

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

0 - 150/70

UNDERSØKELSER OVER VIRKNING AV AVLØPSVANN

FRA KONGSFOSS FABRIKKER A/S PÅ LAKS

Saksbehandler: Cand.real Magne Grande

Medarbeidere: Tekniker Sigbjørn Andersen

Cand.real. Øystein Mundheim

Rapporten avsluttet oktober 1970

## 1. KONKLUSJON

Det er foretatt en undersøkelse over virkning av avløpsvann fra Kongsfoss Fabrikker på laks. For prøve merket I (titantetraklorid, saltsyre og høypolymer (PVA)) ble ikke påvist dødelighet i konsentrasjoner på 0,05 ml avløpsvann/l eller lavere i forsøk over 3 døgn. I konsentrasjoner på 0,1 ml avløpsvann/l og høyere døde fisken i forsøksperioden. Det kritiske konsentrasjonsområde ved 3 døgns test var således 0,05 - 0,1 ml avløpsvann/l.

For prøve II ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$  etc.) var det kritiske konsentrasjonsområde 7,5 - 10 ml avløpsvann/l.

## 2. INNLEDNING

I brev av 15. september 1970 ble vi av Kongsfoss Fabrikker A/S anmodet om å foreta undersøkelser av fabrikkens nåværende og fremtidige avløpsvann etter følgende retningslinjer:

1. Litteraturundersøkelser vedrørende giftighet av titantetraklorid overfor fisk.
2. Praktiske forsøk for å studere giftighet av titantetraklorid overfor yngel av laks.
3. Praktiske forsøk med fabrikkens nåværende avløpsvann.

Instituttet mottok 2 prøver merket I og II. Prøve I ble oppgitt å være en blanding inneholdende titantetraklorid, saltsyre og en høypolymer (PVA) i den konsentrasjon stoffene vil ha umiddelbart før utslipp. Prøve II inneholdt  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$  samt en del andre svovelforbindelser av mer kompleks art. Organiske forbindelser (uttrekk fra cellulose) forekom også i mindre mengder.

### 3. METODER

Forsøkene er utført i glassakvarier med 2 l løsning og 2 årsyngel av laks (3-5 cm) i hver test. I noen tilfeller er utført 1 eller 2 parallelle tester for kontroll. Til forsøkene har vært benyttet ferskvann fra instituttets laboratorium. Dette representerer en vanlig norsk vann-type og kan karakteriseres ved følgende data:

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| Surhetsgrad, 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 temperaturer fra 9 - 12 °C. For å opprettholde gassbalansen ble luft blåst inn i løsningene. Testene hadde en maksimal varighet av 3 døgn med skift av løsning hvert døgn. Forsøksresultatene er uttrykt ved den gjennomsnittlige levetid for de to fisk i hver test.

### 4. RESULTATER

Forsøksresultatene er fremstilt på figur 1 og 2. Av figur 1 fremgår at fisken i løsninger med prøve I døde i løpet av  $\frac{1}{2}$  time i konsentrasjoner på 5 ml/l eller over. I en konsentrasjon av 0,1 ml/l var levetiden henimot 2 døgn, mens det i en konsentrasjon av 0,05 ml/l ikke ble konstatert dødelighet eller andre skadevirkninger i løpet av forsøksperioden. Kurven for pH i løsningene viser at avløpsvannet har en pH på 0,7, og ved en fortykning av 0,05 ml/l er pH 4,8.

På figur 2 er fremstilt resultatene av forsøkene med prøve II. I den konsentrerte løsning (1000 ml/l) døde her fisken i løpet av 10 minutter mens den i 100 ml/l døde etter omlag 9 timer. I lavere konsentrasjoner, 50 og 25 ml/l, avtok igjen levetiden, og ved den sistnevnte konsentrasjon levde fisken i ca. 45 minutter. I 10 ml/l var levetiden 70 minutter, mens det i 7,5 ml/l og lavere konsentrasjoner ikke ble konstatert dødelighet i forsøksperioden. pH-kurven viser en gradvis avtaking fra 10,1 i konsentratet til 6,3 i konsentrasjonen 5 ml/l.

