

Vannbehandling med CO₂-gass og mikronisert marmor

Av Gunnar Hall

Gunnar Hall er ansatt som
prosjektingeniør i Hydrogas A/S

Innlegg på seminar 21. des. 1993

1.0 BAKGRUNN

Norsk drikkevann er blødt, har lav alkalitet og lav pH. Dette forårsaker innvendig korrosjon på ledningsnett hvor vann løser ut stoffer fra de materialene det kommer i kontakt med. Følgene er en forringelse av vannkvaliteten frem til forbruker og lekkasjer på ledningsnett med tap av store vannmengder. Ved lekkasjer er det også mulighet for innsug av kloakk på ledningsnett Dette kan skape meget alvorlige helsemessige problemer. Etter at vi er blitt medlem av EØS vil direktivene for drikkevann for bedrifter som eksporterer matvarer gjøres gjeldende her i Norge.

Nedre Romerike Vannverk A/L har gjennomført vellykket korrosjonskontroll ved vannbehandling ved bruk av mikronisert marmor.

2.0 MÅLSETTING

Målsetningen for de omtalte prosjektene har vært:

* å innfri Folkehelsas krav (norm) til god vannkvalitet hvor bl.a. følgende kriterier må oppnås:

Kalsium: 15 -25 mg Ca/l

Alkalitet: 0,6-1 mekv/l

pH: 7,5-8,5

* prosessen må tilpasses eksisterende anlegg

* prosessen skal utprøves for å teste driftsforhold m.h.t. varierende kapasitet og kvalitet på råvannet samt

* økonomi

3.0 KONKLUSJON

Forsøkene på Fr. & Omegn Vannverk og Baterød Vannverk i Sarpsborg var meget vellykkede. Vi kunne dokumentere at Folkehelsas krav til godt drikkevann ble innfridd.

Dette var et spørsmål om dosering og økonomi. I forsøkene ble det lagt vekt på å innfri kravene med en viss sikkerhetsmargin, men ellers prøve å gjøre det på den mest økonomiske måten.

Prosesen ble tilpasset de anleggsmessige forhold uten noen store endringer og utprøvet under varierende driftsforhold. Prosessen viste god driftsstabilitet.

Økonomien ble dokumentert og viste meget gode resultater både m.h.t. driftskostnader såvel som til investeringskostnader.

På FOV må man sette opp en tank for CO₂-gass og en tank for mikronisert marmor samt en doseringspumpe.

På Baterød Vannverk trenger man en tank for CO₂-gass og doseringspumpe for mikronisert marmor. De har tank(er) for mikronisert marmor.

4.0 FORUTSETNINGER

En viktig forutsetning under forsøket var å integrere behandlingsmetoden slik at den ble tilpasset hvert anlegg for å gi gode driftsforhold og minimale drifts- og investeringskostnader. Felles for begge rensanleggene er at de har fullrensing, med bruk av aluminiumsalt som koagulant. De har sedimentasjon og filtrering før klorering og til slutt pH-justering med lut. Baterød vannverk produserer vel 7 mill. m³ drikkevann pr. år mens FOV produserer det dobbelte. Begge har Glomma*) som råvannkilde.

*) Ved FOV er man mindre berørt av slike forhold fordi man har råvannsutttaket i en arm av Glomma som kan sammenlignes med en innsjø.

Typiske analyseverdier for Glommavann er:

pH: 6,8-7,2

Kalsium: 5 mg Ca/l

Alkalitet: 0,2 mekv/l

4. 1 Vannkvalitet

Råvannskvaliteten må sies å være god gjennom hele året, men med kortere perioder med vann som kan forårsake driftsproblem.

I den kalde årstiden med tele i bakken og med kraftig nedbør forekommer det at turbiditeten blir høy. I tillegg tilføres det diffuse forurensinger som kan gi problemer med fellingen. Dette hører imidlertid med til unntakene.

4.2. Prosess

Ved begge anleggene benyttes aluminiumsalt som koagulant, lut som alkalie for å justere fellings-pH og polymer for å lage fnokkene tyngre og mer mekanisk stabile. Dette gir effekter både ved en bedre sedimentasjon og filtrering. Prosessen er fremstilt i et forenklet flytdiagram i fig. 1 nedenfor.

