

Asbestsement-rørene i Norge forfaller. Hva gjør vi?

Av Lars Aaby

Lars Aaby er siv.ing. og ansatt som forsker ved Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA).

Resultatene fra NTNFs «Forfallsprosjekt», «Alkaliseringsprosjekt» og «Levetid for asbestsement-rør» gjør oss bedre i stand til å ta vare på ledningsnettene våre. Gjennom «asbestsementprosjektet» er det utviklet en modell for beregning av forfallshastigheten til ledningsnettene. Modellen forutsetter tilstandsvurdering av rørprøver. Videre anbefales en systematisk registrering og analyse av driftsforstyrrelser på ledningsnettene som en kontinuerlig prosess.

Det 3-årige NTNf-prosjektet Levetid for asbestsement-rør (AC-rør) avsluttes i løpet av året. Basert på tilstandsvurdering av rørprøver fra 36 lokaliteter fra ulike deler av landet, konkluderes det med:

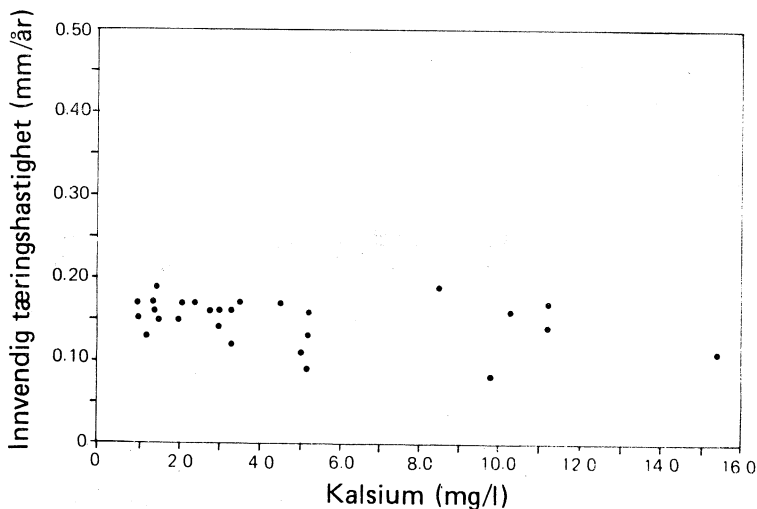
- * Fra innsiden brytes rørmaterialet ned med en hastighet på 0.1—0.2 mm/år. Rørmaterialet brytes også ned fra utsiden. Målt som maksimalverdi, tilsvarte utvendig tæring gjennomsnittlig innvendig tæring.
- * På grunn av utvendig og innvendig tæring, har rørene i gjennomsnitt mistet 20 prosent av sin styrke i løpet av en gjennomsnittlig funksjonstid på 20 år.

- * Bruddhyppigheten (brudd pr. km ledning og år) for AC-nettet er 50 prosent høyere enn for det øvrige ledningsnettene. De små ledningsdimensjonene ($D=100/150$ mm) er mest utsatt.
- * På AC-nettet vil det i årene som kommer skje en tiltakende økning i bruddhyppigheten. Dagens service-nivå vil for enkelte forsyningsområder reduseres raskt dersom det ikke iverksettes tiltak.

Forfallet er spesielt alvorlig ved at de negative konsekvensene vil ramme store deler av AC-nettet samtidig; 70 prosent av AC-nettet ble lagt i 10-års perioden 1960—1970 og ca. 65 prosent er rør med en diameter mindre enn 200 mm.

I Norge er det ca. 4 000 km AC-rør. Dette tilsvarer ca. 15 prosent av vårt vannledningsnett. Forfallet skyldes at overflatevannet som vi benytter er bløtt og surt og tærer innvendig på AC-rørene. Aggressive grunnforhold er årsaken til det utvendige forfallet.

Figur 1 viser innvendig tæringshastighet for AC-rør påvirket av forskjellig vannkvalitet. Det under-



Figur 1. Målt innvendig tæringshastighet for asbestsementrør påvirket av forskjellig vannkvalitet.

strekas at analysene er basert på «stikkprøver» (middel av to prøver fra hver lokalitet). Rørprøvene representerer tilsammen 8 råvannskilder. Ved to av vannverkene tilsettes kalk for alkalisering til et kalsiumnivå på 5 mg/l for det enne og 11 mg/l for det andre. Doseringsstabiliteten er ikke kjent. Som det fremgår av figuren kan det ikke påvises at tæringshastigheten avtar med økende kalsiuminnhold. På tilsvarende måte kunne det heller ikke påvises at vannets alkalitet påvirket tæringshastigheten.

