

## Dolomittmarmor til drikkevannsbehandling

Av Karl-Jan Erstad, Sven Fürstenberg og Dag Hongve

Karl-Jan Erstad er forsker/rådgiver i Rådgivande Agronomar AS og CEN-ekspert drikkevannsbehandling, Sven Fürstenberg er VA-ansvarlig i Franzefoss Miljøkalk AS, og Dag Hongve seniorforsker i Nasjonalt folkehelseinstitutt og CEN-ekspert drikkevannsbehandling.

### Dolomittprodukter til vannbehandling

Kjemikalier og tekniske installasjoner for drikkevannssystem er europeisk regulert gjennom Drikkevansdirektivet i EU – 98/83/EC av 3. november 1998. Artikkel 10 i direktivet beskriver at drikkevanskjemikalier skal sørge for god og sikker vannkvalitet. Selv om dette ikke er et rammedirektiv som peker direkte til harmoniserte standarder, er det i praksis de ca. 150 CEN-standardene som fyller ut direktivet sine krav. Svært mange land refererer direkte til standardene, og i praksis setter kriteriene i standardene premisen for den frie vareflyt innen EØS-området. Nasjonale unntak kan forekomme ved bevisst tilvisning til HMS-lovverk.

På kalkområdet har vi de såkalte Ca- og Mg-saltene, i praksis kalkprodukter, samt gassen  $\text{CO}_2$  som hjelper på løseligheten av de første.

De mest brukte kalkprodukter er ulike former for kalsiumkarbonat,  $\text{CaCO}_3$  (NS-EN 1018), spesielt kjent som vannverksmarmor i filterssystem. Men vi har også magnesiumholdige – dolomittbaserte – produkt som halvbrønt dolomitt i korninger,  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgO}$  (NS-EN 1017), men dette er for Norge en importvare. Brentdolomitt,  $\text{CaO} \cdot \text{MgO}$  eller  $\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgO}$  (NS-EN 16409), blir spesielt brukt til mineralisering av avsaltet drikkevann innvunnet fra sjøvann. Til generell anrikning av ulike drikkevanskilder kan magnesiumoksid,  $\text{MgO}$  (NS-EN 16004)

brukes aleine. Til sist har vi dolomitt direkte fra bergverk,  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  (NS-EN 16003), som i det siste ser ut til å bli et høyaktuelt alternativ til vannverksmarmor i filter. Det er helseeffekten av magnesium som har fått den største aktualitet gjennom ny forskning.

### Magnesium i muskel- og beinvev

Magnesium er nr. fire av de grunnstoffene det finnes mest av i menneskekroppen, og det er det kationet som det er nest mest av i intracellulære væsker. Det er en kofaktor for 350 cellulære enzymer, hvorav mange er involvert i energimetabolismen. Det er også virksomt i protein- og nukleinsyresyntese og er nødvendig for normal vaskulær tonus og insulinfølsomhet (Cotruvo & Bartram 2009).

Forskningsgruppa NOREPOS (Norske Epidemiologiske Osteoporosestudier), som består av forskere fra universitetene i Bergen, Tromsø, Trondheim og Oslo, samt Folkehelseinstituttet, har undersøkt og funnet en statistisk sammenheng mellom magnesium (Mg) i drikkevannet i Norge og forekomsten av hoftebrudd (Dahl et al. 2013).

NORHIP er en database over antall hoftebrudd behandla på norske sykehus i årene 1994–2008, og inneholder omtrent 140.000 tilfeller. Herfra var hoftebruddene i studien henta. 9000 mennesker knekker lårhalsen årlig.

En landsomfattende undersøkelse av drikkevannskvalitet (Hongve et al.1994), viser at 409

av 555 vannforsyningsanlegg har mindre enn 1,0 mg/l Mg, ekstra mineralfattige områder er nede i 0,1 mg/l. En rapport fra Verdens helseorganisasjon sier at statistisk signifikante gunstige effekter av magnesium i drikkevannet forekommer ved konsentrasjoner omkring 10 mg/l og høyere, og at det bør inneholde 25-50 mg/l (Cotruvo & Bartram 2009).

Allment kjent fra før er at magnesium er nødvendig for at nerve- og muskelimpulser skal overføres og er særs viktig for muskelfunksjonen i hjertet. God muskelfunksjon og fysisk fostring (trening spesielt for eldre) er også viktig for en både sterk og mjuk kropp som tåler fall uten lett å gi brudd. Men studiet ser her ut til å indikere at magnesium gjør Ca-fosfat i beinvevet mer finkorning og sterkere, og det er i tilfelle ganske ny kunnskap. Mer forskning er nødvendig for å påvise om det her kan være en direkte årsaksammenheng.

