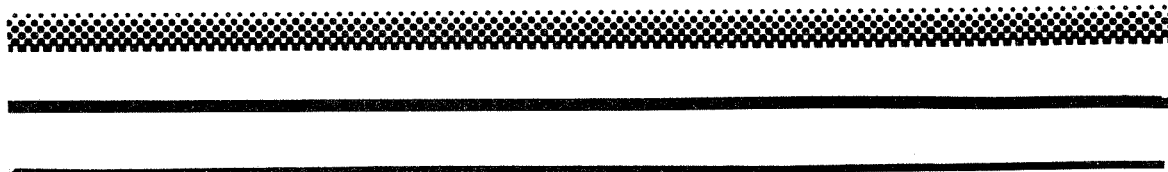


OP-2058

O-87110

**Utslepp av avlaupsvatn frå
Barlindbotn Settefiskanlegg
til Botnavika.**

Vurdering av miljøkonsekvensar.



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

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

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

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752

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

Prosjektnr.: O-87110
Undernummer:
Løpenummer: 2058
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Utslepp av avlaupsvatn frå Barlindbotn Settefisk- anlegg til Botnavika. Vurdering av miljøkonsekvensar.	Dato: NOV. - 1987
Forfatter (e): Lars G. Golmen	Prosjektnummer: O-87110
	Faggruppe: Akvakultur
	Geografisk område: Sogn og Fjd.
	Antall sider (inkl. bilag): 27

Oppdragsgiver: Inge Vassbotten, 6940 Eikefjord	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt:

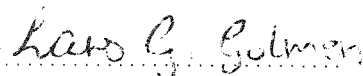
Det er foreteke enkle målingar i Botnavika og Eikefjorden i Sogn og Fjordane, i samband med planer om etablering av eit settefiskanlegg inst i Botnavika. Målingane tyder på tilfredstillande sirkulasjon mellom Botnavika og Eikefjorden. Vassprøvene indikerte liten til middels belastning i begge områda. Botnsediment i djupaste Botnavika har høgt organisk innhald. Det er tilrådd at avlaupsvatnet frå settefiskanlegget blir leidd ut i Botnavika til ca. 25-30 meters djup, forutsatt optimal reinsing. Vasskvalitet og sediment i Botnavika og Eikefjorden bør overvakast.

- 4 emneord, norske:
1. Akvakultur
 2. Eutrofiering
 3. Settefiskanlegg
 4. Fjordsirkulasjon

- 4 emneord, engelske:
- 1.
 - 2.
 - 3.
 - 4.


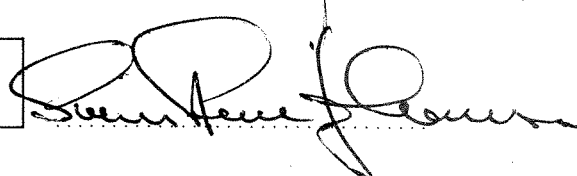
Prosjektleder:

For administrasjonen:



Lars G. Golmen
NIVA Vestlandsavd.

ISBN - 82-577-1316-3

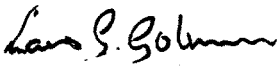





**Utslepp av avlaupsvatn frå
Barlindbotn Settefiskanlegg
til Botnavika.**

Vurdering av miljøkonsekvensar.

Oppdragsgjevar: Inge Vassbøtten
6940 Eikefjord


Prosjektansvarleg: Lars G. Golmen

1.	SAMANDRAG OG KONKLUSJONAR.	4
2.	INNLEIING.	5
2.1.	Synfaring og datainnsamling.	7
3.	GEOGRAFI, TOPOGRAFI.	7
4.	LITT OM VASSUTSKIFTING I FJORDAR.	8
5.	PRESENTASJON AV DATAMATERIALET.	9
5.1.	Hydrografi.	9
5.2.	Oksygen.	9
5.3.	Næringssalt m.m.	14
5.4.	Siktedjup.	15
5.5.	Straumkors.	15
5.6.	Sedimentprøver.	16
6.	UTSKIFTINGSTILHØVA I BOTNAVIKA.	19
7.	BELASTNING FRÅ SETJEFISKANLEGGET.	20
8.	EFFEKT AV UTSLEPP I BOTNAVIKA.	23
9.	KONKLUSJONAR OG SAMANDRAG.	24
	REFERANSAR	26

FIGURLISTE

Figur 1.	Utsnitt av sjøkart nr. 27, som syner Botnavika og Eikefjord, samt posisjon for hydrografistasjon B og E 3/7 1987.	6
Figur 2a.	Observervert vertikalfordeling av salinitet (SAL), temperatur (TEM) og densitet (SGM) i Botnavika 3/7 1987.	10
Figur 2b.	Som fig. 2a, men for stasjon E, Eikefjord.	11
Figur 3a, b.	Observervert vertikalfordeling av oksygeninnhold (ml/l) i Botnavika (B) og Eikefjord (E) 3/7 1987.	13
Figur 4.	Indikasjon av utsettingsposisjon (°) og opptaksposisjon (+) for straumkorsa 3/7 1987.	16
Figur 5.	Kornfordelingskurve for sedimentprøve frå stasjon B. Fordeling for kornstorleiker under 63μ er ikke tatt med.	17
Figur 6.	Empirisk relasjon mellom målt glødetap og TOC i ulike prøver. Berekna regresjonskurve er innteikna. Kjelde: K. Sørgaard, NIVA, Vestlandsavd., Bergen.	18
Figur 7.	T-S diagram, med innteikna iso-linjer for sjøvatnets densitet (1000 kg/m^3 , 1005 kg/m^3 etc.). T-S karakteristik for utsleppsvatnet sommar og vinter er antyda. Vidare er T-S observasjonen for B innteikna. Nederst til høgre er det sannsynlege T-S området for vintervatnet i Botnavika innteikna.	22
Figur 8.	Firkanten indikerer anbefalt posisjon for utsleppet.	24

TABELLISTE

Tabell 1.	Næringssalt m.m. i vassprøver frå Botnavika og Eikefjord 3/7-1987.	14
Tabell 2.	Straumkorsobservasjonar Eikefjord 3/7 1987.	16
Tabell 3.	Analyseresultat av sedimentprøva på stasjon B.	18
Tabell 4.	Forureining frå settefiskanlegg med årsproduksjon 20 tonn, samt estimert reinsingseffekt ved bruk av triangelfilter.	20

VEDLEGG.

Vedlegg 1. Liste over observert fordeling av TEMperatur, SALinitet og tettleik (SIGMA-T) som funksjon av djupet (MEANPR) i meter.

VURDERING AV UTSLEPP FRÅ BARLINDBOTN SETTEFISK, EIKEFJORD I SOGN OG FJORDANE.

1. SAMANDRAG OG KONKLUSJONAR.

Det er planar om etablering av eit setjefiskanlegg inst i Botnavika i Eikefjord i Sogn og Fjordane. Det er søkt om utsleppsløyve tilsvarande produksjon av 800,000 smolt pr. år. I samband med vurdering av effekten av eit eventuelt utslepp, foretok NIVA i juli 1987 ei synfaring med avgrensa prøvetaking i Botnavika og den tilstøytande Eikefjorden. Det blei tatt prøver av sediment og sjøvatn. Det blei målt vertikalfordeling av salinitet, temperatur og oksygeninnhald. Ved hjelp av straumkors blei det gjort enkle straummålingar.

Dei hydrografiske målingane synte i store trekk same lagdeling og struktur i og utanfor Botnavika. Dette tyder på god kommunikasjon (sirkulasjon) mellom Botnavika og Eikefjord.

Oksygenverdiane var litt lågare i djupvatnet i Botnavika i høve til tilsvarande djup i Eikefjord (4.6 ml/l og 5.2 ml/l). Desse verdiane var ikkje kritisk låge. Truleg vil oksygeninnhaldet vise lågare verdiar seinare på året i begge områda.

Næringssaltverdiane i øvre lag synte synte verdiar som er representative for ein lett til middels belasta resipient. Sedimentprøva fr å djuphola i Botnavika synte relativt høge verdiar av Tot-N og TOC (samt glødetap).

Utslepp frå eit setjefiskanlegg tilsvarande ein årsproduksjon på 800,000 smolt til Botnavika, vil truleg ikkje bidra vesentleg til den organiske belastninga, forutsatt reinsing og leing av avlaupsvatnet til 25-30 meters djup gjennom ei minst 400 meter lang leidning.

Botnavika som resipient må sjåast i samanhang med Eikefjorden sin totale resipientkapasitet. Vasskvalitet og sedimentering bør overvakast i begge desse områda. Det bør takast sedimentprøver frå områder over terskeldjup i Botnavika.

