

Asbestsementrør i drikkevannsforsyningen — Tiltak mot innvendig tæring

Av Jan Aug. Myhrstad

Jan Aug. Myhrstad er cand. real. fra Universitetet i Oslo, MRIF, MNIF, MNKS, og er ansatt som avdelingsleder hos Sivilingeniør Elliot Strømme A/S.

SAMMENDRAG

Vannet i Norge er vanligvis surt og bløtt. Asbestsementrør som ikke er beskyttet innvendig med et belegg av bitumen, epoxy e.a., vil være utsatt for tæring. Tæringshastigheten vil være avhengig av vannets kjemiske sammensetning. En tæring på ca. 0,2 mm pr. år er ikke uvanlig, selv om både større og mindre tæring er registrert.

I tillegg til at rørene avgir asbestfibre, svekker tæringen rørenes styrke og dermed levetiden. Utvendig tæring bidrar også til en redusert levetid. Enkelte vannverk har skiftet ut asbestsementrør med rør av annet materiale på grunn av rørenes reduserte styrke. Noen vannverk har registrert en økende rørbruddfrekvens på asbestsementrør.

Da tæring på asbestsementrør er vanlig i Norge, bør tiltak vurderes iverksatt ved det enkelte anlegg. I denne sammenheng bør det utføres en tilstandsanalyse for å avklare tæringsens omfang og utbredelse. Dernest kan det utføres en teknisk-økonomisk vurdering av de metoder som kan være aktuelle for å redusere den innvendige tæringen, og derved forlenge rørenes levetid. Tilstandsanalysen bør være direkte innrettet på å finne ut om sementen i rørene tæres. Hvorvidt van-

net inneholder asbestfibre er et forhold som må undersøkes spesielt. Resultatene av fiberanalyser vil ikke være et entydig bevis på at rørene ikke tæres.

For å redusere innvendig tæring på asbestsementrør kan to forskjellige prinsipper brukes:

- justering av vannkvalitet (flere metoder)
- rehabilitering (flere metoder).

Forholdene på det enkelte anlegg vil være avgjørende for hvilket prinsipp som bør brukes, og likeledes hvilken metode under hvert prinsipp. Et viktig krav til metoden er at et avb्रेkk i rørdningenes driftstid skal være minst mulig når metoden etableres. Dessuten bør anleggs- og driftskostnadene ikke være for høye.

1. INNLEDNING

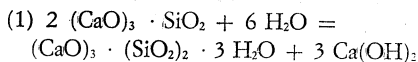
Foreliggende artikkel omhandler bare tiltak som kan være aktuelle for rør uten innvendig beskyttelse. Det forutsettes videre at ledningsgrøftene ikke skal åpnes i hele sin lengde ved gjennomføring av tiltaket.

Før det tas standpunkt til hvilket tiltak som kan være aktuelt mot innvendig

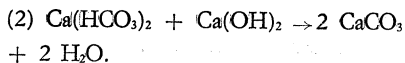
tæring på asbestsementrør, bør det utføres en tilstandsanalyse. På grunnlag av denne kan det utføres en teknisk-økonomisk vurdering av aktuelle tiltak.

2. TILSTANDSANALYSE

Asbestsementrør som ikke er innvendig beskyttet med bitumen, epoxy e.a. vil bli utsatt for tæring hvis vannet er bløtt og surt og har et lavt innhold av jern, mangan og humus. Fri kalk, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, løses da ut fra sementen:



Hvis innholdet av kalsium og karbon-dioksyd — og derved hydrogenkarbonat — er høyere enn en viss konsentrasjon, vil utløsningen av fri kalk forårsake utfelling av kalsiumkarbonat på røroverflaten:



Utfelt kalsiumkarbonat vil hindre ytterligere tæring. Kalsiumkarbonatutfellingen er temperaturavhengig.

Når asbestsementrør produseres, herder rørene ved at sementen reagerer med vann og det dannes sementmineraler og fri kalk (lfr. ligning 1). Hårdt vann i form av kalsiumbikarbonat, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, vil forårsake karbonatisering av røroverflaten hvis vannet er så hardt at det er nær karbonatlikevekten. Hvis dette ikke er tilfellet, vil fri kalk tilføres vannet, herdingen fortsetter og sementen brytes ned.

Når fri kalk tilføres vannet vil:

- pH-verdien øke
- Ca-innholdet øke
- alkaliteten øke
- konduktiviteten øke.

Før det tas stilling til om tiltak mot tæring skal iverksettes, må det selvfølgelig bringes på det rene om rørene er utsatt for tæring, og hvor langt tæringen er kommet. Hvorvidt rørene tæres, kan enkelt avklares ved å analysere råvannet og renvannsprøver tatt forskjellige steder på ledningsnettets. Hvis pH-verdien, kalsiuminnholdet m.m. øker, er dette en relativt sikker indikasjon på at det skjer en tæring på rørene.