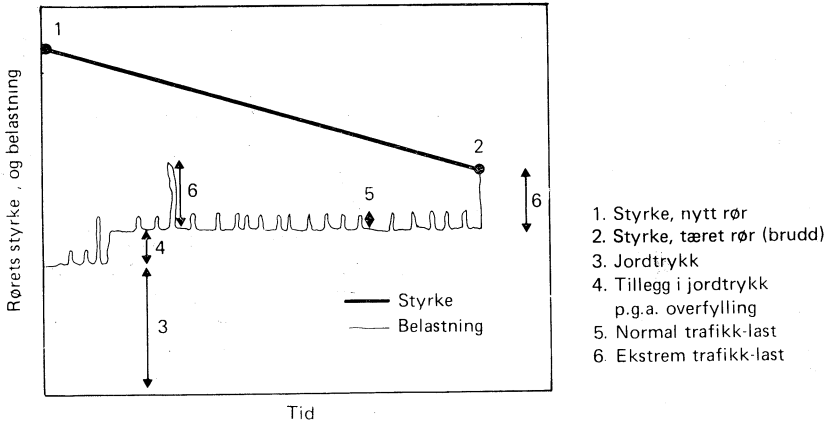
Innen ett og samme vannverk tyder resultatene på at innvendig tæringshastighet er relativt konstant. Bare for to rørprøver, som ble tatt fra endeledninger med nær stillestående vann, kunne det påvises en redusert tæring, som følge av utløsningen fra ledningsnettet.

I forbindelse med registrering av

innvendig tæringshastighet kunne det ikke påvises:

- * at tæringshastigheten avtar med tiden
- * at tæringshastigheten er avhengig av herdeprosessen (autoklav/vannherding) benyttet ved produksjon av rørene.
- * at tæringshastigheten er avhengig av vannhastigheten eller vanntrykket i ledningsnettet
- * at vannkvalitetsendringen, som følge av vannets kontakt med asbestsementen, er av vesentlig betydning i tæringssammenheng for det enkelte vannverket.

Et ledningsanleggs driftsstabilitet vil bl.a. styres av forholdet mellom belastningen på røret og dets evne til å bære denne belastningen. Vi vet at ledningsbrudd oppstår under ekstreme betingelser; unormal høy belastning på svak del av røret.

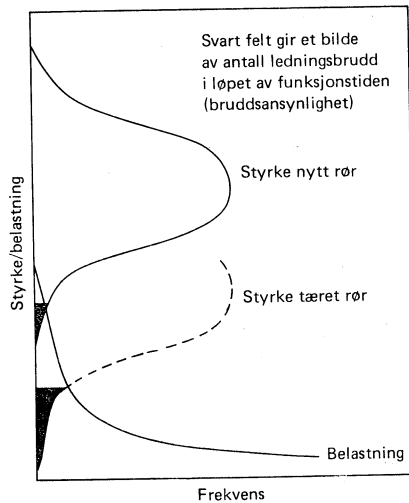


Figur 2. Rørets styrke og belastningsforhold som funksjon av tiden.

Dette er illustrert i figur 2 for et rørtverrsnitt utsatt for tæringsangrep.

For et ledningsanlegg vil ekstremt store belastninger opptre sjelden (lav frekvens) og små belastninger ofte (høy frekvens). Rørets styrke kan vi anta vil variere fra tverrsnitt til tverrsnitt etter et normalfordelingsmønster. Sammenhengen mellom styrke/frekvens og belastning/frekvens er vist i figur 3.

I skjæringspunktet mellom de to kurvene (belastning/frekvens og styrke/frekvens) vil det være en labil situasjon m.h.t. brudd. Arealet (skravert) under styrke-kurven gir et mål på antall brudd (bruddsannsynlighet) som kan forventes i løpet av ledningsanleggets levetid. Ved tæring vil dette arealet øke og dermed øker antall brudd og bruddsannsynligheten blir større. Ut fra formen til de to kurvene vil det være rimelig å anta at bruddsannsynlig-



Figur 3.

Sammenhengen mellom styrke/frekvens og belastning/frekvens.

heten vil øke eksponensielt ved konstant innvendig tæringshastighet. Dette gjenstår å vise matematisk.

Ved å kartlegge driftsbetingelsene til et ledningsanlegg (overdekning, vanntrykk, o.l.) og samtidig gjennomføre styrketesting av oppgravde rørprøver, kan sikkerhet mot brudd under normale betingelser beregnes. Sikkerhetsfaktoren mot brudd (F) reduseres ved økende tæringsangrep. Basert på konstant innvendig tæringshastighet kan utviklingsforløpet til F beregnes. Innvendig tæring og tæringshastighet bestemmes ved å undersøke oppgravde rørprøver.

Med utgangspunkt i det som er nevnt om sammenhengen mellom bruddsannsynligheten og innvendig tæringshastighet, defineres ledningsanleggets relative bruddsannsynlighet (R) som:

