

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN

O - 74/65

TREDJE FORELØPIGE RAPPORT OM VANNRENSING

Jarlsberg Mineralvann A/S

Saksbehandler: Ingeniør Lasse Berglind

Rapporten avsluttet: September 1970

INNHOLDSFORTEGNELSE:

| | Side: |
|--|-------|
| 1. INNLEDNING | 3 |
| 2. UNDERSØKELSE AV MINIMUMSDOSEN AV ALUMINIUMSULFAT (ALUM) VED TILSATS AV HJELPEKOAGULANT | 3 |
| 3. UNDERSØKELSE AV FNOKKENES SEDIMENTERINGSEGENSKAPER VED ULIKE DOSER AV HJELPEKOAGULANT | 4 |
| 4. INNHOLDET AV RESTALUMINIUM I RENSET VANN VED ULIKE DOSER AV BENTONITT | 5 |
| 5. DISKUSJON | 11 |
| 6. KONKLUSJON | 11 |

TABELLFORTEGNELSE:

| | |
|---|----|
| 1. Minste nødvendige dose av alum, 21/5 1970 | 4 |
| 2. Undersøkelse av fnokkenes sedimenteringsegenskaper, 25/5 1970 | 5 |
| 3. Effekten av bentonitt, 28/5 1970 | 6 |
| 4. Forsøk i renseanlegget, 29/5 og 30/5 1970 | 7 |
| 5. Totalinnhold av aluminium i felnings- og sedimenteringstank, 29/5 1970 | 9 |
| 6. Felningsforsøk uten hjelpekoagulant og bentonitt, 1/6, 9/6 og 10/6 1970 | 10 |

1. INNLEDNING

Denne rapport omhandler felningsforsøk og undersøkelser som er gjort i tidsrommet 21/5 - 10/6 1970 i forbindelse med vannrenseanlegget ved Jarlsberg Mineralvann A/S. Forsøkene som er beskrevet i denne rapport, er en fortsettelse av de innledende forsøk som er foretatt med hjelpekoagulanter, og som er omtalt i våre brev av 23/4 1970 og 15/5 1970,

Renseanlegget ved Jarlsberg Mineralvann A/S leverer ikke vann med tilfredsstillende kvalitet med kjemisk felning. Årsaken er at aluminiumsholdige fnokker i vann fra sedimenteringstank blir knust i pumpen mellom sedimenteringstanken og sandfilteret. Aluminiumhydroksyd passerer da filterne i kolloidal form og agglomererer siden til større, synlige fnokker i selters og soda. Fnokk-knusingen kunne antakelig unngås ved å suge vannet igjennom filterne; men etter det som er opplyst, er dette komplisert, og en ombygging av anlegget vil antakelig bli omfattende og kostbar. Det er derfor undersøkt om bruk av hjelpekoagulanter kan bedre fnokkenes sedimenteringsegenskaper slik at konsentrasjonen av aluminiumhydroksyd kan reduseres i vann som går til filtrering. Denne rapport omhandler videregående felningsforsøk som er foretatt i vårt laboratorium for å finne optimale felningsbetingelser ved dosering av hjelpekoagulant og praktiske forsøk i anlegget. Dessuten redegjøres for noen undersøkelser som er foretatt i forbindelse med sedimenteringstanken.

2. UNDERSØKELSE AV MINIMUMSDOSEN AV ALUMINIUMSULFAT (ALUM) VED TILSATS AV HJELPEKOAGULANT

Det er rimelig å anta at man i noen grad kan minske aluminiumsinnholdet i rensert vann ved å redusere alumdosen. Følgende forsøksserie er foretatt for å finne minste nødvendige dose av alum. Forsøkene er gjort i vår laboratorieflokkulator (Jar-Test) med kloret vann fra Jarlsberg Mineralvann A/S, hentet 16/4 1970.

