

Utlån

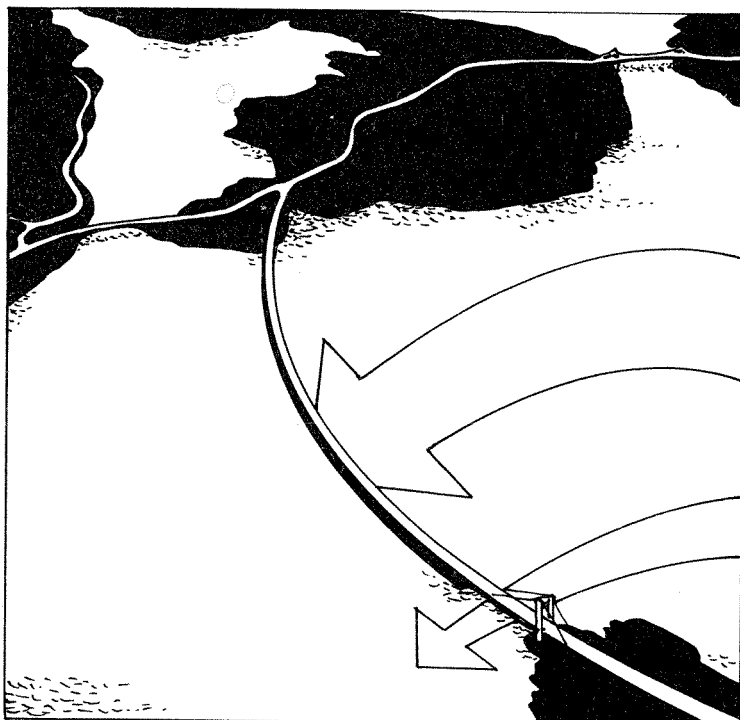
0 - 85220

NIVA'S
siste exemplar
UTLÅN

Flytebru over Salhusfjorden

Konsekvensanalyse vedrørende
miljøendringer og akvakultur.

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
NIVA - VESTLANDSAVDELINGEN
Breiviken 2
5035 BERGEN-SANDVIKEN TLF. (05) 25 97 00



Norsk institutt for vannforskning



NIVA

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor Postboks 333 0314 Oslo 3 Telefon (02)23 52 80
Sørlandsavdelingen Grooseveien 36 4890 Grimstad Telefon (041)43 033
Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (065)76 752
Vestlandsavdelingen Breiviken 2 5035 Bergen - Sandviken Telefon (05)25 53 20

Prosjektnr.: 85220
Undernummer:
Løpenummer: 1723
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Flytebro over Salhusfjorden. Konsekvensanalyse vedrørende miljøendringer og akvakultur.	Dato: 17. juni 1985
	Prosjektnummer:
Forfatter (e): Vilhelm Bjerknæs Lars A. Kirkerud Jan Magnusson	Faggruppe: FÖRURENSNING NEDBÖR
	Geografisk område: HORDALAND
	Antall sider (inkl. bilag): 68

Oppdragsgiver: Vegdirektoratet/Vegkontoret i Hordaland	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt: Økt tykkelse på brakkvannslaget som følge av flytebro vil redusere dypvannsfornyelsen i Bolstadfjorden, Dalevågen og Indre Mofjord med økt hyppighet og større mengder hydrogensulfid i dypvannet som konsekvens. Flytebroen antas å få liten effekt på den hygieniske vannkvaliteten og på oksygenforholdene i dypvannslaget i hovedfjordene. Det er 10 konsesjoner for matfiskoppdrett og 9 konsesjoner for settefiskoppdrett innenfor Salhus. Konsesjonsvolumet i sjø er på 57000 m³. Førstehåndsverdien av oppdrettsfisk vil ligge på omkr. 46 mill. kr i 1988. Nedbørs/mildværsperioder med flom i vassdragene om vinterengir hurtige fall i saltholdighet og temperatur i overflatelaget, og er et hovedproblem for lakseoppdrettet i området. Virkningen av slike episoder antas å bli forsterket som følge av flytebroen, med økt dødelighet på stor laks som konsekvens. For overvintring av presmolt i sjø vil forholdene trolig bli bedre. Økt islegging og drivis vil skape problemer for matfiskanleggene. Forholdene for dyrking av skjell er gode i de ytre deler av fjordområdet, men antas å bli dårligere som følge av broen.

4 emneord, norske:
1. Hordaland
2. Salhusbroen
3. Dypvannsfornyelse
4. Vannkvalitet
5. Fiskeoppdrett

4 emneord, engelske:
1. Hordaland
2. Salhus bridge
3. Deep water renewal
4. Waterquality
5. Fishfarming

Prosjektleder:

Vilhelm Bjerknæs

For administrasjonen:

Siri Øvestad

ISBN 82-577-0911-5

Oddvar Lindholm

Vestlandsavdelingen
Bergen.



NIVA

O - 85220

FLYTEBRO OVER SALHUSFJORDEN

**Konsekvensanalyse vedrørende
miljøendringer og akvakultur.**

Bergen 15. juni 1985.


Saksbehandler: Vilhelm Bjerknes

	SIDE
INNHOLD	
FORORD	8
1. SAMMENDRAG	9
1.1. Innledning	9
1.2. Effekter på terskelfjordene	9
1.3. Virkninger på fortynningsforhold og vannkvalitet	9
1.4. Akvakultur	10
2. INNLEDNING	12
3. MILJØENDRINGER	15
3.1. Effekter av flytebro på dypvannsfornyelsen i sidefjorder med grunn terskel.	15
3.1.1. Innledning	15
3.1.2. Om grunnlaget for å vurdere effektene på terskelfjordene	16
3.1.3. Dypvannsutskiftningen i Bolstadjorden	16
3.1.4. Dypvannsutskiftningen i Indre Mofjord og Dalevågen	20
3.1.5. Effekter av en dårligere dypvannsutskift- ning	22
3.1.6. Behov for undersøkelser	23
3.2. Endringer i fortynningsforholdene	24
3.3. Endringer i vannkvaliteten	24
3.3.1. Hygienisk vannkvalitet	24
3.3.2. Organisk stoff	27
3.3.3. Industriutslipp	29
4. FISKEOPPDRETT INNENFOR SALHUS	31
4.1. Rammer og utviklingsmuligheter	31
4.1.1. Matfisk	31
4.1.2. Settefiskproduksjon	38
4.1.3. Slakting og pakking av oppdrettsfisk	41
4.1.4. Fiskefôrproduksjon	42
4.2. Økonomi og sysselsetting	42
4.3. Oppsummering	43
4.4. Egnethetsvurderinger for matfiskoppdrett innen- for Salhus	44

	SIDE
4.4.1. Isforhold	44
4.4.2. Temperatur	45
4.4.3. Saltholdighet	45
4.4.4. Strømforhold og bunntopografi	46
4.4.5. Bølger, vind	46
4.4.6. Helsemessige forhold	46
4.4.7. Drift	47
4.4.8. Forurensning fra anleggene	48
4.4.9. Potensiale for videre utbygging av mat- fiskoppdrett i Osterfjorden/Sørfjorden	49
4.5. Episodeproblematikk	51
4.5.1 Dokumentasjon av to ferskvannsepisoder vinteren/våren 1983	53
4.5.2. Tiltak	58
4.6. Miljøendringer av betydning for fiskeoppdrett	59
4.6.1. Overflatelagets tykkelse, oppholdstid, saltholdighet og temperatur	59
4.6.2. Isforhold	62
4.6.3. Behov for undersøkelser	63
4.7. Vurdering av økonomiske konsekvenser for matfisk- oppdrett	64
4.8. Vurdering av en del andre marine arter i akvakultur	65
4.8.1. Blåskjell	65
4.8.2. Østers	66
4.8.3. Marine fiskeslag	66
5. LITTERATUR	67

FIGURER

	SIDE
Fig. 2.1. Flytebro over Salhusfjorden (Etter St.meld. nr. 75 - 1979-80)	13
Fig. 2.2. Oversikt over det berørte fjordområdet med den planlagte flytebrotraséen inntegnet	14
Fig. 3.1. Bolstadvfjorden	17
Fig. 3.2. Bolstadvfjordens topografi (Etter Strøm 1936)	17
Fig. 3.3. Saltholdighetsobservasjoner i Bolstadvfjorden 1932 (Strøm 1936) og 1971-1972 (Hamilton Taylor 1974)	18
Fig. 3.4. Oversiktskart med kommunale avløp angitt som personekvivalenter (p.e.). UR = Urenset, MR = mekanisk renset, DU = dyp- utslipp	25
Fig. 4.1. Lokalisering av matfiskanlegg i Osterfjorden og Sørfjorden (jfr. tab. 4.1.).	33
Fig. 4.2. H/bn.1. Trengereidfisk A/S ved Trengereid i Sørfjorden	34
Fig. 4.3. H/or.2. Utsnitt av anlegget til Endre Rundhovde ved Valestrandsfossen i Sørfjorden	34
Fig. 4.4. H/or.7 og H/or.8. Samdrift mellom Alf Lone og Ingard Lone ved Hosanger i Osterfjorden	35
Fig. 4.5. Jakta Fiskeoppdrett A/S ved Fotlandsvåg i Osterfjorden	35
Fig. 4.6. H/l.3. Fyllingsnes Fisk A/S ved Fyllingsnes i Lindås, Osterfjorden	36
Fig. 4.7. Produksjonsutvikling fra 1981-85 for laks og regnbueørret på landsbasis i % av produksjonen i 1984 sammenliknet med tilsvarende tall for utviklingen i Osterfjorden og Sørfjorden	36
Fig. 4.8. Produsert laks og regnbueørret i Osterfjorden og Sørfjorden i årene 1981-84 og prognoser for 1985-86. (Kilde: Norske Fiskeoppdretteres Salgslag)	37
Fig. 4.9. Fordeling av slaktefisk etter vektklasser for Hordaland sammenliknet med Osterøy 1984 (Kilde: Norske Fiskeoppdretteres Salgslag)	37

- Fig. 4.10. Slaktevekter av 11.600 stk. oppdrettslaks fra et matfiskanlegg i Osterfjorden utsatt som smolt i mai/juni 1983. ϕ Middelvekt for hver måned. 39
- Fig. 4.11. Lokalisering av settefiskanlegg i Osterfjorden (jfr. tab. 4.3.) 40
- Fig. 4.12. Egnete oppdrettslokaliteter i Osterøy kommune. 
● Eksisterende anlegg (Kilde: Osterøy kommune) 50
- Fig. 4.13. Pentadeverdier for normalavrenningen av ferskvann fra nedslagsfeltet til Osterfjorden og Sørfjorden 52
- Fig. 4.14. Variasjoner i lufttemperatur, nedbør og vannføring for perioden januar - mars 1983. Variasjoner i saltholdighet og sjøtemperatur ved Jakta Fiskeoppdrett A/S i samme periode 54
- Fig. 4.15. Vektfordeling av død laks ved Jakta Fiskeoppdrett A/S i januar 1983. O^+ : laks som er første vinter i sjø. 1^+ : laks som er annen vinter i sjø 55
- Fig. 4.16. Brakkvannslagets saltholdighet med og uten bro for en blandingsvind $W = 5$ m/s (etter Gjerp m.fl. 1982). 60
- Fig. 4.17. Brakkvannslagets tykkelse innenfor Salhus med og uten bro for en blandingsvind $W = 5$ m/s (etter Gjerp m.fl. 1982) 61

TABELLER.

	SIDE
Tab. 3.1. Beregnete ferskvanns-, brakkvanns- og sjøvannstransporter inn til Bolstadfjorden vinterstid over en tidevannsperiode (vannføring $40 \text{ m}^3/\text{s}$).	19
Tab. 3.2. Noen topografiske data fra Bolstadfjorden, Dalevågen og Indre Mofjord, samt midlere ferskvannstilførsel vinterstid.	20
Tab. 3.3. Tilførsler via kommunalt kloakkvann.	24
Tab. 3.4. Eksterne tilførsler av organisk stoff fra de viktigste kilder.	27
Tab. 3.5. Oksygenforholdene (mg/l) i Sørfjorden ved Garnes - Arna (1982 - 1983).	28
Tab. 3.6. De største industriutslipp, tonn/år.	29
Tab. 4.1. Matfiskkonsesjoner innenfor Salhusbroen. Oppdrettsvolum før og etter tillatelse til utvidelse gitt av Fiskeridirektoratet 1983-84. Potensielt oppdrettsvolum etter maksimumsgrensene i henh. til forskrifter av 30. september 1983. Produksjonsprognoser bygd på mengde utsatt fisk 1985, samt en produksjonskapasitet på $20 \text{ kg}/\text{m}^3$ og en gjennomsnittspris til oppdretter på kr. 40,- pr. kg.	32
Tab. 4.2. Konsesjonsvolum og produksjon 1984 for hele Hordaland sammenliknet med Osterfjorden og Sørfjorden.	38
Tab. 4.3. Settefiskkonsesjoner i kommunene rundt Osterfjorden og Sørfjorden med prognoser for avkastning i 1988, basert på kr. 15,- til oppdretter for sjøferdig settefisk.	41
Tab. 4.4. Omsetning, investering, kapitalbehov og sysselsettingseffekt for fiskeoppdrett og fiskeoppdretts-relaterte næringer i Osterfjorden og Sørfjorden. Investeringer og driftskapitalbehov bygger på normtall (Akvakultur i Norge, 1985). Sysselsettingstallene bygger på opplysninger fra de næringsdrivende.	43
Tab. 4.5. Fordeling av middeltilsiget (Etter Gjerp m.fl. 1982).	51
Tab. 4.6. Temperatur- og nedbørverdier ved Hellisøy fyr for perioden januar - mars 1983.	53

	SIDE
Tab. 4.7. Vannanalyser fra Lonevåg i samband med fiskedød i mars -83 (Ingard Lone pers.medd.).	56
Tab. 4.8. Produksjonstap og tapsverdi ut fra en kg pris på slaktefisk på kr. 40,-, slaktevekt 4 kg, utsetting av 300.000 settefisk pr. år og tap av henholdsvis 5, 10 og 20% pr. år av hver årsklasse av laks.	64
Tab. 4.9. Temperatur og saltholdighet på ulike dyp ved utsetting og opptak av blåskjellsamlere på 3 lokaliteter innenfor Salhus i 1982 (Etter Aase og Bjerknes 1984).	66

FORORD.

Denne vurdering av de miljømessige konsekvenser og virkningene på fiskeoppdrett i fjordområdene innenfor Salhus av en flytebro over Salhusfjorden er utført på oppdrag fra Vegdirektoratet (Brev av 19. februar 1985). Vurderingen av de miljømessige konsekvensene bygger på undersøkelser og modellberegninger utført ved Norges hydrodynamiske laboratorier (Gjerp m.fl. 1982), biologiske undersøkelser utført av Ervik m.fl. (1982) og vurderinger av marinøkologiske konsekvenser utført av NIVA (Kirkerud 1983), og på opplysninger fra Fylkesmannen i Hordaland. Vurderingene av de miljømessige konsekvensene for fiskeoppdrett bygger delvis på prøvetaking og registreringer utført av fiskeoppdretterne i området, opplysninger fra Norske Fiskeoppdretteres Salgslag, Distriktsveterinæren i Bergen, Fiskerisjefen i Hordaland og andre kilder. De hydrografiske endringer i terskefjordene er behandlet av Jan Magnusson. Vurderinger vedr. vannkvalitet/resipientkapasitet er utført av Lars Kirkerud, mens utredning og vurdering av fiskeoppdrett/akvakultur er utført av Vilhelm Bjerknes som også har stått som koordinator for utredningsarbeidet.

Vi vil spesielt takke matfiskeoppdretterne i Sørfjorden og Osterfjorden som har stilt verdifullt materiale til disposisjon for utredningsarbeidet.

1. SAMMENDRAG.

1.1. Innledning.

Utredningen er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) etter oppdrag fra Vegdirektoratet/Vegkontoret i Hordaland.

Rapporten omhandler vannutskiftningsforhold i terskelfjordene Indre Mofjord, Bolstadfjorden og Dalevågen, vannkvalitet og forurensningsspørsmål i fjordene omkring Osterøy, og akvakultur i Osterfjorden og Sørfjorden før og etter bygging av flytebro over Salhusfjorden. Det er lagt spesiell vekt på å beskrive omfang og potensiale for oppdrett av laks og ørret i Osterfjorden og Sørfjorden.

1.2. Effekter på terskelfjordene.

- Som følge av økt tykkelse på brakkvannslaget vil dypvannsfornyelsen i Bolstadfjorden, Dalevågen og Indre Mofjord bli dårligere. De største utslagene vil en sannsynligvis få for Bolstadfjorden og Dalevågen.
- Effekten av dårligere dypvannsfornyelse vil representere en forverring av de allerede dårlige oksygenforholdene i fjordenes dypvann, med hyppigere og større mengder av hydrogensulfid. Dette vil i sin tur ha klare negative effekter på fjordenes dyreliv i dypvannet.

1.3. Virkninger på fortynningsforhold og vannkvalitet.

- Fortynning av avløpsvann lokalt vil øke som følge av en flytebro. Denne effekten antas å bli opphevet av at avløpsvannet vil fortynnes i et dypere skikt, slik at utdøingen av bakterier blir mindre. Flytebroen antas derfor å få liten effekt på den hygieniske vannkvaliteten.
- Redusert marin planteproduksjon som følge av flytebroen vil bidra til redusert belastning av dypvannslaget. Samtidig vil økt sedimentasjon fra brakkvannslaget virke i motsatt retning. Alt i alt er det derfor lite sannsynlig at oksygenforholdene vil bli påvirket i vesentlig grad.

- Bortsett fra Dale fabrikk, som i dag står for det største enkeltutslipp av organisk industriavfall, vil en evt. flytebro over Salhusfjorden neppe forverre resipientforholdene for de industrielle utslipp i fjordområdet. Når Dale farvann etter planen flytter utslippet fra Dalevågen til Stanghelle, vil resipientforholdene i Dalevågen bli vesentlig forbedret i forhold til dagens situasjon.

1.4. Akvakultur.

- Akvakulturnæringen innenfor Salhus er i dag i det alt vesentlige knyttet til oppdrett av laks og regnbueørret. Næringen er i dag i ekspansjon. Det er i alt 10 matfiskkonsesjoner i området. Konsesjonsvolumet i sjø er 57.000 m³, med en beregnet avkastning i 1988 på 1.140 tonn oppdrettsfisk til en førstehåndsverdi på 45.6 mill. kr. Videre finnes der 9 settefiskkonsesjoner for produksjon av tilsammen ca. 2 mill. settefisk, til en førstehåndsverdi på 29.5 mill. kr i 1988. Fiskefôrproduksjonen ved Vaksdal Mølle antas å ligge på 15. - 20.000 tonn til en verdi av omkr. 100 mill. kr innen 1990. Potensialet for virksomhet innen slakting og pakking av oppdrettsfisk vil i 1988 være en omsetningsverdi på omkr. 3 mill. kr. Sysselsettingen innen fiskeoppdrett og tilknyttete næringer antas å ligge omkr. 100 årsverk i 1988.
- Massiv fiskedød i matfiskanleggene kan tilbakeføres mildværs/nedbørsperioder i vintermånedene og har trolig sammenheng med fall i saltholdighet/temperatur i overflatelaget og osmoreguleringsproblemer hos laks. Regnbueørret og presmolt av laks klarer disse episodene bra. Vår- og høstflom ser ikke ut til å ha letale effekter på laks.
- Overvintring av presmolt i sjøen går bra på lokaliteter der saltholdigheten i overflatelaget ikke overstiger 20 ‰ over lengre perioder om vinteren.
- Bortsett fra de nevnte ferskvannsepisodene kan forholdene for fiskeoppdrett innenfor Salhus karakteriseres som gode ut fra oppnådde driftsresultater. Frekvensene av sykdomsutbrudd og parasittinfeksjon er uvanlig lave. Dødelighet av disse årsakene har vært lav i Osterfjorden og Sørfjorden sammenliknet med fiskeoppdrett i andre områder.

- Bygging av flytebro vil virke ugunstig med hensyn til økt islegging og økt havaririsiko p.g.a. drivis, særlig for de innerste anleggene i Sørfjorden. Forlenget oppholdstid, økt tykkelse, lavere saltholdighet og vintertemperaturer i brakkvannslaget vil trolig forsterke virkningene av ferskvannsepisoder om vinteren, og øke risikoen for dødelighet på stor laks, mens risikoen med overvintring av presmolt i sjøen trolig vil avta av de samme årsaker.
- Forholdene for dyrking av blåskjell kan betegnes som gode for de ytre deler av fjordområdet. Virkningen av flytebro vil være av negativ karakter. Fjordområdet er lite egnet for østersproduksjon p.g.a. lav og variabel saltholdighet. Marine fiskeslag vil trolig få tilsvarende problemer i intensivt mæroppdrett som det en i dag kan observere for laks. Fjordområdet er trolig velegnet for kulturbetinget fiske av marin bunnfisk (torsk, kveite). Flytebroen vil neppe endre vesentlig på dette.

2. INNLEDNING.

Stortingsmelding nr. 75 (1979-80) behandler de trafikkmessige og kostnadsmessige sider ved flytebroprosjektet og gir en beskrivelse av den planlagte broen (fig. 2.1). Uttalelser om mulige miljømessige konsekvenser er tidligere gitt av Vestlandske Naturvernforening, fiskeoppdretternes organisasjoner, Fiskerisjefen i Hordaland m.fl., og - etter oppdrag - av Norges Hydrodynamiske laboratorier, Havforskningsinstituttet og NIVA.

I brev fra Samferdselsdepartementet til Miljøverndepartementet av 13. februar 1985 er det slått fast at flytebroprosjektet skal behandles som konsesjonssak etter forurensningsloven. Som en del av grunnlaget for konsesjonsbehandlingen har SFT bedt Vegdirektoratet om nærmere utredninger innen følgende saksområder:

- Fiskeoppdrett/akvakultur
- Vannkvalitet/vannutskifting
- Isforhold
- Laksefiske/laksevandring
- Rekreasjon/friluftsliv

Denne rapporten går nærmere inn på de to førstnevnte emner, mens de resterende dekkes av henholdsvis Norges Hydrodynamiske laboratorier, Fylkesmannen i Hordaland og Asplan.