2. INNLEIING.

Barlindbotn Settefisk i Eikefjord, Sogn og Fjordane (fig. 1) har på visse vilkår fått løyve til å sleppe ut avlaupsvatn frå produksjon av inntil 800.000 smolt pr. år. Fylkesmannen i Sogn og Fjordane har i sine vilkår sett påbod om reinsing av avlaupsvatnet, samt legging av vassleidning slik at avlaupsvatnet blir ført ut av sjølve Botnavika. Dette har samband med at Botnavika er ansett for å ha avgrensa kapasitet til å motta nye utslepp. Til området med Botnavika er det også knytt ein del friluftsiiter, med m.a. hytter.

Legging av ei 1.5 - 2 km lang avlaupsleidning for å få avlaupsvatnet ut av Botnavika, vil medføre store kostnader, både i investeringar og drift (pumper). Desse kostnadane kan bli så store at settefiskanlegget ikkje vil bere seg økonomisk.

Av Barlindbotn Settefisk, ved Inge Vassbotten, blei NIVA Vestlandsavdelinga i mai 1987 forespurd om å lage ei utgreiing om miljøkonsekvensane ved eit (neddykka) utslepp av avlaupsvatn inne i sjølve Botnavika. Denne rapporten er basert på teoretiske vurderingar samt på data frå vassprøver innsamla under ei synfaring i det aktuelle området 3. juli 1987. Hovudinnhaldet av rapporten er tidlegare presentert i eit notat av 17/9 d.å. Notatet har vore framlagt for oppdragsgjevaren, og for miljøvernavdelinga ved fylkesmannen i Sogn og Fjordane.

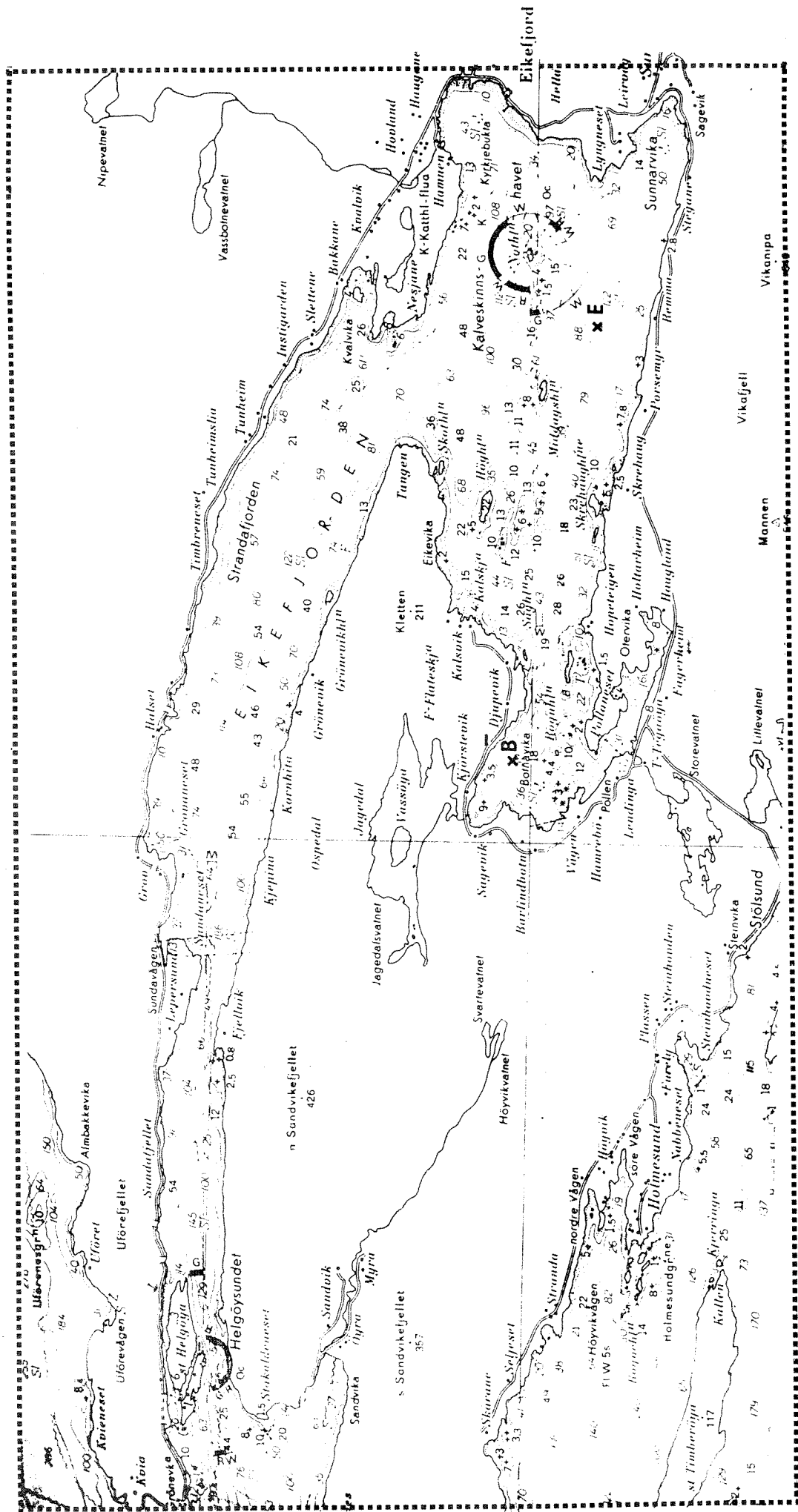


Fig. 1. Utsnitt av sjøkart nr. 27, som syner Botnavika og Eikefjord, samt posisjon for hydrografistasjon B og E 3/7 1987.

2.1. Synfaring og datainnsamling.

Under synfaringa 3. juli 1987 blei det i avgrensa omfang foretatt målingar, og samla inn vassprøver på to stasjonar. Stasjon B (fig. 1) var i djupaste delen av Botnavika. Stasjon E var lenger aust i den djupare delen av indre Eikefjord. På begge stasjonane blei det målt vertikal fordeling av salinitet og temperatur med saliterm-sonde. Ved hjelp av oksygen-sonde blei det målt vertikal fordeling av oksygeninnhald i sjøvatnet på dei to stasjonane.

Ved hjelp av vannhentar blei det tatt opp sjøvassprøver med tanke på analyse av næringssaltinnhald m.m. På stasjonen i Botnavika blei det tatt prøve av sedimentet ved hjelp av ein Peterson grabb. Sedimentprøven blei dels visuelt bedømt, og seinare analysert i laboratorium.

Det blei også freista foretatt nokre enkle straumkorsmålingar, samt målingar av siktedjup.

3. GEOGRAFI, TOPOGRAFI.

Botnavika munnar ut i Eikefjorden over ein relativt slakk og lang terskel med minste djup rundt 30 meter (eksakt terskeldjup vanskeleg å anslå ut frå sjøkart). Største djup inne i Botnavika er 59 meter. Overflatearealet er om lag 1 km².

Eikefjorden har stort sett aust-vest lengderetning, men med ei utviding og vestoverretta forgreining (mot Botnavika) i enden. Eikefjorden har fleire djupholer, med djupder mellom 100 og 120 meter. I området rett utanfor Botnavika er det djupder ned mot 50 meter, med relativt lite markert terskel austover. Dette område har også ein del øyer og grunne område (fig. 1).

Eikefjorden munnar ut i den djupe Solheimsfjorden over eit smalt, og omlag 50 meter djupt terskelområde (Helgøysundet).

4. LITT OM VASSUTSKIFTING I FJORDAR.

Tilstrekkeleg vassutskifting er eit vilkår for å oppretthalde god vasskvalitet i ein fjord. Generelt sett bidrar lokal vind, tidevatn og ferskvassavrenning til vassutskiftinga. Faktorar som vind, straumtilhøve og sjiktningstilhøve i området utanfor fjorden vil også påvirke utskiftinga inne i fjorden.

Sjiktningstilhøva inne i fjorden er avgjerande for kor djupt utskiftinga når. Tersklar dannar effektive barrierer for djupvassutskiftinga. Djupvatn som ligg "bak" ein terskel, vil ofte vere stagnant i lengre perioder, med kun langsam vertikal diffusjon som fornyande faktor. Varigheita av perioden med stagnant botnvatn avheng av ei rad faktorar. Ofte opplever ein ei årleg utskifting i samband med innstrøyming av tungt kystvatn, som trengjer inn over fjordterskelen, og fortrengjer det gamle botnvatnet. Dersom det ikkje er for djupt vil episoder med kraftig vind eller kraftig ferskvassavrenning kunne føre til djupvassutskifting.

