



O-92194

Vurdering av  
miljømessige konsekvenser  
i forbindelse med utslipp  
fra Silinor A/S,  
Glomfjord

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: O-92194	Undernr.:
Løpenr.: 2840	Begr. distrib.:

<b>Hovedkontor</b> Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47 22) 18 51 00 Telefax (47 22) 18 52 00	<b>Sørlandsavdelingen</b> Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 76 653	<b>Vestlandsavdelingen</b> Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47 5) 32 56 40 Telefax (47 5) 32 88 33	<b>Akvaplan-NIVA A/S</b> Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--	---	--	---	--

<b>Rapportens tittel:</b> <b>Vurdering av miljømessige konsekvenser i forbindelse med utslipp fra Silinor A/S, Glomfjord.</b>	<b>Dato:</b> 3.2.93	<b>Trykket:</b> NIVA 1993
	<b>Faggruppe:</b> Industriforurensninger	
<b>Forfatter(e):</b> Torbjørn M. Johnsen Espen Lydersen Evy R. Lønsmåland Jarle Molvær	<b>Geografisk område:</b> Nordland	
	<b>Antall sider:</b> 18	<b>Opplag:</b> 50

<b>Oppdragsgiver:</b> Silinor A/S, c/o Eka Nobel AB, S-44501 Bohus, Sverige	<b>Oppdragsg. ref.:</b> Stanley Olofsson
--	---

<b>Ekstrakt:</b> <p>De miljømessige konsekvenser av utslipp i forbindelse med produksjon av natriumsilikatglass er vurdert for Glomfjorden generelt og for smoltproduksjonen hos A/S Mowi spesielt. Det er sett på effekt av utslipp av natriumkarbonat (soda), natriumsilikat og kvartssand. Dessuten er effekter av forhøyet temperatur i avløpsvannet vurdert. For Glomfjorden som helhet vil utslippene være uten betydning. Eventuelle effekter på smoltanlegget hos A/S Mowi vurderes som små, forutsatt at det fra Silinor A/S utvises en rimelig grad av forsiktighet.</p>
---

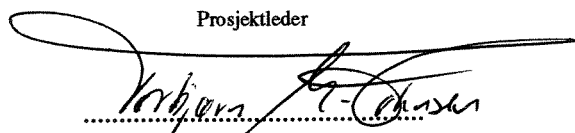
4 emneord, norske

1. Glassproduksjon
2. Miljøpåvirkning
3. Smoltoppdrett
4. Glomfjorden

4 emneord, engelske

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

Prosjektleder

  
Torbjørn M. Johnsen

For administrasjonen

  
Torgeir Bakke

ISBN 82-577-2239-1

Norsk institutt for vannforskning

**O-92194**

**VURDERING AV MILJØMESSIGE KONSEKVENSER I  
FORBINDELSE MED UTSLIPP FRA SILINOR A/S,  
GLOMFJORD**

Bergen,

5. februar 1993

Prosjektleder:

Torbjørn M. Johnsen

## **Forord**

*Foreliggende rapport er utarbeidet på oppdrag fra Silinor A/S. I rapporten gis det vurderinger av miljøkonsekvenser av natriumsilikatglassproduksjon og tiltak som bør settes i verk under smoltproduksjonen hos A/S MOWI.*

*Hos Silinor A/S har Stanley Olofsson vært kontaktperson, og vi takker for et godt samarbeid under prosjektgjennomføringen.*

*Ved NIVA har Torbjørn M. Johnsen vært prosjektansvarlig. Espen Lydersen har stått for gjennomføring av kjemiske forsøk og vurderinger. Jarle Molvær har beregnet innlagringsdyp og primærfortynning, har bidratt med hydrografiske data fra Glomfjord og nyttige kommentarer. Rapporten er forfattet av Evy R. Lømsland.*

*Bergen, 5. februar 1993.*

*Torbjørn M. Johnsen*

<b>Innhold</b>	<b>Side</b>
FORORD	2
SAMMENDRAG	4
1. BAKGRUNN	5
2. UTSLIPPENES KARAKTER	7
2.1 Utslipp til sjø	7
2.2 Utslipp til luft	9
3. KONSEKVENSER AV UTSLIPP	10
3.1 Utslipp til sjø	10
3.2 Utslipp til luft	14
4. KONKLUSJON OG ANBEFALTE TILTAK	17
5. LITTERATUR	18

## Sammendrag

På bakgrunn av at SILINOR A/S ønsker å starte produksjon av natriumsilikatglass i Glomfjord har vi vurdert de miljømessige konsekvensene av en slik produksjon for Glomfjorden generelt og for smoltproduksjonen hos A/S MOWI spesielt.

Vi har sett på mulige effekter av utslipp av natriumkarbonat (soda), natriumsilikat og kvartssand. Videre er effekter av den forhøyede temperaturen på avløpsvannet i forhold til omgivelsene vurdert. I den forbindelse anbefaler vi et utslippsdyp på 10 m og en diameter på utslippsrøret på 20-30 cm.

