

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0 - 43/72

UNDERSØKELSER OVER VIRKNING AV KARBONDISULFID

CS<sub>2</sub> PÅ LAKS OG ALGER

Saksbehandler: Cand.real. Magne Grande

Medarbeidere: Tekniker Sigbjørn Andersen,  
Fil.kand. Sven Källquist

Rapporten avsluttet: juni 1972.

INNHOILDSFORTEGNEISE:

|  | Side: |
|--|-------|
| 1. KONKLUSJON  | 3     |
| 2. INNLEDNING  | 4     |
| 3. METODER   | 4     |
| 4. RESULTATER  | 5     |
| 4.1 Virkning på laks   | 5     |
| 4.2 Virkning på alger  | 5     |
| 5. TIDLIGERE UTFØRTE UNDERSØKELSER OVER VIRKNING AV<br>CS <sub>2</sub> PÅ VANNORGANISMER | 10    |
| 6. DISKUSJON   | 11    |

TABELLFORTEGNEISE:

|  |   |
|--|---|
| 1. Virkning av CS <sub>2</sub> på alger. Vekst etter 4 dager | 8 |
| 2. Virkning av CS <sub>2</sub> på alger. Vekst etter 7 dager | 9 |

FIGURFORTEGNEISE:

|  |   |
|--|---|
| 1. Virkning av karbondisulfid, CS <sub>2</sub> , på laks   | 6 |
| 2. Algekulturer (50 ml) filtrert gjennom membranfilter<br>(0,45 µ). Mørke filtre markerer vekst. Figurene<br>tilsvare tabell 2 | 7 |

## 1. KONKLUSJON

Det er utført en undersøkelse over virkning av karbondisulfid,  $CS_2$ , på laks og tre arter av alger.

I konsentrasjoner på 0,005 ml  $CS_2$ /l (6 mg/l) ble ikke observert virkninger på yngel av laks ved 6 døgns forsøk. I en konsentrasjon av 0,01 ml  $CS_2$ /l (13 mg/l) ble fisken påvirket i forsøksperioden og dødelighet ville sannsynligvis inntruffet ved lengre tids eksponering. I konsentrasjon på 0,025 ml  $CS_2$ /l (32 mg/l) eller høyere oppsto total dødelighet i forsøksperioden.

Karbondisulfid utøvet ulike sterk giftvirkning på de tre algene, *Selenastrum capricornutum*, *Oscillatoria agardhii* og *Skeletonema costatum*. Av disse algene var den marine diatoméen *Skeletonema costatum* mest følsom. Dennes vekst ble hemmet ved tilsetning av 0,01 ml  $CS_2$ /l (ca. 13 mg/l). Ved tilsetninger over 0,05 ml  $CS_2$ /l (65 mg/l) døde alle celler.

På grunnlag av de utførte undersøkelser og innhentede opplysninger vil vi anta at utslippet av karbondisulfid ikke vil medføre nevneverdig risiko for marine organismer. Forutsetningene er at utslippet skjer i åpent farvann i Skagerak og på angitt måte.

MGr/ibo  
7.6.72.

## 2. INNLEDNING

I brev av 15. mars 1972 ble vi av A/S Borregaard anmodet om å foreta en undersøkelse over giftvirkninger av  $CS_2$  på vannorganismer. Bakgrunnen for henvendelsen var planlagte utslipp av karbondisulfidholdig vann fra båt i Skagerak. Oppdraget skulle omfatte orienterende tester for å studere de aktuelle giftvirkninger av  $CS_2$  på fisk og planktonalger. Videre skulle det gis en vurdering av utspreidningsforhold og konsentrasjoner i sjøen som kan gi grunnlag for bedømmelse av virkningen av utslippet.

## 3. METODER

Den anvendte mengde karbondisulfid,  $CS_2$ , ble tilsendt fra A/S Borregaard, og som stamløsning ble benyttet 1 ml av denne løst i 1 l vann.

