

pH-kontroll ved alkalisering av drikkevann

Av Dag Hongve

Dag Hongve er forsker ved Avdeling for miljømedisin, Statens Institutt for Folkehelse

Sammendrag

Norske vannkilder er ofte surere enn det som er tillatt for drikkevann, pH-justering er derfor oftest et nødvendig trinn i behandlingsprosessen ved vannverkene. Likevel viser det seg ofte at prøver av behandlet vann ikke oppfyller kravet til pH-verdi i drikkevannsforskriften. Denne artikkelen belyser den kjemiske reaksjonen som skjer mellom vannet og tilsatte alkaliseringsmidler. Reaksjonshastigheten er temperaturavhengig, og det kan ta mange minutter før pH-verdien er stabil. Det er gitt et eksempel på hvordan forholdene kan tilrettelegges for en pålitelig pH-registrering som kan brukes til styring av alkaliseringsprosessen.

Summary

The majority of waterworks in Norway have to alkalize the water to meet the national drinking water criteria. Many waterworks fail in their effort to obtain pH 7.5-8.5 in the tap water. A reason for this can be the slow reaction between the added base and CO_2 in the water when the water temperature is low. To

obtain reliable pH-readings in the waterworks, the water should be heated to 25°C to speed up the reaction and to ease the pH measurement.

Problembeskrivelse

I følge Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m. (Sosial- og helsedepartementet 1995) er veiledende verdi for drikkevannets surhetsgrad pH 7,5-8,5. Laveste tillatte verdi er pH 6,5 og pH 8,5 den høyeste. Det anmerkes at vannet ikke bør være aggressivt. Surt vann virker tærende på mange materialer som benyttes i anlegg for distribusjon av drikkevann. Svært basisk (alkalisk) vann kan også virke oppløsende på materialer. Både for lave og for høye pH-verdier innebærer derfor en risiko for at helseskadelige tungmetallkonsentrasjoner kan løses ut fra rør og kraner. Dessuten reduseres levetiden på vannledninger og sanitærinstallasjoner, med vannlekkasjer og for tidlige utskiftninger som følge. Høye pH-verdier kan gi irritasjon av øyets slimhinner (svie) ved dusj og bading.

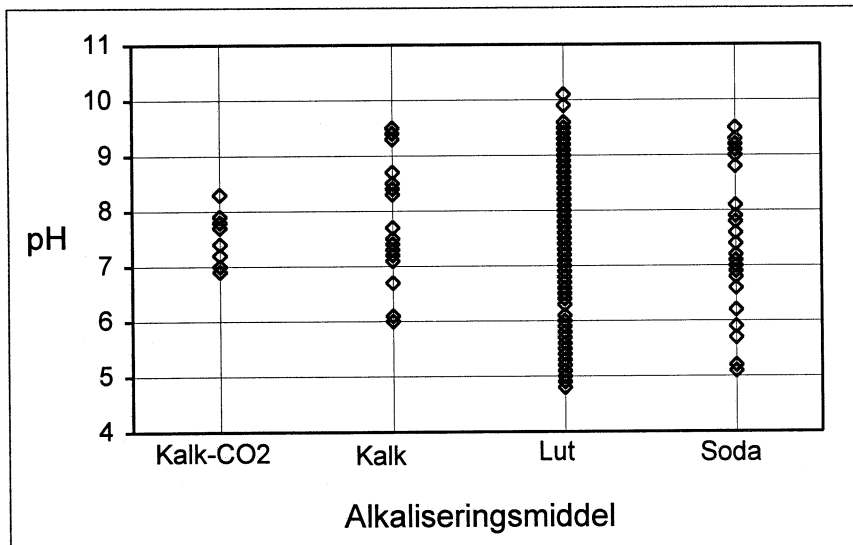
Et flertall av norske vannverk bruker

råvannskilder der vannet er surere en pH 6,5 (Hongve med flere 1994) og har derfor behov for å justere vannets surhetsgrad. Også etter ulike former for kjemisk rensing må vannet pH justeres før det kan distribueres til konsumentene. Tilsetning av et alkaliseringsmiddel for å justere pH er derfor den vanligste form for behandling av kjemisk drikkevannskvalitet i Norge. Ofte viser det seg likevel at vannet i kranene har en annen pH enn ønskelig, selv om pH-regulering foretas ved vannverket. En tidligere undersøkelse ved Folkehelsa (Hongve m. fl. 1994) viste at i mange tilfeller hadde pH-reguleringen ingen påviselig effekt, mens den i andre tilfeller førte til alt for høye pH-verdier. Bare 11% av 243 renvannsprøver falt i områ-