Mens djupvassutskiftinga oftast har episode-preg, vil utskiftinga av dei øvre vasslag (over terskeldjup) vere meir kontinuerleg, og stort sett dreven av dei same krefter som blei nemnt innleiingsvis.

Utskiftingsraten som må til for å oppretthalde tilstrekkeleg god vasskvalitet, er avhengig av biologisk og organisk belastning. Den naturlege belastninga (biomasse produksjon) er størst i sommarhalvåret. God vassutskifting i denne perioden er derfor viktig i relasjon til den naturlege belastninga. Tilførselar av organisk og kjemisk materiale frå busetnad, industri, oppdrett m.m. vil oftast vere meir

jamt fordelt over året. For å unngå for stor lokal akkumulering av slikt materiale, må ein setje tilstrekkelige krav til utskiftinga også om vinteren. I denne perioden kan tilhøve som islegging dempe den vind-drevne utskiftinga.

5. PRESENTASJON AV DATAMATERIALET.

5.1. Hydrografi.

Figur 2a og 2b syner observert vertikalfordeling av salinitet og temperatur, samt densitet (tettleik) for sjøvatnet på h.h.v. stasjon B (Botnavika) og stasjon E (Eikefjord). Sjølve talverdiane er tabellerte i vedlegg 1.

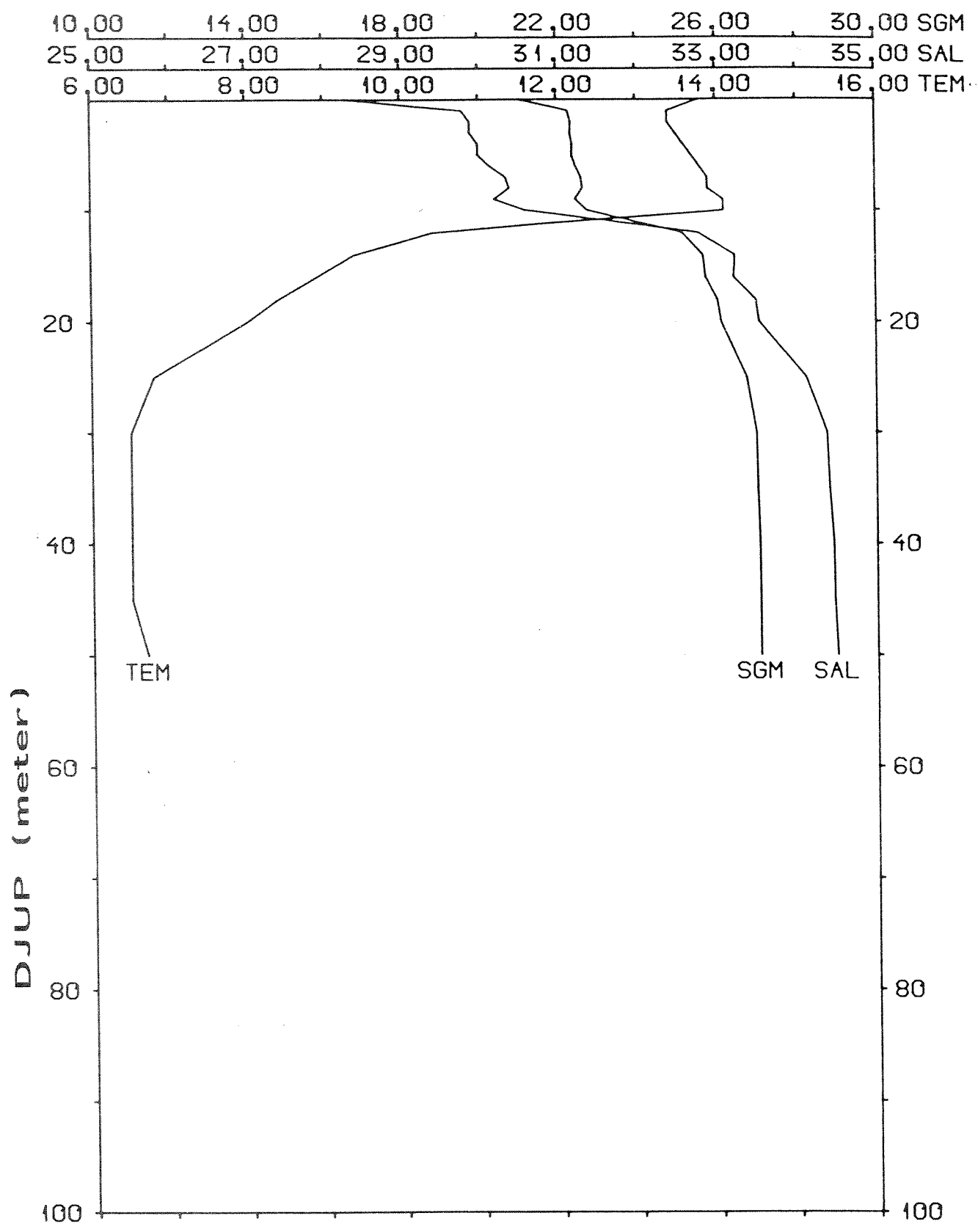
Det er ingen markant skilnad i dei hydrografiske tilhøva så langt ned som våre målingar gjekk. Det øvre, godt blanda laget når ned til om lag 10 meters djup. Dette laget har temperatur rundt 13.5 grader og salinitet rundt 30. Mellom 10 og 15 meter ligg det mest markerte sprangsjiktet. Nedover frå 15 meters djup konvergerer salinitets- og temperaturverdiane mot h.h.v. 34.5-34.7 og 6.5-6.7 grader.

På stasjon B (Botnavika) aukar temperaturen frå 45 m og ned til 56 meter (fig. 2a, samt vedlegg 1). Dette tyder på at djupvatnet ikkje består av (kaldt) vatn frå ei eventuell vinterutskifting, men har vore fornya relativt nyleg før våre observasjonar blei tekne.

5.2. Oksygen.

Vertikalfordelinga av oksygeninnhald (målt med sonde av typen Y.S.I. med 60 meter kabel) er synt i fig. 3a, b, samt tabellert i vedlegg 1.

For å få ein sjekk på nøyaktigheita til oksygensonden, blei det tatt vassprøver i ein del djup, for seinare bestemming av oksygeninnhald kjemisk. For djupvatnet sin del låg



PROFILE:
 STA: **B** ; POS:61.351°N 5.208°E ; TIME:87. 7. 3 : 14.30

Fig. 2a. Observert vertikalfordeling av salinitet (SAL), temperatur (TEM) og densitet (SGM) i Botnavika 3/7 1987.

