapporten har begge høgbru over Røssøstrømmen, men ulike lengder på den planlagte lavbrua over Kubholmleia:

alt.I : 165 m lavbru over Kubholmleia.

alt.II: 70 m lavbru over Kubholmleia

Resultatene er i korthet:

## STRØM:

Alternativ	Røssøstr./Kubh.leia		Sundstrømmen	
	Forsterkning	Typ. hast.	Forsterkning	Typ. hast.
Naturlig	1,0x	0,85 m/s	1,0x	1,5 m/s
I	1,6x	1,35 m/s	1,0x	1,5 m/s
II	(2,0x)	(1,6 m/s)	(1,2x)	(1,8 m/s)

Beregnet forsterkning av strømmen i Kubholmleia/Røssøstrømmen og i Sundstrømmen med bruåpning 165 m, hhv 70 m, i Kubholmleia. Tallene i parentes er meget usikre.

## VANNUTVEKSLING:

alt.I

alt.II

## Vannutveksling pga tidevann

Gjennom Røssøstr./Kubh.l.	3 - 4 % reduksjon	17 % reduksjon
Gjennom Sundstrømmen	Ubetydelig endring	Øker fra 19 til 27%

## OPPHOLDSTIDER:

Oppholdstid for vannet i

Selfjorden (øvre 10-15 m): Øker med 4-5 timer    Øker med ca 30 timer  
Idag 5-6 døgns oppholdstid.

Oppholdstid til dypvannet: Svak reduksjon    Noe større reduksjon

## TEMPERATURFORHOLD:

Temperatursenkning lokalt

pga øket oppholdstid (i forhold til 0°C målt i feb.1985)    0,1 °C    0,6 °C

Temperatursenkning pga

øket vannutvksling mot Vestfjorden    Ubetydelig    0,1 °C

Temperaturøkning pga øket

blandingsenergi og nedbryting av vannsjiktning.    max 0,5 °C    max 0,5 °C

Isforhold. Endringer:

Ubetydelig    Noe forverring

## TRASEVALG:

Det synes å være av mindre viktighet for de hydrofysiske forholdene hvor man legger traceen - over Kubholmen eller som foreslått av NVK, litt nord for Kubholmen. Dog kan man ikke se bort ifra at det har en gunstig virkning på utskiftningen av dypvannet at traceen legges over Kubholmen hvor det er noe dypere.

Vi forventer også litt lavere strømhastigheter dersom traceen går over Kubholmen fordi det er dypere her.

### 3. INNLEDNING OG PROSJEKTSPEKIFIKASJON

Den planlagte vegparsellen Finnbyen-Fredvang over nordre del av Selfjorden er vist på vedlagte kartutsnitt i fig. 3.1 og 3.2.

I denne rapporten ønskes belyst de miljømessige endringer det forannevnte veganlegget kan medføre for Ramberg Fiskeoppdrett A/S. Oppdrettsanlegget har et matfiskanlegg lokalisert rett nord for Flatholmen. Videre er en reservelokalitet angitt sørvest for Lyngøen.

Med miljømessige endringer menes her forandringer i strøm-, vannutskiftings- og temperaturforhold i Selfjorden

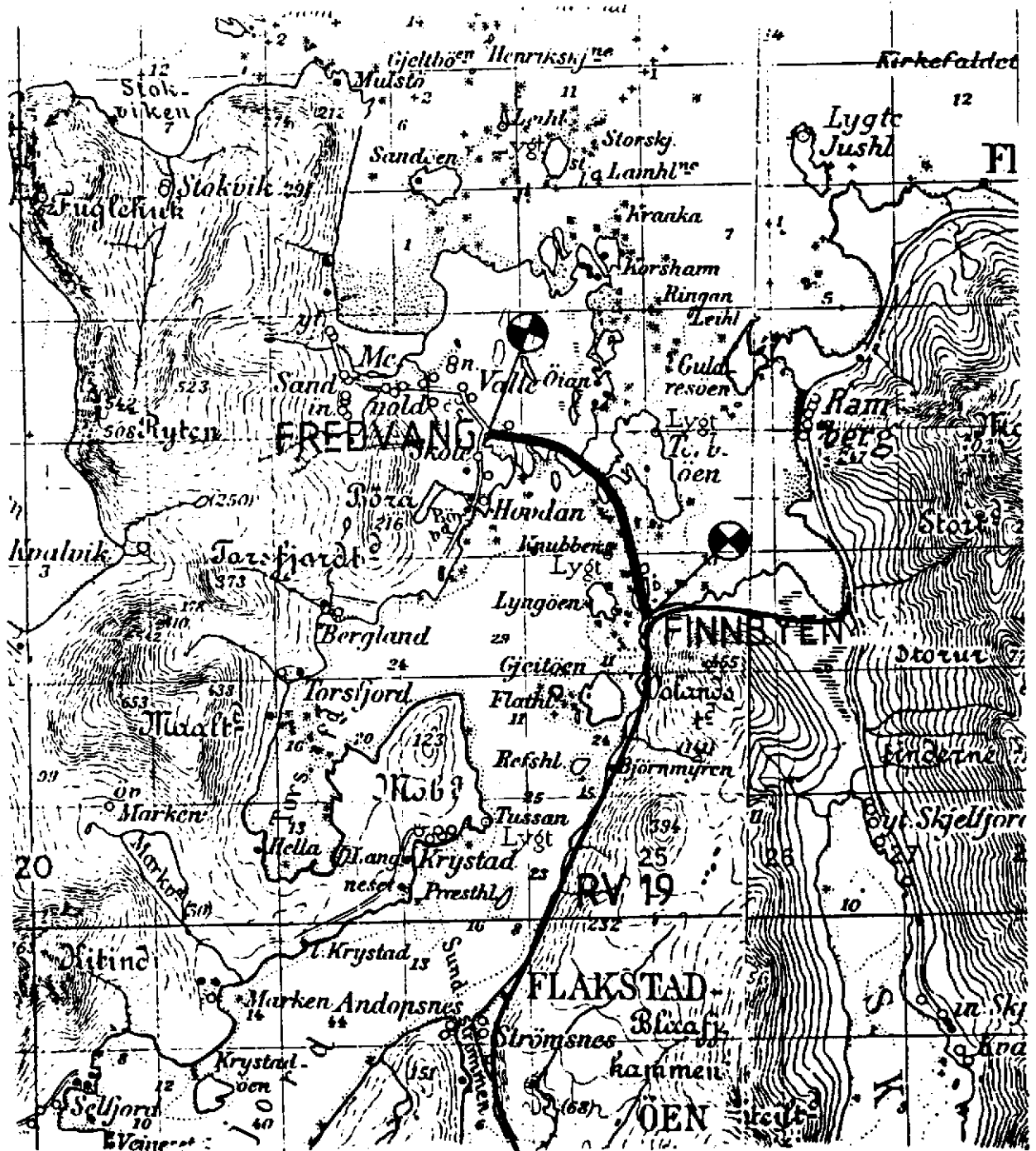
I brev fra Ramberg Fiskeoppdrett A/S (datert 11. april 1985) til Nordland Vegkontor påpekes muligheter for endringer i de hydrografiske forhold og i sjøvegs ferdsel pga det planlagte veganlegget.

