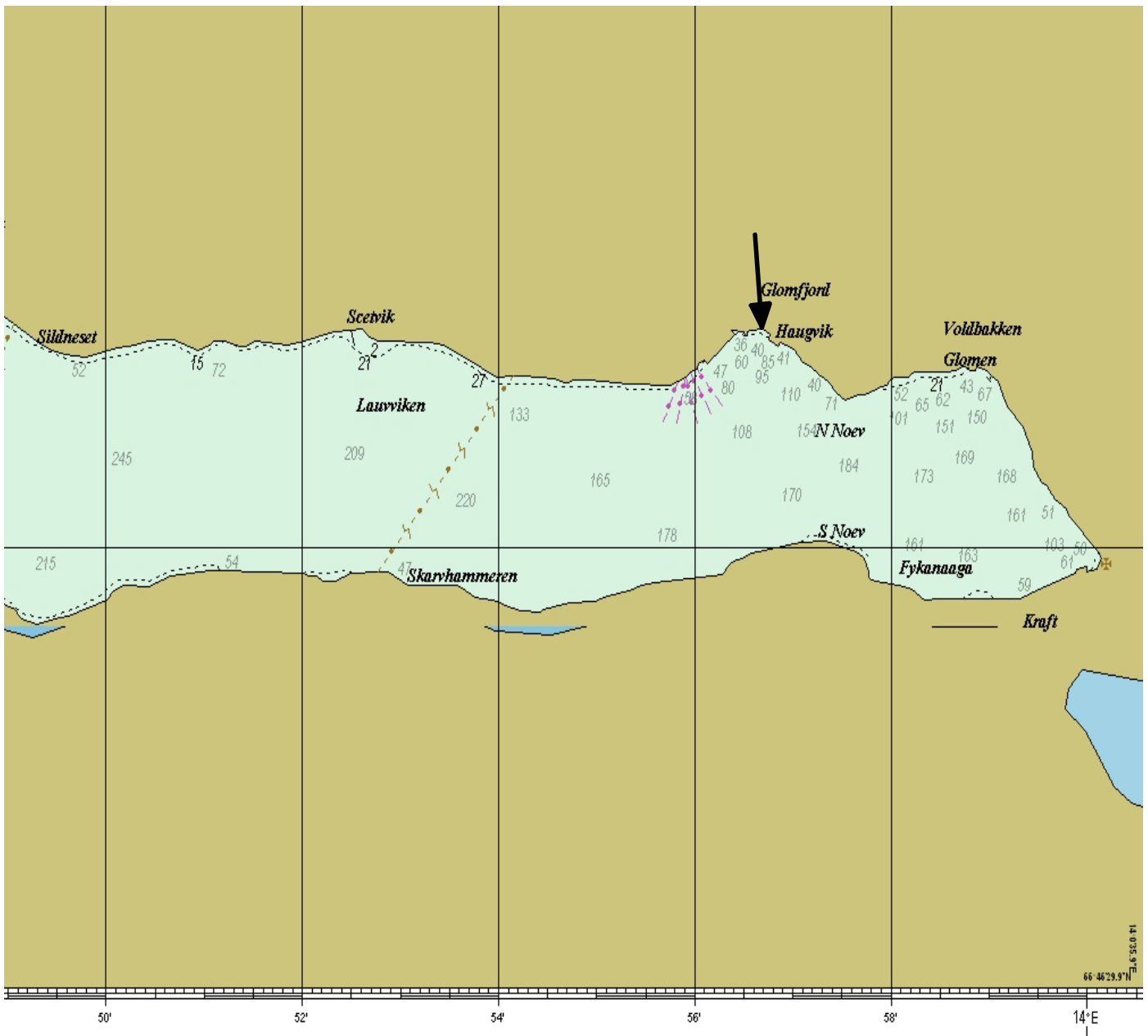


# Teknisk og miljømessig vurdering av utslipp fra SiC Processing AS, Glomfjord



**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Postboks 2026  
5817 Bergen  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 55 23 24 95

**Midt-Norge**

Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Teknisk og miljømessig vurdering av utslipp fra SiC Processing AS, Glomfjord	Løpenr. (for bestilling) 5764-2009	Dato 26.2.2009
	Prosjektnr. Undernr. 28364	Sider Pris 19
Forfatter(e) Jarle Molvær	Fagområde Vannkvalitet	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Nordland	Trykket CopyCat

Oppdragsgiver(e) SiC Processing AS, Porsgrunn.	Oppdragsreferanse Gry S. Pedersen
---	--------------------------------------

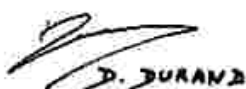
**Sammendrag**

SiC Processing AS i Glomfjord forbereder en søknad om konsesjon for utslipp til fjorden. Vannmengden er liten og ved utslipp i 30 m dyp vil avløpsvannet vanligvis innlagres i 15-20 m dyp. Ved svært liten ferskvannsavrenning til fjorden vil det kunne nå overflata i korte tidsrom med svak strøm. Fortynningen er da maksimal og avløpsvannet vil neppe kunne observeres visuelt. Bruk av diffusor eller større utslippsdyp vil forhindre slike situasjoner. Beregninger viser at det er usannsynlig at utslippet kan medføre skader på marine organismer pga. avløpsvannets innhold av partikler eller redusert oksygenkonsentrasjon i fjordens vannmasser.

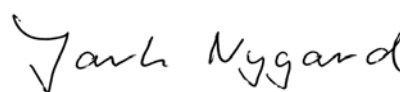
<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. SiC Processing</li> <li>2. Glomfjord</li> <li>3. Utslipp</li> <li>4. Miljøvurdering</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. SiC Processing</li> <li>2. Glomfjord</li> <li>3. Discharge</li> <li>4. Environmental assessment</li> </ol>
---	---



Prosjektleder



Forskningsleder



Fag- og markedsdirektør

O-28364

**Teknisk og miljømessig vurdering av utslipp fra  
SiC Processing AS, Glomfjord**

## **Forord**

Den foreliggende rapport er utarbeidet for SiC Processing AS, N-3908 Porsgrunn. Vi takker kvalitetssjef Gry S. Pedersen for godt og konstruktivt samarbeid.

Ved NIVA har Jarle Molvær ledet prosjektet og forfattet rapporten. Torgeir Bakke takkes for konstruktive diskusjoner og gode kommentarer.

