

Resultater fra korrosjonskontroll med dosering av mettet kalkvann og CO₂, pilotforsøk ved Asker og Bærum Vannverk (ABV)

Av Lars J. Hem, Dag Norum, Einar H. Carlsen, Egil Skjelfoss og Eilen A. Vik.

Dr.ing. Lars J. Hem og siv.ing. Eilen A. Vik, Ph.D, er ansatt ved Aquateam - Norsk vannteknologisk senter A/S.

Dag Norum er overingeniør i Bærum kommune.

Einar H. Carlsen er sjefsingeniør i Asker kommune.

Siv.ing. Egil Skjelfoss er ansatt i Østlandskonsult A/S.

Sammendrag

Det er gjennomført et pilotforsøk ved ABV for vurdering av korrosjonskontroll med dosering av mettet kalkvann og karbondioksid. Kalkvann og karbondioksid har blitt tilsatt en vannstrøm på ca. 20 l/h, og vannkvaliteten er blitt registrert ved stikkprøver rett etter innblanding, og med stikk-prøver og med kontinuerlig måling av pH, turbiditet, ledningsevne og temperatur etter én times opphold i en rørsøyfe. Før forsøkene startet ble doseringene bestemt i laboratorieforsøk.

Resultatene fra forsøkene viste at det var mulig å øke alkaliteten til ca. 1 mekv/l med dosering av mettet kalkvann og karbondioksid uten at turbiditeten økte. Det ble heller ikke registrert noen utfelling av kalsiumkarbonat i rørsøyfen, eller økning i slamutfellingen eller begroingspotensialet. Det er imidlertid en forutsetning at kalkløsningen som tilsettes vannet er partikkelfri.

Bakgrunn

Statens Institutt for Folkehelse angir i sine kvalitetsnormer at drikkevann med god kvalitet skal ha alkalitet 0,6—1,0 mekv/l, pH 7,5—8,5 og et kalsiuminnhold på 15—25 mg Ca/l (Folkehelsa, 1987). De fleste norske vannverk har et råvann som er preget av lav pH, lav alkalitet og lite kalsium. Ulempen med å la et slikt råvann gå ut på nettet er at korrosjon i stål- og støpejernsrør, og i kobberledninger og i andre husinstallasjoner, vil være betydelig høyere enn med et vann som tilfredsstiller Folkehelsas krav til god vannkvalitet. Kombinasjonen lav pH og lite kalsium vil dessuten bidra til økt tæring på asbestsementrør og innvendige sementforinger i støpejernsrør. Kontakten mellom korrosivt vann og materialer brukt i vannverket, vil kunne resultere i en uønsket forringelse av vannkvaliteten.

En pH-justering med lut eller kalk vil påvirke pH ut fra vannverket, mens

alkaliteten vanligvis blir lite påvirket. Muligheten for pH-endringer ute på ledningsnett er derfor stor.

Dersom man skal oppnå Folkehelsas krav til god vannkvalitet, vil aktuelle metoder være bruk av kalk eller kalsiumkarbonat kombinert med karbondioksid. Tradisjonelt inkluderer anlegg med dosering av disse kjemikaliene et filter, enten et alkalisk filter eller et sandfilter for å fjerne uoppløst kalk eller kalsiumkarbonat. I Japan er det imidlertid bygget over 30 vannbehandlingsanlegg siden midt på 80-tallet med dosering av mettet kalkløsning og karbondioksid uten noe etterfølgende filter (Kojima, 1989). Ved MOVAR har en også bygget et moderne kalkdoseringsanlegg som kombinert med karbondioksid brukes for korrosjonskontroll.

Kristiansen (1985) antydte at en pH-økning med kalsiumhydroksyd vil

kunne medføre en koagulering av humusmolekyler, med en økt slamutfelling som resultat. Ved ABV ønsket man derfor å undersøke om det var mulig å dosere mettet kalkvann og karbondioksid uten etterfølgende filtrering uten at dette medførte økt turbiditet eller økt slamdannelse på ledningsnett.