Ved tolkning av analyseresultatene må det tas hensyn til innretninger på ledningsnettets som kan tilføre vannet kalk. Vannets sammensetning for øvrig kan være slik at det dannes et beskyttende belegg på rørenes innerflate som forhindrer tæring (høyt innhold av jern, mangan og humus, og restaluminium fra koaguleringsanlegg). Dessuten bør det tas hensyn til vannføring og oppholdstid.

Det er derfor meget viktig at prøvetakingen fra vannledningsnettets skjer etter et program som tar hensyn til de forhold som er nevnt ovenfor. Analyseresultatene må vurderes omhyggelig og relateres til de samme forhold.

Tilstandsanalysen bør også omfatte en inspeksjon av rørenes innervegg forskjellige steder på ledningsnettets. Dette er et viktig supplement til de kjemiske undersøkelser og vil gi bedre grunnlag for tilstandsvurderingen.

I USA har man funnet frem til et mål på vannets aggressivitet ved å beregne den såkalte aggressivitetsindeksen ved hjelp av vannets pH-verdi, kalsiumhårdhet og alkalitet:

$$(3) \quad \text{AI} = \text{pH} + \log (\text{K} \cdot \text{A})$$

AI: aggressivitetsindeks

pH: vannets pH-verdi

- K: vannets kalsiuminnhold i mg/l
CaCO₃
A: vannet alkalitet i mg/l CaCO₃.

De tall som fremkommer ved beregning av indeksen vurderes i forhold til følgende kriterier:

$AI \leq 10$	Meget aggressivt
$10 < AI < 12$	Moderat aggressivt
$12 \leq AI$	Ikke aggressivt

Aggressivitetsindeksen bør ikke brukes ukritisk for bedømmelse av en vanntypes tæringsegenskaper på asbestsementrør. Hvis vannets kjemiske egenskaper forøvrig er slik at det dannes slam på rørenes innervegger, vil ikke indeksen gi et korrekt bilde av det som skjer. På den annen side vil meget bløte vann typer fortsatt kunne virke tærende etter at en aggressivitetsindeks på mer enn 12 er oppnådd ved for eksempel passasje i et asbestsementrør.

Tæring på asbestsementrør vil føre til at rørene avgir asbestfibre til vannet. Den helsemessige betydningen av slike fibre i drikkevann er omdiskutert, men det synes å være et naturlig mål å holde antall fibre på et lavest mulig nivå. Når tilstandsanalysen som er beskrevet ikke inkluderer analyse av asbestfibre, er det fordi analysene er meget kostbare og at resultatene kan være tilfeldige, avhengig av prøvetakingsteknikk og ikke minst de hydrauliske forholdene i nettet under prøvetakingen. Derrest er det ikke enighet om hvordan resultatene av fiberanalysene skal tolkes. Det bør derfor ikke brukes midler på å analysere asbestfibre før man på annen måte har registrert at tæring finner sted, eller at epidemiologiske forhold tilsier det.

3. AKTUELLE TILTAK

For å redusere innvendig tæring på asbestsementrør kan følgende tiltak iverksettes:

- justering av vannkvalitet (karbonatisering, sinkdosering)
- rehabilitering (sementmørtelutføring, epoxyutføring, utføring med epoxystrømpe m.m.)

Justering av vannets kvalitet tar sikte på å felle ut et beskyttende belegg på rørenes innerflate som forhindrer tæring.

Karbonatisering kan utføres etter to metoder. Den ene går ut på å tilsette vannet kalk og karbondioksyd. Da øker vannets kalsiumhydrogenkarbonatinnhold, og ved passende dosering av kjemikalier vil løselighetsproduktet for kalsiumkarbonat overskrides på grunn av reaksjoner med kalk fra rørene (kfr. ligning 2). Kalsiumkarbonat felles da ut på røroverflaten.

Den andre metoden baseres på bruk av marmor og saltsyre. Det dannes da kalsiumklorid og karbondioksyd som doseres til vannet.

Da vannet her i landet vanligvis er bløtt og surt med et lavt innhold av karbondioksyd, trengs det en relativt høy dosering av de aktuelle kjemikalier for å oppnå karbonatisering. Dette gjør at driftsutgiftene blir forholdsvis høye, sammenliknet med det som er vanlig for bevegelige kostnader på norske vannbehandlingsanlegg.

Løseligheten av kalsiumkarbonat er temperaturavhengig. I det pH-området som er vanlig i vannverksvann (mindre enn 8,5), øker løseligheten med avtagende temperatur. Ved årstidsvariasjoner i vannets temperatur fordres det en nøye

oppfølging av den nødvendige doseringen. Hvorvidt intermitterende dosering er tilfredsstillende, vil være avhengig av flere forhold, blant annet temperaturvariasjonene, variasjoner i vannføring etc.

Karbonatisering vil føre til en vesentlig økning av vannets hårdhet i de fleste tilfeller. Eksempelvis vil kalsiumhårdheten i et vann av 10°C være ca. 10,5° dH ved pH = 7,5 og ca. 6° dH ved pH = 8,0. Vanligvis er vannets hårdhet mindre enn 1° dH i vannkildene, og mindre enn 2—3° dH i ledningsvann fra asbestsementanlegg.