Opgaven med å samordne rapporteringen fra ovennevnte utredningsarbeid har vært overlatt til NIVA, Vestlandsavdelingen (unntatt NHL's rapport om isforholdene).

Området som berøres er stort (ca. 165 km² fjordoverflate og ca. 400 km strandlinje). De marinøkologiske effekter bør derfor tillegges stor vekt.

Matfiskeoppdrettet i sjøen produserte i 1984 slaktefisk til en førstehandsverdi på 22.5 mill. kr, et tall som forventes å øke til ca. 46 mill. kr i 1988. Ut fra den store økonomiske og sysselsettingsmessige verdi denne næringen har fått i området, bør det legges stor vekt på den videre dokumentasjon av de effekter flytebroen kan få på miljøet i oppdrettsanleggene.

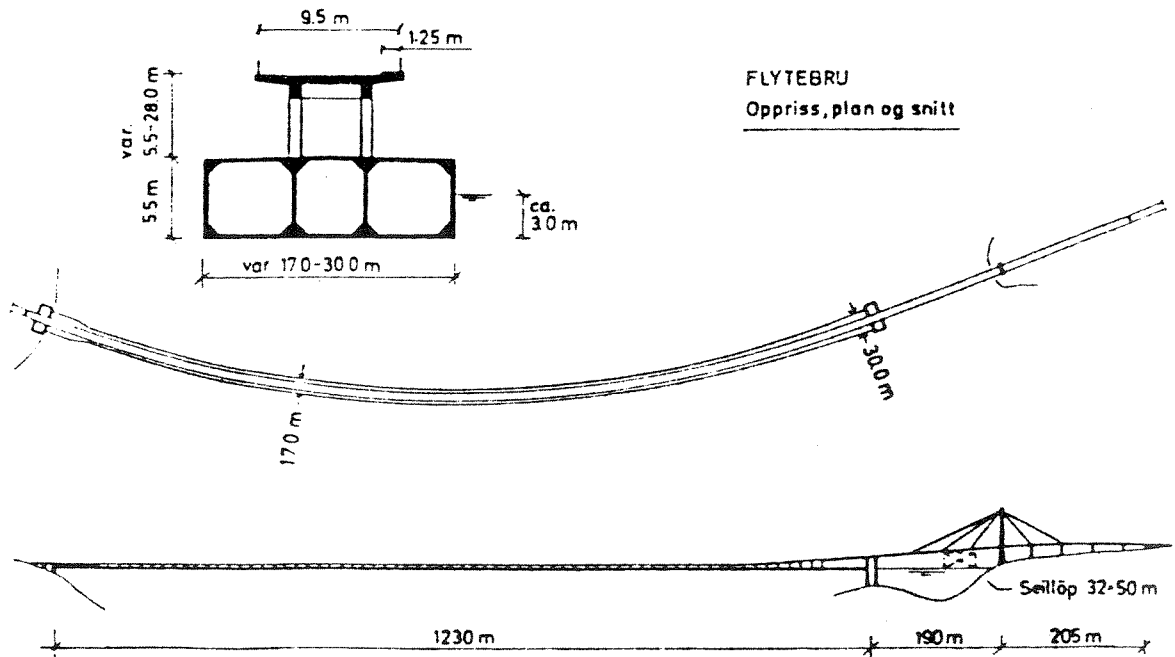
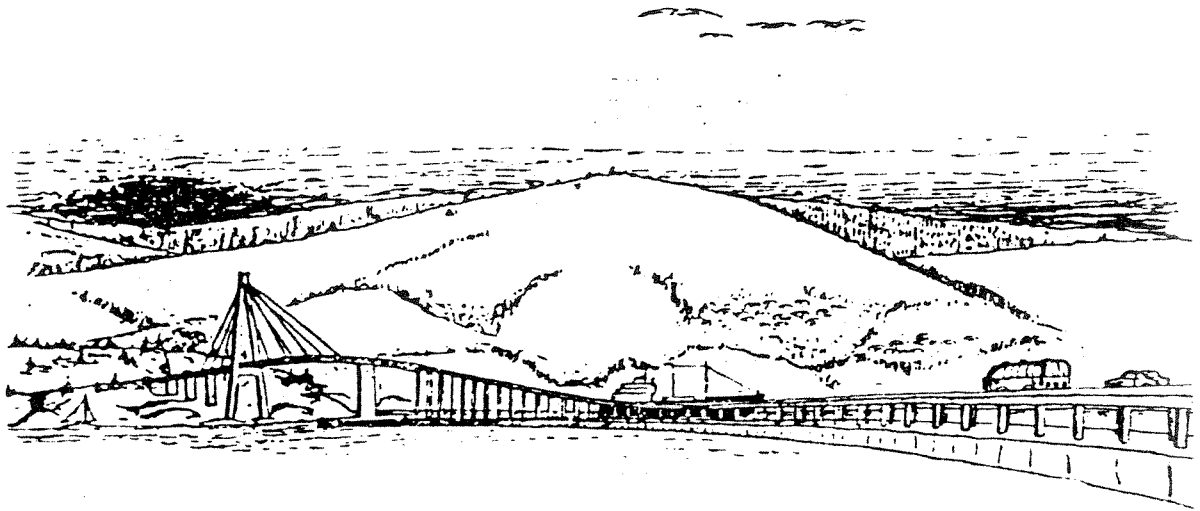


Fig. 2.1. Flytebro over Salhusfjorden.
(Etter St.meld. nr. 75 - 1979-80).

De marinfysiske forhold i de innenforliggende fjordområder (fig. 2.2) har vært overvåket over en lengre periode og effektene av en flytebro på de hydrofysiske forhold er utredet av Gjerp og medarbeidere (1982) ved Norges hydrodynamiske laboratorier.

De biologiske forhold i de innenforliggende fjordområder er undersøkt av Ervik og medarbeidere (1982) som også har tatt for seg enkelte resultater fra tidligere undersøkelser. Effekter av den planlagte flytebroen på de biologiske forhold er behandlet av Kirkerud (1983). Utskiftingsforholdene i Bolstadfjorden har tidligere vært behandlet i annen sammenheng av Magnusson (1980).

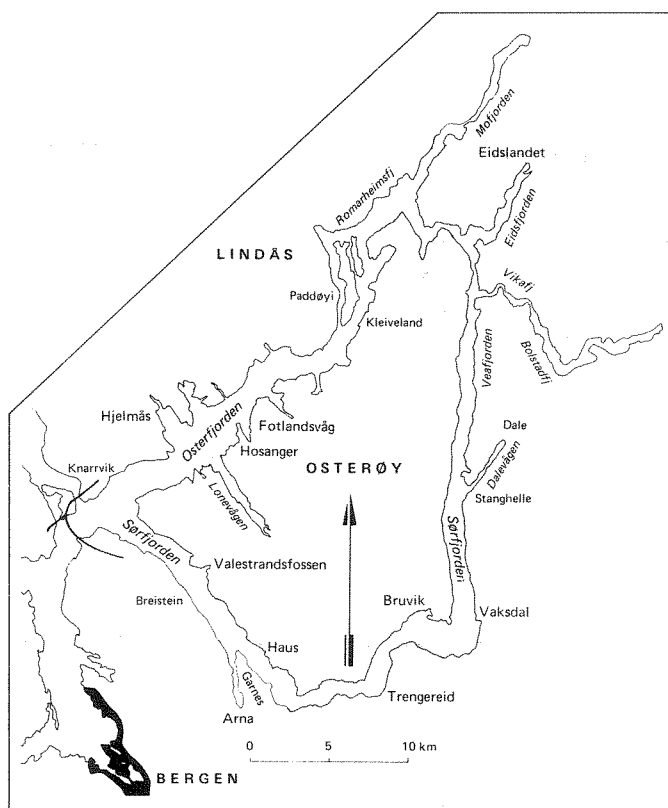


Fig. 2.2. Oversikt over det berørte fjordområdet med den planlagte flytebrotraséen inntegnet

3. MILJØENDRINGER.

3.1. Effekten av flytebro på dypvannsfornyelser i sidefjorder med grunn terskel.

3.1.1. Innledning.

Norges Hydrodynamiske Laboratorier (NHL) har vurdert effekten av en flytebro ved Salhus på de marinefysiske forhold i fjordene innenfor broa (Gjerp m.fl. 1982). Rapporten konkluderer med at brakkvannslagets tykkelse sannsynligvis vil øke til det dobbelte for de fleste vannføringer og de mest vanlige vindene. Ved små ferskvannstilrenninger og noe høyere vindhastigheter enn normalt vil endringene bli forholdsvis minimale. Økningen blir sannsynligvis noe mindre innover i fjordsystemet. Saltholdigheten i brakkvannslaget vil også bli mest redusert i ytre del av fjordområdet. Gjerp m.fl. (1982) påpeker videre at for sidefjorder med grunne terskler, vil antall terskeloverskyllinger kunne bli redusert og effektiviteten av disse bli mindre. Imidlertid blir trolig ikke effektene så store som økningen i brakkvannslagets tykkelse gir inntrykk av.

De fjorder som er spesielt følsomme for denne effekten er Indre Mofjord (terskeldyp 3.5 m), Bolstadfjorden (terskeldyp 1.5 m) og Dalevågen (terskeldyp 2 m).

En reduksjon av terskeloverskyllingene vil ha størst betydning for fjordenes dypvannsfornyelse og derved forholdene under sprangsjiktet. En regelmessig fornyelse av dypvannet med oksygenrikt vann er nødvendig for at oppholdstiden på dypvannet i forhold til den organiske belastningen ikke skal bli så lang at oksygenforholdene forverres alvorlig.

Indre Mofjord, Bolstadfjorden og Dalevågen har alle periodevis oksygensvikt i dypvannet, iblant med utvikling av hydrogensulfid. En reduksjon i dypvannsfornyelsen vil her få direkte negative effekter på fjordenes dyreliv. Økte forekomster av hydrogensulfidholdig vann vil minke livsrommet for fisk og bunndyr, da hydrogensulfid er en dødelig gift for de fleste marine arter. Således er de tre terskelfjordene i utgangspunktet meget følsomme for en redusert dypvannsutskiftning.

3.1.2. Om grunnlaget for å vurdere effektene på terskelfjordene.

Grunnlaget for å vurdere eventuelle effekter er gitt av Gjerp m.fl. (1982). Videre foreligger observasjoner fra sidefjordene som er presentert av Ervik m.fl. (1982) og Magnusson (1980). Lignende forhold er vurdert av Bjerknes og Waatevik (1984) for Østerbøvatnet i Sognefjorden. Det er meget få observasjoner av saltholdighet og oksygen fra Mofjorden og Bolstadfjorden, og observasjoner mangler helt i Dalevågen.

Konklusjonene fra Gjerp m.fl. (1982) er utgangspunktet for denne vurdering. Disse konklusjonene, som ikke er helt entydige, er basert på to modeller som ifølge Gjerp m.fl. gir en noe større effekt på brakkvannslagets tykkelse enn det som synes å være realistisk. Det er heller ikke mulig å avgjøre kvantitativt den avtakende effekten av Salhusbroen på brakkvannslagets tykkelse med økende avstand fra selve broen. I den følgende vurdering vil vi bruke de verst mulige forhold sett ut fra mulige negative effekter. Manglende data fra fjordene medfører også at vurderingen må bygge på teoretiske betraktninger med utgangspunkt i beregninger på den fjord som det foreligger best datagrunnlag fra, nemlig Bolstadfjorden.

3.1.3. Dypvannsutskiftningen i Bolstadfjorden.

Bolstadfjorden er en ekstrem terskelfjord med to lange (1.7 og 1 km) og grunne (3 og 1.5 m) terskler og med liten bredde (60 - 160 m og 50 - 100 m), fig. 3.1 og 3.2. Største dyp er ca. 140 m. Ferskvannet (Vosso) faller ut innerst i fjorden og initialblandingen er således stor. Ferskvannstilførselens størrelse og den grunne og trange terskelen blokkerer fjorden for innstrømming av sjøvann i store deler av året. Dypvannsutskiftninger skjer vinterstid. Temperaturen i dypvannet varierer mellom 3.5 - 6°C og saltholdigheten ligger omkring 21 ‰ (fig. 3.3). Både temperatur og saltholdighetsdata (Gjerp m.fl. 1982) indikerer at det er vann fra 0 - 5 m dyp utenfor fjorden som kan danne dypvann inne i fjorden etter en blanding av overflatevann fra Bolstadfjorden i terskelområdet.

Dypvannet fornyes delvis hvert år, men trolig sjelden helt fullstendig. Vossevassdraget er regulert og derved er ferskvannstilførselen vinterstid ikke uvesentlig. Magnusson (1980) beregnet den ferskvannsmengde som skal til for å blokkere for sjøvann etter et estuarint Froudetall (Stigebrand 1975). For Froudetall større enn 1 vil fjorden være blokkert. Froudetallet er definert som:

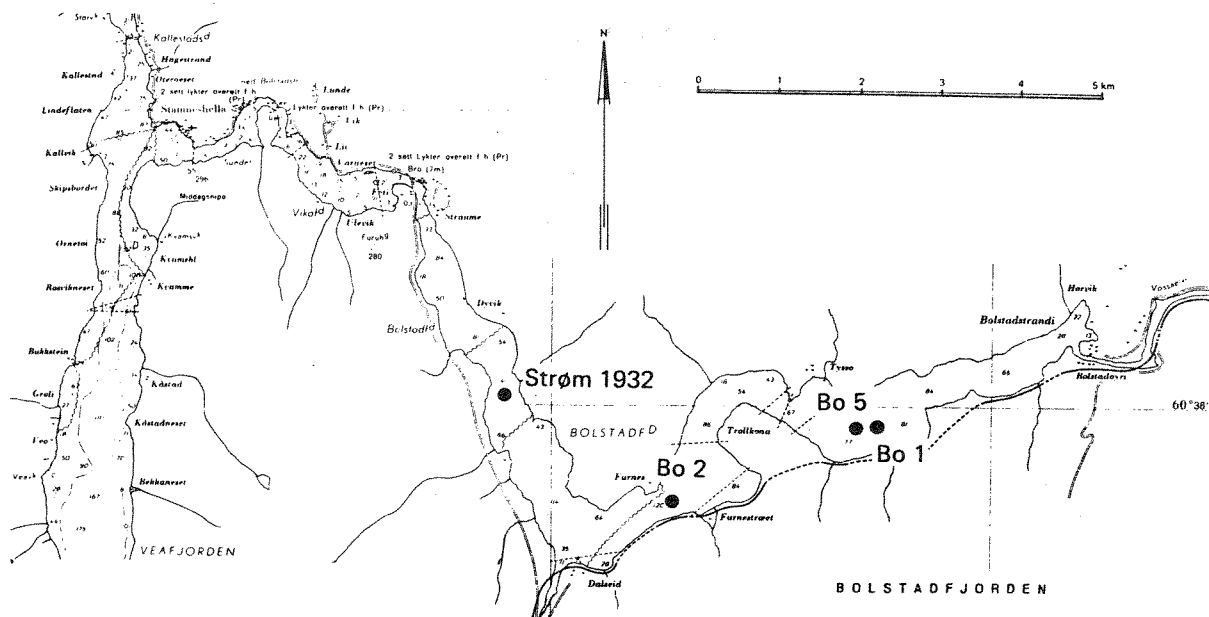


Fig. 3.1. Bolstadfjorden

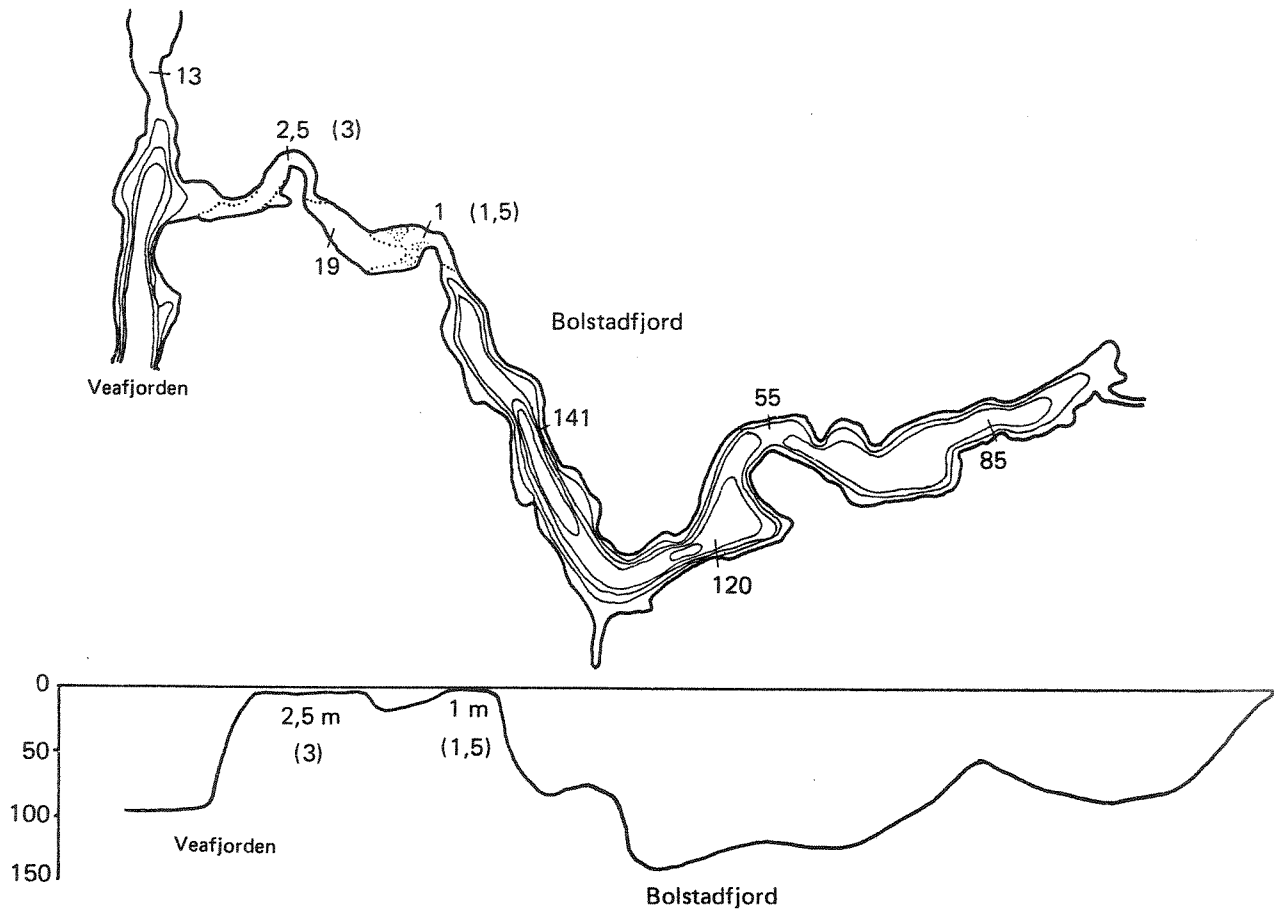


Fig. 3.2. Bolstadfjordens topografi (Etter Strøm 1936)

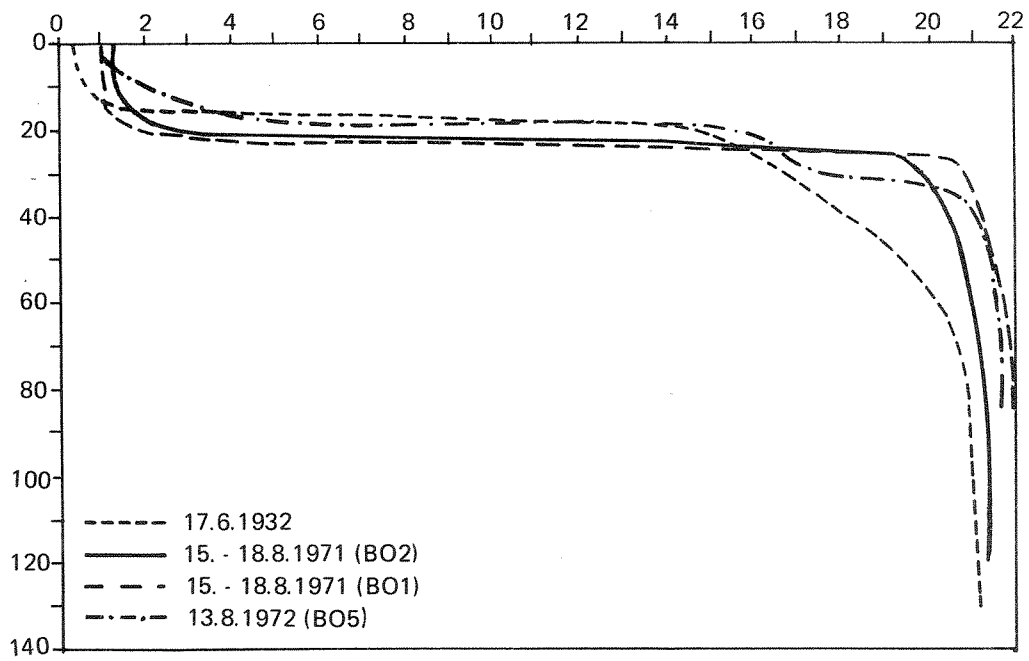


Fig. 3.3. Saltholdighetsobservasjoner i Bolstadfjorden 1932 (Strøm 1936) og 1971-1972 (Hamilton Taylor 1974)

$$Fe^2 = \frac{Q^2}{g\beta SH^3 I^2}$$

hvor Q = ferskvannstilførselen

β = 0.0008

g = gravitasjonen

H = terskeldyp

I = fjordens bredde ved terskelen

S = salholdighet i dypvannet

For saltholdigheter på 21 ‰ blir fjorden blokkert ved en ferskvannstilførsel på 40 m³/s og for saltholdigheter på 30 ‰ blir Q = 45 m³/s. Med en midlere ferskvannstilførsel på 40 m³/s blir fjorden nesten jevnlig blokkert.