Oslo, 26.2.2009

*Jarle Molvær*

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Bakgrunn og formål for prosjektet</b>	<b>6</b>
<b>2. Data og metodikk</b>	<b>7</b>
2.1 Bedriftens utslipp	7
2.2 Metodikk og data for vurdering av dyputslipp	9
2.2.1 Metodikk	9
2.2.2 Data	10
<b>3. Resultater</b>	<b>12</b>
3.1 Innlagringsdyp og fortynning	12
3.1.1 Virkning av uorganiske partikler i avløpsvannet	16
3.1.2 Virkning av organisk materiale i avløpsvannet	16
<b>4. Litteratur</b>	<b>17</b>
<b>Vedlegg A. Vertikalprofiler brukt i JETMIX og i Plumes</b>	<b>18</b>
<b>Vedlegg B. Strømmålinger utenfor Marine Harvest, Glomfjord, september-november 2003</b>	<b>19</b>

## Sammendrag

SiC Processing AS i Glomfjord forbereder en søknad om konsesjon for utslipp til fjorden. For å unngå å påvirke vannkvaliteten i overflatelaget og økosystemet i strandsonen ønsker bedriften å slippe avløpsvannet i 30 m dyp, med innlagring. Denne utredningen gir en miljømessig og teknisk vurdering av utslipp av avløpsvann til Glomfjord, i form av et dyputslipp.

### **Utslippsdyp, innlagring og fortykning:**

Bedriftens avløp er karakterisert ved liten vannmengde og forholdsvis høy konsentrasjon av uorganisk og organisk stoff. Beregninger av innlagring og fortykning basert på gitte utslippsdata og opplysninger om de hydrofysiske forholdene i utslippsområdet viser at:

1. ved utslipp i 30 m dyp vil avløpsvannet til vanlig innlagres i 15-20 m dyp.
2. ved kombinasjon av svak vertikal sjiktning og svak strøm vil det opptre situasjoner da avløpsvannet når overflata. Fortynningen er da maksimal (ca. 600x) og det er lite sannsynlig at lokal misfarging på overflata kan observeres.
3. skal gjennomslag til overflata helt unngås kan man avslutte avløpsledningen med en diffusor (4-6 små hull er trolig tilstrekkelig) eller man kan vurdere å lede avløpsvannet til større dyp (35-40 m).
4. mengden avløpsvann er liten og allerede etter primærfortynning (i det avløpsvannet innlagres) vil gjennomsnittlig fortykning være 300-1800x. Dette er meget høyt.

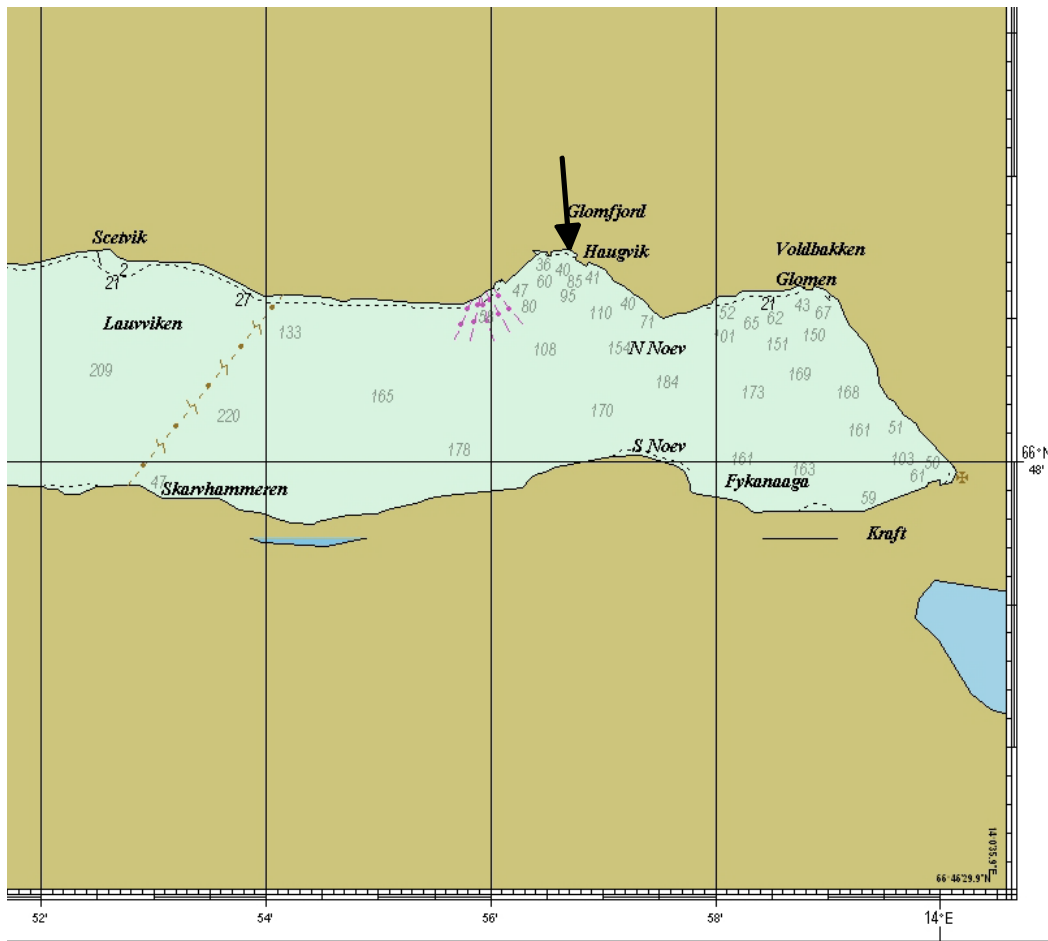
### **Virkn timer i fjorden:**

Kombinasjonen av liten vannmengde og relativt dypt utslipp gir stor fortykning som raskt reduserer konsentrasjonen av partikler og sikrer innblanding av oksygenrikt sjøvann. Beregninger viser at det er usannsynlig at utslippet kan medføre skader på marine organismer pga. avløpsvannets innhold av partikler eller redusert oksygenkonsentrasjon i fjordens vannmasser

# 1. Bakgrunn og formål for prosjektet

SiC Processing AS i Glomfjord gjenvinner silisiumkarbid (SiC) og polyetylenglykol (PEG) fra skjærevæske som er brukt under kutting av silisiumwafere for bruk i solceller. Bedriften har utslipp til Glomfjord og avløpsvannet fører SiC og PEG sammen med annet prosessavløpsvann (**Figur 1**).

Bedriften forbereder en søknad om konsesjon for utslipp til fjorden. For å unngå på påvirke vannkvaliteten i overflatelaget og økosystemet i strandsonen ønsker bedriften å slippe avløpsvannet i 30 m dyp, med innlagring. *Denne utredningen gir en miljømessig og teknisk vurdering av utslipp av avløpsvann til Glomfjord, i form av et utslipp i 30 m dyp.*



**Figur 1.** Indre del av Glomfjord (kart fra Statens kartverk). Utslippet er markert (svart pil).

## 2. Data og metodikk

### 2.1 Bedriftens utslipp

Avløpsvannet som planlegges ledet ut som dyputslipp er beskrevet i **Tabell 1**, og dette legges til grunn for videre vurderinger og beregninger.

