

Kopper og sink – gift for fisken

Cand. real. Magne Grande

1. Innledning.

Skadevirkninger på fisk fra gruveforurensninger kan skrive seg fra utløste metaller og syrer. Finfordelt mineralsk materiale kan forårsake ødeleggelse på grunn av den høye turbiditet og de slamavsetninger de forårsaker i vassdragene. Eventuelle tilsatsstoffer kan også være giftige. Når det gjelder svovelkisgruver knytter det seg imidlertid størst oppmerksomhet til tungmetallene kopper og sink.

Det er vel kjent at disse metallene er giftige overfor fisk når de foreligger løst i vann. I akvarier, klekkerier, settefiskanlegg osv. er det en gyllen regel at en i størst mulig utstrekning skal unngå kopper og helst også sink i rørsystemer og fiskekummer. Det foreligger videre mange eksempler på at det har oppstått fiskedød i vassdrag som følge av forurensninger med disse metallene.

Det er tidligere foretatt mange undersøkelser over virkningen av kopper og sink på forskjellige vannorganismer. Resultatene er ofte svært vanskelige å sammenlikne og overføre til norske forhold. Dette skyldes at virkningene er avhengige av hvilke organismer som er undersøkt, vann-

kvalitet, temperatur, forsøkernes varighet osv. Av utenlandske undersøkelser som har stor interesse, kan nevnes forsøk foretatt i Sverige, England og Canada. Særlig er de kanadiske undersøkelsene viktige fordi de er foretatt med laks og i vann typer som ikke er så forskjellige fra våre egne.

2. Forsøk utført ved Norsk institutt for vannforskning.

I forbindelse med noen aktuelle forurensningstilfelle har det vært foretatt forsøk ved NIVA for å studere virkninger av kopper og sink på laksefisk. Forsøkene ble utført i små glass-akvarier med 5 l løsninger av kopper- og sinksulfat i forskjellige konsentrasjoner (figur 1).

Som testobjekter ble brukt rogn og yngel av laks, aure og regnbueaure. Ved å studere fiskens reaksjoner og dødelighet var det mulig å danne seg et begrep om giftigheten av stoffene. Hensikten var å finne frem til den høyeste konsentrasjon av stoffet som ikke påførte fisken skade eller dødelighet i forsøksperioden. Til forsøkene ble det benyttet vann fra laboratoriet. Fysisk-kjemiske data for denne vann typen er vist i tabell 1.

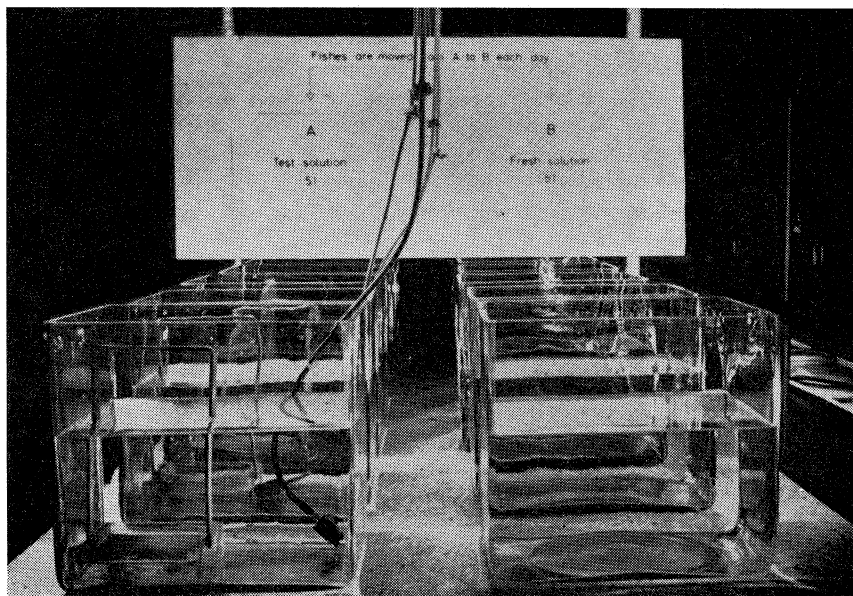


Fig. 1. Laboratorieoppstilling for testing av giftstoffer.