I det følgende vil vi vurdere de to foreliggende alternativene fra Nordland Vegkontor angitt som:

alt.I: Høgbru over Røssøstrømmen, lang lavbru (165 m bruåpning) over Kubholmleia.

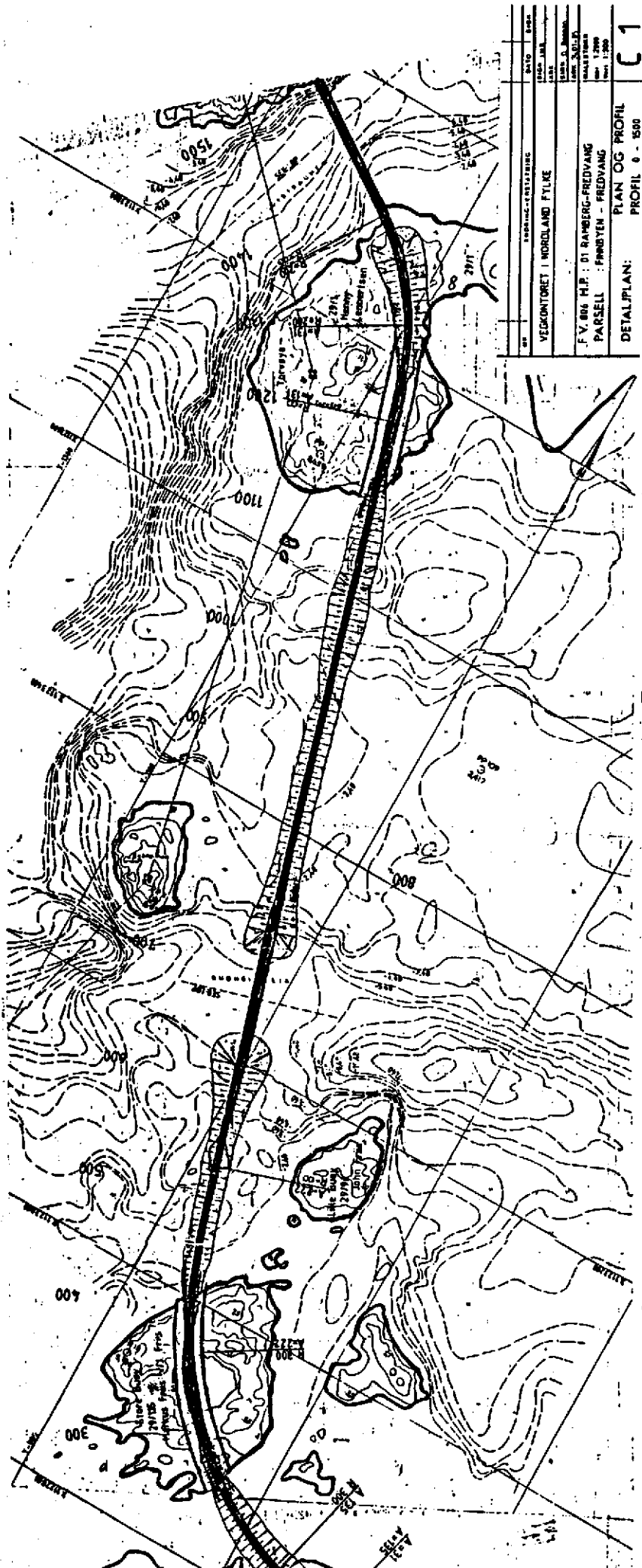
alt.II: Høgbru over Røssøstrømmen, kort lavbru (70 m bruåpning) over Kubholmleia.

Økte strøm hastigheter gjennom Kubholmleia, Røssøstrømmen og Sundstrømmen angis på grunnlag av tidligere utførte beregninger. Resultatet herfra anvendes direkte i beregninger av forholdene for oppdrettsfisk i Selfjorden. Med hensyn til seilbarheten til og fra Selfjorden presenteres strømhastighetene kun som et grunnlag for stillingstagen av rette instans.



Figur 3.1 Planutkast for vegforbindelsen Ramberg - Fredvang

Vegforbindelse RAMBERG-FREDVANG



Figur 3.2 Planlagt vegtrace over Røssøstrømmen og Kubholmleia.

#### 4. FAGLIG PROBLEMSTILLING

##### 4.1 Hydrografiske forhold

De miljømessige endringene som kan oppstå pga den planlagte utbyggingen vil generelt være knyttet til vannutskiftningen i området samt strøm-, temperatur- og isforholdene.

Ved at den planlagte utbyggingen vil påvirke de tidevannsgenererte strømmene i området og det i første rekke er tidevannet som driver vannutskiftningen, kan oppholdstiden til vannet i Selfjorden endres. Dette vil igjen kunne påvirke temperatur- og isforholdene.

Selfjorden har i det aktuelle området også terskler som øker oppholdstiden til overflatevannet i fht dypvannet.

##### 4.1.1 Vannutskiftningen

Vannutskiftningen i overflatelaget vil avhenge av tidevann, vindpåvirkning, eventuell lagdeling av vannmassene og topografiske forhold. I denne sammenheng er det endringer i tidevannsstrømmen og eventuelt lokalt topografiske endringer som er de vesentlige forhold.

Vannutskiftningen i dypvannet kan i første rekke endres pga at blandingsenergien som tilføres ved tidevannsstrømmen endres. Terskelområder som dette, kan i lengre perioder ha stagnante vannmasser i dypet. Dette reduserer resipientens evne til å tåle belastninger i form av forurensning.

#### 4.1.2 Strømforhold

De beregningene som tidligere er utført av NHL danner grunnlaget for vurderingene av strømforholdene. I første rekke må det avklares om de beregningene som er foretatt av strømhastighetene gjennom seilingsløpet danner et tilstrekkelig grunnlag til å kunne foreta de aktuelle vurderinger.

#### 4.1.3 Temperaturforhold

Det er i første rekke vintertemperaturen det bør fokuseres på når temperaturendringer pga planlagte fyllinger skal vurderes.

Temperaturforholdene bestemmes av inn og utstrømmende vann i området, sjikttingsforholdene og betydningen av varmeutveksling med atmosfæren.

