

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

O - 166/70

VURDERING AV UTSLIPP FRA

FINDUS A/S, HEDRUM

Orienterende laboratoriefellingsforsøk  
på avløpsvann.

Saksbehandler: Cand.real. Øivind Tryland

Rapporten avsluttet: februar 1974.

## INNHALDSFORTEGNELSE

|   | Side: |
|---|-------|
| 1. INNLEDNING                               | 3     |
| 2. AVLØPSVANNETS SAMMENSETNING              | 4     |
| 3. LABORATORIEFELLINGSFORØSK MED RESULTATER | 4     |
| 4. KONKLUSJON                               | 8     |

## TABELLFORTEGNELSE

|   |   |
|---|---|
| 1. Kjemiske analyseresultater for<br>avløpsvann mottatt 3/1 1974                              | 4 |
| 2. Sammenheng mellom dosering av aluminium-<br>sulfat og pH for avløpsvannet                  | 5 |
| 3. Laboratoriefellingsforsøk med varierende<br>mengde aluminiumsulfat                         | 5 |
| 4. Laboratoriefellingsforsøk med aluminium-<br>sulfat og hjelpekoagulantene Separan A273      | 6 |
| 5. Sammenlikning av renseeffekt med aluminium-<br>sulfat, jern(III)sulfat og kalsiumhydroksyd | 7 |

## 1. INNLEDNING

I brev av 7. desember 1973 fra Findus A/S, Hedrum ble Norsk institutt for vannforskning forespurt om å utføre laboratoriefellingsforsøk på avløpsvann fra bedriften.

Den 3. januar 1974 mottok instituttet etter avtale en 20 liters blandprøve som var tatt over ca. ett døgn fra avløpsvannet bl.a. fra lutskrelling av poteter. Foruten de kjemiske fellingsforsøkene skulle det biokjemiske oksygenforbruk undersøkes for sammenlikning av analyseresultater fra NIVA's og bedriftens laboratorium.

Det er kun utført enkle forsøk for å undersøke om kjemisk felling med sedimentering er en egnet rensemetode for denne type avløpsvann og eventuelt å finne ut hvilket fellingsmiddel som er best egnet. Kjemikaliene som ble undersøkt, var aluminiumsulfat, jern(III)-sulfat og kalsiumhydroksyd. Dessuten ble effekten av en hjelpekoagulant undersøkt.

De første orienterende fellingsforsøkene antydte at kalk ville være best egnet på denne prøven av avløpsvannet som var sterkt basisk. Ved forsøkene med aluminium og jern ble det derfor ikke lagt vekt på å finne de optimale pH-verdier for fellingsprosessen. Hvis avløpsvannet til andre tider har en annen karakter, kan det være aktuelt med en nærmere undersøkelse med aluminium og jern, eventuelt andre kjemikalier, for å finne de optimale betingelser.

Det må imidlertid bemerkes at disse forsøkene er utført med laboratoriestyr, og resultatene kan derfor ikke uten videre overføres til renseanlegg i full målestokk. Dessuten refererer forsøkene til en bestemt blandprøve av avløpsvannet som var sterkt basisk og hadde et høyt innhold av organisk stoff.

## 2. AVLØPSVANNETS SAMMENSETNING

For å vurdere avløpsvannet ble det foretatt en kjemisk analyse av avløpsvannet, og resultatene fra vannprøven mottatt den 3/1 1974 er vist nedenfor i tabell 1. Målingene av 5 dagers biokjemisk oksygenforbruk ( $BOF_5$ ) ble ved tre parallelle målinger bestemt til 1400, 1430 og 1490 med benevnning mg O/l, og med middel lik 1440 mg O/l.

Tabell 1. Kjemiske analyseresultater for avløpsvann mottatt 3/1 1974

|                                     |        |      |
|-------------------------------------|--------|------|
| Surhet                              | pH     | 11,7 |
| Turbiditet                          | J.T.U. | 80   |
| Total tørrstoff                     | mg/l   | 3736 |
| Suspendert tørrstoff                | mg/l   | 660  |
| Total gløderest                     | mg/l   | 2041 |
| Total organisk karbon               | mg C/l | 1025 |
| Totalt nitrogeninnhold              | mg N/l | 42   |
| Totalt fosforinnhold                | mg P/l | 7,5  |
| Kjemisk oksygenforbruk (dikromat)   | mg O/l | 8226 |
| Biokjemisk oksygenforbruk (5 dager) | mg O/l | 1440 |