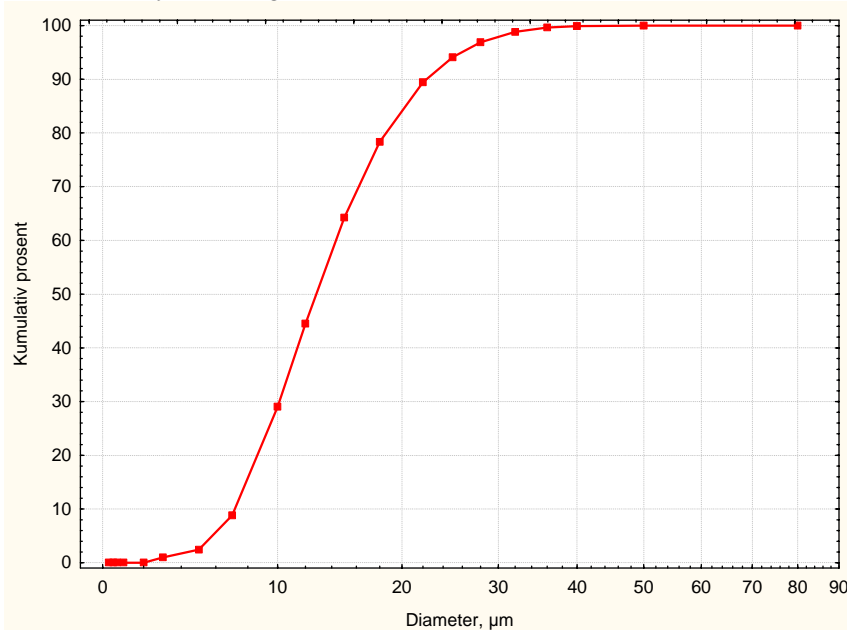
**Tabell 1.** Oversikt over utslipp fra bedriften i Glomfjord (opplysninger fra SiC Processing AS).

	Gjennomsnitt	Maksimalt	Konsentrasjon
Vannmengde, m <sup>3</sup> /h	20		
KOF kg/d	600	1200	1250-2500 mg O/l
SS kg/d	150	200	312-416 mg SS/l

SiC Processing har oppgitt at partikler og organisk stoff har samme egenskaper som for utslippet fra Herøya og den etterfølgende beskrivelsen (Figurene 2-4 og tilhørende tekst) er derfor hentet fra rapporten om dette utslippet (Molvær og Bakke, 2008)

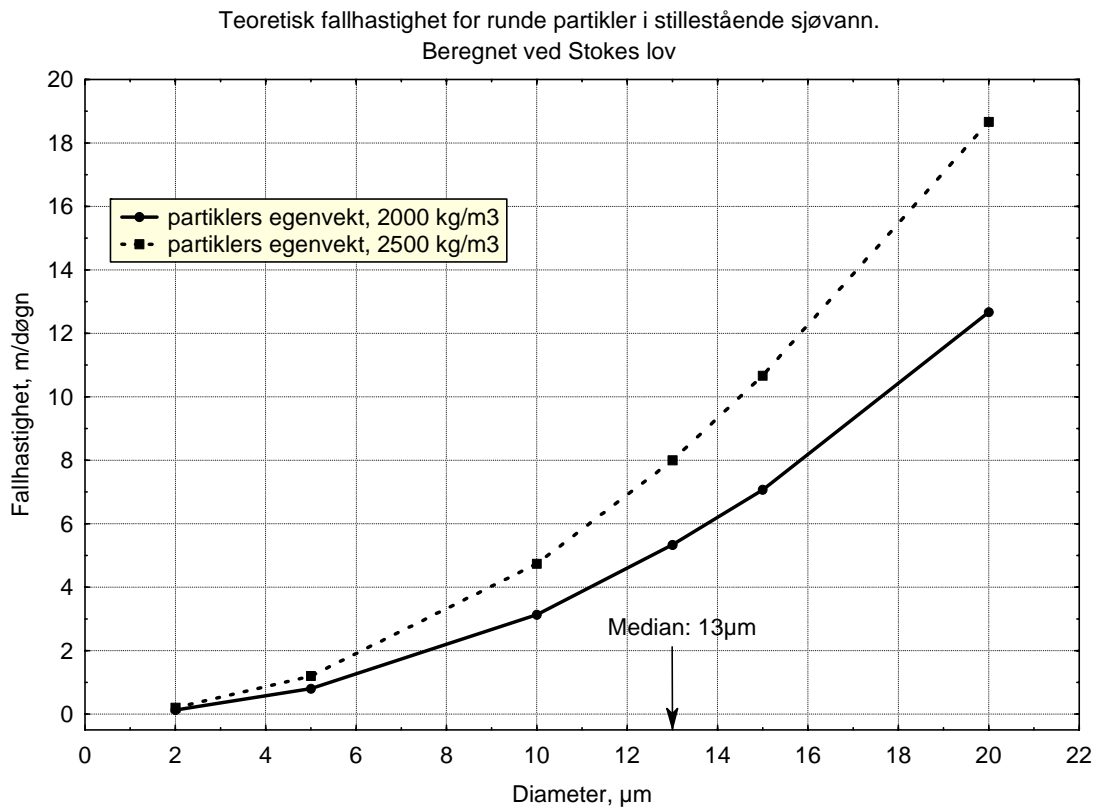
Partiklene er mørke og med typisk diameter på ca. 8-20  $\mu\text{m}$  (**Figur 2**), noe som betyr at der er svært mange partikler pr. mg. Partiklene er oftest flate og langstrakte. Sammenlignet med en situasjon der en tilsvarende konsentrasjon skyldes et mindre antall store partikler (som også synker fort) kan mindre partikler i større grad påvirke utseende av overflatelaget og sees av en observatør.

Partiklenes synkehastighet i sjøvann er ikke målt, men Stokes lov kan gi et visst inntrykk. Loven gjelder for kuleformede partikler i stillestående vann. Beregnet synkehastighet for partikler med størrelse i intervallet 2-20  $\mu\text{m}$  er vist i **Figur 3**. For disse er den teoretiske synkehastigheten i stillestående vann grovt regnet 0,1-20 m/døgn. Medianen for partikkelstørrelsen er 13  $\mu\text{m}$  som tilsvarer en synkehastighet på ca. 5-8 m/døgn. Partiklene fra utslippet har en langstrakt form som kan gi dem noe mindre synkehastighet.