Temperaturen i Vestfjorden er generelt lavere enn på nordsida. Dette viser statistiske data fra Havforskningsinstituttets hydrografiske stasjoner Vestfjorden og Eggum. En mulig konsekvens kan være at en vegfylling i Kubholmeia reduserer andelen av tilstrømmende vann fra nordsida til området i fht vann fra Vestfjorden.

Dersom det er sjiktning i vannmassene kan en fylling påvirke vanntemperaturen på to måter. For det første kan endringer av blandingsenergien pga tidevannsstrømmen medføre endringer av vannmassenes lagdeling. For det andre kan fyllinger i grundtområder skjærme for innstrømning av nedkjølt vann til området.

Varmeutvekslingen med atmosfæren kan teoretisk beregnes. I hvilken grad de frie vannmassenes temperatur lokalt påvirkes av dette avhenger av oppholdstiden og av tetthetssjiktningen, dvs hvor tykke vannlag som f.eks deltar i avkjølingen. Topografiske forhold som store grundtvannsområder kan ha en viss betydning for den lokale avkjølingen av vannmassene.

Problemstillingene vi vil konsentrere oss om i forbindelse med temperaturvurderingene, vil være en generell beskrivelse av eksisterende temperaturforhold i området, hvordan disse påvirkes av de utenforliggende forhold og hvordan denne utvekslingen kan endres ved de planlagte utbyggingsalternativer. Videre vil vi prøve å illustrere hvordan økt oppholdstid av vannmassene kan innvirke på vanntemperaturen ved lokal avkjøling. Dette er imidlertid kun interessant dersom det blir en markert endring av vannmassenes oppholdstid.

#### 4.2 Sjøvegs ferdsel

Sjøvegs ferdsel kan generelt påvirkes av strømforholdene, isforholdene og endringer av lengden av ferdselsleia. Vi vil i denne omgang ikke gå inn på disse forholdene unntatt indirekte ved kort å vurdere beregnede strømhastigheter gjennom seilingsløp.

## 5. STRØMFORHOLD

### 5.1 Grunnlag

Det aktuelle trace-alternativ for vegforbindelsen over Selfjorden er lik det man gjorde strømberegninger for i 1981 /1/. Såvidt vi kan se av de kart og traceriss /2/ som nå foreligger, er den tidligere benyttede regnemodellen et brukbart utgangspunkt til å anslå strømhastigheter ved en delvis tilfylling i Kubholmleia. Men begrensningene er også de samme: Når fyllingsgraden blir større enn 40 - 50 % blir resultatet meget usikkert - sannsynligvis blir de beregnede hastigheter for høye. Ulineariteter og asymmetrier mellom strøm nordover og sørover beskrives ikke av modellen. Og modellen 'ser' Røssøstrømmen og Kubholmleia under ett.

### 5.2 Strømtverrsnitt og tilfyllingsgrad

Vi vil her operere med såkalt effektive strømtverrsnitt, dvs. tverrsnittsarealer hvor strømhastigheten er konstant over dybden. Disse vil være noe mindre enn de geometriske tverrsnitt man finner av et dybdeprofil.

Tilfyllingsgraden regnes som:

$$\text{(Vått tverrsnitt av fylling)} / \text{(Naturlig strømtverrsnitt)}$$

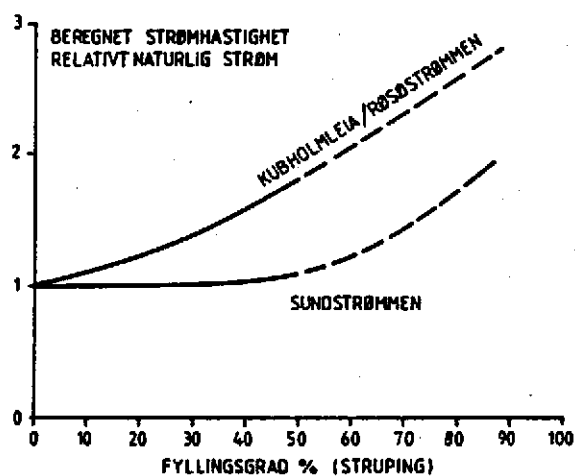
For de aktuelle lavbruene på hhv 165 m og 70 m over Kubholmleia finner en følgende effektive strømtverrsnitt og tilfyllingsgrader for Kubholmleia/Røssøstrømmen totalt, se tabell 5.1.

Situasjon	Røssøstr.	Kubh.leia	Totalt	Tilfyll.grad
Naturlig	600 m <sup>2</sup>	1800 m <sup>2</sup>	2400 m <sup>2</sup>	0 %
165 m bru	600 m <sup>2</sup>	850 m <sup>2</sup>	1450 m <sup>2</sup>	40 %
70 m bru	600 m <sup>2</sup>	350 m <sup>2</sup>	950 m <sup>2</sup>	60 %

Tabell 5.1. Effektive strømtverrsnitt i Røssøstrømmen/Kubholmleia uten og med brualternativene 165 m og 70 m over Kubholmleia.

### 5.3 Strømhastigheter

Til å anslå forventede strømhastigheter etter en viss tilfylling i Kubholmleia benytter vi figur 5.1 nedenfor. Den er hentet fra tidligere beregninger for denne vegparsellen /3/. Diagrammet i figuren viser hvor sterk strømmen er beregnet å bli i forhold til dagens situasjon. Forsterkningen av strømmen og forventet maksimalstrøm under en midlere tidevannssituasjon er vist i tabell 5.2.



Figur 5.1. Beregnet strømhastighet i Sundstrømmen og i Kubholmleia/Røssøstrømmen ved en delvis tilfylling i Kubholmleia.

Situasjon	Røssøstr./Kubh.leia		Sundstrømmen	
	Forsterkning	Typ. hast.	Forsterkning	Typ. hast.
Naturlig	1,0x	0,85 m/s	1,0x	1,5 m/s
165 m bru	1,6x	1,35 m/s	1,0x	1,5 m/s
70 m bru	(2,0x)	(1,6 m/s)	(1,2x)	(1,8 m/s)

Tabell 5.2. Beregnet forsterkning av strømmen i Kubholmleia/Røssøstrømmen og i Sundstrømmen med bruåpning 165 og 70 m over Kubholmleia. Tallene i parentes er meget usikre.

#### 5.4 Vurderinger

Generelt mener vi at den beregningsmodellen som er benyttet vil gi noe for høge hastigheter, spesielt når brulengden er så kort som 70 m. Det er imidlertid vanskelig å si hvor stor feilen er uten å foreta nye beregninger med et forbedret regneverktøy som nå er tilgjengelig.

En sterk innsnevring i Kubholmleia vil dessuten kunne gi øket tidevannsvariasjon i Selfjorden og påvirke faseforskjellen mellom strøm og tidevann. Med de grunne områdene man her har vil maksimalstrømmen kunne øke noe dersom strømtoppen forskyves til tidspunkt med mindre vanddybde.