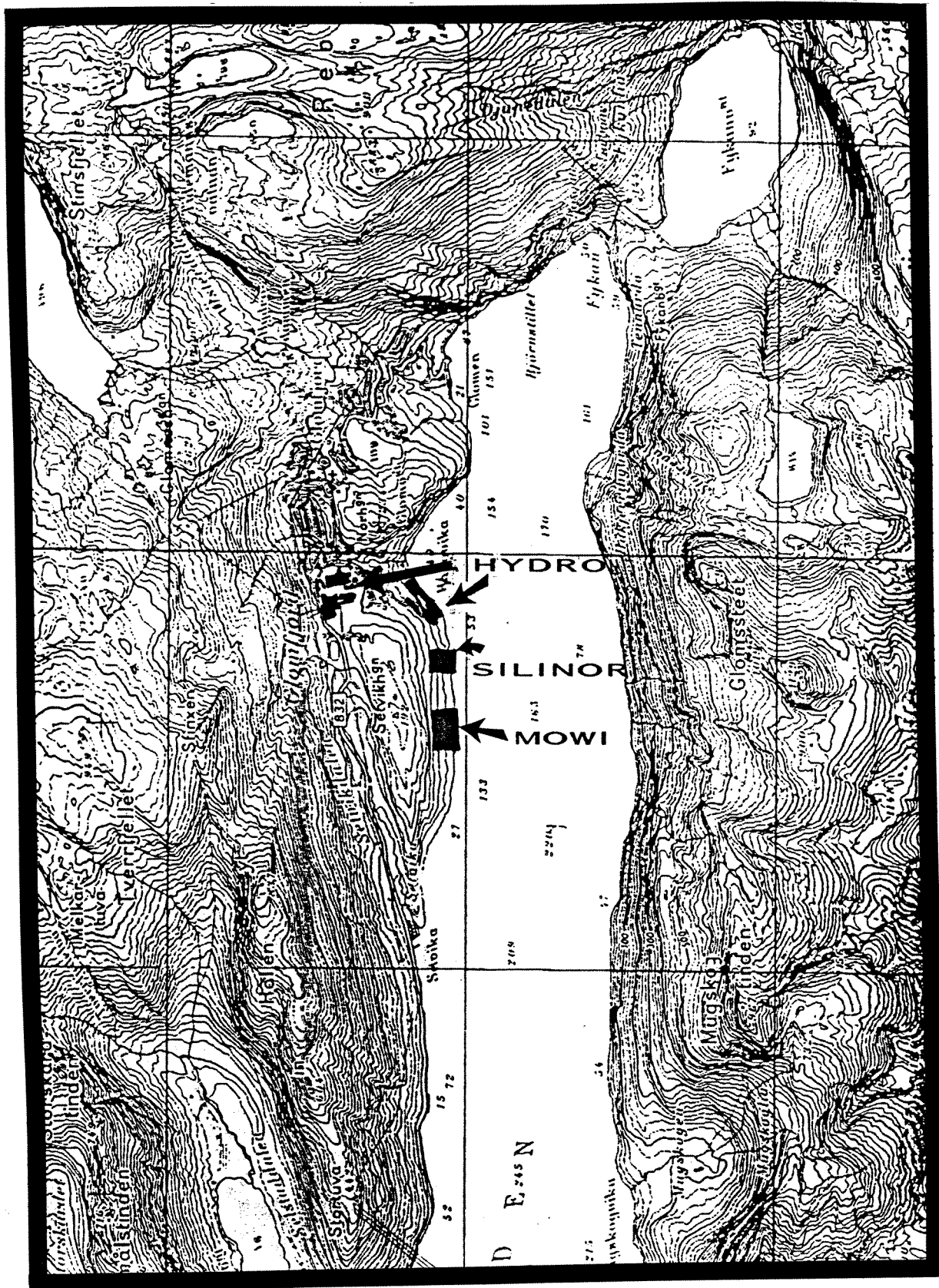
Med hensyn på Glomfjorden vil utslippet av natriumsilikat og den forhøyede temperaturen i avløpsvannet påvirke området nær utslippspunktet, men effektene vil være små og uten betydning for fjorden som helhet.

For A/S MOWI er det effekten av lufttransportert natriumkarbonat i forbindelse med lossing av soda som har vært sett på som det største problemet. Forutsatt at SILINOR A/S utviser en rimelig grad av forsiktighet ved lossing av råstoff og at A/S MOWI holder innblanningen av sjøvann på 5 % eller mer under sin smoltproduksjon, anser vi de miljømessige konsekvensene av glassproduksjonen som minimale.

## 1. BAKGRUNN

I forbindelse med at SILINOR A/S planlegger å bygge en fabrikk for produksjon av natriumsilikatglass i Glomfjord, har bedriften henvendt seg til NIVA for å få en vurdering av hvilke konsekvenser en slik produksjon vil ha for smoltproduksjonen hos A/S MOWI spesielt og Glomfjorden generelt.

