

Permanentmagnet anvendt for å hindre kalkstensbelegg i rørledninger som transporterer kalksuspensjon

Av kjemiker Hans Kristian Hoff

Hans Kristian Hoff er ansatt som kjemiker ved Bærums vann og kloakkvesen. Han har sin utdannelse fra Universitetet i Oslo 1970 med kjemi som hovedfag.

Innledning.

Hydratkalk ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) har lenge vært den mest anvendte forbindelse i vannrensprosesser når man trenger å heve pH av bruksmessige eller prosess tekniske årsaker. Hovedgrunnen til dette er lave omkostninger og god effekt.

Imidlertid medfører anvendelse av hydratkalk som leveres i fast form, ofte problemer i forbindelse med doseringen.

Det oppstår støvplager dersom kalkdoseringsapparatet ikke bygges inn, og siden man forsøker å dosere kalken som en løsning, får man problemer med rørledningene fra innblandingseenheten til doseringsstedet fordi kalken er vanskelig å løse i vann. Man får en suspensjon som, dersom tilførselsrøret er over 1—2 m langt, ganske raskt fører til at røret tetter seg.

Man kan forhindre dette ved å stake røret med jevne mellomrom, men er tilførselsledningen av større lengde, fører dette til lengre tids stans i doseringen siden ledningen må

demonteres. Dette er ofte svært uheldig.

Ombord i skip har man hatt problemer med beleggsdannelse i kjele-, fødevannsystemet. Dette er den såkalte kjelesten. Her er permanente magneter blitt anvendt med gunstig resultat. Ved å la fødevann til kjeleanlegg strømme gjennom et magnetfelt har det vist seg at kjelestensdannelse forhindres (1).

De saltene som kjelesten inneholder, er av samme karakter som de en finner i kalkstensbelegget i kalkførende rørledninger. I begge tilfeller er det forskjellige oksyder og karbonater. I tillegg finner en i kalkledningene noe uløste hydroksyder.

Viktigste forskjell er at beleggsdannelsen er langt større i kalktransportledningene enn i fødevannsystemet ombord på skip. Det var likevel ikke urimelig å anta at magnetbehandling kunne forhindre tilstopping av kalktilførselsledningene ved å bidra til å holde kalkpartiklene i suspensjon. Vi bestemte oss derfor for å gjøre et forsøk uten nærmere forundersøkelser.

Eksempel på at magnetfelt kan nyttiggjøres i vannbehandling.

Ved Bærum vannverk, Aurevann, benyttes hydratkalk for å heve pH i vannet som leveres fra renseanlegget. Hydratkalken blandes med vann umiddelbart under kalksiloen. Fra blandekaret føres kalkløsningen gjennom 1½" plastledning av ca. 50 m lengde inn på hovedledningen og blandes inn i det utgående vannet (fig. 1).

Imidlertid løser ikke all kalken seg umiddelbart under kalksiloen. I stedet for en ren løsning oppstår en blanding av væske og kalkpartikler. Det dannes en suspensjon som ofte førte til at tilførselsledningen ble tettet igjen. Kalkslam sedimenterte i ledningen og etter kort tid var forsteninger dannet. Kalkslammet som tettet rørene bestod hovedsakelig av vannuløselig CaCO_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ og noe $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

Ofte gikk ledningen tett hver 14. dag, av og til hver uke. Hele ledningen måtte da tas fra hverandre og stakes opp. Belegget var hardt som stein og ofte voldte det stort besvær og lang tids drift uten kalkdosering. Spesielt i bend var belegget vanskelig å fjerne. Saltsyre ble forsøkt som løsningsmiddel, men med dårlig resultat selv etter flere dagers henstand.

Det ble på denne tiden dosert ca. 1,5 g kalk/m³ levert vann. Dette svarer til en kalkkonsentrasjon i blandekaret på ca. 2 g/l vann.

På bakgrunn av det vi visste om utnyttelse av permanent-magneter ombord på skip for fjerning av kjelesten, rekvirerte vi med full returrett en magnet med feltstyrke ca. 6 500

gauss og åpning på 3 mm mellom polstykket og røregemet (fig. 2). Vi monterte magneten på en vertikal del av fødevannsledningen til kalkblandekaret (fig. 1). Vannet passerer forbi polstykket vinkelrett på feltlinjene.

Tilførselsledningen fra blandekaret til hovedledningen ble ikke rengjort da vi monterte magneten. Doseringen med magneten på plass startet derfor med kalkstenbelegg i tilførselsrøret. Enkelte steder var det sterk beleggsdannelse.