Imidlertid vil også tidevannsstrømmen ha betydning for dypvannsutskiftningen. Inngående tidevann kan stue opp brakkvannet for deretter å transportere inn brakkvann fra terskelområdet, og deretter sjøvann med tilstrekkelig egenvekt til å danne nytt dypvann. Tab. 3.1 viser et grovt budsjett for de forskjellige transporter inn i Bolstadfjorden vinterstid.

Tab. 3.1. Beregnet ferskvanns-, brakkvanns- og sjøvannstransporter inn til Bolstadfjorden vinterstid over en tidevannsperiode (vannføring 40 m³/s).

Vannføring	Transport x 10 ⁶ m ³				
	Ferskv. (F)	Brakkv. (B)	F+B	Tot.innstr. (T)	Sjøvannsstr. (T-(F+B))
40m ³ /s	0,86	2,60	3,46	4,30	0,83

Beregningene bygger dels på at tidevannet dempes i fjorden som følge av terskeltopografien, dels at brakkvannet i terskelområdet (Vikafjorden) først må transporteres inn i Bolstadfjorden før tyngre sjøvann kan delta i transporten. Etter disse beregninger vil det ta ca. 140 døgn å fornye alt dypvann under 20 m dyp i fjorden. Gjerp m.fl. (1982) sannsynliggjør en fordobling av brakkvannslaget tykkelse i Veafjorden. I våre beregninger i tab. 3.1. har vi forutsatt at vannvolumet i 0 - 2 m i Vikafjorden deltar i den inngående tidevannstransporten. En økning av brakkvannslaget vil derfor også øke brakkvannstransporten inn i fjorden på bekostning av sjøvannstransporten og derved redusere dypvannsfornyelsen.

Gjerp m.fl. (1982) mener at effekten av flytebroen på brakkvannslaget tykkelse vil avta med økende avstand fra broen. Ved Bolstadfjorden gir modellberegningene en 20% økning av brakkvannslaget men med omtrent uforandret saltholdighet. Imidlertid er betingelsene for en dypvannsutskiftning i Bolstadfjorden lite gunstige i dag og en 30% økning av brakkvannstranporten inn i fjorden på stigende tidevann vil helt kunne stoppe opp en dypvannsfornyelse. Det er derfor sannsynlig at Bolstadfjorden risikerer å få dårligere betingelser for dypvannsfornyelse med negative følger for oksygenforholdene i dypvannet. Imidlertid er transiente forhold spesielt i vindfeltet av stor betydning for dypvannsutskiftningen og disse forhold er ikke reproduerbare i NHL's modeller. Konklusjonen må allikevel bli at flytebroen ved Salhus sannsynligvis vil ha en negativ effekt på Bolstadfjordens dypvannsfornyelse.

3.1.4. Dypvannsutskiftningen i Indre Mofjord og Dalevågen.

Det foreligger få hydrografiske observasjoner fra Indre Mofjord og Dalevågen. De to fjordene blir derfor vurdert ved å sammenligne dem med Bolstadfjorden. Tab. 3.2. viser en del topografiske data fra de tre fjordene. De har omtrent samme terskeldyp og bredde ved terskelen, men Indre Mofjord har en kortere terskellengde. Mofjorden har som Bolstadfjorden et stort dypbasseng, mens Dalevågen er en liten og grunn fjord.

Tab. 3.2. Noen topografiske data fra Bolstadfjorden, Dalevågen og Indre Mofjord, samt midlere ferskvannstilførsel vinterstid.

	Terskel- dyp (m)	Terskel områdets lengde (km)	Bredde ved terskel (m)	Fjordens overflate- areal $\times 10^6 \text{ m}^2$	Fjordens største dyp m	Ferskvanns- tilførsel vinterstid m^3/s
Bolstadfjorden	1,5	2,7	50	7,11	140	40
Dalevågen	2,0	2,5	45	0,9	22	25
Indre Mofjord	3,5	0,6	50	3,9	210	15

Fra Indre Mofjord foreligger to hydrografiske observasjoner den 14.1.82 og den 4.5.82 (Ervik m.fl. 1982). I januar var saltholdigheten omtrent 2^o/oo i overflatelaget og ca. 32^o/oo i dypvannet. I mai var overflatesaltholdigheten 5^o/oo. Oksygenkonsentrasjonen var lav fra ca. 50 m dyp (mindre enn 2 ml/l) og nær 0 (0.25 - 0.17 ml/l) fra 100 - 200 m dyp. Det foreligger

ingen observasjoner som viser brakkvannslaget tykkelse i fjorden. Oksygenobservasjonene viser at forholdene er kritiske i hele fjordens dypvann. Tidligere har det blitt registrert hydrogensulfid (H_2S) i fjorden under 60 m dyp (Nordgaard 1906 og Gaarder 1916). Ved dette tidspunkt var terskeldypet 2 m. Terskelen ble senere fordypet til dagens 3.5 m (Ervik m.fl. 1982).

De lave oksygenkonsentrasjonene i dypvannet som er registrert viser at fjorden har en utilstrekkelig dypvannsfornyelse i forhold til den organiske belastningen. De lave oksygenkonsentrasjonene begrenser livsrommet for marint liv. Ervik m.fl. (1982) konstaterer også at bunnfauna mangler i Mofjord som følge av hydrogensulfidholdige sedimenter eller vannmasser. De fant heller ikke dypvannsarter av zooplankton i Mofjorden. Således er livsgrunnlaget for fisk i fjorden dårlig fra ca. 50 m dyp, og helt borte for bunnfisk. Fjorden er i dag meget ømfintlig for en minking av dypvannsfornyelsen. Muligheter foreligger for at hele dypvannet fra ca. 50 m dyp og til bunn kan bli hydrogensulfidholdig og derved vil denne vannmasse bli fri for liv.

Fra Dalevågen foreligger det ikke hydrografiske observasjoner. Fjorden er grunn - ca. 20 m dyp - og i forhold til de andre fjordene har den lite volum.

Ut fra terskeltopografien i Indre Mofjord og Dalevågen har vi beregnet den ferskvannstilførsel som vil blokkere innstrømming av sjøvann til fjordene analogt med det som er gjort for Bolstadfjorden. Følgende data er brukt:

Indre Mofjord	Dalevågen
$S = 32 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$	$S = 20 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$
$H = 3.5 \text{ m}$	$H = 2 \text{ m}$
$l = 50 \text{ m}$	$l = 45 \text{ m}$

der H er terskeldypet og l terskelens bredde. Saltholdigheten (S) i Dalevågens dypvann er skjønnsmessig anslått. Ferskvannsblokkering får vi i Dalevågen ved ca. $18 \text{ m}^3/\text{s}$ og i Indre Mofjord ved ca. $160 \text{ m}^3/\text{s}$. Vintervannføringen i Daleelven innerst i Dalevågen varierer omkring $25 \text{ m}^3/\text{s}$ (Krog, NVE, pers. medd.). I likhet med Bolstadfjorden er Dalevågen blokkert fra sjøvann størsteparten av året. Dypvanns-

utskiftningene blir således avhengige av tidevannstransporten. Tidevannsforskjellen i Dalevågen antar vi er den samme som for Bolstadfjorden (0.6 m), dvs. noe dempet i forhold til tidevannsforskjellen i Bergen (0.9 m). Vannmengde transportert med inngående tidevann beregnes ved å multiplisere tidevannsforskjellen (0.6 m) med overflatearealet innenfor terskelen (900.000 m^2) dvs. ca. 540.000 m^3 vann. Med en ferskvannstilførsel på $25 \text{ m}^3/\text{s}$ er ferskvannstilrenningen under stigende tidevann av samme størrelsesorden og størstedelen av vannflatens stigning blir en effekt av oppstuet ferskvann. Dypvannsutskiftninger blir derved avhengig av gunstige vindforhold eller endringer i saltholdighet utenfor fjordmunningen. Imidlertid er dypvannsvolumet (2 m til bunn) i Dalevågen ca. 5000.000 m^3 . Det skal derfor ikke så lang tid ved gunstige forhold for å få fornyet alt dypvann i denne fjorden sammenlignet med Mofjord og Bolstadfjorden. En effektiv sjøvanns-transport vil fornye dypvannet i Dalevågen i løpet av 5 døgn.

For Dalevågen skulle en generell økning av brakkvannslaget gi lavere frekvens av gunstige perioder for dypvannsutskiftningen. Det er sannsynlig at fjorden også i dag har så dårlig dypvannsfornyelse at oksygenforholdene i dypvannet er dårlige.

For Mofjorden er ferskvannstilrenningen så lav i forhold til terskelområdets transportkapasitet at fjorden ikke blir blokkert for sjøvann vinterstid. Det vil ta ca. 60 døgn å fornye dypvannet ved inngående tidevann under ellers gunstige forhold.

Sammenligning av tiden for dypvannsfornyelse mellom Mofjorden og Bolstadfjorden tyder på at ferskvannstransporten i Bolstadfjorden kan gi en fullstendig dypvannsfornyelse i løpet av ca. 140 døgn mot ca. 60 døgn i Indre Mofjord. Sammenligningen viser at Bolstadfjorden er mer følsom for en forandring av de hydrografiske forhold utenfor terskelen enn Mofjorden.

Dalevågens mindre volum og dermed lavere teoretiske utskiftningstid veiet mot ferskvannsblokkeringen i terskelområdet tyder på at en økning av brakkvannslaget vil få en negativ effekt. Grunnlaget for denne bedømmelsen (observasjoner) er imidlertid for dårlige til å gi en mer eksakt vurdering.

3.1.5. Effekter av en dårligere dypvannsutskiftning.

Oksygenkonsentrasjonen er lav i dypvannet i Mofjorden og Bolstadfjorden.

I deler av fjordsystemene er det registrert hydrogensulfid (H_2S). En redusert dypvannsfornyelse vil gi en økt utberedelse av hydrogensulfid og områder med lavt oksygeninnhold. Oksygenkonsentrasjoner under 1 ml/l kan gi negative effekter. Livsrommet for zooplankton, fisk og bunndyr vil bli redusert. Hydrogensulfidholdig dypvann vil kunne løftes opp på høyere nivåer når tyngre havvann trenger inn over tersklene. Hvis ikke fortyningen er så god at hydrogensulfiden forsvinner kan fisk bli drept på dyp der det normalt ikke finnes hydrogensulfidholdig vann. Slike episoder er registrert i et basseng i Indre Oslofjord hvor hydrogensulfidholdig vann på 20 m dyp ble løftet til overflaten under en dypvannsutskiftning og alt dyreliv i en bukt ble drept (Kirkerud og Magnusson 1976).

Det er i dette tilfelle ikke mulig å vurdere flytebroens effekt på omfang og hyppighet av slike hendelser. Imidlertid er det sannsynlig at økt brakkvannslagstykkelse vil gi dårligere dypvannsutskiftning i Bolstadfjorden og Dalevågen samt Mofjorden. Dermed vil risikoen for slike hendelser øke.

3.1.6. Behov for undersøkelser.

De tre fjordene er dårlig undersøkte. Observasjoner av sjiktning, strøm og vannstand er mangelfulle eller savnes helt. Heller ikke ferskvannstilførselen er tilstrekkelig kjent. Konklusjonene ovenfor bygger på få data og forøvrig på teoretiske beregninger. Likevel viser beregningene at dypvannsfornyelsen kan bli betydelig dårligere enn i dag med en tilsvarende forverring av fjordenes miljø. Problemet er i hovedsak knyttet til oksygenforholdene i dypvannet. For å kunne kvantifisere effektene må det imidlertid gjennomføres en del observasjoner i de tre fjordene som bør omfatte:

- målinger av vannstand innenfor og utenfor tersklene
- strøm og hydrografi utenfor, på og innenfor tersklene
- registreringer av ferskvannstilførselen
- observasjoner av den organiske belastning og oksygenforholdene i dypvannet

3.2. Endringer i fortynningsforholdene.

Den planlagte flytebroen er av Gjerp m.fl. (1982) beregnet å gi redusert innblandinga av sjøvann i brakkvannslaget (større ferskvannandel) og et dypere og mer isolert brakkvannslag. Dette vil påvirke fortynning og spredning av avløpsvann på flere måter:

- Økt tykkelse av brakkvannslaget vil gi bedre fortynning av avløpsvannet umiddelbart.
- Redusert sjøvannsinnblanding vil bidra til økt konsentrasjon av avløpsvannkomponenter i fjorden som helhet.
- Økt oppholdstid for brakkvannslaget vil bety at en større andel av tilførte partikler vil sedimentere innenfor den foreslåtte broen.

3.3. Endringer i vannkvaliteten.

3.3.1. Hygienisk vannkvalitet.

De fleste utslipp av kommunalt avløpsvann til fjordområdene innenfor Salhus er urensset eller mekanisk rensset og slippes ut i overflaten (fig. 3.4, tab. 3.3). De to største utslippene (ved Garnes 14.000 p.e. og ved Knarrvik 4.000 p.e.) går ut på dypt vann.

Tab. 3.3. Tilførsler via kommunalt kloakkvann.

Område	Sum p.e.	Overfl. utsl.	Dyputsl.
Osterfjorden	4.865	865	4.000
Romarheimsfjorden	30	30	
Mofjorden	100	100	
Eidsfjorden	100	100	
Sørfjorden (t.o.m. Stanghelle)~26.000		12.000	14.000
	~31.000	~13.100	18.000

Kilde: Fylkesmannen i Hordaland

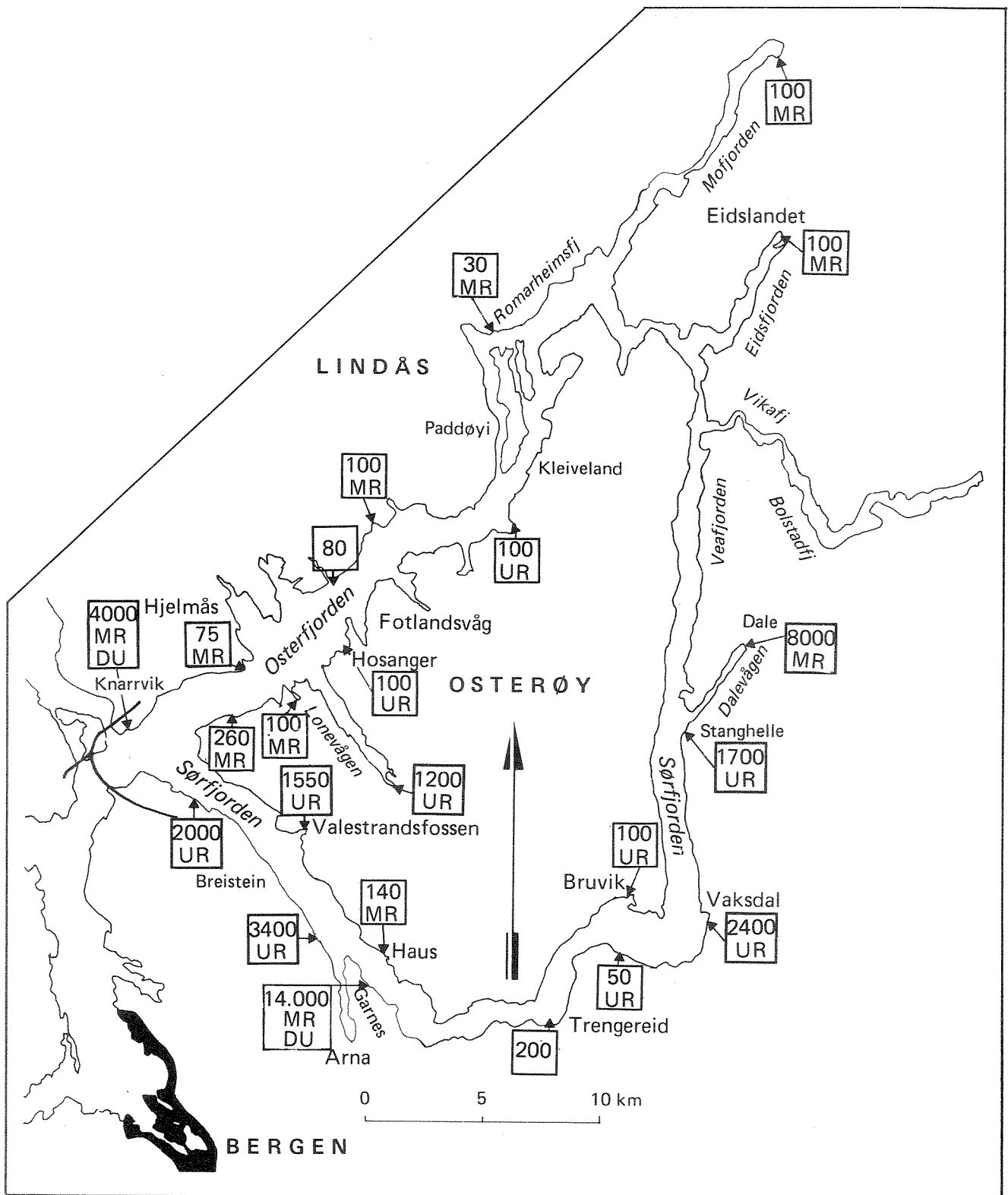


Fig. 3.4. Oversiktskart med kommunale avløp angitt som personekvivalenter (p.e.)
UR = Urenset, MR = mekanisk renset, DU = dyputslipp.

Innholdet av tarmbakterier i en vannforekomst brukes som indikasjon på kloakkvannbelastning og som kriterium på hygienisk vannkvalitet.

Konsentrasjonen av tarmbakterier i vannet avhenger av fortytning og utdøing. Det siste er igjen først og fremst avhengig av lys. Ormerod og Molvær (1983) gjengir flg. formel for konsentrasjonen i en resipient forårsaket av et enkelt utslipp (etter Bellair et al. 1977).

$$C = \frac{B}{F} \times D \times I, \text{ der:}$$

C = den beregnede konsentrasjon av tarmbakterier i resipientvannet

B = konsentrasjonen av tilsvarende bakterier i avløpsvannet

F = fortynningsfaktor på utslippstedet (primærfortyning)

D = diffusjonsfaktor (sekundærfortyning)

I = inaktiveringsfaktor (utdøing)

Modellen gjelder for et enkelt utslipp når bakgrunnsverdien i fortynningsvannet er ubetydelig.

Størrelsen av F er både tids- og stedsavhengig, og det foreligger ikke bakgrunnsdata for å gå inn på konkrete utslipp. Men ved å se på formelen ovenfor kan man si noe om hvilke påvirkninger den planlagte flytebroen vil ha.

Fortynningen lokalt antas å øke som følge av en flytebro. Dette vil bidra til å redusere konsentrasjonen av tarmbakterier lokalt. På den annen side fortynnes nå avløpsvannet i et dypere sjikt, der lysintensiteten, og dermed utdøingen, i gjennomsnitt blir mindre. Dessuten vil den mulige desinfiserende effekten av saltvann kunne bli redusert. Dette bidrar til å heve konsentrasjonen av tarmbakterier.

De ovenfor nevnte effekter vil mer eller mindre oppheve hverandre, og denne betraktningssmåten gjør det ikke mulig å si hva netto-resultatet vil bli.

Mest sannsynlig kan en regne at den planlagte flytebroen ikke ville få noen effekt på den hygieniske vannkvaliteten.

3.3.2. Organisk stoff.

Organisk stoff tilføres fjordens brakkvannslag hovedsaklig fra 4 eksterne kilder: elvevann, kommunalt avløpsvann, industri og fiskeoppdrett. Tilførslene via elvevann dominerer (i tab. 3.4 er bare Vosso tatt med). Selv ikke med det potensiale for fiskeoppdrett som går fram av kapittel 4, vil denne nye kilden til organisk belastning komme opp mot elvevannstilførslene. Kommunalt avløpsvann og industriavløp utgjør tilsammen ca. 10 - 20% av den totale belastningen. Fiskeoppdrett i stor skala er av relativt ny dato, og har antakelig ikke påvirket oksygenforholdene som fram til 1983 er registrert i fjorden. På den annen side foregikk det dumping av kloakk-slam fra hele Bergensområdet i Sørfjorden fram til 1. mai 1985. Dette har anslagsvis hatt om lag samme størrelse (som KOF) som de samlede kloakkvanntilførsler. Tatt i betraktning at de øvrige ferskvannstilførsler til fjorden ikke er medregnet i tab. 3.4. er det realistisk å anslå den samlede direkteorganiske belastning til ca. 10.000 KOF pr. år på begynnelsen av 1980-tallet. Av dette belaster ikke alt dypvannet, anslagsvis 40 - 60% eller ca. 4.000 - 6.000 tonn.

Tab. 3.4. Eksterne tilførsler av organisk stoff fra de viktigste kilder.

Kilde	KOF (tonn O/år)	p.e
Vossevassdraget* før Bolstadfjorden	4.500	
Kommunalt avløpsv. delvis mek. rensset	1.700	31.000
Industriavløp**	600	
Fiskeoppdrett med konsesjon pr. 1/1-85***	540	
Sum	7.340	
Potensielt fra fiskeoppdrett I***	1.080	
Potensielt fra fiskeoppdrett II***	1.670	

*Utgjør ca. 20 - 40% av de totale ferskvannstilførsler

**Basert på de 4 største tekstilfabr. og det største garveriet. Rundet av oppover til nærmeste 100.

***Ut fra en produksjon på henholdsvis 570, 1.140 og 1.660 tonn pr. år (jfr. kap. 4.1.).

Fjordens egen produksjon av organisk stoff skriver seg vesentlig fra planteplanktonproduksjonen i de øvre vannlag. Effekten av flytebroen på denne

er tidligere behandlet av Kirkerud (1983). Som en bakgrunn for å bedømme effektene av direkte tilført organisk stoff, antas en årlig brutto planteproduksjon for fjorden på 200g C pr. m². Totalt for fjorden (eks. Bolstadfjorden og Indre Mofjorden) gir dette 33.000 tonn pr. år. Det meste av denne produksjonen nedbrytes i de øvre vannlag, men anslagsvis 10 - 20% belaster de dypere vannlag (>50 m), altså ca. 3.000 - 7.000 tonn.