Forsøkene med fisk er utført i glassakvarier med 5 l løsning og 5 årsyngel av laks (4-5 cm) i hver test. Til forsøkene har vært benyttet ferskvann fra instituttets laboratorium. Dette representerer en vanlig norsk vanntype og kan karakteriseres ved følgende data:

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| pH                                  | 6,3 |
| Spes. ledningsevne, 20°C $\mu S/cm$ | 32  |
| Farge, mg Pt/l                      | 20  |
| Permanganattall, mg O/l             | 3   |

Forsøkene er utført ved en temperatur av 10°C. Testene hadde en maksimal varighet av 6 døgn med skift av løsning hvert døgn. Forsøksresultatene er uttrykt ved den midlere levetid for de 5 fisk i hver konsentrasjon.

Algeforsøkene ble utført i 100 ml rundkolber i kulturrrom, med temperatur 20°C og alternerende 12 timers lys og 12 timers mørke. Forsøk ble utført med forskjellige konsentrasjoner av  $CS_2$  og næringsløsning og med tre forskjellige testalger. Som næringsløsning ble benyttet Z8 som er den standardløsning som anvendes ved dyrking av alger ved NIVA. Som testalger ble benyttet to ferskvanns- og en marin alge:

1. *Selenastrum capricornutum* er en grønnalge som tilhører ordenen Chlorococcales. Det er en vanlig forekommende ferskvannsalge.
2. *Oscillatoria agardhii* er en blågrønnalge som ofte opptrer i store mengder i næringsrike innsjøer.
3. *Skeletonema costatum* er en marin diatomé og er en av de dominerende planktoniske algene i norske kystfarvann.

Veksten ble avlest visuelt og notert under forsøkets gang. Når forskjellen i algemengden var klart synlig (etter 7-10 dager) ble kulturene filtrert og veksten avlest på filtrene.

#### 4. RESULTATER

##### 4.1 Virkning på laks

Forsøksresultatene er vist på figur 1. Det fremgår av denne at fisken døde raskt (5-10 minutter) i løsninger med tilsetning av 0,1 - 0,05 ml CS<sub>2</sub>/l. Dette tilsvarer omlag 130-65 mg CS<sub>2</sub>/l. Ved en konsentrasjon av 0,025 ml CS<sub>2</sub>/l (32 mg/l) døde samtlige fisk etter omlag 6 døgn forsøksperiode. Ved en konsentrasjon av 0,01 ml CS<sub>2</sub>/l dvs. ca. 13 mg CS<sub>2</sub> inntraff ingen dødelighet, men fisken var tydelig påvirket slik at lengre tids eksponering sannsynligvis ville medført dødelighet. I løsningen med tilsatt 0,005 ml CS<sub>2</sub>/l (6 mg/l) ble ingen påvirkning iaktatt.