Kalkdosen ble nå økt til 6 g/m³ levert vann. Dette tilsvarer en kalkkonsentrasjon i blandekaret på ca. 8 g/l. Med delvis sterk kalkstendannelse i rørene før vi økte kalkdosen, regnet vi med at ledningen raskt ville tette seg helt til.

Kalkdoseringen gikk fremdeles uten problemer etter 2 måneders drift. Vi kunne nå tydelig observere at veggene i blandekaret under væskeoverflaten var renere enn tidligere. På flottøren var det blitt et markert skille.

Over væskeflaten var den dekket av kalkstensbelegg, under væskeflaten var den blank.

Etter ca. 3 måneders drift ble kalkdoseringen stanset, ledningene åpnet og blandekaret tømt. I ledningene var kalkstensbelegget markert mindre enn da vi startet driften med magneten montert. Det som fantes av kalk i ledningene ved siden av belegg, forelå som et grøtaktig pulver som var lett å spyle ut.

Under væsknivå i blandekaret fant vi kalkstensbelegg bare i hjørnene.

Vannet i blandekar og tilførselsledning hadde altså nå maktet å holde

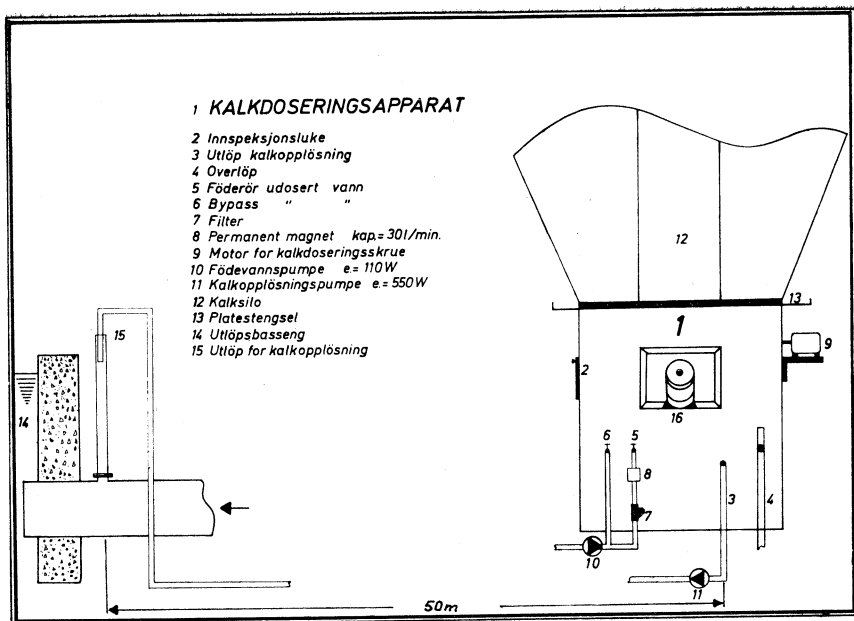


Fig. 1.

kalken i suspensjon på en helt annen måte enn tidligere. Tiltrekingen til rørveggene må ha blitt mindre slik at vannet også lettere kunne «spyle» med seg det kalkslam som sedimenterte under veis.

Tilførselsledningen ble nå gjort ren og driften startet igjen. Etter 3 måneder med samme kalkdosering som forrige periode, ble kalkdoseringen stanset. Vi lot denne gangen vannet renne gjennom ledningen ca. ½ time etter at vi hadde stanset kalkdoseringen før ledningene ble åpnet.

Ledning og blandekar var uten vesentlig kalkstensbelegg. Det grøtaktige, pulverliknende slam som forrige gang hadde samlet seg i ledning

gen, var det denne gang svært lite av. Dette skyldtes antageligvis at vi denne gang «spylte» ledningen før vi åpnet den. Dette tror vi er viktig dersom man må stoppe doseringen av en eller annen grunn. Derved unngår man problemer med kalken i ledningen i det hele tatt, og kalkdoseringen kan stanses om nødvendig uten at dette fører til ekstraarbeider for mannskapene. Det kan doseres tilstrekkelig kalk til å heve pH til ønsket nivå i det utgående vannet uten fare for at tilførselsledningen tetter seg.