## 6. VANNUTSKIFTING

Som påpekt i kap. 4 er det i denne sammenheng endringen i tidevannsstrømmen som er vesentligst for vannutskiftningen. Eventuelle endringer av lokale strømforhold anser vi for å være mindre viktige. Effekten av disse bør muligens komme inn ved detaljplanleggingen av det valgte utbyggingsalternativ.

### 6.1 Vannutveksling. Tidevann

Tidevannet bidrar direkte til vannutskifting i overflatelagene. Når vann strømmer inn i Selfjorden blandes dette med eksisterende vann og utskiftingen skjer når det blandede vannet strømmer ut igjen. Det er vanskelig med eksisterende datamateriale eksakt å beregne den effektive vannutskiftningen.

Derfor er problemstillingen i første rekke begrenset til å anskueliggjøre forskjellen mellom eksisterende forhold og planlagte utbyggingsalternativ. Vi skal i det følgende foreta endel beregninger som kan illustrere dette.

Tabell 6.1 nedenfor angir beregnede vannmengder som strømmer gjennom sundene i løpet av en halv tidevannsperiode for dagens situasjon, alt.I og alt.II. Tallene i tabellen gir at:

- Vannutvekslingen mellom Selfjorden og nordområdene reduseres med 24% for alt.II i fht. dagens situasjon. Ved alt.I er tilsvarende reduksjon 4%.
- Vannutvekslingen mot Vestfjorden vil øke med 20% for alt.II. alt.I vil ikke medføre nevneverdige endringer for vannutvekslingen mot Vestfjorden. Totalt sett reduseres vannutvekslingen mellom Selfjorden og områdene utenfor med ca 3-4% ved alt.I og 17% ved alt.II.

- Sundsstrømmen befordrer idag 19% av den tidevannsdominerte vannutvekslingen, mens den vil øke ubetydlig ved alt.I og til 27% ved alt.II.

En redusert vannutveksling gjennom sundene vil redusere strømhastighetene inne i Selfjorden. Spesielt vil dette gjelde overflate-lagene ned til 10- 15m dyp.

	Idag	alt.I	alt.II
Kubholmleia + Røssøstrømmen	$32,8 \times 10^6 \text{ m}^3$	$31,4 \times 10^6 \text{ m}^3$	$24,4 \times 10^6 \text{ m}^3$
Sundsstrømmen	$7,6 \times 10^6 \text{ m}^3$	$7,6 \times 10^6 \text{ m}^3$	$9,1 \times 10^6 \text{ m}^3$

Tabell 6.1. Beregnet vannmengde gjennom sundene mot Selfjorden i løpet av en halv tidevannsperiode for dagens forhold, alt.I og alt.II.

## 6.2 Vannets oppholdstid i overflatelaget

Selv om vannmassene i Selfjorden er lite sjiktet vil oppholdstiden i dypvannet være lengre enn for overflatelaget side Selfjorden er en terskelfjord. Hvor mye lengre den er bestemmes blant annet av graden av sjiktning og tilført blandingsenergi.

For å anskueliggjøre endringen i oppholdstiden i overflaten, har vi foretatt noen beregninger med ulike forutsetninger med hensyn på blanding av vannmassene og ned til hvilket dyp vannmassene blandes.

Vi antar at henholdsvis 25%, 50% eller 75% av det vannet som kommer inn i Selfjorden med tidevannet går ut igjen under samme tidevanns-

periode. Resten av det utstrømmende vannet har da oppholdt seg mer enn en tidevannsperiode (ca. 12 timer) i fjorden. Vi antar videre at vannmassene som blandes over en tidevannssyklus er vann ned til 10-15 m dyp i Selfjorden. Tabell 6.2 viser de beregnede oppholdstider dette gir:

Blandingsdyp:		10 m			15 m		
		Idag	alt. I	alt. II	Idag	alt. I	alt. II
Vannut-	25%	5.6	5.8	6.8	8.4	8.7	10.2
skiftning	50%	2.8	2.9	3.4	4.2	4.4	5.1
	75%	1.9	1.9	2.3	2.9	2.9	3.5

Tabell 6.2. Beregnede oppholdstider for overflatevann ned til 10 m, hhv 15 m, ved forskjellig grad av vannutskifting.

Disse resultatene viser at oppholdstiden i overflatelaget under de nevnte forutsetninger vil øke med fra 0,4 døgn til 1,8 døgn for alt.II, og med fra 0 til 0,3 døgn for alt.I.

I kap. 7 er oppholdstiden beregnet mer eksakt ut fra temperaturmålinger og beregnet lokal nedkjøling i området.

### 6.3 Oppholdstiden til dypvannet

Ved at vannutvekslingen og strømhastighetene gjennom sundene endres, vil oppholdstiden til dypvannet i Selfjorden påvirkes av planlagte utbyggingsalternativer.

Vannutskiftningen i dypvannet forårsakes av flere faktorer. Ved at tetthetsforholdene både utenfor tersklene og i Selfjorden endres over tid vil dette bidra til vannutskifting. Dersom blandings-

energien som tilføres Selfjorden, øker, vil dette være gunstig for utskiftningen av dypvannet bl.a. ved å redusere sjiktningen i vannmassene i Selfjorden.

Kildene til blandingsenergi kan være flere. I Selfjorden er høgst sannsynlig tidevannsstrømmene gjennom sundene viktigst. Vinden tilfører også blandingsenergi; det samme gjør ferjetrafikken eller båttrafikk generelt.

Tidevannet tilfører mest blandingsenergi når det strømmer inn i et basseng. Når tidevannet strømmer ut vil dette medføre en viss turbulens i vannmassene. Vannet som strømmer ut fra bassenget vil hovedsakelig trekkes fra overflatelagene ved markert sjiktning i vannmassene. Vannlaget i Selfjorden tidevannet trekkes fra vil øke jo svakere lagdelingen er.

Vinden setter vann i bevegelse. Vanligvis kan en regne at overflatehastigheten til vannet er ca 3 % av vindhastigheten. Bruker vi dette tallet fåes teoretisk at det overføres 65 kW effekt fra vinden til overflatevannet i Selfjorden.

Ferjetraffikkens bidrag til blanding av vannmassene kan også anskueliggjøres. Antar vi motorstørrelsen på 300 HK effektiv gangtid 3 timer/dag tilføres brutto 25 kW herav.

Kulverter i fyllingen regner vi med vil ha en svært begrenset virkning såvel i omfang som i utbredelse. Særlig gjelder dette med den kapasiteten hovedstrømløpene får med det lengst brualternativ I. En viss positiv effekt for nærliggende settefiskanlegg kan dog ikke utelukkes på grunn av det vannet som trekkes gjennom en velplassert kulvert. En nærmere kvantifisering av virkningen er ikke foretatt her.