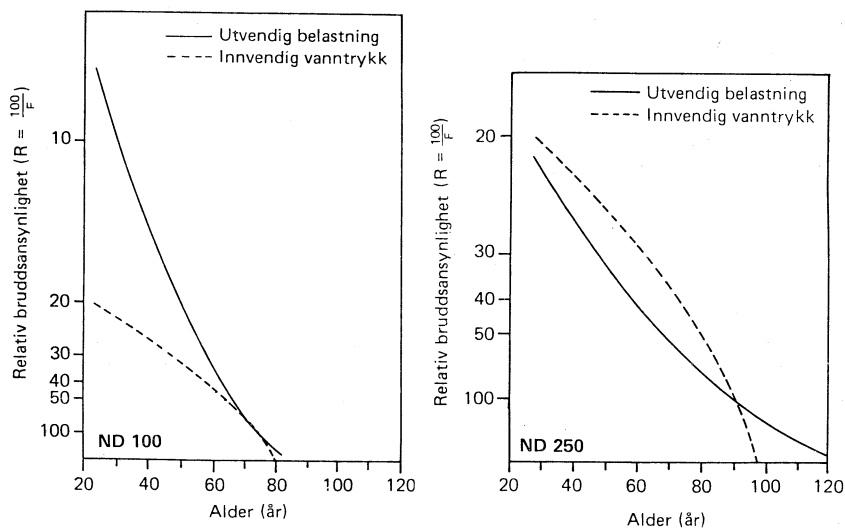
$$R = aF^b$$

der a og b er konstanter.

Prognose for R er beregnet og vist i figur 4 for to rørprøver undersøkt i forbindelse med AC-prosjektet. I de to eksemplene er $a = 100$ og $b = -1$. Kurvens startpunkt representerer ledningsanleggets relative bruddsannsynlighet ved oppgraving i 1986.

Beregningene baseres på belastningsdata for ledningen som den ligger i bakken, resultater fra styrketesting av rørprøver og registrert tæringshastighet. Styrketesting omfatter påføring av innvendig vanntrykk til brudd, og knusing av rørprøver ved påføring av utvendig belastning til brudd.

Ved at rørbrudd oppstår som følge av ekstreme belastninger som i mønster er forskjellig fra ledningsdel til ledningsdel, kan F- og R-verdier for ulike ledningsanlegg



Figur 4. Prognose for relativ bruddsannsynlighet. Eksempel for ND250 og ND100.

ikke direkte sammenlignes. Derfor benyttes betegnelsen *relativ* brudd-sannsynlighet.

I tiltakssammenheng kan det være av interesse å kvantifisere endringen i et ledningsanleggs relative bruddsannsynlighet over tid. Rask endring kan innebære at det haster med iverksettelse av tiltak. Ledningsanleggets forfallshastighet (V) defineres som:

$$V = \frac{\Delta R}{\Delta A}$$

Der ΔR = endring av R over ΔA år

ΔA = tidsintervall, eksempelvis 5 år.

Prognosens følsomhet ved f.eks. reduksjon av tæringshastigheten gjennom vannbehandling, eller ved reduksjon av belastningen ved at driftstrykket på ledningsnettets senkes, vil relativt enkelt kunne kartlegges.

Modellen gir gjennom tilstandsvurdering av rørprøver, en mulighet for å vurdere utviklingsforløpet og tiltak på ledningsnettets. Modellen gir derimot ikke noe klart svar på hvordan ledningsnettets funksjonsdyktighet vil utvikle seg. En prognose for ledningsnettets funksjonsdyktighet vil først kunne etableres etter noen års sysematisk rørbruddsregistrering og -analyse.

Rørbruddregistrering bør være en kontinuerlig prosess. Hvor ofte rørprøver skal tilstandsvurderes og prognose for relativ bruddsannsynlighet og forfallshastighet utarbeides, vil bl.a. styres av hvor viktig ledningsanlegget er i vannforsyningssammenheng. Som minste tidsintervall anbefales 5 år.

Kartlegging av konsekvenser ved rørbrudd og brudd-sannsynlighet for ledningsdeler innen det enkelte vannverk, gjør det mulig å foreta en risiko-analyse av ledningsnettets. Det henvises til NTNf's brukerrapport 5b/87; «Planlegging av drift, vedlikehold og fornyelse av ledningsnettets for vann og avløp».

Etter hvert som kommunene tar i bruk et «overvåkingsprogram» som foreslått, vil statistisk bearbeiding av data gjøre det mulig å forbedre modellen for beregning av AC-nettets funksjonsdyktighet. I denne sammenheng anbefales det opprettet et tilbud for tilstandsvurdering av AC-rør på nasjonalt nivå, og etablering av en nasjonal database for AC-rør.

Samtidig med en opptrapping av aktivitetene på ledningsnettets ved det enkelte vannverket, er tiden inne for å vurdere vannbehandlingstiltak for å redusere innvendig tæring. Sentral i denne sammenheng er håndboken «Innvendig korrosjon av vannledninger», utgitt av NTNf's Program for drikkevannsforskning.

Prosjektet «Levetid for AC-rør» sluttrapporteres i 1988 ved bl.a. utgivelse av en veileder til bruk i kommunene. Nå vil det være opp til vannverkseierne å ta det nye «verktøyet» i bruk! NIVA for sin del står klar til å gjennomføre prosjektet «Levetid for sementforeninger i duktile støpejernsrør». Innledende undersøkelser gir grunn til uro! Dette prosjektet vil gi et forbedret grunnlag ved valg av tidspunkt for bygging av karbonatiseringsanlegg ved det enkelte vannverk.