## 3. LABORATORIEFELLINGSFORSØK MED RESULTATER

Innledende fellingsforsøk viste at det måtte tilsettes meget store mengder fellingsmiddel for å oppnå noen vesentlig utfelling på dette avløpsvannet. Mens felling med aluminiumsulfat på sanitært kloakkvann ofte krever dosering på 100-200 mg/l, var det i dette tilfellet nødvendig med den mangedobbelte mengde for å få noen særlig utfelling. Dette skyldes at avløpsvannet har et langt høyere innhold av bl.a. organisk stoff enn vanlig kommunal kloakk.

Det ble valgt å undersøke renseeffekten i første omgang med hensyn til rest-turbiditeten, for denne parameteren gir et enkelt mål for renseeffekten og flokkuleringen. Forsøkene ble utført med jartestutstyr som består av et røreverk med begerglass. Prøver å 500 ml avløpsvann ble tilsatt begerglassene og pH ble justert med saltsyre og natriumhydroksydløsning. Fellingsmidlene som ble undersøkt, var aluminium-

sulfat, jern(III)-sulfat og kalsiumhydroksyd, og disse ble tilsatt i form av løsninger med innhold på 50 g/l av de tre typene kjemikalier. De fleste fellingsforsøkene ble utført med aluminiumsulfat som ble antatt å være egnet. Foruten felling med jern(III)-sulfat og kalsiumhydroksyd ble effekten av en hjelpekoagulant undersøkt.

Løsningen av aluminiumsulfat har pH ca. 2, og tilsetning av avløpsvannet førte til at pH avtar i blandingen. Det ble derfor først undersøkt sammenhengen mellom doseringen av aluminiumsulfat og pH i løsningen. Disse resultater er vist i tabell 2.

Tabell 2. Sammenheng mellom dosering av aluminiumsulfat og pH for avløpsvannet.

|  |      |     |     |      |     |     |
|--|------|-----|-----|------|-----|-----|
| Mengde aluminiumsulfat, g/l avløpsvann | 0    | 1,9 | 2,2 | 2,25 | 2,3 | 2,7 |
| Tilsvarende pH                         | 11,7 | 7,8 | 6,8 | 6,4  | 5,9 | 4,7 |

Det optimale pH-området for flokkulering med aluminiumsulfat er ved pH 5,5 - 7,5, og ved større dosering enn ca. 2,3 g/l (fra tabell 2) må det tilsettes alkalier. En tilsetning på 2 - 2,3 g aluminiumsulfat pr. liter ville altså føre til en gunstig pH-verdi. Det var derfor spørsmål om denne doseringsmengde var tilstrekkelig for å få god flokkulering og sedimentering.

I tabell 3 er vist resultatene fra fellingsforsøkene med jartestutstyret. Turbiditeten ble først målt etter 3 timers sedimentering, og prøvene ble tatt ut ved dekantering fra begerglassene (ufiltrert turbiditet, 3 t). Deretter ble turbiditeten målt etter filtrering gjennom filterpapir (filtrert turbiditet). Turbiditeten ble også målt etter 20 timer ved dekantering (ufiltrert turbiditet, 20 t).

Tabell 3. Laboratoriefellingsforsøk med varierende mengde aluminiumsulfat.

| Aluminiumsulfat g/l | pH  | Ufiltrert turbiditet J.T.U. 3 timer | Filtrert turbiditet J.T.U. 3 timer | Ufiltrert turbiditet J.T.U. 20 timer |
|---------------------|-----|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| 0,8                 | 7,1 | 160                                 | 150                                | >100                                 |
| 1,5                 | 6,9 | 160                                 | 90                                 | >100                                 |
| 2,0                 | 6,5 | 140                                 | 37                                 | 92                                   |
| 3,0                 | 6,5 | 85                                  | 32                                 | 64                                   |
| 4,0                 | 5,6 | 55                                  | 18                                 | 25                                   |

Resultatene i tabell 3 viser at turbiditeten har øket i prøvene med lavest mengde aluminiumsulfat, til tross for at det kunne sees at en del av det organiske stoffet var sedimentert. Dette skyldes at det dannes en forholdsvis stabil suspensjon av fellingskjemikaliet og organisk stoff fører til en økning av turbiditeten ved lav dosering. Filtrert turbiditet viser også at ved høyere dosering (3-4 g aluminiumsulfat/l), er det en bedre flokkulering, idet fnokkene for en stor del fjernes ved filtreringen. Ytterligere sedimentering i totalt ca. 20 timer viser en reduksjon av restturbiditeten kun ved de høyeste doseringer.