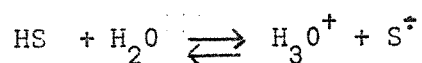
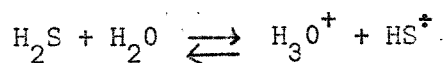
I de sterkeste konsentrasjoner av prøve I døde fisken hurtig med gapende munn og sprikende gjellelokk. Det oppsto sterk slimavsondring, spesielt i gjelleregionen, og etter å ha ligget lengre tid i løsning, gikk fiskens hud og ytre deler mer eller mindre i oppløsning. I konsentrasjoner ned til 1,0 ml/l døde fisken med gapende munn og utstående gjellelokk. I de lavere konsentrasjoner var disse symptomer ikke utpreget.

I prøve II viste fisken sterk reaksjon ved innsetting i konsentrasjonene 100 - 10 ml/l, og åndedrettet var unormalt dypt. Fisken døde også her med gapende munn og sprikende gjellelokk. I konsentrasjonen 10 ml/l løsnet finnehuden etter at fisken hadde ligget noen timer død i løsningen.

## 5. DISKUSJON

Virkingen av prøve I overfor laks var relativt sterk. Det er imidlertid sannsynlig at den akutte virkning her for en stor del skyldes en syreeffekt. Toleransegrensen for laksefisk på den sure side regnes for å ligge omkring pH 4,6 - 4,8 avhengig av hvilke stoffer som forårsaker surheten og vannkvaliteten for øvrig. I dette tilfelle ser denne toleransegrensen ut til å falle omtrent sammen med den maksimale konsentrasjon hvor dødelighet ikke inntraff (0,05 ml/l).

Kurven for midlere levetid i forsøkene med prøve II har et forløp som ved første øyekast kan virke noe eiendommelig. Forholdet har imidlertid sin sammenheng med at hydrogensulfid  $H_2S$  er ulike dissosiert ved forskjellig pH, og at den udissosierte, molekylære form er mest giftig. Virkingen i den konsentrerte løsning 1000 ml/l er meget sterk og kan bero på en pH-effekt sammen med høy konsentrasjon av svovelforbindelser. Etter hvert som løsningen fortynnes ned mot 100 ml/l, reduseres giftvirkningen samtidig som pH avtar til omkring 9. Ved øket fortynning avtar pH videre, og det dannes mer fri, udissosiert  $H_2S$  av svovelforbindelsene i løsningen. Reaksjonen skjer skjematisk etter følgende likninger:



Når konsentrasjonen av avløpsvannet når en viss nedre grense, - her omlag 10 ml/l, vil konsentrasjonen av fri  $H_2S$  igjen bli så vidt lav på grunn av fortynningen at giftvirkningen avtar. Kurvens bratte forløp i det nedre konsentrasjonsområde (10 - 7,5 ml/l) kan til dels bero på at forsøkene er utført i stagnerende system hvor den fri hydrogensulfid kan unnvike eller oksyderes før ny skift av løsning finner sted. Når den aktive komponent er en flyktig substans, bør forsøkene utføres i gjennomstrømmende system hvor det skjer en stadig tilførsel av nylaget løsning. I hvilken grad dette vil influere på de her funne terskelkonsentrasjoner ved 3 døgns eksponering, er usikkert. Innenfor den tids- og omkostningsramme som er fastsatt, har vi imidlertid ikke funnet det mulig å gjennomføre forsøk i gjennomstrømmende system.

For å få en orientering om sulfidkonsentrasjonen i avløpsvann II ble det foretatt en analyse av sulfid. Denne ble imidlertid foretatt ca. 35 dager etter at prøven ble innsendt, og sulfidinnholdet har derfor sannsynligvis avtatt. Konsentrasjonen ble funnet å være ca. 10 mg  $S^{--}/l$ . Dette skulle tilsvare maksimum omlag 0,03 mg  $H_2S/l$  ved en konsentrasjon av 10 ml avløpsvann/l og en pH på omlag 7. Dersom giftvirkningen vesentlig skyldes fri  $H_2S$ , skulle altså terskelverdien for akutt giftvirkning av fri  $H_2S$  ligge noe i underkant av 0,03 mg/l.

Virkningen av fri  $H_2S$  overfor fisk er tidligere undersøkt i flere tilfeller. (Jones, 1964.) Terskelverdien synes å ligge i området 0,1 - 1 mg  $H_2S/l$ . Det her funne konsentrasjonsområde ligger noe lavere. For øvrig kan påpekes at utenlandske undersøkelser (Jones, 1964) synes å vise at fisk har en viss evne til å unnvike giftige konsentrasjoner av  $H_2S$ .