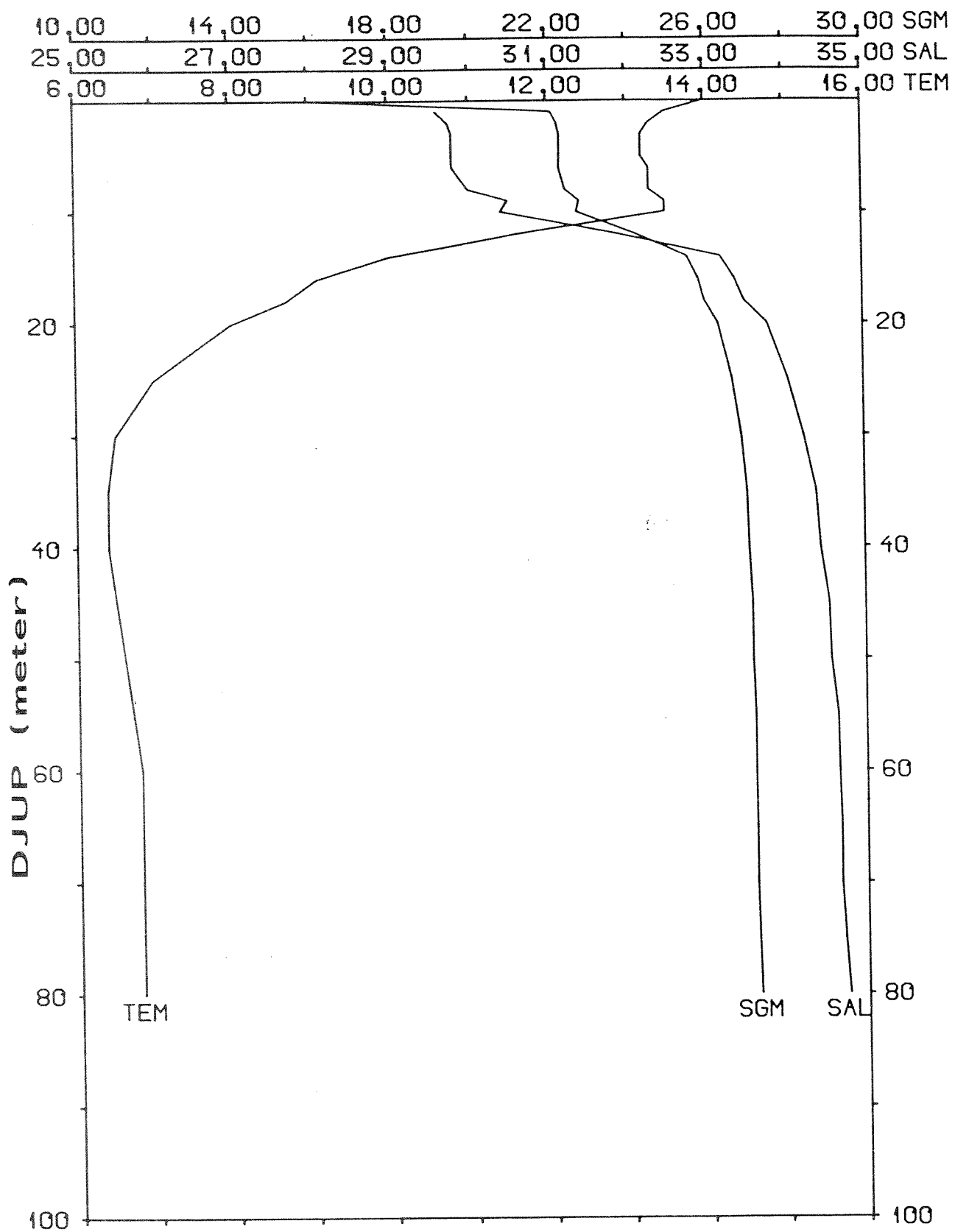


Fig. 2b. Som Fig. 2a, men for stasjon E, Eikefjord.

sondeverdiane ca. 0,2 ml/l lågare enn dei tilsvarande laboratoriebestemte verdiane. Fig. 3a, b, og vedlegg 1 syner ukorrigerte oksygenverdiar. Grunna begrensa lengd på sondekabelen blei oksygen observasjonane på stasjon E ikkje tatt djupare enn 60 meter.

Oksygenobservasjonane syner ingen kritisk låge verdier i noko djup. Karakteristisk er eit maksimum i 15-20 meters djup, med verdier rundt 8-9 ml/l oksygen, som tilsvarar metningsgrad over 100%. Ved å samanlikne med vertikalfordeling av salinitet og temperatur, ser ein at det omtalte oksygenmaksimumet ligg like under sprangsjiktet. Det øvre blandingslaget (0-10 meter) har oksygenverdiar som tilsvarar ca. 95% metning.

Djupvassverdiane inne i Botnavika var rundt 4.6 ml/l (korrigert), som tilsvarar om lag 65% metning. Tilsvarande verdier i same djup på stasjon E var rundt 5.2 ml/l, eller rundt 75% metning.

Lågaste oksygenverdiar blei observert i 30-35 meters djup. I Botnavika var lågaste målte verdi 4.4 ml/l (korrigert), som tilsvarar om lag 64% metning. Tilsvarande verdier på stasjon E var omlag 4.9 ml/l (72% metning).

Generelt sett synest oksygentilhøva å vere noko dårlegare inne i Botnavika, samanlikna med Eikefjorden. Djupvassverdiane i Botnavika er låge, men ikkje kritisk låge i følgje våre observasjonar. Det må her bemerka at dei observerte oksygenverdiane sannsynlegvis ikkje representerer noko minimum for året. Vanlegvis avtar oksygeninnhaldet i tilsvarande resipientar utover hausten til meir effektiv utskifting tar til.

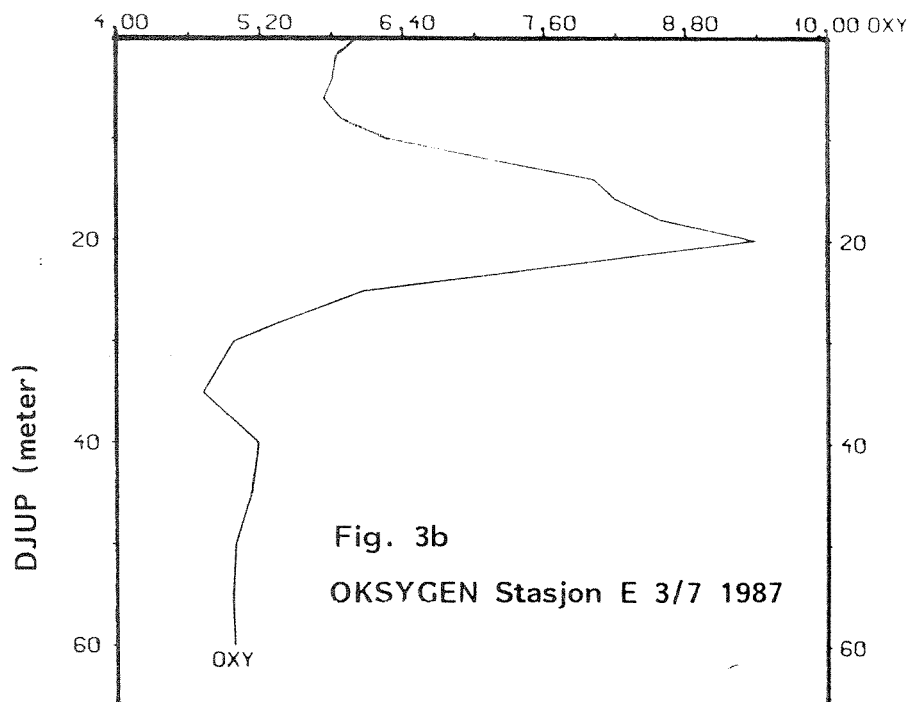
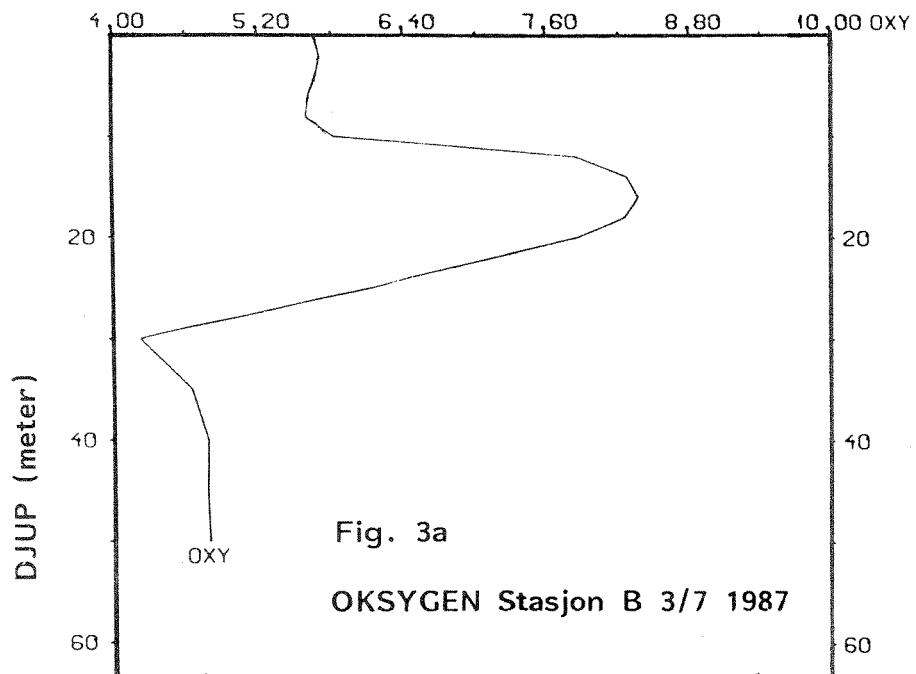


Fig. 3a,b. Observert vertikalfordeling av oksygeninnhold (ml/l) i Botnavika (B) og Eikefjord (E) 3/7 1987.

5.3. Nærings salt m.m.

For å få eit inntrykk av vasskvaliteten i det øvre laget, blei det i overflata og i 5 meters djup tatt vassprøver på stasjon B og E. Desse prøvene blei så laboratorieanalyserert på orto-fosfat, tot-P, nitrat, tot-N og totalt karbon. Resultata er synt i tabell 1.

Tabell 1. Nærings salt m.m. i vassprøver frå Botnavika og Eikefjord 3/7-1987.