Det ble her ikke undersøkt renseseffekten med hensyn til andre parametre. Disse resultatene tydet på at det måtte doseres ca. 4 g aluminiumsulfat pr. liter avløpsvann for å få god flokkulering og sedimentering. Dette er en meget høy doseringsmengde, og det ble derfor forsøkt med en hjelpekoagulant for å undersøke om kjemikaliemengden derved kunne reduseres.

Hjelpekoagulanten Separan A273 (anionisk polyelektrolytt) skulle være egnet for denne typen avløpsvann (opplysning fra Dow gjennom Metall-Kemi A/S, Oslo), og ble derfor forsøkt sammen med aluminiumsulfat. I tabell 4 er resultatene av disse forsøkene vist, med lavere dosering av aluminiumsulfat.

Tabell 4. Laboratoriefellingsforsøk med aluminiumsulfat og hjelpekoagulanten Separan A273.

| Aluminiumsulfat g/l | Separan A273 mg/l | pH  | Turbiditet 3 timer J.T.U. |
|---------------------|-------------------|-----|---------------------------|
| 1,0                 | 0,25              | 7,1 | 185                       |
| 1,0                 | 0,5               | 7,1 | 190                       |
| 1,0                 | 2,5               | 7,0 | 185                       |
| 2,0                 | 0,5               | 6,0 | 70                        |
| 2,0                 | 2,5               | 5,2 | 65                        |

Sammenlignet med resultatene i tabell 3 ser det ut til at hjelpekoagulanten har en viss positiv effekt ved en dosering på 2,5 mg/l og 2,0 Al-sulfat/l. Tilsetning av større mengder av hjelpekoagulant hadde også en synlig gunstig effekt på flokkuleringen, men det måtte da tilsettes meget store mengder. Dette ble ikke undersøkt videre da det ikke syntes å være hensiktsmessig med store doseringer av hjelpekoagulant.

Det ble dernest foretatt en sammenlikning av renseeffekten med kalsiumhydroksyd, jern(III)-sulfat og aluminiumsulfat; alle kjemikaliene tilsatt i form av løsninger som inneholdt 50 g/l av hvert fellingsmiddel. Forsøket ble utført på vanlig måte med jartest-utstyr og sedimenteringstiden var i dette tilfellet 2 døgn (av praktiske grunner).

Forruten turbiditeten ble også kjemisk oksygenforbruk (KOF, dikromat) bestemt på utvalgte prøver etter dekantering. Det kjemiske oksygenforbruket gir et uttrykk for innholdet av oksyderbart organisk stoff og for det ubehandlede avløpsvannet var denne verdien lik 8226 mg O/l som er en meget høy verdi. Til sammenlikning kan nevnes at kommunal kloakk oftest har KOF-verdi i området 200 - 500 mg O/l.

I tabell 5 er resultatene sammenliknet mot hverandre, og den prosentvise reduksjon i turbiditet og kjemisk oksygenforbruk er beregnet.

Tabell 5. Sammenlikning av renseeffekt med aluminiumsulfat jern(III)sulfat og kalsiumhydroksyd.

| Fellingsmiddel                           | Mengde |      | Turbiditet<br>J.T.U. | Turbiditet<br>%<br>reduksjon | KOF<br>mg O/l | KOF<br>%<br>reduksjon |
|--|--------|------|----------------------|------------------------------|---------------|-----------------------|
|  | g/l    | pH   |                      |                              |               |                       |
| Aluminiumsulfat                          | 2      | 7,1  | 37                   | 54                           | -             | -                     |
|  | 5      | 6,2  | 25                   | 69                           | 1628          | 80                    |
| Jern(III)-sulfat                         | 2      | 5,5  | 110                  | -                            | -             | -                     |
|  | 5      | 5,0  | 30                   | 63                           | 4746          | 43                    |
| Kalsiumhydroksyd,<br>Ca(OH) <sub>2</sub> | 2      | 12,1 | 37                   | 54                           | -             | -                     |
|  | 2,5    | 12,1 | 25                   | 69                           | 372           | 95                    |
|  | 3      | 12,2 | 8,5                  | 90                           | -             | -                     |
|  | 4      | 12,3 | 3,0                  | 96                           | -             | -                     |
|  | 5      | 12,3 | 7,0                  | 87                           | 350           | 96                    |
|  | 7      | 12,4 | 1,0                  | 99                           | 151           | 98                    |

