



NUCLEATION ASSISTED CRYSTALISATION

BAG OM TEKNOLOGIEN NAC

EN REVOLUTIONERENDE TEKNIK TIL BEHANDLING AF KALKGENER

ReWater introducerer NAC teknologien

ReWater Aps er kommet på markedet i Danmark med et nyt kalkbehandlingsanlæg – **Recat**. Recat benytter den nye teknologi Nucleation Assisted Crystallisation (NAC) til behandling af kalk i drikkevandet således at kalkgener mindskes. Det er denne teknologi, der er beskrevet i denne artikel.

Nøgleord: Kalkgener, kalkaflejringer i vandinstallationer, 'hårdt' / 'blødt' kalk, kalkpletter, NAC/TAC-teknologi, mikrokrystaller, calciumbikarbonat, calcit, aragonit.

Hvorfor hårdt vand skaber kalkgener i vores hjem

I Danmark bruger vi grundvand som både brugs- og drikkevand. Det danske grundvand er generelt meget hårdt, da det indeholder en opløsning af mineraler primært calciumbikarbonat ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) grundet udvaskning fra passagen gennem jordlagene. Calciumbikarbonat opløses i grundvandet i calcium-ioner (Ca^{++}), bikarbonat-ioner (HCO_3^-) og ilt (O_2). Disse ioner indgår nye kemiske forbindelser i form af molekyler af kalk (CaCO_3), kuldioxid (CO_2) og vand (H_2O). I en sådan vandig opløsning indstiller der sig en ligevægt mellem Ca-/HCO₃⁻/O-ionerne og kalk-/kuldioxid-molekylerne. Denne ligevægtstilstand er blandt andet bestemt af vandets temperatur og pH-værdi.

Den kemiske procesformel skrives således:



Tilsvarende kemiske processer foregår for magnesium i vandet – dvs. at 'Ca' skal udskiftes med 'Mg' i ovenstående formel.

Ved opvarmning af vandet vil kuldioxiden (CO_2) 'fordampe' (udfældes på gas form) hvorved ligevægtstilstanden vil forrykkes fra venstre mod højre. Dette medfører, at der dannes mere calciumkarbonat (CaCO_3), som så vil udfældes til fast stof og være årsag til kalkaflejring. Jo hårdere vandet er, jo mere dannelse af kalkaflejring og dermed større kalkgener.

Hård- og blød kalk

Kalkgener handler ikke udelukkende om mængden af kalk i vandet, men om strukturen af den udfældede kalk. Ved at ændre på kalkpartiklernes struktur kan man svække deres tiltrækningskraft til at sætte sig fast på rør og varmelegemer. Når kalken udfældes fra vandet, kan det ske på krystallinsk form ved kontakt til anden ru overflade (kimdannelse). Der findes primært to varianter af kalk på fastform: calcit og aragonit. De består begge af calciumkarbonat med den kemiske formel CaCO_3 , men er opbygget med forskellig krystalstruktur, henholdsvis trigonal og orthorhombisk. Begge krystaltyper vil forekomme ved krystallisering af udfældet kalk, men calcit-formen vil være dominerende. Calcit-formen har den egenskab, at den ved aflejring på overflader sætter sig som en hård struktur og derfor kan benævnes "hård kalk". I modsætning til dette aflejres aragonit formen som en blødere struktur og kan derfor benævnes "blød kalk".