det pH 8,0 - 8,5 som var det gjeldende kravet da undersøkelsen ble foretatt (Folkehelsa 1987). Figur 1 viser enkeltmålinger av pH i renvannsprøver fra vannverk etter alkalisering, der ulike alkaliseringsmidler har vært brukt. Den eneste prosessen der resultatene falt innenfor et rimelig intervall, var bruk av kalk og CO₂ (kullsyre).

Årsaker

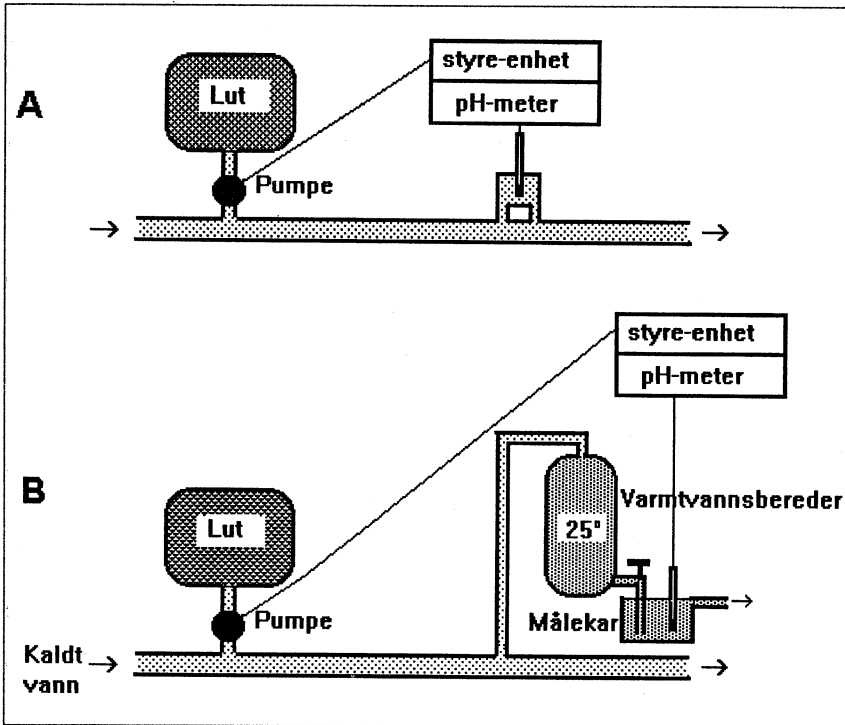
Avvikende pH-verdier på nettprøver kan skyldes at behandlingsmetoden som er valgt, ikke er den rette til å ta hånd om de problemer som finnes på nettet. pH kan eksempelvis stige som følge av oppløsning fra kalk og sementmørtelforede støpejernsrør, eller synke som følge av mikrobiell omsetning og/eller



Figur 1. pH i renvannsprøver fra vannverk som alkaliserer vannet. Prøvene er gruppert etter hvilke alkaliseringsmidler som ble brukt (resultater fra Hongve m.fl. 1994).

oksidasjon av jern og mangan. Ved ustabil pH vil den ekstra bufferevnen som kalk og CO₂ gir til vannet, være av betydning. I de tilfellene som her er registrert og hvor prøvetakingen er gjort på vannverket, er det imidlertid grunn til å anta at for høye eller for lave pH-verdier mest skyldes feildosering av alkaliseringsmiddelet. Det er ikke uvanlig at utstyret som brukes til å overvåke denne prosessen ikke fungerer tilfredsstillende eller er feil montert. Måling av pH i vann setter store krav til utstyret,

