

Begroingsproblemer i kjølevannsanlegg

Av cand. real. Jon Knutzen

Jon Knutzen er ansatt som seksjonsleder ved Norsk institutt for vannforskning. Han er cand. real fra Universitetet i Oslo i 1967, med marinbiologi som hovedfag.

Grunnlaget for begroing.

Under vanlige forhold kan man gå ut fra at alt ubehandlet vann gir grunnlag for vekst. Årsaken er at vannet i varierende grad inneholder næring av organisk eller uorganisk art. Grunnvann vil vanligvis ha lav konsentrasjon av organisk stoff og er den gunstigste vannforsyning i relasjon til vekst av organismer som trenger denne form for næring (bakterier, sopp, dyr). Derimot er som regel innholdet av plantenæringsstoffer og andre oppløste salter forholdsvis høyt i slikt vann. Ferskt overflatevann og sjøvann inneholder nesten alltid tilstrekkelig av både nedbrytbart organisk materiale og næringssalter til å underholde vekst av såvel bakterier, sopp og dyr som grønne planter (her hovedsakelig alger). Det som frem for alt karakteriserer et miljø med gjennomstrømmende vann er den *kontinuerlige tilførsel av næring*. Selv om næringskonsentrasjonen er lav, kan resultatet bli store mengder organismer.

Ved siden av næringstilgangen avhenger begroingsorganismene av andre faktorer i omgivelsene, dvs. strømhastighet, vannkjemiske forhold, gunstig temperatur og et eg-

net substrat som de kan feste seg til eller bevege seg på. Algevekst er i tillegg betinget av lys. Ser man bort fra muligheten for å begrense tilgangen på lys, er det regelmessig forbundet med vanskeligheter å konstruere et miljø som utelukker vekst. Grunnen er at de aktuelle organismene til sammen representerer en vid toleranse overfor de faktorer som kan manipuleres. Som regel vil det være enkelte arter som trives, selv om majoriteten hindres i å vokse ved f.eks. høy temperatur eller lavt oksygeninnhold. Når det gjelder en faktor som strømhastighet, vil det være vanskelig å holde denne på et hemmende nivå over alt. Noen steder vil vannet strømme langsommere og organismene får fotfeste. Alt dette gjør at man må være forberedt på å få begroing med mindre det tas spesielle forholdsregler.

Begroingssamfunn.

Flere tusen arter organismer er registrert i sammenheng med begroingsproblemer. Selv om mange forskjellige organismer kan være representert også i de enkelte tilfeller, er det likevel karakteristisk at begro-

ingssamfunn domineres av én eller et lite antall arter. På naturlige voksesteder har det etter lang tid ofte utviklet seg samfunn med mange arter som inngår i et relativt balansert forhold. De fremmedartede forholdene i et vannledningsnett forrykker denne balanse, f.eks. ved at en tilpasningsdyktig arts konkurrenter eller predatorer ikke kan trives under de nye betingelser. Når bestanden ikke lenger reguleres ved konkurranse eller beiting, vil resultatet bli masseforekomst av vedkommende art.

Blant de større organismegrupper som omfatter problemskapende begroingsformer kan nevnes alger, mosdyr, kalkkrørsormer, rur, snegler, muslinger og sekkedyr. En nærmere beskrivelse og karakteristikk av fremtredende arter i begroingssamfunn gis i en publikasjon fra Woods Hole Oceanographic Institution (1952) og for ferskvann hos Smalls & Greaves (1968), Sands (1969) og Ormerod (1970). Resultatet av en rundspørring foretatt av Norsk institutt for vannforskning til en del bedrifter som bruker større mengder vann til kjøling eller andre formål, antyder at i ferskvann er det hovedsakelig trådformede alger og bakterier som skaper problemene, mens det i saltvann er muslinger, særlig blåskjell. Dette stemmer også med erfaringene fra diverse oppdrag som instituttet har hatt. Et fellestrekk er at begroingen fanger opp partikler i vannet, slik at det kan opptre anselige slamavsetninger.