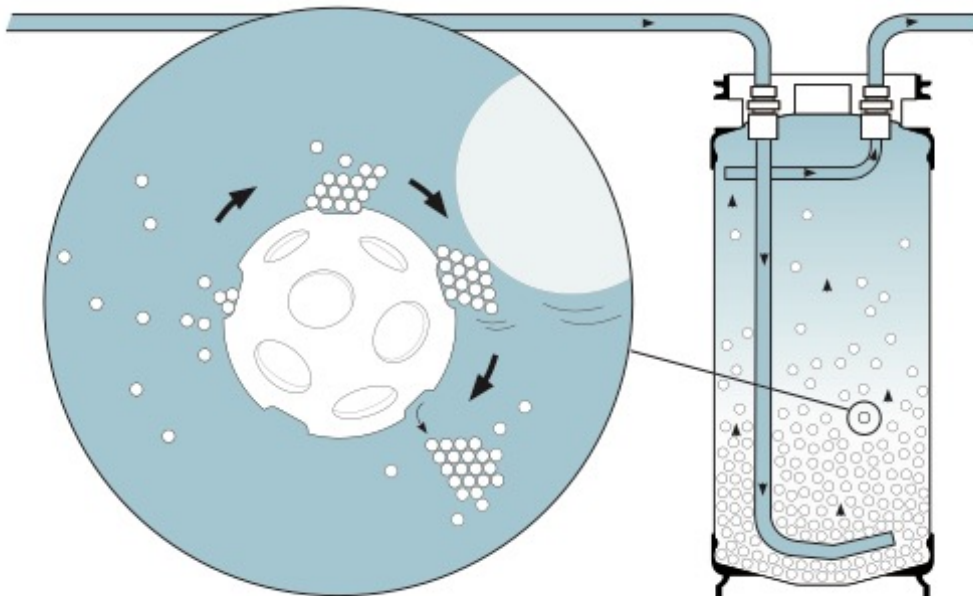
Kalkbehandling

Der findes forskellige teknikker til at behandle kalken i drikkevandet således at man fremmer dannelsen af aragonit fremfor calcit og dels ændrer krystalstrukturen i calcit til en blødere krystalform, dvs. med forskellig retning, størrelse og tæthed af krystalkornene i opbygningen. Herved fjernes kalkpartiklernes evne til at sætte sig som hårde aflejring hvorved kalkgener mindskes [Ref. A].

Hvis man ikke behandler kalken i drikkevandet så vil der på varmelegemer og i rør dannes aflejring af primært calcit, dvs. hård kalk også kaldet kedelsten.

ReWater og NAC teknologien

ReWater udnytter en ny teknologi - benævnt "Nucleation Assisted Crystallisation" (NAC) også kaldet Templated Assisted Crystallisation til behandling af kalkgener. Et anlæg består af en gennemstrømningsbeholder indeholdende et medie bestående af plexiglas granulat med en porøs keramisk overflade (se figur 1). De mange små kugler giver mediet en meget stor overflade, som vandet kommer i berøring med ved gennemstrømning af beholderen. Granulat-kuglerne har en speciel overfladestruktur med mange 'huller/fordybninger'. Disse huller i overfladen danner grobund for at den udfældede kalk danner krystaller som vokser ved tiltrækning af kalkpartiklerne i vandet. Når kalkkrystallerne har nået en vis størrelse (mikro) brækker de af og flyder med vandet og har nu mistet deres evne til at danne hårde aflejringer.



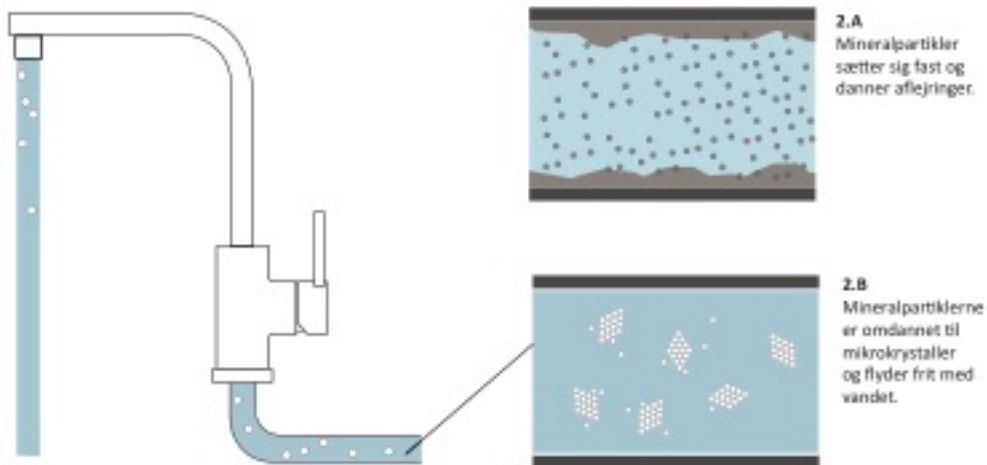
Figur 1. Skitse af et ReWater anlæg med illustration af den benyttede NAC teknologi.

