

# Forhold i ledningsnettet som kan påvirke vannkvaliteten

Av Hans Kristiansen

Hans Kristiansen er cand. real. fra Universitetet i Oslo 1960, med kjemi som hovedfag. Han er ansatt som forsker ved NIVA.

*Innlegg holdt på møte i Norsk Vannforening 6. mars 1979.*

Naturlig vann har løst mineraler fra berggrunnen i større eller mindre grad. Dette gjør at vannkvaliteten er forskjellig fra sted til sted, avhengig av løseligheten for de bergartsmineraler vannet har vært i kontakt med. Kalkbergarter er lettest løselig og derfor er det kalsium og magnesium som dominerer i vannet og da i form av karbonater og bikarbonater.

Kalsiumkarbonat er lite løselig i vann og har en tendens til å felle ut på røroverflaten sammen med korrosjonsprodukter og danne et beskyttende belegg mot korrosjon. For at belegg skal kunne dannes må kalsiuminnholdet være over en viss verdi, 30—50 mg Ca/l, avhengig av vannkvaliteten forøvrig.

## Utløsning av metaller

Tidligere hadde de fleste rør av stål og støpejern ingen ekstra korrosjonsbeskyttelse som standard og var da avhengig av vannets egen korrosjonsbeskyttende evne. Her i landet er kalsiuminnholdet de aller fleste steder så lavt at det ikke er mulig å få bygget opp noe kalk/rust-belegg. Ubeskyttede rør vil derfor være gjenstand for korrosjon, og vannet tilføres jern. Det meste av korrosjonsproduktene blir allikevel igjen på røroverflaten og gjør at rørtverr-

snittet etterhvert avtar. Når korrosjonsproduktene skal fjernes ned til bart metall, vil man få kraftigere korrosjon etterpå og mer jern tilført vannet. Korrosjon på stål og støpejern influeres lite av vannets pH-verdi. Først over pH 9,5 vil korrosjonen avta.

De fleste stål- og støpejernsrør som fabrikeres i dag har en innvendig beskyttelse som gjør dem uavhengig av vannkvaliteten. Mest alminnelig er en sementføring. Vann med lavt kalsiuminnhold løser ut hydrat-kalk fra sementbelegget, og vannets kalsiuminnhold og pH-verdi vil dermed øke. Utløsningen er størst mens rørene er nye og avtar med driftstiden, og vil etter noen år knapt være merkbar uten at det er lange rørstrekninger med meget liten vanngjennomstrømning.

Rør av mindre dimensjoner er ikke påført noe innvendig korrosjonsbeskyttende belegg bortsett fra Varmgalvaniserte stål-rør som er belagt med sink. Varigheten av sinkbelegget er avhengig av at det utfelles korrosjonsbeskyttende belegg fra vannet. I hårdt vann dannes belegg av kalsiumkarbonat og basisk sinkkarbonat. I bløtt vann hvor slik beleggdannelse ikke er mulig, vil sinkbelegget korrodere og korrosjonshastigheten er større jo surere vannet er. I vann med høy pH-verdi hindres korrosjonen av en hydroksyddannelse på overflaten. Varm-

galvaniserte rør anbefales derfor ikke for vann med lavere pH-verdi enn 8.

På grunn av korrosjon på sinkbelegget av bløtt og surt vann vil vannet få høy konsentrasjon av sink, 10 mg/l har vært målt. Sink og kadmium følger hverandre i naturen. Etter tysk norm skal sinken ikke inneholde mer enn 0,1 % kadmium. For hvert mg sink i vannet kan følge 1 ug kadmium.

Bløtt og svakt surt vann angriper kobber-rør. Av angrepsformer skiller man mellom jevn tæring på overflaten og groptæring. I rør for kaldt vann har man vanligvis jevn overflatetæring og oppløst kobber tilføres vannet. Kobberionene i vannet forsterker korrosjon på andre metaller av lavere edelhet enn kobber som vannet får kontakt med. Det gjelder stål, varmgalvanisert stål, aluminium. Kobberholdig vann kan også forårsake grønnfarging i vasker og badekar. Smaksgrensen for kobber i vann er omkring 3 mg Cu/l. Kobberkonsentrasjoner av denne størrelse har vært målt, men det er sjelden. Praktiske forsøk med å heve pH-verdien i drikkevannet ved Bærum vannverk viste en klar reduksjon i vannets kobberinnhold (1).