Beregnet som KOF vil dette utgjøre ca. 9.000 - 18.000 tonn pr. år, eller omlag det dobbelte av belastningen fra de anslåtte direkte tilførsler. Ut fra dette fåes dypvannsbelastning på 13.000 - 24.000 tonn KOF pr. år i begynnelsen av 1980-årene. Med et volum under 50 m dyp på totalt ca. 26 milliarder kubikkmeter, blir oksygenforbruket pr. år 0.3 - 0.7 ml oksygen pr. liter, dersom alt mineraliseres. Om en regner at oppholdstiden for dypvannet i hovedbassengene ikke er svært forskjellig fra 1 år, stemmer dette overens med Erviks (1982) konklusjon at oksygenforholdene i hovedbassengene er gode.

Når oksygeninnholdet i 50 og 160 m dyp i Sørfjorden i 1982 - 1983 (tab. 3.5), varierte betydelig mer enn 0.7 ml/l over sommeren, kan forklaringen på dette være dels at vannet har stått kortere eller lengre tid i fjordbassengene utenfor Salhusfjorden (jfr. Ervik 1982) og at ekstrabelastningen skraver seg herfra. Dels kan forklaringen også være at nedbrytningen fordeler seg ulikt i vannsøylen med størst netto nedbrytning like under den produktive sone, avtakende mot dypet. Maksimal reduksjon var ca. 2 ml/l over sommeren i 50 m dyp ved Arna.

Tab. 3.5. Oksygenforholdene (mg/l) i Sørfjorden ved Garnes - Arna (1982-1983).

	1982	Feb.	April	Juni	Aug.	Okt.	Des.
St. 21, dyp 50 m		6.36	4.91	4.91	4.43	5.87	5.56
St. 1, dyp 160 m		5.57	5.26	4.99	5.79	5.84	5.02
	1983	Feb.	April	Juni	Aug.	Okt.	Des.
St. 21, dyp 50 m		6.01	5.34	4.84	5.06	6.03	5.95
St. 1, dyp 160 m		5.09	5.66	6.21	6.57	5.56	5.68

Bedømt på denne bakgrunn skulle ikke den økte belastning som følge av eksisterende eller potensiell fiskeoppdrett gi opphav til dårlige oksygenforhold i hovedfjorden.

Den planlagte flytebroen vil sannsynligvis haliten eller ingen effekt på dypvannsutsiftningen i hovedfjordsystemet. En reduksjon av den marine planteproduksjonen vil, som tidligere begrunnet (Kirkerud 1982) være en konsekvens av flytebroen, og bidra til redusert belastning. Økt sedimentering fra brakkvannslaget vil virke i motsatt retning. Selv om broen sannsynligvis vil gi dårligere ernæringsforhold for pelagisk fisk, er det derfor lite sannsynlig at den vil påvirke oksygenforholdene i nevneverdig grad.

3.3.3. Industriutslipp.

Alt i alt er industriutslippene til fjorden små (tab. 3.6.) og vil i praksis bare kunne påvirke fjorden rent lokalt. Størst lokal påvirkning vil en få av utslipp som går til trange våger. Av den grunn skal situasjonen vurderes nærmere for Dale fabrikker med utslipp til Dalevågen og Borge kromlærfabrikk i Lonevågen.

Tab. 3.6. De største industriutslipp, tonn/år.

Bedrift/lokalitet	KOF	BOF	Susp. stoff	N	P	Cr	Zn	Vann
Borge kromlærfabrikk, Lonevågen	20	-	2	-	-	0,015	-	$3,7 \cdot 10^3$
Andr. Jacobsen A/S	-	-	-	-	-	-	0,002	$0,7 \cdot 10^3$
Dale fabrikker, Dalevågen	402	146	37	-	4,4	-	-	$280 \cdot 10^3$
Stephansen	-	37						
Cebelle	-	4						
Hillesvåg	-	11						
Toro fabrikker	-	110	-	-	0,4			

Dale fabrikker har det største industriutslippet av organisk stoff til fjorden. Utslippet går nå ut i Dalevågen, men skal etter planen flyttes til Stanghelle ved utløpet av fjorden. Inntil dette skjer vil utslippet medføre sterk belastning av de begrensede vannvolumer i Dalevågen. Effektene av denne

belastning vil forsterkes av en eventuell flytebro.

Borge kromlærfabrikk slipper ut lite organisk stoff sammenlignet med befolkningen i området. Utslipet av krom er heller ikke stort. Når det gjelder biologiske effekter av krom har EPA satt et kriterium på 0,1 mg/l bl.a. for å beskytte ferskvannsfisk.

Biotester med ulike marine organismer viser at børstemark er svært følsomme for krom (Eisler & Hennekey 1977) og har tatt skade ved konsentrasjoner så lave som 0,050 (Krom III) og 0,013 (Krom VI) .mg/l i livscyklustester (Mearns & Young 1977 i Reish 1878). De 2 grenseverdiene som her er angitt representerer fortyninger av avløpsvannet med henholdsvis 80 og 300 ganger, noe som raskt må ventes oppnådd med så små vannmengder som det her dreier seg om. Effektene av redusert saltholdighet på giftvirkningen av krom er ikke kjent, men den relativt høye grenseverdi EPA (1976) har foreslått for ferskvannsmiljø tyder ikke på at redusert saltholdighet skulle gi noen drastisk økning av giftigheten. På dette grunnlag må det konkluderes med at en evt. flytebro ved Salhus ikke vil forverre resipientforholdene for Borge kromlærfabrikk.

4. FISKEOPPDRETT INNENFOR SALHUS.

4.1. Rammer og utviklingsmuligheter.

4.1.1. Matfisk.

I alt 8 matfiskkonsesjoner er lokalisert innenfor Salhus, 4 i Osterfjorden og 4 i Sørfjorden (fig. 4.1 - 4.6). En av konsesjonene er delt med 1.500 m^3 i ferskvann og 6.500 m^3 i sjø. I tillegg er det én konsesjon for matfisk i ferskvann på 1.500 m^3 i Osterøy kommune. Under forutsetning av at en finner frem til egnete lokaliteter, vil det være mulig å plassere alle konsesjonene i sjøen og å utvide oppdrettsvolumet pr. konsesjon til 8.000 m^3 . I tillegg til dette foreligger det en registrert oppdrettsrettighet ved Bruvik i Osterøy (Sørfjorden), som det nå blir søkt om å sette i drift (Kilde: Fiskerisjefen i Hordaland).

Etter at det nylig er gitt løyve til utvidelse av en rekke av konsesjonene er det iverksatt utbygging av anleggene. En gradvis økning av matfiskproduksjonen som følge av utvidelser og økt utsetting av settefisk ventes i årene 1986-87 (jfr. tab. 4.1).

Fig. 4.7. viser produksjonsutviklingen i Osterfjorden og Sørfjorden i 5-årsperioden 1981 - 85, sammenlignet med utviklingen på landsbasis. På grunn av konsesjonsutvidelser og flyttinger av matfiskkonsesjoner fra ferskvann til sjø kan en vente en rask økning i produksjonen fram mot slutten av 1980-årene (jfr. prognoser i tab. 4.1). Ytterligere produksjonsvekst etter 1990 vil være avhengig av at det tildeles nye konsesjoner i området.

Fig. 4.8. viser produksjonsutviklingen i Osterfjorden og Sørfjorden i reelle tall. Flere av oppdretterne opplyser at de nå reduserer utsettingen av regnbueørret for i større grad å satse på produksjon av laks i årene fremover.

Det totale konsesjonsvolumet i Osterfjorden og Sørfjorden utgjør ca. 11% av Hordalands totale konsesjonsvolum (tab. 4.2). I 1984 ble 6.7% av oppdrettslaksen og 16.2% av regnbueørreten i Hordaland produsert i Osterfjorden og Sørfjorden. Vektfordelingen av laks fra Osterfjorden og Sørfjorden viser ubetydelige avvik fra fordelingen for fylket som helhet (fig. 4.9). Av regnbueørret ble det slaktet vesentlig mer fisk på mellom 1 og 2.5 kg i Osterfjorden/Sørfjorden enn fylkesgjennomsnittet, mens det for større fisk bare er små avvik.

Tab. 4.1. Matfiskkonsesjoner innenfor Salhusbroen. Oppdrettsvolum før og etter tillatelse til utvidelse gitt av Fiskeridirektoratet 1983 - 84¹⁾. Potensielt oppdrettsvolum etter maksimumsgrensene i henh. til forskrifter av 30. september 1983. Produksjonsprognoser bygd på mengde utsatt fisk 1985, samt en produksjonskapasitet på 20 kg/m³ og en gjennomsnittspris til oppdretter på kr. 40,- pr kg.

Registrerings- nr.	Lokali- sering	Vol.før 1984 m ³	Vol.i sjø etter 1984 m ³	Vol.ved maks. utvidelse i sjø	Avkastnings- prognose 1988 tonn mill kr	Potensiell årsavkastning ved maks. utvidelse i sjø mill kr
H/1.3	Osterfj.	2.000	8.000	8.000	160 6.4	160 6.4
H/or.2	Sørfj.	11.000	11.000	11.000	220 8.8	220 8.8
*H/or.3	Ferskv./ Osterfj.	2.000**	5.000	8.000	100 4.0	160 6.4
H/or.4	Ferskv./ Sørfj.	1.500**	6.500	8.000	130 5.2	160 6.4
H/or.5	Ferskv.	1.500**	0	8.000	- -	160 6.4
H/or.6	Osterfj.	3.000	8.000	8.000	160 6.4	160 6.4
H/or.7	Osterfj.	2.500	4.000	8.000	80 3.2	160 6.4
H/or.8	Osterfj.	2.500	4.000	8.000	80 3.2	160 6.4
H/bn.1	Sørfj.	3.000	8.000	8.000	160 6.4	160 6.4
H/v.1	Sørfj.	500	2.500	8.000	50 2.0	160 6.4
Sum		29.500	57.000	83.000	1.140 45.6	1.660 66.4

* Søknad om flytting fra ferskvann til sjø ikke endelig stadfestet.

** Konsesjon i ferskvann

1) Kilde: Fiskerisjefen i Hordaland

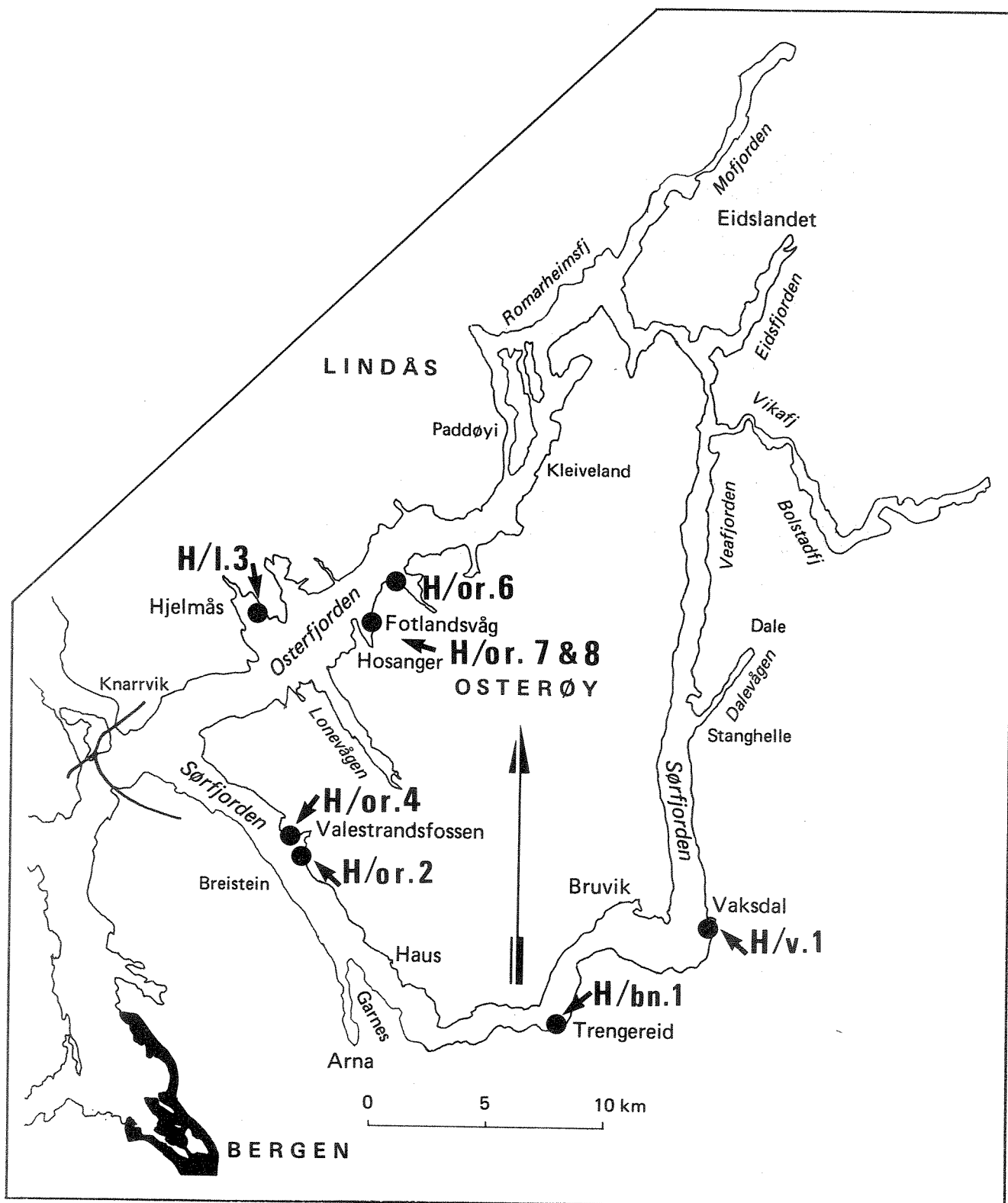


Fig. 4.1. Lokalisering av matfiskanlegg i Osterfjorden og Sørffjorden (jfr. tab. 4.1).

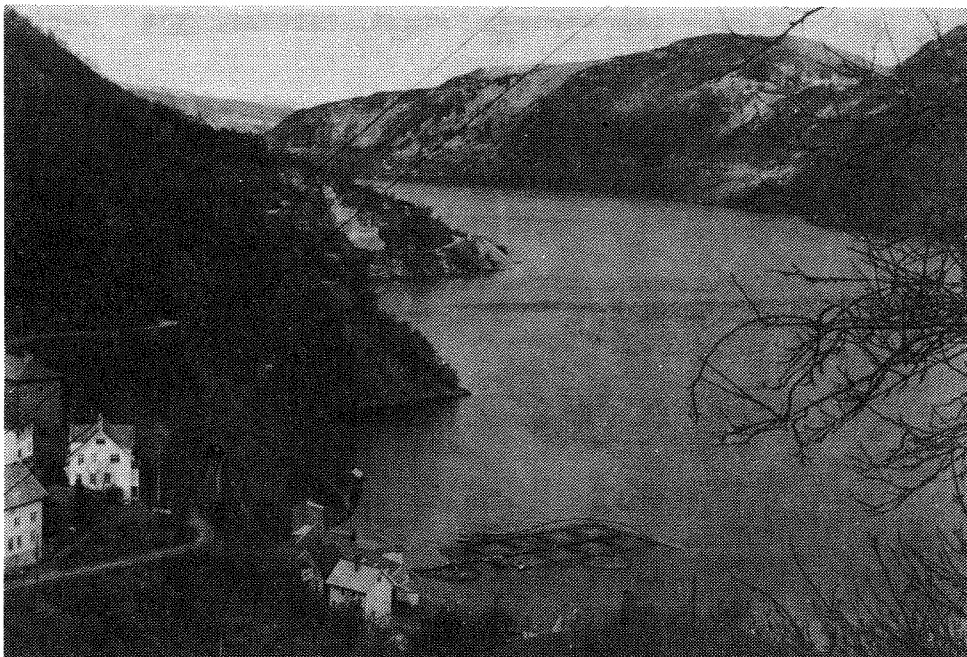


Fig. 4.2. H/bn.1. Trengereidfisk A/S ved Trengereid i Sørfjorden

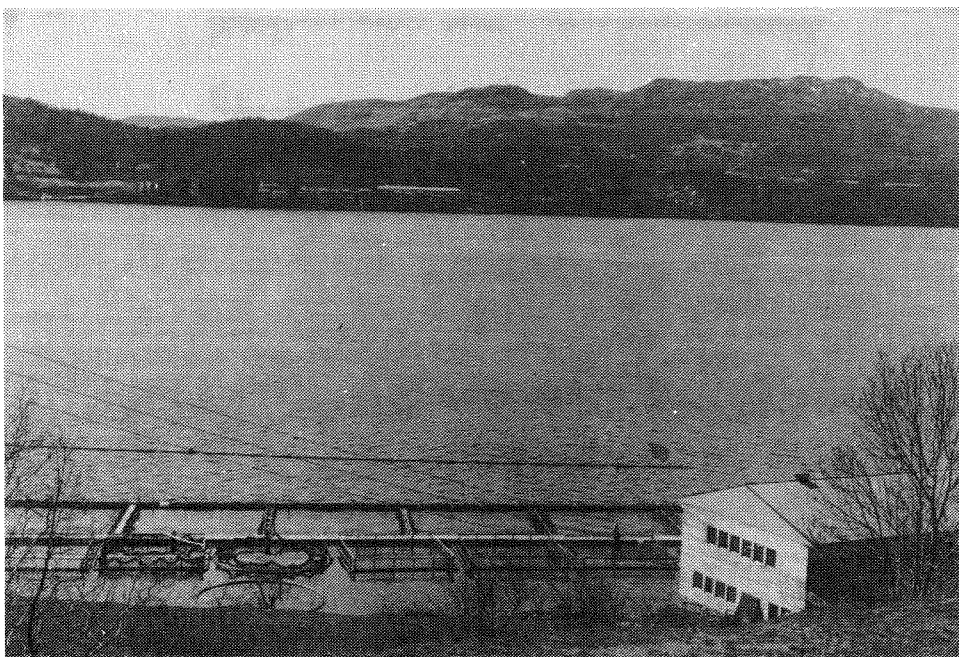


Fig. 4.3. H/or.2. Utsnitt av anlegget til Endre Rundhovde ved Valestrandsfossen i Sørfjorden

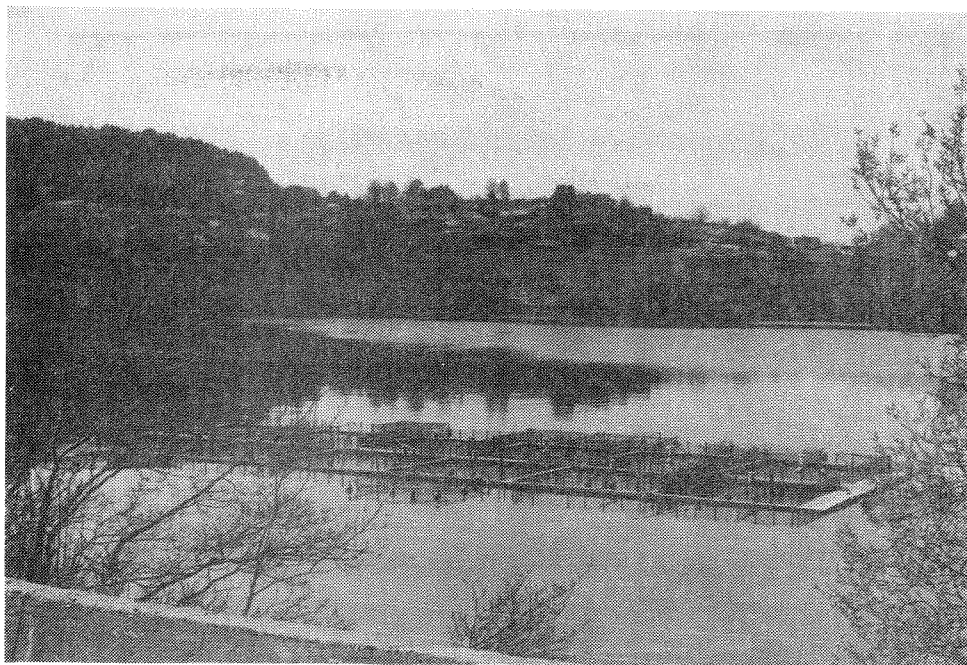


Fig. 4.4. H/or.7 og H/or.8. Samdrift mellom Alf Lone og Ingard Lone ved Hosanger i Osterfjorden



Fig. 4.5. Jakta Fiskeoppdrett A/S ved Fotlandsvåg i Osterfjorden

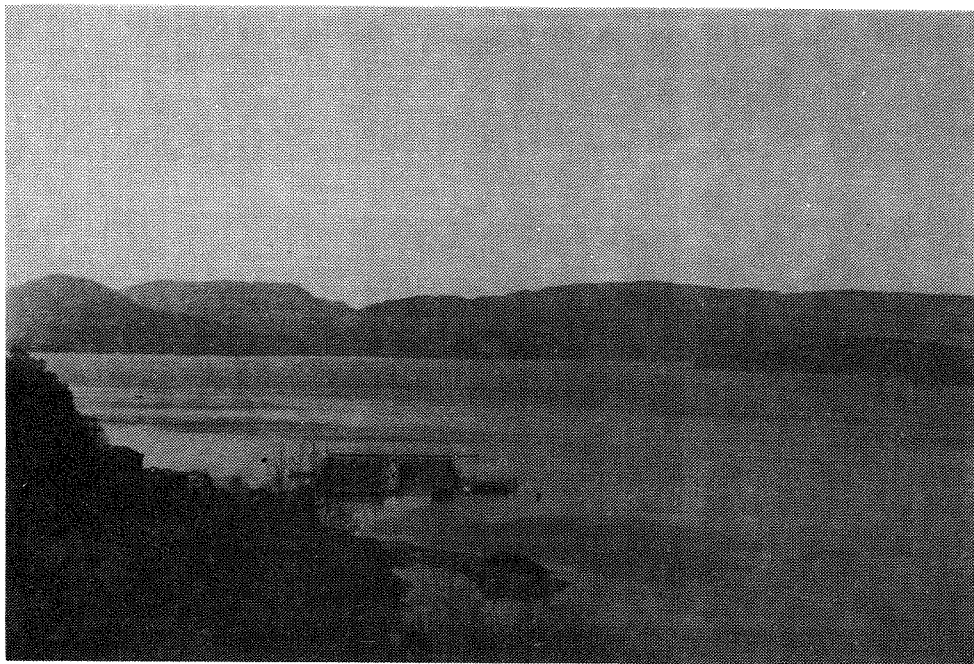


Fig. 4.6. H/I.3. Fyllingsnes Fisk A/S ved Fyllingsnes i Lindås, Osterfjorden

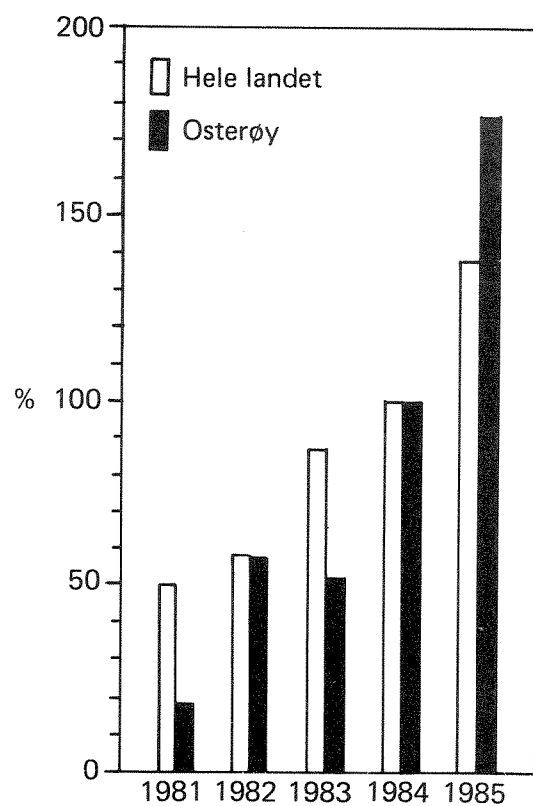


Fig. 4.7. Produksjonsutvikling fra 1981-85 for laks og regnbueørret på landsbasis i % av produksjonen i 1984 sammenliknet med tilsvarende tall for utviklingen i Osterfjorden og Sørfjorden