I tempererte områder er det regelmessig en viss svingning i begroingsorganismenes forekomst og vekst-

hastighet. Dette kommer av periodisitet med hensyn til formering og avhengighet av temperatur og andre sesongpåvirkede miljøfaktorer. I Norge kan stort sett tidsrommet april—oktober regnes som mest kritisk. Blåskjell og rur formerer seg f.eks. innenfor denne perioden og har larvestadier som etter en kort tid som frittsvevende slår seg ned på egnede begroingsflater.

Direkte skadevirkninger.

Et belegg av organismer og slam har dårlige varmeledningsegenskaper. Dette fører direkte til nedsatt kjøleeffekt når man har begroing på kjølevannssiden i kondensatorer eller i de tilfellene hvor gjennomstrømmingen av vann reduseres. Spesielt ved innsuging av store mengder vann er det vanlig at inntakssiler tilstoppes ved en kombinasjon av vekst og oppfangede partikler. Til dels kan det være større organismer (fisk og maneter) som er årsak til tettingen.

Alger og bakterier gir en relativt løs begroing, som særlig for bakteriernes vedkommende kan ha en slamaktig karakter. Avhengig av strømhastigheten og hvilke organismer det dreier seg om vil begroingen variere i tykkelse. Ved stor vannhastighet vil alge- og bakterietrådene stadig rives løs, og begroingens mektighet holdes nede. Slimutskillelse og andre tilpasningskarakterer gjør imidlertid at det kan oppstå tykke lag. I noen grad vil dette øke friksjonen og minske gjennomstrømmingen i rørledninger, men verre er det at periodisk løsrivelse av store klumper kan medføre tilstopping i fjernereliggende

delar av systemet, eksempelvis i pumper og dyser. Løsrivelse kan også skje ved plutselig økning av vannhastigheten. Buskformede kolonier av hydroider og mosdyr og solitære sekkedyr er på samme måte som alger og bakterier ømfintlige for variasjoner i vannhastigheten og kan løse i store mengder.

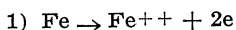
Faren for økt friksjon, permanent reduksjon i vannføringskapasiteten og direkte tetting av rør er spesielt aktuell ved massivere begroingsformer som svamp, skorpeformede mosdyrkolonier, rur, kalkrørsormer, snegler og muslinger. Det er f.eks. ikke uvanlig med blåskjellbegrøing av 10—20 cm tykkelse. Når skallbærende arter av snegl og muslinger skrapes løs, er det dessuten stor fare for at det skal oppstå mekaniske skader i pumper o.l. Det er heller ikke utelukket at selv minimal forekomst av rur og kalkrørsormer på bevegelige deler (ventiler, etc.) kan sette et kjølevannssystem ut av spill.

Korrosjon.

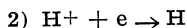
Tæring på metaller eller betong i vann kommer i stand som følge av vannets kjemiske egenskaper. Viktige faktorer i denne forbindelse er mengden av oksygen, tilstedeværelsen av fritt karbondioksyd, surhetsgrad, forekomsten av organiske syrer, eventuelle anaerobe forhold etc. *Større mengder begroing har innflytelse på alle disse egenskaper ved vannet.* Ved algenes fotosyntese fjernes karbondioksyd og pH øker, mens det ved åndingsprosessen forbrukes oksygen, karbondioksyd utvikles og pH synker i omgivelsene. Lokalt kan

man også få senket surhetsgraden ved at begroingsorganismene skiller ut organiske syrer. Anaerobe forhold skyldes som regel organismeaktivitet.

