

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

0 - 155/72

UNDERSØKELSE AV KLOAKKRENSSEANLEGG  
FOR BOLIGFELT VED SKJOMEN-ANLEGGENE, ELVEGAARD.

Rapporten avsluttet: 2.2.1973

Saksbehandler:

Siv.ing. Arne Rosendahl

## INNHALDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING
2. BESKRIVELSE AV ANLEGGET
3. UNDERSØKELSER PÅ STEDET
4. RESULTATER AV ANALYSER I LABORATORIET
5. VURDERING AV FORHOLDENE
6. FREMTIDIGE TILTAK VED ANLEGGET

## 1. INNLEDNING

I brev av 11.9.1972 fra NVE, Skjomen-anleggene, fikk NIVA i oppdrag å foreta driftskontroll av kloakkrenseanlegg for et boligfelt for funksjonærer ved anleggene.

Renseanlegget ble undersøkt på stedet over et døgn fra den 18.10 om kvelden til 19.10 om kvelden. I denne perioden ble det foretatt målinger på stedet og det ble tatt prøver av vannet for analysering i laboratoriet.

## 2. BESKRIVELSE AV ANLEGGET

Renseanlegget er av type Alclean L290. Dette er et biologisk kloakkrenseanlegg som arbeider etter aktivslamprinsippet og er utformet som langtidslufter. Anlegget er utformet som konsentriske sylindere. Den ytre er luftebasseng. Avløpsvannet som kommer til anlegget, passerer en håndrenset rist som er innebygget i anlegget før det renner inn i luftetanken. Her blandes det med aktivslam som kontinuerlig føres i retur fra sedimenteringsenheten ved tilbakepumping med mammutpumpe. Blandingen av avløpsvann og aktivslam føres inn i det indre bassenget som tjener som sedimenteringstank. Den nedre delen av indre sylinder er utformet som kjegle med spissenden ned. Avløpsvannet ledes inn via et vertikaltstilt sentralt innløpsrør. Dette bevirker at vannet får en nedadrettet bevegelse før det bøyer av og stiger opp mot overflaten hvor det rensede vannet forlater anlegget via et sagtagget overløp. Aktivslammet skilles fra det rensede vannet i sedimenteringsenheten, det synker til bunns ned mot kjeglespissen og føres derfra kontinuerlig tilbake til luftetanken.

Et anlegg av denne prinsipielle utforming er utført primært for å fjerne organisk stoff fra avløpsvannet.

Fra leverandørens side er anlegget beregnet for 150 personer.

Anleggets luftetank har et volum på : 22,3 m<sup>3</sup>

Anleggets sedimenteringsenhet har et volum på : 6,2 m<sup>3</sup>

- sedimenteringsenhetens overflate er : 2,9 m<sup>2</sup>

I det aktuelle tilfellet er det nå knyttet 43 husstander til renseanlegget og det regnes med ca. 4 personer i gjennomsnitt ved hver husstand. De fleste av husstandene bor i midlertidig oppførte eneboliger som vil avvikles når byggeperioden ved anleggene er avsluttet. Fremtidig vil 8-10 husstander være tilknyttet renseanlegget.

Rørnett som fører til renseanlegget er nylagt og utført i PVC som separatsystem. Tross dette viser undersøkelsen at det må være relativ stor infiltrasjon av grunnvann til ledningsnett.

Avløpet fra renseanlegget føres i lukket rør en kort strekning og munn ut i en liten bekk like før denne ender i sjøen. Rørenden slutter over vannstanden i bekken og det siste stykket renner avløpsvannet fritt ut i bekken. Til tross for tap av aktivslam fra anlegget, var det ikke umiddelbart synlige forurensningsvirkninger ved utløpet. Forholdene, både i bekken og i fjæra, så meget bra ut.

### 3. UNDERSØKELSER PÅ STEDET

Det umiddelbare inntrykket var at anlegget ble drevet godt. Det var god orden og godt renhold både i og rundt anlegget. Det var skikkelig biologisk slam i anlegget, og avløpsvannet var klart, bortsett fra i perioden med høyere vannføring. Da var det noe slamtap fra anlegget. Slikt slamtap over relativ kort tid har stor innflytelse på resultatene for renseanlegget. Ristavfall var tatt ut av anlegget, og man hadde søppelsekk for regelmessig borttransport av ristavfall.