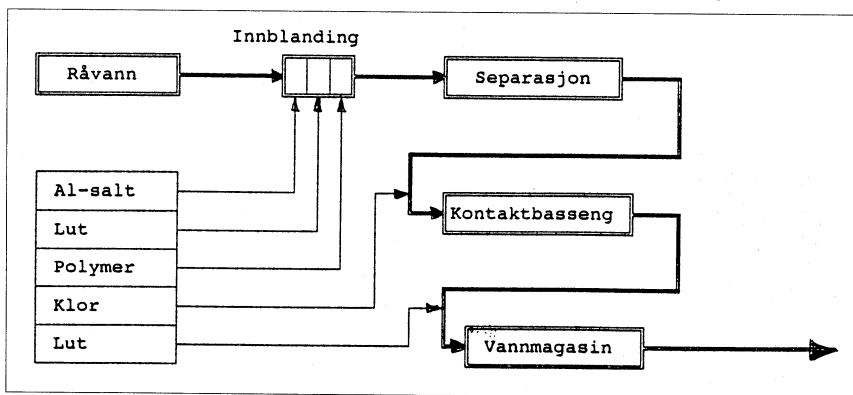


Fig. 1 Flytdiagram for rensanlegget før korrosjonskontroll.

Ved gjennomføringen av korrosjon-kontroll ble det foretatt små prosess-messige endringer. Endringene omfattet:

* tilsats av CO₂ og

* utskifting av lut i fellingsstrinnet med mikronisert marmor.

CO₂-gassen tilsettes enten før aluminiumsalt eller etter. Marmor tilsettes som en slurry med 75 % tørrstoff.

Ved å benytte mikronisert marmor i stedet for lut oppnår man foruten pH-

justering også en økning av kalsium og bikarbonat eller alkalitet.

Den endrede prosessen fremgår av figur 2 nedenfor.

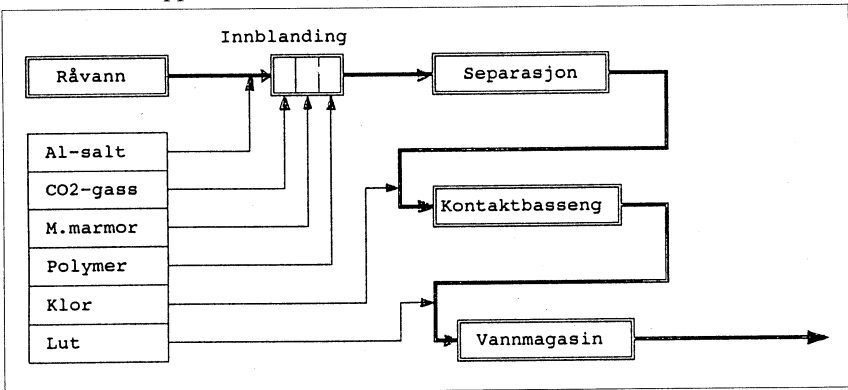


Fig. 2 Flyttdiagram for renseanlegget med korrosjonskontroll.

5.0 FORSØK I FULLSKALA

Ved FOV ble forsøket kjørt i en periode på 5 måneder . En måned med mikronisert marmor alene og 4 måneder med CO₂-gass og mikronisert marmor.

Ved Baterød Vannverk startet man i april-måned 1993 og kjører fortsatt.

CO₂-tank ble installert på hvert anlegg. Hvert av anleggene hadde tank(er) som kunne benyttes til mikronisert marmor. Mikronisert marmor ble dosert ved hjelp av slangepumpe.

CO₂-gass og mikronisert marmor ble tilsatt med fast dosering pr. m³ og således proporsjonalt i h.h.t. vannmengde.

6.0 RESULTATER

Generelt gikk forsøkene meget bra og målsetningen ble oppnådd uten noen vanskeligheter.

Investeringskostnadene og drifts-

kostnadene var meget lave og faktisk lavere enn på forhånd antatt.

Driftsforholdene under forsøkene har vært meget stabile og det er tydelig at prosessen ikke skaper noen driftsmessige ulemper.

Turbiditeten på vannet etter sedimentasjonsbassenget ble imidlertid noe høyere. Denne kan man redusere ved å dosere mer CO₂-gass, men dette er ikke nødvendig og ikke ønskelig av økonomiske grunner.

Noe av hensikten med forsøkene har nettopp vært å utnytte volumet og oppholdstiden i renseanlegget for der ved å drive anlegget optimalt. Turbiditeten etter sedimentering er imidlertid et forhold som ikke gir noen praktiske ulemper så lenge man fjerner turbiditeten i filteret. Turbiditeten fjernes effektivt i filteret og vannkvaliteten

som oppnås er meget bra, noe som fremgår av resultatene i neste avsnitt.

6.1 Resultater fra FOV

Resultatene fra første periode hvor man prøvet ut mikronisert marmor uten CO₂-gass ved FOV gav ikke gode nok resultater i forhold til målsetningen.

Gjennomsnittsverdiene ved akseptabel turbiditet lå på:

kalsium: 1 2-1 3 mg Ca/l

alkalitet: 0,45-0,5 mekv/l

Vi kunne se ved å øke doseringen av mikronisert marmor at man fikk en høyere turbiditet i drikkevannet og at driftsforholdene ble noe mer stresset. Dette innebærer at man får en dårligere oppløsning og utnyttelse av den mikroniserte marmoren.