Glassproduksjonen ved SILINOR A/S vil medføre utslipp til både sjø og luft. På grunn av at avstanden mellom glassfabrikken og smoltanlegget til A/S MOWI bare er 200-300 meter (fig. 1), er det uttrykt bekymring fra MOWI's side for at disse utslippene skal kunne medføre negativ innvirkning på settefiskproduksjonen.



Figur 1. Kart over indre del av Glomfjorden, med lokalisering av de impliserte parter.



## 2. UTSLIPPENES KARAKTER

SILINOR A/S vil ha to typer utslipp som vil være av betydning i denne sammenhengen. Det ene er utslipp til sjø, mens det andre vil være ulike former for utslipp til luft.

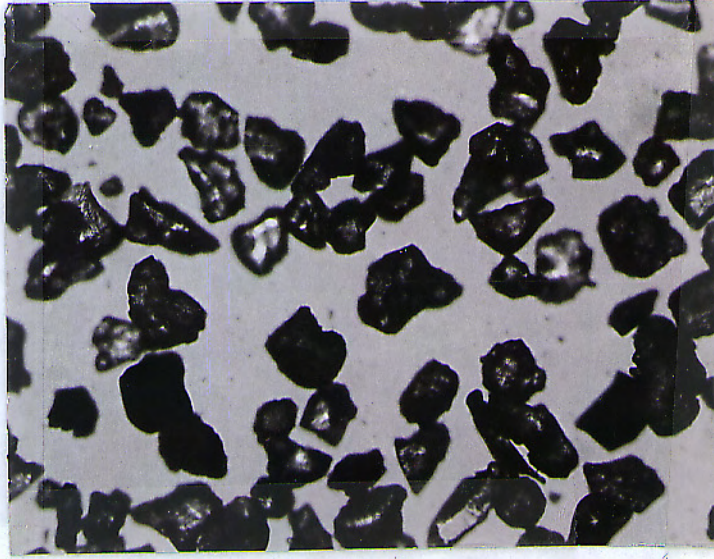
### 2.1. Utslipp til sjø

Bedriften har planlagt utslipp av kjølevann/produksjonsvann (ferskvann) til Glomfjorden i 8 m dyp (tab. 1). Temperaturen på utslippet vil ligge 10-20 °C over sjøvanns-temperaturen. Den delen av utslippet som er produksjonsvann vil inneholde en del oppløst råglass, som vil medføre tilførsel av natriumsilikat til fjorden, der den i form av kiseltsyre vil kunne gi næring til kiselalger.

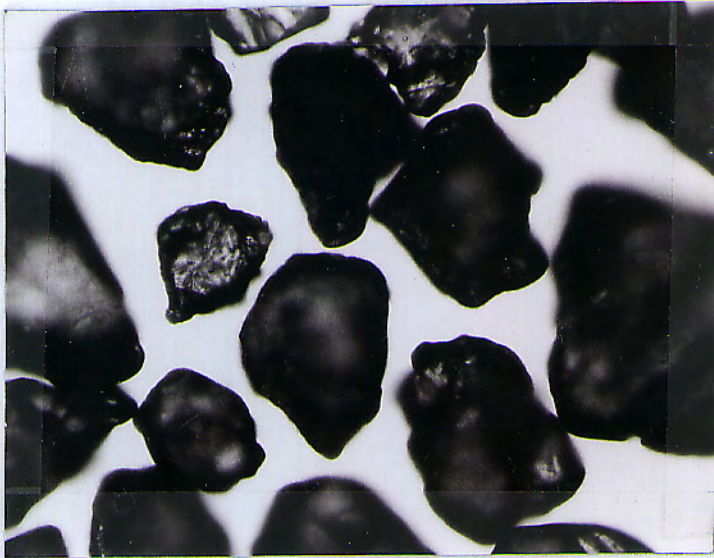
Råstoff i form av soda (natriumkarbonat) og kvartssand kommer sjøveien til SILINOR A/S. Sanden som losses angis av SILINOR A/S å være fuktig sjøsand. Sanden består dermed av "naturlige" partikler med relativt høy bakgrunnsbelastning på grunn av mekanisk gnissing over tid. Bilder av sanden tatt av SILINOR A/S viser partikler med relativt avrundete kanter (jfr. fig. 2). Under lossing av sand og soda vil en sannsynligvis ikke kunne unngå en viss tilførsel til sjøen.

