

Alkalisering av drikkevann med marmor og CO₂

Av Helge Thorheim.

Helge Thorheim er driftssjef i Karmøy kommune.

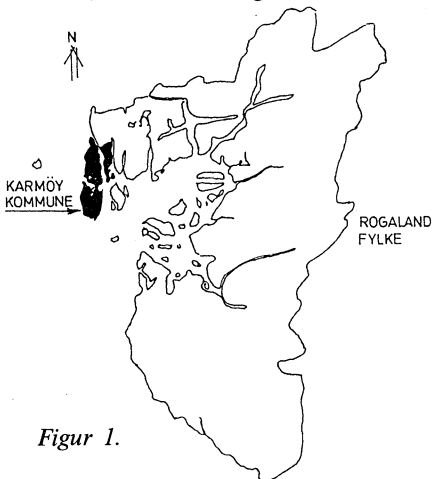
1. Innledning

Karmøy kommune har et innbyggertall på 35.000 mennesker, hvorav ca. 32.000 mennesker er forsynt med kommunalt vann. Kommunen har stor geografisk utstrekning med et flateareal på 228,4 km², og for å oppnå dagens dekningsgrad med kommunalt vann er det således utbygget et omfattende forsyningsnett.

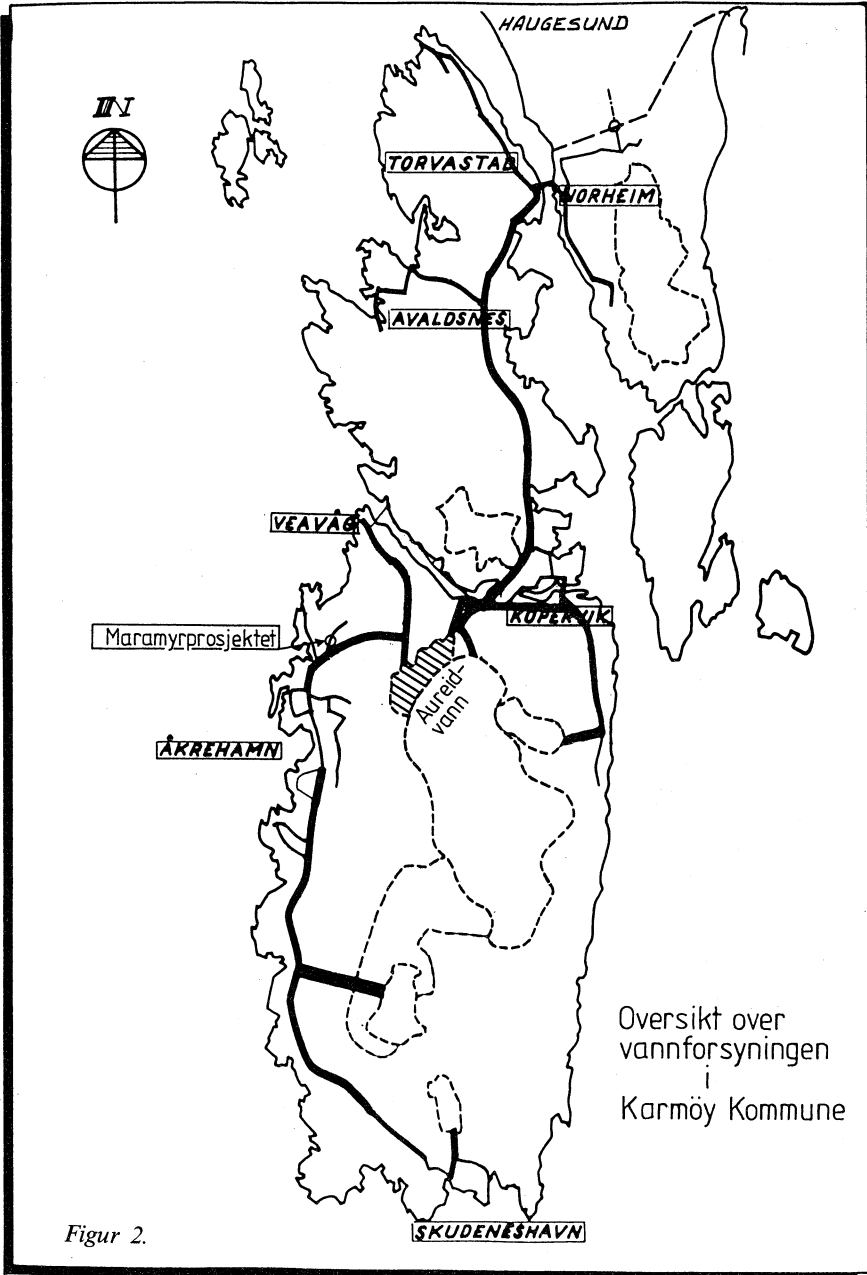
Kommunen har 5 egne vannverk som forsyner de ulike deler av kommunen med drikkevann, og i tillegg kjøper kommunen vann fra Haugesund for å sikre vannforsyningen for fastlandsdelen av kommunen. Råvannet for de forskjellige vannverkene har tilnærmet samme kvalitet, der vannet er surt og mineralfattig og derfor aggressivt overfor materialene i ledningsnett. Vannverkene ligger så langt fra hverandre at det pr. idag ikke er realistisk å knytte disse sammen til et felles behandlingsanlegg. Det er således ønskelig å få utviklet små og enkle vannbehandlingsanlegg som kan fungere med minimalt pass og vedlikehold.