Magnesium finnes blant annet i melk, brød, nøtter, frukt, kaffe – og altså noe i vann. Flere land beriker vannet sitt med magnesium, og enkelte stater i USA tilfører mikronisert dolomitt til bakemel.

Med basis i de refererte forskningsresultata er det et åpent spørsmål om økt bruk av dolomittisk filtermateriale bør anbefales. Råd og anbefalinger fra helsemyndighetene blir aldri gitt på grunnlag av et enkeltstudium, men baserer seg på en helhetlig vurdering av all tilgjengelig informasjon, der også pasientstudier og eksperimentelle studier er vesentlige. Resultater fra et enkelt studium gir derfor ikke grunnlag for å komme med anbefalinger. Det er heller ikke tradisjon i Norge for å gi anbefalinger om tilsetning av stoffer til drikkevann som skal bedre folks helse (Folkehelseinstituttet 2014). Når en kommer så langt at helsemyndighetene har en vitenskapelig vurdering å vise til, vil Mattilsynet være den instans som gir råd til vannverkseierne.

### Aktualitet: Norsk dolomittmarmor

Geologien i Norge er i omfattende grad prega av Den kaledonske fjellkjedefoldinga, da Grønland og Norge gikk mot hverandre som følge av plate-tektonikken i slutten av Silur og igjennom Devon,

for rundt 400 mill. år siden. Store fjellmassiv ble skjøvet inn fra det som i dag er Norskehavet, og ordovicisk-silursk kalkstein ble omdanna til krystallin marmor under høyt trykk og varme. Noen lagpakker ble utsatt for sirkulasjon med sjøvann, og dette tilførte magnesium under omdanningsprosessen, og vi fikk dolomitt under spesifikke betingelser.

Langs kysten av Sør-Norge og innover skyvedekkenene er det store forekomster av kalksteinsmarmor, i Nord-Norge også svære forekomster av dolomittmarmor i tillegg.

Marmoriserte karbonater er fin- til grovkrySTALLINE, dolomitt med betydelig finere krystaller, mens marmor av kalkstein kan bli riktig grovkrySTALLIN. Marmorkrystallene er harde og slitesterke, og egner seg godt som filtermasser i vannverk, uten avslitt finstoff som fører til tettinger. Slitestyren måles vanligvis som aggregatabrasjonsverdi (AAV etter tidligere BS 812 Part 113), eller steinpoleringsverdi (PSV etter NS-EN 1097-2). Alternativt er også BWI (Bond Work Index) brukt, som typisk varierer fra 4 kW\*hr/t for en myk kalkstein til 10 for marmor (FGD 1984).

Den nye oppmerksomheten omkring magnesium bringer nå dolomitt i ei særstilling.

De nordnorske forekomstene drives for ei rekke kundegrupper, til industriformål og landbruk, og med ulike graderinger av dolomitt.

Produktet som retter seg mot alkaliske filter i vannverk, vil være i samsvar med NS-EN 16003. Alle de kjemiske parameterne som er viktig for drikkevannsforsyning, er definert innen grenseverdiene i standarden.

Derimot regulerer standarden, liksom for de fleste filter- og støttematerialer, ikke kornfordeling. Standarden gir i Vedlegg A forslag til vanlige krongraderinger, men i siste instans kan dette avtales fritt mellom leverandør og kunde. Kornfordeling blir ei avveining mellom kjemisk løselighet og hydrauliske egenskaper både ved infiltrasjon og tilbakespyling i filtermasser. Kjemisk løselighet taler for finere korninger, men dette kan være en ulempe for gjennomstrømming av vann.

Den mest aktuelle gradering for dolomittmarmor er som for kalksteinsmarmor 1-3 mm.

Sett i lys av at dolomittmarmor er litt langsommere oppløselig enn den av kalkstein må det påregnes å bruke litt mer karbondioksid for å sikre løselighet og alkalitet. Dersom hydraulikken i filterbedet skulle tillate det, anbefales det litt finere masse, som f.eks. 0,5-2 mm. Da vil oppholdstiden i filteret forlenges, dimensjoneringen økes, men det er en fordel å kunne spare på både karbondioksid og etterjustering av pH med lut. Denne graderingen av kalsiumkarbonat blir også levert i Norge i dag, men gjerne bare som et forfilter i vannverkssystem.