**Tabell 1.** Data vedrørende utslipp av avløpsvann fra SILINOR A/S og sjøvannsinntak hos A/S MOWI.

<b>Type:</b>	Ferskvann	
<b>Mengde:</b>	Kjølevann fra ovner/elektroder:	50 m <sup>3</sup> /time
	Produksjonsvann med oppløst råglass:	75 m <sup>3</sup> /time
	Total vannmengde:	125 m <sup>3</sup> /time
<b>Utslipp i produksjonsvann:</b>	2 kg natriumsilikat/time	
<b>Temperatur:</b>	10-20 °C over sjøvannstemperatur.	
<b>Utslippsdyp:</b>	8 m	
<b>Dyp sjøvannsinntak A/S MOWI:</b>	40 og 100 m	



SAND fraktion < 100  $\mu\text{m}$  X 100



SAND X 100

Fig. 2. Bilder av sandkornene i kvartssanden.  
Foto SILINOR A/S.

I tillegg vil det ved rengjøring av apparatur, som vil foregå anslagsvis et par ganger i året, frigis noe natriumkarbonat med spylevannet, men mengdene antas å være små. Sand fra spyling vil sedimentere i fabrikkens utslippskum.

## 2.2. Utslipp til luft

Det er søkt om utslippstillatelse for et utslipp på 100 kg støv (bl. a. natriumkarbonat) pr. døgn. I forbindelse med oppstart av produksjonsovner vil støtutslipp kunne forekomme.

Videre vil det under lossing være muligheter for støtutslipp til luft. Særlig gjelder dette natriumkarbonat som vil kunne virvles opp og føres med vinden. Antatt utslipp vil maksimalt utgjøre 1000 kg/båt. Med et årsbehov på 12-15 båtlaster/år vil utslipp i forbindelse med lossing maksimalt bli 12-15 tonn/år.

På grunn av den korte avstanden til A/S MOWI vil luftbåret natriumkarbonat kunne påvirke det landbaserte anlegget.

Faren for spredning av sand i forbindelse med lossing er liten ettersom kvartssanden er fuktig.

### 3. KONSEKVENSER AV UTSLIPP

#### 3.1. Utslipp til sjø

På grunnlag av topografi og ferskvannstilførsel kan vannmassene i Glomfjorden deles inn i tre vannlag: et overflatelag, et intermediært lag og dypvannet.

Overflatelaget er vanligvis 0,5-2 m tykt (fig. 3), oftest omkring 1 m (Molvær et al 1984). Saltholdigheten varierer mellom 15-34 ‰, men er sjelden lavere enn 25 ‰. Der er fri forbindelse mellom overflatelaget og kystvannet. På fjordens nordside har vi fått opplyst at der går en overveiende utgående overflatestrøm.

Det intermediære laget ligger mellom overflatelaget og ca. 110 m dyp. Mellom disse lagene ligger et overgangslag eller et sprangsjikt, som ofte går ned til ca. 4 m dyp. Også det intermediære laget har fri forbindelse med kystvannet.

Dypvannet finnes fra terskeldypet og ned til 370 m. Terskelen hindrer fri forbindelse med kystvannet og fører til at vannmassen i perioder er stagnant.

Utslipet av avløpsvann fra SILINOR A/S er tenkt lagt på 8 m dyp. Det vil si at tilførselen skjer i det intermediære laget. På grunn av at avløpsvannet har høyere temperatur og i utgangspunktet er ferskvann tilsatt natriumsilikat, er tettheten lavere enn for sjøvannet, og vannet vil stige opp. Mengdene med natriumsilikat utgjør

**Tabell 2.** Mulige effekter av utslipp av avløpsvann

**Utslipp:** 2 kg natriumsilikat/time  $\Rightarrow$   $[\text{SiO}_4^{4-}] = 1,6 \text{ kg/ time} = 14 \text{ tonn /år}$

Mengde produksjonsvann: 75 m<sup>3</sup>/ time  $\Rightarrow$   $[\text{Si}(\text{OH})_4] = 231 \text{ } \mu\text{mol/l}$

**Effekter:** Lokalt høy temperatur

Tilførsel av orthokiselsyre  $\text{Si}(\text{OH})_4$  som kan utnyttes av kiselalger.

Amorf felling av orthokiselsyre  $\Rightarrow (\text{SiO}_2)_m \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (amorf opal) +  $\text{H}_2\text{O}$

