

# Vannkvalitet i mørtelforede støpejernsrør på Byneset ved Trondheim

Av Liv Fiksdal og Jostein Myre

Liv Fiksdal er førsteamanuensis ved Institutt for Vassbygging, NTH.

Jostein Myre er sivilingeniør fra NTH og for tiden sivilarbeider samme sted.

## Sammendrag

Det er utført en undersøkelse av pH-endringer i vann fra mørtelforede støpejernsrør på Byneset ved Trondheim.

To år etter at ledninger er tatt i bruk blir det fremdeles registrert høye pH, (pH > 10) langs ledningsnett, pga. kalkutvasking fra mørtelforingen. Beregninger viser en sammenheng mellom pH og spesifikt kontakttidsareal.

Den eldste del av ledningsnett har lavest spesifikt kontaktareal, og pH i området 7.4—7.9.

For å hindre ulempene med høy pH og høyt kalsiuminnhold i vannet de første årene etter at mørtelforede støpejernsrør er tatt i bruk, kan det være nødvendig å forandre egenskapene til mørtelforingene i de rørtypene vi benytter i dag

## Innledning

I mørtelforede støpejernsrør fungerer mørtelforingen som innvendig korrosjonsbeskyttelse for støpejernsrøret. Når vann strømmer gjennom nye ledninger, vil kalsiumforbindelser utløses fra mørtelforingen, og pH samt kalsiuminnholdet i vannet kan ha relativt høye verdier den

første tiden etter at rørene er tatt i bruk.

Fra mørtelforede støpejernsrør lagt på Byneset ved Trondheim i perioden 1977—1982, er det foretatt regelmessige pH-målinger i vann fra ulike punkt langs ledningsnett. I 1983 er det også startet målinger av vannets kalsiuminnhold. Dette registreringsarbeidet har sammenheng med at høye pH-verdier er uønsket fordi de kan føre til økt oppløselighet av tungmetaller fra husinstallasjoner. Ved pH større enn 11 er det også risiko for øyeskader om en bader eller dusjer i vannet (Stenstrøm, 1983). Høyt kalsiuminnhold i vann kan føre til utfellinger når vannet varmes opp i varmtvannsbeholdere, kaffekokere etc.

Hensikten med denne artikkelen er for det første å presentere data som viser at vannkvaliteten kan påvirkes av mørtelforingen i relativt lang tid etter at rørdelingen er lagt. Dernest har en ønsket å vurdere sammenheng mellom vannets pH og dets oppholdstid, samt kontakflate med rørene.

Analyseresultatene som er benyttet i artikkelen er mottatt fra Byveterinæren i Trondheim og bearbeidet av Myre (1983).

## Beskrivelse av ledningsnett

Drikkevannsledningen som er undersøkt, ligger i Trondheim kommune på Byneset ca. 10—30 km syd-vest for Trondheim sentrum. I figur 1 har en tegnet ledningstraséen. På figuren har en også påført ledningens diameter og leggetidspunkt. Ledningen mellom Steine og Spongdal var ferdig i mai 1982. Samtidig ble det satt inn en stengeventil mellom Hangran og Hangerås. Denne ventilen har vært stengt i tiden etter montering, og ledningsnettets har derfor ikke fungert som et ringledningsystem.

## Beregning av vannets oppholdstid og spesifikt kontakttidsareal.

I mørtelforede støpejernsrør kan vannets oppholdstid,  $T$ , og forholdet mellom vannvolum,  $V$ , og kontaktflate,  $A$  (mellom vann og rørledning), påvirke pH og kalsiuminnhold i vannet. En kan kombinere oppholdstiden og kontakttiden til ett uttrykk, spesifikt kontakttidsareal,  $S$ ,

$$\text{hvor } S = \frac{A}{V} T,$$

(Andersson et al. 1982).

For Bynes-ledningen har en beregnet spesifikt kontakttidsareal,  $S_i$ , for delstrekninger på følgende måte:

$$S_i = \frac{A_i}{V_i} \cdot T_i$$

$S_i$  = spesifikt kontakttidsareal for delstrekning  $i$ , ( $\text{m}^2/\text{h}/\text{m}^3$ )

$\frac{A_i}{V_i}$  = spesifikk overflate for delstrekning  $i$ , ( $\text{m}^2/\text{m}^3$ )

$A_i$  = areal av vannets kontaktflate med ledningen på delstrekning  $i$ , ( $\text{m}^2$ )

$V_i$  = volum av vannledningen på delstrekning  $i$ , ( $\text{m}^3$ )

$T_i$  = vannets oppholdstid på delstrekning  $i$ ,  $T_i = \frac{V_i}{Q_i}$  (h)

$Q$  = vannføring på delstrekning  $i$ , ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

En har antatt at ledningen har vært helt fylt slik at  $A$  kunne settes lik ledningens indre overflate.