Fra bestemt hold har det vært hevdet at magnetbehandling av vann ikke har noe for seg. Man har støt-

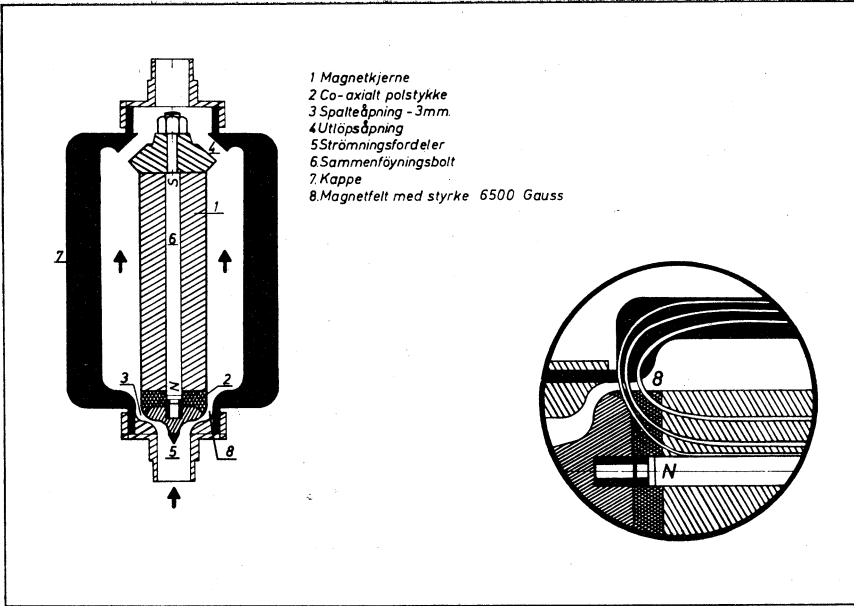


Fig. 2.

tet seg på at det ikke finnes noen teori som kan forklare det som hevdes å skje i skipskjeler. Uansett teoretisk grunnlag; permanentmagneten har avskaffet et arbeidssomt praktisk problem for oss.

Til en omkostning på ca. 1900 kroner i anskaffelse og montering sparer den oss for arbeid som to mann ofte brukte en ½ dag på å utføre hver 14. dag.

Vi godtar et slikt resultat, men er oppsatt på å finne årsaken til det som skjer. Det er opplagt at den kvantitative sammensetningen av vannet er den samme før og etter passering av magnetfeltet. Likevel må fysikalsk /kjemiske parametre ha endret seg

på en slik måte at dette begunstiger opprettholdelse av kalksuspensjonen en viss tid. Det kan være endring i hydrogenbindingslengde, symmetriendring i vannsfæren omkring ioner i vannet som følge av at magnetfeltet påvirker elektronene i ulike orbitaler eller forklaringen kan ligge i vanlige dobbeltlagseffekter. Er det siste riktig, burde man kunne vente at magnetbehandling skulle kunne virke bløtgjørende uten egentlig å være det kjemisk sett.

Vi tror absolutt ikke at magneten kan anvendes til ethvert formål. Det eksisterer begrensninger både hva vannkvalitet, vannhastighet, magnetens feltstyrke og magnetens stør-

relse angår. Dette er forhold vi ikke har oversikt over. Vi var heldige og valgte en riktig magnet for vår vannkvalitet og den suspensjon vi ønsket å påvirke.

Først når og hvis man finner årsaken til det som skjer, har man grunnlag for å si noe på forhånd om hvilken magnet som skal velges. Men vi synes ikke man skal avholde seg fra å forsøke en magnet til hjelp dersom man plages av tilstopping av kalktilførselsledninger.

«Trial and error» kan føre til et godt resultat.

Tidligere undersøkelser.

Selv om den praktiske anvendelighet av magneten er det vesentlige utbytte for oss, ville det være interessant å finne forklaringen på det som skjer. Det er naturlig å benytte litteraturen i dette forsøk.

For selv om fenomenet som vi har konstatert — av enkelte sikkert vil karakteriseres som sort magi — er vi ikke i tvil om at det er magnetfeltets innvirkning på vannet som forårsaker den positive effekt.

Det eneste som har skjedd i vårt kalktilførselssystem er innmontering av en permanentmagnet på vanntilførselsledningen inn til blandekaret (fig. 1). Vi har ikke foretatt oss noe annet samtidig. Kalkkvaliteten, vannkvaliteten, vannvolumet i blandeheten og vannhastigheten, omrøringshastighet i blandekaret og alle rørdimensjoner er uendret.

Det eneste nye i dette systemet er magneten.

Hva skjer da med vannet idet det passerer magnetfeltet?

Tidligere har virkningen av magnetbehandling av vann fra tid til annen vært diskutert i Norge, men det er først og fremst russiske forskere som har arbeidet med problemet. I de senere år har de publisert en rekke artiklere over arbeider som har tatt sikte på å forklare magnetfeltets innvirkning på vannets beskaffenhet.

