

# Tre-media direktefiltrering

Av Jens Arne Ohren

Jens Arne Ohren er sivilingeniør og ansatt i Samfunnsteknikk A.S.

## 1. Innledning

Kjemisk felling er en vannbehandlingsmetode som ofte er nødvendig for forurensede eller humusbelastede drikkevannskilder. I kilder med moderat forurensningsbelastning er direktefiltrering en aktuell behandlingsmetode. Vanligvis benyttes to-media direktefiltrering med sand og antrasitt. Flere behandlingsanlegg er bygget i Norge med basis i denne prosessen. Videre er omfattende forskning gjennomført både nasjonalt og internasjonalt med to-media direktefiltrering (7). Men to filterlag kan gi en noe dårligere slamakkumulering og hyppige filterspylinger, og liten netto vannproduksjon. Flere filterslag er derfor ønskelig for å bedre slamakkumuleringen i filteret, men problemer med blanding av mediene under tilbakespyling har i mange tilfeller ført til at bare to-medier benyttes.

I de senere år er kunstige filtermedier av plast utviklet av Samfunnsteknikk og VBB (1). Valg av filtermedium med ønsket størrelse og egenvekt er dermed mulig. Dette gjør bl.a. tre-media direktefiltrering aktuell. Slamakkumuleringen i filteret og driftstiden mellom hver tilbakespyling forbedres, uten at miksing av mediene inntreffer. Ved bruk av sand og antrasitt er derimot miksing av mediene et problem, som kan redusere filterets netto vannproduksjon etter en tids drift.

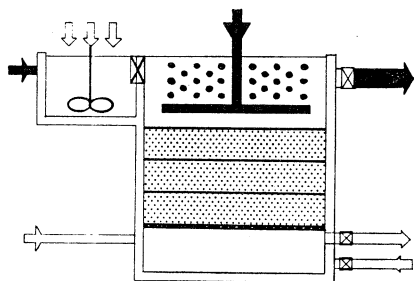
## 2. Beskrivelse av filteret

Figur 1 viser en prinsippskisse av filteret. Filteret er bygget opp etter nedstrømsprinsippet, med ett lag sand underst og to lag plastgranulat over. Flokkulering av vannet skjer ved innblåsing av luft i vannet over filtermediet. Overflatebelastningen er vanligvis mellom 8 og 10 m/h.

Før innløpet til filteret tilsettes aluminiumsulfat og hjelpekoagulant til råvannet, og deretter skjer flokkulering over filteret. Etter flokkuleringen passerer vannet nedstrøms gjennom filtermediet og trekkes av gjennom dyser i filterbunnen. Slammet i råvannet akkumuleres jevnt i filtermediets dybde. Denne akkumuleringen kan overvåkes ved måling av differansetrykket mellom hvert filtermedium. Styringen av slamlaglagringen i mediet kan skje ved endret flokkulering eller kjemikaliedosering. Tilbakespylingen av filteret skjer først med luft og deretter med vann i ca. 6 minutter.

## 3. Resultater med 3-mediafilteret

En rekke pilot forsøk er gjennomført med tre-mediafilteret i bl.a. Norge, Sverige og Australia. Videre er flere behandlingsanlegg bygget med basis i prosessen. Fra disse anleggene foreligger flere interessante resultater.



Figur 1:  
Prinsippskisse for 3-media filteret.

### 3.1 Resultater fra Vansjø Vannverk

Vansjø Vannverk benytter Vansjø som råvannskilde, som er betydelig forurenset.

I 1985 ble et nytt vannbehandlingsanlegg for kilden satt i drift, med følgende prosess:

- Mikrosiling.
- Karbonatisering med hydratkalk og karbondioksid.
- Koagulering med aluminiumsulfat og polymer.
- Flokkulering med luftinnblåsing over filterne.
- Tre-media filtrering.
- Aktiv kullfiltrering.
- Desinfeksjon med kloramin.
- pH-justering med hydratkalk.

3-media filteret består av 2 lag med plastgranulat og ett lag med sand underst. Hvert lag har høyde 60 cm. Hydratkalk og karbondioksid tilsettes før flokkulering for karbonatisering.

Flokkuleringen skjer ved tilsetning av luft til råvannet over filteret.

Fra oktober 1987 til oktober 1988 er følgende resultater fra driften av 3-mediafilteret oppnådd (6):

Parameter	Enhet	Råvann	Renvann	Renseeffekt	AWWA norm*
Turbiditet	FTU	10— 30	0.15—0.30	98—99%	<5
Farge	mg Pt/l	40—100	<5	88—95%	<40
Aluminium	µg Al/l	300—500	<100	66—80%	—
Jern	mg Fe/l	0.5— 1.5	0.04—0.06	92—96%	<0.3

Resultatene baseres på vannverkets egne analyser. Antall resultater er fra 10 til 100 stk for de ulike parametre.

Råvannet er av svært dårlig kvalitet med turbiditet opp mot 30 FTU, farge opp mot 100 mg Pt/l og jerninnhold på inntil 1.5 mg Fe/l. Råvannet overskrider dermed AWWA's norm for råvann velegnet for direktefiltrering. Likevel oppnås en filtratkvalitet som tilfredsstillende kvalitetskravene til fullrenset drikkevann.

Turbiditetsverdier i råvannet på opp til 30 FTU reduseres til under 0.15—0.3 FTU gjennom filteret. Reduksjonen tilsvarer renseeffekter på 98—99%.