Stasjon	Djup (m)	PO ₄ (µg/l)	TOT-P (µg/l)	NO ₃ (µg/l)	TOT-N (µg/l)	TOC (mg/l)
B	0	3.0	16.0	6	309	4.2
"	5	0.5	6.0	4	135	3.4
E	0	4.5	15.0	13	173	2.6
"	5	3.5	16.0	5	267	4.4

Kommentarar.

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

Vanlegvis følgjer nærings-salt konsentrasjonane eit tidsforløp med lågaste verdiar om sommaren, og høgast om vinteren. Dei målte nitrat- og fosfatkonsentrasjonane er ikkje unormalt høge. N/P forholdet synte følgjande verdiar: 1.4, 2.0, 3.0 og 8.0. Avvik frå det normale forholdstallet 7, saman med låge konsentrasjonar kan tyde på at enten fosfat eller nitrat er i underskudd i vannmassen, og dermed begrensar primærproduksjonen.

TOC (totalt organisk karbon) indikerer mengd organisk materiale i vassprøvene. Verdiane er ikkje unormalt høge for ein middels belasta resipient. Pedersen (1982)

rapporterte TOC verdier mellom 2 og 3 på ein forutsatt ubelasta referansestasjon, og verdier rundt 6 i ein utsett resipient. TOT-N og TOT-P syner (i middel) ingen stor forskjell mellom Botnavika og Eikefjorden. Verdiane for TOT-P er samanliknbare med Pedersens (1982) verdier for ein "ubelasta" referansestasjon.

På same stasjon fann Pedersen (1982) TOT-N verdier mellom 100 og 200 (variasjon over tid), og verdier opp til 340 µg/l i den undersøkte resipienten, som hadde avgrensa utskifting (betydeleg påvirkning).

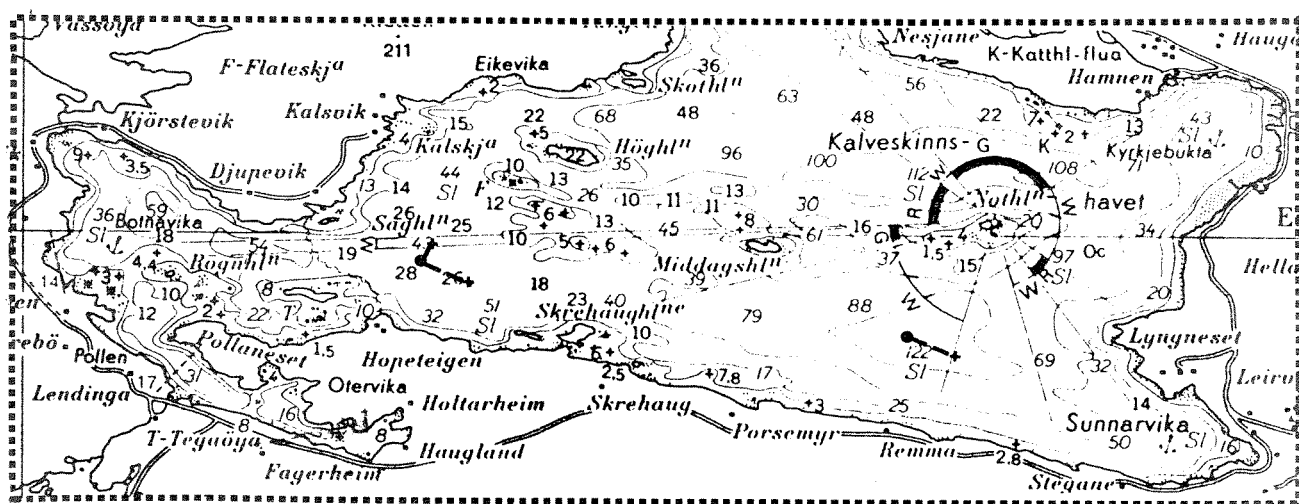
5.4. Siktedjup.

Siktedjupet i Botnavika blei målt til 10 meter. Dette er ein godt akseptabel verdi med omsyn til tidspunktet (juli). T.d. er badevatn kriteriet (2-3 m sikt) i god mon oppfylt.

5.5. Straumkors.

For å få ein viss indikasjon på straumtilhøve i øvre vasslag, blei det satt ut straumkors på to ulike stader med tanke på å observere drifta over eit par timar mens andre prøver blei tatt. To kors, 1 meter og 5 meter djupe, blei satt ut kloss i hop i utløpet av Botnavika (fig. 4). To andre kors blei tilsvarende satt ut lenger aust. Usikkerheit i fastslåing av posisjonar ved utsetting og opptak gjer metoden usikker. Drivretning og distanse er antyda i fig. 4, samt i tabell 2.

Vinden i driftsperioden varierte mellom vindstille i byrjinga og vestlig styrke 2 mot slutten.



Figur 4. Indikasjon av utsettingsposisjon (●) og opptaksposisjon (+) for straumkorsa 3/7 1987.

Tabell 2. Straumkorsobservasjonar Eikefjord 3/7 1987.

Måle- område	Djup	Utsatt (kl)	Tatt opp (kl)	Distanse (m)	Driv- retning	Fart (m/min)
Utløp	1 m	1552	1735	150	NV	1.5
Botnavik	5 m	"	"	300	SØ	3.0
Eikefjord	1 m	1611	1715	330	Ø	5.2
"	5 m	"	"	-	-	-

Tidevasstabellen syner at Florø hadde flo sjø kl. 1528 den aktuelle dagen. Dette indikerer at drivkorsmålingane er tatt mens tidevasstraumen teoretisk var svak, og retta ut av Botnavika.

5.6. Sedimentprøver.

På stasjon B blei det tatt grabbprøver av sedimentet. Ved hjelp av ekkolodd blei grabbedjupet anslått til 58 meter, som er nær største djup i Botnavika (59 meter). Prøven besto av finkorna brungrått materiale, med ingen synlige tegn til liv. Ingen H₂S lukt. Tabell 3 viser resultat av sedimentprøveanalysene.

Kornfordeling:

Figur 5 syner kornfordelingskurve for sedimentprøven på stasjon B, Botnavika. Analysen er foretatt for kornstorleikar frå 63 μ og oppover. Resultatet syner at det meste av sedimentmaterialet er i kornstorleiksområdet grov mo, m.a.o. relativt grovkorna materiale.