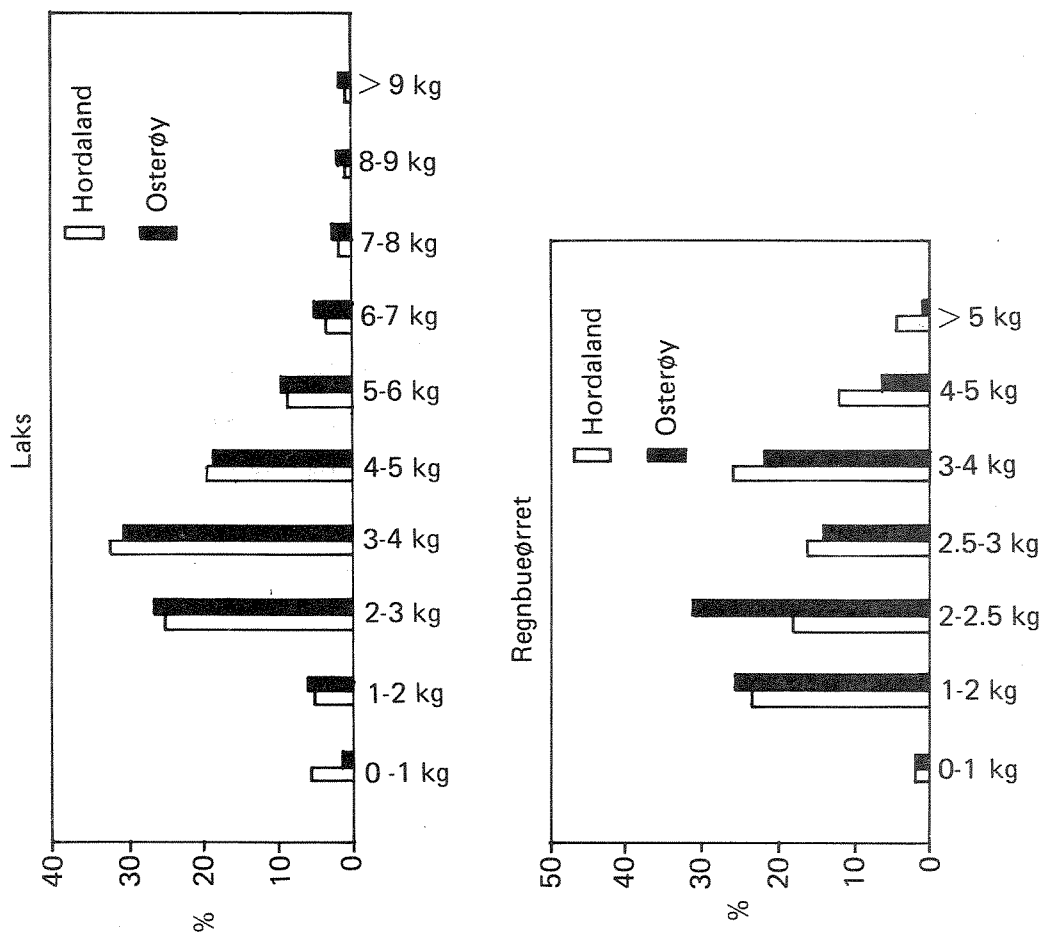


Fig. 4.9. Fordeling av slaktefisk etter vektclasser for Hordaland sammenliknet med Osterøy 1984 (Kilde: Norske Fiskeoppdretters Salgslag)

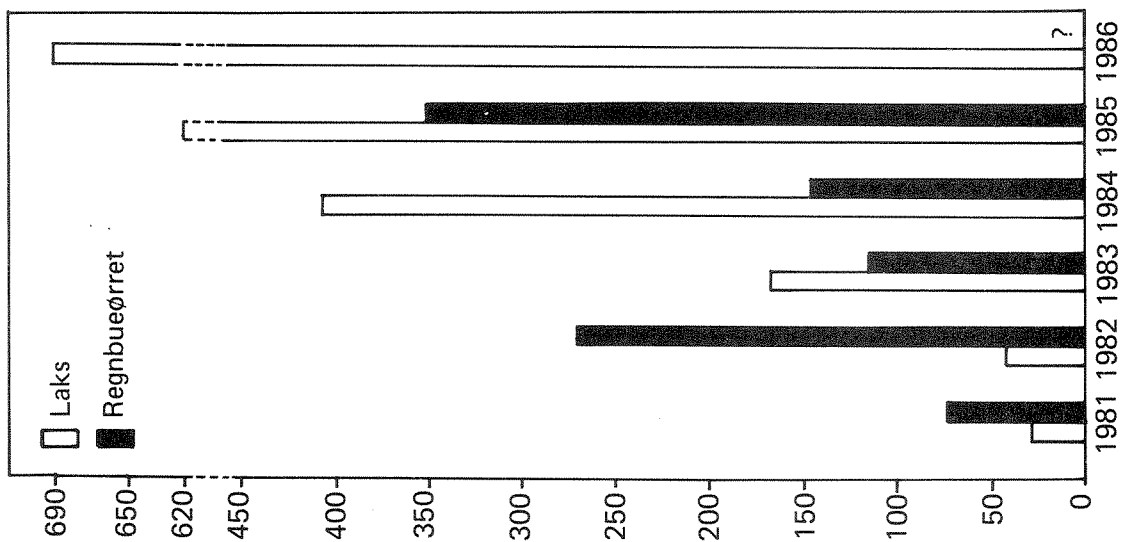


Fig. 4.8. Produsert laks og regnbueørret i Osterfjorden og Sørkjorden i årene 1981-84 og prognoser for 1985-86. (Kilde: Norske Fiskeoppdretters Salgslag)

Tab. 4.2. Konesjonsvolum og produksjon 1984 for hele Hordaland sammenliknet med Osterfjorden og Sørfjorden.

	Konesjonsvolum m ³	Produksjon i tonn 1984	
		Laks	Regnbueørret
Hordaland	503.450*	6.062	889
Osterfj. og Sørfjorden	57.000**(11.3%)	405(6.7%)	144(16.2%)

*Pr. 1. september 1984 (Kilde: Fiskeridirektoratet)

** Pr. 31. mai 1985 (Kilde: Fiskerisjefen i Hordaland, jfr. tab. 1).

Fig. 4.10. viser månedlig vektfordeling av en årsklasse av laks fra et oppdrettsanlegg i Sørfjorden i forbindelse med slakting vinteren 1984 - 85.

4.1.2. Settefiskproduksjon.

Tab. 4.3. gir en oversikt over settefiskkonsesjonene innenfor Salhus. Anleggenes beliggenhet er vist i fig. 4.11. Samlet utgjør disse konsesjonene i dag 20% av tildelte settefiskkonsesjoner i Hordaland. Produksjonen utgjør trolig mer enn 20%, fordi konsesjonene i Osterfjorden/Sørfjorden er bedre utnyttet enn gjennomsnittet i Hordaland. 4 av settefiskkonsesjonene driver i kombinasjon med matfiskoppdrett. 3 av konsesjonene er av ny dato, og ennå ikke i full produksjon. Det er grunn til å tro at produksjonskapasiteten vil være på omkr. 2 mill. sjøferdig settefisk i 1988, med en bruttoinntekt til oppdretter på tils. omkr. 30 mill. kr. Fullt utbygd vil dagens settefiskkonsesjoner gi grunnlag for mellom 20 og 30 årsverk. De fleste av settefiskanleggene har søkt om stamfiskløyve på 1.000 m³ i sjøen. Fiskeridepartementet gikk høsten 1983 i prinsippet inn for tildeling av ett slikt løyve pr. settefiskkonsesjon.

De fleste matfiskoppdretterne i Sørfjorden/Osterfjorden benytter settefisk som er produsert i området. Dette gjør området forholdsvis godt beskyttet mot overføring av sykdommer og parasitter, samtidig som kort transportlengde skåner fisken for stress i forbindelse med utsetting i matfiskanleggene.

Det meste av settefisken føres ut av området og selges til andre matfiskanlegg langs kysten.

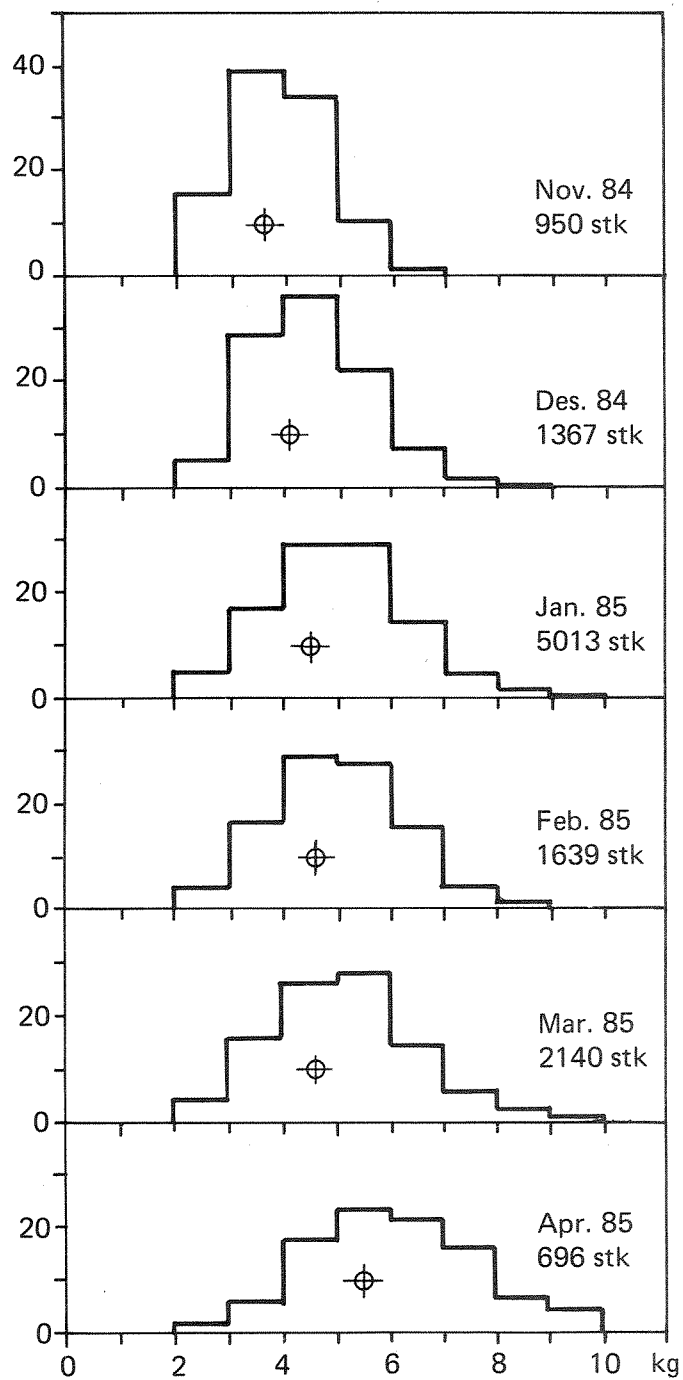


Fig. 4.10. Slaktevekter av 11.600 stk. oppdrettslaks fra et matfiskanlegg i Osterfjorden utsatt som smolt i mai/juni 1983. ⊕ Middelvekt for hver måned.

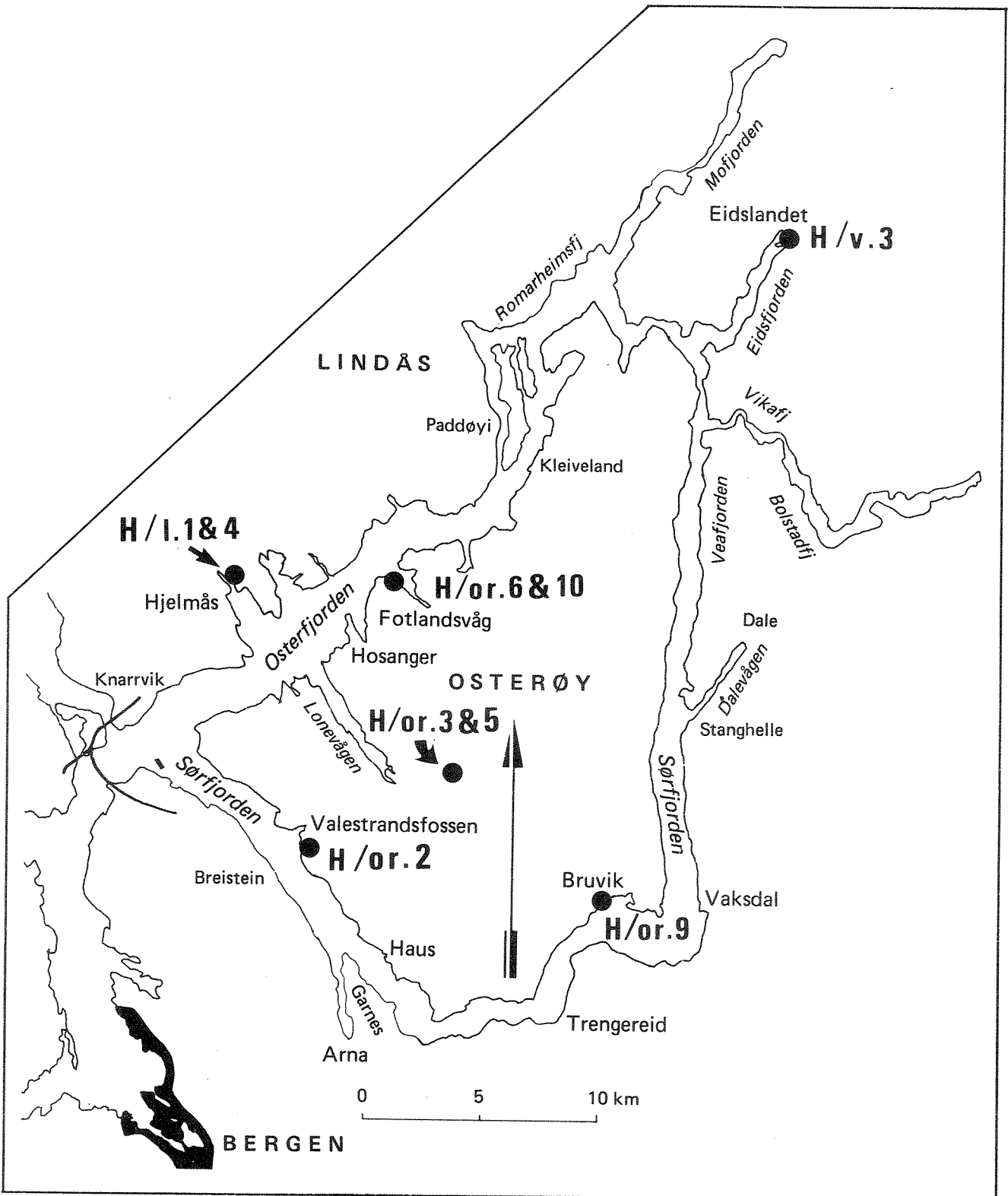


Fig. 4.11. Lokalisering av settefiskanlegg i Osterfjorden og Sørfjorden. (jfr. tab. 4.3).

Tab. 4.3. Settefiskkonsesjoner i kommunene rundt Osterfjorden og Sørfjorden, med prognoser for avkastning i 1988, basert på kr 15,- til oppdretterne for sjøferdig settefisk.

Kons. nr.	Ant. settefisk 1000 stk.	Avkastnings- prognose 1988 mill. kr
H/l.1	200	3.0
H/l.4	80	1.2
H/or.2	300	4.5
H/or.3	75	1.1
H/or.5	10	0.2
H/or.6	300	4.5
H/or.9	300*	4.5
H/or.10	500*	7.5
H/v.3	200*	3.0
Sum	1.965	29.5
Hele Hordaland**	9.823	-

* Konsesjon tildelt i 1983

** 1. september 1984 (Kilde: Fiskeridirektoratet).

4.1.3. Slakting og pakking av oppdrettsfisk.

Det finnes i dag bare én slakte/pakkelinje for oppdrettsfisk innenfor Salhus (Valestrandsfossen). Denne bedriften driver også en foredlingsvirksomhet som går svært bra. Det foreligger planer om utvidelse av virksomheten. Likevel fraktes det meste av slaktefisken i dag ut av området bløgget eller levende for slakting og pakking andre steder.

Maksimumskapasiteten for en slaktelinje ligger på omlag 500 tonn pr. år.

En slaktefiskproduksjon på mellom 1100 og 1200 tonn innenfor Salhus i 1988 vil legge beslag på 3 slaktelinjer, og gi mellom 20 og 30 deltidsarbeidsplasser. Godtgjørelser for bløgging, slakting og pakking av oppdrettsfisk ligger i dag på omkr. kr 2.75 pr. kg. For Osterfjorden/Sørfjorden kan dette bety en bruttoinntekt på over 3 mill. kr. i 1988. For året 1984 ville summen ha blitt ca. 1.5 mill. kr.

En ny bedrift for slakting/pakking og foredling av oppdrettsfisk er for tiden under oppstarting i Osterøy. Bedriften tar sikte på 500 - 600 tonn råstoff i 1986 - 87, med en økning til omkr. 1.000 tonn i 1989.

Utviklingen går i retning av en økt lokal utnytting av ringvirkningseffektene av oppdrettsnæringen innenfor Salhus. Det vil være naturlig at virksomheten innenfor slakting/pakking/foredling tar utgangspunkt i lokal råstoffproduksjon, dvs. fra Osterfjorden/Sørfjorden og tilgrensende områder.

4.1.4. Fiskefôrproduksjon.

Vaksdal Mølle produserte 4.500 tonn fiskefôr i 1984. Dette tilsvarer ca. 10% av det norske fiskefôrmarkedet. Bedriften regner med å øke produksjonen til 15. - 20.000 tonn til en verdi av omkr. 100 mill kr i løpet av 5 år (20% markedsandel). Bedriftens fiskeoppdrettsanlegg inngår som referanseanlegg for egne fôrprodukter. Bedriften regner med at fiskefôrproduksjon, drift av eget fiskeanlegg og utviklingsarbeid vil kreve 10 årsverk innen de nærmeste 5 år.

Bedriften tar sikte på salg av fôr over hele landet.

4.2. Økonomi og sysselsetting.

Det foreligger ingen samlet oversikt over de investeringer som er foretatt i fiskeoppdrettsnæringen i området. I samband med de nevnte konsesjonsutvidelsene har flere av oppdretterne investert i nye og moderne mæranlegg. I tillegg kommer investeringer i kai, vei, driftsbygninger og div. utstyr.

Innstillingen "Akvakultur i Norge - status og framtidssutsikter (1985)" oppgir investeringskapitalbehovet for matfiskanlegg til mellom kr. 300,- og kr. 400,- pr. m³. Driftskapitalbehovet oppgis til kr. 25,- pr. kg i gjennomsnitt på landsbasis. For settefisknæringen oppgir innstillingen kr.15,- pr. sjøferdig settefisk som et realistisk tall ved investeringer i nye anlegg, med et driftskapitalbehov på kr. 7,- pr. fisk.

Bruttoinntekt av salg av slaktefisk fra Osterfjorden og Sørfjorden var i 1984 ca. 18.3 mill. kr for laks og ca. 4.2 mill. kr for ørret, tils. 22.5 mill. kr (Kilde: Sluttsedler fra Norske Fiskeoppdretteres Salgslag). Sysselsettingen i matfiskeoppdrettet i Osterfjorden og Sørfjorden utgjør

i dag omlag 25 årsverk. Med den forutsatte utbygging vil dette tallet trolig øke til omkr. 40 frem til 1988 (basert på prognoser fra enkeltoppdrettere).

NTNF-rapport om havbruksnæringen (1985) oppgir sysselsettingseffekten av fiskeoppdrett til 2.5 årsverk pr. omsatt mill. kr. Dette inkluderer sysselsetting i "ringvirkningsnæringer" som slakting, foredling, utstyrsindustri, fôrindustri osv.

Næringen i området har en typisk selveierstruktur, og antall timer pr. årsverk ligger trolig høyt over vanlig årsverksnorm. Tab. 4.4. viser investeringsbehov, årlig driftskapitalbehov og sysselsettingseffekt av fiskeoppdrett innenfor Salhus i 1984 og 1988 basert på beregnede og oppgitte tall. I samme tabell er det gjort beregninger for effekten av fôrproduksjon ved Vaksdal Mølle og for potensiell slakte-pakkevirkosomhet. Foredlingsvirkosomhet er utelatt.