Vannledningsnett i kommunen er bygget ut kontinuerlig opp gjennom tidene, og en har på visse steder gam-

melt nett som daterer seg tilbake til århundreskiftet. Det er lagt ned store summer i vannforsyningsnettet til nye ledningsanlegg, mens det har vært investert for lite i rehabilitering/utskifting. Dette gjenspeiler seg i en stor lekkasjemengde på nettet, der en stor del av lekkasjene skyldes korrosjon på ledningene. I Karmøy kommune er det benyttet stort sett alle typer rørmaterialer, hvorav bl.a. eternitt-rør utgjør en betydelig del, da de er benyttet på viktige hovedledninger.



Figur 1.



Figur 2.

2. Problembeskrivelse

«Maramyr»-ledningen er en endeledning på en av forgreiningene fra Aureidvann-vannverket, jfr. fig. 2.

Ledningen er laget av grått støpejern og har diameter 6". I 1986 ble ledningen p.g.a. sterk rustbegroing rengjort ved bruk av Polly Pig-metoden med etterfølgende utspyling. Etter kort tid kom det klager fra abonnentene tilknyttet ledningen, der klagene gjaldt misfarging av vannet som bl.a. medførte at klesvask ble ødelagt.

Det viste seg at en etter rensing av rørene fikk en ny rustutfelling av rørene (blødning) som ikke lot seg kontrollere uten større inngrep.

Som nevnt under pkt. 1 er vannet fra naturens side surt og aggressivt overfor materialene i ledningsnettet. Statens Institutt for Folkehelse (SIFF) har utarbeidet kvalitetsnormer for drikkevann for å minimere innvendig korrosjon i vannverk. I tabellen nedenfor er gjengitt SIFF's normer sammenholdt med typiske målinger av vannet i «Maramyr»-ledningen før behandling.

<i>Parameter</i>	<i>SIFF's kvalitetsnorm</i>	<i>Typiske målinger av vann fra Maramyrmedn.</i>
pH-verdi (surhetsgrad)	7,5—8,5	5,4—6,2
Alkalitet (mmol/l)	0,6—1,0	0,04—0,2
Kalsium (mg/l)	15—25	4—5

Som det fremgår av tabellen ligger målingene for Maramyr-ledningen langt under kvalitetsnormen for alle de viktigste parametrene med hensyn til korrosjonskontroll.