Tabell 1. Minste nødvendige dose av alum, 21/5 1970.

| Forsøk nr. | Alum mg/1 | Vannfri Na ₂ CO ₃ mg/1 | Hjelpekoag. Wisprofloc 20 mg/1 | Bentonnitt mg/1 | pH | Temp °C | Målt på filtrert vann | | | Dannelse-tid f. før -ste synl. fnokker i min. | Fnokk-størr. i mm |
|-----------------------|-----------|--|--------------------------------|-----------------|-----|---------|-----------------------|-------------------|--------------------------------|---|-------------------|
| | | | | | | | Farge mg Pt/1 | Turbiditet J.T.U. | Kons.av restalu-minium mg Al/1 | | |
| 1 ^{x)} | 5 | xx) | 1 | 15 | 6,5 | ca. 14 | | | | | |
| 2 ^{x)} | 10 | 0 | 1 | 15 | 6,5 | 14 | | | | | |
| 3 | 15 | 3,5 | 1 | 15 | 6,5 | 14 | 2 | 0,03 | 0,04 | Etter ca 2 min omrøring | ca. 2 |
| 4 | 20 | 7,0 | 1 | 15 | 6,6 | 14 | Ikke påvist | 0,01 | 0,02 | "- | ca. 3 |
| 5 | 30 | 12,0 | 1 | 15 | 6,6 | 14 | 2 | 0,01 | 0,03 | "- | ca. 3 |
| Kloret vann 16/4 1970 | | | | | | | 4 | 0,02 | | | |

x) Forsøk 1 og 2 gav ingen synlige fnokker p.g.a. for lav alum-dose.

xx) pH regulert ved tilsats av 0,35 ml 0,1 -n HCl.

Resultatene av forsøkene viser at med hensyn til renseeffekt og restkonsentrasjon av aluminium bør alumdosen ikke gå under 20 ppm. Eventuelle endringer i råvannets kvalitet kan imidlertid gjøre det nødvendig å øke denne dose.

3. UNDERSØKELSE AV FNOKKENES SEDIMENTERINGSEGENSKAPER VED ULIKE DOSER AV HJELPEKOAGULANT

I følgende forsøksserie er det benyttet ulike doser av hjelpekoagulant Wisprofloc 20. Maksimal dose har vært 5 ppm. Dette er den høyeste dose som er tillatt av denne type i norske vannverk.

Tabell 2. Undersøkelse av fnokkenes sedimenteringsegenskaper, 25/5 1970.

| Forsøk nr. | Alum mg/l | Vannfri Na ₂ CO ₃ mg/l | Hjelpekoag. Wisprofloc 20 mg/l | Bentonitt mg/l | pH | Temp °C | Filtrert vann | Dannelse- tid f. første synl. fnokker i min. | Rangering etter sedimenteringsegenskaper | Fnokk-størr. i mm |
|------------|-----------|--|--------------------------------|----------------|-----|---------|-------------------------|--|--|-------------------|
| | | | | | | | Restalu- minium mg Al/l | | | |
| 1 | 20 | 7 | 0 | 15 | 6,7 | 15 | 0,04 | Etter ca. 2 min omrøring | 4 | ca. 3 |
| 2 | 20 | 7 | 1 | 15 | 6,7 | 15 | 0,03 | "- | 3 | ca. 3 |
| 3 | 20 | 7 | 2,5 | 15 | 6,7 | 15 | 0,04 | "- | 2 | ca. 3-5 |
| 4 | 20 | 7 | 5,0 | 15 | 6,7 | 15 | 0,08 | "- | 1 | 5-7 |

Økende dose av Wisprofloc 20 gav tydelig fnokkene bedre sedimenterings-egenskaper. Ved optimal dosering av hjelpekoagulant bør man derfor kunne avskille mer av hydroksydfnokkene i sedimenteringstanken slik at en mindre mengde utfelt aluminium ledes til filterpumpen. Av årsaker som ikke er helt klarlagt, øker imidlertid restkonsentrasjonen av aluminium noe i filtrert vann ved høy dose av hjelpekoagulant. Bestemmelse av optimal dose av hjelpekoagulant kan derfor bare skje ved forsøk i renseanlegget.