Forskningsresultater fra England har vist at organiske stoffer i vannet beskytter mot korrosjon (2). Vår erfaring er, og det har også undersøkelser vist, at humusstoffer i vannet øker korrosjon på kobber. I varmt vann øker korrosjon på kobber med temperaturen til et maksimum ved 50—60° C for så å avta igjen. Grunnen til det er at ved høye temperaturer dannes belegg av kobberoksyd på metalloverflaten som beskytter mot korrosjon. Humusstoffene i vannet ser ut til å forskyve korrosjonsmaksimumet mot høyere temperaturer (3).

I varmt vann opptrer også groptæring på kobber, noe som har betydning for kobber-rørens holdbarhet.

I ledningsnettet for drikkevann forekommer metallegeringer som kan inneholde kadmium og bly. Messing er en slik legering. Vår erfaring er at humusstoffer i vannet fremmer korrosjon på messing. Noen undersøkelser på området er ikke gjort, men vi har det på programmet. Av messing fins det flere kvaliteter mer eller mindre motstandsdyktige mot korrosjon. Oslo kommune har gitt bestemmelser om hvilke kvaliteter som kan brukes i forbindelse med drikkevann.

I vann vil bly forekomme i form av karbonat, basisk karbonat eller hydroksyd avhengig av vannets pH-verdi. Blykarbonat og blyhydroksyd er lite løselig, men det er stor uoverensstemmelse i litteraturen om hvilken pH-verdi som gir lavest blyinnhold i vannet. Det er imidlertid enighet om at blykonsentrasjonen er sterkt pH-avhengig. Teoretisk avtar løseligheten med stigende pH-verdi. Over pH 8 er det omkring 0,01 mg bly pr. liter, uavhengig av alkaliteten. Omkring pH 6,5 skulle løseligheten nærme seg eller endog overstige 0,1 mg/l (4).

Forsøk med å påvise hvordan pH, hårdhet og alkalitet påvirker løseligheten for bly har vist at karbonatinnholdet har stor betydning og at løseligheten avtar med økende karbonatinnhold. I vann med lavt karbonatinnhold (40 mg/l) var laveste blykonsentrasjon 0,6 mg/l ved pH 10,5 og økte til 1700 mg/l ved pH 6,0. Med en alkalitet på 100 mg/l (som CaCO<sub>3</sub>) var blykonsentrasjonen så lav som 0,1 mg/l ved pH 7,6 (5).

Løseligheten for kadmium i vann avhenger av vannets pH-verdi og karbonathydrogenkarbonatinnholdet. Ved pH lavere enn 7,0 er løseligheten for kadmiumkarbonat og kadmiumhydroksyd forholdsvis lav. Over denne pH-verdi avtar løseligheten med stigende pH. Kadmiumkarbonat er den minst løselige av de to forbindelser. I vann hvor sulfat inngår, er løseligheten for kadmium

lavere enn 0,01 mg/1 i pH-området 8,9 — 10,7 (6).

I vann med lavt karbonatinnhold dominerer kadmiumhydroksyd, og løseligheten er ikke mye lavere enn 1 mg/1 ved pH 10 og nær 0,4 mg/1 ved pH 11. Disse data viser at det er karbonatformen som er den kontrollerende faktor når det gjelder å holde kadmiuminnholdet lavt. Det er nødvendig å fjerne kadmium fra drikkevann, anbefales å holde pH-verdien i området 9—10 ved konvensjonell felling.