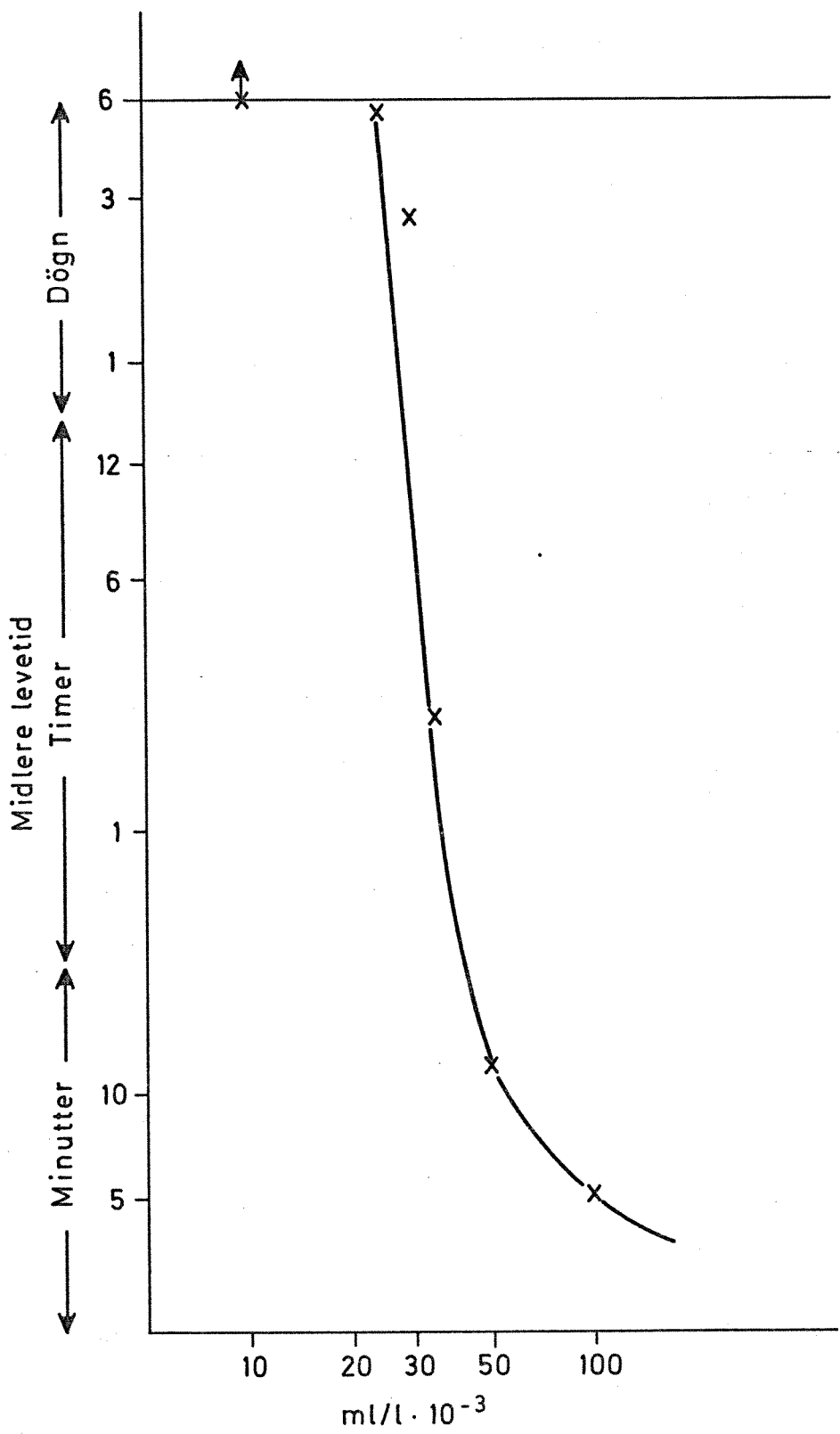
I de sterkere konsentrasjoner utløste eksponeringen krampeanfoll, fisken fikk åndedrettsbesværigheter og hudens pigmentering ble lysere. Døden inntraff meget hurtig. I de svakere konsentrasjoner kunne fisken ligge i lange perioder (1 døgn eller mer) på siden med svakt åndedrett før døden inntraff. Disse fisk fikk en mørkere hudfarge enn fisk i kontrollen.

##### 4.2 Virkning på alger

Resultatene av forsøkene med alger fremgår av tabell 1 og 2 og figur 2. I det følgende skal gis en kort omtale av virkninger på de forskjellige alger.