For å løse problemet for våre abonnenter ble flere løsninger vurdert, deriblant utskifting av ledningen. En utskifting ville imidlertid bli svært kostbart og vannet ville dessuten fortsatt ikke tilfredsstillende kvalitetsnormen. For å hindre videre rustutfelling fra rørene ble det vurdert å alkalisere vannet med tilsetning av kalk/CO₂, der en ønsket en enkel måte å gjøre dette på samtidig som en bortimot kunne opprettholde trykket på nettet. Det ble således besluttet å prøve ut anlegg som var utviklet av Map-Co A/S, som var basert på knust marmor og CO₂.

3. Prosjektbeskrivelse

3.1 Målsetting

- Hindre videre rustutfelling på Maramyr-ledningen.
- Gi abonnentene tilknyttet Maramyr-ledningen den kvalitet på drikkevannet som SIFF har anbefalt.
- Redusere innvendig korrosjon på ledningsnettet, slik at rørenes levetid øker.
- Skaffe kunnskap om vannkvalitet etter tilsetning av kalk/CO₂.
- Heve kompetansenivået til driftspersonellet ved denne form for vannbehandling.

3.2 Prosjektorganisering

Følgende organisasjoner/personell har vært spesielt tilknyttet prosjektet:

Driftssjef Helge Thorheim,
 Karmøy kommune (prosjektleder)
 Overing. Håkon Sandvik,
 Karmøy kommune
 Avd.ing. Svein Nilsen,
 Karmøy kommune
 Oppsynsmann Steinar Levik,
 Karmøy kommune
 Daglig leder Ole Simonsen,
 Map-Co A/S
 Avd.veterinær Jarl-Inge Alne,
 Næringsmiddelkontrollen.

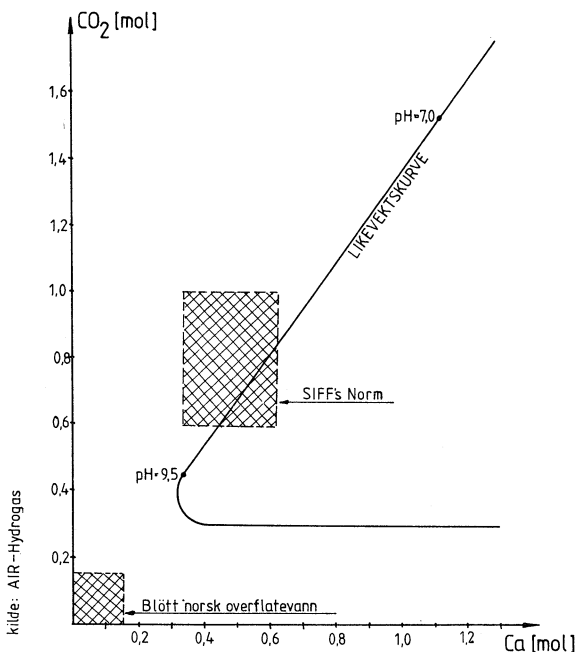
Siv.ing. Kari Ormerod,
 Statens Institutt for Folkehelse (SIFF)
 Siv.ing. Thorleif Hals, Hydrogas
 Lege Knut Slinning, Helserådsordf.,
 Karmøy kommune

I tillegg har følgende personell
 vært konsultert:

Siv.ing. Hans Kristiansen,
 Norsk Institutt for Vannforskning
 (NIVA)

3.3 Prosjektopplegg

Grunnen til at råvannet til de ulike vannverkene er aggressivt er at det ikke finnes kalkstein i berggrunnen til å nøytralisere nedbøren som faller. Vann i kontakt med kalkstein vil løse opp kalsiumkarbonat og samtidig ta opp karbondioksyd fra atmosfæren inntil det innstilles likevekt mellom oppløst kalsium og fast kalsiumkarbonat. Vannet er da i karbonatlikevekt og ikke aggressivt, jfr. likevektskurve i figur 3.