Optiske endringer i vannet lokalt

Dannelse av partikler/kolloider som kan påvirke gjelle-epitel hos fisk

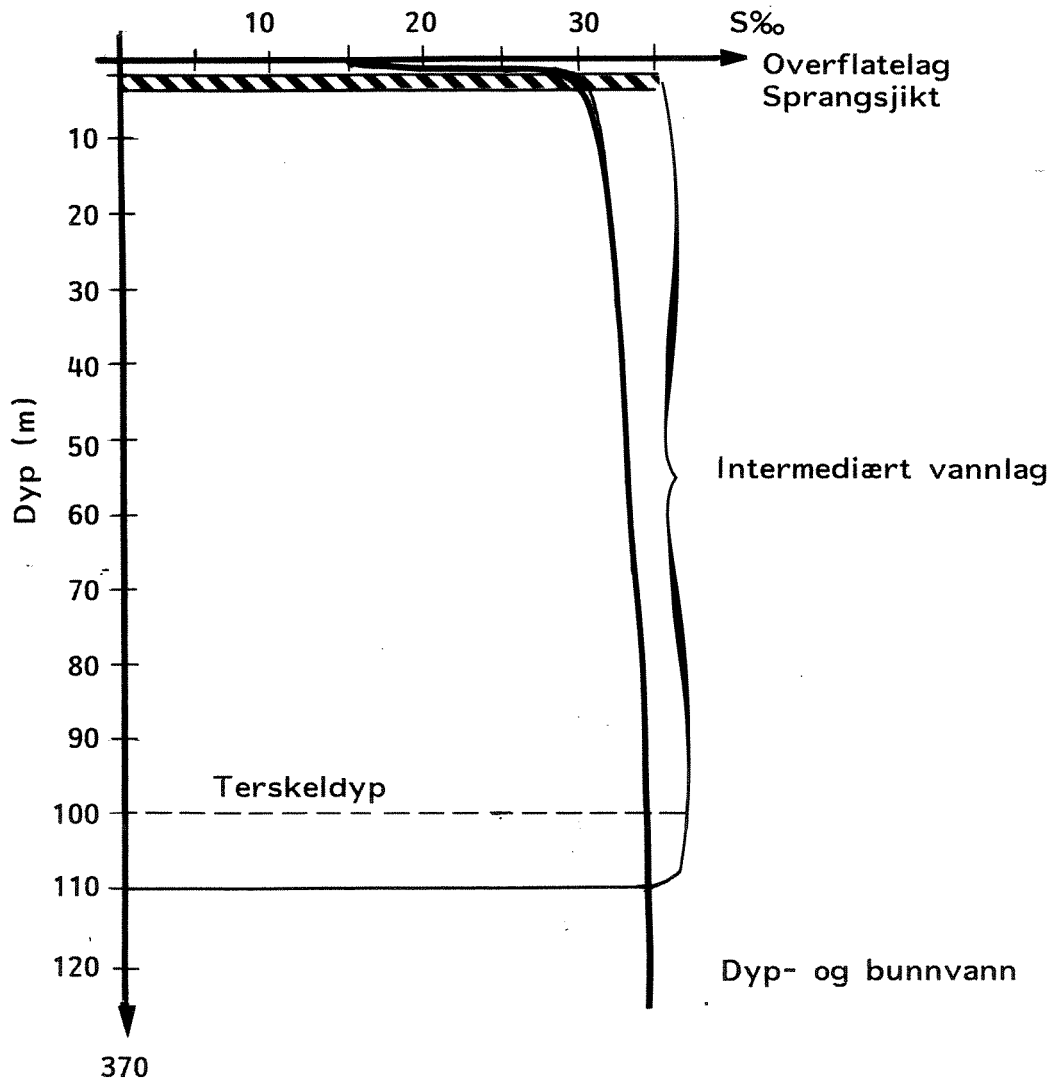


Fig. 3. Generell vertikal inndeling av vannmassene i Glomfjord.

$1,6 \cdot 10^{-5} \text{ kg/dm}^3$ , og vil således ikke gi noe bidrag av betydning til avløpsvannets tetthet. Det vesentlige i denne sammenhengen vil være avløpsvannets temperatur, som vil ligge 10-20 °C over sjøvannstemperaturen.

Hvordan innblandingen vil foregå, vil være avhengig av avløpsrørets utforming, den vertikale tetthetsprofilen, strømforholdene i fjorden, utslippsdyp og vannmengde. Sannsynligvis vil avløpsvannet oftest blandes inn i overgangen mellom overflatelaget og det intermediære laget, men det vil også kunne gå til overflaten alt etter hvordan de hydrografiske forholdene i fjorden er. For A/S MOWI vil således utslippet av avløpsvann ikke ha noen betydning, ettersom sjøvannsinntakene ligger på henholdsvis 40 og 100 m. Eneste mulighet for påvirkning vil være at en del orthokiselsyre felles ut (tab. 2), synker ned og eventuelt løses opp igjen. Eventuelle effekter av dette vil være uten betydning ettersom de naturlige konsentrasjonene av orthokiselsyre på så dypt vann vanligvis er ganske høye.

Utslippet av avløpsvann vil føre til at en i nærheten av utslippspunktet vil få en temperaturstigning og økning av silisiumkonsentrasjonen. Med hensyn på temperaturen i avløpsvannet som ligger 10-20 °C over sjøvannstemperaturen, vil effekten av ulike fortyninger være som vist i tabell 3. Allerede ved 20 gangers fortyning vil avløpsvannet være fortynnet så mye at temperaturen på blandingsvannet bare vil være maksimalt 1 °C høyere enn omgivelsene.

**Tabell 3.** Oversikt over differansen i temperaturen mellom det utblandete avløpsvannet og omgivelsene ved ulike fortyninger. A: Avløpsvannets temperatur ligger 10 °C høyere enn sjøvannet. B: Avløpsvannets temperatur ligger 20 °C høyere enn sjøvannet.