Tabell 1. Fysisk-kjemiske analyseresultater av vann brukt i testforsøk. \bar{x} = middelværdier, S = standardavvik, N = antall analyser.

Parameter	\bar{x}	S	N
pH	6,4	0,21	30
Sp. ledn. e., $\kappa_{20} = n \cdot 10^{-6}$	41,9	2,6	30
KMnO ₄ -tall, mg O/l	1,9	0,22	30
Hårdhet, mg CaO/l	7,8	0,22	30
Kopper, mg Cu/l	0,023	0,009	9
Sink, mg Zn/l	0,085	0,048	8

Til tabellen er å bemerke at tallene for kopper og sink sannsynligvis er noe for høye. Nylig utførte analyser med andre metoder synes å tyde på dette. I hvilken form metallene foreligger er heller ikke sikkert kjent. Det er derfor i den følgende frem-

stilling sett bort fra vannets naturlige innhold av kopper og sink.

Resultater fra forsøk av denne type som er utført under laboratoriebetingelser og er av begrenset varighet, kan ikke uten videre overføres til forholdene i naturen. En god

orientering om stoffenes giftighet skulle de allikevel kunne gi. Ved å sammenholde resultatene med de biologiske forhold som eksisterer i vassdrag med forskjellige konsentrasjoner av metallene, vil en imidlertid ha en viss mulighet for å kontrollere deres gyldighet. I denne forbindelse bør nevnes forsøk som blir utført i Sverige med utsetting av fisk i bur i forurensede vassdrag. Slike forsøk utgjør et meget verdifullt supplement til laboratorietestene.

3. Virkning på yngel.

På figur 2 er det vist resultater av forsøk med yngel av laksefisk i løsninger av kopper og sink. Kurvene som indikerer den gjennomsnittlige levetid, skjærer 21-dagers linjen i konsentrasjonsområdet 0,04—0,06 mg/l for tilsatt kopper og 0,5—1,0 mg/l tilsatt sink. Det vil si at liten eller ingen dødelighet oppstod i disse eller lavere konsentrasjoner av tilsatt metall.

Ved kanadiske undersøkelser i en

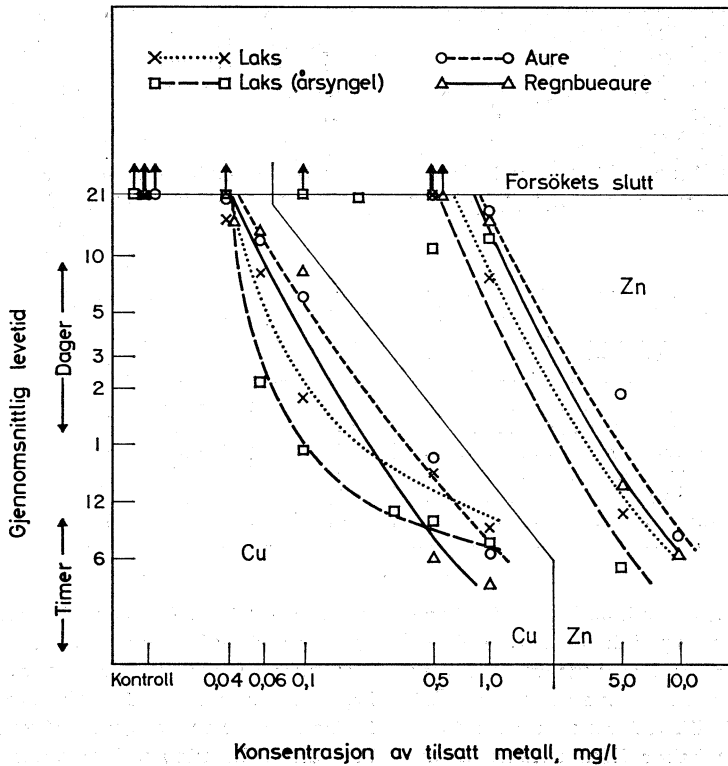


Fig. 2.

relativt lik vanntype ble det funnet terskelverdier for giftvirkning overfor laks som er tilnærmet de som ble funnet her.