I kvalitetskravene til drikkevann er maksimumsinnholdet for bly og kadmium satt til henholdsvis 0,05 og 0,005 mg pr. liter. Vannet her i landet har generelt meget lavt karbonatinnhold. Det vil ikke være mulig å komme under disse konsentrasjoner ved å heve vannets pH-verdi til 8,0 — 8,5 uten samtidig å heve karbonatinnholdet. I vann med liten bufferevne endres pH-verdien lett av prosesser i ledningsnettet. Den sikreste måte å unngå kadmium og bly i drikkevannet er å unngå legeringer som inneholder disse metaller.

Vann fra PVC-rør kan få en bismak fra plastmaterialet, men det skyldes at herdingen ikke har forløpt fullt ut. Bismaken vil forsvinne med tiden. I materialets stabilisatorsystem inngår metallioner som bly, kadmium, barium, kalsium, sink og tinn. Det er ikke dokumentert at kaldt vann tilføres metallioner i helseskadelige konsentrasjoner. Vi har planer om å se på om varmt vann utløser metaller fra PVC.

### Utløsning av sementbaserte rør.

Rør av betong og asbestsement er også utsatt for utløsning av hydratkalk fra rørmaterialet. For betongrør er utløsningen størst den første tiden mens rørene er i drift og avtar med driftstiden. Betongrør lages i større dimensjoner og er beregnet for over-

føringsledninger med konstant og forholdsvis stor vannføring. Etter 5-6 års drift vil utløsningen være så lav at den ikke vil påvirke vannkvaliteten i merkbar grad, men vannet vil fortsatt tære på rørmaterialet (7).

Undersøkelser har vist at asbestsementrør uten innvendig beskyttelse tæres med jevn hastighet fra de er nye og så lenge de er i bruk. Det gjelder både vannherdet og autoklavherdet materiale. Rør av asbestsement lages i mellomstore dimensjoner og brukes både til hovedledninger og til større stikkledninger, og på grunn av lav pris særlig der det gjelder fremføring av vann over større avstander. Tæringen på asbestsement er større enn på betong. Da tæringen skyldes utløsning av hydratkalk fra sementen, og da sementinnholdet i asbestsement er høyere enn i betong, vil asbestsementrør påvirke vannkvaliteten i langt større grad enn betongrør (8). I mange tilfeller har vi funnet pH-verdi omkring 11 i vann fra utløpet av asbestsementrør og kalsiuminnhold så høye at det har forårsaket kalkbelegg på vannelementer.

Vi har ikke hatt anledning til å analysere vann fra asbestsementrør med innvendig belegning. En prøve at et rør med asfaltbelegg ble tilsendt Instituttet. Røret hadde vært i bruk i 6 år for bløtt overflatevann og viste ingen tegn til tæring under belegget.

Ved utløsning av sementlimet i asbestsementmaterialet bløtlegges asbestfibrene, og spørsmålet er da om fibrene forlater rørvæggen og oppslemmes i vannet. Det er gjort undersøkelser i USA som viser at bløtt vann opptar asbestfibre fra rørmaterialet (9), men jeg kjenner ikke til at det av den grunn er lagt noen restriksjoner på bruken av asbestsementrør. Det fins vann i USA som fra naturens side har så høyt innhold av asbestfibre at det ikke er tillatt brukt som drikkevann (10).

Det er i noen tilfeller utført analyser av vann fra asbestsementrør for å finne fiberinnholdet, men fibre av de dimensjoner man mener kan være helsefarlige er ikke påvist.

### **Slamavsetning**

Overflatevann har i de fleste tilfeller farge som skyldes innhold av humusstoffer sammen med jern og mangan som er løst i vannet i kolloidal form. Kolloidene har en tendens til å koagulere og danne slam som avsetter seg i rør og rentvannsmagasiner. I rør av betong og asbestsement får man også silikater fra senmenten som danner et slaglag på røroverflaten sammen med humusstoffer fra vannet. For seimentrør har forsøk vist at vannhastigheter helt opp i 3,12 m/s ikke river løs slamlaget.

Det er grunn til å anta at man har samme forhold i asbestsementrør. Det er mulig at dette slamlaget beskytter mot utløsning av asbestfibre til vannet.