Råvann:

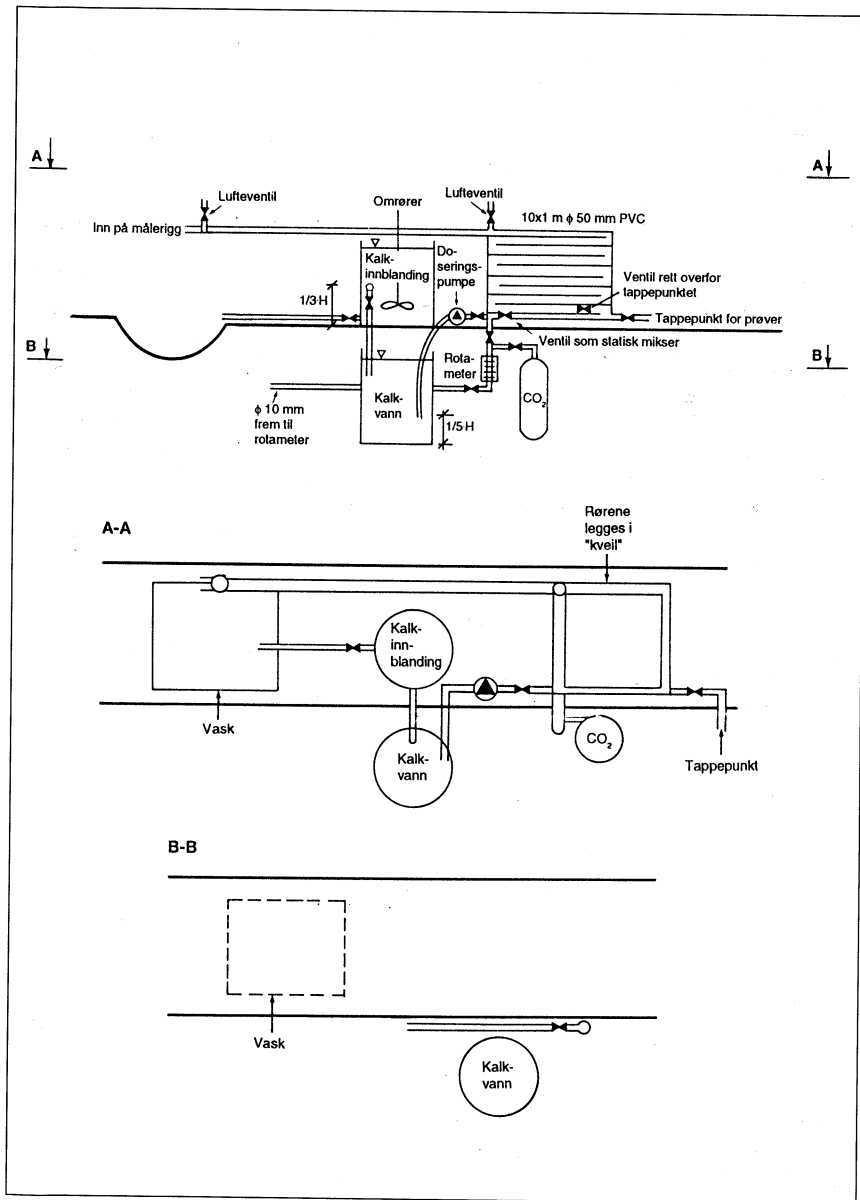
Råvannet ved ABV er langt fra det sureste og bløtteste vannet en har i Norge, selv om det ikke tilfredsstiller Folkehelsas krav til god vannkvalitet mhp. pH, kalsium og alkalitet. Råvannskvaliteten i forsøksperioden er vist i tabell 1.

I forsøksperioden var turbiditet og farge på råvannet noe høyere enn Folkehelsas normer for god vannkvalitet.

Tabell 1. Råvannskvalitet

	Prøver tatt ved pilotanlegget (analysert av Aquateam) (9 målinger) (29.01.93—16.02.93)			Kontinuerlige målinger ved pilotanlegget (22.12.92—06.01.93 og 16.02.93—22.02.93)			Prøver tatt på Toverud (analysert av ABV) (10 målinger) (14.12.92—15.02.93)		
	10% per-centil	Mid-del	90% per-centil	10% per-centil	Mid-del	90% per-centil	10% per-centil	Mid-del	90% per-centil
pH	7,2	7,2	7,3	6,9	7,1	7,2	7,1	7,2	7,2
Ledningsevne (µS/cm)				48	50	51			
Kalsium (mgCa/l)	6,3	6,6	7,3						
Aluminium (mgAl/l)	<0,02	ca0,02	0,02						
Turbiditet (NTU)	0,3	0,6	1,2	0,4	0,6	0,9	0,5	0,8	1,3
Alkalitet (mekv/l)	0,34	0,35	0,37						
Farge (ufiltrert) (mgPt/l)							18	19	20
Temperatur (°C)				12	13	16	3,5 ¹⁾	4,1 ¹⁾	4,6 ¹⁾

¹⁾ Råvann i kjeller, Kattås.