Figur 3. Alkaliteten av normalt norsk overflatevann versus ønsket sammensetning.

Den enkleste form for vannabehandling må være å etterligne naturen så langt som mulig. Dette kan gjøres ved å lede vannet gjennom finknust marmor. Det fins store mengder meget ren marmor her i landet, og jo mer finknust den er, desto større kontaktflate mot vannet får man. I et anlegg er vannet avskåret fra å ta opp karbondioksid fra atmosfæren. Det må derfor tilsettes kunstig.

For å nå målsettingen med prosjektet ble det valgt å prøve ut utstyr som er utviklet av Map-Co A/S. Før prosjektet ble satt igang, ble det tatt kontakt med Helsesrådet, SIFF og Næringsmiddelkontrollen for å avklare om det var betenkelige sider ved prosjektet m.h.t. helksemessig risiko for abonnentene. Svarene fra disse institusjonene var positive.

Deretter ble NIVA invitert for å gi sitt syn på en alkalisering av drikkevann basert på knust marmor og CO₂, og vise de kjemiske sammenhengene i denne prosessen.

Prosjektet var ment å vare i ca. 1 år, der den første halvdel skulle gå med til å teste ut anlegget og få mest mulig optimal drift av dette, mens en i andre halvdel skulle ta regelmessige prøver av vannet under stabil drift.

3.4 Analyseopplegg

I den første tiden ble det valgt bare å analysere vannet med hensyn til pH, alkalitet, hardhet og ledningsevne. Disse prøvene ble tatt sporadisk for å komme frem til mest mulig optimal drift av anlegget.

I begynnelsen av juli —88, ble følgende prøver foretatt regelmessig:

- ph (Surhetsgrad)
- Alkalitet (mmol/l)
- Konduktivitet (mS/m)

- Turbiditet (F.T.U.)
- Hardhet (odH)
- Jern (ug/l)
- Aluminium (ug/l)
- UV-transmisjon (254 nm 1)

Fra begynnelsen av oktober ble også kalsium inkludert i det faste måleopplegget.

Prøvene ble tatt en gang pr. uke og tatt fra følgende steder:

- ut fra Aureidvann (kilden)
- Rett før behandlingsanlegg
- Rett etter behandlingsanlegg
- Hos abonnent på Maramyrledningen.

Alle prøvene ble analysert ved Haugaland off. Kjøtt- og Næringsmiddelkontroll.

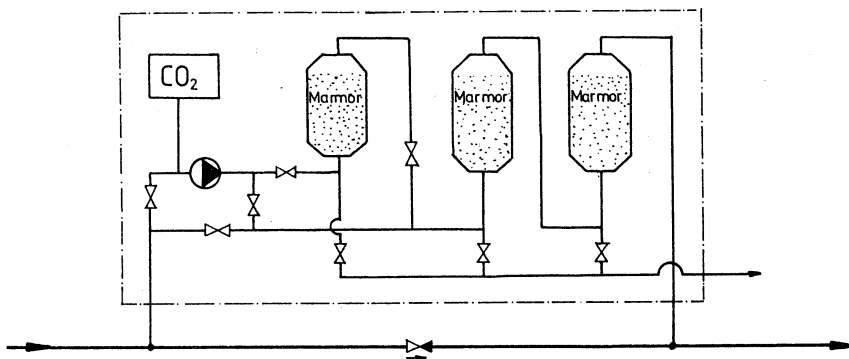
I tillegg ble det kappet av en bit av Maramyrledningen som kunne tas ut ved visse mellomrom for en visuell inspeksjon av rørets innside, slik at utviklingen med hensyn til korrosjonsutvikling kunne studeres.

4. Utstyr

Utstyret som ble valgt for forsøket, er bygget op av 3 batterier (rustfrie ståltanker) fylt med finknust marmor, jfr. arrangementstegning, figur 4. Under drift går vannstrømmen gjennom marmor massen nedenfra og oppover, og batteriene er koblet sammen i serie slik at den største utløsningen av kalsium finner sted i den første tanken.