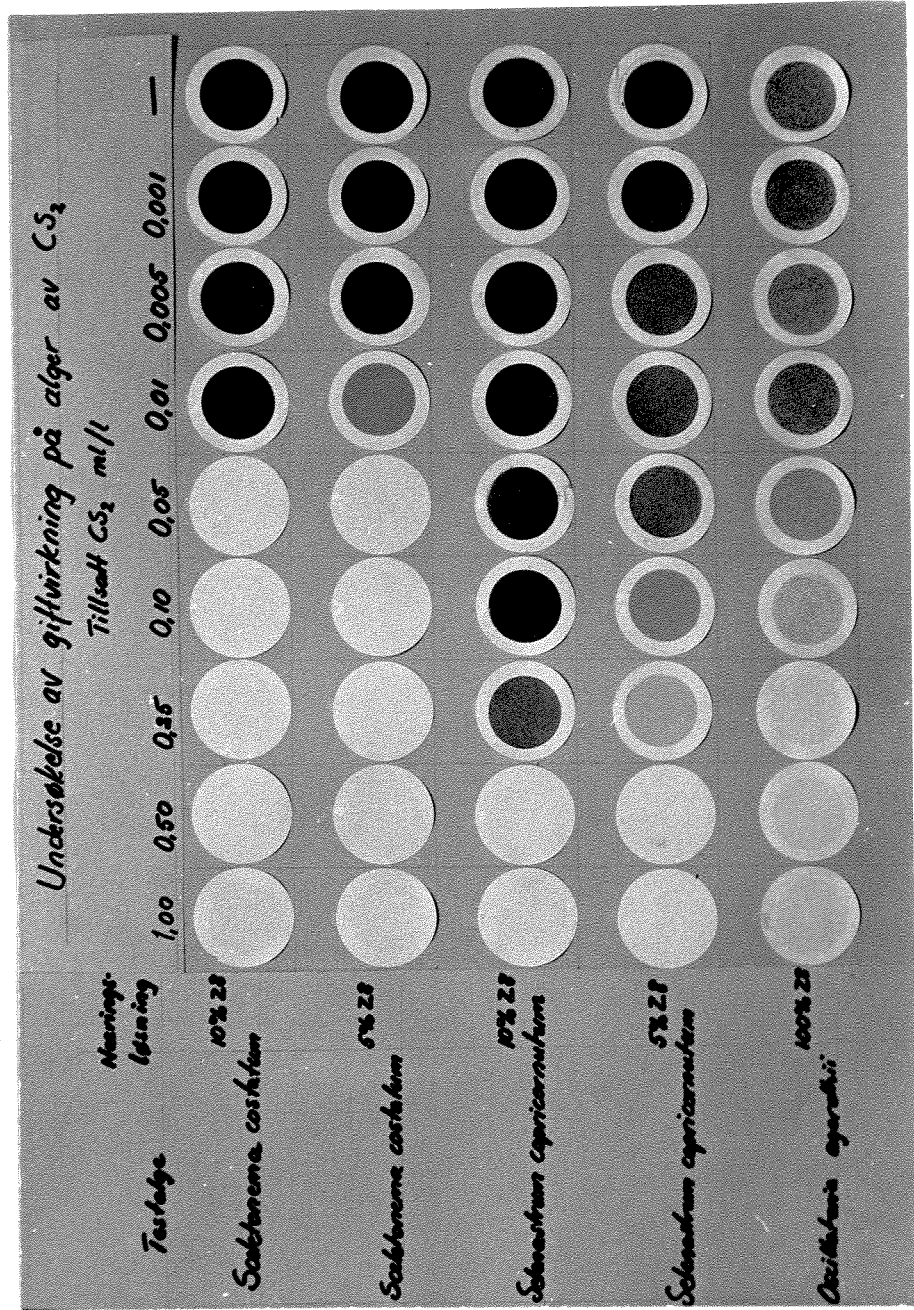
Fig.1 Virkning av svovelkullstoff, CS<sub>2</sub>, på laks

↑ Ingen dödelighet i försöksperioden



Figur 2: Algekulturer (50 ml) filtrert gjennom membranfilter (0,45)

Mørke filtre markerer vekst. (Figuren tilsvarer tabell 2.)



Tabell 1. Virkning av CS<sub>2</sub> på alger

- = Ingen vekst. + = Litt vekst. ++ = Noe vekst. +++ = Stor vekst.