Fortynning	× 10	× 20	× 30	× 40	× 50
A	0,9	0,5	0,3	0,2	0,2
B	1,8	1,0	0,6	0,5	0,4

Ut fra de beregningene som er gjort ved bruk av NIVA\*JET.MIX (Bjerkeng & Lesjø 1973), et utslippsdyp på 10 m og med en diameter på utslippsrøret på 20-30 cm, vil en allerede i innlagingsdypet få 20 gangers fortyning. Det vil si at når vannet når likevektsdypet som generelt vil ligge mellom 0-3 m dyp, vil temperaturen i det fortynte avløpsvannet bare være 0,5-1,0 °C høyere enn sjøvannstemperaturen. Dette betyr at temperatureffekten av utslippet vil være ubetydelig, ettersom det ved overtemperaturer på 1°C eller lavere ikke kan forventes biologiske effekter av betydning (Bakke et al. 1990).

Silisium er et mineral som er nødvendig for oppvekst av kiselalger. Algene nyttiggjør seg den i form av orthokiselsyre, som er udisosiert unntatt ved ekstremt høy pH. Åpne vannmaser vil alltid være umettet med hensyn på silisium. I oppdrettsøyemed vil

oppvekst av kiselalger kunne føre til mekaniske skader hos fisken. Utslippet av silisium på ca. 230  $\mu\text{mol Si/l}$  vil bli fortynnet av kjølevannet til ca. 140  $\mu\text{mol Si/l}$  før det slippes ut med en hastighet på 125  $\text{m}^3/\text{time}$ , som tilsvarer 0,035  $\text{m}^3/\text{sek}$ . Først ved en fortykning på 140 ganger som vil gi en konsentrasjonen på 1  $\mu\text{mol Si/l}$ , vil en være på et nivå der silikat generelt sett begynner å bli en begrensende faktor for kiselalgevekst.

Ut fra modellberegningene vil silisiumkonsentrasjonen i innlagingsdypet være redusert til 7  $\mu\text{mol Si/l}$ . Dette er en konsentrasjon som generelt sett er vanlig i de øvre vannlagene vinterstid og tidlig på våren som følge av omrøring av vannmassesene sent på høsten. I bunnen av den eufotiske sonen vil slike konsentrasjoner kunne forekomme hele året.

Sett i forhold til den silisiummengden som i dag tilføres Glomfjorden fra ferskvannstilførselen via elver og vassdrag, vil silisiumtilførselen fra SILINOR A/S være marginal (< 2 %). Det vil si at tilførselen fra fabrikken i svært liten grad vil påvirke kiselalgeproduksjonen i Glomfjorden.

Det er gjort få strømmålinger i Glomfjorden. I 1953 utførte Norsk Hydro orienterende strømmålinger med drivlegemer i 1 m, 2,5 m og 8 m dyp i området mellom Mesø og fastlandet (notat av Kielland, J. & E. O. Svanøe 18/9 1953). De fant liten forskjell på de to øverste dypene der nordgående strøm hadde en strømhastighet på ca. 30-40  $\text{cm}/\text{sek}$ , mens tilsvarende sydgående strøm var 5-15  $\text{cm}/\text{sek}$ . I det underliggende vannlag var nordgående strøm målt i 8 m dyp, ca. 70 % av strømmen i det øvre vannlaget, mens det for sørgående strøm var liten forskjell i de to vannlagene.

For å få et bilde på de mulige spredningsforholdene i Glomfjorden kan det ut fra dette være illustrativt å ta utgangspunkt i målinger av strøm og spredningsforhold med drivlegemer og sporstoff som ble gjort vest for Glomfjord fabrikk i 1954 (notat av Fjellanger, S. & E. O. Svanøe 5/7 1954). Målingene ble gjort i overflatelaget. Resultatene viste at allerede 500-1000 m fra utslippspunktet var sporstoffet spredt i minst 800 m bredde og uttynningen foregikk i minst 3 m dybde. Strømhastighetene varierte mellom 0,15-0,45  $\text{m}/\text{sek}$ . Forutsatt ideell innblanding skulle utslippet av avløpsvann til overflaten på 0,035  $\text{m}^3/\text{sek}$  således være fortynnet ca. 10000 ganger allerede 500 m fra utslippsstedet.

Ut fra resultatet av disse spredningsforsøkene og den beregnede temperaturen og silisiumkonsentrasjonen i innlagingsdypet, vil det således bare få meter fra utslippspunktet knapt være mulig å registrere effekter av utslippet.

Når kvartssand og soda losses vil en måtte regne med en viss tilførsel til sjøen, men effekten av dette vil, forutsatt forsiktig lossing, være begrenset til sjøområdet nær kaien. Med hensyn på A/S MOWI sitt sjøvannsinntak anser vi disse utslippene som uproblematisk. En del natriumkarbonatstøv vil fraktes med vinden og sedimentere i sjøen, men effekten på Glomfjorden vil være ubetydelig.