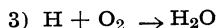
Korrosjon på metaller, f.eks. jern, kan oppfattes som et resultat av elektriske spenningsforskjeller på jernoverflaten. Det som foregår ved anoden kan da beskrives ved følgende ligning:



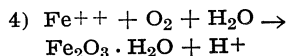
Forutsettes vandring av de frigjorte elektroner gjennom metallet, og tilstedeværelse av hydrogenioner, skjer det ved katoden en nøytralisasjon av disse:



Det atomære hydrogen adsorberes delvis til metallet, men forbinder seg i det vesentlige med oksygen:



Ute i vannet forbinder de frigjorte metallioner seg med oksygen og vann:



Ulike organismetyper kan influere på ovenstående summarisk beskrevne prosesser. F.eks. katalyserer sulfatreduserende og andre bakterier oksydasjonen av hydrogen ved enzymet hydrogenase og kan følgelig bidra ved å fjerne hydrogenet i 2). På tilsvarende måte kan jernbakterier (*Gallionella* o.a.) gripe inn i 4). Dette er bare to eksempler på hvordan begroingsorganismenes stoffskifte lo-

kalt kan fremme korrosjon eller frembringe korrosive miljøer. Det som skjer med betong under anaerobe forhold er kanskje også verdt å nevne. Her kan man ha det forhold at sulfid samler seg over råttent vann inne i et rør samtidig som oksygen diffunderer inn fra utsiden. Ved oksydasjon dannes så gips eller etringitt, som begge virker i retning av å sprengte sementen.

Sjøvannskorrosivitet overfor kobberholdig materiale er funnet å variere uten at dette har latt seg sette i sammenheng med vannkvaliteten registrert med vanlige analysemetoder. Årsaken antas å være forskjell med hensyn til forekomst av svovelholdige organiske forbindelser dannet under anaerobe forhold. Slike oksygenfrie miljøer kan forekomme lokalt i forbindelse med begroing i ledningsnett.

Organismer som sitter solid festet til underlaget, som f.eks. rur og enkelte skjell, kan indirekte bevirke korrosjon ved å ødelegge beskyttende maling. Dette kan enten skje ved at malingen rives av samtidig med at organismene løsner, eller, slik tilfelle er hos rur, at skallene gror gjennom det beskyttende laget og dette til slutt sprenges opp rundt individene. Lokalt utskillelse av stoffskifteprodukter kan også tære på beskyttende hinner.

For øvrig er det i noen grad usikkert om begroing bare er ugunstig i korrosjonssammenheng. Ved flere anledninger er det således konstatert at metall rett under skall av rur var uberørt, mens metallet mellom dyrene var angrepet. Man kan likevel

ikke uten videre si at slike fenomener er eksempler på korrosjonsbeskyttelse, fordi det er en mulighet for at korrosjonen i mellomrommene skyldes begroingens lokale innflytelse.

Forebyggende tiltak.

Blant de forebyggende tiltak må valget av vannkilde fremheves som spesielt viktig. Selv om man må regne med at nesten alt ubehandlet vann inneholder tilstrekkelig næring for å underholde begroing, er de vannkjemiske karakterer av betydning for begroingsrisikoen. Grunnvann kan som nevnt være en gunstig kilde med hensyn til innhold av organisk materiale. På den annen side kan grunnvannet være oksygenfattig og jernholdig, hvilket kan være uheldig ut fra risikoen for korrosjon og vekst av jernbakterier. Under ellers like forhold er det fordelaktig med lavt innhold av både organiske og uorganiske plantenæringsstoffer. Dette fordi organismene riktignok kan vokse ved lave næringskonsentrasjoner, men veksthastigheten og mengden av organismer vil øke ved god næringstilgang. Effektiv fjerning av organisk stoff og/eller næringsalter er vel teknisk mulig, men forbundet med høye omkostninger pr. volumenheter.

Kjennskap til hvilke arter som er utbredt i vannkilden, deres miljøkrav, sesongvariasjon, etc., er eksempler på informasjon som det kan være nyttig å ha på forhånd. Slike kunnskaper kan ha betydning for valg av siler, filtere, klordoseringsapparat og den øvrige utforming av det tekniske anlegget.