Tab. 4.4. Omsetning, investering, kapitalbehov og sysselsettingseffekt for fiskeoppdrett og fiskeoppdrettsrelaterte næringer i Osterfjorden og Sørfjorden. Investeringer og driftskapitalbehov bygger på normtall (Akvakultur i Norge, 1985). Sysselsettningstallene bygger på opplysninger fra de næringsdrivende

	Omsetning mill kr.		Investert mill kr.		Driftskapital mill kr pr. år		Sysselsetting ant. årsverk	
	1984	1988	1984	1988	1984	1988	1984	1988
Matfiskoppdrett	22.5	45.5	9	17	14	28.5	25	40
Settefisk- oppdrett	10.5*	29.5**		29.5	-	14.0	11	25
Slakting/ pakking	1.5	3.0***		8		-	7	20
Fôrproduksjon/ utvikling	25.0	100.0		-			-	10
	59.5	178.0		-		-	-	95

* stk.pris kr. 13,-

** stk.pris kr. 15,-

*** forutsatt utbygging av slaktelinjer

4.3. Oppsummering.

Produksjon av oppdrettsfisk har ekspandert kraftig i 1980-årene. Innenfor tildelt konsesjonsvolum i Osterfjorden/Sørfjorden vil det være rom for

fortsatt ekspansjon frem til 1988. Ytterligere utvidelser av en del av de eksisterende konsesjoner kan påregnes på bakgrunn av eksisterende forskriftsverk for matfisknæringen (jfr. tab. 4.1.). Tab. 4.4. oppsummerer en sannsynlig økonomisk og sysselsettingsmessig utvikling av næringen i Osterfjorden/Sørfjorden fra 1984 til 1988 innenfor de rammer som finnes i dag.

4.4. Egnethetsvurderinger for matfiskoppdrett innenfor Salhus.

4.4.1. Isforhold.

De 4 matfiskanleggene i Sørfjorden ligger i området Vaksdal - Valestrandsfossen, en fjordstrekning på ca. 34 km. De 4 matfiskanleggene som er i drift i Osterfjorden ligger mellom Fyllingsnes i Lindås og Fotlandsvåg i Osterøy, en fjordstrekning på ca. 6 km.

På grunn av islegging om vinteren må området innenfor Vaksdal i Sørfjorden karakteriseres som lite egnet for matfiskoppdrett ut fra dagens teknologi. Mellom Vaksdal og Trengereid forekommer islegging i kortere perioder. Drivis har hittil ikke skapt problemer for fiskeoppdrettsanleggene.

I Osterfjorden vil oppdrett i sjøen kunne foregå uten nevneverdige isproblemer inn til Paddøy.

Bortsett fra ved Valestrandsfossen har kortvarig islegging forekommet ved alle fiskeoppdrettsanleggene i området, uten at dette har skapt problemer i form av havarier eller tap av fisk.

I de fleste sidevågene til Sørfjorden og Osterfjorden legger det seg periodevis is om vinteren. Dette nevnes som en av grunnene til at to oppdrettsanlegg som tidligere var lokalisert i Lonevågen nå er flyttet ut av vågen.

Utvikling av teknologi for oppumping av dypvann, kombinert med lukkede mærer vil åpne nye muligheter for oppdrett i områder med islegging om vinteren. For å unngå drivisproblemer kan en tenke seg ulike former for nedsenkbare anlegg. Ut fra utviklingsarbeid som allerede er igang, vil en del av disse problemene trolig være løst i løpet av de neste 5 - 10 år.

4.4.2. Temperatur.

De optimale vekstforhold for laks ligger i temperaturområdet 6 - 18°C (Braaten 1985). Laksen opprettholder normalt livsfunksjoner ned til 2°C, og kan klare vanntemperaturer ned mot \pm 0.5°C i kortere perioder. Det er observert at laks kan overleve i noen få dager ved sjøtemperaturer ned til \pm 0.7°C, hvorefter kuldedød inntreffer (Saunders et al. 1975).

Optimal veksttemperatur for regnbueørret ligger i intervallet 10 - 20°C (Braaten 1985), med normal aktivitet ned til 3 - 4°C. Regnbueørret kan klare temperaturer ned mot 0°C.

Begge arter er følsomme overfor raske temperatursvingninger, særlig ved lave eller fallende temperaturer. Slike forhold forekommer i Osterfjorden/Sørfjorden, og har sammenheng med varierende ferskvannsutstrømming og endringer i saltholdigheten. Laks tåler slike variasjoner dårligere enn regnbueørret. Forholdet er nærmere beskrevet i kap. 4.5.

Bortsett fra ovennevnte forhold som er typisk for brakkvannsområder, gir sjøtemperaturene i området gode vekstbetingelser for begge arter (jfr. fig. 4.9).

4.4.3. Saltholdighet.

Saltholdighet i sjøen som svarer til saltholdigheten i fiskens kroppsvæske (10 - 12‰) gir sannsynligvis gode vekstbetingelser for laksefisk (Braaten og Sætre 1973).

På denne bakgrunn skulle Osterfjorden/Sørfjorden være velegnet for oppdrett av laks og regnbueørret. Imidlertid forekommer relativt store korttidssvingninger i saltholdighet. Under slike "episoder" viser særlig laksen tegn på mistriivsel med redusert aktivitet og appetitt. Fall i saliniteten vår og høst henger sammen med vår- og høstflom i nedslagsfeltet rundt fjordene. Dette finner sted ved relativt høye vanntemperaturer, og ser ikke ut til å være av vesentlig negativ betydning for fisk i oppdrett.

Episoder som følger av mildværsperioder med stort regnfall og flom i vinterperioden (desember - mars) er av langt alvorligere karakter, og har i noen tilfelle gitt massiv fiskedød i anleggene (se kap. 4.5).

Den lave saltholdigheten i brakkvannslaget om vinteren benyttes av enkelte settefiskoppdrettere til overvintring av sommergammel settefisk i mærer i sjøen. 10 grams settefisk utsatt ved lav saltholdighet i september/oktober blir smolt neste vår (Torleif Solberg, pers. medd.). Bl.a. gir de høyere vanntemperaturene i sjøen i vinterhalvåret bedre vekstbetingelser enn i ferskvann. Som nevnt ovenfor gir en saltholdighet på omkr. 10⁰/oo gunstige vekstbetingelser. Dersom saltholdigheten overstiger 22 - 23⁰/oo i lengre perioder i løpet av vinteren får settefisken problemer. I slike tilfelle har det forekommet dødelighet.

Ifølge de observasjoner som er foretatt av saltholdighetsvariasjonene i området, vil en slik driftsform bare være mulig på spesielle lokaliteter (Jfr. Gjerp m. fl. 1982).

Større laks (postsmolt) trives utmerket ved høye saltholdigheter, men er følsomme for drastiske fall i saltholdigheten. Usmoltifisert settefisk som overvintrer i mærer i sjøen klarer seg godt ved lave saltholdigheter, men ser ut til å få osmotiske problemer når saltholdigheten øker til over 20⁰/oo.

4.4.4. Strømforhold og bunntopografi.

Alle matfiskanleggene i området ligger i dag relativt åpent til. Strømmen i brakkvannslaget og skiktningen mellom overflatelag og dypvannslag bidrar trolig til å redusere synkehastigheten av forrester og feces. Dette sammen med god dybde og skrånende bunn ut fra anleggene reduserer faren for opphoping av avfallsprodukter med påfølgende gassutvikling under mærene.

4.4.5. Bølger, vind.

Enkelte av anleggene i området ligger utsatt til for visse vindretninger med åpne strekninger på flere km. Fra de senere år kjenner en til ett alvorlig havaritifelle (Valestrandsfossen oktober 1981).

4.4.6. Helsemessige forhold.

I forhold til gjennomsnittet innen norsk fiskeoppdrettsnæring er frekvensen av sykdomsutbrudd på oppdrettsfisk i Osterfjorden/Sørfjorden svært lav. Det samme kan sies når det gjelder skadeomfanget av de utbrudd som har forekommet (Lisbet Holtet, pers. medd.). De flest matfiskanleggene fikk fiskesykdommen hermorhagisk syndrom (Hitrasyke) våren 1984, uten at

dette medførte dødelighet av massiv karakter, noe som bl.a. var tilfellet i ytre strøk av Hordaland vinteren 1983 - 84.

Vibriose opptrer vanligvis i samband med utsetting av smolt, uten at dette har medført vesentlige tap av fisk. Ved Trengereidfisk er det 8 år siden sist man hadde vibrioseangrep. Medisinfôr har bare vært benyttet på anlegget én gang.

Costia har vært påvist i en del anlegg det siste året uten at det er påvist dødelighet som følge av dette. I ett tilfelle er det gjennomført formalinbehandling mot costia. Lakselus, som er et økende problem på matfiskanlegg de fleste steder i Hordaland, forekommer bare i ubetydelig grad i anleggene i Osterfjorden/Sørfjorden. En del av forklaringen på dette kan være at lakselus er dårlig tilpasset lave og skiftende saltholdigheter. Noe av forklaringen ligger trolig også i en del av de faktorene som er nevnt ovenfor, i det lakselus lettere angriper fisk som er i relativt dårlig kondisjon på grunn av sykdom eller andre årsaker (Johannesen 1974).

Den helsemessige situasjonen ved fiskeoppdrettsanleggene innenfor Salhus er trolig langt bedre enn gjennomsnittet for oppdrettsnæringen. Denne situasjonen blir enda gunstigere ved at fisken unngår stress som følge av hyppige medisinkurer og parasittbehandlinger.

Matfiskoppdretterne i Osterfjorden/Sørfjorden benytter i det alt vesentlige settefisk som er oppdrettet i samme område. Dermed unngår fisken lange og stressende transporter før utsetting, samtidig som man reduserer risikoen for overføring av smittsomme sykdommer utenfra. Trengereid Fisk A/S og Vaksdal Mølle har i stor grad benyttet settefisk fra Hålandsdalen i Fusa. Dette er fisk som ikke har vært i kontakt med sjøvann før utsetting, noe som bl.a. kan forklare uvanlig lav frekvens av vibrioseutbrudd.

4.4.7. Drift.

Oppdrettsnæringen i Osterfjorden/Sørfjorden-området kom igang i slutten av 1960-årene, med en oppblomstringsperiode fra slutten av 1970-årene. Relativt sett har fiskeoppdretterne i området lang erfaring innenfor oppdrettsnæringen, og med forholdene på de lokalitetene der de driver sin næring. Teknisk og driftsmessig standard på anleggene er jevnt over god, og oppdretterne har et godt miljø seg imellom. Dette bidrar i høy grad til stabil og sikker drift.

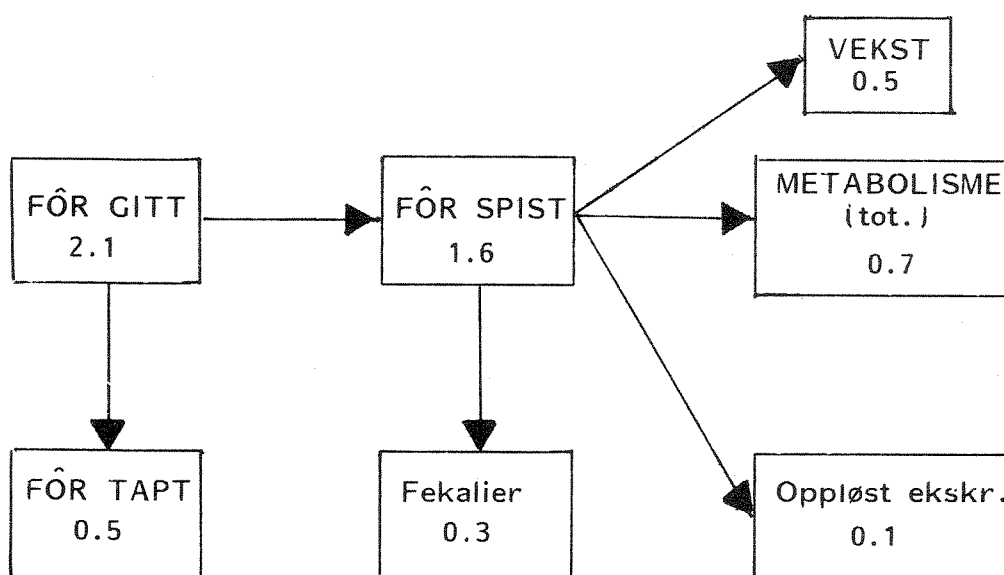
4.4.8. Forurensning fra anleggene.

Forurensning fra oppdrettsanlegg medfører en relativt stor belastning på resipienten. Graden av belastning avhenger av fôrtyper, fôringsrutiner og spredningsforhold.

Samtlige anlegg i området benytter tørrfôr. Beregninger av fôrforbruk i forhold til fisketilvekst viser en gjennomsnittlig fôrfaktor på 1.6 : 1 (1.6 kg fôr pr. kg tilvekst). Faktorene varierer noe fra anlegg til anlegg med ulike tørrfôrtyper, fiskestørrelser og arter. Trengereidfisk A/S oppgir fôrfaktor for laks og regnbueørret opptil 1 kg til 1.1 : 1, mens fôrfaktoren for større fisk varierer fra 1.4 til 1.8 med fôrtype og fiskestørrelser (Åge Midtun, pers.medd.).

Partikulært organisk stoff fra fiskeoppdrett i mærer belaster de dypere vannmasser og bunnområder med oksygenforbruk. Ved varig påvirkning vil partiklenes kjemiske oksygenforbruk gi best samsvar med belastningen totalt, mens biologisk oksygenforbruk vil gi best samsvar med belastningen av de lokale frie vannmasser.

Den organiske partikkel-belastningen består av fôrspill og fekalier. Fôret (tørrfôr) kan regnes å ha en KOF-verdi på 1.3 kg/kg (jfr. Bergheim m.fl. 1982). Med en observert fôrfaktor på 1.6 i oppdrettsanlegg fra Sørfjorden/Osterfjorden-området (kg tørrfôr pr. kg produsert fisk) vil KOF-innholdet (kg KOF) som går med til å produsere 1 kg fisk (0,25 kg tørrstoff) fordele seg på flg. måte (basert på vekstfysiologiske normtall fra Brett & Groves (1979):



Modellen forutsetter at fôr og fisk har samme energi-innhold pr. kg tørrstoff, og at KOF kan brukes tilnærmet som et energi-mål.

Av dette følger at partikkelforurensning fra anleggene i Sørfjorden/Osterfjorden representerer ca. 0.95 kg KOF pr. kg fisk produsert. For en nærmere diskusjon av belastningen på fjordsystemet henvises til kap. 3.3.2.

4.4.9. Potensiale for videre utbygging av matfiskoppdrett i Osterfjorden/Sørfjorden.

Osterøy kommune har engasjert fiskeoppdretter Torleif Solberg til å foreta en kartlegging av egnete oppdrettslokaliteter i kommunen. Kartleggingen er foretatt ut fra følgende egnethetskriterier:

- Isforhold
- Skjerming mot fremherskende vindretninger
- Fremføring av vei
- Kaiforhold

Med tillatelse fra Osterøy kommune er resultatet av kartleggingen gjengitt i fig. 4.12. Ut fra ovennevnte er det utpekt ialt 16 lokaliteter som egnet for matfiskoppdrett på strekningen fra Bruvik i Sørfjorden til Kleiveland i Osterfjorden, i tillegg til de 7 lokalitetene som er i bruk i dag. Alle lokalitetene er neppe like godt egnet. I følge Aure (1981) har svigningene i saltholdighet og temperatur i brakkvannslaget innenfor Haus negativ innvirkning særlig på laks i de to eksisterende anleggene i området. Dersom dette legges til grunn vil 4 av de utpekte lokalitetene falle bort. En tilsvarende kartlegging på den andre siden av fjorden ville trolig gi et tilsvarende antall lokaliteter ut fra de samme kriteriene. En del egnete lokaliteter vil trolig falle bort ved nærmere vurdering bl.a. som følge av konflikter med andre brukerinteresser.

Fjordstrekningen det er snakk om er på ialt ca. 60 km. Ved tildeling av nye konsesjoner har det fra Landbruksdepartementets side vært vanlig å stille krav om en avstand på minst 1 km mellom naboanlegg for å forebygge mulig overføring av smittsomme sykdommer. Dette gjør at bare én av to egnete lokaliteter som ligger nærmere hverandre enn 1 km tillates tatt i bruk til oppdrett. Likevel vil det være egnete lokaliteter nok på begge sider av fjordsystemet til en 3 - 4-dobling av dagens konsesjonsantall, og en tilsvarende økning i produksjonen (størrelsesorden 250.000 - 350.000 m³ og 5.000 - 7.000 tonn pr. år).

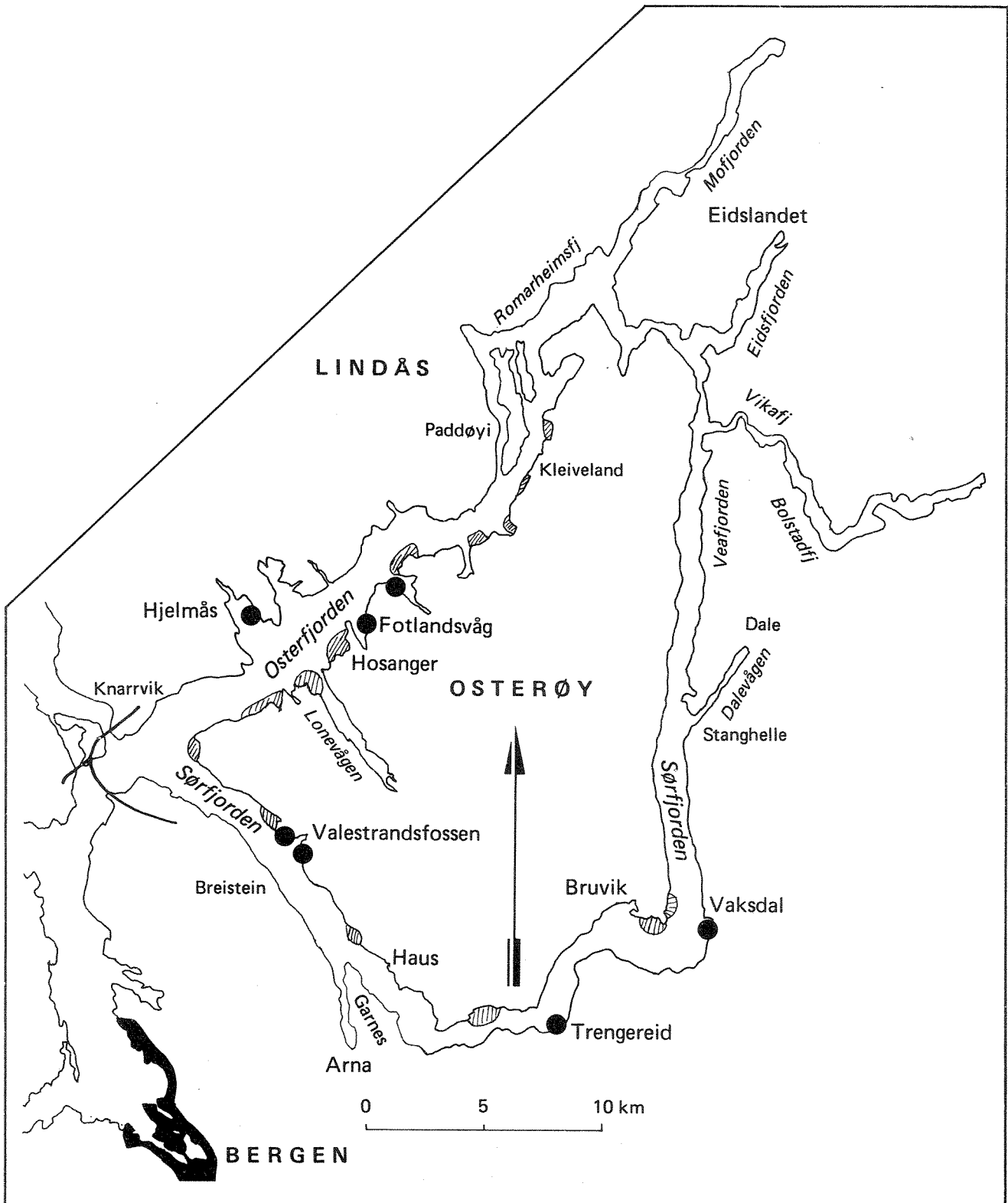


Fig. 4.12. Egnede oppdrettslokaliteter i Osterøy kommune. Eksisterende anlegg. ●
Kilde: Osterøy kommune.



Betraktninger omkring de belastninger en slik utvidet aktivitet ville påføre fjordsystemet, vil være høyst hypotetiske, og blir ikke foretatt her.

4.5. Episodeproblematikk.

Totalt nedbørsfelt til fjordene rundt Osterøy er på ca. 3.700 km² (Gjerp m.fl. 1982). Tab. 4.5 viser den prosentvise fordeling av ferskvannstilsiget til de ulike fjordstrekninger.

Tab. 4.5. Fordeling av middeltilsiget (Etter Gjerp m.fl. 1982).

Strekning	Tilsig i % av totalavrenning
Klauvaneset - Vaksdal	7
Vaksdal - Stamnes	53
Stamnes - Paddøy	31
Paddøy - Knarrvik	9

I det hydrografiske registreringsprogrammet som ble gjennomført i 1981 - 82 ble det bare unntaksvis registrert saltholdighet under 10⁰/oo i vinterperioden fra begynnelsen av desember til midten av mars (Gjerp m.fl. 1982). Vintersituasjonen i de ytre deler av fjordområdene er preget av relativt høye saltholdigheter (20 - 30 ⁰/oo).

Gjerp m.fl. (1982) fant tydelige lokale variasjoner i dette bildet. Der hvor fjordsystemet har tilrenning fra elver ble det registrert markerte minimumsverdier i saltholdigheten.

Fig. 4.13. viser normalvariasjonene i ferskvannstilsiget innenfor Salhus, der vinterperioden er preget av en lav og stabil ferskvannstilførsel i underkant av 100 m³/sek.