Ved tilsetning av CO₂-gass ble forholdene bedre med en gang og normen for god vannkvalitet ble oppnådd. Typiske verdier fremgår av tabellen nedenfor.

Tabell 1. Resultater

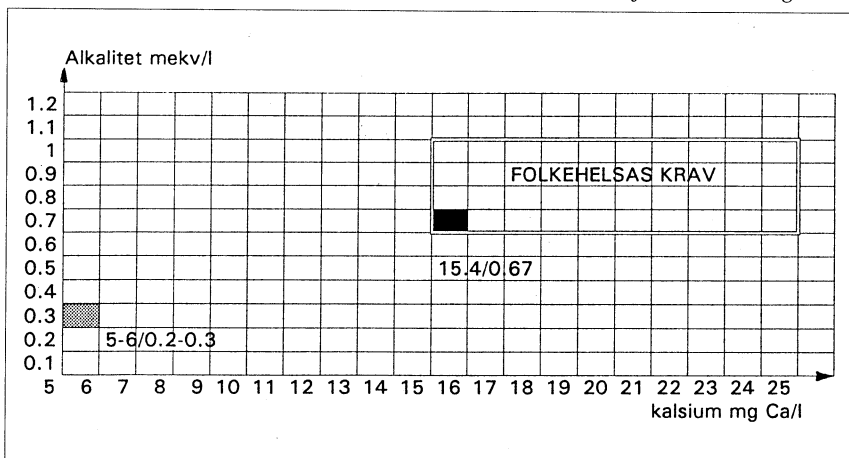
Parameter	Antall (n)	Gj.snitt (X)	Standardavvik (S)
pH	40	8,32	0,1
Alkalitet mekv/l	24	0,67	0,05
Turbiditet NTU	40	0,05	0,1
Aluminium mg AL/l	37	0,028	0,02
Kalsium mg Ca/l	5	15,4	0,5

Før oppstartning av prosjektet var det noe mer variasjon i pH, alkalitet, og

turbiditet enn under forsøkene. Dette kan imidlertid variere noe over året og

Alkalitet mekv/l

Fig.1 Oversikt over Kalsium og Alkalitet før korrosjonskontroll og etter.



derfor er det ikke tatt med som noen sammenligning. Fellings-pH under korrosjonskontroll var ca. 6,8. Dette er ca. 0,5 til 0,8 pH enheter høyere enn tidligere.

I fig. 1 (foregående side) er det angitt hvordan forholdene var med hensyn til kalsium og alkalitet, og hvordan de ble i forhold til Folkehelsas krav.

I perioden ble det observert at doseringen av fellingsmiddel ble redusert noe, i størrelsesorden 10 %. Dette kan være knyttet til det faktum at toverdige kalsiumioner påvirker kolloidens stabilitet og at man således kan redusere forbruk av aluminiumsalt.

For å få frem et mål på kostnadsforskjellen før og etter korrosjonskontroll, ble kjemikalieforbruket målt og analysert.

Tabell 2 Kjemikalieforbruk

Kjemikalieforbruk før korrosjonskontroll		
Kjemialier	Dosering g/m ³	Tonn pr. år
NaOH	15	225
CaCO ₃	0	0
CO ₂	0	0
Kjemikalieforbruk med korrosjonskontroll		
Kjemikalie	Dosering g/m ³	Tonn pr. år
NaOH	6	90
CaCO ₃	30	450
CO ₂	8	120

Merkostnaden for kjemikalier ved korrosjonskontroll uten å ta med besparelse av aluminiumsalt, samt investeringskost ble beregnet til ca. 4 øre pr. m³. Med ca. 100000 abonnenter blir kostnaden pr. person pr. år ca. kr. 6,35

6.2 Resultater fra Baterød

Vannverk

I en uketid ble det kjørt med mikronisert marmor men uten CO₂-gass. Resultatene ble ikke gode nok i forhold til målsetningen. Vi kunne se ved å øke doseringen av mikronisert marmor at man fikk en høyere turbiditet i drikkevannet og at driftsforholdene ble noe mer stresset. Dette innebærer at man får en dårligere oppløsning og utnyttelse av den mikroniserte marmoren. Ved tilsetning av CO₂-gass ble forholdene bedre med en gang og normen for god vannkvalitet ble oppnådd. Typiske verdier fremgår av tabell 3 på neste side.

Fellings-pH under korrosjonskontroll med CO₂-gass og mikronisert marmor var ca. 6,7. For å få frem et mål på kostnadsforskjellen før og etter korrosjonskontroll, ble kjemikalieforbruket målt og analysert.

Merkostnaden for kjemikalier ved korrosjonskontroll ble beregnet til ca. 4 øre pr. m³ inklusive investeringskost eller en merkostnad pr. person og år på ca. kr. 7. Dette er basert på 7 mill m³ pr. år og 40 000 abonnenter.