4. INNHOLDET AV RESTALUMINIUM I RENSET VANN VED ULIKE DOSER AV BENTONITT

Enkelte produsenter av hjelpekoagulanter hevder at bentonitt kan tilsettes sammen med alum og hjelpekoagulant. Videre hevdes at bentonitt gir lav turbiditet på sedimentert vann, med andre ord lavt aluminiumsinnhold, som ville være en fordel i det foreliggende tilfelle slik som anlegget er utformet. Følgende forsøksserie er derfor foretatt for å undersøke effekten av bentonitt.

Tabell 3. Effekten av bentonitt, 28/5 1970.

| For- søk nr. | Alum mg/l | Vannfri Na ₂ CO ₃ mg/l | Hjelpekoag. Wispro- floc 20 mg/l | Bento- -nitt mg/l | pH | Temp °C | Farge mg Pt/l | Turbi- ditet J.T.U. | Filtrert vann | | Dann.tid f.første synlige fnokker i min. | Fnokk- stør. i mm |
|-------------------------------|--------------|--|---|-------------------------|-----|------------|------------------|---------------------------|--------------------------|--------|--|-------------------------|
| | | | | | | | | | Restaluminium mg Al/l | Filtr. | | |
| 1 | 20 | 5 | 1 | 0 | 6,6 | 12 | | | 0,03 | 0,20 | Etter 8 min flokk. | ca. 4 |
| 2 | 20 | 5 | 1 | 5 | 6,6 | 12 | | | 0,03 | 0,16 | Etter 2 min innbl. | ca. 4 |
| 3 | 20 | 5 | 1 | 15 | 6,7 | 12 | 2 | 0,00 | 0,03 | 0,09 | -"- | ca. 3 |
| 4 | 20 | 5 | 1 | 30 | 6,6 | 12 | 3 | 0,01 | 0,02 | 0,06 | -"- | ca. 2-3 |
| Kloret vann hentet 26/5-70 | | | | | | | 11 | 0,15 | | | | |

Som det fremgår av tabellen, gir tilsats av bentonitt en reduksjon av aluminiumsinnholdet i ufiltrert, sedimentert vann. Dosering av 15 ppm bentonitt reduserer aluminiumsinnholdet i ufiltrert vann med 55%, mens 30 ppm gir en reduksjon på ca. 72%. Disse forsøkene synes å tyde på at bentonitt med fordel kan tilsettes for å minske aluminiumsinnholdet i vannet som pumpes til filtrering. Det bør imidlertid nevnes at tilsats av større mengder bentonitt (f.eks. 30 ppm) kan medføre at filterne tettes hurtigere enn ved bruk av aluminiumsulfat alene.

På grunnlag av de laboratorieforsøk som her er blitt beskrevet, ble det 29/5, 30/5, 1/6, 9/6 og 10/6 1970 foretatt forsøk i renseanlegget ved Jarlsberg Mineralvann A/S. Ved forsøkene 29/5 og 30/5 ble følgende kjemikaliedosering benyttet:

20 ppm alum

30 " bentonitt

1 " Wisprofloc 20

Natriumhypokloritt etter bedriftens spesifisering

Soda ble ikke tilsatt.

(Samme dosering som ved laboratorieforsøk nr. 4 28/5 1970.)

Etter forslag i vårt brev av 15/5 1970 ble det ved forsøkene påmontert ekstra armer på røreverkets aksel for å forbedre omrøringen i reaksjonsbeholderen. Dette systemet besto av to stk. to-armede padleverk med høyde 75 cm og diameter 70 cm plassert i henholdsvis øvre og nedre del av tanken. Med 6 omdreininger/min. på akselen gir dette en periferie-hastighet på 0,22 m/sek. Dette system gav forbedret omrøring i flokkuleringstanken sammenliknet med røreverket som ble benyttet ved forsøket den 8/5 1970.

Renseanlegget ble kjørt diskontinuerlig med innløpsvannføring på 22 m³/t. og utløpsvannføring på ca. 17 m³/t.

Følgende tabell viser resultatene av forsøkene foretatt 29/5 og 30/5 1970.