Minenko og Petrov (2) forsøker å forklare de fysikalsk/kjemiske prinsipper som ligger til grunn for de prosesser som finner sted ved magnetbehandling av vann. De fremhever forskjellen i oppbygging av rent vann og en vandig løsning. I det første tilfellet er vannstrukturen stabilisert gjennom innbyrdes hydrogenbindinger som fører til de kjente anomalier. Med en gang fremmede ioner tilføres, endres dette arrangement. Tilførte kationer vil holde de dipolare vannmolekylene langt sterkere enn vannmolekylene selv kan. Derved oppstår en hydratisering av kationet, en dannelse av en ordnet vannsky omkring dette. Også vannmolekylene lenger vekk påvirkes. Et pålagt ytre magnetisk felt vil føre til en polarisering i det hydratiserte ion og indusere et magnetisk moment som vil variere med den magnetiske susceptibiliteten til ionet. Effekten av et ytre magnetisk felt skulle derfor ventes å være stor når vannet inneholder ioner med høy susceptibilitet.

Et ytre magnetisk felt vil føre til en forskyvning i den symmetrisk oppbygde vannsfæren omkring ionet. Denne asymmetrien begunstiger kjemiske reaksjoner som kan gi opphav til krystallasjonskjerner. Hvor villig slike reaksjoner vil foregå, er av-

hengig av hvilke ioner som finnes i vannet, hvilken konsentrasjon de opptrer i og magnetens feltstyrke.

Gjennom viskositetsmålinger påviser Minenko (3) slike variasjoner i løsningsstruktur og hydratisering ved magnetbehandling. Siden viskositeten er direkte avhengig av bindingsforholdene i en løsning, gjenspeiler variasjonene magnetfeltets innvirkning på løsningens struktur.

Dannelsen av krystallasjonssentre vil føre til ledige plasser i vannstrukturen. En energetisk ugunstig tilstand som kan tenkes endret ved at andre ioner inntar disse ledige plasser.

Shakov og Avetisov (4) hevder at et ytre magnetisk felt reduserer antallet hydratiserte ioner i en løsning. Dette bevirker assosiasjoner som fører til dannelse av krystallasjonssentre.

Vilimek (5) studerte overflateaktive stoffers virkning i magnetbehandlet og ikke magnetbehandlet vann. Han påstår at effekten er størst i magnetbehandlet vann.

Likeledes mener han å spore en innvirkning på innhold oppløst oksygen.

Ved å fortynne vann med D_2O og ta opp absorpsjonsbånd omkring 3.450 cm^{-1} av dette før og etter magnetbehandling påviser Klassen (6) en strukturendring hos vannet. Absorpsjonen ved 3.450 cm^{-1} øker sterkt etter at løsningen har passert gjennom et magnetfelt vinkelrett på dette. Absorpsjonen ved 3.450 cm^{-1} er karakteristisk for den asymmetriske valensevibrasjonen til H_2O .

Et forsøk med industrivann ble utført av Grabareva (7). Vannet som inneholdt store mengder karbonater og andre salter ble magnetbehandlet. Det bunnfall man fikk hadde en helt annen struktur enn uten magnetbehandling. Bunnfallet ble amorft av karakter og hadde ikke lenger tendens til å sette seg fast på rørveggene.

Konklusjon.

Litteraturen levner ingen tvil om at magnetbehandling av vann har innvirkning på vannets beskaffenhet.

Innvirkningen varierer med konsentrasjonen oppløste salter i vannet og med feltstyrken. De strukturendringer som inntre gir opphav til krystallasjonskjerner. Derved oppstår en ustabil tilstand. Vannstrukturen stabiliseres igjen ved at nye ioner hydratiseres.

Hvordan dette skjer, om det f.eks. skjer direkte ved likevektsforskyvning fra den faste fase, er avhengig av hvilket forløp som gir størst energetisk gevinst.

Den økte evne til å holde kalk i suspensjon som vi observerte etter magnetbehandling av vannet, kan skyldes slike krystallasjonskjerner. Disse vil på grunn av sin molekyl-disperse størrelse domineres av sine overflateaktive egenskaper og sedimentere langsomt.

Dette vil føre til redusert sedimenteringshastighet for hele suspensjonen og endret konsistens i bunnfallet.

LITTERATURREFERANSER :

1. O. Thome, *Skip*, 5 (1971).
2. V. I. Minenko og S. M. Petrov, *Teploenergetika*, 9 (1962) 63.
3. V. I. Minenko et. al., *Progressivnaya Tekhnologiya*, Khar'kov Publish. House 1959.
4. A. I. Shakov, A. S. Avetisov, *Vodosnabgh. Kanaliz. Gidrotekh. Saoruzheniya*, 13, (1971) 17.
5. I. Vilimek, *Chem. Prum.*, 19 (1969) 515.
6. V. I. Klassen, *Bergakademie*, 21 (1969) 637.
7. S. D. Grabareva, *Sanit. Tekh.*, 10 (1971) 122.