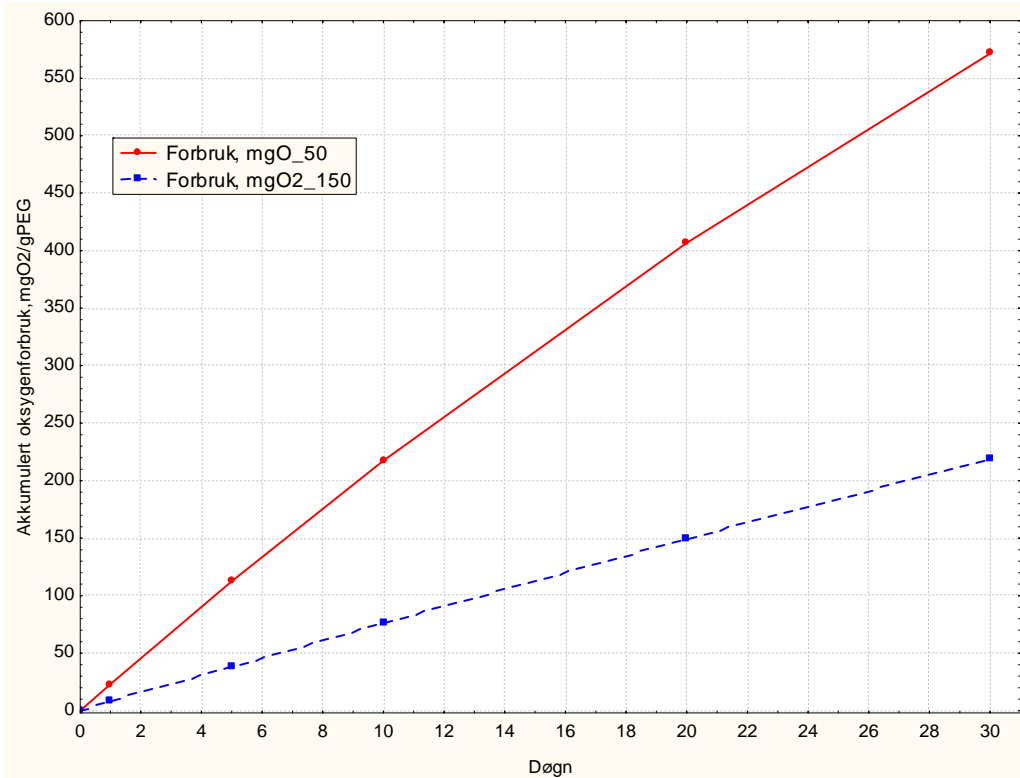
**Figur 2.** Kumulativ fordeling av partikkelstørrelse. Median er ca. 13  $\mu\text{m}$  og ca. 95% av partiklene har diameter mindre enn 26  $\mu\text{m}$ .





**Figur 3.** Synkehastighet i brakkvann for runde partikler med diameter fra 2-20  $\mu\text{m}$ .

"Technical Guidance Document" (TGD) for risikovurdering av kjemikalier i henhold til EU direktiv 1488/94 gir veiledning i beregning av nedbrytning av kjemikalier i miljøet. Kjemikalienes nedbrytbarhet karakteriseres ved laborietester i henhold til OECD Guidelines og på grunnlag av resultatene klassifiseres de som lett nedbrytbare "ready biodegradable", middels nedbrytbare "inherent biodegradable" eller ikke nedbrytbare "persistent". Polyetylen glykol (CAS nr. 25322-68-3) er nedbrytbart, men nedbrytningen er ikke rask nok til å oppfylle kriteriet for lett nedbrytbarhet. Den kommer derfor i kategorien "inherent biodegradable". For stoffer i denne kategorien er det anbefalt å anta en halveringstid på 150 døgn ved utslipp til overflatevann. For stoffer som er nær å oppfylle kriteriene for lett nedbrytbarhet anbefales halveringstiden 50 døgn. Det kan derfor antas at halveringstiden for PEG er i området 50-150 døgn (hastighetskonstanter  $-0,01386$  til  $-0,00465$  /døgn). Oksygenforbruket ved nedbrytning av PEG er  $1.68 \text{ mg/mg}$ . Det betyr f.eks. at utslipp av  $1 \text{ g}$  PEG gir et oksygenforbruk på  $23 \text{ mgO}_2$  det første døgnet dersom halveringstiden er 50 døgn og  $8 \text{ mgO}_2$  dersom halveringstiden er 150 døgn (se ellers **Figur 4**).



**Figur 4.** Beregnet akkumulert oksygenforbruk ved nedbrytning av PEG, for halveringstid 50 døgn og 150 døgn.

## 2.2 Metodikk og data for vurdering av dyputslipp

Vurderingen gjelder flytting av bedriftens utslipp til et dyp slik at avløpsvannet i størst mulig grad innlagres i sjøvannet under fjordens brakkvannslag.

Nedenfor omtales metodikk og data. Innledningsvis påpekes at metodikken i hovedsak er lik den som har vært brukt for vurderinger av utslippet fra SiC Processings fabrikk på Herøya (Molvær og Bakke, 2008).

### 2.2.1 Metodikk

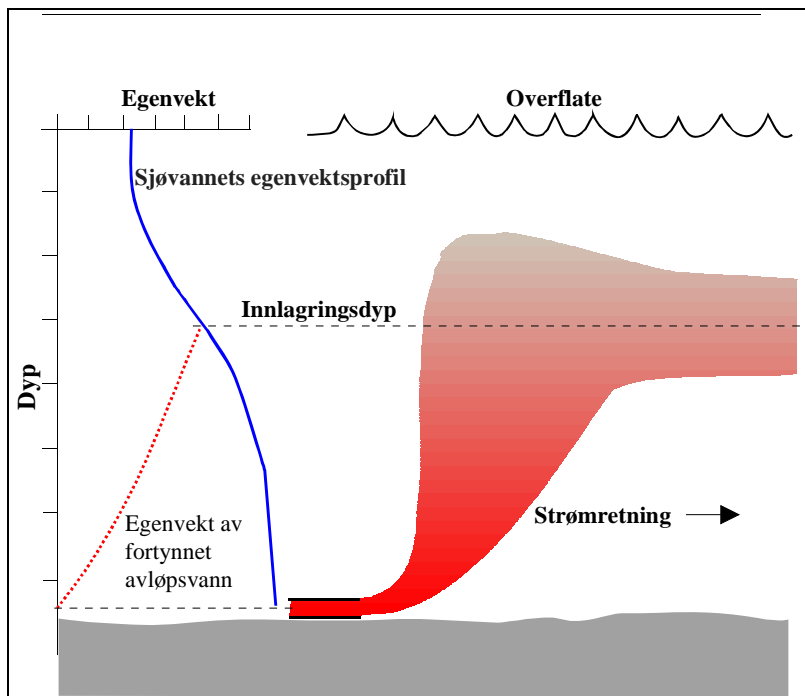
Avløpsvannet har i praksis samme egenvekt som ferskvann og er dermed lettere enn sjøvann. Når avløpsvannet slippes ut gjennom en ledning på dypt vann i Glomfjord vil det derfor begynne å stige opp mot overflata samtidig som det blander seg med det omkringliggende sjøvannet. Hvis sjøvannet har en stabil sjiktning (egenvekten øker mot dypet) fører dette til at egenvekten til blandingen av avløpsvann+sjøvann øker samtidig som egenvekten til det omkringliggende sjøvannet avtar og i et gitt dyp kan dermed blandingsvannmassen få samme egenvekt som sjøvannet omkring (se **Figur 5**). Da har ikke lenger blandingsvannmassen noen "positiv oppdrift", men har fortsatt vertikal bevegelsesenergi og vil vanligvis stige noe forbi dette "likevektsdypet" for så å synke tilbake og innlagres.