**Tabell 4.** Oversikt over mulige effekter av utslipp av soda til luft med nedfall i oppdrettstanker.

<b>Utslipp ved lossing:</b>	
Maksimalt 1000 kg/båt	12-15 båter/år ⇒ Maksimum 12-15 tonn/år
<b>Utslipp fra pipe:</b>	
Maksimalt 100 kg/døgn	
<b>Effekter:</b>	Lokal høy pH der dette sedimenterer.
	Løslighet av $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ved 0 °C: 7,1 g/l
	" " 100 °C: 45,5 g/l
Partikkeldannelse: Utfelling av $\text{CaSO}_4$ og $\text{Mg}(\text{OH})_2$ som følge av lav pH	
$\text{NH}_4\text{OH}$ dannelse som følge av høy pH - udisosiert ion, meget giftig	
pH 9,5 og 25 °C ⇒	$-\text{NH}_4 : \text{NH}_4\text{OH} = 1 : 1$
pH 8,0 og 25 °C ⇒	$-\text{NH}_4 : \text{NH}_4\text{OH} = 30 : 1$

### 3.2. Utslipp til luft

Ettersom kvartssanden er fuktig, vil sannsynligheten for spredning i forbindelse med lossing være liten. Ut fra de opplysninger vi har fått, vil produksjonsutslippet av støv fra pipe inneholde lite kvartssand. Sandpartiklene er jevne og avrundete i kantene, slik at det er lite sannsynlig at et eventuelt begrenset nedfall vil kunne ha noen særlig negativ innvirkning på fisken i A/S MOWI's anlegg.

En del natriumkarbonat vil frigis i støvutslippet fra produksjonen. Det er søkt om utslippstillatelse for 100 kg/døgn, men ut fra opplysninger fra SILINOR A/S vedrørende de spesifikasjoner som er gitt for produksjonsovnene fra produsent, så angis det et støvutslipp på 10-20 kg/døgn som det normale. En del av dette støvet vil være natriumkarbonat, men andelen er vanskelig å anslå. Videre vil det ved oppstart av ovner kunne være fare for støtutslipp av støv, men dette vil i følge oppdragsgiver bare skje år om annet, med mindre strømbrudd eller andre faktorer fører til driftstans. I tillegg vil det kunne forekomme spontanutslipp av natriumkarbonat i forbindelse med lossing av soda (tab. 4). Dette utslippet som maksimalt vil utgjøre 1000 kg/båt, har vært sett på som det største problemet for A/S MOWI.

Tabell 4 viser en oversikt over mulige effekter av utslipp av natriumkarbonat. En av effektene vil kunne være lokalt høy pH der dette sedimenterer, og i den forbindelse har vi etter spesielt ønske fra oppdragsgiver kjørt et eksperiment for å se på pH-forandringene i ulike vannkvaliteter ved et tenkt tilfelle der 100 kg natriumkarbonat



**Tabell 5.**

Oversikt over pH ved ulike blandingsforhold mellom kjølevann, råvann og sjøvann fra h.h.v. 40 og 100 meters dyp. pH i de opprinnelige vannkvaliteter som blandes var: Kjølevann: 6.95; Råvann: 6.94; Sjøvann 40 m: 7.92; Sjøvann 100 m: 7.88.

I Sjøvann 100 m	II Sjøvann 40 m	III Kjølevann Fabrikk	IV Råvann	Prosent sjøvann	Innveid Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (mg/l)	pH 30 sek	pH 2 min	Løslighet Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> tid
x		x		1%	27.8	9.69	9.73	ca 40 sek
x			x	1%	30.0	9.64	9.71	"
	x	x		1%	28.8	9.60	9.68	"
	x		x	1%	28.6	9.63	9.69	"
x		x		5 %	31.6	9.88	9.92	ca 40 sek
x			x	5 %	31.8	9.94	9.98	"
	x	x		5 %	31.2	9.92	9.97	"
	x		x	5 %	30.8	9.90	9.93	"
x		x		10 %	30.8	9.38	9.45	ca 40 sek
x			x	10 %	30.4	9.36	9.44	"
	x	x		10 %	25.4	9.34	9.37	"
	x		x	10 %	31.4	9.38	9.44	"
x		x		15 %	26.8	9.14	9.21	ca 40 sek
x			x	15 %	29.8	9.14	9.24	"
	x	x		15 %	25.2	9.16	9.18	"
	x		x	15 %	27.2	9.18	9.22	"
x		x		20 %	33.2	9.11	9.15	ca 40 sek
x			x	20 %	27.2	9.05	9.07	"
	x	x		20 %	25.8	9.00	9.06	"
	x		x	20 %	29.8	9.10	9.14	"

Tabellen forutsetter et spontanutslipp på 100 kg Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> hvor hele utslippet fordels i tankene til A/S MOWI, d.v.s. 25 mg Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>/l.

sedimenterer i A/S MOWI's tanker. Tabell 5 viser resultatene fra forsøket. Ved lav sjøvannsprosent i tankene ved A/S MOWI vil pH kunne komme opp i nærmere 10. Scenariet er imidlertid svært usannsynlig ettersom det kreves et betydelig spontanutslipp for at 100 kg natriumkarbonat skal kunne falle ned i oppdrettstankene til A/S MOWI.