Summen av spesifikke kontakttidsareal for delstrekningene som vannet passerer på veien til målepunktet er lik vannets spesifikke kontakttidsareal i punktet:

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{V_i} \cdot T_i$$

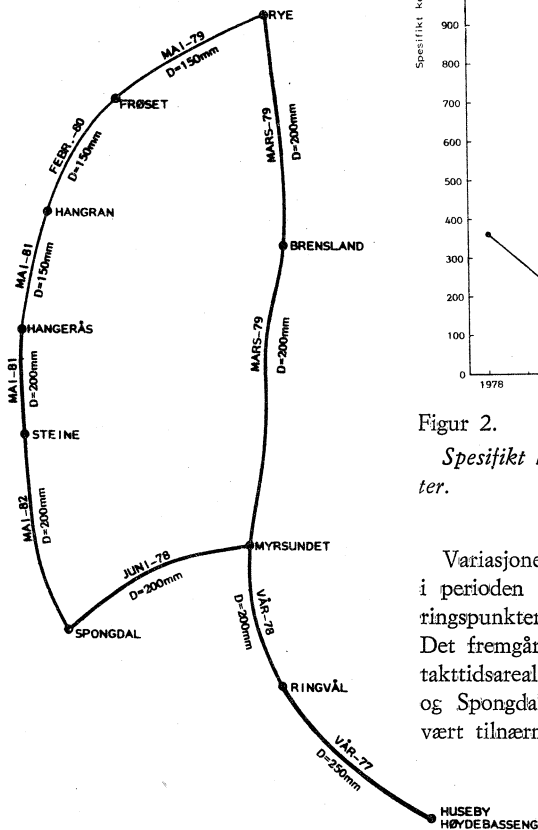
Denne parameteren gir et mål for både den tiden vannet har vært i ledningen og det ledningsareal vannet har vært i kontakt med før det når målepunktet.

Vannføringen Q er beregnet som årlig vannforbruk i ulike punkter på ledningsnettet.

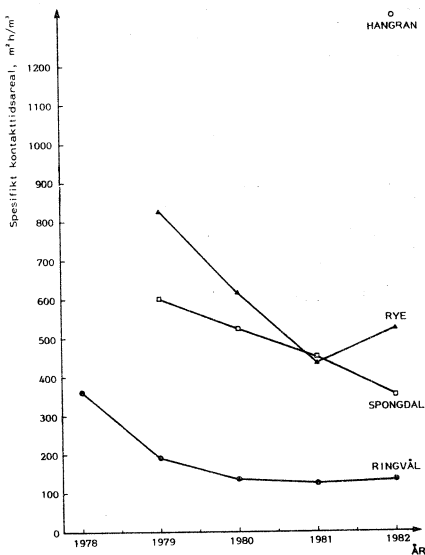
En har kommet fram til vannforbruket ved:

- å anta at det kun er 9 tappepunkter i ledningsnettet, (i virkeligheten har en tappepunkter langs hele ledningen, men ved å konsentrere vannforbruket til de 9 punktene forenkles de etterfølgende beregningene vesentlig)

- å telle antall hus som hører til hver av de 9 tappepunktene.
- å bruke data fra vannforbruksmålinger i Huseby høydebasseng (fig. 1) for 1980, 1981 og 1982.
- konsultasjoner med Trondheim kommune.



Figur 1. Ledningstrasé, leggetidspunkt og diametre for drikkevannsledningen på Byneset.



Figur 2.

Spesifikt kontakttidsareal i ulike punkter.

Variasjoner i spesifikt kontakttidsareal i perioden 1978—1982, i ulike registreringspunkter, er fremstilt grafisk i fig. 2. Det fremgår av figuren at spesifikt kontakttidsareal har variert i punktene Rye og Spongdal, mens det for Ringvål har vært tilnærmet konstant siden 1980.