Siler og filtre vil bare i begrenset grad kunne hindre kimenes adgang til et kjølevannssystem. For bakteriers, sopps og algers vedkommende kan man nærmest si at slike innretninger vil være uten verdi i denne henseende fordi spredningsenhetene er så små at de vil gå gjennom uansett, foruten at luftinfeksjon vil gjøre seg gjeldende. Også for andre organismer gjelder det at porene må være relativt små for å stoppe inntrengning av spredningsenhetene, som til dels kan være levende kolonifragmenter. Man kan imidlertid regne med at filtre eller siler med porer omkring 0,1—0,2 mm vil være effektive overfor mange dyrs larver eller hvilestadier (f.eks. mosdyr og svamp). Generelt er likevel filtreringens hovedmisjon å fjerne døde partikler, herunder organismerester, som representerer en del av vannets næringsinnhold.

Kanskje spesielt i sjøvann vil inntaksdypet kunne være av betydning. Produksjonen av planteplankton er begrenset til det øvre vannlag, og i første omgang er det overflatesjiktet som tilføres partikkelmaterialet fra elveutløp og ulike kategorier utslipp. I samsvar med dette finner man at dyreplanktonet til en viss grad er konsentrert her hvor det er mest næring. En annen grunn til at larvestadiene mest finnes i overflatelaget er at de aktuelle organismene er gruntvannsformer, slik som f.eks. blåskjell og de fleste arter av rur. Ut fra dette resonnement kan man derfor si at inntak på dypt vann er fordelaktig. Man regner f.eks. med at risikoen for infeksjon med blå-

skjell er betydelig minsket hvis vanninntaker er under 40 m.

Fjerning ved fysiske midler.

Løstsittende vekst eller begroingsbundet slam kan bringes til å løsne ved økning av vannhastigheten eller direkte spyling av de berørte deler av rørledninger og kanaler. Som regel er det imidlertid ikke adgang til så kraftig gjennomstrømming at arter av svamp, skorpedannende mosdyr, muslinger og rur vil bli revet med. For disse kategorier er man henvist til å foreta skraping. Ved alle former for løsrivelse er det den ulempe at vanskelighetene ofte spres gjennom systemet: gjentetting, mekaniske skader ved skaldannende arter eller fordi anlegget må stoppes i rengjøringsperiodene.

I meget begrenset utstrekning er det gjort forsøk med å hindre begroing ved elektrisitet eller bruk av vannavstøtende belegg. Ingen av delene har vist seg praktisk anvendbare. Med elektrisitet viste det seg riktignok mulig å forsinke eller hindre begroing, men man greide f.eks. ikke å utrydde rur som allerede hadde etablert seg. Hydrofobe begroingsflater hadde bare uvesentlig effekt i form av å utsette koloniseringen en kort tid.

Styring av miljøfaktorene.

Med unntak av enkelte termofile alger og bakterier, er det få organismer som kan leve eller trives ved temperaturer over ca. 40° C. I områder med temperert klima går grensen for de fleste arter heller lavere.

Konstant høyere temperatur enn 30—35° C ville her sannsynligvis være et effektivt begroingshindrende middel hvis det ellers var praktisk gjennomførbart. Det er også mulig at periodisk oppvarming til denne temperatur ville få den tilsiktede virkning. Dette vil eventuelt bero på hvilke arter som opptrådte, unge begroingsstadiers ømfintlighet, etc. I temperaturintervallet 0—25° C kan man derimot stort sett regne med at økende temperatur vil stimulere veksten. Følgelig er kaldt vann forholdsvis gunstig — men representerer neppe noen praktisk måte å regulere veksten på. Lysklimaet har i første rekke betydning for eventuell algevekst, som kan effektivt motvirkes ved å holde mulige begroingsflater tilstrekkelig mørke. Fullgod garderering krever i praksis at alle deler av systemet innelukkes.