Vekst etter 4 dager

| Testalge                          | Nærings-<br>løsning | Tilsatt CS <sub>2</sub> ml |     |      |     |      |                    |                    |                    |                    |                    |      |    |    |
|-----------------------------------|---------------------|----------------------------|-----|------|-----|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|----|----|
|                                   |                     | 1,0                        | 0,5 | 0,25 | 0,1 | 0,05 | 1 10 <sup>-2</sup> | 5 10 <sup>-3</sup> | 1 10 <sup>-3</sup> | 1 10 <sup>-4</sup> | 1 10 <sup>-5</sup> | 0,00 |    |    |
| <i>Skeletonema costatum</i>       | 10% Z8              | -                          | -   | -    | -   | -    | -                  | +                  | ++                 | ++                 | ++                 | ++   | ++ | ++ |
| <i>Skeletonema costatum</i>       | 5% Z8               | -                          | -   | -    | -   | -    | -                  | ++                 | ++                 | ++                 | ++                 | ++   | ++ | ++ |
| <i>Selenastrum capricornutum</i>  | 10% Z8              | -                          | -   | +    | +   | +    | +                  | +                  | +                  | +                  | +                  | +    | +  | +  |
| <i>Selenastrum capriocornutum</i> | 5% Z8               | -                          | -   | -    | +   | +    | +                  | +                  | +                  | +                  | +                  | +    | +  | +  |
| <i>Oscillatoria agardhii</i>      | 100% Z8             | -                          | -   | -    | -   | -    | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -    | -  | -  |



Tabell 2. Virkning av CS<sub>2</sub> på alger

-- = Ingen vekst. + = Litt vekst. ++ = Noe vekst. +++ = Stor vekst.

-----  
 Vekst etter 7 dager

| Testalge                         | Nærings-<br>løsning | Tilsatt CS <sub>2</sub> ml/l |     |      |     |      |                    |                    |                    |                    |                    |      |     |     |
|----------------------------------|---------------------|------------------------------|-----|------|-----|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|-----|-----|
|                                  |                     | 1,0                          | 0,5 | 0,25 | 0,1 | 0,05 | 1 10 <sup>-2</sup> | 5 10 <sup>-3</sup> | 1 10 <sup>-3</sup> | 1 10 <sup>-4</sup> | 1 10 <sup>-5</sup> | 0,00 |     |     |
| <i>Skeletonema costatum</i>      | 10% Z8              | -                            | -   | -    | -   | -    | +++                | +++                | +++                | +++                | +++                | +++  | +++ | +++ |
| <i>Skeletonema costatum</i>      | 5% Z8               | -                            | -   | -    | -   | -    | +                  | +++                | +++                | +++                | +++                | +++  | +++ | +++ |
| <i>Selenastrum capricornutum</i> | 10% Z8              | -                            | -   | +    | ++  | ++   | ++                 | ++                 | ++                 | ++                 | ++                 | ++   | ++  | ++  |
| <i>Selenastrum capricornutum</i> | 5% Z8               | -                            | -   | (+)  | +   | +    | +                  | +                  | +                  | +                  | +                  | +    | +   | +   |
| <i>Oscillatoria agardhii</i>     | 100% Z8             | -                            | -   | -    | +   | ++   | ++                 | ++                 | ++                 | ++                 | ++                 | ++   | ++  | ++  |

*Selenastrum capricornutum* var tydeligvis minst følsom overfor CS<sub>2</sub>. Ved den lavere næringskonsentrasjonen (5% Z8) ble veksten hemmet ved tilsetning av 0,1 ml CS<sub>2</sub>/l. Ved tilsetning av 0,5 ml/l skjedde ingen vekst. I 10% Z8 løsning ble veksthemming først konstatert ved tilsetning av 0,25 ml CS<sub>2</sub>/l.

*Oscillatoria agardhi* ble bare testet i sterk konsentrasjon av næringsløsning (100% Z8). Algen var mer følsom enn *Selenastrum capricornutum* og veksten ble hemmet ved tilsetning av 0,1 ml CS<sub>2</sub>/l. Tilsetning av 0,25 ml CS<sub>2</sub>/l forhindret all vekst.