Kurvene indikerer at den vanlige auren var noe mer tolerant enn regnbueaure og laks. Det må imidlertid nevnes at det kan være forskjellig motstandsdyktighet hos forskjellige stammer eller yngelkull av samme art. Arsyngelen døde relativt hurtig i forhold til plommesekkyngelen. Dette skyldes at temperaturen var høyere under forsøkene med årsyngel. Terskelverdiene ser imidlertid ut til å være av omtrent samme størrelsesorden. Nyere utenlandske undersøkelser har imidlertid indikert at terskelverdiene for sink senkes noe ved høyere temperaturer.

En viss virkning ble også iaktatt i konsentrasjoner av kopper som var lavere enn de som resulterte i dødelighet. Dette ytrer seg bl. a. ved uvilighet til å spise, og nervøse reaksjoner. En viss akklimatisasjon synes imidlertid å gjøre seg gjeldende.

Kurvene forteller her ikke noe om giftvirkningne av kopper og sink når disse forekommer begge samtidig i løsning. Resultatene av flere undersøkelser tyder imidlertid på at de har en tilnærmet additiv virkning når de forekommer sammen. Det vil si at dersom summen av forholdet mellom konsentrasjonen av de enkelte stoffene og deres terskelverdi overstiger 1, så er løsningen giftig.

Den fysiologiske virkning av tungmetallene på fisk er ikke helt kjent. Ved histologiske undersøkelser av fiskens gjellevev har en imidlertid påvist forandringer i det respira-

toriske epitelet. Det er derfor antatt at det først og fremst er åndedrettsfunksjonene som blir berørt. En viss påvirkning av nervesystemet gjør seg også gjeldende. Forsøk har videre vist at metaller, som blir tilført fisken via føden, ikke utøver giftvirkning.

4. Virkning på rogn.

I figur 3 A og B er vist resultatene av forsøk med rogn. Det fremgår at lave konsentrasjoner av kopper og sink resulterte i en nedsatt klekkeprosent. Særlig bemerkelsesverdig er virkningen av sink på laks. Forsøkene viste her en effekt av sink på eggene klekking i konsentrasjoner som var betydelig lavere enn de som var giftige for yngel. Effekten lot først og fremst til å gjøre seg gjeldende overfor selve klekkeprosessen. Be-fruktningen og utviklingen frem til klekking gikk således normalt.

Det er tidligere observert at sink fra nye galvaniserte jernrør kan ha skadelig effekt på utviklingen av rogn av laksefisk. Spesielle forsøk under kontrollerte betingelser er imidlertid bare utført i noen få tilfelle. En bør derfor knytte et visst forbehold til de resultatene som er oppnådd før det foreligger opplysninger fra flere undersøkelser. Temperatur, vanntype osv. kan også her være faktorer av avgjørende betydning.

5. Unnvikelsesreaksjoner.

Foruten at tungmetaller utøver direkte giftvirkning overfor fisk, er det også mulig at de på annen måte kan påvirke fiskens reaksjoner. Nyere