I noen tilfeller kan det være tilstrekkelig forholdsregel gjennom en viss tid å skylle et saltvannssystem med ferskvann, eller omvendt. Selv når dette enkelt lar seg gjennomføre, har metoden sin tydelige begrensning. Det vil f.eks. være nødvendig å foreta operasjonen temmelig hyppig fordi man måtte sørge for at nyetablert vekst stadig ble utsatt for påkjenningen. I tillegg kommer at skallbærende arter (særlig muslinger) kan overleve flere dager ved å lukke seg inne og isolere seg fra miljøet. Man regner f.eks. med at i ledninger infisert med blåskjell må ferskvannet stå 3—4 dager før dyrene er drept. Noen av skalldyrene som drepes på en slik måte vil løsne (blåskjell, men ikke enkelte andre

muslinger, rur eller kalkrørsormer). Andre organismer vil råtne relativt fort (svamp), mens restene av skorpeformede mosdyr vil kunne bestå i lang tid. Det beror følgelig på omstendighetene om metoden er brukbar.

Med unntak av anaerobe bakterier og en del spesialtilpassede dyr av relativt liten interesse i begroingsammenheng, er de fleste dyr og planter avhengig av et oksygenholdig miljø. Som bekjenningsmetode har det derfor vært forsøkt med kunstig fremkalt anaerobe miljøer. Dette kan man f.eks. oppnå ved tilsetting av et reduksjonsmiddel eller ved å la et naturlig oksygenfattig og /eller næringsrikt vann stagnere i kjølevannsanlegget med visse mellomrom. Som utryddelsesmetode er dette sannsynligvis vel så effektivt som et skifte mellom ferskvann og saltvann, idet forråtnelsesgassene virker hurtigere og er vanskeligere å beskytte seg mot enn et uegnet osmotisk miljø. For å være fullt effektiv må også denne behandlingen stadig gjentas, foruten at endel andre ulemper også er åpenbare (luktubehag, mulig driftsstopp, økt korrosjonsfare).

Begroingshemmende ledningsmateriale og maling.

Problemer med begroing er kjent fra gammel tid. Således nevner f.eks. Aristoteles en fisk som festet seg til skip i så store mengder at farten ble nedsatt. (Det dreier seg om tilpassing til symbiotisk levevis, idet en ryggfinne på vedkommende fiskeart er omdannet til sugeskål og tjener som

feste til hai og annen større rovfisk.) Andre kilder fra ca. 400 år f.Kr. inneholder opplysninger om at båter ble innsatt med en blanding av arsenikk og olje mot påvekst. Meget tidlig tok man i bruk kobberkledning som beskyttelse, og dette metallet er fremdeles regnet som noe av det mest begroingshemmende materiale man kjenner. De utløste kobberioner er særlig giftige overfor alger og mange dyr, mens den baktericide effekten er mindre. Kobberlegeringer med tilstrekkelig høyt kobberinnhold har samme virkning. Også fra andre metalloverflater utløses giftige ioner, men i mindre grad. Galvanisert jern blir f.eks. først begrodd etter at det er dannet et lag av sinkoksyd som nedsetter videre utløsning av sink. Et tilsvarende oksydebelegg fås på flere andre metaller, og sammen med den lavere giftigheten gjør dette at det bare er kobber og kobberlegeringer som kan regnes som effektive.

Bestrebelsene på å finne frem til beskyttende malinger skjøt fart etter at skipsfarten begynte å gå over til metallskrog og kobberkledning ikke lenger lot seg bruke. Allerede omkring 1870 fantes det vel 300 oppskrifter på slike malinger — de aller fleste uten eller med motsatt virkning av den tilsktede.

Prinsippet ved disse malingene er enten at giften alene utløses eller at det aktive stoffet og bindemiddelet går i løsning sammen. I begge tilfeller er beskyttelsen av begrenset varighet — et par år under gunstige omstendigheter. Den virksomme komponenten er som regel en forbindelse av kvikksølv eller kobber.

Sink har også vært brukt. Den lokale giftkonsentrasjonen er tilstrekkelig til å hindre f.eks. rurlarver i å slå seg ned på malingsflaten og sogar på ubehandlet overflate innenfor en viss avstand. Beskyttede flater vil likevel kunne få et bakterieslimlag. Dette kan aksentuere malingens effekt overfor andre begroingsformer (forhøyet konsentrasjon av gift i slimlaget, større utløsning av virkestoffet ved at bakteriene angriper maling), men også virke motsatt (avgiftning ved kompleksdannelse, minsket utløsning på grunn av høy konsentrasjon på overflaten av malingen).