I enkelte år vil imidlertid mildvårsperioder med høy nedbør skape kortvarige flommer og gi grunnlag for en tolagsstruktur i vannmassene, med tildels ekstreme fall i salinitet og temperatur i overflatelaget.

Samtlige oppdrettsanlegg ligger nær utløpet av større eller mindre vassdrag, der variasjonene i vannføring har relativt stor lokal innflytelse på saltholdighet og temperatur i overflatelaget. Raske endringer i vannføring fører til raske skiftninger i temperatur og saltholdighet.

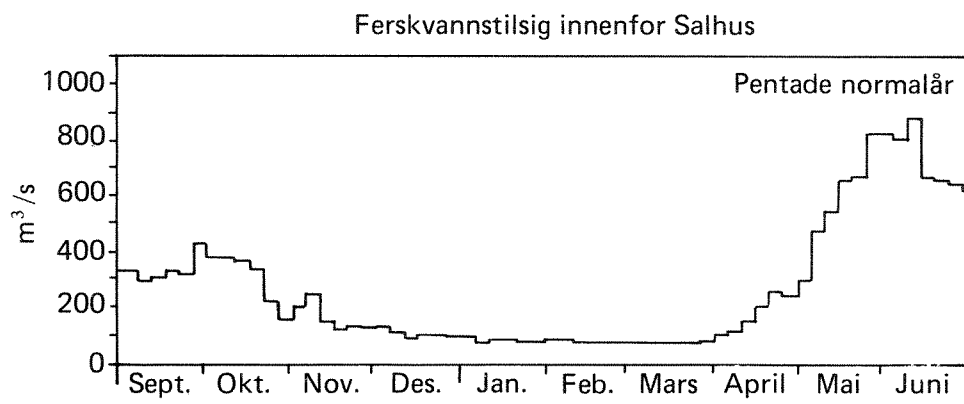


Fig. 4.13. Pentadeverdier for normalavrenningen av ferskvann fra nedslagsfeltet til Osterfjorden og Sørfjorden

4.5.1. Dokumentasjon av to ferskvannsepisoder vinteren/våren 1983.

I januar og mars 1983 opptrådte to episoder karakterisert ved følgende:

- Sørlige vinder
- Mildvær - temperaturer over det normale for årstiden
- Nedbør over det normale for årstiden
- Flom i vassdragene

Dette medførte hurtige fall i saltholdighet og temperatur i overflatelaget. En del meteorologiske nøkkeldata er satt opp i tab. 4.6. Forløpet av episoden er illustrert i fig. 4. 14. Saltholdighets- og vanntemperaturmålingene skriver seg fra Jakta Fiskeoppdrett ved Fotlandsvåg i Osterøy der vannkvaliteten er sterkt influert av Herlandsvassdraget (nedslagsfelt 59 km²) som munner ut i Fotlandsvåg.

Tab. 4.6. Temperatur- og nedbørverdier ved Hellisøy fyr for perioden januar - mars 1983.

	Januar	Februar	Mars
Middeltemperatur °C	4.8	2.1	4.0
Avvik fra normaltemperatur °C	+ 2.5	+ 0.3	+ 1.0
Nedbør mm	197.7	32.5	133.4
Nedbør i % av normal	166	41	173

Ved episoden i januar ble det registrert dødelighet bare ved dette anlegget (i alt 755 laks). Fig. 4.15 viser vektfordeling og alderssammensetning av død fisk. Dessverre mangler vi tilsvarende opplysninger om totalbestanden i anlegget.

Ved episoden i mars døde det fisk ved samtlige anlegg i fjordsystemet. Dødeligheten var størst ved Fyllingsnes Fisk A/S på Lindåssiden av Osterfjorden, som mistet ialt 3.923 laks, herav 2.883 ettårig og 1.040 toårig fisk. Dødeligheten pågikk fra 11. til 28. mars. Det var ingen dødelighet på regnbueørreten i anlegget. Ved Jakta Fiskeoppdrett døde ialt 1.541 laks ved denne episoden. Bortsett fra ett anlegg, som mistet et mindre antall regnbueørret i mars 1985, forekom ikke unormal dødelighet på regnbueørret i samband med de to nevnte episodene.

Fig. 4.15 tyder på at dødeligheten fordeler seg forholdsvis jevnt på de to årsklassene av laks som er representert i anleggene på denne årstid, med

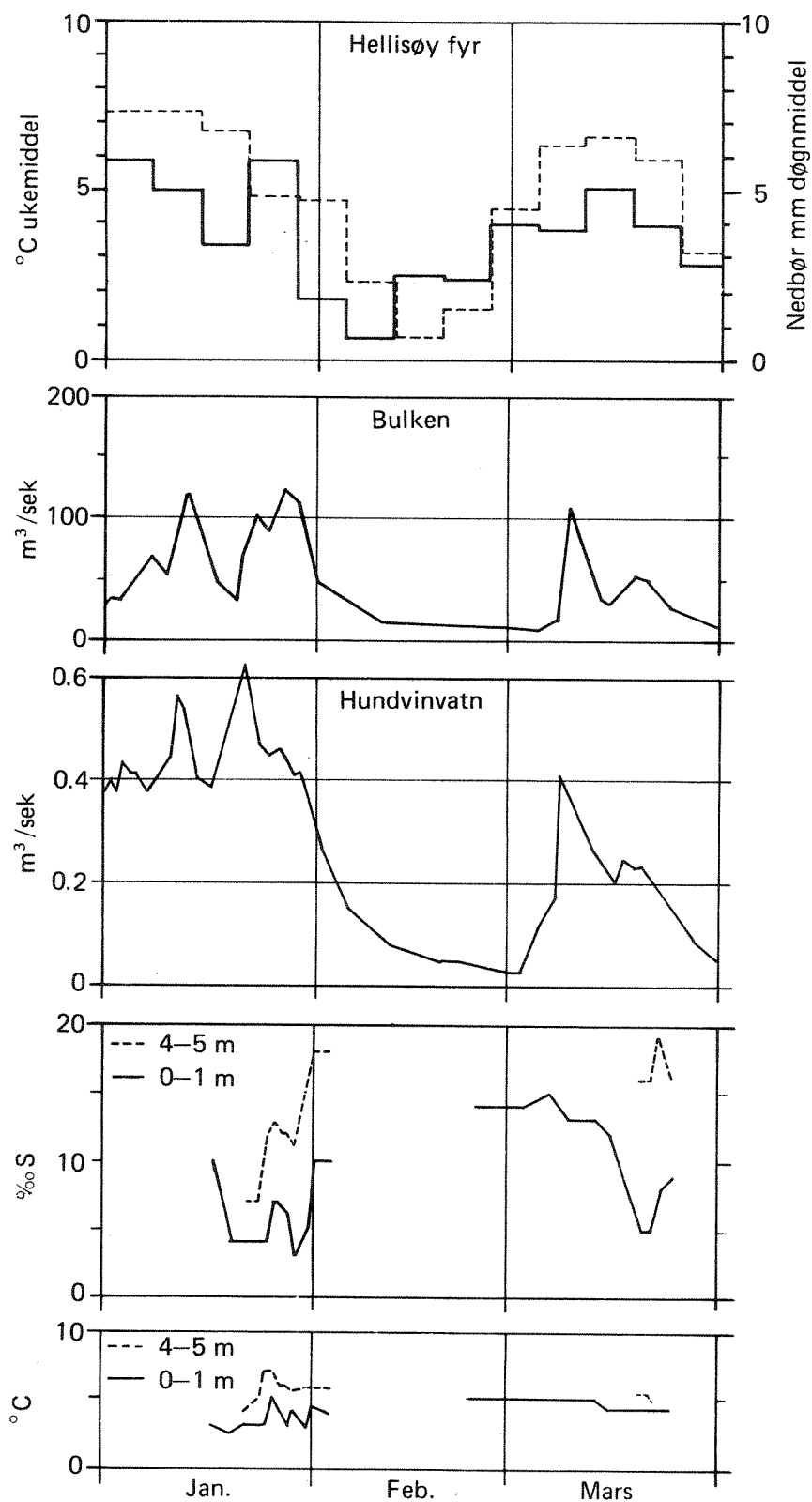


Fig. 4.14. Variasjoner i lufttemperatur °C (ukemidler), nedbør i mm (døgnmidler) og vannføring for perioden januar – mars 1983. Variasjoner i saltholdighet og sjøtemperatur på 0–1 m og 4–5 m, ved Jakta Fiskeoppdrett AS, i samme periode.

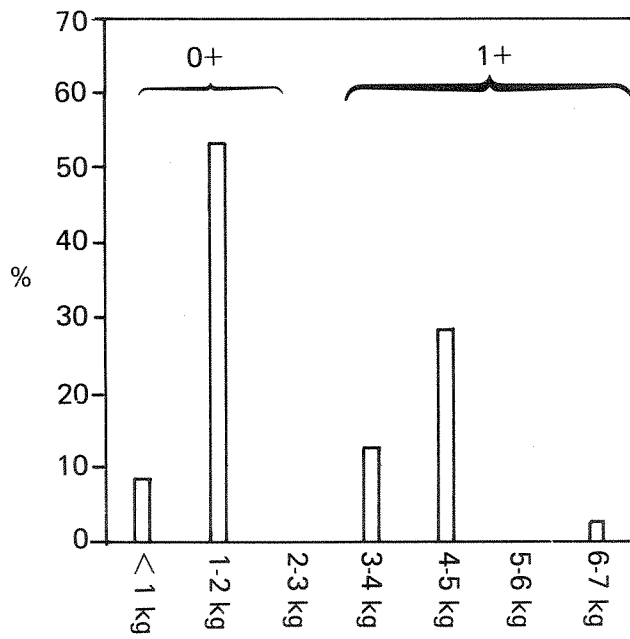


Fig. 4.15. Vektfordeling av død laks ved Jakta Fiskeoppdrett A/S i januar 1983. 0⁺: laks som er første vinter i sjø. 1⁺: laks som er annen vinter i sjø

ca. 60% på yngste og 40% på eldste årsklasse. Tilsvarende dødelighetsfordeling på Fyllingsnes Fisk A/S i mars var 27 : 73. Forskyvningene i tallforholdet i forhold til en 50 : 50 -fordeling skyldes først og fremst utslakting av fisk av eldste årsklasse.

På fiskeprøver innsendt til Statens Veterinære laboratorium i Bergen i samband med episoden i mars ble det bl.a. påvist slim- og bloddekte gjeller (Lisbet Holtet pers. medd.), noe som kan være forårsaket av osmotisk stress. Det ble ikke påvist sykdomsendringer eller sykdomsfremkallende bakterier i noen av de innsendte fiskeprøvene.

I forbindelse med episoden i mars -83 opplyser flere fiskeoppdrettere at sjøen var brunfarget og uklar. Enkelte oppdrettere observerte i tillegg brunt belegg på gjeller av død fisk.

Det ble ikke påvist mistenkelige brunalger i vannprøver innsendt til Statens Biologiske Stasjon, Flødevigen. Derimot inneholdt prøvene høye, men normale konsentrasjoner av den ufarlige kiselalgen Skeletonema costatum, som er vanlig i sjøen hver vår, og som utgjør en betydelig del av groen under våroppblomstringen i mars. Arten er aldri påvist å skape problemer for andre arter (Einar Dahl, pers. medd.).

Vannprøver som ble tatt i Lonevåg under episoden i mars, og innsendt til Fiskeridirektoratets Ernæringsinstitutt for kjemisk analyse viser høye konsentrasjoner av jern (tab. 4.7.). I "rent vann" vil slike konsentrasjoner medføre utfelling av 3-verdig jernhydroksyd ved de aktuelle pH-verdier. Høyt innhold av andre salter i de aktuelle prøvene vil trolig gi andre kjemiske kompleksdannelser i tillegg.

Tab. 4.7. Vannanalyser fra Lonevåg i samband med fiskedød i mars -83 (Ingard Lone pers. medd.).

Dyp (m)	S ^o /oo	pH	Al	Fe
0	12	8.02	110	90
0	10	7.62	86	70
2	22.5	8.06	26	130
5	32.5	7.93	14	160
8 - 9	33.0	7.85	120	190

Med de aktuelle jernkonsentrasjonene kan en ikke utelukke at utfelling av jernhydroksyd på fiskegjellene har vært medvirkende dødsårsak (okerkvelning), og årsak til brunt belegg på gjellene. Imidlertid var denne årsaken neppe avgjørende, da en i såfall også ville ha fått dødelighet av regnbueørret i de samme anleggene.

Dødeligheten ved anleggene falt i begge de beskrevne tilfeller sammen med raske fall i salinitet og temperatur i overflatelaget, og uten at det kunne påvises sykdomsendringer eller sykdomsfremkallende bakterier på død fisk. Derimot kan undersøkelse av gjellene på fisken tyde på at fisken har vært utsatt for osmotisk stress.

At dødelighet finner sted samtidig på flere anlegg i samme område gjør det nærliggende å anta at de beskrevne miljøendringene er primærårsak til dødeligheten.

Tilsvarende "miljøepisoder" opptrer årlig i forbindelse med vårflom i mai - juni og høstflom i september - oktober (jfr. fig. 4.13.), uten at dette medfører problemer i oppdrettsanleggene. Den vesentlige forskjellen mellom de beskrevne vinterepisodene og de mer normale vår- og høstepisodene ligger i vanntemperaturen. Vanntemperaturens betydning for laksens evne til å motstå endringer i saltholdighet er forholdsvis lite kjent. Det er sannsynlig at denne evnen øker innenfor laksens temperaturoptimumsområde (6 - 18°C) og avtar med avtakende temperatur under 6°C.

Laks som er tilpasset sjøvann (postsmolt) vil ha lettere for å klare endringer i retning av økt saltholdighet enn endringer som medfører lavere saltholdighet (Evans 1984).

For presmolt som gikk i mærer i sjøen ved Jakta Fiskeoppdrett ble det ikke registrert uvanlig dødelighet under de nevnte episodene. Denne fisken, som er tilpasset lave saltholdigheter (ferskvann), ser altså ut til å klare fallet i saltholdighet bra, men får derimot osmotiske problemer når saltholdigheten stiger over ca. 20‰ (jfr. kap. 4.4.3).

Vanntemperaturene i forbindelse med de beskrevne episodene lå mellom 5 og 3°C. Det er også viktig å merke seg at det parallelt med fall i saltholdighet skjer et fall i temperatur, noe som trolig forsterker stressvirkningen.

Det ble som nevnt ikke registrert uvanlig dødelighet på regnbueørret i de samme anleggene som hadde stor dødelighet av laks. Dette tyder på at regnbueørret kan være en mer euryhalin art enn laks (større toleranse overfor variasjoner i saltholdighet), og at regnbueørret derfor egner seg bedre som oppdrettsorganisme enn laks under de spesielle miljøforholdene i Osterfjorden og Sørfjorden.

4.5.2. Tiltak.

Tre av anleggene som ble rammet av dødelighet i mars 1983 lå den gang i innelukket farvann, det ene i et innelukket terskelområde ved Hjelmås (Lindås), mens to anlegg lå i indre del av Lonevåg. Oppumping av dypvann og bruk av strømsettere og flytting av anleggene ble forsøkt. Antagelig kom disse tiltakene for sent i gang til å ha noen effekt.

Som resultat av episoden ble anleggene flyttet til mer åpne lokaliteter. De fleste matfiskanleggene har tatt i bruk dypere mærer (7 m), mens det tidligere ble benyttet 4 - 5 m dype mærer. Hensikten med tiltaket er å gi fisken muligheter til å oppholde seg i det saltere og varmere vannet under det saltfattige og nedkjølte brakkvannslaget.

Av andre mulige løsninger kan nevnes:

Nedsenkbare mærer, oppumping av vann, bobleanlegg, strømsetter o.l (Aure 1978). Ennå er imidlertid en rekke praktiske sider ved disse tiltakende uløst.

Det vil også være av betydning å foreta en nærmere undersøkelse av hyppighet og lokale variasjoner av ferskvannsepisoder i vinterhalvåret. Bl.a. gir trolig lokale ferskvannskilder store lokale variasjoner som lett blir oversett i et mer generelt overvåkingsprogram (Gjerp m.fl. 1982). Bl.a. kan det slås fast at samtlige matfiskanlegg i Sørfjorden og Osterfjorden ligger nær munningen av større og mindre vassdrag, noe som trolig er av stor betydning for lokale variasjoner i saltholdighet og mektighet av brakkvannslaget.

I de senere år har utviklingen blant oppdretterne i området gått i retning av økt satsing på laks som opprettsfisk på bekostning av regnbueørret, noe som har klar sammenheng med prisforskjellen på de to artene. Ut fra det som er nevnt ovenfor er det likevel liten tvil om at oppdrett av regnbueørret medfører mindre risiko for tap av fisk under de spesielle miljøforhold som hersker i fjordområdet.

4.6. Miljøendringer av betydning for fiskeoppdrett.

4.6.1. Overflatelagets tykkelse, oppholdstid, saltholdighet og temperatur.

De viktigste hydrofysiske endringer som følge av en flytebro over Salhusfjorden vil finne sted i overflatelaget, og vil derfor ha betydning for matfiskeoppdrettet, som utnytter de øvre 4 - 7 m av vannsøylen. Nedenfor gjengis i korthet de forhold som gjør seg gjeldende i dag, samt hovedtrekkene i de endringer som kan tenkes å ha betydning for oppdrett av laks og regnbueørret. Gjengivelsen bygger i hovedsak på Gjerp m.fl. (1982).

Flytebroen kan betraktes som en stasjonær lense som vil demme opp for brakkvannsstrømmen ut fjorden. Det kan forventes en betydelig reduksjon i saltholdigheten og økning i tykkelsen av brakkvannslaget i forhold til nåværende situasjon. Disse endringene blir trolig mer markerte jo høyere vannføringen i nedslagsfeltet er, og relativt større ved svake enn ved sterke blandingsvinder.

Fig. 4.16 og 4.17 viser modellberegninger for brakkvannstykkelse og saltholdighet innenfor Salhus med og uten bru for en blandingsvind på 5 m/sek, som synes å være en typisk verdi for vinden i området.

Modellen antyder en fordobling av brakkvannslagets tykkelse (fra 2 til 4 m innenfor broen) for de fleste vannføringer ved en blandingsvind på 5m/sek. Virkningene blir mindre jo lenger inn i fjorden en kommer, men også i de indre partier vil det være en viss økning i tykkelsen. Det vil fortsatt være store lokale variasjoner i tykkelse og saltholdighet som følge av lokale ferskvannsutslipp.

Beregninger antyder en forlengelse av brakkvannslagets oppholdstid på mellom 40 og 100%. Endringene i saltholdighet vil være relativt beskjedne innerst i fjorden, men øker utover, med en gjennomsnittlig reduksjon på opptil omkr. 1^o/oo.

Økt oppholdstid vil redusere medrivningen av det saltene dypvannslaget og gi en skarpere skiktning mellom overflate- og dypvannslag.

Mer markert skiktning mellom overflatelag og dypvannslag kan tenkes å

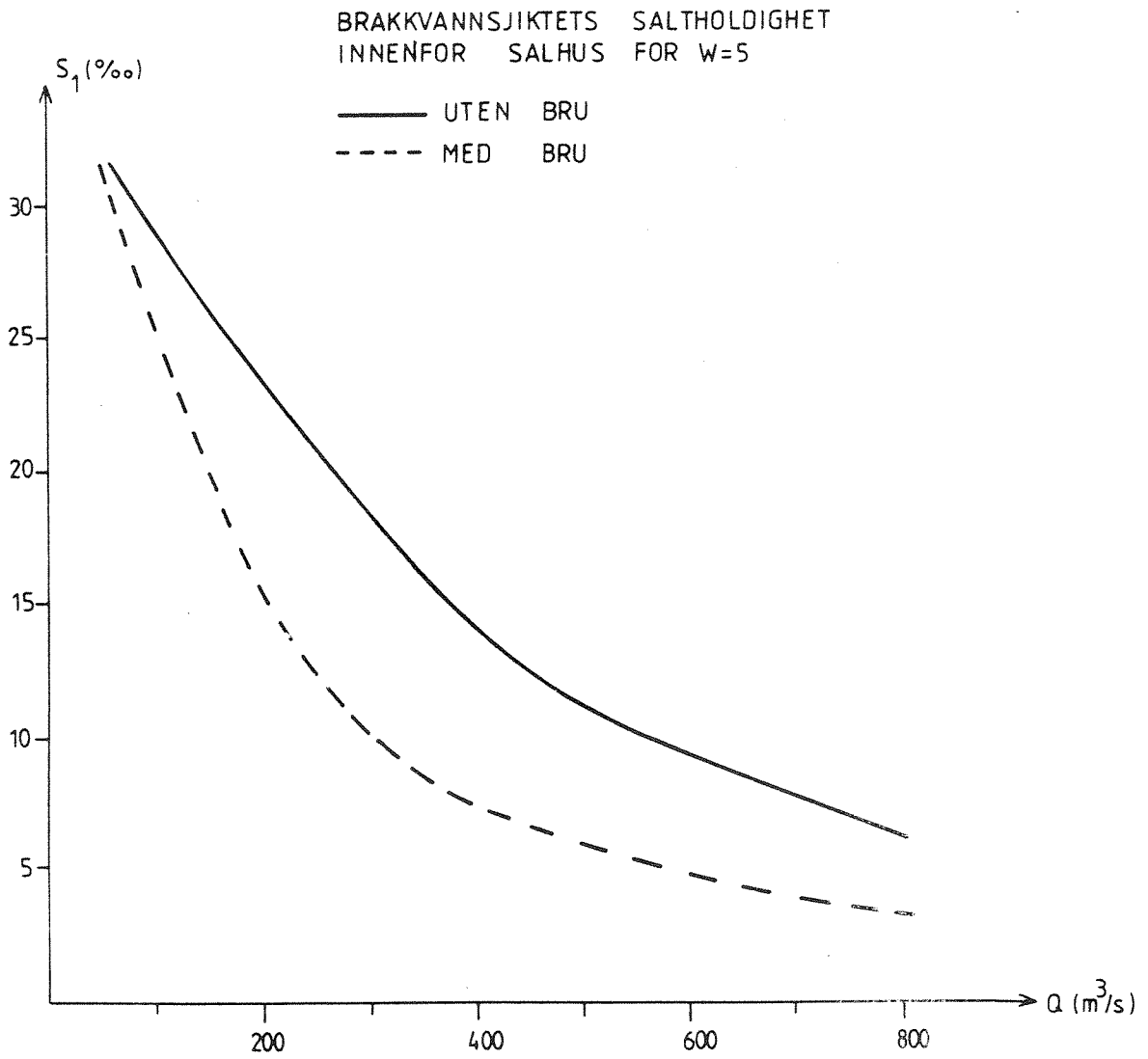


Fig. 4.16. Brakkvannslagets saltholdighet med og uten bro for en blandingsvind $W = 5m/s$ (etter Gjerp m.fl. 1982).