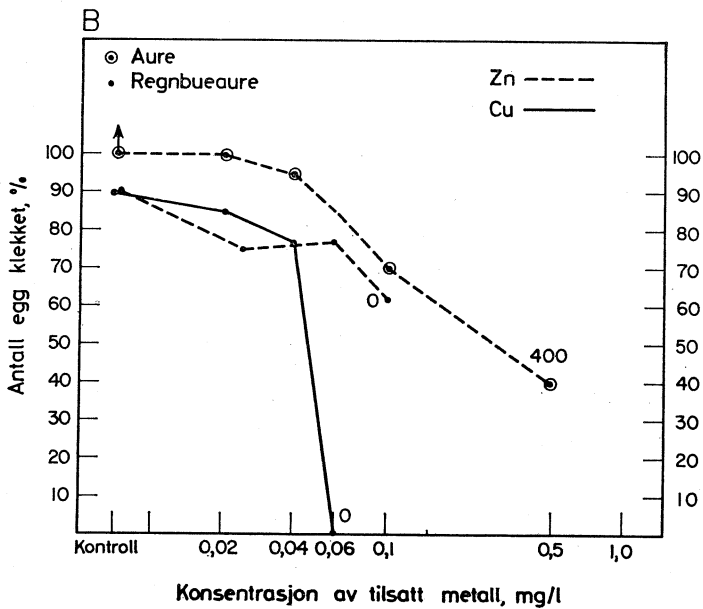
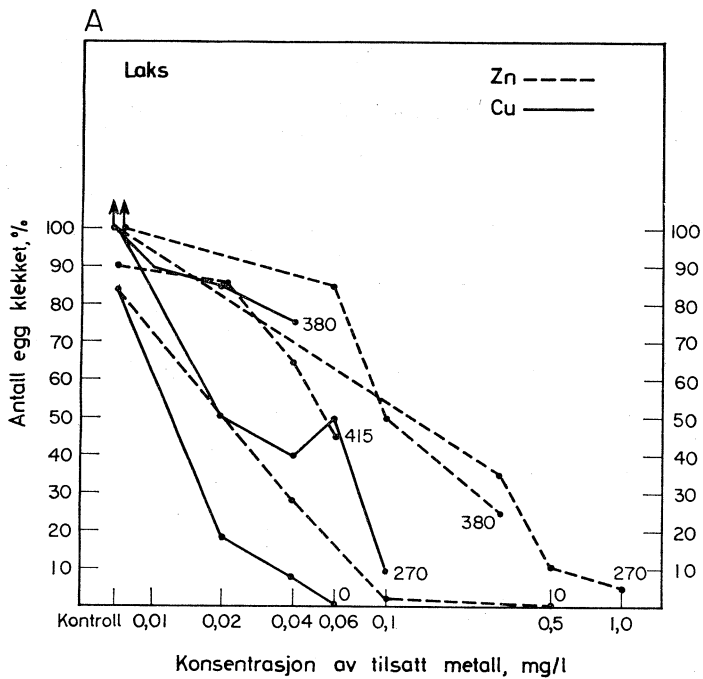


Fig. 3.

undersøkelser foretatt i Canada har da også vist at laks har en evne til å oppdage og unngå meget lave konsentrasjoner av kopper og sink. Slike unngåelsesreaksjoner ble ved laborieforsøk funnet å kunne opptrø i konsentrasjoner ned til om lag en tiendel av de som virket toksiske, dvs. 0,004 og 0,056 mg/l for henholdsvis kopper og sink. For løsnings med både kopper og sink opptrådte det unngåelsesreaksjoner allerede ved $1/14$ av terskelverdiene. Ved telling av vandrende laks i et forurenset vassdrag ble det funnet signifikant nedvandring når konsentrasjonene oversteg $3/10$ — $4/10$ av metallenes terskelverdi for giftvirkning.

6. Hva med fiskens næringsgrunnlag?

Det bør også nevnes at det er foretatt mange forsøk for å studere virkninger av tungmetaller på andre fiskearter og vannorganismer. Det har vist seg at en del organismer er særlig ømtålelige overfor disse stoffene, mens andre kan tolerere utrolig høye konsentrasjoner gjennom lang tid. Bl. a. fordi fiskens plastisitet er så stor når det gjelder næringsvalg er det imidlertid vanskelig å vurdere virkningen i et vassdrag av konsentrasjoner som er subletale for fisk.