Det skal til slutt nevnes at det hittil ikke har vært mulig å skaffe opplysninger om tidligere undersøkelser vedrørende virkning av titantetra-klorid på fisk. Den vurdering som her er foretatt vedrørende avløpsvann I, er derfor bare basert på de av NIVA utførte undersøkelser.

---o0o---

## 6. LITTERATUR:

Jones, J.R.E., 1964: Fish and river pollution.  
London. 203 s.

MGr/ofa  
22/10-70

Fig. 1 Virkning av avlöpsvann I (titantetraklorid, saltsyre etc.) på laks

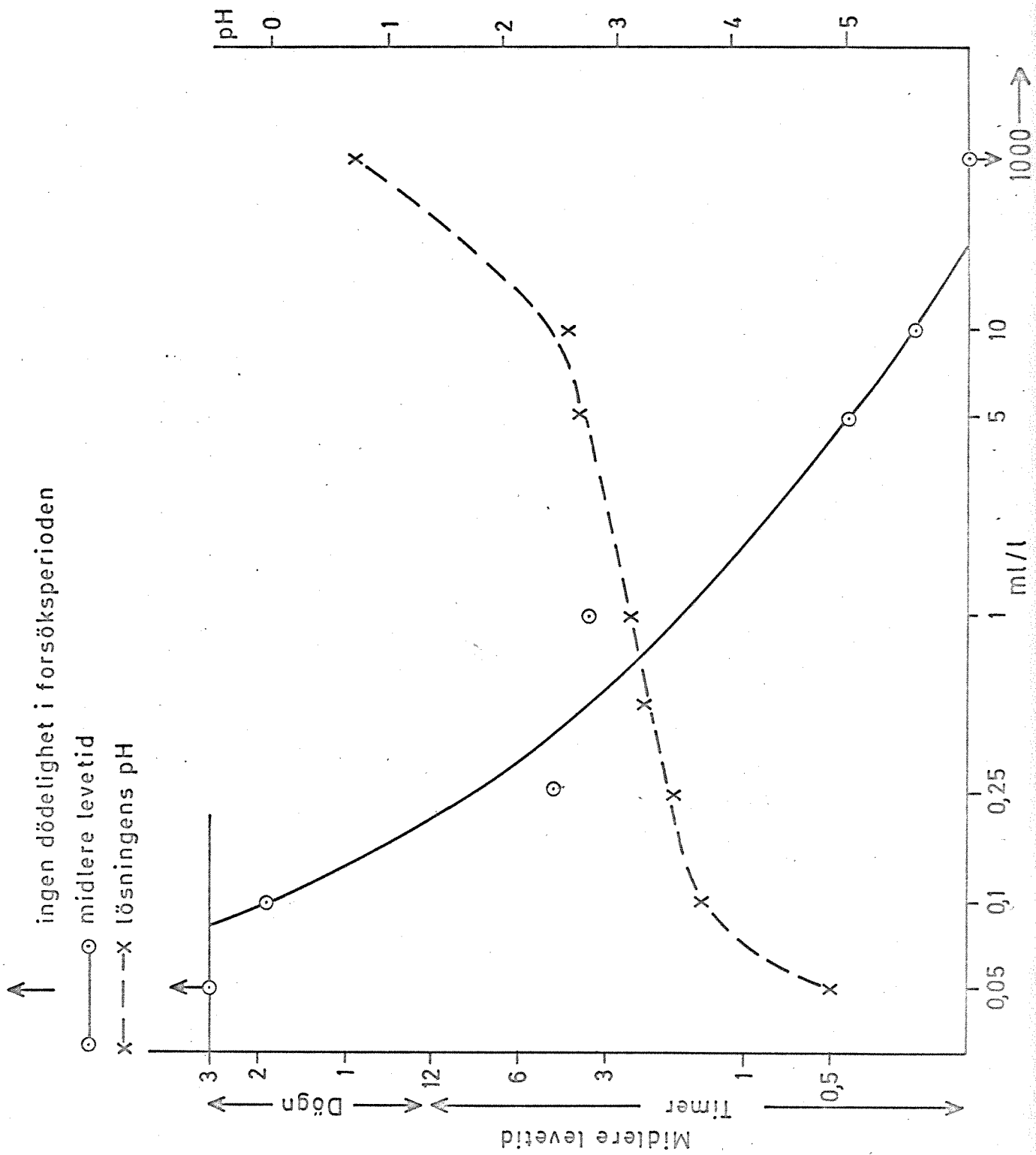


Fig. 2 Virkning av avlöpsvann II ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$  etc.) på laks