Vi har i tabell 6.3 anskueliggjort endringene i mengde blandingsenergi som tilføres vannmassene i Selfjorden som følge av veganlegget.

Effekttilførsel i KW			
TIDEVANN:	Idag	alt.I	alt.II
Røssøstrømmen + Kubbholmleia	375	930	1000
Sundsstrømmen	275	270	470
Sum	650	1200	1470
VIND (5.5 m/s)	65	65	65
FERJETRAFIKK	25	0	0

Tabell 6.3. Anslag over tilført blandingsenergi til Selfjorden

Vi ser av tabellen at energien tilført pga tidevannet øker betydelig etter at veganlegget realiseres. Veganlegget medfører at energitilførselen tilnærmet fordobles i fht nåværende tilførsel. Ferjetrafikken og vinden betyr forholdsvis lite sammenlignet med tidevannsenergien.

Ut fra disse beregningene kan vi konkludere at oppholdstiden for dypvannet trolig vil reduseres ved realisering av veganlegget. Ut fra dette kan det antas at vannutskiftningen av dypvannet vil bedres og da noe mere ved alt.II enn ved alt.I.

De hydrografiske målingene fra Selfjorden tyder imidlertid på at blandingen allerede idag er tilfredsstillende.

## 7. TEMPERATURFORHOLD

### 7.1 Grunnlag

De to viktigste faktorene for temperaturen i overflatelaget i Selfjorden er oppholdstiden og temperaturen i Vestfjorden og Norskehavet utenfor Lofoten. I kapittel 6 framgår det at oppholdstiden i overflatelaget øker med 0,4 - 1,8 døgn med brualternativ II. Videre øker tilførselen av vann fra Vestfjorden både totalt og relativt sett

Under befaringen 8. juli 1985 ble det foretatt hydrografiske målinger i tre stasjoner: På nordsiden utenfor Røssøstrømmen/Kubholmleia (stasjon 1), nord i Selfjorden (stasjon 2) og på sørsiden av Sundstrømmen (stasjon 3).

Ved Ramberg Fiskeoppdrett A/S sitt anlegg er det målt overflate-temperaturer vinteren 1984/85. Videre ble det også målt overflate-temperaturer ved den gamle oppdrettslokaliteten vinteren 1983/84.

Det foreligger temperatur-og saltholdighetsmålinger fra området Jusholmen-Selfjorden-Soløy i dypene 0 m, 2 m og 12 m for vinteren 1982/83 og 1984. Disse målingene ble tatt i forbindelse en undersøkelse angående "Oppdrettslokaliteter i Flakstad kommune" og oppfølging av denne /5/.

Temperaturdata fra Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt's rutinemessige undersøkelser i Vestfjorden og Eggum /6/ er brukt både som statistisk grunnlag og som sammenligningsgrunnlag mot dataene fra 1985 fra lokaliteten til Ramberg Fiskeoppdrett A/S.

## 7.2 Kort analyse av datagrunnlaget

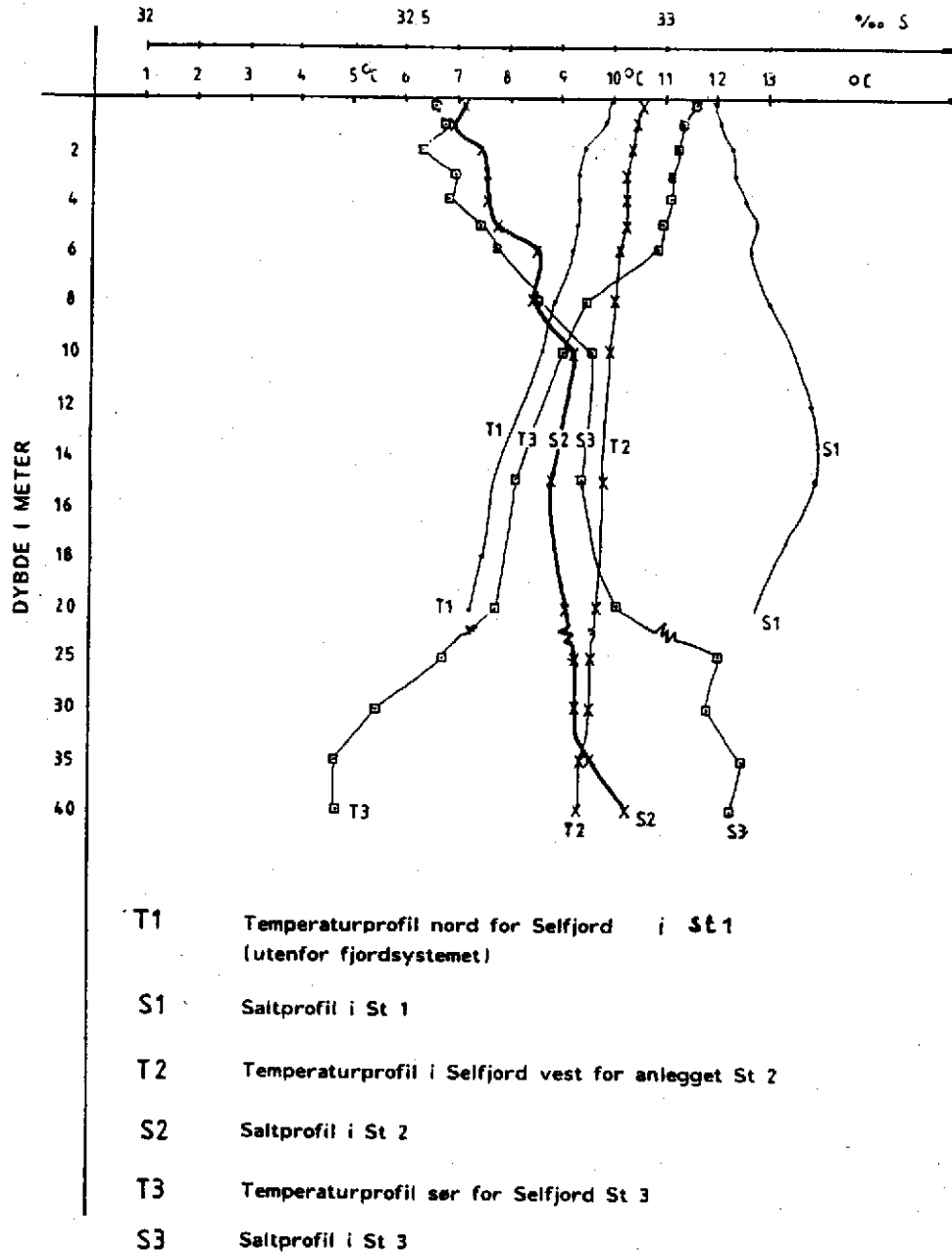
Dataene fra befaringen 8. juli 1985 viser svak sjiktning i vannmassene inne i Selfjorden i de øverste 10 metrene, mens vannmassene dypere er tilnærmet homogene mhp temperatur og saltholdighet, se fig 7.1. Et enkelt datasett gir liten informasjon om dynamikken i systemet. Imidlertid ser det ut som dypvannet i Selfjorden består av vann fra Vestfjorden. Målingene fra nordområdene viser at det er tyngere vann der. Dette vil trolig strømme inn i Selfjorden og fortrenge eksisterende vann. Det saltene vannet nord for Selfjorden er et meget interessant trekk som kan være av vesentlig betydning for vannutskiftingen i dypet dersom det er av forholdsvis permanent karakter.