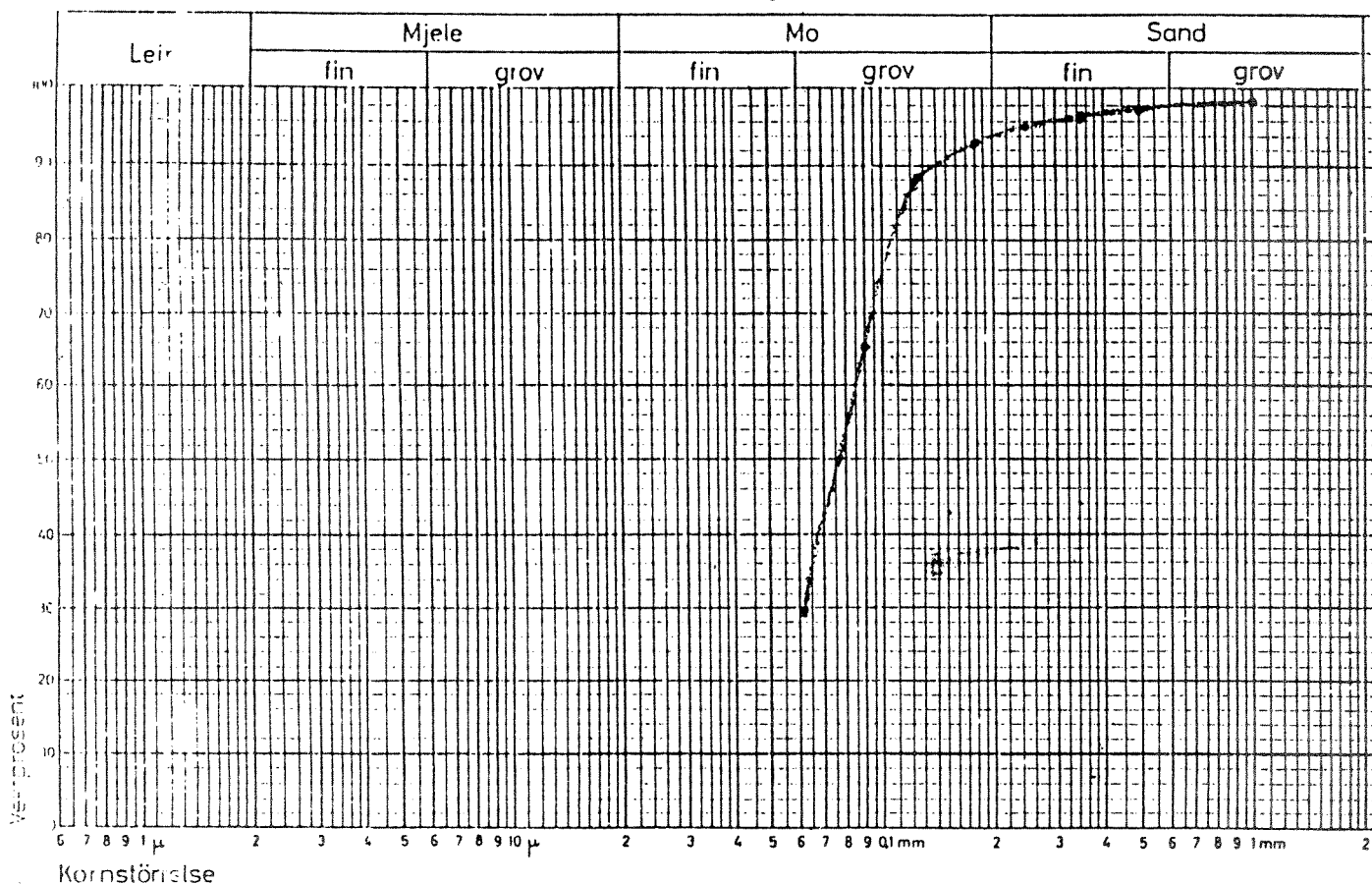
Norges geologiske undersökelse

Kornfordelingskurver

87110

stasjon B

58m 3/7-87

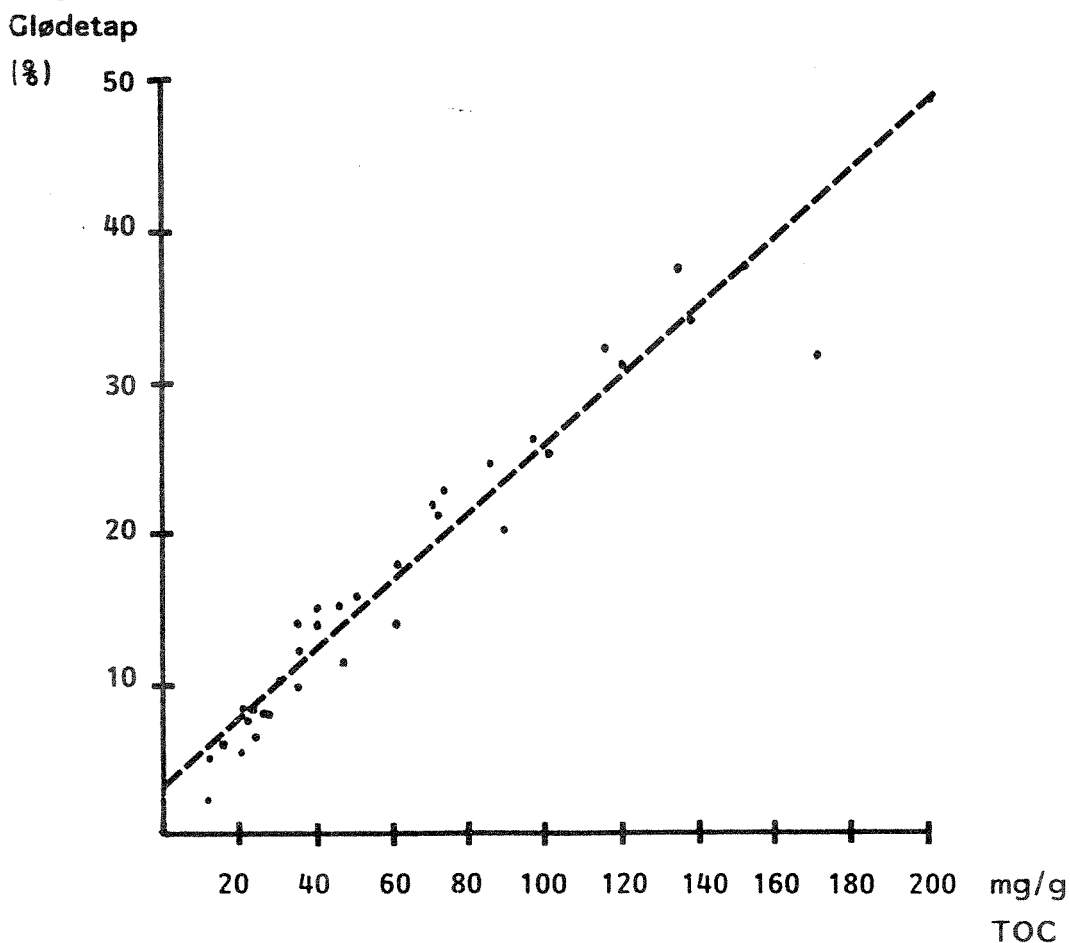


Figur 5. Kornfordelingskurve for sedimentprøve frå stasjon B. Fordeling for kornstorleiker under 63 μ er ikke tatt med.

Tabell 3. Analyseresultat av sedimentprøva på stasjon B.

Glødetap:	232 mg/g (23.2 %)
Tot-C:	86.6 mg/g
Tot-N:	9.95 mg/g
C/N:	8.7

Både glødetap og Tot-C syner relativt høge verdiar. Desse parametrane uttrykkjer begge mengd organisk materiale i sedimentet. Figur 6 syner ein empirisk relasjon mellom Tot-C og glødetap, basert på botnprøver frå ulikt belasta resipientar. Våre resultat er avmerka særskilt, og avvik lite frå den normale relasjonen. Også Tot-N verdien er relativt høg. C/N forholdet i sedimentet er ca 8.7, som er litt høgare en for normalt marint sediment (C/N ca. 7).



Figur 6. Empirisk relasjon mellom målt glødetap og TOC i ulike prøver. Berekna regresjonskurve er innteikna. Kjelde: K. Sørgeard, NIVA, Vestlandsavd., Bergen.

6. UTSKIFTINGSTILHØVA I BOTNAVIKA.

Vurderingane om utskiftingstilhøva i Botnavika basert på våre stikkprøver blir usikre, men kan gi ein indikasjon.

Våre prøver indikerer at utskiftinga idag er tilfredsstillande i høve til noverande belastning.

Tidlegare granskingar (Johannessen og Stensvold 1986) av botnsedimenta synte at "faunaen var artsfattig og bar preg av belastning". Glødetap for sedimentet var 18.8% (23% for våre prøver), m.a.o. relativt høgt i begge høve. Tilsvarende kornfordelingsanalyser synte relativt grovkorna sediment (30% sand) i Botnavika. Dei høge verdiane av glødetap og TOC i sedimentet i djuphola i Botnavika kan henge saman med sedimentert sagmask frå det tidlegare sagbruket der. Det må her bemerkeast at både våre og Johannessen og Stensvold sine prøver blei tatt i ei smal renne som utgjer den aller djupaste delen i Botnavika. Denne renna vil vere skjerma for kontinuerleg utskifting, men den utgjer ein liten del av det samla vassvolumet i Botnavika (estimert til ca. 5 % av samla volum).

Straumkorsmålingane ved utlaupet indikerte tilfredsstillande straum i 5 meters djup i løpet av vår korte måleperiode. Viktigaste bidraget til utskifting av dei øvre vannmassene vil nok vere vinden, som med sin ofte forekommande vestlege komponent vil drive overflatevatnet ut av Botnavika, og sannsynlegvis bidra til ein innoverretta kompensasjonsstraum djupare nede (over terskel).

Vanlegvis er Botnavika islagd 2-3 månader om vinteren. I denne perioden vil den vinddrevne straumen vere minimal.

Den reelle tidevassutskiftinga (utskiftingskoeffesienten) er vanskeleg å anslå, utan å ha foretatt straummåling. Den reelle utskiftingsraten for Botnavika er umuleg å talfeste basert på vårt spinkle datagrunnlag.

Dei hydrografiske tilhøva i Botnavika i høve til Eikefjorden når våre målingar blei tatt, var ganske like, med lite antydning til ferskvassopphoping i Botnavika. Det kan anmerkast at forsommaren hadde vore svært turr.

Forskjellen i geopotensial (dynamisk djup) mellom stasjon B og E var på kun 0.1 dynamiske centimeter, som i seg sjølv gir lite grunnlag for tetthetsdreven (ferskvassdreven) sirkulasjon.