Tabell 4. Forsøk i renseanlegget, 29/5 og 30/5 1970.

| Dato 1970 | Kl. | pH | | Renset vann | | | | Anmerkn. |
|-----------|------------|-----------------|-----------------------|-------------|---------------|--------------------|------------------------|---|
| | | Reak-sjons tank | Sedi-menterings -tank | pH | Farge mg Pt/l | Turbi-ditet J.T.U. | Rest-aluminium mg Al/l | |
| 29/5 | Start 1615 | | | | | | | Temp.råvann: 7,0 °C Temp.feln.tank: 7,7 °C |
| | 1645 | 7,2 | | | | | | |
| | 1825 | 6,4 | 7,7 | | | | | |
| | 1900 | | | 6,9 | 11 | 0,33 | 0,35 | |
| | 1920 | 6,4 | 7,1 | | | | | |
| | 2000 | 6,5 | 6,8 | 7,0 | 6 | 0,14 | 0,22 | |
| | Slutt 2100 | | | 7,0 | 1 | 0,08 | 0,12 | |
| 30/5 | Start 1130 | 6,5 | | | | | | Temp.råvann: 7,5 °C Temp.reak.tank: 8,0 °C |
| | 1230 | | | 6,9 | 4 | 0,01 | 0,1 | |
| | 1330 | 6,6 | | 6,9 | 2 | 0,01 | 0,1 | |
| | 1430 | 6,6 | | 6,9 | 4 | 0,02 | 0,06 | |
| | 1530 | | | 7,0 | 3 | 0,01 | 0,06 | |
| | 1630 | | | 7,0 | 4 | 0,01 | 0,06 | |
| | Slutt 1730 | | | 7,1 | 2 | 0,00 | 0,06 | |

| | pH | Farge mg Pt/l | Turbiditet J.T.U. | Aluminium mg Al/l |
|----------------|-----|---------------|-------------------|-------------------|
| Råvann 29/5-70 | 6,5 | 19 | 0,50 | 0,05 |

Som det fremgår av tabellen, leverte anlegget den 30/5 vann med tilfredsstillende lave verdier for farge, turbiditet og restaluminium. Renvannskvaliteten den 29/5 var imidlertid ikke tilfredsstillende. Aluminiumskonsentrasjonen var under nesten hele forsøket over 0,2 ppm, og renvannet kunne neppe vært brukt til fremstilling av soda og selters uten fare for etterutfelning av aluminiumhydroksyd.

For om mulig å klarlegge årsaken til disse svingningene i renvannets kvalitet ble det under forsøkene den 29/5 undersøkt om sedimenteringsenheten i renseanlegget fungerer normalt. I renseanlegget ledes vannet fra toppen av reaksjonsbeholderen over i sedimenteringstanken gjennom en 3 m lang åpen renne. Vannstanden i sedimenteringstanken er ca. 20 cm lavere enn i reaksjonstanken, og vannet får da en hastighet i rennen som er funnet å være ca. 1,5 m/sek. Dette er en hastighet som langt overstiger det som kan tolereres ved transport av fnokk-holdig vann. På det sted hvor rennen munner ut i sedimenteringstanken, oppstår et hydraulisk sprang hvor turbulensen er så kraftig at fnokkene blir knust. Prøver som er tatt ut på toppen av reaksjonstanken og i sedimenteringstanken, viser at fnokkstørrelsen ved dette reduseres fra ca. 1,5 mm til ca. 0,3 mm. Dette er uheldig, da små fnokker ofte sedimenterer dårligere enn større. Med andre ord kan dette bety at sedimenteringstankens evne til å fjerne fnokker ikke utnyttes optimalt.

For å undersøke hvor meget aluminiumhydroksyd sedimenteringstanken fjerner, ble det den 29/5-70 uttatt prøver i reaksjons- og sedimenteringstank. Resultatene er gjengitt i følgende tabell.