Før vannet går inn på anlegget blir det tilført CO₂, for å øke løseligheten av marmoren. CO₂-delen blir tilsatt før trykkforsterkningspumpe for å bli godt innpisket og finfordelt i vannet.

Trykkforsterkningspumpens oppgave er å gi vannet større trykk ut av



Figur 4. Skjematisk tegning av karbonatiseringsanlegget.

anlegget enn inn på anlegget ettersom anlegget er forbikoblet tilbakeslagsventil på ledningen, hvilket gjør at dersom det blir behov for større vannmengde ved f.eks. brann, vil tilbakeslagsventilen åpne og vannstrømmen går da utenom anlegget.

CO₂ blir dosert via «Rotometer» med fast innstilling av dosering. Det ble vurdert å dosere CO₂ i forhold til vannmengde, men det ble besluttet ikke å investere i styringsutrustning for dette på det innledende stadium, og dosering ble derfor basert på en gjennomsnittlig vannføring.

Hele utstyret ble bygget inn i en container og betegnet som et midlertidig anlegg med forsøks-status.

5. Resultat

5.1 Generelt

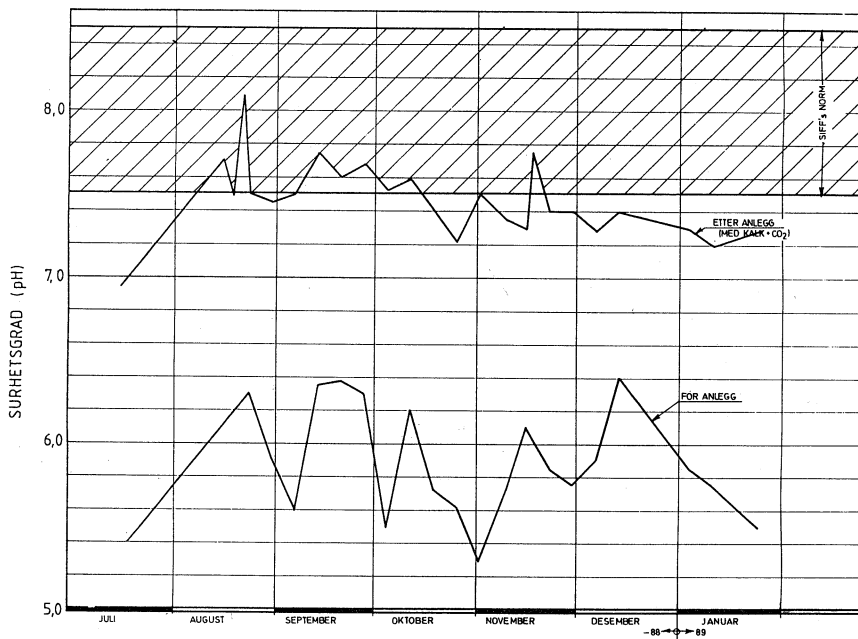
Alkaliseringsanlegget var installert og klart for oppstart 27.1.88. Den første tiden medgikk til å optimalisere driften av anlegget og prøvetakingen var derfor i denne tiden sporadisk, etter som det ble funnet nødvendig.

For de nedenstående delresultater er det her for oversiktens skyld bare tatt med resultatene for 2 målepunkter, nemlig rett før behandlingsanlegg (abonnet før behandling) samt målingene tatt hos abonnenten etter behandling. Det er her bare kommentert de viktigste korrosjonsparametrene (pH, Alkalitet, Kalsium).