Avløpsvannet kommer inn i anlegget i en rørende som er ført inn gjennom anleggets yttervegg. Her faller vannet 15-20 cm ned i en kort kanal og passerer en forholdsvis grov rist på vei til luftetanken. I kanalen er det satt spor for montering av V-formet måleoverløp og overløpet kan plasseres i sporet når man ønsker å foreta en måling. Dette er en ugunstig plassering av et måleoverløp, idet partikulært materiale, filler, papir, etc., som føres til renseanlegget, lett henger seg fast i overløpet og bevirker feil registrering. Måleoverløpet bør derfor i alle fall plasseres etter risten, helst bør det plasseres på avløps-siden av anlegget. Slik anlegget er utformet, burde det være enkelt fra leverandørens side å utføre utløpet fra anlegget som en kanal i

stedet for rør gjennom luftetanken og plassere måleoverløp med plass for flottør til limnigraf i en slik utløpsrenne.

Ved anlegget i Skjomen var måleoverløpet plassert slik i forhold til innkommende rørende at vannet tildels skjøt direkte ut i tverrsnittet for overløpet. Riktig måling av vannmengde var derfor umulig, også bortsett fra problemet med filler og papir som stadig hengte seg på. I rommet mellom overløp og yttervegg var det dessuten ikke plass til flottør for limnigraf. Måleoverløpet ble derfor bare benyttet for å skape en slik oppstuvning at det var mulig å foreta prøvetaking med pumpe. Prøvetaking skjedde kontinuerlig av tilløpsvann og avløpsvann med slangepumper. På avløpssiden var slangeenden montert ca. 5 cm under vannoverflaten like foran en av V-ene i det taggete overløpet. Returslammet ble ført tilbake til luftetanken på en måte som gjorde det umulig å få registrert returslamføringen.

Anlegget ble fulgt nøye over ett døgn. P.g.a. vanskeligheter som nevnt foran, var det ikke mulig å få tatt døgnprøve proporsjonalt i forhold til vannmengden.

Vannmengdene ved anlegget ble målt flere ganger med bømte og stoppeklokke. Prøvetakingen ble kontrollert og delprøve uttatt hver tredje time. P.g.a. at det var relativ liten variasjon i vannmengdene og vanskelig å peke ut perioder med typiske situasjoner, ble det av delprøvene laget en blandprøve sammensatt av like volum fra hvert tidsintervall for hele perioden på tilløpsvann og avløpsvann. I tillegg ble det også tatt noen stikkprøver.

Dessuten ble pH, oksygen, siktedyp i sedimenteringsbasseng og sedimenteringskurve for slam fra luftetank målt på stedet flere ganger i løpet av undersøkelsesperioden.

Slamnivå. Det var et markert avgrenset slamteppe i sedimenteringsenheten, og over slamteppet var det klart avløpsvann. Toppen av slamteppet beveget seg stort sett mot overflaten på dagtid, sank noe i perioder med lavere belastninger, men hadde spesielt en synkende bevegelse i løpet av natten.

Slamteppets dybde under varmeoverflaten i sedimenteringsbassenget:

|       |           | <u>Dybde til<br/>slamoverfl.</u> |                                    |
|-------|-----------|----------------------------------|------------------------------------|
| 18.10 | kl. 20.30 | 18 cm                            | ikke slamtap                       |
|       | 23.30     | 45 cm                            | "                                  |
| 19.10 | 05.30     | 50 cm                            | "                                  |
|       | 09.00     | 30 cm                            | "                                  |
|       | 10.45     | 7 cm                             | slamtap startet på dette tidspunkt |
|       | 14.00     | 10 cm                            | lite slam i avløpet                |
|       | 17.30     | 13 cm                            | ikke slam i avløpet                |
|       | 20.00     | 10 cm                            |                                    |

Vannføring, målt med bømte og stoppeklokke (hver verdi er middel av 3 målinger):

|       |           | <u>Vannføring</u>     | <u>Oppholdstid i<br/>luftetank</u> | <u>Overflatebelastn.<br/>sediment.enhet</u> |
|-------|-----------|-----------------------|------------------------------------|---|
| 19.10 | kl. 05.30 | 3,9 m <sup>3</sup> /h | 5,7 h                              | 1,35 m/h                                    |
|       | 09.00     | 5,2 m <sup>3</sup> /h | 4,3 h                              | 1,79 m/h                                    |
|       | 14.00     | 4,8 m <sup>3</sup> /h | 4,65 h                             | 1,65 m/h                                    |
|       | 17.30     | 4,3 m <sup>3</sup> /h | 5,2 h                              | 1,48 m/h                                    |
|       | 20.00     | 4,5 m <sup>3</sup> /h | 4,95 h                             | 1,55 m/h                                    |