Beregning av innlagring og primærfortynning er utført i to omganger. Først har vi brukt resultater fra en utredning for ScanWafer Glomfjord (Molvær et al., 2005) der man først gjorde beregninger for 42 vertikalprofiler for temperatur og saltholdighet og flere ledningsdiametre, utslippsdyp og vannmengder med modellen JETMIX (Bjerkeng og Lesjø, 1973). Deretter ble 9 vertikalprofiler

utvalgt som representative for variasjonsmønsteret, og disse ble brukt for mer detaljerte beregninger og som grunnlag for videre vurderinger. De samme 9 profilene blir brukt i denne vurderingen.

For beregning av videre spredning fortynning etter innlagring bruker vi den numeriske modellen Visual PLUMES utviklet av U.S. EPA (Frick et al. 2001). Nødvendige opplysninger for modellsimuleringene er vannmengde, dyp og diameter for utslippsrøret samt strømhastigheten i resipienten. Dette er sammenfattet i

**Tabell 2.** Ved å bruke disse i modellsimuleringene kan konsentrasjon av de ulike komponentene i gitte avstander fra utslippspunktet beregnes og influensområdet kan kvantifiseres. Disse videregående beregningene med PLUMES gjøres for et mindre, men representativt utvalg av kombinasjonene som beregnes med JETMIX.



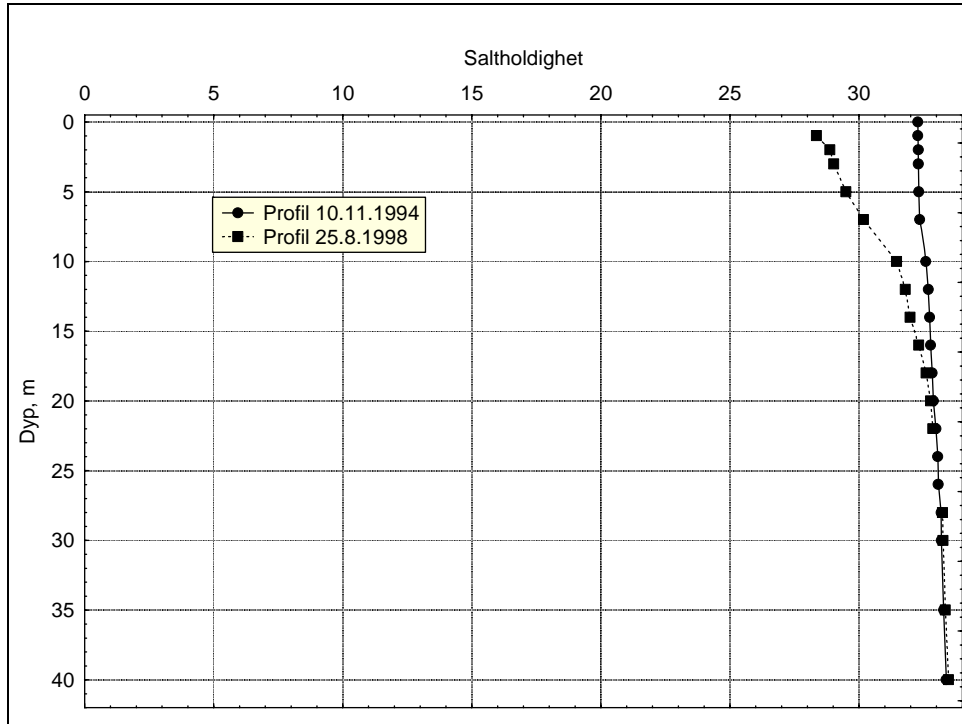
**Figur 5.** Prinsippkisse av dyputslipp med innlagring av avløpsvannet

### 2.2.2 Data

Selv om ferskvannstilførselen er relativt liten skaper den oftest en viss vertikal sjiktning av vannmassene, og det naturlig å skjelne mellom to hovedvannmasser i Glomfjord (**Figur 6**):

- Et overflatelag med et betydelig innhold av ferskvann (brakkvannslag)
- Et underliggende sjøvannslag

Overgangen fra brakkvannslag til sjøvannslaget er markert ved en økning i saltholdighet, og omtales ofte som et sprangsjikt. En slik vertikal lagdeling er en forutsetning for innlagring av avløpsvann – og er i varierende grad oppfylt i Glomfjord.



**Figur 6.** Eksempel på vertikale saltholdighetsprofiler mellom overflata og 40 m dyp i Glomfjord. Sjøkningen er gjennomgående svak på grunn av liten ferskvannstilførsel. Særlig gjelder dette vinterhalvåret. Ved svak vertikal sjiktning kan innlagring av avløpsvannet bli vanskelig.

**Tabell 2.** Opplysninger om utslippet for bruk i de tekniske beregningene (oppgitt av SiC Processing AS).

Diameter avløpsledning, mm	Utslippsdyp, m	Vannmengde, l/s
200	30	5,6

Innlagringsdypet påvirkes av strømhastigheten ved at avløpsvannet innlagres dypere ved sterk strøm (jfr. formen på skyen av damp over en skorstein i vindstille og ved sterk vind). Beregningene med JETMIX forutsetter stillestående vannmasser, men PLUMES kan ta hensyn til strømhastigheten. Vi regner med varierende strøm i sjøvannslaget og bruker resultater fra strømmålinger utført utenfor Marine Harvest sitt anlegg i 2003 (**Tabell 3 og Vedlegg B**).

**Tabell 3.** Strømhastigheter som brukes i beregningene (fra Olsen, 2003). Strømretningen var 270 grader, dvs. mot vest.

Dyp, m	Gjennomsnitt, cm/s	Minimum, cm/s
5	5,7	1
15	4,2	1
32	3,0	1

Hvis ikke beregningene for utslipp gjennom ledningens endehull gir tilfredsstillende løsninger, vurderes utslipp gjennom en diffusor (spreder) med f.eks. 4-8 hull. Dette gir større fortykning og dypere innlagring.