De frit flydende mikrokrytaller, der er dannet i ReWater anlægget, er af en stabil struktur og har en 'tiltrækningskraft' på de kalkpartikler, der udfældes undervejs i en husstands vandinstallationer. Dette skyldes, at de flydende mikrokrytaller har den laveste energi-overflade til krystallisering. Dette gør sig specielt gældende ved varmelegemer, hvor udfældningen af kalk er stor grundet udfældningen af kuldioxid, jf. den kemiske procesform (I).

Denne effekt med tiltrækning af kalk til mikrokrytallerne vil over tid bevirke at tidligere aflejret kalk i rør og på varmelegemer vil blive reduceret. Se dog beskrivelse af kalklag på indersiden af rør.

De skjulte kalkaflejringer

Indvendigt i rørene i en husstands vandinstallation dannes der et lag af kalk grundet udfældning af kalk fra vandet. De udfældede kalkpartikler vil sætte sig på indersiden af rørene grundet en elektrostatiske kraft til metaloverfladen. Når metaloverfladen er dækket af et tyndt lag kalk vil den elektrostatiske kraft ophøre mellem kalkpartikler og metaloverflade. I installationer med ubehandlet vand vil dette tynde lag kalk udgøre voksested for kalkkrystaller og dermed dannelse af yderligere kalkaflejringer. Over tid vil kalklaget blive tykkere, rørvolumen indsnævres og vandflowet dermed nedsættes (se figur 2).



Figur 2 Illustration af dannelse af kalkaflejringer med og uden behandling med NAC.

Vand behandlet med NAC teknologien hindrer kalkaflejring

I installationer med et ReWater anlæg kan væksten af kalkaflejringer i rørene hindres. Som tidligere omtalt vil der med NAC teknologien dannes flydende mikrokrystaller hvorpå den fortsatte krystallisering af udfældet kalk i rørene vil ske på mikrokrystallerne - i stedet for på indersiden af rørene. Den elektrostatiske kraft mellem det tynde lag kalk og metaloverfladen vil være stærkere end krystalliseringskraften så de frit flydende mikrokrystaller vil ikke fjerne det tynde lag af kalk siddende på metaloverfladen, men vil hindre yderligere aflejringer på rørindersiden.

De synlige kalkgener

De synlige kalkgener opstår, når vanddråber/-stænk på armaturer og fliser fordamper og tørrer ind. Når alt vand er væk vil der vise sig en rest tilbage, der danner en plet af kalk. Gentagne vandpåvirkninger med efterfølgende fordamper vil således danne generende kalkaflejringer. Jo mere kalk i vandet desto mere aflejringer.

NAC teknologien gør rengøringen lettere

Idet kalkpartiklerne krystalliseres v.hj. NAC teknologien og vil flyde med vandet vil en del af den indtørrede kalk fra en vanddråbe i en plet bestå af krystaller. Da kalk 'foretrækker' binding i en krystalstruktur fremfor at binde sig på en overflade (f.eks. armatur/flise), så medfører det at kalkpletter er lettere at fjerne.

Som tidligere beskrevet ved aflejring i rør vil NAC teknologien fremme dannelse af kalk med en blødere krystalstruktur, dvs. dels den krystallinske form for aragonit og dels calcit med den krystallinske form romboeder. Begge former binder mindre hårdt og dermed danner blødere kalkaflejring. Herved bliver rengøring af kalkaflejring nemmere.

Referencer

Ref. A; Peter Fox et al., Arizona State University (2011):

"Evaluation of Alternatives to Domestic Ion Exchange Water Softeners"

Studiet gik primært ud på at måle forskellige teknologiers evne til at reducere dannelsen af kedelsten på varmelegemer.