Sedimenteringsprøve av slam fra luftetanken:

Slamnivå i 1 liters målesylinder, middel av 2 prøver:

|             |         |                          |
|-------------|---------|--------------------------|
| Ved start   | 1000 ml | Den ene prøven tatt      |
| Etter 5 min | 970 ml  | kl. 20.40 og den andre   |
| 10 min      | 920 ml  | kl. 17.00. Prøvene ga    |
| 20 min      | 820 ml  | (som ventet) meget like- |
| 30 min      | 700 ml  | verdige resultater.      |
| 3 h         | 320 ml  |                          |

Slamvolumindeks  $SVI = \frac{\text{slamvolum etter 30 min}}{\text{slamkonsentrasjon [g/l]}}$

Slamkonsentrasjonen i luftetanken ble analysert i laboratoriet og bestemt til 2,82 g/l.

$$\text{SVI} = \frac{700}{2,82} = 248$$

Slamvolumindeks gir et tall for vurdering av slammets sedimenteringsegenskaper.

Et godt sedimenterbart slam har en SVI på 70-100. SVI på 248 er høyt, vurdert i forhold til den relativt lave slamkonsentrasjonen i luftetanken. Dette indikerer et dårlig sedimenterbart slam.

pH ble målt flere ganger

middel : tilløp pH 6,2

avløp pH 6,7

Både på tilløp og avløp er pH-verdiene relativt lave.

Periodevis var enkelte av lufterne ute av funksjon. Dette synes å ha liten innflytelse på oksygenforholdene i anlegget. Etter å ha vært ute av drift en stund, (fra  $\frac{1}{2}$  til 2-3 timer), trådte de respektive luftere igjen i funksjon. Oksygeninnholdet i luftetanken var meget høyt, konsentrasjonene varierte mellom 6,5 og 7,8 mg/l.

Oksygenkonsentrasjonen i avløpsvannet ble målt til 0,8 mg/l.

#### 4. RESULTATER AV ANALYSER I LABORATORIET

Som tidligere beskrevet, ble det tatt en døgnprøve av tilløpet og en av avløpet. Dessuten ble det tatt stikkprøver av tilløpet kl. 05.30, kl. 10.00 og kl. 14.15 den 19.10, og av avløpet kl. 09.00 den 20.10.

Døgnprøve :

| Komponent               | Benevnelse | Tilløp | Avløp |
|-------------------------|------------|--------|-------|
| KOF                     | mgO/l      | 135    | 318   |
| KOF filtr.              | mgO/l      | 48     | 37    |
| BOF <sub>7</sub>        | mgO/l      | 78     | 140   |
| BOF <sub>7</sub> filtr. | mgO/l      | 58     | 8     |
| Susp.stoff<br>(SS)      | mg/l       | 55     | 243   |
| TotP                    | mgP/l      | 2,8    | 6,0   |
| OrtoP                   | mgP/l      | 0,9    | 1,4   |
| TotN                    | mgN/l      | 16,0   | 23,2  |

Stikkprøver :

|                  |       | Tilløp   |          | Avløp    |          |
|------------------|-------|----------|----------|----------|----------|
|                  |       | kl.05.30 | kl.10.00 | kl.14.15 | kl.09.00 |
| KOF              | mgO/l | 76       | 2872     | 107      | 72       |
| BOF <sub>7</sub> | mgO/l | 17       | 1045     | 48       | 29       |

### Slambelastning

Midlere vanntilførsel til anlegget:

$$\text{ca. } 4,5 \text{ m}^3/\text{h} \times 24 \text{ h} = 108 \text{ m}^3/\text{døgn}$$

Tilført mengde BOF<sub>7</sub> pr. døgn:

$$\text{ca. } 108 \text{ m}^3/\text{d} \times 78 \text{ gBOF}_7/\text{m}^3 = 8440 \text{ gBOF}_7/\text{døgn}$$