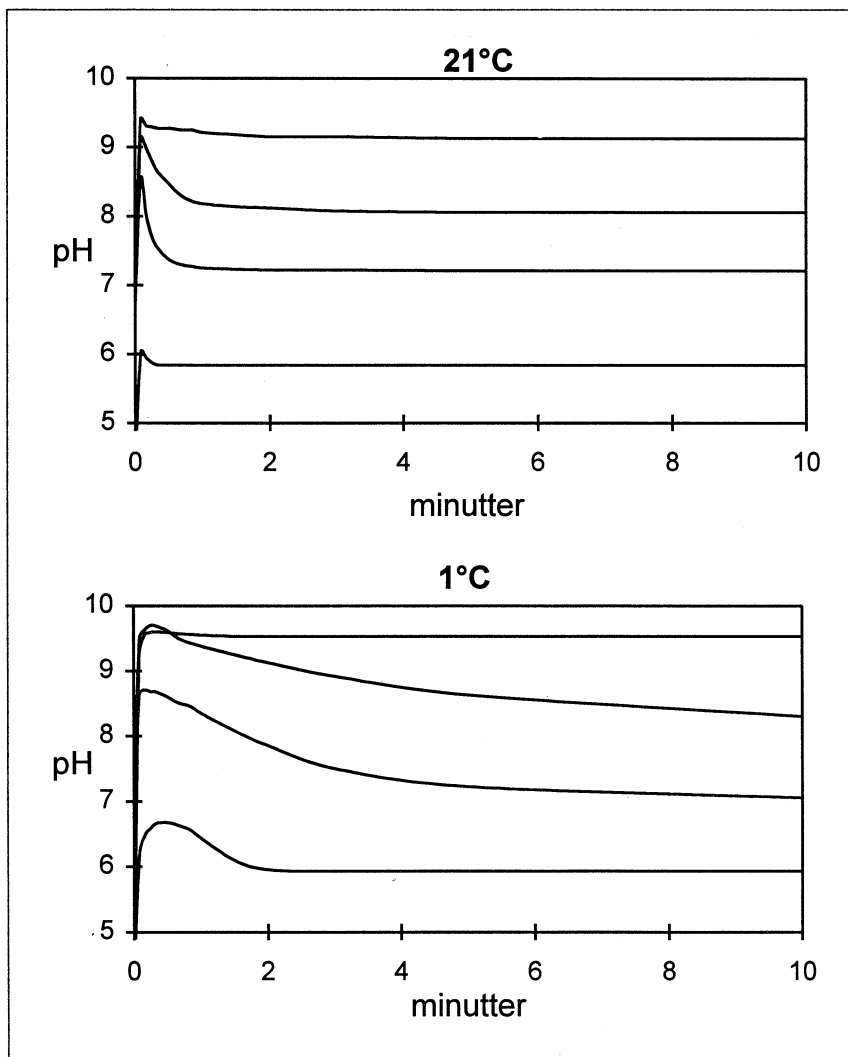
og fordrer jevnlig vedlikehold og kalibrering. Ved kalibreringen må det tas hensyn til at vannet er kaldt og i bevegelse, noe som oftest gir andre avlesningsresultater enn når det samme vannet blir målt stillestående i et beger på laboratoriet. Et spesielt kjemisk forhold som det later til at mange som prosjekterer vannverk ikke er klar over, er at den kjemiske reaksjonen mellom råvannet og alkaliseringsmiddelet trenger en viss tid for å innstille seg i pH-likevekt.



Figur 2.
 A: Et vanlig arrangement for dosering av alkaliseringsmiddel og pH-kontroll ved vannverk.
 B: Alternativt arrangement med oppvarming av vann før pH-målingen ved at en liten delstrøm går gjennom en tilkoblet varmtvannsbereder.

Med en konstruksjon som vist i figur 2A, vil man med stor sannsynlighet ikke ha lang nok oppholdstid mellom det punktet hvor alkaliseringsmiddelet

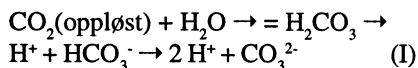
tilsettes og det punktet hvor pH registreres. Resultatet blir at vannet som leveres på nettet har lavere pH enn det som måles på vannverket.