*Skeletonema costatum* var mest følsom av de alger som ble testet. I 5% Z8 ble veksten hemmet ved tilsetning av 0,01 ml CS<sub>2</sub>/l. I 0,05 ml CS<sub>2</sub>/l skjedde ingen vekst. I 10% Z8 var følsomheten noe lavere og hemmingen ikke så kraftig. Imidlertid skjedde heller ikke her noen vekst ved tilsetning av 0,05 ml CS<sub>2</sub>/l. For å undersøke om algene var drept av CS<sub>2</sub> ble celler etter forsøket overført til næringsløsning uten CS<sub>2</sub>. Det viste seg da at CS<sub>2</sub>-konsentrasjoner større enn 0,05 ml/l drepte alle celler av *Skeletonema costatum*.

Sammenfattende kan nevnes at CS<sub>2</sub> utøvet ulike sterk giftvirkning på de forskjellige alger. Av de alger som ble testet var den marine diatoméen *Skeletonema costatum* mest følsom. Dens vekst ble hemmet ved tilsetning av 0,01 ml CS<sub>2</sub>/l (13 mg/l). Ved tilsetninger over 0,05 ml CS<sub>2</sub>/l (65 mg/l) døde alle celler.

#### 5. TIDLIGERE UTFØRTE UNDERSØKELSER OVER VIRKNING AV CS<sub>2</sub> PÅ VANNORGANISMER

Liebmann (Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie II, München 1960) har utført en litteraturstudie over virkning av svovelkullstoff på fisk, og følgende opplysninger er hentet derfra. Ifølge Weigelt (1900) døde en aure etter 7 minutters innvirkning av 500 mg CS<sub>2</sub>/l etter 2 døgn i friskt vann. Shelford (1917) fant at 0,5 ml CS<sub>2</sub>/l (ca. 600 mg CS<sub>2</sub>/l) drepte fisk i løpet av ½ - 1 time og angir som giftgrense ved 1 times test 100-127 mg CS<sub>2</sub>/l.

Etter Wallen og medarbeidere (1957) forholdt fisk (*Gambusia* sp.) seg normale i 100 mg CS<sub>2</sub>/l ved 4 dagers forsøk, mens 180 mg CS<sub>2</sub>/l drepte fisken i løpet av 48 timer og 320 mg CS<sub>2</sub>/l i løpet av 24 timer. Kirkor (1950) angir 1,0 mg CS<sub>2</sub>/l som den maksimale konsentrasjon som er uskadelig for vannorganismer.

Liebmann (1960) fastsetter på grunnlag av disse resultater skadegrensene for fisk (den maksimale konsentrasjon som under gitte betingelser ikke skader fisken) til 100 mg CS<sub>2</sub>/l. Det oppgis imidlertid at et mulig nedbrytningsprodukt, SO<sub>2</sub>, virker drepende på fisk i konsentrasjoner på 0,5 - 0,1 mg SO<sub>2</sub>/l.

Bandt (Werden die Fische vergiftet, Zeitschrift für Fischerei, 1955: 306-308) angir 35 mg CS<sub>2</sub> som dødelighetsgrense for ferskvannsfisk.

Ved henvendelse til Havforskningsinstituttet, Bergen, har vi fått opplyst at man der fant 90% dødelighet hos torsk i en konsentrasjon av 5 mg CS<sub>2</sub>/l. Dette innebærer at verdien for 48 timer LC<sub>50</sub> (den konsentrasjon som dreper 50% av forsøksdyrene i løpet av 48 timer) ligger i størrelsesorden ca. 1 mg CS<sub>2</sub>/l.

## 6. DISKUSJON

Forsøkene med fisk og alger er utført i stagnerende system. Fordi CS<sub>2</sub> er et relativt flyktig stoff (kokepunkt 46°C) vil konsentrasjonene gradvis avta under eksponeringen. Ved forsøk i gjennomstrømmende system ville terskelverdiene for fisk utvilsomt ligget noe lavere. Også for algene vil en slik effekt gjøre seg gjeldende. På den annen side vil forsøkene til en viss grad simulere forholdene ved utslipp fra båt i sjø hvor karbondisulfid etterhvert må antas å forsvinne på tilsvarende måte. Vi har ikke foretatt analyser som viser endringer i karbondisulfidkonsentrasjonene under forsøkene. Slike analyser er imidlertid utført av A/S Borregaard og vi henviser til disse.