Ved utfelling med større mengder med kalk eller kalsiumhydroksyd ved meget høye pH-nivåer som i disse forsøkene, dannes det en grå-hvit suspensjon med små partikler av kalsiumkarbonat. Dette skyldes at karbondioksyd absorberes fra luften og det dannes tungtløselig kalsiumkarbonat. Ved tilsetning av syre til lavere pH-nivåer vil imidlertid den turbide løsningen bli klar idet kalsiumkarbonat vil løses. Turbiditeten er derfor målt etter tilsetning av litt svovelsyre i de til-

fellene det er benyttet kalk som fellingsmiddel. Man ville ellers ikke fått representative uttrykk for turbiditeten.

Resultatene i tabell 5 viser at kalk er best egnet på dette avløpsvannet. Både verdiene for kjemisk oksygenforbruk og turbiditet gir uttrykk for dette. Ved en dosering på 5 g/l gir henholdsvis aluminiumsulfat, jern(III)-sulfat og kalsiumhydroksyd en prosentvis reduksjon i KOF på 80, 43 og 96%, og en reduksjon i turbiditet på henholdsvis 69, 63 og 87%. Ved en dosering på 2,5 g kalsiumhydroksyd pr. liter er det dessuten funnet en reduksjon i KOF på 95%, og dosering på 5 g kalsiumhydroksyd pr. liter avløpsvann er derfor muligens unødvendig stor.

Tilsynelatende var utfellingen med kalk raskere enn med jern og aluminium. Slamvolumet syntes også å være mindre i tilfellene med kalk. Det ble ikke foretatt noen målinger av sedimenteringshastighet og slamvolum.

Til orientering kan nevnes at kostnadene for de aktuelle fellingskjemikaliene er ifølge NIVA-notat, O-203/73 av 15/1 1974:

|                 | Pris, kr./tonn (inkl. mons.) |
|-----------------|------------------------------|
| Aluminiumsulfat | 375,-                        |
| Kalk            | 228,-                        |

#### 4. KONKLUSJON

Laboratoriefellingsforsøkene tyder på at utfelling med kalk i sterkt basisk miljø har størst renseseffekt på en mottatt prøve av avløpsvann. Dette var sterkt basisk med pH 11,7, og det hadde et innhold av organisk stoff på 1025 mg C/l og kjemisk oksygenforbruk (dikromat-metoden) på 8226 mg O/l. Sammenliknet med aluminiumsulfat og jern(III)-sulfat hadde kalsiumhydroksyd (lesket kalk eller hydratkalk) størst renseseffekt målt som turbiditet og kjemisk oksygenforbruk ved samme dosering av de ulike fellingskjemikaliene.

Det høye innholdet av organisk stoff tilsier at det må benyttes store mengder fellingsmiddel for å få noen vesentlig renseseffekt. Forsøkene antyder at en dosering på 2 - 5 g kalsiumhydroksyd pr. liter avløps-



vann er tilstrekkelig. En tilsvarende dosering av aluminiumsulfat og jern(III)-sulfat gir en markert dårligere renseeffekt. Aluminiumsulfat syntes imidlertid å ha større renseeffekt enn jern(III)-sulfat. Forsøkene tydet også på at hjelpekoagulanten Separan A273 har en forholdsvis liten effekt ved en rimelig dosering.

Andre fellingsmidler eller metoder er ikke undersøkt. En kombinasjon av jern(II)-sulfat og kalk kan være en aktuell mulighet.

Biologiske rensemetoder, som aktiv slam metoden, er rapportert å være egnet når forholdet BOF : N : P er mellom 100 : 6 : 1 og 100 : 3 : 0,6 (C.F.G. Clough and I.W. Abson, Effl. and Water Treatm. Journ. p. 64-70. Febr. 1965). Beregning ut fra data i tabell 1 viser at forholdet BOF : N : P er lik 100 : 3,1 : 0,5, dvs. et lite underskudd på nitrogen og fosfor. Avløpsvannet er imidlertid for basisk til at denne metoden er egnet, pH måtte i så fall justeres før rensing.

TRY/IBO

4/3-74.