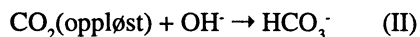
Figur 3.
pH-endringer i vannprøver etter dosering av lut i ulike mengder og ved to ulike temperaturer.

I figur 3 er det vist hvordan vannets pH kan variere etter tilsetning av en sterk base ved to ulike temperaturer, 21°C og 1°C. Ved den høyeste temperaturen innstiller vannet seg i løpet av ca ett minutt til en ny stabil pH-verdi som avhenger av lutdosen. Ved den lave temperaturen tar det lenger tid før maksimal pH er nådd. Deretter synker pH verdien langsomt (hvis det ikke er overdosert). Figur 3 viser at for en "riktig" lutdose som til slutt gav pH 8, så tok innstillingen mer enn 10 minutter ved 1°C. En uheldig plassert pH-elektrode vil derfor kunne registrere opp mot pH 10 i vann som ender på pH 8.

Årsaken til at vannet ikke innstiller seg momentant på en ny pH-verdi, finner vi i de kjemiske reaksjoner som skjer mellom alkaliseringsmiddelet og de oppløste stoffene i vannet. pH bestemmes av mengdeforholdet mellom oppløst fri CO₂ og bikarbonat/karbonat. I vann reagerer fri CO₂ til karbonsyre som ved protolyse gir hydrogen-, bikarbonat- og karbonationer:



Ved litt tilsetning forbrukes H⁺ og reaksjonene drives mot høyre. Det hastighetsbegrensende trinnet er reaksjonen mellom CO₂ (oppløst) og vann, som går relativt langsomt. 2,5-4% av den tilstedeværende mengden CO₂ reagerer pr. sekund ved 25°C (Stumm og Morgan 1981). Tilsatt base kan også reagere direkte med fri CO₂:



Hastigheten på denne reaksjonen av-

henger av konsentrasjonen av stoffene på venstre side i reaksjonsligningen. Den går raskt ved høy pH og omtrent like raskt som reaksjon I ved pH 8-9. Ved lavere pH har reaksjon II liten betydning. Fordi hastigheten av reaksjon I er proporsjonal med CO₂-konsentrasjonen, betyr vannets alkalitet og konsentrasjon av fri CO₂ lite for hvor lang tid det tar før den nye likevekten har innstilt seg. Med den oppgitte reaksjonshastigheten ved 25°C vil det ta ca ett minutt. Reaksjonshastigheten er imidlertid avhengig av temperaturen og reduseres betydelig ved temperatursenkning. Figur 3 viser at mer enn 10 minutters reaksjonstid kan være nødvendig når vanntemperaturen er lav.

Anbefaling

Hvis man ønsker å registrere "sann" pH i behandlet vann, enten som styringsparameter for et automatisk doseringsanlegg eller som dokumentasjon på vannkvaliteten ut fra vannbehandlingsanlegget, må det tas to forholdsregler: Det må for det første være en tilstrekkelig tidsforsinkelse mellom doseringspunktet for alkaliseringsmiddelet og pH-målingen. For å redusere tiden vannet bruker på å innstille seg i ny pH-likevekt, bør det varmes opp til ca 25°C. En praktisk måte å gjennomføre dette på er vist i Fig. 2B. En liten varmtvannsbereeder kobles inn etter doseringspunktet. (NB: korrosjon i kobberrør påvirker vannets pH). Bereederen innstilles på lav temperatur og står med liten, men konstant, gjennomstrømning slik at utløpet holder 25°C. Et kammer hvor pH-elektroden plasseres, kobles til utløpet.

pH-elektrodens følsomhet er også temperaturavhengig og målingen går atskillig bedre når vannet som skal undersøkes holder 25°C.

Referanser

Folkehelse (Statens institutt for folkehelse) 1987. G2 - kvalitetsnormer for drikkevann.

Hongve, D., Weideborg, M., An-

druchow, E. og Hansen, R. 1994. Landsoversikt drikkevannskvalitet. Spormetaller i vann fra norske vannverk. Folkehelse Vannrapport nr. 92.

Sosial- og helsedepartementet, 1995. Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m. Nr. 68.

Stumm, W. og Morgan, J.J. 1981. Aquatic chemistry. 2. utgave. Wiley.