

Bruk av kitosan til fargefjerning ved Vestfold Interkommunale Vannverk (VIV)

Av Sverre Mollatt og Roar Finsrud.

Sverre Mollatt er vannverkssjef ansatt hos Vestfold Interkommunale Vannverk (VIV), Larvik
Roar Finsrud er Rådgivende ingeniør i Jofi AS, Fredrikstad

Sammendrag

VIV erfarer en rask økning av farge på råvannet fra hovedkilden Farris. Fargen har økt fra 5-20 mgPt/l på 25 år.

Dagens råvannskvalitet fra Farris-vannet er slik at VIV bare behøver en forsiktig reduksjon av farge for å kunne produsere et godt drikkevann i henhold til dagens forskrift.

I samråd med SINTEF/NTNU ble det foreslått bruk av den naturlige organiske polymeren kitosan som koaguleringsmiddel.

Det er utført tre diplomoppgaver og egen langtidskjøring for å teste ut kitosan spesielt i et pilotanlegg oppbygget identisk med Seierstad vannverk.

Det er vist at kitosan gir ønsket fargefjerning (50% reduksjon) ved en dose på 1 g/m³ og at slamproduksjonen utgjør mindre enn halvparten av tilsvarende for Al-baserte koagulanter. Felling med kitosan faller dyrere enn vanlige koaguleringsmidler.

Summary

VIV is experiencing a high increase in colour on the water quality in the Lake Farris. The colour has increased from

5 to 20 mgPt/l in approx. 25 years.

Local testing in co-operation with SINTEF/NTNU with the organic polymer chitosan has proven successful in reducing the colour with 50% with coagulant dose of 1 g/m³. The sludge production is less than half using Al-based coagulants. The process is expensive compared to traditional coagulation.

Innledning

VIV er et interkommunalt vannverk som leverer drikkevann til 10 kommuner i Vestfold med 125000 innbyggere. Råvannskilden er innsjøen Farris beliggende i Larvik og Siljan kommuner. Vannverkets kapasitet er 110 000 m³/døgn og anlegget er godkjent i henhold til drikkevannsforskriften. Anlegget har vært i drift siden 1968.

Dagens renseprosess består av karbonatisering med ulesket kalk og CO₂, filtrering gjennom hurtig sandfilter og desinfeksjon med klor og ammoniakk.

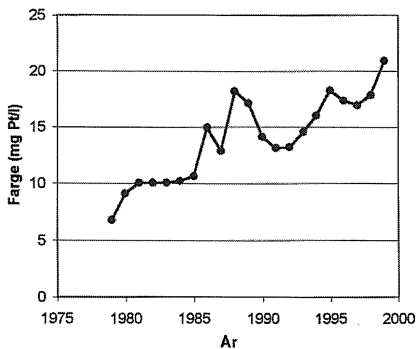
Råvannskilde

Farris er en stor innsjø på ca 23 km² med en gjennomstrømming på ca 1 000 000 m³/døgn. Vassdraget er

regulert til kraftforsyning med fire kraftverk oppstrøms og ett nedstrøms vanninntaket. Vannverket har liten innflytelse over hvordan vassdraget reguleres.

Treschow Fritzøe (TF) har alle grunneierrettigheter i vassdraget og kan regulere innsjøen innen en høydeforskjell på 3 meter. VIV kjøper vann fra TF for en ekvivalent kraftpris.

VIV har nøyte fulgt kvalitetsutviklingen i Farris siden 1960 årene og det vises til figur 1 som viser fargeutviklingen i innsjøen.



Figur 1. Fargeutvikling i Farris.

Som det fremgår så nærmer fargen seg norsk grense for godkjent drikkevann. Alle de øvrige parametre er godt innefor dagens krav.

VIV har nylig fått utarbeidet en rapport fra Aquateam v/ Lars Hem om fargeutviklingen i Farris. Det fremgår at menneskelig aktiviteter i vassdraget ikke er årsaken til den negative fargeutviklingen, men at klima og dårlige vintre kanskje har hovedansvaret for utviklingen.

Målsetting

VIV sin målsetting er å levere et godt drikkevann i henhold til drikkevannsforskriften og med verdier for karbonatisert vann på alkalitet 0.6mmol/l, kalsium 15 mg/l og pH rundt 8,0-8,5. Dagens råvannskvalitet fra Farris-vannet er slik at VIV bare behøver en forsiktig reduksjon av farge for å kunne produsere et godt drikkevann i henhold til dagens forskrift.