### Bruk av dolomitt i vannbehandling

For å få tilgang til omfattende bruk og markedsandeler er som oftest standardisering nødvendig for faglig og kommersiell aksept. EN 16003 var først klar i 2011, og med den store interessen for magnesium i ernæring ser vi ut til å stå ved et gjennombrudd.

I standardiseringsarbeidet i CEN meldte både Tyskland, Norge og Finland sin interesse. Sistnevnte bruker gjerne marmor av kalkdolomitt, altså et blandingskarbonat av kalkstein og dolomitt, fordi det er så vanlig forekommende i landet.

Kalkindustri i BeNeLux og Frankrike leverer allerede i dag dolomitt som filtermasser, trolig også inn i Tyskland. Bruksområdet er ganske likt det vi har for vannverksmarmor av kalsiumkarbonat.

I Tyskland tar man hensyn til ønsket med magnesiumtilførsel ved å blande enten rådolomitt eller halvbrent dolomitt (i graderinger) inn i vannverksmarmor av kalsiumkarbonat. Rådolomitt som andel i filtermasse er brukt i 2 referanseanlegg, vannverka Plauen i Thüringen og Neustadt ved Coburg i Oberfranken (Bayern).

I Latvia er det produksjon og leveranse dolomitt i granulert form. De baltiske dolomittene er sedimentære og mjuke liksom i Storbritannia, og for å egne seg i filtersystem er det nok brukt bindemidler som gir harde og bestandige granulater.

Fra USA har vi nøy studie med positive resultat i mindre filtersystem (beholdere) for små vannverk med marmordolomitt (Rooklidge & Ketchum 2002), altså med filtertanker slik vi også kjenner det fra spredt bebyggelse i vårt land.

Likeså er bruken omtalt og dolomittprodukt tilbydd i Australia.

### Referanser

BS 812-113:1990. Testing aggregates. Method for determination of aggregate abrasion value (AAV). 16 p. (eng.). Tilbaketrukket standard.

Cotruvo, J.A. & J. Bartram (eds.) 2009. Calcium and Magnesium in Drinking Water: Public Health Significance. World Health Organization. 180 p. ISBN 978 92 4 156355 0.

Dahl, C., A. J. Søgaard, G. S. Tell, T. P. Flaten, D. Hongve, T. K. Omsland, K. Holvik, H. E. Meyer & G. Aamodt. 2013. Nationwide data on municipal drinking water and hip fracture: Could calcium and magnesium be protective? A NOR-EPOS study. Bone 57 (1), 84-91. DOI: 10.1016/j.bone.2013.06.017.

FGD. 1984. Chemistry and Analytical Methods Handbook. Vol. 2, EPRI report CS 3612, July 1984.

Folkehelseinstituttet. 2014. Magnesium i drikkevann – ingen nye råd fra Folkehelseinstituttet. [http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=239&trg=Content\\_6499&Main\\_6157=6263:0:25,5901&Content\\_6499=6178:109734:0:6271:1:0:0](http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=239&trg=Content_6499&Main_6157=6263:0:25,5901&Content_6499=6178:109734:0:6271:1:0:0)

Hongve, D., M. Weideborg, E. Andruchow & R. Hansen. 1994. Landsoversikt –drikkevannskvalitet, spormetaller i vann fra norske vannverk. Statens institutt for folkehelse, Vannrapport nr. 92. 110 s.

NS-EN 1017. Kjemikalier brukt til behandling av drikkevann - Halvbrent dolomitt. 16 s. (eng.).

NS-EN 1018. Kjemikalier brukte til handsaming av drikkevann - Kalsiumkarbonat. 16 s. (eng.).

NS-EN 1097-2. Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag - Del 2: Metoder for bestemmelse av motstand mot knusing. 40 s. (eng.).

NS-EN 16003. Kjemikalier brukt til behandling av drikkevann – Kalsiummagnesium-karbonat. 16 s. (eng.).

NS-EN 16004. Kjemikalier brukt til behandling av drikkevann – Magnesiumoksid. 16 s. (eng.).

NS-EN 16409. Kjemikalier brukte til handsaming av drikkevann - Brent dolomitt. 20 s. (eng.).

Rooklidge, S.J. & L.H. Ketchum. 2002. Corrosion control enhancements from a dolomite-amended slow sand filter. Water Research 36, 2689-2694. <http://data2.xjlas.ac.cn:81/UploadFiles/sdz/cnki/%E5%A4%96%E6%96%87/ELSEVIER/sand%20control/6.pdf>