7. BELASTNING FRÅ SETJEFISKANLEGGET.

I våre følgjande berekningar tar vi utgangspunkt i ein årsproduksjon på 500.000 smolt. Om ein reknar gjennomsnitt 40 gram pr. smolt, gjev dette ein årsproduksjon på 20 tonn smolt. Vi antar vidare ein fôrfaktor på 1.3, som skulle vere realistisk oppnåeleg for eit moderne anlegg (Maroni 1985). Teoretisk oppnåelig fôrfaktor er rundt 0.8. Detaljar om tørrfôrsamansetning ser vi bort frå her.

I følgje Maroni (1985) kan vi setje opp følgjande tabell over det totale utsleppet frå settefiskanlegget.

Tabell 4. Forureining frå settefiskanlegg med årsproduksjon 20 tonn, samt estimert reinsingseffekt ved bruk av triangelfilter.

	Årleg forureiningsutslepp (tonn)			
	KOF	tot-N	tot-P	STS
20 tonn laksesmolt	14.8	1.2	0.18	10
Rensegrad triangelfilter	80%	40%	80%	90%
Utslipp til vatn etter reinsing*	3	0.7	0.04	1

* Kjelde: SFT rapp. nr. 76.

I kva grad reinsingseffekten, som oppgitt i tabell 4, kan oppretthaldast, avheng av ei rad faktorar. Dei oppgjevne tala må reknast som gunstigaste tilfelle, og krev m.a. jamnleg vedlikehald av filtera. Tala for netto-utsleppa fordrar også at ingen ting av slammet frå filtera finn vegen til resipienten.

Utsleppsvatnet frå anlegget vil bestå dels av suspendert stoff, og dels av oppløyst stoff. Temperaturen på utsleppsvatnet vil variere gjennom året, frå om lag 4 grader om vinteren, til 12- 15 grader om sommaren. Sjølv om saltvassinnblanding truleg ikkje vert aktuelt på anlegget (I. Vassbotten, pers. komm.), antar vi i det følgjande at saltvassinnblanding tidvis kan skje, slik at saliniteten vil variere frå null til om lag 15, med høgst salinitet tidleg om sommaren.

Grunna den relativt låge saliniteten, vil ein del av avlaupsvatnet kunne nå overflata, mens deler vil innlagre seg i vassøyla, i djup som avheng av dei aktuelle hydrografiske tilhøva.

I eit T-S diagram (fig. 7) har vi plotta inn ein del T-S karakteristikkar for h.h.v. avlaupsvatn og sjøvatnet i Botnavika. (Dei bogne kurvene i fig. 7 representerer isolinjer for sjøvatnets densitet som funksjon av salinitet og temperatur).

Våre observasjonar av salinitet og temperatur frå synfar- inga 3/7 er innteikna i fig. 7. Vi antar at desse er representative for ein sommarsituasjon. Vinter-og vårobser- vasjonar av hydrografi i Botnavika manglar, men sannsynlege verdiar vil ligge innafor det markerte T-S området, med låge temperaturar og svak sjiktning. Vidare har vi i fig. 7 antyda T-S område for utsleppsvatnet h.h.v. sommar og vinter-vår. Minste densitetsforskjell vil ein ha i tider med mykje saltvassinnblanding. Største densitetsforskjell (m.a.o. størst oppdrift for utsleppsvatnet) kan ein

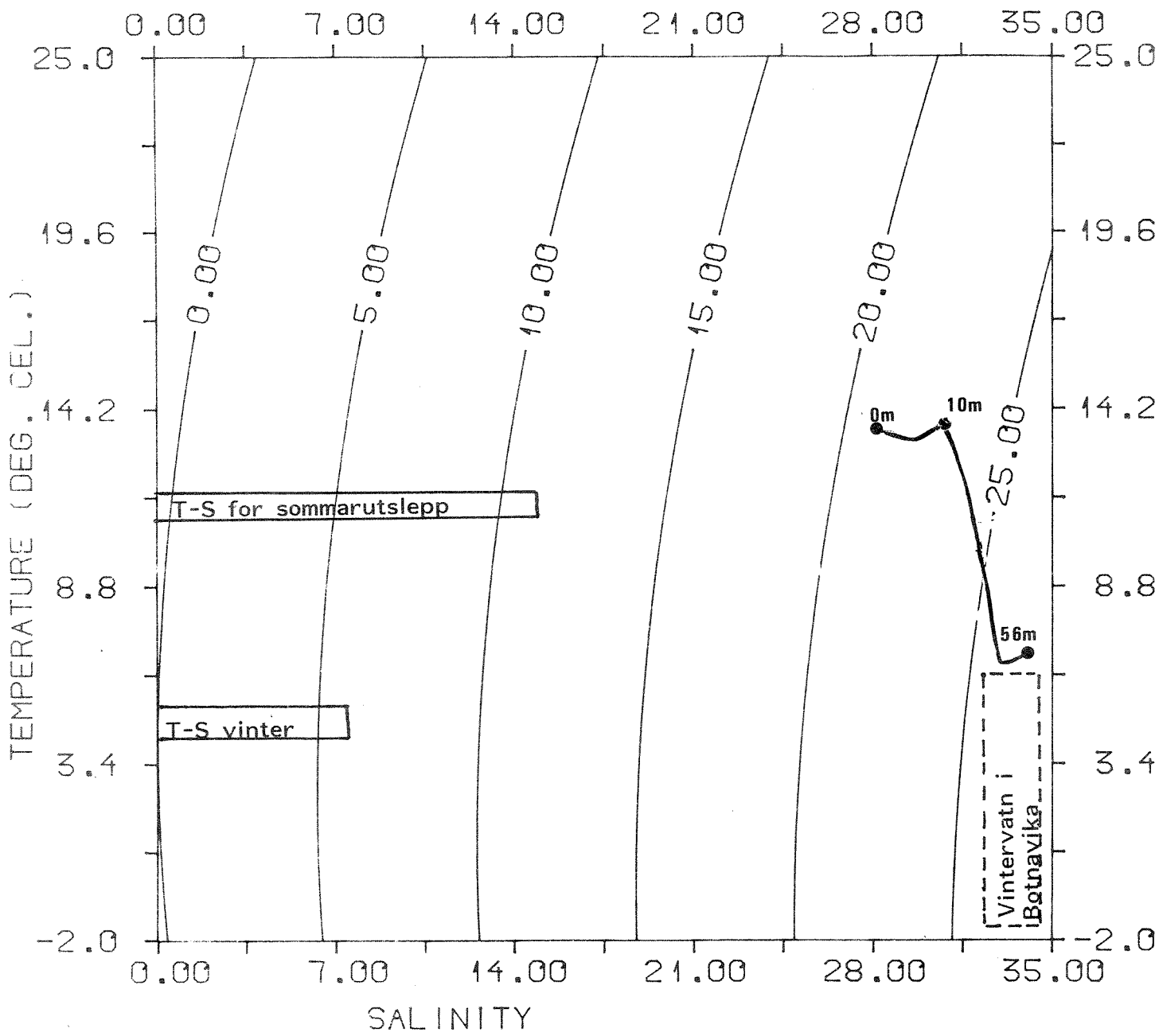


Fig 7 T-S diagram, med innteikna iso-linjer for sjøvatnets densitet (1000 kg/m³, 1005 kg/m³ etc.). T-S karakteristik for utsleppsvatnet sommar og vinter er antyda. Vidare er T-S observasjonen for B innteikna. Nederst til høgre er det sannsynlege T-S området for vintervatnet i Botnavika innteikna.

forvente om vinteren. Dette tyder at relativt meir utsleppsvatn kan nå overflata om vinteren/våren enn om sommaren. Utsleppsmengdene som når overflata til ei kvar tid vil også vere avhengig av vassforbruket på settefiskanlegget (evt. resirkulasjon etc.).

8. EFFEKT AV UTSLEPP I BOTNAVIKA.

Botnavika har i dag tilførsel av organisk stoff m.a. frå naturleg planteplankton produksjon. Dersom ein brukar tal frå t.d. Sørfjorden (Bjerknes M.fl. 1985), kan ein setje denne tilførsla lik 200g C/m^2 år, eller totalt 200 tonn pr år, med Botnavikas overflatearal anslått til 1 km^2 .

Det meste av denne produksjonen blir nedbroten i dei øvre lag (over terskeldjup). Ved å anta at 30% belastar djupvatnet (under 30 meter), vil den tilsvarande estimerte naturlege KOF belastninga på djupvatnet frå denne kjelda bli om lag 180 tonn. Den tilsvarande KOF belastninga frå setjefiskanlegget (tabell 4) blir liten i samanlikning.