I figurene 7.2 og 7.3 er dataene fra Ramberg Fiskeoppdretts anlegg og foreliggende data fra Vestfjorden og Eggum plottet sammen. Temperaturdataene fra Finnbyen og Eggum er fra overflaten, mens dataene fra Vestfjorden er fra 4 m dyp. Gradientene i kystvannet er liten om vinteren og forskjellen mellom overflaten og 4 m dyp er trolig liten. Forannevnte data viser at temperaturen i Selfjorden om vinteren kan være i størrelsesorden 4 grader lavere enn i Vestfjorden/Eggum. Videre er det viktig å merke seg at det i februar 1985 ble registrert vanntemperaturer lik  $0^{\circ}\text{C}$  i Selfjorden ved Ramberg Fiskeoppdrett. Det poengteres at forannevnte forskjeller og temperaturnivå ikke er vurdert ut fra et statistisk datagrunnlag.

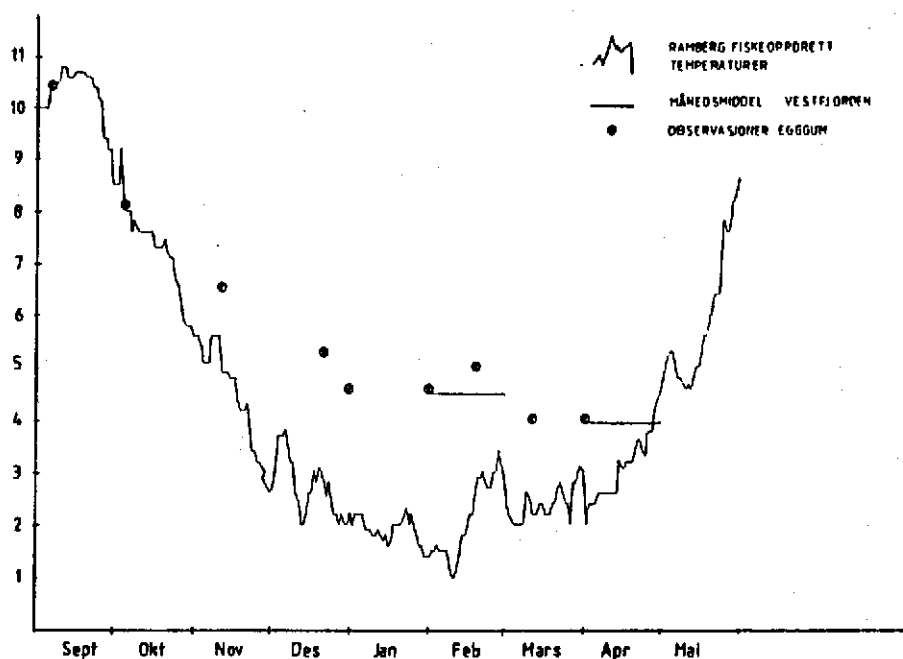
Et større datagrunnlag foreligger imidlertid for å kunne vurdere forskjellene i temperatur mellom Vestfjorden og Eggum. I figur 7.4 og 7.5 illustreres forskjellene ved en ekstremverdifordeling. Mens det kan forventes at  $2,1^{\circ}\text{C}$  underskrides hvert 5. år ved Vestfjorden ligger denne grensen på  $3,1^{\circ}\text{C}$  ved Eggum.

Dataene i rapport om oppdrettslokaliteter i Flakstad kommune /5/ og oppfølging av denne viser bl.a. at temperaturgradientene om vinteren i Selfjord er liten og ikke registrert større enn  $0,5^{\circ}\text{C}$  mellom overflatelaget og 10 m dyp. Disse dataene gir videre indikasjon på at ferskvannsutslippet fra Solbjørnvatn i perioder kan medføre en

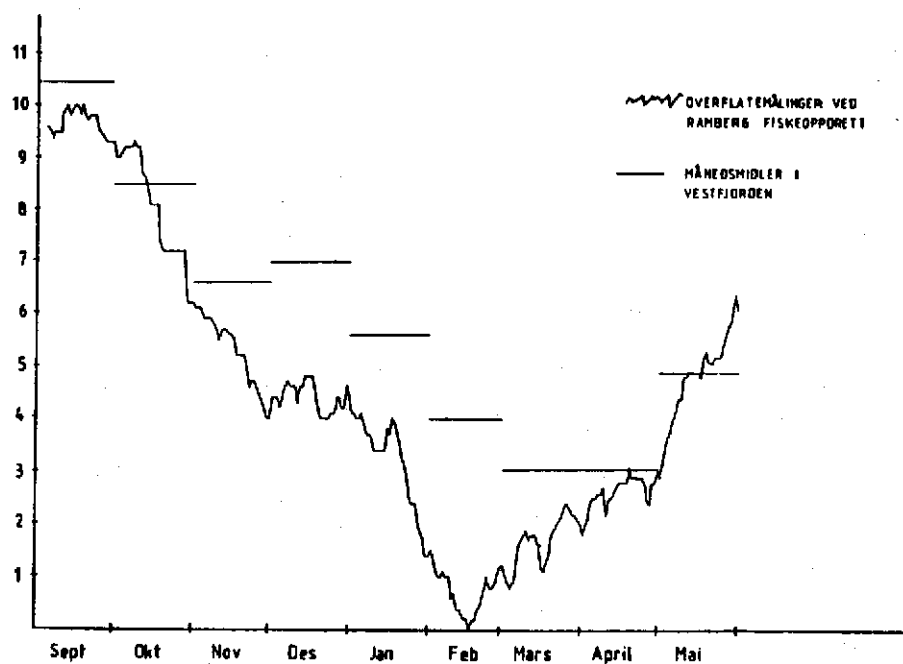
Målinger foretatt ved befaringen.  
Instrument RCM-4



Figur 7.1 Målinger av temperatur og saltholdighet foretatt under befaring den 8 juli 1985.