Strategi

VIV var, ut fra de rådende forhold, på jakt etter en prosess som kunne gi en ønsket reduksjon av farge. Vi var på jakt etter en forsiktig polering av vannkvaliteten, nemlig en beskjeden fargereduksjon fra f.eks. 20 til 10mg Pt/l.

I årsskiftet 1995/96 tok VIV med rådgiver Roar Finsrud kontakt med ekspertmiljøet på SINTEF og NTNU representert ved Bjørnar Eikebrokk, Stein Wold Østerhus og Hallvard Ødegaard.

Møtet endte opp i at man burde forsøke den naturlige organiske polymeren kitosan som koaguleringsmiddel. Denne var tidligere anvendt av SINTEF i laboratoriemålestokk med lovende resultat. Det ble samtidig inngått et samarbeide om diplomoppgaver som kunne utføres på VIV sitt pilotanlegg plassert på Seierstad vannverk.

Kitosan

Kitosan er et naturlig organisk kationisk polymer fremstilt fra kitin (alkalisk N-deacetylisering), som finnes i avfallsprodukter fra sjømatin-

dustrien (reke- og krabbeskall). Til vannrensing kan kitosan brukes som koagulant for negativt ladede partikler og kolloider (humus).

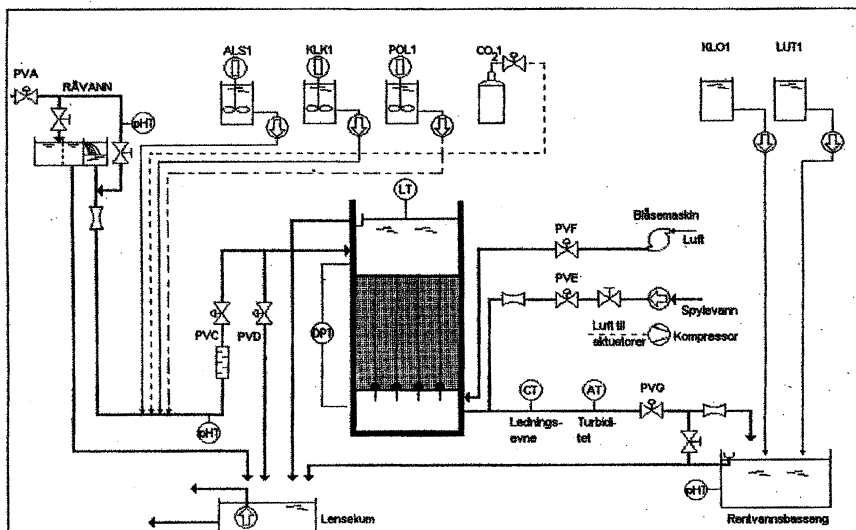
Til forskjell fra tradisjonelle Al- eller Fe-baserte koagulanter er kitosan biologisk nedbrytbar, og fremstår som uproblematisk i forhold til problemer med høyt restmetallinnhold i behandlet vann og krav om omfattende behandling og disponering av metallholdig slam. Dette innebærer at dersom kitosan brukes som eneste koagulant kan spylevann muligens føres direkte til resipient uten ytterligere behandling. Folkehelse har godkjent kitosan til bruk ved vannrensing såfremt doseringen ikke overstiger 1-2 g/m³. Konsentrasjonene av arsen og tungmetaller i produktet skal ikke overskride henholdsvis 1ppm og 5ppm.

Pilotanlegg

VIV har bygget opp et pilotanlegg med samme prosess som ved hovedanlegget på Seierstad vannverk (se prosesskisse i figur 2), men med tilsetning av koagulant i tillegg.

Pilotanlegget har doseringsutstyr for mikronisert marmor, koagulanter, CO₂ og polymer. En statisk mikser sørger for god innblanding av kjemikaliene.

Filterbeholderen som vises i figur 3 er av stål med diameter 1m og høyde 3,5 m. Det er installert et 10 cm bredt vertikalt glassfelt for inspeksjon. Filteret tilbakespyles automatisk med luft og vann, basert på innstilte parametre (tid, trykktap, turbiditet). Pilotanlegget styres av et skjermbasert styresystem. Parametre som mengder, trykk, pH, turbiditet og konduktivitet måles on-line.