Tabell 1. *Leggetidspunkt for ledninger og tidspunkt for første registrering av pH.*

Punkt	Ledning fram til punktet tatt i bruk:	Første reg. av pH i punktet	Differanse mnd.
RYE	Mars — 1979	29/10. 1979	7 mnd.
RINGVÅL	April — 1977	11/09. 1978	17 mnd.
HANGRAN	Mai — 1981	30/11. 1981	6 mnd.
SPONGDAL	Juni — 1978	6/08. 1978	14 mnd.

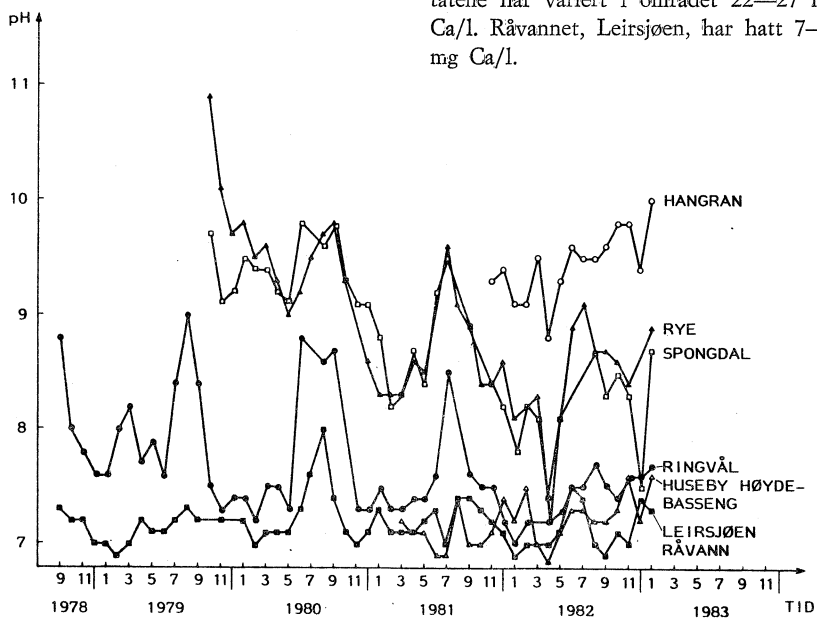
### pH- og kalsiummålinger

Resultater fra pH-målinger i ulike punkter er framstilt grafisk i fig. 3 og 4. De månedlige variasjoner er til dels store (fig. 3), mens midlere pH over året har sunket i målepunktene Ringvål, Spong-

dal og Rye. pH i vannkilden, Leirsjøen, har vært tilnærmet konstant.

Tidspunkt for når ledninger er tatt i bruk og når første registrering av pH er utført, er framstilt i tabell 1.

Analysen av kalsiuminnholdet i vann fra Hangran, som har de høyeste målte pH-verdier, ble startet i mars 1983. Resultatene har variert i området 22—27 mg Ca/l. Råvannet, Leirsjøen, har hatt 7—8 mg Ca/l.



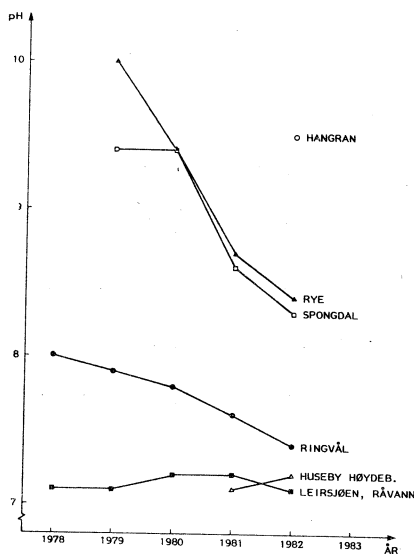
Figur 3. *Midlere pH over måneden i ulike punkter.*

Relasjonen mellom midlere pH og spesifikt kontakttidsareal for målestedene Ringvål, Spongdal og Rye er fremstilt i figur 5.

### Diskusjon

Registreringen av pH startet først 6—17 måneder etter at ledningen var lagt og tatt i bruk (tabell 1). Likevel er de første pH-målingene høye, dette gjelder spesielt for Spongdal, Rye og Hangran. Høyeste pH-verdi er registrert i Hangran, hvor pH = 10,5 18. juli 1983, mere enn to år etter at siste del av ledningsnettet frem til Hangran var tatt i bruk.