Råvannets farge reduseres fra 40—100 mg Pt/l til under 5 mg Pt/l gjennom direktefilteret. Reduksjonen tilsvarer renseeffekter på mellom 88 og 95%.

Jerninnholdet er også høyt i råvannet og ligger vanligvis mellom 0.5 og 1.5 mg Fe/l, og reduseres til 0.04—0.06 mg/l i filtratet.

\*) American Water Works Association norm for råvann egnet for fullrensing.

På tross av det dårlige råvannet har direktefilteret driftstider på 15—30 timer. Videre har anlegget meget moderat forbruk av spylevann.

### 3.2 Humusfjerning — Karbonatisering

For et større norsk vannverk (5) er forsøk gjennomført med en kombinasjon av humusfjerning og karbonatisering.

Råvannet tilsettes karbondioksid,

hydratkalk, aluminiumsulfat og polymer før det gjennomgår flokkulering og tre-media direktefiltrering. Tre-media filteret består av sand underst og to lag med plastgranulat over, hvert lag med høyde 60 cm.

Forsøkene ble gjennomført i løpet av 3 dager i mars 1987 og med en vanntemperatur på ca. 3°C. Antall analyser var fra 5 til 20 stk for de ulike parametre.

Følgende resultater ble oppnådd:

Parameter	Enhet	Råvann	Direkte filtrert vann	Renseeffekt i prosent	AWWA norm
Turbiditet	FTU	0.3	0.04—0.3	0—85	<5
Farge	mg Pt/l	16—18	3—4	70—82	<40
TOC	mg/l	4.1	2.4—2.8	32—42	—
Aluminium	µg Al/l	65	25	62	0.3

Humusinnholdet er ikke særlig høyt i råvannet, men likevel oppnås betydelige reduksjoner for alle målte parametre. Bl.a. måltes turbiditetsverdier under 0.05 FTU i filtratet, som er ekstremt lavt og tilsvarer renseeffekter på hele 85%. Fargereduksjonen er også omkring 80%. Verdt å merke seg er også at aluminium reduseres fra 65 µg Al/l i råvannet, til 25 µg Al/l i filtratet. Denne reduksjonen skjer på tross av doseringer av aluminium på 50 µg Al/l fra

hydratkalk og ca. 1.5 mg Al/l fra aluminiumsulfat.

### 3.3 Pilotforsøk Traralgon, Australia (2)

Råvannet tilsettes først aluminiumsulfat og lut til pH6 og deretter polymer før det gjennomgår flokkulering. Vannet føres så gjennom tre-mediafilteret med plastgranulat øverst, og antrasitt i mellomlaget og sand underst.

Følgende resultater ble oppnådd fra pilotforsøket:

Parameter	Enhet for råvann og filtrat	Råvann	Direkte filtrert vann	Renseeffekt	SIFF 's krav for fullrenset vann
Farge	mg Pt/l	40—100	1—5	95—98	<5
Turbiditet	FTU	3—15	0.1—0.2	87—97	<0.3
COD	mg O/l	4—10	1—2		<3
Jern	mg Fe/l	0.3—1.4	0.06—0.15	80—90	0.1
Mangan	mg Mn/l	0.02—0.12	0.02—0.06	0—50	0.1
Aluminium	mg Al/l	0.2—0.3	0.02—0.04	87—90	0.1
Koliforme-bakterier	ant/100 ml	70—630	3—10	96—98	
E-coli	ant/100 ml	12—30	0	100	

Antall analyser var fra 10 til 50 stk for de ulike parametre.

Råvannet overskrider AWWA's norm for vann velegnet for direktefiltrering for farge, turbiditet, jern og mangan. Men likevel tilfredsstilles kravene for fullrenset drikkevann med god margin for alle relevante parametre (utenom en prøve av jern). Det oppnås 95—98% reduksjon i turbiditet samt 80—90% reduksjon i jerninnhold.

På tross av tilsetning av ca. 4 mg Al/l til råvannet oppnås ca. 90% reduksjon i aluminiumsinnholdet i forhold til råvannet. Videre reduseres antallet av E-coli og koliformebakterier med 96—100%.

En økning av filterhastigheten fra 6 til 10 m/h medfører en reduksjon i driftstiden for filtrene fra 30 til 14 timer.

#### 4. Konklusjon

Tre-media direktefiltrering med 2 ulike medier av plastgranulat øverst og sand underst har meget god slamakkumuleringsevne, og viser gode renseeffekter. Med dårlig råvann kan renseeffektene ligge opp mot 98—99% for turbiditet og kvalitetskravene til fullrenset drikkevann tilfredsstilles med god margin. Også høye fargetall og jerninnhold reduseres til tilfredsstillende nivå gjennom direktefilteret.

Filteret er lite arealkrevende og derfor kosteffektivt sammenlignet med andre metoder. Filteret er særlig godt egnet for dårlige råvannskilder.

## LITTERATUR

1. VBB: Ny vannbehandlingsprosess.
2. SWECO: Report on pilotplantinvestigation.
3. SIFF: Kvalitetsmormer for drikkevann. 1987.
4. AWWA: «The status of Direct Filtration. JAWWA 1980.
5. OHREN, J. A.: Pilotforsøk med karbonatisering, filtrering og direktefiltrering. VA-rapport nr. 11/87, NIVA 1987.
6. Vansjø Vannverk: Driftsresultater.
7. Eikebrokk, B.: Fjerning av humus ved direktefiltrering, brukerrapport nr. 55/86.