I kjølevannsanlegg er det en vesentlig ulempe at malingen må gjentas med mellomrom. En annen innvending er at bruk av toksisk maling representerer en ukontrollert tilførsel av tungmetaller til omgivelsene.

Tilsetning av giftstoffer.

Mange forskjellige stoffer er teoretisk anvendbare som bekjempningsmidler i den forstand at de er tilstrekkelig giftige. I praksis viser det seg at tekniske, økonomiske og almene hensyn innskrenker valgmulighetene. For små kjølevannsanlegg eller resirkulasjons-systemer vil man stå forholdsvis friere enn når det er stort vannbehov og kontinuerlig utslipp til resipient. Ulempen ved mange giftstoffer er at de fortsetter å virke etter å ha forlatt kjølevannsanlegget. Organiske gifter har ofte selektiv effekt, dvs. at den tiltrengte dose er svært forskjellig for ulike arter. Dette er noe av bakgrunnen for at klorering fremdeles er den

overlegent mest benyttede desinfeksjonsmetode.

I rent vann foregår klors reaksjon med vann i følgende to trinn:

- 1) $\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{HOCl}$
- 2) $\text{HOCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OCl}^-$

Likevkten mellom Cl_2 , HOCl og OCl^- er pH-avhengig. Mellom pH 4 og pH 7 dominerer udissoasert HOCl , mens andelen av hypoklorittionet er ca. 80 % allerede ved pH 8. Cl_2 finnes praktisk talt bare under pH 3 og ikke over pH 4. Sammenhengen med pH har betydning bl.a. fordi den udissoaserte syren er ulike mer desinfiserende enn hypoklorittionet.

Giftvirkningen av klor er med andre ord primært avhengig av det relative mengdeforholdet mellom de nevnte fraksjoner foruten av dannede kloraminer. Underklorosyring trenger lett inn i cellene og reagerer med enzymer som har sulfhydrylgrupper. Ved oksydasjonen av disse mister enzymerne sin katalyserende evne, med den følge at cellene dør. Førørig er det også tale om mulige andre biokjemiske mekanismer. I motsetning til HOCl holdes hypoklorittionet tilbake på utsiden av cellen på grunn av sin negative ladning. Dette er forklaringen på at OCl^- har mindre enn 1 % av virkningsgraden til HOCl (og på at effektiviteten av klortilsetning avtar sterkt over pH 9). Monokloramin og dikloramin er likeledes svake desinfeksjonsmidler i forhold til underklorosyring (HOCl). Forskjellige kilder oppgir den relative effekten til mellom 1/25 og 1/100.

Effektiviteten av doseringen vil for øvrig øke med kontakttiden og likeledes med temperaturen, foruten at forskjellige arter er ulike ømfintlige.

Som regel vil det forekomme en del urenheter i det vannet som benyttes, bl.a. ammonium og organisk bundet nitrogen. Underklorosyring er et forholdsvis sterkt oksydasjonsmiddel og vil reagere med disse til kloraminer og organiske klornitrogenforbindelser. Dette representerer en nedsettelse av klortilsetningens effekt, som det må tas hensyn til ved bestemmelse av doseringen.

Med klorbehovet menes den klormengde som i en gitt tid forbrukes ved ovennevnte reaksjoner (som forløper med ulik hastighet). Overskuddet, dvs. gjenværende underklorosyring og hypokloritt, betegnes fritt restklor. Siden kloraminene også har en viss desinfiserende virkning, kan det være av interesse å få bestemt summen av fritt og bundet klor: to-talt tilgjengelig restklor.