Resultatene viser at pH avtar med tiden ved Rye, Spongdal og Ringvål (fig. 4). Ved Rye og Spongdal tok det ca. to og et halvt år etter at ledningene var lagt før pH var redusert til den verdi

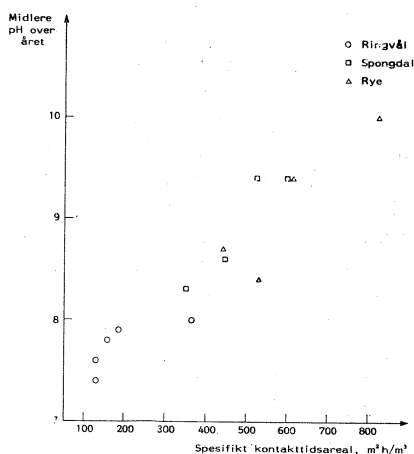


Figur 4.

Midlere pH over året i ulike punkter.

som er øvre grense for SIFF's krav, pH = 8,5.

Ved Hangran ser det foreløpig ut til at midlere pH over måneden øker (fig. 3).



Figur 5.

Korrelasjon mellom spesifikt kontakttidsareal og midlere pH over året for perioden 1978—1982.

Målingene ble startet i 1982, og en ventet at langtidsmålinger vil gi samme reduksjon i pH som ved de andre målestedene.

Som ventet synes det å være en sammenheng mellom midlere pH over året og spesifikt kontakttidsareal (fig. 5), slik at pH øker med økende kontakttidsareal. Den eldste del av ledningsnettet har lavest spesifikt kontakttidsareal, og pH i området 7.4—7.9.

Når det porøse og kalkrike sjiktet i mørtelforingen nærmest vannfasen etter hvert blir vasket ut, vil en vente at pH nærmer seg råvannskildens pH, og at korrelasjonen mellom spesifikt kontakttidsareal og pH endres. I den utførte under-

søkelsen er beregningen av vannforbruket relativt usikker. Dette kan ha medført til spredningen av punktene i fig. 5. Spredningen gjør det vanskelig å trekke konklusjoner mhp. om noen av målingene som er gjort i f.eks. 1982 indikerer at det porøse mørtelsjiktet er opptært.

Tidligere målinger av kalsiuminnhold og pH i forsyningsvann under transport gjennom betongrør, har vist at det tok ca. 3 år før kalsiuminnholdet og dermed utvaskingen av kalsiumforbindelser begynte å stabilisere seg (Kristiansen 1974).

Fra Bynesledningen har en enda for få kalsiummålinger til at disse kan benyttes til vurdering av utvaskingsgraden.

Norske myndigheter anbefaler at forsyningsvann skal ha pH i området 8.0—8.5 når det når forbrukeren. Dette kravet er satt av helsemessige årsaker fordi løseligheten av tungmetall er lav i dette pH-området. Utvaskingen av kalsiumforbin-

deler fra Bynesledningen har ført til at dette kravet ikke er tilfredsstillt i perioder på mere enn to år etter at ledningen er tatt i bruk. Samtidig innebærer utvaskingen at mørtelforingen har blitt brutt noe ned.

Før en har fått flere resultater fra kalsiumanalyser av vannet, er det vanskelig å si hvor stor korrosjonen har vært. Undersøkelser av 10 år gamle vannledninger som er gravd opp i Bergen, viste at mørtelforingen var godt bevart. (Det Norske Veritas, 1973). Hvorvidt dette gjelder generelt i Norge har vi i dag ikke grunnlag for å si noe om.

For å hindre ulempene med høy pH og høyt kalsiuminnhold i vannet de første årene etter at mørtelforede støpejernsrør er tatt i bruk, kan det være nødvendig å forandre egenskapene til mørtelforingene i de rørtypene vi benytter i dag.

## LITTERATUR

- Andersson, O., Hanæus, J. og Hedberg, T.* (1982) Kartlegging av vattenkvalitetsforandringer i distribusjonsnett, Stockholm 1981. Publikation 3: 82 CTH.
- Det Norske Veritas, Materialteknisk institutt.* Undersøkelser av innvendig sementforing i vannledningsrør. Rapport nr. 899124/73/1.
- Kristiansen, H.* (1974). The extraction of calcium by soft water from prestressed concrete pipes. *Vatten* 30 s. 70—74.
- Myre, J.* (1983). pH-variasjoner fra ledningsnett på Byneset v/Trondheim. Institutt for vassbygging, B-1-1983-3.
- Stenstrom, T.* (1983). Vatten-ledningsvatten. Statens miljömedicinska laboratorium, Stockholm.