Figur 1. *Forsøksanlegg.*

Tank for kalkbehandling: 25 l.

Tank for kalkvann: 25 l.

Ekstra tank ved rengjøring av tanker: 25 l.

CO₂-beholder: 25 kg.

Dimensjon rør: 50 mm.

Dimensjon doseringslange: ca. 6 mm.

Innledende undersøkelser:

Før pilotforsøkene startet ble det utført et laboratorieforsøk med tilsetning av mettet kalkløsning og karbondioksid til ABV-vann. Disse forsøkene viste at dersom turbiditeten i kalkløsningen var under 1,0 NTU medførte ikke kjemikalietilsetningen noen økning i vannets turbiditet. For å oppnå ønsket vannkvalitet med bl.a. en alkalitet på ca. 0,8 mekv/l ble det dosert 17,1 mg/l lesket kalk, noe som er 2% mer enn teoretisk dosering. Karbondioksid-doseringen skjedde i en gasstett beholder ved atmosfærisk trykk, og dosen som var nødvendig for å få pH 8 var 70 mg CO₂/l. Dette innebærer at ca. 30% av tilsatt karbondioksid ble utnyttet, noe som er i overensstemmelse med andre erfaringer med CO₂-dosering ved små vanddyp og trykk (Eikebrokk et al., 1989, Hem og Vik, 1992). Til sammenligning vil en normalt kunne oppnå over 80% CO₂-utnyttelse i fullskalaan-

legg, der CO₂ gjerne blåses inn ved minst 4 meters dyp (Rost, 1993).

Forsøksanlegg

Forsøksanlegget er vist i figur 1. Det var et lite pilotanlegg, med vannføring ca. 20l/h. Etter dosering av kalkvann og karbondioksid hadde vannet en times oppholdstid i en rørsøyfe. Det ble tatt prøver av råvannet, av vannet rett etter kjemikalietilsetning, og etter rørsøyfen. Det siste prøvepunktet skulle simulere de forholdene en vil ha på ledningsnettet. Ved enden av rørsøyfen ble det også koblet til en kontinuerlig målestasjon for pH, ledningsevne, turbiditet og temperatur.

Den mettede kalkløsningen inneholdt ca. 1500 mg/l Ca (OH)₂, og den midlere turbiditeten var 4,3 NTU.

Resultater

Kvaliteten på det behandlede vannet fremgår av tabell 2.

Tabell 2. Kvalitet på behandlet vann i pilotanlegget

	Rett etter kjemikalietilsetning (analysert av Aquateam) (9 målinger) (29.01.93–16.02.93)			Etter ca. én time i rør					
				Prøver (analysert av Aquateam) (9 målinger) (29.01.93–16.02.93)			Kontinuerlige målinger (06.01.93–16.02.93)		
	10% percentil	Mid-del	90% percentil	10% percentil	Mid-del	90% percentil	10% percentil	Mid-del	90% percentil
pH	6,8	7,5	8,0	7,7	8,1	8,6	6,3	7,9	9,8
Ledningsevne (µS/cm)							103	115	127
Kalsium (mgCa/l)	20	22	24	20	21	21			
Aluminium (mgAl/l)	0,02	0,03	0,03	<0,02	0,02	0,03			
Turbiditet (NTU)	0,4	0,7	1,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7
Alkalitet (mekv/l)	1,0	1,1	1,2	1,0	1,1	1,1			
Temperatur (°C)							11,7	13,1	14,6
Suspendert stoff (mg/l)					<5(0,1-0,2)				

pH varierte noe pga. problemer med å holde konstant dosering av karbondioksid. Kalkdoseringen var det maksimale av det som vil være aktuelt dersom alkaliteten skal være innenfor kravene til god vannkvalitet. Kalsiuminnholdet var ca. 20 mg Ca/l.

Turbiditeten rett etter kjemikalietilsettingen var den samme som i råvannet, mens turbiditeten i det utgående vannet var lavere enn i råvannet. Dette viser at tilsettingen av kalkvann og karbondioksid ikke medførte noen økning i turbiditeten, samtidig som turbiditeten sank etter én times oppholdstid i rørsøyfen, pga. sedimentering av partikler i vannet.