Totalt slaminnhold i luftetanken:

$$22,3 \text{ m}^3 \times 2820 \text{ g/m}^3 = 63\ 000 \text{ g}$$

$$\text{Slambelastningsfaktor} = \frac{\text{Tilført mengde BOF/døgn}}{\text{Slaminnhold i luftetank}}$$

$$\text{Slambelastningsfaktor} = \frac{8440}{63\ 000} = \underline{\underline{0,134}}$$

Vanligvis regner man at slambelastningsfaktoren bør ligge i området 0,05 til 0,1 ved små anlegg av denne typen. Anlegget må derfor sies å være relativt høyt belastet. Dette har imidlertid liten innvirkning på renseeffekten for anlegget, men bevirker en høyere slamproduksjon og at man må ta ut slam hyppigere fra anlegget. Det slammet man tar ut, vil være dårligere stabilisert jo kortere slammets oppholdstid i anlegget er.

## 5. VURDERING AV FORHOLDENE

Vannføringen til anlegget nattetid er høy i forhold til om dagen.

Konsentrasjonene i tilløpet til renseanlegget på nattetid og middelkonsentrasjonen over døgnet er lave. Hvis man beregner totalvannføring til anlegget over døgnet ut fra et middel på  $4,5 \text{ m}^3/\text{h}$ , og regner at ca. 170 p er tilknyttet anlegget, får man en spesifikk tilrenning på  $640 \text{ l/p}\cdot\text{d}$ .

Dette tallet er ca. dobbelt så høyt som det burde være.

Disse observasjonene tyder alle i den retning at infiltrasjonen av



grunnvann til anlegget er stor. Når hele ledningssystemet er nytt, og lagt i plast med tette skjøter, burde infiltrasjonen være minimal. Det synes mest sannsynlig at infiltrasjonen skjer gjennom kummene, og det burde være en relativ enkel sak å gå over kummene og få tettet slike infiltrasjonssteder. Kummene må ha tett bunn og det må være tett der hvor rør føres inn og ut av kummene. I skjøtene mellom kumringene burde det ligge tetningsring. Hvis det er lekkasjer her, kan man forsøke å tette disse med mørtel eller fugemasse.

Det er opplyst at hele ledningsnett er lagt som separatsystem og drenering skal ikke være ført inn på avløpssystemet som fører til renseanlegget. Hvis drensledninger er tilknyttet, bør det rettes på.

En annen mulighet til å få skikkelige driftsforhold og resultater ved anlegget, er enten å utstyre det med en ny og vesentlig større sedimenteringsenhet med slamreturføring til luftetanken, eller å etablere et nytt anlegg parallellt med det nåværende og dele innkommende vannstrøm på de to anleggene. Det siste vil være den beste løsningen da slambelastningen ved anlegget også er relativ høy. Ved en slik løsning, vil en kunne flytte, eventuelt selge, det ene anlegget når byggeperioden ved kraftanlegget er slutt og belastningen til anlegget igjen reduseres.

Renseanlegg av denne typen blir primært valgt for å fjerne organisk stoff fra avløpsvannet. P.g.a. tap av aktivslam fra anlegget over en periode på ca. 4 timer, er det registrert negativ renseseffekt for alle komponenter på døgnprøven. (Dvs. det er registrert høyere verdier for konsentrasjonene på utløpsvannet enn på innløpsvannet). Dette skyldes sannsynligvis hovedsakelig den høye hydrauliske belastningen på anlegget. "Bakgrunnsverdiene" nattetid gir en overflatebelastning på 1,35 m/h på sedimenteringsenheten. Til tross for at slammet har dårlige sedimenteringsegenskaper, synker slamnivået i sedimenteringsenheten ved denne belastningen som allerede er ganske høy. Ved denne type anlegg anbefales det å gå ut fra 0,6 m/h som høyeste verdi ved middelvannføringen. At man får slamtap fra anlegget når belastningen i flere timer om dagen ligger i området 1,6 - 1,8 m/h som overflatebelastning, er helt normalt.

Analysen av filtrerte prøver, og stikkprøver på avløpsvannet fra anlegget fra en periode uten slamtap, viser at anlegget med en vanlig konsentrasjon av suspendert stoff i avløpsvannet over hele døgnet, vil ha tilfredsstillende renseeffekt.