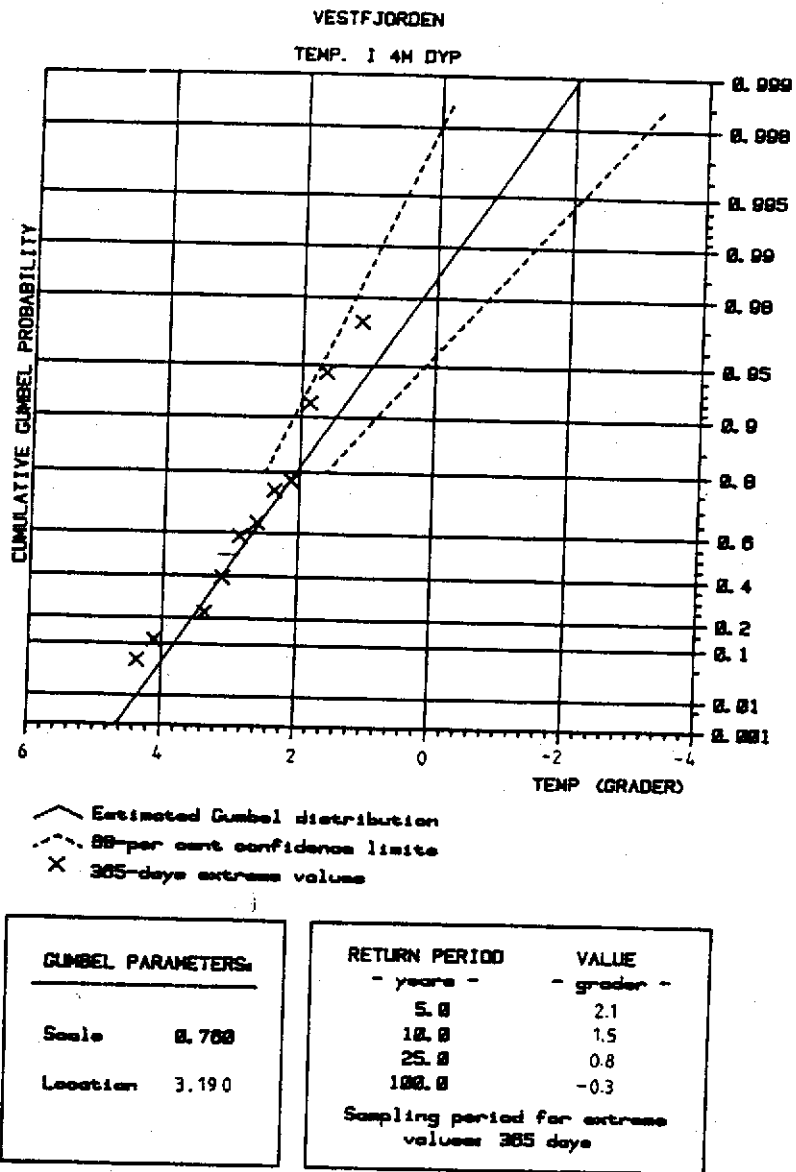
Temp. reg. v/ oppdrettsanl. Finnbyen, gnl. lokalitet 83/84 Ramberg Fiskeoppdrett.



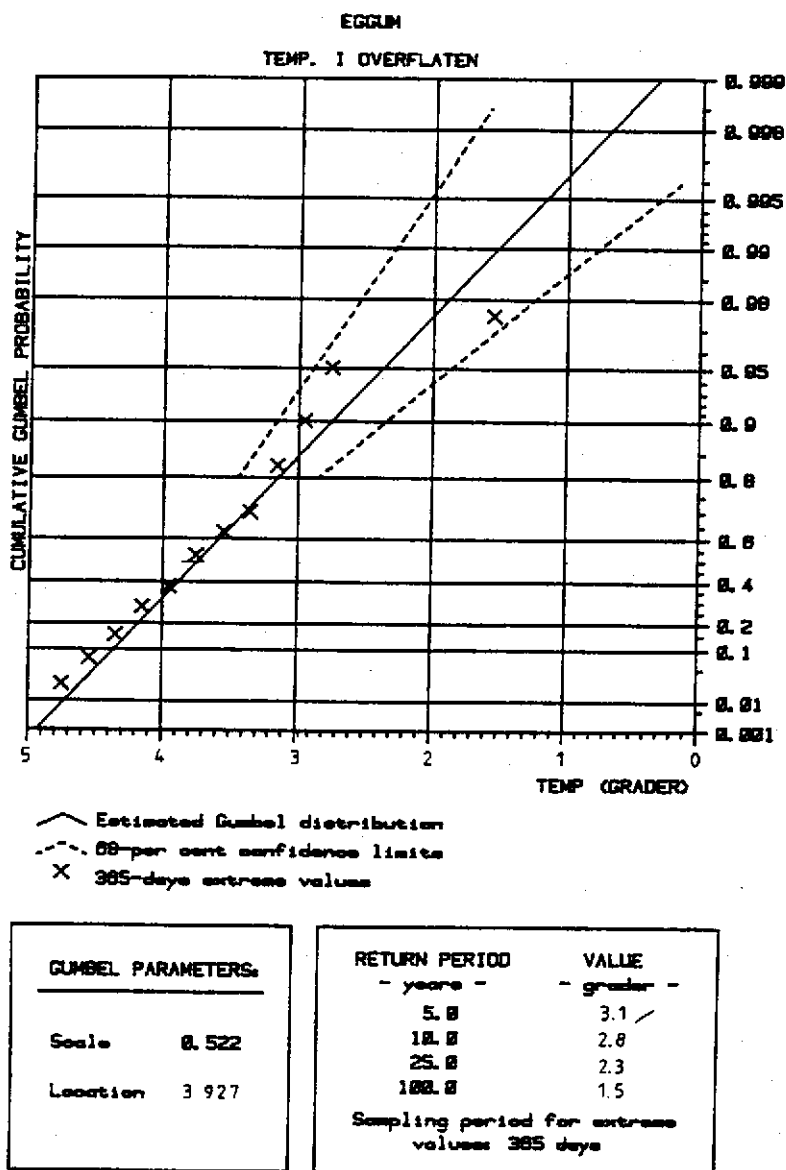
TEMP. REG V/ NY LOKALITET VINTEREN 84/85

RAMBERG FISKEOPPDRETT

Figur 7.2 og 7.3 Temperaturmålinger fra Ramberg Fiskeoppdrett, Vestfjorden og Eggum 1983-85.



Figur 7.4 Ekstremfordeling av de lavest målte temperaturer hvert år i Vestfjorden i perioden 1936-70. Returperioden angir innen hvilket tidsrom som man kan forvente å oppleve den angitte (ekstrem)temperatur.