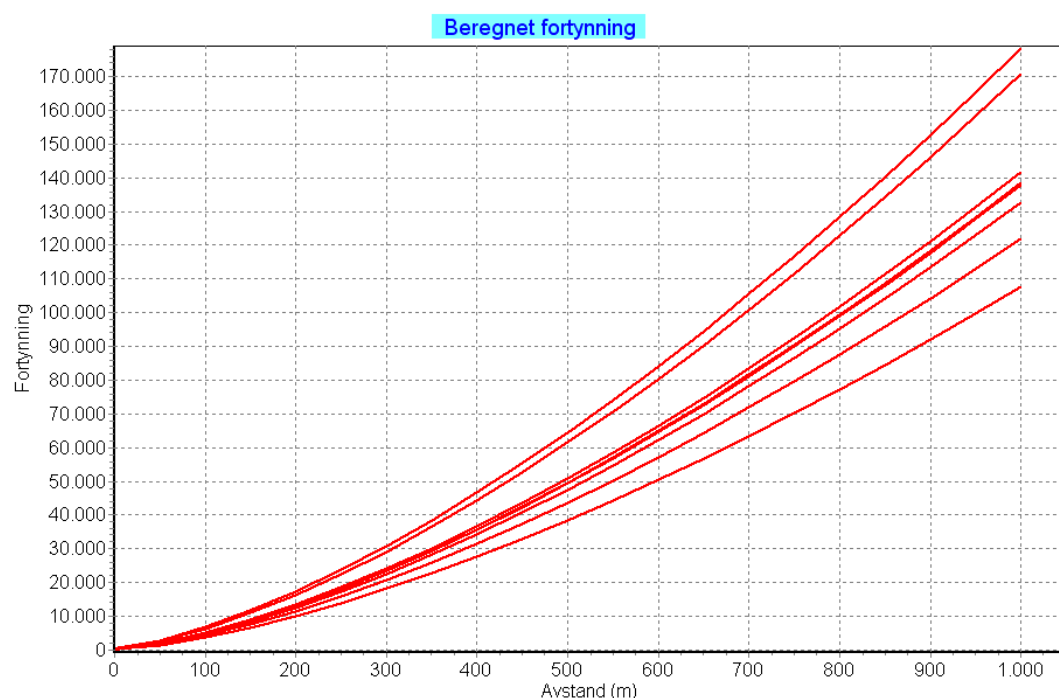
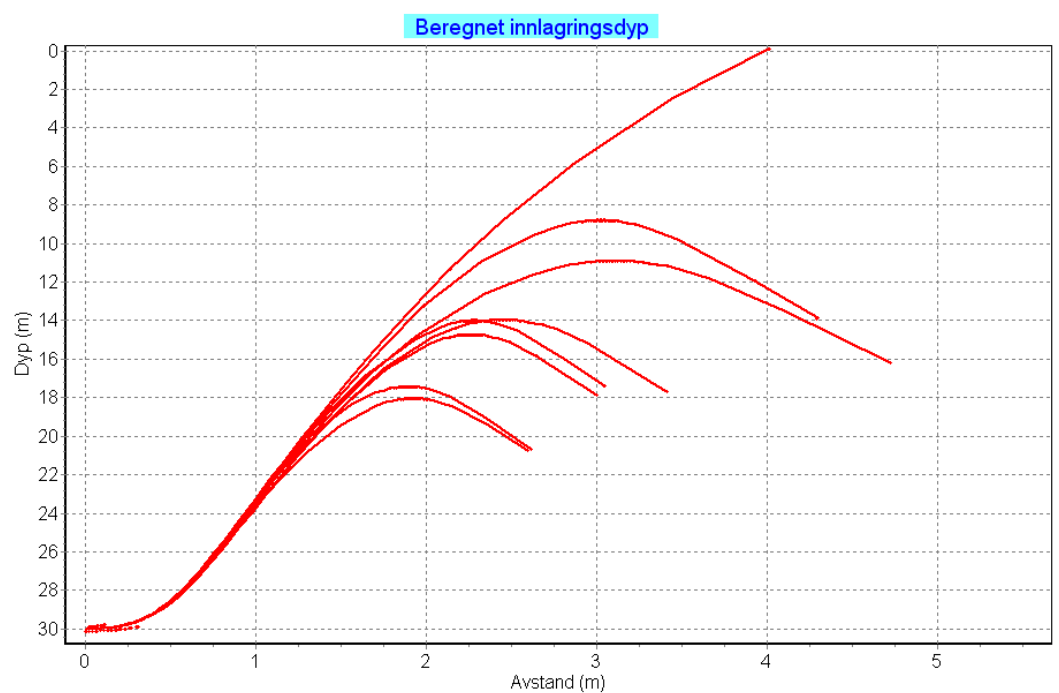
## 3. Resultater

### 3.1 Innlagringsdyp og fortynning

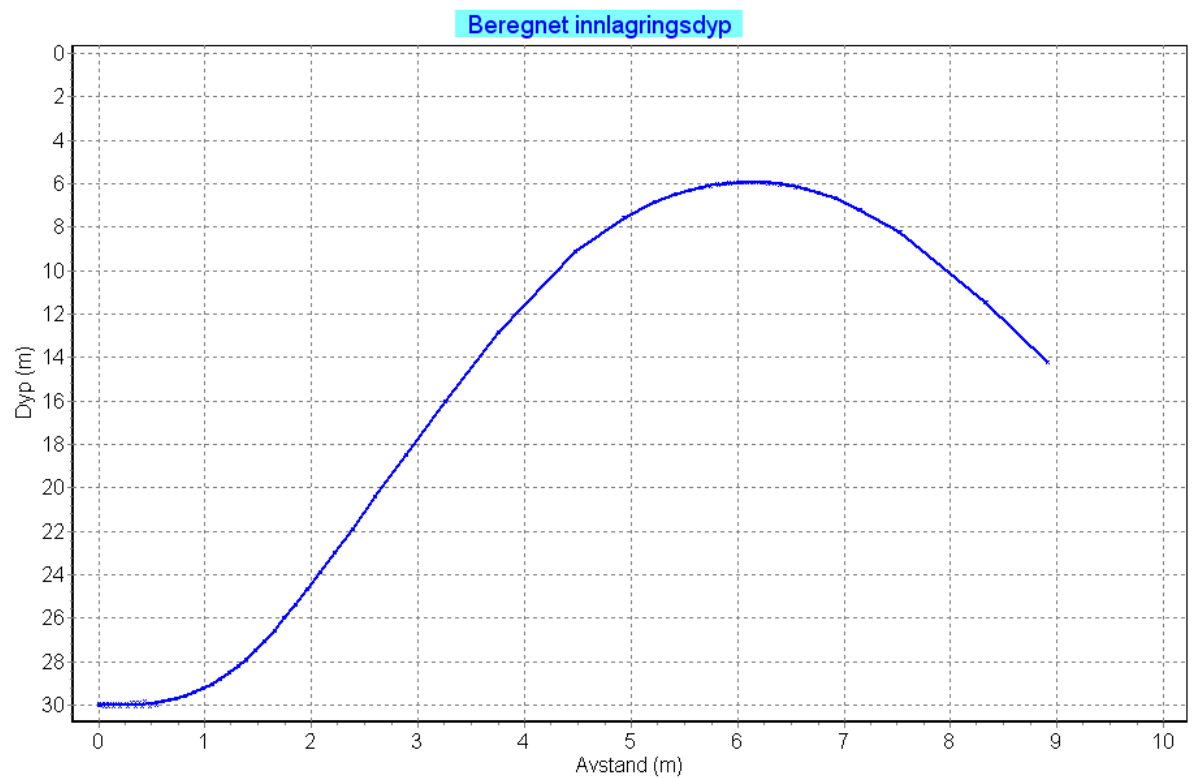
Vi har utført beregninger av innlagringsdyp og fortynning med inputdata som er beskrevet i **Tabell 2** og **Tabell 3**, og resultatet er vist i **Figur 7-Figur 9**. Ved utslipp av 20 m<sup>3</sup>/h (5,6 l/s) gjennom ledning uten diffusor vil avløpsvannet til vanlig innlagres i ca. 15-20 m dyp.