Det var ikke mulig å måle returslammengden. Visuelt bedømt skulle den være tilstrekkelig stor. Ved å øke returslamføringen, kan man imidlertid ikke gjøre noe feil så lenge det ikke går ut over oksygentilførselen til luftetanken. Ved å øke returslamføringen til 3-4 ganger midlere vanntilførsel til anlegget, vil man redusere slaminnholdet i sedimenteringsenheten og muligens unngå slamtap.

Forøvrig bør man, når slammet har vanlige sedimenteringsegenskaper, tappe slam når slamvolumet i luftetanken er ca. 700-800 ml/l etter en halv times sedimenteringstid i 1 liters sylinderglass. Når det tappes slam fra anlegget, bør man ikke ta ut mer enn at slamvolumet i luftetanken er 200-300 ml/l etter en halv times sedimenteringstid etter slamuttaket.

## 6. FREMTIDIGE TILTAK VED ANLEGGET

Belastningen til anlegget vil bli vesentlig redusert for fremtiden. Mens det i dag er ca. 40 husstander som er knyttet til anlegget, vil det bare være 8-10 husstander tilknyttet anlegget når arbeidene med kraftverket er fullført.

Det anlegget som er etablert på stedet nå, bør være helt tilfredsstillende for en biologisk rensing av avløpsvannet ved fremtidig belastning. Anlegget vil da også kunne tilknyttes en del av den tidligere bebyggelsen hvis det ikke allerede er gjort.

Når de midlertidige boligene tas bort, bør man også vurdere det i forhold til hvilke ledningsstrenger som kan saneres. Tilknytningspunktene for de ledningsstrengene som blir overflødige må da graves opp og de gamle ledningene koples fra på en slik måte at de ikke fører drens- eller grunnvann inn til renseanlegget.

Det som ellers kan være aktuelt ved anlegget er :

- a) Fjerning av fosfor for å hindre eutrofiering i fjorden.
- b) Desinfisering, p.g.a. bakteriell forurensning til badeplassen som ligger i nærheten av renseanlegget.
- c) Føre avløpet fra renseanlegget ut på dypt vann.

#### a) Fjerning av fosfor

Ved dette anlegget kan man sannsynligvis få en høy grad av fosforfjerning ved å benytte såkalt simultanfelling. Det vil si at man tilsetter fellingskjemikalier i luftetanken. Mest hensiktsmessig vil det i tilfelle være å tilsette en fast kjemikaliemengde én gang i døgnet. Jernsulfat eller aluminiumsulfat kan benyttes. Jernsulfat vil høyst sannsynlig bli billigst, og den koster i Osloområdet ca. 150 kr/tonn.

Med den belastningen anlegget har nå, vil man antakelig få gode resultater ved tilsetting av noe mellom 15 og 30 kg pr. døgn.

For å vurdere ønskeligheten av å fjerne fosfor fra anlegget, måtte en gjøre mer omfattende undersøkelser i resipienten. Slik forholdene er m.h.t. utslippets størrelse i forhold til fjorden og de vannmengder som forøvrig føres til fjorden, synes det umiddelbart å være liten hensikt i å fjerne fosfor fra avløpsvannet. Hvis man ønsker å gjøre det, vil det ikke kreve spesielle installasjoner. Man må ha et sted å lagre kjemikalier, og kostnadene for kjemikalier er meget beskjedne.

#### b) Desinfisering

Ønskeligheten av å desinfisere avløpsvannet må vurderes av det stedlige helseråd. Det må sees i forhold til tilgjengeligheten og i hvilken grad barn leker i utløpets umiddelbare nærhet, og ut fra bakteriell forurensning på badestranden i nærheten.

Utstyr for kloring av avløpet med en tank for å gi en nødvendig klor-kontaktid før avløpsvannet renner ut i resipienten, vil anslagsvis koste ca. 10.000 kroner.

c) Dypvannsutslipp

Utleddning av avløpsvannet på dypt vann for å få en umiddelbar for-  
tynning, og for å unngå eventuelle uheldige lokale forhold i ut-  
løpets umiddelbare nærhet, må vurderes etter forholdene på stedet  
og som alternativ spesielt til desinfisering.

Så vidt en forstår har dette vært diskutert tidligere, og man har  
kostnadsoverslag for å føre en ledning ut på dypt vann.

ROS/RFO

1.2.73