8.0 ØKONOMI

For FOV har Øslandskonsult laget en rapport fra forsøket som behandler økonomi. Her går det framav sammen-

Tabell 3. Resultater

Parameter	Antall (n)	Gj,snitt (X)	Standardavvik(S)
pH	13	8,18	0,128
Alkalitet mekv./l	16	0,68	0,057
Turbiditet NTU	17	0.064	0.018
Aluminium mg Al/l	17	0.037	0.023
Kalsium mg Ca/l	18	16,1	0,61

draget at korrosjonskontrollen vil koste:

* Investeringskostnad kr. 450.000

* Driftskostnad kr. 583.000

Kapital og driftskostnad for 15 mill. m³ vannproduksjon blir:

kr. 0,0424 / m³

Hva vil korrosjonskontroll bety?

Det vi med sikkerhet vet idag er at innvendig korrosjonskontroll gir øket levetid på ledningsnett, stikkledninger, rør og installasjoner i hus.

For ledningsnettet tilsluttet FOV er gjenanskaffelsesverdien inkl. husinstallasjoner beregnet til:

1.200 mill. kr.

Tabell 4 Kjemikalieforbruk

Kjemikalieforbruk før korrosjonskontroll		
Kjemikalier	Dosering g/m ³	Tonn pr år
NaOH	15	225
CaCO ₃	0	0
CO ₂	0	0
Kjemikaliforbruk med korrosjonskontroll		
Kjemikalier	Dosering g/m ³	Tonn pr. år
NaOH	6	90
CaCO ₃	30	450
CO ₂	8	120

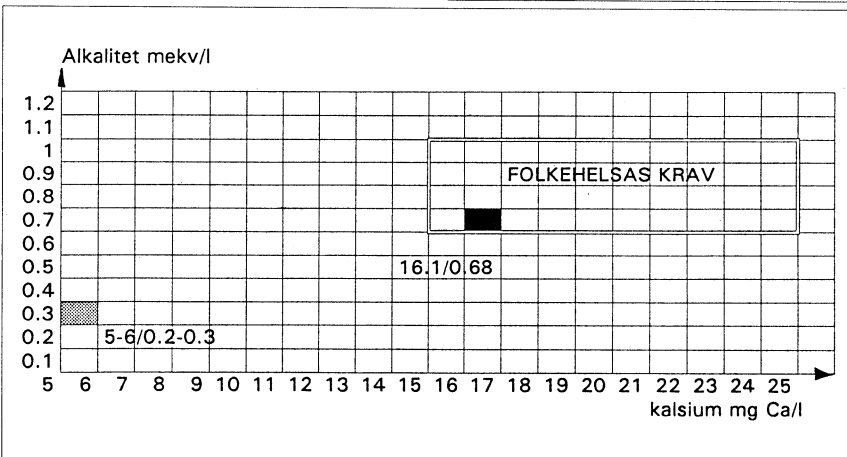


Fig.2 Oversikt over Kalsium og Alkalitet før korrosjonskontroll og etter.

I det følgende eksempel antas det at den gjennomsnittlig levetiden for ledningsnettet øker fra 40 til 50 år.

Nåverdien av korrosjonskontroll i 50 år er:

ca. 8,5 mill. kr.

En øket levetid fra 40 til 50 år representerer en verdi på:

ca. 40 mill.kr.

(Rentefot 10% p.a., avdragstid 20 år og en annuitet på 0,1175)

Nytte/kostfaktoren blir da:

ca. 4,7

Dette viser at investering i korrosjonskontroll er svært lønnsomt.

Andre forhold som også vil påvirke økonomien positivt er:

- * redusert rørbrudd
- * redusert vannlekkasje
- * redusert kemikalieforbruk
- * mindre spyling av ledningsnett

7.0 ERFARINGER

Forsøkene har i begge tilfelle gitt gode driftsforhold og det har vært enkelt å tilpasse prosessen til anleggene .

Det man må passe på er å sørge for god innblanding av CO₂-gass og et egnet blandesystem for mikronisert marmor.

Slurrien med mikronisert marmor må ha en viss omrøring for å hindre at det dannes klumper.. Ved FOV ble det benyttet en nedsenkbar pumpe og ved Baterød Vannverk ble det benyttet et røreverk for omblending.

Ved FOV ble slurrien dosert uforynnet mens man på Baterød tilsatte litt vann nedstrøms doseringspumpe.

På begge anlegg har de meget god ledelse og interesserte operatører. De har en stor del av æren for at prosjektet har blitt så vellykket. Vi vil gjerne takke Østlandskonsult A/S og Næringsmiddelkontrollen i Fredrikstad og Sarpsborg også for det interessante og gode samarbeidet.