7. Vannkvalitetens betydning.

Som nevnt er vannkvaliteten avgjørende for mange stoffers giftvirkning. Dette gjelder også for kopper og sink. Sammensetningen av andre ioner, — i kvantitativ og kvalitativ henseende —, partikkelinnhold og mengde og type av løste organiske

stoffer er av største betydning. I praksis har det f. eks. vist seg nyttig som en grov orientering å anse giftigheten, uttrykt ved terskelverdier, som en tilnærmet lineær funksjon av vannets hårdhet. Denne forskjell i giftvirkning i forskjellige vann typer kan bero på en felling av metallene i uløselige, ikke giftige forbindelser. Videre kan det skyldes en inaktivering, fordi metallene foreligger i former som ikke er giftige, f. eks. bundet til løste organiske stoffer. En inaktivering som følge av adsorpsjon til finfordelt partikulært materiale er også mulig. Vannets ionesammensetning kan sannsynligvis også influere på rent fysiologiske forhold hos fisken som gjør den mer motstandsdyktig overfor giftstoffer.

8. Analyseproblemer.

Etter det som her er nevnt, vil altså metallene kunne foreligge i forskjellige former i vann. Av disse er det sannsynligvis fortrinnsvis ioneformen som er giftig. Dette skaper visse problemer ved vurderingen av analyseresultater for metallinnholdet i naturlige og forurensete vassdrag. Skal analysene kunne fortelle noe om vannets giftighet for fisk, burde analyseresultatene angi konsentrasjonene av metallene i den giftige form. En analyse av totalkopper er f. eks. ikke særlig verdifull dersom metallet vesentlig foreligger bundet eller inaktivert med hensyn til giftvirkning.

9. Resistente fiskestammer.

Det har vist seg ved analyser av kopper og sink i forskjellige fiskerike vassdrag at konsentrasjonene av disse

metallene ligger forholdsvis høyt. På enkelte lokaliteter har en til og med funnet så høye konsentrasjoner at de overstiger de terskelverdier for giftvirkning en kunne vente etter vann-type og andre forhold. Dette kan bero på det som er nevnt ovenfor, — nemlig at analysene angir metallene også i former som ikke er giftige. Det er

imidlertid også mulig at det i vassdrag med kronisk høyt metallinnhold etter hvert kan oppstå resistente fiskestammer. Forsøk har f. eks. vist at individuelle fisk gradvis kan tilvennes høyere konsentrasjoner av sink. Ved utvalg gjennom generasjoner kan en også tenke seg at resistente stammer kan oppstå.

Bokanmeldelse:

O. Segadal: Kloakkteknikk.

Universitetsforlaget 1967.

88 sider.

Boka gir en innføring i avløpsproblemene. Det er første gang det foreligger en norsk bok om dette emnet som forsøker å dekke hele problemkomplekset. Den er vel neppe ment å være en lærebok for den prosjekterende ingeniør. Dertil er behandlingen av stoffet for elementært.

Det er imidlertid nettopp den klare, kortfattede fremstilling av de enkelte emner som gjør at denne boka bør få en større lesekrets enn elevene på de tekniske skoler. Mange kommuneingeniører uten forhåndsutdannelse i kloakkteknikk vil her kunne få en nødvendig oversikt over hele fagområdet. Boka bør spesielt anbefales for distriktslegene og for alle som i kommunale eller regionale utvalg kommer i direkte berøring med avløpsproblemene.

Etter enkelte innledende kapitler behandler forfatteren de enkelte for-

urensninger av resipienten og dens evne til selvrensning. Etter noen korte bemerkninger om resipientundersøkelser og kravene til resipienten, blir kloakknettets oppbygging utførlig beskrevet. Her har kanskje gummitetningsringene ikke fått den plass som de i dag inntar, og man savner noen ord om trykkprøving av kloakkledninger.

Dimensjoneringen av avløpsnett er utførlig omtalt, og de fleste innretninger som er vanlig ved et ledningsnett er beskrevet.

Når det gjelder rensing av kloakkvannet følger forfatteren det klassiske mønster, og han avslutter med en beskrivelse av renseanlegg for små husgrupper.

Med tanke på neste utgave ville det kanskje være en idé å tilføye en del data vedrørende utgiftene til kloakkanlegg.

C. Smits.