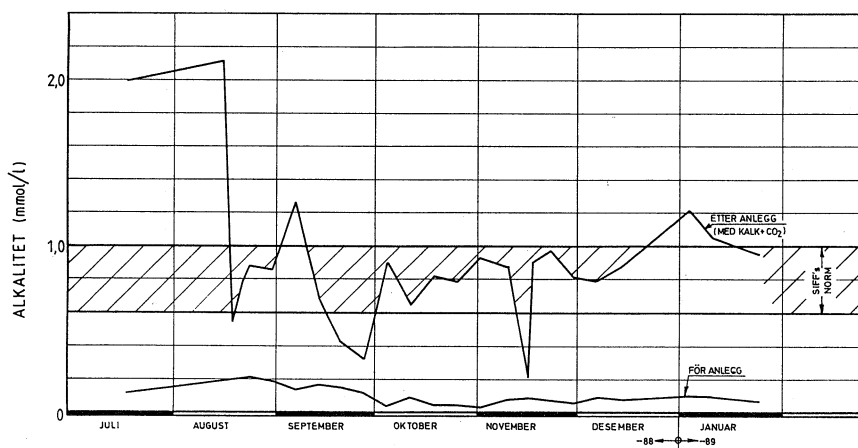
5.2 Korrosjonsutvikling

Etter ca. 1 måneds drift ble det gjort en nøyere analyse av forsøket basert på de data en hadde til da. Uttalelse fra Næringsmiddelkontrollen var oppløftende, og en følte at en her var på rett vei.

Noe senere fikk vi problemer med å holde stabiliteten i vannkvaliteten, og det ble antatt at dette skyldes at det var lenge siden rørledningen var rengjort (ca. 2 år). Rørledningen ble derfor rengjort på nytt før forsøket fortsatte. Etter denne rengjøringen ble vannkvaliteten bedre og bedre, og det tydet på at et anti-korrosivt belegg var i ferd med å danne seg på innsiden av ledningene. Denne utviklingen kunne også studeres i rørbiten som kunne tas ut.



Figur 5. Variasjon i surhetsgrad i forsøksperioden. SIFF's norm er angitt.



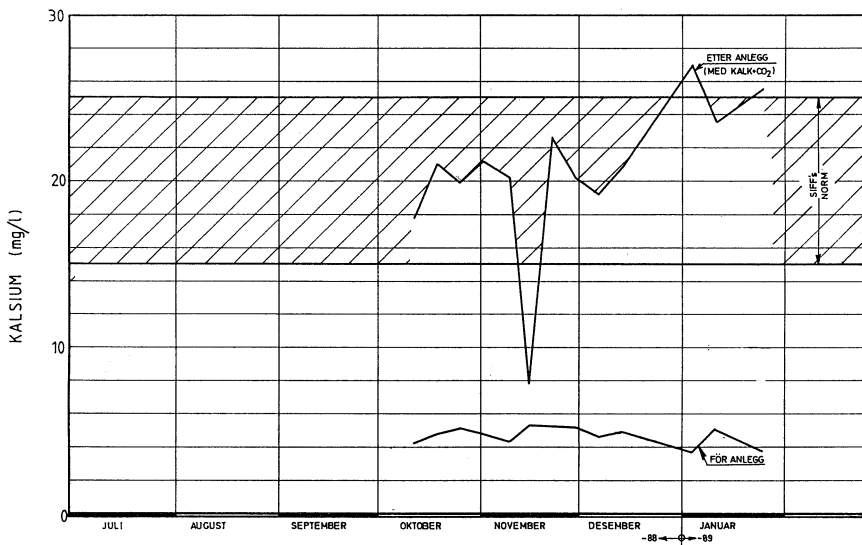
Figur 6. Utvikling av alkaliteten i forsøksperioden. SIFF's norm er angitt.

5.3 pH (Surhetsgrad)

Den gjennomsnittlige pH-verdi før behandling lå i måleperioden på ca. 5,8. Hos abonnent etter behandling lå pH-verdien i gjennomsnitt på ca. 7,5, jfr. forøvrig figur 5.