Som man har forstått av det ovenstående, må det tas hensyn til mange forhold ved vurderingen av hvor, hvordan og i hvilke mengder klortilsetningen skal foregå. Hvis det f.eks. bare er bestemte steder i kjølevannsystemet hvor det er nødvendig å hindre begroing, er det vanligvis lønnsomt å foreta doseringen så nær disse enheter som mulig. Dermed vil forholdsmessig mindre klor bindes før stoffet kommer frem dit hvor desinfeksjonen primært bør skje. Ønsker man å beskytte hele anlegget mot begroing, må doseringen finne sted nær inntaket. Kløren får derved lenger oppholdstid, og doseringen må

være tilsvarende høyere for å sikre tilstrekkelige mengder av fritt restklor over hele systemet.

Med sjøvannsorganismer er det foretatt eksperimenter som har vist at kontinuerlig dosering med restklormengde på 10 mg/l drepte alle forsøksdyr i løpet av 4 dager. Den samme virkning hadde kontinuerlig restklor på 2,5 mg Cl₂/l, unntatt for sjøanemoner, der det trengtes 6 dager med denne dosering. Den lange kontakttiden som kreves, skyldes at dyrene kan trekke seg sammen og lukke seg inne. Øvrige dyr som ble testet inkluderte representanter for rur, mosdyr, hydroider og muslinger. Nest etter sjøanemonene var muslingene mest motstandsdyktige.

Når målet er å hindre at begroingsamfunnene etablerer seg, kreves det ikke så høye konsentrasjoner. Restmengder på 0,5—1,0 mg fritt klor er vanlig brukt, og det er kjente eksempler på at så lave kontinuerlige doseringer som 0,25 mg/l har hindret all vekst i sjøvann. Tilsvarende erfaringer er gjort i ferskvann. På den annen side skal det forekomme tilfeller av høy klorresistens hos kalkrørsormer (Zibrowius & Belan, 1969).

Særlig i forebyggende øyemed, har det ofte vist seg tilstrekkelig med avbrutt dosering med 0,5—2,5 mg/l fritt restklor. Organismer med lukkemekanismer (blåskjell, sjøanemoner o.a.) kan imidlertid holde ut lenge med slik periodisk behandling. En vanlig forutsetning for at denne metoden skal virke etter hensikten er derfor at kloreringen begynner før begroingen har etablert seg.

Om man skal velge kontinuerlig eller avbrutt dosering vil avhenge av behovet. Ved avbrutt dosering må frekvensen bl.a. bestemmes ut fra veksthastigheten hos de aktuelle organismer, og varigheten på grunnlag av den tid som er nødvendig for å drepe dem. Under alle omstendigheter vil det sannsynligvis være lønnsomt å foreta en nøye analyse av klorbehovet, foruten at man bør eksperimentere med lavere dosering og lengre doseringsopphold etter å ha startet på et nivå som gir en god sikkerhetsmargin. Av hensyn til resipientens organismeliv bør kjølevannet være på det nærmeste uten fritt restklor ved utslipp.

LITTERATUR

- Hamer, P., Jackson, J. og Thurston, E. F.: (red): Industrial Water Treatment Practice. Butterworth & ICI Ltd. London 1961, 314 s.
- Ormerod, K. S.: Problemer med slam i drikkevannet. Vann 2 (1970): 60—72.
- Pulham, C. J.: Chlorination of Condenser Cooling Water. Wallace and Tierman Ltd. Technical Publication BRA-155, Tonbridge, Kent 1968, 32 s.
- Sands, J. R.: The control of animals in water mains. The Water Research Association, Technical Paper TP. 63. Mai 1969.
- Smalls, I. C. og Greaves, G. F.: A Survey of Animals in Distribution

- Systems. Water Treatment and Examination 17(3) 1968: 150—186.
- White, G. C.:* Handbook of Chlorination, Van Norstrand Reinhold Comp. New York o.a. 1972, 744 s.
- Woods Hole Oceanographic Institution:* Marine Fouling and its Prevention. Prepared for Bureau of Ships, Navy Dept. U.S. Naval Institute, Annapolis, Maryland 1952, 388 s.
- Zibrovius, H. og Bellan, G.:* Sur un nouveau cas des sallitures biologiques favorisées par le chlore. TETHYS 1(2) 1969: 375—382.