### **Begroing (11)**

I naturlig vann fins det alltid bakterier. Selv om vannet er tilsatt desinfeksjonsmiddel er ledningsnettene ikke bakteriefritt. Bakterier slår seg ned på røroverflaten og omgir seg med et slimaktig stoff som binder dem til hverandre og til rørveggen. Noen av bakteriene bryter ned organiske stoffer som inneholder jern (humusstoffer), slik at jernet skilles ut og oppfanges som jernhydrok-syd (rust) av slimet. Denne slimveksten kan

fra tid til annen rives løs av og følge vannstrømmen frem til forbrukerne, og de oppfatter det som rust i vannet.

Det fins små organismer som lever i vannmassene og driver fritt med vannet. De kalles plankton og inndeles i dyre- eller zooplankton og plante- eller phytoplankton. Også andre mer fastsittende organismer har gjerne et stadium hvor de svever fritt i vannmassene. Selv de fineste mikrosiler slipper igjennom de fineste organismer, men også egg og larver av større zooplankton som kan utvikle seg videre i rørrnettet, mens phytoplankton må ha lys for å vokse og kan skape begroingsproblemer i åpne bassenger.

Begroingen i rør og bassenger forbruker oksygen. Ved lengre oppholdstid i ledningsnettene kan vann bli oksygenfritt og får en vond lukt og smak. Oksygenfattig vann er farlig for rustfritt og syrebestandig stål ved at stålele blir depassivert. Dette kan gjelde for vann som føres frem til nye byggefelter og hvor vannet er blitt stående i rørrnettet under byggeperioden. Når så leilighetene blir tatt i bruk, får man korrosjon på vannvarmere på grunn av at stålele depassiveres, og som følge av det vannlekkasje. Det er viktig at slike «blindledninger» gjennomspyles før de tas i bruk.

For å unngå begroing må rørrnettet desinfiseres med klor før det tas i bruk. Ved rørrbrudd og under utbedring av bruddet kan det komme inn forurenset vann. Det er derfor nødvendig at rørrledningen nedenfor bruddstedet blir desinfisert etter utbedringsarbeidet.

## LITTERATUR

1. *Samdal, J. E.*: Kalkung av drikkevann for å forhindre korrosjon på kobbersøs. Teknisk Ukeblad nr. 33 (1961).
2. *Campbell, H. S.*: A natural inhibitor of pitting corrosion of copper in tap-water. Journal of Applied Chemistry, 4, 633 (1954).
3. *Kristiansen, Hans*: Corrosion of Copper by Water of Various Temperatures and Carbon Dioxide Contents. Werkstoffe und Korrosion, 28, 11, 743 (1977).
4. *Hem, J. D. and Durum, W. H.*: Solubility and Occurrence of Lead in Surface Water. Jour. AWWA, 65, 8, 562 (Aug. 1973).
5. *Naylor, L. M. and Dague, R. R.*: Simulation of Lead Removal by Chemical Treatment. Jour. AWA, 67, 10, 560 (Oct. 1975).
6. *Hem, J. D.*: Chemistry of Occurrence of Cadmium and ink in Surface Water and Groundwater. Water Res. 8, 6, 661 (Jun. 1972).
7. *Kristiansen, H.*: The Extraction of Calcium by Soft Water from Prestressed Concrete Pipes. Watten 1, 70 (1974).
8. *Kristiansen, H.*: Corrosion on Asbestos Cement Pipes. Vatten 1, 53 (1977).
9. *Hill, G.*: Cleansing our Waters. Public Affairs Pamphlet No 497, 381 Park Ave. South. New York 10016 (1974).
10. *Hallenbeck, William H. et al.*: Is Chrysotile Asbestos Released From Asbestor-Cement Pipe Into Drinking Water? American Water Works Association (1978).
11. *Ormerod, Kari*: Problemer med slam og dyr i distribusjonsnett for vann. Temarapport 2 Norsk institutt for vannforsyning (1974).