I situasjoner med kombinasjon av svak sjiktning og svak strøm kan avløpsvannet imidlertid nå overflata. Fortynningen er da maksimal (ca. 600x) og det er lite sannsynlig at noe lokal misfarging på overflata vil kunne observeres. Dette kan skje i perioder med liten ferskvannsavrenning ( gjerne i kalde perioder vinterstid og sommerstid etter snøsmeltingen) og da i situasjoner med svak strøm. Fordi tidevann kan antas å dominere strømbildet vil situasjoner med svak strøm vanligvis opptre omkring høyvann og lavvann, dvs. trolig 1-2 timer inntil 4 ganger i døgnet.

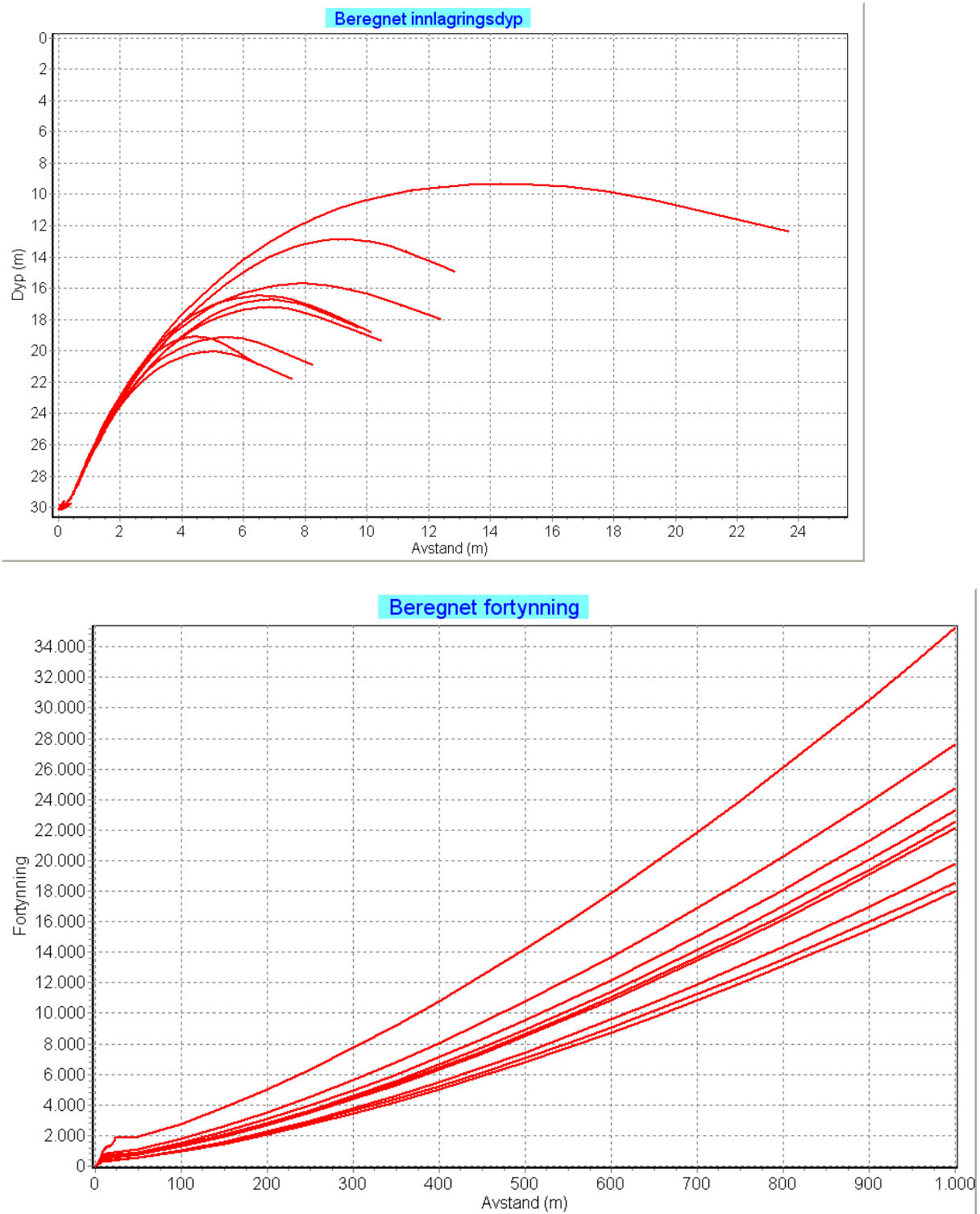
Skal man helt forhindre at avløpsvannet når overflata må det brukes en diffusor (**Figur 8**) eller man kan vurdere å øke utslippsdypet til 35-40 m.



**Figur 7.** Vannmengde 5,6 l/s, ledningsdiameter 200 millimeter og strømhastighet 1 cm/s. Øvre figur viser "strålebanene" for de 9 vertikallprofilene og nedre figur viser fortykning med ut til 1000 m fra utslippet.



**Figur 8.** Beregning for den ene profilen der avløpsvannet kan nå overflata ved kombinasjonen av svak sjiktning og svak strøm: men med installasjon av diffusor med 4 hull med diameter 5 cm, innbyrdes hullavstand 2 m. Vannmengde 5,6 l/s og strømhastighet 0,01 m/s. Med diffusor oppnås innlagring av avløpsvannet.



**Figur 9.** Vannmengde 5,6 l/s, ledningsdiameter 200 millimeter og strømhastighet 3-5,7 cm/s. Øvre figur viser "strålebanene" for de 9 vertikallprofilene og nedre figur viser fortynning ut til 1000 m fra utslippet.



### 3.1.1 Virkning av uorganiske partikler i avløpsvannet

Når det gjelder miljøvirkninger er det fire faktorer å ta i betraktning:

1. Konsentrasjonen: Hessen (1992) undersøkte effekter på fisk og dyreplankton i ferskvann av små uorganiske partikler (borestøv og breslam). Vi antar at resultatene også kan brukes for å bedømme virkninger i et marint miljø. Det ble påvist skader på dyreplankton ved konsentrasjon 10 mg/l, mens fisk tåler vesentlig høyere konsentrasjoner (>25 mg/l, Alabaster og Lloyd, 1982) uten skader.
2. Partiklenes form og størrelse: skarpkantede partikler kan forårsake større skader enn runde, avslippte. Effekten av økende partikkelstørrelse er lite kjent, men Hessen (1992) nevner at risikoen for skader i gjellene øker med større, hardere og kantete partikler.
3. Nedsatt lysmiljø: kan ha helt lokal betydning, men ikke betydning utover dette.
4. Størrelsen av vannvolum og bunnareal som påvirkes: utgjør en meget liten del av Glomfjordens vannmasse og bunnareal

Utenfor en avstand på ca. 100 m vil gjennomsnittskonsentrasjonen av suspendert stoff i skyen med fortynnet avløpsvann være mindre enn 1 mg/l, dvs. <0,5 mg/l over en antatt lav bakgrunnskonsentrasjon på 0,5 mg/l. Deretter vil konsentrasjonen relativt langsomt nærme seg bakgrunnskonsentrasjonen ettersom fortynningen øker. Ved denne avstanden vil bredden av skyen være 20-40 m og tykkelsen 2-4 m.