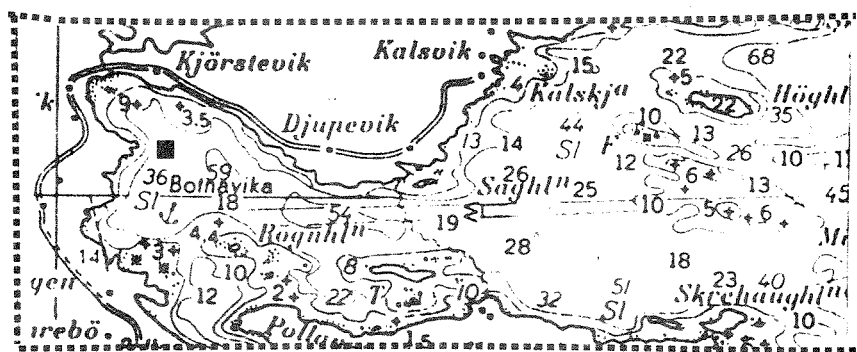
Våre observerte Tot-N og Tot-P verdiar frå Botnavika (0 og 5 meters djup) tilsvarar totalverdiar på h.h.v. ca. 1000 tonn Tot-N og 50 kg Tot-P for dei øverste 5 metrane av vassøyla. Sjølv om desse stoffmengdene vil variere over tid, antyder tala at eit års tilførsel reinsa avlaupsvatn til dei øvste 5 metrane ville tilsvare samla observert Tot-P mengd, og berre ein brøkdel av samla observert Tot-N mengd (tabell 4).

9. KONKLUSJONAR OG SAMANDRAG.

Sjølv om effektiv utskiftingsrate for Botnavika er ukjend, synest det ut frå våre prøver å vere realistisk å anta at reinsa utslepp frå det påtenkte setjefiskanlegget på årsbasis ikkje vil bidra vesentleg til organisk-kjemisk belastning av Botnavika.

Det vil vere moglegheit for kortare episoder med negative miljøeffekter, i samband med vindstille perioder og stagnant vatn. Særleg gjeld dette dei inste delene av Botnavika.

For å minske eventuelle negative effekter, bør avlaupsleidningen leiast frå anlegget i sør-søraustleg retning, til 25-30 meters djup. Lengda bør minst vere 400 meter. Posisjonen til enden av avlaupsleidningen er indikert i fig. 8 nedanfor. På denne måten vil avlaupsvatn nå overflata tilstrekkeleg langt frå land til at vindblanding og vindstraum ved vestavind (S/V til N/V) kan fortynne og transportere avfallsstoff ut av Botnavika.



Figur 8. Firkanten indikerer anbefalt posisjon for utsleppet.

For å få betre grunnlag for å vurdere utskiftingtilhøva i Botnavika, bør eit meir omfattande måleprogram gjennomførast. Eit slikt program bør innehalde hydrografiske målingar (inkludert oksygenmålingar) over eit års tid, for

å få med totale variasjonar i sjiktningstilhøve og temperatur- salinitet, samt oksygeninnhald. Det bør også takast sedimentprøver frå djupdeområdet 30 - 50 meter, d.v.s. ovanfor den mest markerte djuprenna. Vidare bør det gjennomførast straummålingar med faststående instrument både i indre og ytre deler av Botnavika, for å betre grunnlaget for å vurdere utskiftingstilhøva. Eit eventuelt utslepp til Botnavika bør følgjast opp av årleg overvaking av vasskvalitet og sedimentering i Botnavika.

REFERANSAR

- Bjerknes, V., Kirkerud, L.A. og Magnusson, J. 1985: Flytebro over Salhusfjorden. Konsekvensanalyse vedrørende miljøendringer og akvakultur.
- Johannessen, P.J. og Stensvold, A.M. 1986: Resipientundersøkelser i Flora kommune. Rapp. nr. 33, 1986. Inst. for Marin Biologi, Univ. i Bergen.
- Maroni, K. 1985: Forurensing fra fiskeoppdrett i relasjon til fôrtilførsel. NIVA notat O-85266.
- Molvær, J. og Bakke, T. 1985: Resipientundersøkelse av fjordområdet mellom Gurskøy og Hareidlandet, Møre og Romsdal. NIVA rapp. nr. 1807.
- Pedersen, A. 1982: Fôrutslipp i Lonet. NIVA rapp. nr. 1372.
- SFT rapp. nr. 76, 1986: Forurensing fra fiskeoppdrett - belastningsreduserende tiltak.

STA: B POS: (61.3510, 5.2080) DATE: 87. 7. 3 TIME (GMT): 14:30 DEPTH: 60.
 botnavika eikefjord juli 1987 niva

MEANPR	* TEMP	* OXY	* SALT	* SIG-T	*
.00	* 13.800	* 5.662	* 28.300	* 21.056	*
1.00	* 13.400	* *****	* 29.800	* 22.292	*
2.00	* 13.400	* 5.711	* 29.900	* 22.369	*
3.00	* 13.500	* *****	* 29.900	* 22.349	*
4.00	* 13.600	* 5.683	* 30.000	* 22.407	*
5.00	* 13.700	* *****	* 30.000	* 22.387	*
6.00	* 13.800	* 5.620	* 30.150	* 22.483	*
7.00	* 13.900	* *****	* 30.350	* 22.617	*
8.00	* 13.900	* 5.599	* 30.400	* 22.656	*
9.00	* 14.100	* *****	* 30.200	* 22.461	*
10.00	* 14.100	* 5.845	* 30.600	* 22.770	*
12.00	* 10.400	* 7.852	* 32.780	* 25.152	*
14.00	* 9.400	* 8.275	* 33.240	* 25.677	*
16.00	* 8.900	* 8.373	* 33.220	* 25.740	*
18.00	* 8.400	* 8.254	* 33.500	* 26.037	*
20.00	* 8.000	* 7.859	* 33.540	* 26.128	*
25.00	* 6.800	* 6.099	* 34.120	* 26.753	*
30.00	* 6.500	* 4.225	* 34.380	* 26.998	*
35.00	* 6.500	* 4.655	* 34.410	* 27.022	*
40.00	* 6.500	* 4.789	* 34.460	* 27.061	*
45.00	* 6.500	* 4.782	* 34.470	* 27.069	*
50.00	* 6.700	* 4.803	* 34.500	* 27.066	*
56.00	* 6.700	* 4.366	* *****	* *****	*

STA: E POS: (61.3470, 5.2550) DATE: 87. 7. 3 TIME (GMT): 16:30 DEPTH: 110.
 eikefjord juli 1987 niva

MEANPR	* TEMP	* OXY	* SALT	* SIG-T	*
.00	* 14.000	* 6.035	* 22.000	* 16.167	*
1.00	* 13.500	* *****	* 29.600	* 22.118	*
2.00	* 13.300	* 5.838	* 29.750	* 22.272	*
3.00	* 13.200	* *****	* 29.800	* 22.330	*
4.00	* 13.200	* 5.810	* 29.800	* 22.330	*
5.00	* 13.200	* *****	* 29.800	* 22.330	*
6.00	* 13.300	* 5.739	* 29.800	* 22.311	*
7.00	* 13.300	* *****	* 29.900	* 22.388	*
8.00	* 13.300	* 5.880	* 30.000	* 22.466	*
9.00	* 13.500	* *****	* 30.500	* 22.813	*
10.00	* 13.500	* 6.268	* 30.400	* 22.736	*
12.00	* 11.600	* 7.113	* 31.900	* 24.256	*
14.00	* 10.000	* 8.014	* 33.200	* 25.547	*
16.00	* 9.100	* 8.204	* 33.380	* 25.834	*
18.00	* 8.700	* 8.592	* 33.500	* 25.991	*
20.00	* 8.000	* 9.394	* 33.790	* 26.324	*
25.00	* 7.000	* 6.070	* 34.050	* 26.671	*
30.00	* 6.500	* 4.972	* 34.240	* 26.888	*
35.00	* 6.400	* 4.718	* 34.390	* 27.019	*
40.00	* 6.400	* 5.183	* 34.440	* 27.059	*
45.00	* 6.500	* 5.120	* 34.540	* 27.124	*
50.00	* 6.600	* 4.986	* 34.560	* 27.127	*
55.00	* 6.700	* 4.965	* 34.640	* 27.176	*
60.00	* 6.800	* 4.979	* 34.650	* 27.171	*
65.00	* 6.800	* *****	* 34.670	* 27.187	*
70.00	* 6.800	* *****	* 34.670	* 27.187	*
75.00	* 6.800	* *****	* 34.710	* 27.218	*
80.00	* 6.800	* *****	* 34.760	* 27.258	*

VEDLEGG 1. Liste over observert fordeling av TEMperatur, SALinitet og tettleik (sigma-t) som funksjon av djupet (MEANPR) i meter.