Karbonatisering utføres såvidt vites ikke ved noe anlegg her i landet. Det foreligger imidlertid planer om å bruke metoden, men da ikke spesielt for å beskytte asbestsementrør, men som et tiltak for å beskytte hele ledningsnettets mot korrosjon.

Hvis *sink* tilsettes vannet som klorid eller ortofosfat, vil det skje en reaksjon med kalk fra rørene. Det dannes da lite løselige sink-hydroksy-karbonatkomplekser som felles ut på røroverflaten. Ved bruk av sink synes sinkortofosfat å gi best effekt ved lavere alkalitet. Ellers kan med fordel sinkklorid brukes. Aktuelle doseringer kan være:

0,1—0,7 mg/l Zn som ZnCl₂

0,3—0,5 mg/l Zn som Zn₃(PO₄)₂.

Vanligvis vil doseringen foregå over tid med en høy konsentrasjon av sink for å få til en snarlig utfelling. Deretter trappes sinkdoseringen ned til et lavt nivå. Intermitterende dosering vil sannsynligvis være mulig ved mange anlegg.

Vannets innhold av sink vil øke noe i forhold til tidligere. Med riktig dosering av den aktuelle sinkforbindelsen burde det ikke være vanskelig å ligge godt

under den grensen som for tiden gjelder for drikkevann (< 0,3 mg/l).

Den nødvendige doseringsmengden er relativt liten. Doseringsutrustningen er enkel, og kostnadmessig faller sinkmetoden meget gunstig ut sammenliknet med karbonatiseringsmetoden. Heller ikke denne metoden har man erfaringer med i Norge.

Rehabilitering kan omfatte flere metoder, blant annet utforing med sementmørtel, epoxy, epoxystrømpe, PEH-rør og bitumen. Utenlandske erfaringer har vist at in situ anvendelse av bitumen er vesentlig mindre attraktivt enn andre metoder på grunn av bitumenbeleggets relativt korte levetid (5—10 år).

Sementmørtelen må ha en sammensetning som gjør at den ikke tæres opp i løpet av kort tid. For epoxy spesielt, men også for andre materialer, gjelder at de ikke bør forårsake mikrobiologisk vekst på rørenes innerflate, organoleptisk eller fysisk vannkvalitetsforandring eller avgi toksiske metaller og cytotoxiske forbindelser til vannet.

Utforing med PEH-rør gir en ny vannledning som ikke er avhengig av det opprinnelige rørets reststyrke. Epoxystrømpen alene tåler et trykk på 20—30 mVS, men kan tåle en belastning på 60—70 mVS i forbindelse med hull på den gamle ledningen. Utforing med sementmørtel regnes å være selvberende, det vil si at man ikke er avhengig av heft til rørveggen. Av hensyn til holdbarheten er det ønskelig å ha en så tykk utforing som mulig. Praktiske grunner begrenser imidlertid beleggtykkelsen.

Felles for rehabiliteringsmetodene er at rørstrekingen som rehabiliteres må være ute av drift en periode, og det må anordnes en midlertidig vannforsyning til abonnentene.

I Japan regner man med at utforing med sementmørtel og epoxy tilsvare ca. 50% av kostnadene ved full utskifting. Japanerne har relativt lang erfaring med begge metodene. Utforing med PEH-rør er noe dyrere.

I England viser noen få rehabiliteringer med epoxy-utforing at kostnaden tilsvare ca. 70—80% av utforing med sementmørtel.

I Tyskland regner man med at rehabilitering med sementmørtel i byområder koster 25—45% av full utskifting av rør. Disse overslagene stemmer relativt godt med engelske erfaringer.

Utforing med epoxystømpe vil ved enkle forhold normalt være noe dyrere enn for PEH-rør. Er forholdene på ledningsnett kompliserte, vil utforing med epoxystømpe ofte vise seg å være konkurransedyktig.

REFERANSER

- Buelow, R. W. et al.*: «The behavior of asbestos-cement pipe under various water quality conditions — a progress report». Journal AWWA, February 1980, p.p. 91—102.
- Guzikowski, G.*: «Asbestfibrer i drikkevatten. Litteratursammenstilling og pilotundersökning av svenska drikkevatten». Desember 1980. Statens Naturvårdsverk, Sverige.
- Kristiansen, H.*: «Asbestfibre i drikkevann — utløsning fra asbestsementrør». NTNf's utvalg for drikkevannsforskning, rapport 2/81, Oslo, august 1981.
- Schock, M. R. & Buelow, R. W.*: «The behavior of asbestos-cement pipe under various water quality conditions — part 2, theoretical considerations». «Journal AWWA, December 1981, p.p. 636—651.
- Statens Institutt for Felkebele*: «Asbes-sement drikkevanns-ledninger og helsefare», Oslo, september 1981.
- Strømme A/S, Siv.ing. E.*: Tilstandsanalyser av vannledningsnett med asbestsementrør. Diverse rapporter, 1981—83.