Av A/S Borregaard har vi fått oppgitt at utslippsmengden for hvert utslipp er 900 m<sup>3</sup> ferskvann. Vannet har et innhold av CS<sub>2</sub> som maksimalt kan være en mettet løsning av CS<sub>2</sub> i vann, dvs. ca. 2 o/oo. Analyser

av vannet skal imidlertid ha vist at innholdet er 0,3 o/oo. Båten holder under utpumpingen en fart på 11 knop, og utpumpingen tar 4 timer. Vannet pumpes ut fra skipssiden. Utslippet vil skje ca. 7 ganger pr. år.

Dersom de nevnte forutsetninger er oppfylt vil konsentrasjonen av karbondisulfid i et 1 m bredt og 1 m dypt belte i sjøen bli som følger:

$$\frac{900\ 000 \cdot 2}{1000 \cdot 11 \cdot 1852 \cdot 4} = 0,022\ \text{kg/m}^3 = 22\ \text{mg/l}$$

Er innholdet av karbondisulfid i avløpsvannet 0,3 o/oo, som funnet ved analyser foretatt av A/S Borregaard, blir den tilsvarende konsentrasjon 3,3 mg/l. Hvordan utblandingen av det karbondisulfidholdige ferskvann blir i sjøen er vanskelig å ha noen sikker formening om. Selve utslippsanordningen samt vind og strøm vil her være av avgjørende betydning. En må imidlertid anta at fortynningen relativt hurtig skjer i et vesentlig større vannvolum slik at også konsentrasjonen i sjøen blir vesentlig lavere.

De utførte undersøkelser viste akutte giftvirkninger overfor laks og alger ned i konsentrasjoner på ca. 10-25 mg CS<sub>2</sub>/l. For torsk er oppgitt en giftgrense på ca. 5 mg CS<sub>2</sub>/l ved 48 timers test. Dette er grenseverdier som sannsynligvis ligger over de konsentrasjoner som vil oppstå i sjøen under utslippet. Ved utslipp i sjøen vil også karbondisulfid relativt hurtig oppnå en større fortynning. Det er derfor neppe grunn til å tro at utslippet vil kunne forårsake akutte giftvirkninger av betydning overfor organismer i sjøen.

GESAMP (Joint group of experts on the scientific aspects of marine pollution. Report of the third session held at FAO Headquarter, Rome, 22-27 february 1971) klassifiserer karbondisulfid i kategori II, av stoffer som kan forårsake alvorlige forurensninger i marine farvann. Kategori II omfatter stoffer som ved utslipp i sjøen kan forårsake hygieniske og estetiske problemer, samt føre til skader overfor marine organismer. Fordi stoffene bare har en kort-tids (akutt)

eller rent lokal effekt er det imidlertid bare nødvendig med tiltak mot forurensning under spesielle omstendigheter eller på spesielle lokaliteter. Dette innebærer tilfeller hvor store utslipp kan finne sted i nærheten av viktige og ømtålelige marine ressurser eller i lukkede områder som f.eks. kanaler, bukter eller dokker.

Det vil nå i IMCO's (Inter-Governmental Maritime Consultative Organisation) regi utarbeides retningslinjer og forskrifter for utslipp fra båter i sjøen. De enkelte stoffer vil bli vurdert på grunnlag av de opplysninger som foreligger om giftighet etc. fra forskjellige undersøkelser. Det er mulig at en her ikke vil tillate utslipp av stoffer dersom ikke initialfortynningen ved utslippet kommer under de funne grenser for akutt giftvirkning.

På grunnlag av de utførte undersøkelser og innhentede opplysninger vil vi anta at utslippet av karbondisulfid ikke vil medføre nevneverdig risiko for marine organismer. Forutsetningen er at utslippet skjer i åpent farvann i Skagerak og på angitt måte.