Tabell 5. Totalinnhold av aluminium i felnings- og sedimenteringstank, 29/5 1970.

| Totalinnhold av aluminium i mg Al/l analysert på ufiltreerte prøver | | | | |
|---|-------------------|--|--|-------------|
| Kl. | Topp felningstank | Overflate sedimenteringstank nær uttak | Differanse. Sedimentert utfelt aluminium | Reduksjon % |
| 1900 | 1,53 | 0,65 | | |
| 2000 | 1,33 | 0,57 | | |
| 2100 | 1,42 | 0,65 | | |
| Snitt | 1,43 | 0,62 | 0,81 | 56,6 |

Teoretisk oppholdstid under sedimenteringsfasen ca. 100 minutter.

| Jar-Test 28/5-70 | Mg Al/l i begerglassets overflatesjikt ved felningsslutt | Mg Al/l i begerglassets overflatesjikt ved sedimenteringsperiodens slutt | Sedimentert utfelt aluminium |
|------------------|--|--|------------------------------|
| Forsøk 4 | 1,71 | 0,06 | 1,65 |

Reduksjon 96,5%. Teor. opph.tid u/sedimenteringsfasen 60 minutter.

Forsøket viser at ca. 56% av utfelt aluminium holdes tilbake i sedimenteringstanken, mens det ved tilsvarende forsøk i laboratorieflokkulatoren fjernes ca. 96% selv med kortere sedimenteringstid. Tallene er antakelig ikke helt sammenliknbare, da de hydrauliske forhold i sedimenteringstanken ikke er så ideelle som i de begerglass som brukes i laboratorieflokkulatoren. Tallene tyder imidlertid på at sedimenteringstankens kapasitet ikke utnyttes maksimalt, og den vesentligste årsak til dette antas å være den forannevnte fnokk-knusing.

Sedimenteringstankens uttak har en noe unormal plassering. Ifølge tegningen for renseanlegget ligger uttakstraktens kant ca. 0,4 m under overflaten, mens tankens dyp er 2,9 m. Dette er en uheldig plassering for uttaket i en sedimenteringstank ettersom fnokkmengden i vannet øker nedover i tanken. En betingelse for at sedimenteringstanken kan utnyttes maksimalt, er at uttaket befinner seg så nær overflaten som mulig.

Den 1/6, 9/6 og 10/6 1970 ble det foretatt nye felningsforsøk i renseanlegget, men dosering av hjelpekoagulant og bentonitt ble nå sløffet. Alumdosen var 20 mg/l. Sodatilsats er ikke benyttet. Forsøkene ble utført av driftspersonalet ved Jerlsberg Mineralvann A/S. Resultat:

Tabell 6. Felningsforsøk uten hjelpekoagulant og bentonitt.

| Dato | Kl. | Renset vann | | | |
|---------------|---------------|-------------|------------------|----------------------|--------------------------|
| | | pH | Farge mg Pt/l | Turbiditet J.T.U. | Restaluminium mg Al/l |
| 1/6 | Start 0630 | | | | |
| | 1100 | 6,6 | ikke påvist | 0,01 | 0,04 |
| | 1200 | 6,6 | "- | 0,01 | 0,04 |
| | 1500 | 6,5 | "- | 0,01 | 0,05 |
| 9/6 | 1300 | 7,0 | 7 | 0,01 | 0,20 |
| | 1400 | 6,9 | 7 | 0,02 | 0,28 |
| | 1500 | 7,0 | 5 | 0,03 | 0,32 |
| | 1600 | 7,0 | 4 | 0,02 | 0,27 |
| 10/6 | 0730 | 7,0 | 4 | 0,02 | 0,07 |
| | 0900 | 7,0 | 4 | 0,01 | 0,10 |
| | 1030 | 7,1 | 2 | 0,01 | 0,07 |
| | 1130 | 7,0 | 2 | 0,00 | 0,07 |
| | 1230 | 7,1 | 2 | 0,00 | 0,09 |
| Råvann 2/6 | 1200 | 6,5 | 19 | 0,50 | 0,06 |

Ved forsøkene 1/6 og 10/6 var resultatene tilfredsstillende, og verdiene for farge, turbiditet og restaluminium var lave.