5.4 Alkalitet

Den gjennomsnittlige alkalitet før behandling lå i måleperioden på ca. 0,09 mmol/l. Hos abonnent etter behandling lå alkaliteten i gjennomsnitt på ca. 0,9, jfr. figur 6.



Figur 7. Utvikling av kalsiuminnhold i siste del av forsøksperioden. SIFF's norm er angitt.

5.5 Kalsium

Det gjennomsnittlige kalsiuminnhold før behandling lå i måleperioden på ca. 4,5 mg/l. Hos abonnent etter behandling lå kalsiuminnholdet i gjennomsnitt på ca. 22 mg/l, jfr. forøvrig figur 7.

5.6 Filtegenskaper

Selv om filteregenskapene til marmoren ikke var objektet for prosjektet, fant man fort at vannet inneholdt mye

humusstoffer og jern ved tilbakespyling av tankene. Det viste seg at marmoren fungerte godt også som filter for fjerning av humus ved ione-bytting hvilket var en interessant konstatering.

5.7 CO₂-dosering

CO₂-doseringen ble foretatt over «Rotameter» med fast stilling på doseringen. Dette fordi en ikke ville investere i doseringsutstyr på dette forsøksprosjektet der en doserer i forhold til

vannmengde. En periode ble det forsøkt å stenge av CO₂-tilgangen fra kl. 23.00 til 05.00, da en antok at det var minimal vannføring på dette tidspunktet. Det viste seg imidlertid, etter målinger, at det også var betydelige vannføringer om natten, og det ble pånytt dosert CO₂ hele tiden basert på en gjennomsnittlig vannmengde over døgnet.

5.8 Prosjektdata og forbruk

Rørledningstype:	Grått støpejern
Rørdimensjon:	150 m
Ledningslengde:	1041 meter
Antall husstander:	47
Antall personer (fast):	150
Elever og lærere v/Sevland skole:	164

Vannmengde

gjennom anlegget i prøveperioden:	27.072 m ³
Forbruk av marmor:	1.240 kg (46 mg/l)
Forbruk av CO ₂ :	530 kg (20 mg/l)

6. Resultatvurdering

6.1 Korrosjonskontroll

Prosjektet har lyktes med å bringe korrosjonsutviklingen under kontroll, hvilket fremgår av vannanalyser og visuell inspeksjon av ledningen.

6.2 pH (Surhetsgrad)

pH har vist en markant økning etter behandling. Den kunne vært noe høyere og i løpet av forsøksperioden har den vist en «dalende» tendens. Dette skyldes imidlertid at mengden fil-

termateriale var redusert og ble ikke etterfylt før måleperioden tok slutt. Det ble da fylt på ca. 900 kg og dette kan forklare den dalende tendensen.

pH burde vært høyere for at likevektsbetingelsene skal være helt oppfylt, den burde ligge et sted mellom 8—8,5. Dette kunne oppnås ved å redusere CO₂-mengden eller tilføre mere kalsium. Alternativt kan det ettertilsettes lut for å øke pH-verdien.

6.3 Alkalitet

Alkaliteten har holdt seg fint innenfor SIFF's generelle norm og anlegget har således vist at det kan gi vannet en riktig bufferevne.

6.4 Kalsium

Mengden utløst kalsium i vannet har i måleperioden holdt seg innenfor SIFF's generelle norm og dette må ses på som akseptabelt resultat.

7. Konklusjon

Det utførte forsøket med alkalisering av drikkevann ved hjelp av finknust marmor og CO₂ har vært vellykket.

Verdiene for alkalitet og kalsium må sies å være akseptable. pH-verdiene er noe lave og bør økes med 0,5—1,0 enheter på skalaen.

En videre nyttig erfaring som ble gjort var at anlegget synes å fungere godt med tanke på fjerning av humus, og dette vil det bli arbeidet videre med i Karmøy kommune.

En nærmere analyse av resultatene fra Maramyrprosjektet vil bli foretatt i en samlerapport fra NIVA.