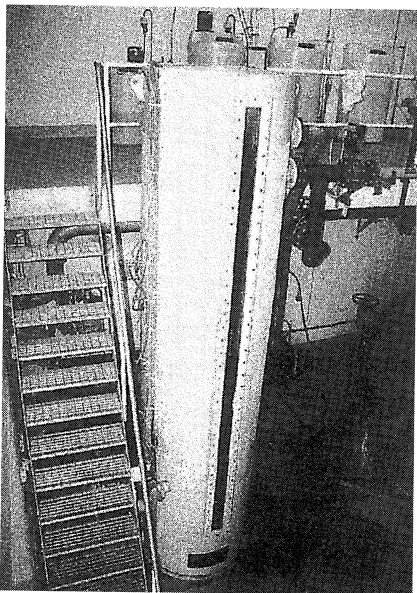


Figur 2. Prosesskisse av pilotanlegget.

Diplomoppgaver.

Følgende har utført diplomoppgaver på VIV sitt pilotanlegg:

Espen Willassen	-1996
Jan Morten Jansen	-1997
Mary Elizabeth Herje	-1998/99



Figur 3. Filterbeholder.

Det ble gjennomført forsøk med følgende filtermedier:

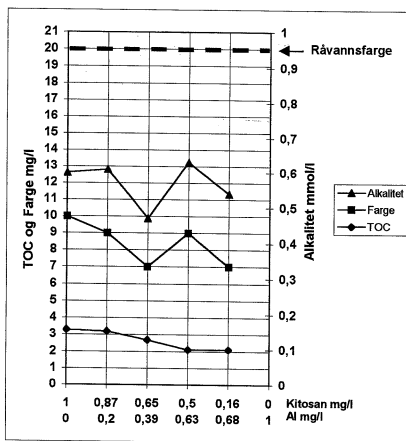
- Sand og antrasitt.
- Sand (som i hovedanlegget.)
- Marmorgrus.

Foruten bruk av kitosan ble det også utført forsøk med Al-baserte koagulanter (ALS og PAX 14).

Bruk av kitosan og felling i marmorgrus ga varierende, og tildels dårlig fargereduksjon. Forøvrig ga alle andre kombinasjoner som ble testet tilfredsstillende resultat.

VANN-3-2000

Resultatene fra diplomene til Espen Willassen og Jan Morten Jansen ble benyttet som grunnlag for de forsøkene som inngikk i prøverensingen som ble utført av Mary Elizabeth Herje. Hensikten med hennes forsøk var blant annet å prøve kombinasjonen av kitosan og Al-koagulanter, sammen med mikronisert marmor og CO₂. Forsøket ble utført med sand i filteret (samme korngradering som i hovedanlegget, 1 – 2 mm). Resultatet vises i figur 4.



Figur 4. Resultater fra kombinasjonen av Al-koagulanter og kitosan med mikronisert marmor og CO₂

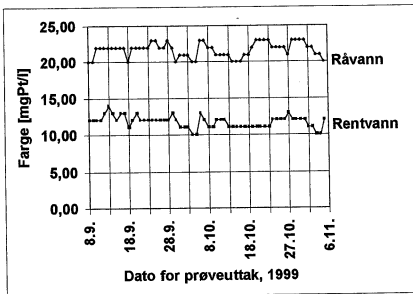
Egen langtidskjøring

Diplomoppgavene viste at det var mulig å oppnå tilfredsstillende rentvannskvalitet ved bruk av kitosan som eneste fellingskemikalie. For å få bekreftet resultatene ble det gjennomført supplerende prøverensning i perioden 08.09.99 – 05.11.99 (utført av Roger Fredriksen). Sanden i filteret var den samme som i hovedanlegget (1 – 2 mm kvartssand i 1,2 meter

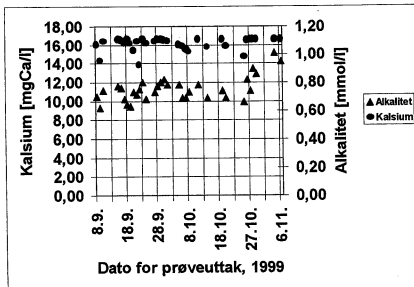
høyde). Kitosandosen var 1,0 g/m³, mens tilsetning av mikronisert marmor og CO₂ ble tilpasset ønskede verdier for kalsium og alkalitet.

Det ble lagt stor vekt på eksakt dosering ved kontrollmåling/veiging av forbruket hvert døgn. Filtreringshastigheten var ca 10 m/h i hele forsøksperioden.

Resultatene vises grafisk i figur 5 og 6.



Figur 5. Farge for rå- og rentvann.



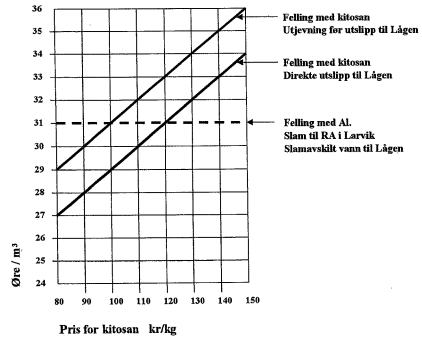
Figur 6. Kalsium og alkalitet for rentvann.

