

# Kjemisk behandling av sandfiltre

Av Arvid Flakstad, Hans Kristiansen og Kari Ormerod

Arvid Flakstad er ingeniør og ansatt som driftsingeniør ved VIV.

Hans Kristiansen er cand.real og ansatt som forsker ved NIVA.

Kari Ormerod er siv.ing. og ansatt som forsker ved NIVA.

Vestfold Interkommunale Vannverk (VIV) fikk problemer med sandfiltrene og forespurte Norsk institutt for vannforskning om mulige tiltak for å rense filtrene. Siden problemer med sandfiltre antas å ha generell interesse, er rensetil-takene redegjort for i denne artikkel.

VIV har Farris som vannkilde. Vann-inntaket ligger på 36 meters dyp. Vannet går med selvfall gjennom en 3,5 km lang råsprenget tunnel og videre stålrør (1,0 km) under Numedalslågen frem til vannverket. I vannverket filteres vannet gjennom sandfiltre før det alkaliseres og desinfiseres med klor.

Vannverket var nytt i 1968, og har gått problemfritt til de siste årene da man merket at returspylingen ble merkbart redusert etter hvert. Fra tidligere har man sett at et brunsort, kremaktig belegg har avsatt seg på vegger i tunnel og rør på råvannssiden. Belegget hadde nådd en tykkelse på 6—8 mm. Ved høye vannhastigheter løsnet belegget og ble fanget opp i sandfiltrene som av den grunn måtte spyles oftere.

Sandlaget i filtrene har en tykkelse på 1,3 m og en flate på 35 m<sup>2</sup>. Dysene på bunnen av sandfiltrene har spalteåpninger på 0,3 x 4 mm. Vannet passerer gjennom dysene til et rom under sandfiltrene. Disse vannrommene er på 25 m<sup>3</sup> for hvert sandfilter. Ved inspeksjon fant man på

veggene i noen av vannrommene det brunsorte belegget, mens veggene i andre rom var helt uten belegg. Det var heller ikke belegg på vegger i basseng eller rør etter kalk- og klorutsetningen.

## Utfelling av jern og mangan

Jern og mangan foreligger løst i oksygenfritt vann i toverdlig form. I nærvær av oksygen oksyderes jern umiddelbart til treverdlig og danner uløselige hydrok-syder som enten bunnfelles eller foreligger suspendert i vannet eventuelt sammen med organiske stoffer. For mangan er den toverdige formen kjemisk stabil i oksygenholdig vann ved lavere pH enn 8, men oksyderes langsomt til uløselige manganoksyder ved høyere pH-verdi. nær-vær av katalysator og også under med-virkning av manganoksyderende mikro-organismer, vesentlig bakterier, oksyderes mangan ved pH-verdier som er vanlig for naturlig vann. Utfelt manganoksyd virker som katalysator for utfellingen. I surt vann regner man ikke med at mangan lar seg oksydere uten medvirkning av bakterier.

Bakteriene fester seg på gjenstander og flater. De oppfanger og oksyderer mangan fra vannet som strømmer forbi. Manganbelegget har fra mørkebrun til svart farge og en konsistens som minner om skokrem. Siden det er bakterier som

forårsaker utfelling av mangan, dannes manganbelegg bare der manganoksyderende bakterier fester seg. Det gjør at man kan få en ujevn avsetning av mangan.

## Undersøkelse av belegg

### Kjemisk

For å finne årsaken til redusert tilbakespylling ble så meget sand fjernet i et av filtrere at noen dyser kunne demonteres. På innersiden av dysene og i spaltene var det avsatt belegg som hindret vanngjennomstrømningen. Det var ikke belegg på selve sandkornene, men slam avsatt i sanden hadde gitt den en brunere farge og en klebrig konsistens. Prøver for bestemmelse av forholdet mellom jern og mangan ( $[Fe] : [Mn]$ ) i belegg fra tunnel, dyser og sand ga som resultat:

Tunnel:	0,3
Dyser:	0,7
Sand:	9,8

Innholdet av jern og mangan i innsjøen er lavt. For jern har det ligget i området 0,04—0,06 mg Fe/l og formangan i området 0,01—0,01 mg Mn/l. Molforholdet for jern og mangan i vannet varierer mellom 2,0 og 3,0. Som det fremgår av tallene er belegg i tunnel og dyser anrikt på mangan, mens sanden er sterkt anrikt på jern.

### Bakteriologisk

Belegg fra tunnel og dyser, samt slam fra sanden ble undersøkt og bakterier av genus *Leptothrix* ble funnet. Det er stavformede bakterier med celler liggende på rad inne i en hylse. Utenpå hylsen er det en kapsel. Bakteriene oksyderer toverdig jern og mangan, som avsetter seg som uøselige hydrokssyder i kapselen.

Bakteriene vinner energi ved oksydasjonen og syntiserer organisk stoff av  $CO_2$ -innholdet i vannet. I slammet fra tunnelen dominerte *Leptothrix*-bakteriene. Slammet fra dysene viste flak av et kornet, brunt materiale iblandet noen *Leptothrix*-tråder. Det inneholdt også organisk stoff utfelt fra vannet sammen med andre bakterietyper. For bedre å kunne avgjøre om slam er dannet på grunn av biologisk vekst, fjernes fargen ved reduksjon av jern- og manganoksyder. Etter at dette var gjort for sandslammet, viste det seg at det gjenværende besto av ansamlinger av partikulært organisk stoff iblandet noen bakterier, deriblant korte tråder av *Leptothrix*. Slammet var derfor ikke produsert i sandfilteret som et resultat av bakterievekst.