Ved forsøket 9/6 var farge- og turbiditetsverdiene gjennomgående høyere enn ved forsøkene 1/6 og 10/6. Konsentrasjonen av restaluminium var så høy at etterutfelning av aluminiumhydroksyd antakelig ville ha funnet sted om det rensede vann hadde vært benyttet til fremstilling av soda og selters.

5. DISKUSJON

Ved felningsforsøkene som ble foretatt i renseanlegget ved Jarlsberg Mineralvann A/S den 29/5, 30/5, 1/6, 9/6 og 10/6 1970 var alumdosene 20 mg/l. Ved forsøkene 29/5 og 30/5 1970 ble det tilsatt hjelpekoagulant og bentonitt. For å skape en bedre omrøring i reaksjonstanken ble det påmontert ekstra rørearmer på drivakselen.

Felningsforsøkene som er foretatt på vårt laboratorium synes å indikere at tilsatt av hjelpekoagulant og bentonitt i anlegget bør kunne minske aluminiumsinnholdet i rensset vann. Resultatene av laboratorieforsøkene er imidlertid bare delvis bekreftet ved forsøk i selve anlegget. Således var resultatene 30/5, 1/6 og 10/6 1970 gunstige, mens resultatene 29/5 og 9/6 1970 var relativt ugunstige. Det kan være flere årsaker til dette. Spesielt vil vi fremheve muligheten for at fnokk-knusingen mellom reaksjons- og sedimenteringstank kan medvirke til å eliminere virkningen av hjelpekoagulant. Det kan også nevnes at virkningen av hjelpekoagulant kan være avhengig av hvor i anlegget doseringen foregår. Under de anleggsforsøk som her er beskrevet, har hjelpekoagulant vært tilsatt før reaksjonstanken. Andre aktuelle doseringspunkter kan være i reaksjonstanken og mellom reaksjonstank og sedimenteringstank. Den dype plasseringen av sedimenteringstankens uttak bidrar antakelig også til å eliminere fordelene med hjelpekoagulant.

6. KONKLUSJON

Resultatene av felningsforsøkene synes å vise at lavere alumdose og forbedret omrøring i reaksjonstanken gir lavere innhold av restaluminium i rensset vann enn tidligere. Imidlertid har aluminiumskonsentrasjonen ved forsøkene den 29/5 og 9/6 likevel vært høy nok til at etterutfelning av aluminiumhydroksyd kan forekomme. Dosering av hjelpekoagulant og bentonitt har tilsynelatende bare hatt effekt i enkelte forsøksserier, mens det ikke er påvist noen effekt i andre forsøksserier. Årsaken til dette antas å være at utløp fra sedimenteringstanken er plassert for høyt samtidig som overføringskanalen gir for stor vannhastighet.

Vi vil foreslå følgende tiltak for om mulig å redusere aluminiumsinnholdet ytterligere i rensset vann:

1. Vannhastigheten i rennen mellom reaksjons- og sedimenteringstank må nedsettes betydelig slik at fnokk-knusing unngås. Dette vil i praksis bety at rennen må ligge vannrett, og at vannmassen i begge tanker kommuniserer. Vi gir gjerne råd om hvorledes dette kan arrangeres.
2. Overløpstrakten som leder vannet fra sedimenteringstanken til filterpumpen, må heves slik at den kommer så nær overflaten som mulig. Ettersom vann-nivået i sedimenteringstanken varierer, bør overløpet helst være av såkalt "flytende" type.
3. Hjelpekoagulanten (Wisprofloc 20) bør forsøkes dosert på forskjellige steder i renseanlegget. Aktuelle doseringspunkter er før reaksjonstank, midt i reaksjonstank og ved innløpet til sedimenteringstanken. Laboratorieforsøkene synes å vise at det også bør forsøkes med en høyere dose av hjelpekoagulanten Wisprofloc 20 enn den som hittil har vært forsøkt i renseanlegget.

---oOo---

LB/ofa
8/10-70