Kostnader

Figur 7 viser beregnede kostnader i øre/m³ for kjemikalier og slambehandling, i forhold til prisen for kitosan.

Grunnlag for beregning av kostnadene:

- Kapitalkostnad med annuitet 9,44 % (7 % rente, 20 års avskrivning).
- Utjevningssvolum for spylevann: Koagulering med kitosan 1000 m³. Koagulering med Al-baserte kjemikalier 2000 m³.



Figur 7. Kostnader i øre /m³ i forhold til pris for kitosan.

Slamproduksjonen er:

- Bruk av Al-koagulanter ca 10 gSS/m³.
- Bruk av kitosan ca 4 gSS/m³.

Ved bruk av kitosan antas at spylevann kan ledes direkte til Lågen. Hvis det koaguleres med aluminium forutsettes slamavskilling for spylevannet, og at slam føres til kloakkrensaneanlegg i Larvik.

Konklusjoner - videreføring

- Det er vist at kitosan gir ønsket fargefjerning ved Seierstad vannverk, og at slamproduksjonen (SS)

utgjør mindre enn halvparten av det man vil få med Al-baserte koagulanter.

- Kitosan gir noe høyere verdier for fargetall, og spesielt TOC, sammenlignet med metallkoagulanter.
- Kitosan er vesentlig dyrere enn metallkoagulanter.
- Dersom utslipp av kitosanslam direkte til Lågen tillates, er kitosan økonomisk konkurransedyktig med tradisjonell Al-koagulering og -slambehandling for en kitosanpris lavere enn 120 kr/kg.
- Dersom utjevning kreves, må prisen være lavere enn 100 kr/kg.
- VIV vil avholde en "intern" ide-dugnad for å avklare behovet for ytterligere belysning/utredning av andre problemstillinger, samt samråd med lokale og sentrale myndigheter

Referanser til artikkel om kitosan

Eikebrokk, B. and Saltnes, T. *NOM removal from drinking water by chitosan coagulation and filtration through light-weight expanded clay aggregate filters*. Paper presented at the conference Innovations in Conventional and Advanced Water Treatment Processes, Amsterdam, 26-29 September, 2000

Eikebrokk, B. *Effects of coagulant type and coagulation conditions on NOM removal from drinking water*. Paper presented at the 9th Gothenburg Symposium, Istanbul, Turkey, 2-4 Oktober 2000

Eikebrokk, B.: *Pilot scale testing of Filtralite as an alternative to anthracite in dual media filters treating*

coagulated humic waters. SINTEF-Report No. STF22 F00311, 2000 (Restricted)

Eikebrokk, B. *Coagulation-direct filtration of soft, low alkalinity humic waters*. Water Science & Technology, Vol 40, No 9, pp 55-62, 1999

Eikebrokk, B. *Optimalisering og videreutvikling av koagulering/direktefiltrering* Proc. Drikkevannsforskning 2000, Kursdagene NTNU, Jan. 2000

Eikebrokk, B. *Vannbehandling*, Foredrag på Vannforsyningskonferansen -99, Ålesund, april 1999

Eikebrokk, B. *Optimalisering av driften av direktefiltreringsanlegg*, Foredrag på Kommunalteknikk 1999, Seminar 3 Vann og avløp – Rammvilkår, organisering og kompetanseutvikling, Sjølyst, mai 1999

Eikebrokk, B.: *Kitosan som alternativ til metallbaserte koagulanter for drikkevannsbehandling*. Foredrag på møte i Norsk Vannforening: «Kjemikaliebruk i VA-bransjen», Folkehelse Oslo, 8 desember 1998

Diplomoppgaver:

Willassen, E.: *Vannbehandling ved Vestfold Interkommunale Vannverk*. Hovedoppgave D1-1996-27, Inst. for Vassbygging NTNU, 1996

Jansen, J.M.: *Forsøk med direktefiltrering basert på kitosantilsetning ved Vestfold Interkommunale Vannverk*. Hovedoppgave D1-1997-36, Inst. for Vassbygging NTNU, 1997

Herje, Mary E.: *Direktefiltrering ved Vestfold Interkommunale Vannverk. Optimaliseringsforsøk med bruk av kitosan*. Hovedoppgave D1-1999-2, Inst. for Vassbygging NTNU, 1999