Når forholdet mellom jern og mangan i belegg fra tunnel og dyser er forskjellig fra det tilsvarende forhold i vannet, skyldes det forskjellig oksydasjonstilstand for de to metallioner. Jernet oksyderes som nevnt av oppløst fritt oksygen i vannet og foreligger allerede i treverdig form, mens mangan ikke oksyderes av fritt oksygen og foreligger i toverdig form. Den *Leptothrix*-arten som foreligger kan oksydere både jern og mangan, men har altså bare hatt mangan tilgjengelig for oksydasjon. Jernet kan være tilført ved adsorpsjon og mest jern er adsorbent til belegget i dysene. Det høye jerninnholdet i slammet fra sanden skyldes at jernhydroksyd er anrikt i sanden på grunn av filtrering.

### Kjemisk behandling av filtersand

Når mikroorganismer får utvikle seg i sandfiltre danner det seg gelatinøse fnokker som adsorberer forurensninger fra vannet og kitter sandkornene sammen.

Det nedsetter filtreringsevnen og vanskeliggjør tilbakespylingen. Den gelatinøse masse kan fjernes ved å behandle sanden med kjemikalier. En løsning av natronlut har vært brukt. Den er særlig anbefalt for vannverk som renser vannet kjemisk ved aluminiumsulfatdosering. En 1—2%ig løsning er sterk nok til å løse og fjerne rester av aluminiumhydroksyd og organiske stoffer, men kan være uheldig for annet utstyr i anlegget. En annen metode er å fjerne organiske stoffer med en løsning av fritt klor. Forsøk med en løsning som inneholdt 500 ppm fritt klor viste seg å bryte ned de organiske stoffer effektivt. Uorganiske stoffer i sanden kunne deretter fjernes ved tilbakespyling.

Manganbelegg lot seg ikke fjerne ved spyling etter at belegget ble behandlet med en klorløsning. Utfelt mangan kunne bare fjernes etter reduksjon til toverdig. Aktuelle reduksjonsmidler er løsninger av natrium-ditionitt ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ ), natriumdisulfitt ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) og natriumhydrogensulfitt ( $\text{NaHSO}_3$ ). De er alle svakt sure i vandig løsning og oksyderes selv til sulfat under reaksjon med manganoksyd. Løsninger av alle tre saltene ble prøvet og løste mangan effektivt, og av disse ble en 3%ig løsning av natriumdisulfitt valgt til å rense filterdysene med. Etter at manganoksydet var redusert lot organiske stoffer seg fjerne med en klorløsning.

### **Praktisk utførelse**

#### *Reduksjon av manganbelegg*

2,4 tonn natriumdisulfitt ble kjøpt inn fra Tyskland. Dels for å få en så homogen løsning som mulig, og dels av helsemessige/tekniske årsaker fikk firmaet Thors Kjemiske Fabrikker A/S i oppdrag å levere natriumdisulfittløsningen. En 4% løsning ble levert fordi den passet

med tankbilstørrelsen. Ett filter ble behandlet ad gangen. På filteret var alle ventiler fjernet og blindlokk og tappeventiler påsatt. Dette ble gjort for å sikre fysisk sperre mellom filtrene og mot rentvannsmagasinet som var i daglig bruk. Som et ledd i vanlig vedlikehold ble ventilene samtidig overhaldt.

Tankbilen pumpet løsningen direkte inn i vannrommet, mens det samtidig ble tilsatt vann via vannmåler for å oppnå en 3%ig løsning. Det ble pumpet så mye løsning inn i sandfilteret at dyser og sandlag fullstendig ble dekket. Løsningen fikk stå i filteret ett døgn og ble deretter pumpet over i neste filter hvor den fikk stå i ett døgn.

Løsningen ble forsøksvis pumpet over i filter nr. 3, men hadde da ingen virkning. Løsningens virkning avtar etter hvert som sulfitt går over til sulfat. Reduksjon i virkningen kunne bedømmes visuelt. Mens ubrukt løsning ikke skummer, ble det observert at jo mer løsningen ble brukt desto mer skummet den når den ble tappet.

#### *Behandling av filtersand*

Etter manganreduksjonen ble vannrom og filterbunn med dyser grundig rengjort ved underspyling. Filtrene ble så fylt med rent vann til overkant av sandlaget. Deretter ble en løsning av kalsiumhypokloritt med 500 ppm fritt klor pumpet ut i filteret til en høyde av 55 cm over sandlaget. Vannstanden i filteret ble så senket langsomt til den sto jevnt med overkant av sandlaget. Klorløsningen fylte da hele sandfilteret.

Klorløsningen fikk stå i filtrene i ett døgn. I denne tiden reagerte fritt klor med de organiske stoffer i sanden og restklormengden avtok. Etter 24 timer

ble klorresten målt, og dersom det ble påvist fritt klor i vannet, ble filtersanden omhyggelig spylt. For de fleste filteres vedkommende lå klorresten mellom 10 og 14 mg pr. liter. I et av filterene ble det ikke påvist klorrest etter 24 timer, og for dette filteret ble klorbehandlingen gjentatt.

#### *Resultat av behandlingen*

Etter behandlingen ble sanden i et av filterene fjernet fra dysene for å kontrollere resultatet av sulfittbehandlingen. Dysene ble anslått til 90—95% rene. Sanden som tidligere var brunaktig og noe klebrig hadde fått tilbake sin naturlige grå farge og skled lett.