Utenom noen 10-talls meter fra utslippet vil konsentrasjonen være for lav til å gi skader på fisk eller plankton. Femti-meters avstand nåes innen 0,3 – 1,5 timer med de aktuelle strømhastighetene. Denne eksponeringstiden er betydelig lavere enn den som ga effekter ved 10 mg/l (7-8 døgn, Hessen 1992), noe som ytterligere forsterker konklusjonen om at partiklene ikke vil skade fisk eller plankton.

### 3.1.2 Virkning av organisk materiale i avløpsvannet

Ved 200x fortynning vil et utslipp av 6 l/s (gjennomsnittsverdien er 5,6 l/s) umiddelbart fortynnes med ca. 1200 l sjøvann der oksygenkonsentrasjonen vanligvis er ca. 5-8 mg O<sub>2</sub>/l<sup>1</sup>. Avløpsvannet er beregnet til å ha en typisk KOF-konsentrasjon på 1250-2500 mg O<sub>2</sub>/l (**Tabell 1**). Som beskrevet ovenfor vil nedbrytningen av det organiske materialet i avløpsvannet gå langsomt og 1-3 % nedbrytes det første døgnet (i størrelsesorden 12-40 mg O<sub>2</sub>/l ved en gjennomsnittskonsentrasjon på 1250 mg O<sub>2</sub>/l i avløpsvannet, og ca. 25-80 mg O<sub>2</sub>/l når konsentrasjonen er maksimalt 2500 mg O<sub>2</sub>/l) nedbrytes det første døgnet.

Vannmengden er liten og for et utslipp i 30 m dyp vil gjennomsnittlig primærfortynning ligge i intervallet 300-1800x. Minst fortynning skjer når avløpsvannet innlagres omkring 20 m dyp og høyest fortynning når det stiger opp mot overflata. Dette betyr at avløpsvannet umiddelbart innblandes i en vannmasse som inneholder ca. 6000-10000 mgO<sub>2</sub>. **Figur 7** og **Figur 9** viser at fram til avstand 500 m øker fortynningen til ca. 40000-60000x ved en tenkt situasjon der strømhastigheten er 1 cm/s, og 7000-17000x når hastigheten er i den vertikale profilen er 3-5,7 cm/s). De tilsvarende tidsrommene er henholdsvis 14 timer og 2,5 timer. Dette betyr en så stor innblanding av oksygenrikt sjøvann at oksygenforbruket fra avløpsvannet har minimal betydning.

Det vil være de store trekkene i fjordens oksygenbalanse ved de hydrofysisk og meteorologisk bestemte vannfornyelsene, som vil avgjøre oksygenforholdene i vannmassene i 8-20 m dyp i Glomfjordens indre del.

<sup>1</sup> Omregningsfaktoren fra mlO<sub>2</sub>/l til mgO<sub>2</sub>/l er 1,42

## 4. Litteratur

Alabaster J.S. and Lloyd, R., 1982. Water quality criteria for freshwater fish. Butterwords publ., London.

Bjerkeng, B. og Lesjø, Å., 1973: Mixing of a jet into a stratified environment. PRA. 5.7. NIVA-rapport O-126/73. Oslo.

Frick, W.E., Roberts, P.J.W., Davis, L.R., Keyes, J, Baumgartner, D.J. and George, K.P., 2001. Dilution Models for Effluent Discharges, 4<sup>th</sup> Edition (Visual Plumes). Environmental Research Division, U.S. Environmental Protection Agency, Athens Georgia, USA.

Hessen, D.A., 1992. Uorganiske partikler i vann; effekter på fisk og dyreplankton. NIVA-rapport 2787. 42 sider.

Molvær, J., Stenstrøm, P. og Pedersen, G., 2005. Teknisk og miljømessig vurdering av utslipp fra ScanWafer AS, Glomfjord. NIVA-rapport nr. 5071-2005. 32 sider.

Molvær, J. og Bakke, T., 2008. SiC Processing AS. Miljømessig vurdering av utslipp til Frierfjorden fra gjenvinningsanlegg for polyetylenglykol og silisiumkarbid. NIVA-rapport nr. 5701-2008. 26 sider.

Olsen, K., 2003. Miljøundersøkelse av utslippsresipient i Glomfjord, Meløy kommune. Argus-rapport nr. 2003-9. 33 sider.

## Vedlegg A. Vertikalprofiler brukt i JETMIX og i Plumes

Tabellen nedenfor viser datoene for de 42 profilene for temperatur og saltholdighet som er benyttet i beregningene.

PROFILE	STATION	REGTIME	NO. OF DEPTHS
1	G1	940224	12 40
2	G1	940310	12 29
3	G1	940324	12 28
4	G1	940407	11 25
5	G1	940421	11 35
6	G1	940505	11 35
7	G1	940525	11 38
8	G1	940609	11 40
9	G1	940622	11 32
10	G1	940707	07 40
11	G1	940723	09 37
12	G1	940804	09 36
13	G1	940818	09 38
14	G1	940915	09 40
15	G1	940929	09 40
16	G1	941013	09 34
17	G1	941027	09 33
18	G1	941110	09 33
19	G1	941124	09 34
20	G1	941214	09 34
21	G1	950220	09 36
22	G1	950320	09 34
23	G1	950420	09 31
24	G1	950518	09 40
25	G1	980602	12 17
26	G1	980609	12 17
27	G1	980616	12 17
28	G1	980623	12 17
29	G1	980630	12 17
30	G1	980707	12 17
31	G1	980714	12 20
32	G1	980721	12 18
33	G1	980844	12 18
34	G1	980813	12 18
35	G1	980819	12 17
36	G1	980825	12 17
37	G1	980901	12 18
38	G1	980908	12 18
39	G1	980915	12 18
40	G1	980922	12 17
41	G1	980929	12 17
42	G1	981006	12 18

## Vedlegg B.

# Strømmålinger utenfor Marine Harvest, Glomfjord, september-november 2003

Tabellen nedenfor er kopiert fra Olsen, K., (2003):

**Tabell nr. 6. Strømmålinger i utslippsområdet til settefiskanlegget i Glomfjord. Oversikt. Strømmålingene er også presentert i tabeller grafiske og figurer i vedlegg nr. 5-22.**

	Max (cm/sek)	Min (cm/sek)	Varians (cm/sek) <sup>2</sup>	Middel (cm/sek)	Dyp (m)	Retning (grader)	Periode	
							Til	Fra
Vannutskifting	43,8	1,0	27,625	5,7	5	270	04.11.03	10.09.03
Spredning	43,8	1,0	17,765	4,2	15	270	04.11.03	10.09.03
Bunn	30,4	1,0	9,587	3,0	32	270	04.11.03	10.09.03

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)