Figur 7.5 Ekstremfordeling av de lavest målte temperaturer hvert år på Eggum i perioden 1936-70. Returperioden angir innen hvilket tidsrom som man kan forvente å oppleve den angitte (ekstrem)temperatur.

viss tetthetssjiktning. Vi kan ikke utelukke at dette innfluerer på forholdene inne i Selfjorden i spesielle situasjoner. Eksempelvis ble det under befaringen nevnt at det kunne danne seg is i et område midt i Sundsstrømmen. Årsaken til dette kan være kaldt og ferskere vann med opprinnelse fra Solbjørnvatn. Dette er viktig å vurdere for lokaliteter nær Sundsstrømmen.

### 7.3 Framtidige temperaturforhold

Kvalitativt kan i første rekke følgende forhold endre temperaturen i Selfjorden pga det planlagte veganlegg:

- Økt oppholdstid i overflatelaget vil forsterke den registrerte lokale avkjøling av vannmassene idag. Dette vil trekke i retning av lavere overflatetemperaturer i Selfjorden i kalde perioder.
- En både relativ og total økning av vannutvekslingen mellom Selfjorden og Vestfjorden vil også trekke i retning av lavere intertemperaturer i Selfjorden.
- Ved at det tilføres mer blandingsenergi til Selfjorden vil tetthetssjiktningen reduseres. Dette kan øke overflatetemperaturen i Selfjorden. Dette kan imidlertid også virke i motsatt retning ved at varmetapet fra dypvannet til atmosfæren vil øke i avkjølingsperioder.

Som tidligere påpekt er det viktig å være klar over de begrensninger beregningsmodeller og datagrunnlag inneholder. Usikkerheten i strømhastighetene gjennom sundene innvirker på resultatene av beregningene av vannutskiftningen og vannets oppholdstid i Selfjorden. Vi har i det følgende beregnet mer eksakt vannets oppholdstid og videre forventede temperaturendringer. Disse beregningene må med bakgrunn i det forannevnte betraktes som beregningseksempler, og det skal nevnes at mer avanserte beregningsmodeller er tilgjengelig for å komme fram til sikrere konklusjoner.

### 7.3.1 Virkingen av økt oppholdstid

Tar vi utgangspunkt i den lokale nedkjølningen av vannmassene i Selfjorden i februar 1985 og de meteorologiske forholdene som bidro til denne nedkjølningen, har vi ut fra erfaringstall angitt det midlere netto varmetap til atmosfæren lik  $250 \text{ W/m}^2$  (lufttemperatur  $-4$  til  $-7^\circ\text{C}$  og vindhastighet 6 til 7 m/s) /8/.

Datagrunnlaget gir at den lokale avkjølningen i området er rundt  $3-4^\circ\text{C}$  (kaldeste perioder i 1984/85). I denne sammenheng anser vi den lokale nedkjøling i middel over en måned som riktigere å benytte enn korttidsverdier. For februar 1985 er denne lik ca  $3,25^\circ\text{C}$ . Dersom vi antar at vannmassene i de øverste 10 metrene i Selfjorden i denne situasjonen har en gradient lik  $0,5$  grader indikerer dette at oppholdstiden til overflatevannet idag i en slik situasjon er  $5,5-6$  døgn.

Dersom oppholdstiden er  $5,5$  døgn vil økningen i oppholdstid bli ca  $1,2$  døgn mellom dagens situasjon og alt.II, (jfr. kap 6.2). Vi får da en temperatursenkning pga økt oppholdstid på  $0,6^\circ\text{C}$  for alt.II og  $0,1^\circ\text{C}$  for alt.I.

### 7.3.2 Effekten av vann fra Vestfjorden

Beregningene i kap. 6.1 viste at vannutvekslingen gjennom Sundstrømmen idag utgjør 19% av den tidevannsdominerte vannutvekslingen i Selfjorden, mens den vil øke med 3-4% ved alt.I og med 27% for alt.II.

Økt vannutveksling med områdene mot Vestfjorden, som kan være ca  $1^\circ\text{C}$  kaldere enn områdene i nord, vil bidra til lavere temperaturer i Selfjorden. Denne effekten vil for Selfjorden som helhet neppe overskride  $0,1^\circ\text{C}$  ved realisering av alt.I. Imidlertid vil områder

nær Sundsstrømmen kunne påvirkes noe mere. Som nevnt foran bør en i samme forbindelse også være oppmerksom på at brakkvannet fra utløpet

fra Solbjørnvatnet kan bli noe mere merkbart. Med de forutsetninger vi her bygger på vil alt.I neppe føre til noen merkbar temperatur-  
endring i Selfjorden pga økt påvirkning av vann fra Vestfjorden.

### 7.3.3 Effekten av økt tilførsel av blandingsenergi

Beregningene i kap. 6.3 viser at tilførselen av blandingsenergi til Selfjorden øker for begge alternativene. Dette vil medføre at den vertikale temperaturgradienten blir svakere om vinteren. Ser vi på dataene som foreligger /5/ er denne målt til maksimalt  $0,5^{\circ}\text{C}$  (0-12 m dyp). En temperaturøkning pga økt blanding vil dermed være fra 0 til  $0,5^{\circ}\text{C}$ .

8. REFERANSER

- /1/ Selanger, K.A., : Vegforbindelse Ramberg - Fredvang.  
Sveggen, O. Splerende strømhastighetsberegninger samt  
vurdering av erosjonsfare. NHL-rapport  
2 81087. 3.aug. 1981
- /2/ Rognan, O. : Detaljplan Ramberg-Fredvang parsell Finnbyen-  
Fredvang. Nordland Vegkontor. Mars 1985
- /3/ Bjørdal, S., : Vegforbindelse Ramberg - Fredvang.  
Selanger, K.A. Strømforhold.  
Del 2: Beregninger og modellforsøk.  
VHL-rapport STF60 F80020. 8.jan. 1980.
- /4/ Berge, F.S., : Fjordforbedring. Tiltak for å bedre  
Thendrup, A., okygenforholdene i poller og terskel-  
Nilsen, G. fjorder. NHL-rapport STF60 A82077.  
Molvær, J. 10. aug. 1982.
- /5/ Falch, Eirik : Oppdrettslokaliteter i Flakstad kommune  
Ramberg 11. aug 1983.
- /6/ Midttun, L. : Observasjonsserier av overflate temperaturer  
og saltholdighet i Norske Kystfarvann  
1936-70. Fisken og Havet. Serie B 1975 nr.5.
- /7/ Thendrup, A. : Generell vurdering av årsakene til  
isdannelse i havner. NHL STF60 A85064  
26 feb. 1985.
- /8/ Berge, F.S., : Vurderinger angående råkdannelse i Rands-  
Thendrup, A., fjorden ved utslipp fra Dokka kraftverk.  
McClimans, T.A NHL STF60 F83060 . 15.juni 1983.

/9/ Berge, F.S., : Temperaturforhold langs kysten av Nord-  
Steen, J.E. Norge. NHL - rapport. STF60 A85049.  
28. mars 1985.