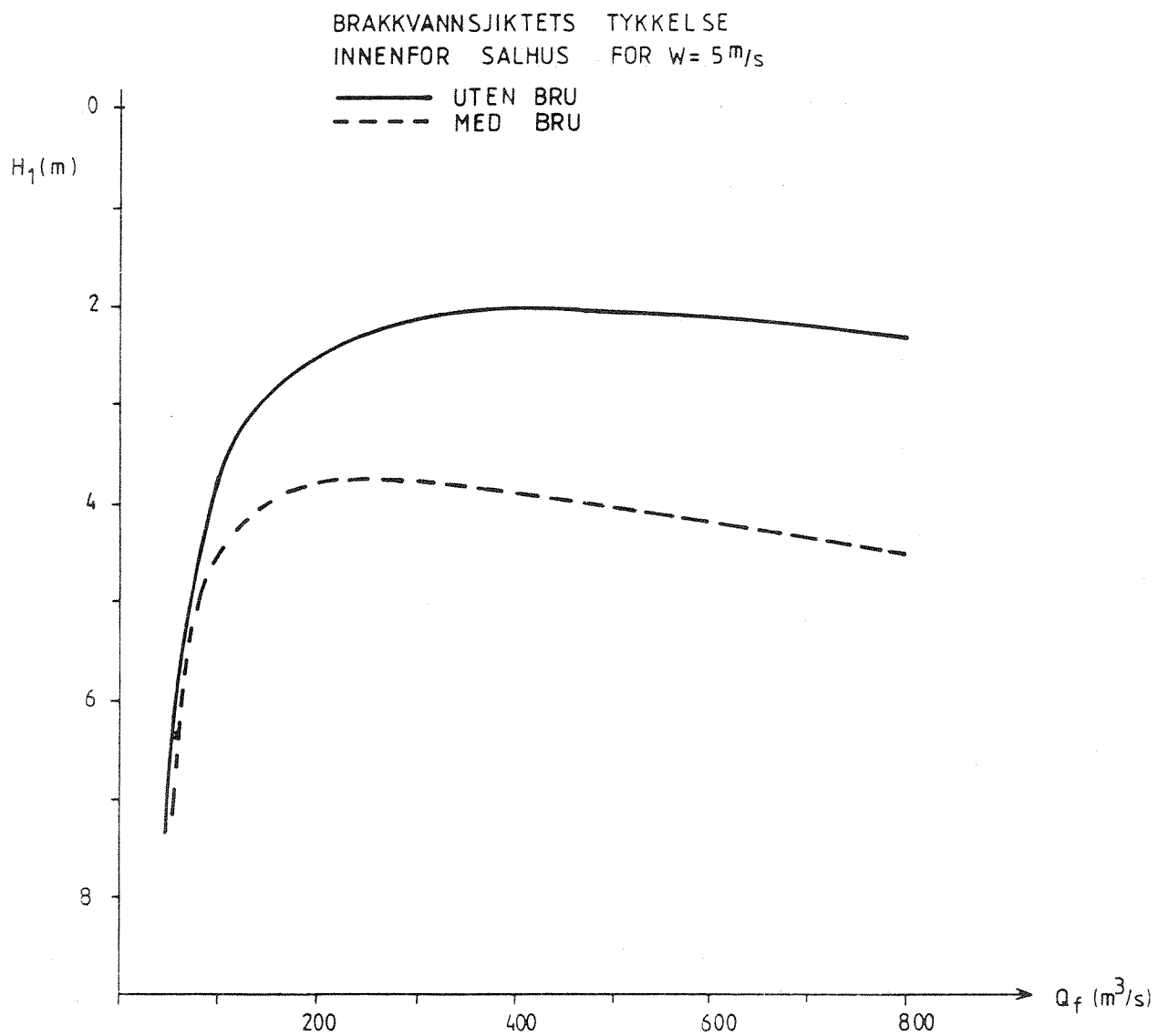


Fig. 4.17. Brakkvannslagetets tykkelse innenfor Salhus med og uten bro for en blandingsvind $W = 5 \text{ m/s}$ (etter Gjerp m.fl. 1982).

virke som en "falsk bunn", som i ugunstige situasjoner med lite vind og høy fôringsintensitet kan gi oksygensvikt i eller under oppdrettsmærene.

Bortsett fra dette vil den forutsatte økningen i overflatelagets tykkelse og reduksjonen i saltholdighet isolert sett neppe være av stor betydning for fiskeoppdrett. Imidlertid vil dette kunne forverre situasjonen i samband med ferskvannsepisoder av den typen som er beskrevet ovenfor. Hyppigheten av slike episoder er bestemt av meteorologiske forhold og av reguleringsforhold i vassdragene, og vil ikke bli påvirket av broen. På grunn av et mektigere overflatelag vil episodene trolig få virkning dypere ned i vannmassene. Økt oppholdstid vil medføre en lengre varighet av episodene. Lavere utgangssaltholdighet og økt oppholdstid kan også medføre noe lavere saltholdighetsverdier i overflatelaget i forbindelse med flommer i nedslagsfeltet.

Alt i alt må en regne med at ferskvannsepisodene om vinteren vil få en alvorligere karakter som følge av flytebroen, med en negativ virkning for matfiskoppdrettsnæringen.

For settefisknæringen vil endringene trolig slå ut i gunstig retning, idet et mektigere brakkvannslag med noe lavere saltholdigheter vil redusere risikoen ved å overvintre presmolt i mærer i sjøen (jfr. kap. 4.4.3.).

4.6.2. Isforhold.

Islegging er sjelden forårsaket av en total nedkjøling av hele brakkvannslaget, men skyldes derimot ofte dannelse av et trelagssystem som følge av nedbør eller lokale ferskvannskilder. Beregninger antyder at flytebroen vil medføre en betydelig økning av oppholdstiden på overflatelaget, spesielt ved lave vindhastigheter (Gjerp m. fl. 1982). Det antydes at faren for isdannelse blir opp mot fordoblet i forhold til nåværende situasjon, med økninger på anslagsvis 50 - 100% både med hensyn til hyppighet og utbredelse (Rye og Horjen 1985).

Flytebroen vil virke som en lense for drivis, og bidra til å forverre isforholdene i de ytre deler av fjordsystemet i forhold til dagens situasjon.

I den noe saltere Osterfjorden vil trolig virkningene i form av økt islegging om vinteren bli noe mindre enn for Sørfjorden, der særlig fiskeoppdrettsanleggene ved Vaksdal og Trengereid må forventes å få en forverret situasjon i forhold til i dag. Som følge av hyppigere islegging og økt utbredelse av isdekket vil drivis bli et langt mer alvorlig og påtrengende problem for oppdrettsnæringen, særlig i de sist nevnte områdene.

4.6.3. Behov for undersøkelser.

Ovenfor har vi pekt på en del av de problemer fiskeoppdrettsnæringen i Osterfjorden og Sørfjorden står overfor i dag, og hvordan disse problemene kan tenkes å slå ut dersom den planlagte flytebroen over Salhusfjorden blir bygget.

Følgende åpne spørsmål gjenstår å besvare gjennom undersøkelser:

- Hyppighet og varighet av kritiske ferskvannsepisoder. Herunder endringer i varighet, saltholdighet og temperatur som følge av flytebro. Effekten av flere påfølgende episoder.
- Lokale variasjoner i salinitet og brakkvannstykkelse ved de enkelte fiskeoppdrettsanlegg som følge av lokale ferskvannsutslipp.
- Undersøkelser av de fysiologiske tilpasninger hos laks og regnbueørret til denne typen miljøendringer. Herunder undersøkelse av subletale effekter.
- Undersøkelse av kjemiske reaksjoner i blandingsskiktet mellom ferskt og salt vann. Herunder letale og subletale effekter på fisk av metallutfellinger.
- Iverksetting av et overvåkingsprogram som gjør det mulig å sammenlikne situasjonen før og etter at en eventuell flytebro er bygget.

På tiltakssiden vil utviklingsarbeid på følgende områder være av særlig betydning:

- Nedsenkbare anlegg (drivis, ferskvann)
- Teknologi for utnytting av dypvann for å motvirke ferskvannsepisoder (saltholdighet, temperatur).

4.7. Vurdering av økonomiske konsekvenser for matfiskoppdrett.

Det er ikke mulig å gi noe eksakt svar på hva de forutsatte endringene i brakkvannssituasjonen vil medføre av økonomiske konsekvenser for matfiskoppdrettet. Til en viss grad vil dette være et spørsmål om utvikling og iverksetting av teknologiske tiltak.

Da vi heller ikke vet noe om hyppigheten av de kritiske situasjonene som er beskrevet ovenfor, vil anslag av økonomiske tap i stor grad bygge på gjetting, både når det gjelder dagens situasjon, og i enda større grad for en situasjon med flytebro.

Tab. 4.8. angir tapsstørrelser og tapsverdier som ligger innenfor det en med rimelighet kan anta at en ferskvannsepisode pr. år vil kunne påføre lakseoppdrettet innenfor Salhus. Tabellen tar utgangspunkt i et utsettingstall på 300.000 laksesmolt pr. år, et utsettingstall som står i rimelig forhold til det totale konsesjonsvolumet i sjø etter 1984 (57.000 m³). Tabellen er satt opp for å antyde hvilke tapsverdier det kan være snakk om, og kan ikke nyttes som noen prognose for tilstanden med og uten flytebro.

Tab. 4.8. Produksjonstap og tapsverdi ut fra en kg pris på slaktefisk på kr 40,-, slaktevekt 4 kg, utsetting av 300.000 settefisk pr. år, og tap av henholdsvis 5, 10 og 20% pr. år av hver årsklasse av laks.

	5% tap	10% tap	20% tap
Årskl. 1	15.000	30.000	60.000
" 2	14.000	28.000	56.000
Produksjonstap stk.	29.000	58.000	116.000
Produksjonstap tonn	116	232	464
Tapt produksjonsverdi mill. kr	4.6	9.3	18.5
Produksjonsverdi mill. kr	41.0	36.3	27.1

Dersom en tenker seg oppdrettsvolumet nytt til regnbueørret istedenfor laks, vil tapsrisikoen bli betydelig redusert (jfr. kap. 4.5.2). I tillegg ville man trolig kunne øke produksjonen pr. vol.enhet noe sammenlignet med laks.

En årsproduksjon på 1.500 tonn (ca. 25 kg/m³) med en kg pris på kr 25,- ville gi en produksjonsverdi på 37.5 mill. kr pr. år.

Vurdert ut fra produksjonsverdi vil det svare seg å gå over til produksjon av regnbueørret dersom dødelighetsraten på laks kommer opp mot 10% pr. år (jfr. tab. 4.8).

For de to anleggene ved Trengereid og Vaksdal vil man i tillegg til episodeproblemer stå overfor en økt havaririsiko som følge av drivisproblemer. Hyppigere islegging vil i tillegg gi økt slitasje på sjøanlegg og utstyr og skape større problemer for driften av anleggene om vinteren. Et totalhavari for disse to anleggene vil i verste fall bety produksjonstap av to årganger av laks på tilsammen omkr. 420 tonn til en potensiell salgsverdi på omkr. 16.8 mill kr. I tillegg kommer tap og skader på utstyr.

4.8. Vurdering av en del marine arter i akvakultur.

4.8.1. Blåskjell.

Det foregår i dag ikke dyrking av skjell i kommersiell skala i Osterfjorden/Sørfjorden-området. Imidlertid gjennomførte Havforskningsinstituttet en undersøkelse av yngelavsetning og første vekst hos blåskjell på tre lokaliteter i området i 1982 (Aase og Bjercknes 1984).

Ved Valestrandsfossen ble det påvist meget gode yngelavsetninger ned til 3.5 m, mens det ved Trengereid bare var yngelavsetning i dybdeintervallet 1.5 - 3.0 m. Her var yngelavsetningen god, men tilveksten dårlig sammenlignet med Valestrandsfossen og Hosanger.

Avsetningsdyp ved Trengereid avspeiler trolig de skarpe gradientene i saltholdighet og temperatur (tab. 4.9). Tilvekst og avsetningsdyp ved Trengereid indikerer de endringer som kan forventes i fjordområdet etter bygging av en evt. flytebro over Salhusfjorden (Gjerp m.fl. 1982).

Ut fra ovennevnte undersøkelse er det grunn til å betrakte de ytre delene av Osterfjorden og Sørfjorden som velegnet for dyrking av blåskjell i dag. Økningen i brakkvannslagets tykkelse sammen med økt oppholdstid (reduert strømhastighet) vil gjøre området mindre egnet dersom det bygges flytebro.

Tab. 4.9. Temperatur og saltholdighet på ulike dyp ved utsetting og opptak av blåskjellsamlere på 3 lokaliteter innenfor Salhus i 1982 (Etter Aase og Bjerknes 1984).

Lokalitet	Dyp (m)	Måledato	T°C	S‰	Måledato	T°C	S‰
Trengreid	0	8 juni	15,3	5,1	28 sep	11,2	12,3
	1		15,0	5,7		11,7	17,0
	3		13,8	6,8		11,8	20,5
	5		12,2	13,9		12,6	28,1
	10		10,9	27,6		12,7	29,1
Valestrandsfossen	0	8 juni	15,0	7,0	28 sep	12,2	24,2
	1		14,7	-		12,2	24,4
	3		14,8	7,3		12,2	25,3
	5		11,3	29,0		12,2	26,2
	10		10,7	29,9		12,5	28,0
Hosanger	0	8 juni	17,6	7,5	28 sep	11,2	12,3
	1		17,5	7,0		11,7	17,0
	3		17,2	17,5		11,8	20,5
	5		10,0	28,0		12,6	28,1
	10		8,6	31,4		12,7	29,1

4.8.2. Østers.

Europeisk flatøsters krever optimalsaltholdigheter over 25 ‰ (Braaten 1985), og er i tillegg følsom overfor store variasjoner i saltholdigheten (Bjerknes, unpubl.). Området innenfor Salhus er på denne bakgrunn trolig lite aktuelt for kommersielt oppdrett av østers i dagens situasjon.

4.8.3. Marine fiskeslag.

Det er lite kjent hvordan marine fisk klarer seg i opprett under de forhold som er beskrevet ovenfor. Det er grunn til å anta at de endringene den planlagte flytebroen vil påføre fjordsystemet vil virke i ugunstig retning for marin fisk i fangenskap i overflatelaget, på liknende måte som beskrevet for laks.

Osterfjorden/Sørfjorden er et innelukket fjordområde med smal åpning og har kvaliteter som gjør området egnet for ekstensivt oppdrett av marine fiskearter (kulturbetinget fiske basert på småfisk-utsetting). Trolig vil bunnfiskartene torsk og evt. kveite i første omgang være de mest aktuelle for denne type virksomhet. Havforskningsinstituttet (1983) regner ikke med at bunnfisk vil bli påvirket av en eventuell flytebro.

5. LITTERATUR.

- Aure, J. 1978: Kan varmtvannet i "vannregulerte" fjorder utnyttet i oppdrettssammenheng? Norsk Fiskeoppdrett, 3 (5): 15-16.
- . 1981. Akvakultur i Hordaland. Kartlegging av høvelige lokaliteter for fiskeoppdrett. Fisken og Havet Ser. B, 1981 (3): 1-128.
- Bellair, J.T., Parr-Smith, G.A. and Wallis, I.G. 1977. Significance of diurnal variations in fecal coliform die-off rates in the design of ocean outfalls. Journ. WPCF, 49, pp. 2022 -2030, 1977.
- Bergheim, A., Sivertsen, A. & Selmer-Olsen, A.R. 1982. Estimated pollution loadings from norwegian fish farms. I. Investigations 1978 - 1979. Aquaculture, 28, 347 - 361.
- Bjerknes, V. & Waatevik, E. 1984. Fiskeribiologiske granskingar av Østerbø-Mjølsvik-Ortnevasstraga. A.S. Akva Plan - rapport 107/83, Bergen: 1 - 49. .
- Brett, J.R. & Groves, T.D.D. 1979. Physiological energetics. s. 279 - 352 i Hoar, W.S., Randall, D.J. & Brett, J.R. (red.). Fish physiology volume VIII. Academic Press, New York, San Francisco, London.
- Braaten, B. 1985. Aktuelle organismer i akvakultur. Hvilke kriterier legges til grunn for vurderingen av hvor aktuelle de forskjellige organismer er? Foredrag ved seminar om akvakultur - bioteknologi, Stavanger 3 - 5/6 1985. NIF/Rogaland Distriktshøgskole.
- Braaten, B. og Sætre, R. 1973. Oppdrett av laksefisk i norske kystfarvarvann. Miljø og anleggstyper. Fisken og Havet Ser. B, 1975 (9): 1 - 94.
- Eisler, R.₂⁺ & Hennekey, R.J. 1977. Acute toxicities of Cd²⁺, Cr⁺⁶, Hg²⁺, Ni²⁺ and Zn²⁺ to estuarine macrofauna. Arch. Environm. Contam. Toxicol. 6, 315 - 323.
- EPA 1976. Quality criteria for water. U.S. Environmental protection agency, Washington D.C. 20460.
- Ervik, A., Fosshagen, A. & Opstad, I. 1982. Bru over Salhusfjorden. Biologiske undersøkelser i forbindelse med flytebru over Salhusfjorden. Rapport RA 0014-53, Statens Vegvesen, Hordaland: 1 - 107.
- Evans, D.H. 1984. The roles of gill permeability and transport mechanisms in euryhalinity. Pp. 239 - 283 in: Hoar, W.S., Randall, D.J. & Brett, J.R. (red.). Fish Physiology Vol. XB. Academic Press, New York, San Fransisco, London.
- Fiskeridepartementet, 1985. Akvakultur i Norge. Status og framtidsutsikter. Fiskeridepartementet 18. januar 1985 : 1 - 265.
- Gjerp, S.A., Eidnes, G. & Berge, F.S. 1982. Flytebru over Salhusfjorden. Vurdering av flytebruas innvirkning på det marinfysiske miljøet i fjordene innenfor brua. Rapport nr. 2 82 083 Norges hydrodynamiske laboratorier. Trondheim: 1 - 147.
- Gaarder, T. 1916. De vestlandske fjorders hydrografi. II Die Hydroxylzahl des Meereswassers. - Bergens Museums Aarbok 1916 - 1917. Naturvitsk. række nr. 3, 1 - 115.

- Hamilton-Taylor, J., 1974. The geochemistry of fjords of south-west Norway. Ph.D-thesis, Univ. of Edinburgh. 130 pp. Stensil.
- Havforskningsinstituttet, 1983. Mulige effekter av en flytebro over Salhusfjorden på fisket og fiskeressursene i Sørfjorden og Osterfjorden. Brev til Statens Vegvesen datert 14/3-1983.
- Johannesen, A. 1974. Lakselus. Fisken og Havet Ser. B, 1974 (2): 21 - 33.
- Kirkerud, L.A. 1983. Flytebru over Salhusfjorden. Marin-økologiske konsekvenser for de innenforliggende fjordområder. 0-81079, Norsk institutt for vannforskning, Oslo 1:22.
- Kirkerud, L. og Magnusson (1976). Fiskedød i Oslofjorden 1976. s. 43 - 47 i Pedersen, K. (red.). Norsk institutt for vannforskning 1976 (årbok). Oslo.
- Magnusson, J. 1980. Bolstadfjorden. En vurdering av vassdragsregulerings innflytelse på fjordens hydrografi. O-76088, Norsk institutt for vannforskning, Oslo. : 1-26.
- Mearns, A.J. & Young, D.R. 1977. Chromium in the Southern California Marine environment. Pp. 125 - 142 in Giam, L.S. (ed.). Pollutant effects on marine organisms. Lexington Books, B.C. Heath & Company Lexington. Mass.
- Nordgaard, O. 1906. Geomorfologiske og marinbiologiske undersøkelser i og omkring Osterfjorden, Hordaland. - Hovedfagsoppgave. Univ. i Bergen, Bergen.
- NTNF, 1985. Å dyrke havet. Perspektivanalyse for norsk havbruk. NTNF 13. mai 1985: 1 - 203.
- Ormerod, K.S. & Molvær, J. 1983. Vurdering av rensekrav for utslipp av kommunalt avløpsvann til sjøresipienter. Rapport 6: Hygieniske effekter. O-81006, Norsk institutt for vannforskning, Oslo: 1 - 43.
- Reish, D.J. Effects of chromium on the life history of Capitella capitata (Annelida: Polychaeta). p. 199 - 207, in: Vernberg, F.J., Calabrese, A., Thurberg, F.P. and Vernberg, W.B., (eds.). Physiological responses of marine biota to pollutants: procs of a symp., Connecticut, November, 1975. Academic Press, 1977.
- Rye, H. & Horjen, I. 1985. Flytebru over Salhusfjorden. Vurdering av isforhold. NHL-rapport, unummerert: 1 - 15 + vedlegg.
- Saunders, R.L., Muise, B.C. & Henderson, E.B., 1975. Mortality of salmonids cultured at low temperature in sea. Aquaculture, 5: 243 - 252.
- Stigebrandt, A.T., 1975: Stasjonær två-lagerstrømning i Estuarier. Vassdrags- og Havnelaboratoriet, Trondheim.
- Strøm, K.M., 1936: Land-locked waters . Hydrography and bottom deposits in badly ventilated Norwegian fjords with remarks upon sedimentation under anaerobic conditions. Skr. Norske Vidensk. Akad., Oslo.
- Aase, H. & Bjerknes, V. 1984. Dyrking av muslinger på Vestlandet. Faglig sluttrapport. Fisken og Havet Ser. B, 1984 (2): 1 - 79.