Innholdet av suspendert stoff i utgående vann var 0,1—0,2 mg SS/l. Etter ca. 40 dagers drift av forsøksanlegget ble vann og slam i rørsøyfen tappet ut, og dette «slamvannet» hadde et innhold av suspendert stoff og kalsium på henholdsvis 3,4 mg SS/L og 20 mg Ca/l. Dette tilsier at 2—5% av det suspenderte stoffet sedimenterte i rørsøyfen, noe som kan være årsaken til at turbiditeten var lavere i det utgående vannet enn i råvannet. Kalsiuminnholdet i «slamvannet» var det samme som i det utgående vannet, noe som viser at slammet ikke inneholdt merkbare mengder av utfelt kalsiumkarbonat.

I en periode på knapt 40 døgn uten dosering av kalkvann og karbondioksid ble det også målt 3,4 SS/L i «slamvannet» fra rørsøyfen, så avsetningen av slam i røret synes upåvirket av doseringen av mettet kalkvann og karbondioksid.

Begroingspotensialet, målt som biologisk nedbrytbart organisk karbon (BDOC), ble målt å være lavere etter kjemikalietilsettingen enn i råvannet.

Behandlet vann fra forsøksanlegget

på ABV med alkalitet 1,08 mekv/l og kalsiuminnhold 21 mg Ca/l og pH 7,6 ble varmet opp til 70°C, uten at dette medførte noen synlig utfelling av kalsiumkarbonat. Basert på data fra Snoeyink og Jenkins (1980) var ikke vannet mettet med kalsiumkarbonat ved 70°C, så et utfelling var heller ikke å forvente (kalsiuminnholdet ved metning ved pH 7,6 og alkalitet 1,08 mekv/l er 23 mg Ca/l).

Imidlertid er løseligheten av kalsiumkarbonat svært pH-avhengig, så en pH-økning til 8,0 med 21 mg Ca/l og 1,08 mekv/l ville ha ført til overmetning av kalsiumkarbonat ved 70°C. For å unngå utfelling av kalsiumkarbonat i varmtvannsberedere og oppvaskmaskiner bør en derfor tilstrebe en alkalitet ned mot 0,6 mekv/l, et kalsiuminnhold på ca. 15 mg Ca/l og pH 8,0.

Konklusjon

Forsøkene viste at det er mulig å tilfredsstillende Folkehelsas krav til korrosjonskontroll, dvs. pH, alkalitet og kalsium, ved å dosere mettet kalkvann og karbondioksid, uten at denne doseringen medførte påviselig negative endringer i vannkvaliteten. Turbiditeten steg ikke pga. kjemikalietilsettingen, og det var ingen merkbare utfelling av kalsiumkarbonat eller sedimentering av kalkslam etter tilsettingen. Den slamutfellingen som ble registrert ble ikke påvirket av om det ble tilsatt kalkvann og karbondioksid.

Selv ved en alkalitet på 1,08 mekv/l og et kalsiuminnhold på 21 mg Ca/l kunne vannet varmes opp til 70°C med pH 7,6 uten å få utfelt kalsiumkarbonat. Imidlertid anbefales det å tilstrebe en alkalitet på 0,6 mekv/l og et kalsiuminnhold på ca. 15 mg Ca/l, både av økonomiske årsaker og for å ha en sikkerhet mot

utfelling av kalsiumkarbonat i fall pH stiger til over 8.

Hvorvidt man ved Asker og Bærum Vannverk vil gå inn for en løsning med dosering av kalkvann og karbondiok-

sid uten etterfølgende filtrering er ennå ikke avgjort. Valg av metode for korrosjonskontroll må ses i sammenheng med den totale vannbehandlingen ved vannverket.

Referanser

- Eikebrokk, B., Østerhus, S.W. og Brattebø, H. (1989): «Korrosjonskontroll ved bruk av mikronisert marmor og CO₂». Drikkevannsrapport 36, NTNFs utvalg for drikkevannsforskning.
- Hem, L. J. og Vik, E. A. (1992): «Rjukan vannverk - alkalisering». Aquateam-rapport 92-086.
- Kojima, S. (1989): «Japanese Municipalities Find Another Way to Add Lime». Water Engineering & Management, August.
- Kristiansen (1985): Konsekvenser ved blanding av vann fra Holsfjorden og vannverk i Asker og Bærum. NIVA-VA-rapport 16/85.
- Rost, E. (1993): Personlig meddelelse. AGA.
- Snoeyink, V. L. and Jenkins, D. (1980): «Water Chemistry», John Wiley & Sons, USA.
- Statens Institutt for Folkehelse (Folkehelse) (1987): «Kvalitetsnormer for drikkevann».