Når pH stiger vil dette føre til kjemiske reaksjoner og dannelse av forbindelser som vil kunne ha negativ effekt på fisken. Ved høy pH dannes  $\text{NH}_4\text{OH}$  som er svært giftig. Forholdet mellom ammonium og den udissoierte formen ammoniumhydroksyd ved pH 8,0 og 9,5 er vist i tabell 4. Andelen av ammoniumhydroksyd øker betydelig når pH stiger. Dersom vannutskiftingen i tankene til A/S MOWI er god og ammoniumkonsentrasjonen således holdes på et lavt nivå, vurderes ikke dette som noe stort problem. Videre vil høy pH kunne føre til partikkeldannelse ved utfelling av kalsiumsulfat og magnesiumhydroksyd, men eventuelle negative effekter av dette vurderes som små.

I 1971 ble det ved Glomfjord Salpeterfabriker gjort forsøk med pH-effekter på fisk (type ikke angitt) (Notat av Bakkkemo 24/2 1971), der pH ble økt ved å tilsette enten  $\text{NH}_3$  eller  $\text{NaOH}$ . Når ammoniakk ble benyttet ble død fisk registrert etter 35 min. ved pH 9,4 (laveste pH verdi som ble testet). Ved tilsetning av natriumhydroksyd måtte man derimot opp i pH 10,4 for å merke noen effekt på fisk6+en. Dette viser at negative effekter av høy pH i høy grad er avhengig av hvilket tilsetningsstoff som benyttes.

#### 4. KONKLUSJON OG ANBEFALTE TILTAK

For å minimalisere effektene av utslippet anbefales et utslippsdyp på 10 m og en diameter på utslippsrøret på 20-30 cm.

Avløpsvannet vil ut fra den utslippsstrategien som er valgt, ikke kunne påvirke A/S MOWI sitt sjøvannsinntak.

For Glomfjorden generelt vil effekten av avløpsvannet kun kunne ha en svært begrenset lokal innvirkning.

Når det gjelder luftutslipp i forbindelse med produksjon og lossing vil effektene på Glomfjorden som helhet være ubetydelige. Det hele vil begrense seg til eventuelle lokale effekter nær kaiområdet i forbindelse med direkte spill under selve lossingen av sand og soda.

Luftutslippene i forbindelse med produksjon og lossing vil heller ikke ut fra en nøktern vurdering kunne forårsake nevneverdige skader på smolten hos A/S MOWI, spesielt ikke dersom en legger følgende anbefalte sikkerhetsforanstaltninger til grunn:

- a)  
God kontakt mellom bedriftene når lossing av soda foregår og når produksjonsovnene skal startes opp.
- b)  
Lossing og oppstart av produksjonsovner bør ikke gjøres i for sterk vind, særlig når vindretningen er ugunstig, det vil si fra SILINOR A/S mot A/S MOWI.
- c)  
Særlig stor varsomhet bør utvises fra SILINOR A/S når fisketettheten hos A/S MOWI er på det høyeste og når sjøvannsprosenten i tankene er lav. For A/S MOWI kan det være en fornuftig strategi å holde sjøvannsprosenten på 5 % eller høyere om mulig hele året.
- d)  
SILINOR A/S kan i tillegg til generelt å utvise varsomhet under lossingen, også prøve og skjerme området hvor lossingen foregår, slik at luftspredningen reduseres. Dette mener vi burde kunne la seg gjøre uten store utgifter for bedriften.
- e)  
A/S MOWI bør legge inn kontinuerlig pH-måling og måling av Na-konsentrasjonen for å kunne overvåke eventuelle effekter ved lossing av soda.

## 5. LITTERATUR

Bakke, T., J. Molvær og M. Walday, 1990. Vurdering av miljøkonsekvenser av endrede utslipp fra Hydro Rafnes. NIVA-rapport nr. 2493. Oslo.

Bjerkeng, B. og Å. Lesjø, 1973. Mixing of a jet into a stratified environment. PRA 5.7. NIVA-rapport O-126/72. Oslo.

Molvær, J., Knutzen, J., Haakstad, M. og Tangen, K., 1984: Basisundersøkelse i Glomfjord 1981-82. Delrapport II. Vannutskifting, vannkvalitet, miljøgifter i organismer og organismesamfunn på grunt vann. NIVA-rapport nr. 1605. Oslo.

---

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo  
Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2239-1