

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

O - 99/69

Døgnundersøkelse av renseanlegg på "Halvorsbøle",  
Jevnaker, 2. og 3. desember 1969.

Saksbehandlere: Siv.ing. Arne Rosendahl

Siv.ing. Ole Jacob Johansen

Rapporten avsluttet: 17. desember 1969

## INNHALDSFORTEGNELSE

	<u>Side</u>
BESKRIVELSE AV ANLEGGET	2
ANALYSER	2
Vannføringsmålinger	3
Kjemisk og biokjemisk oksygenforbruk	3
Suspendert og flyktig suspendert stoff	4
Slamvolumindeks, slamundersøkelse	5
Slambelastning	7
Oksygeninnhold	7
Flatebelastning og oppholdstid i sedimenteringsbasseng	7
KONKLUSJON	8

## TABELLFORTEGNELSE

1. Analyseresultater for kjemisk og biokjemisk oksygenforbruk	3
2. Analyseresultater for suspendert og flyktig suspendert stoff	4
3. Konsentrasjonene av suspendert stoff med korresponderende slamvolum og utregnet slamvolumindekser	5
4. Analyseresultater fra Halvorsbøle kloakkrenseseanlegg	9

## FIGURFORETGNEELSE

1. Vannføringskurve	10
---------------------	----

## BESKRIVELSE AV ANLEGGET

"Halvorsbøle" kloakkrenseseanlegg er en prefabrikert langtidslufter av merke HYCON LIMITED. Dette har en kapasitet på 100 personekvivalenter. Da "Halvorsbøle" er et kurssenter, vil belastningen på anlegget variere forholdsvis meget. Belastningen var analysedagen 47 personekvivalenter.

For å hindre driftsvanskeligheter om vinteren er anlegget utført med et uisolert overbygg i tre. Til tross for at det ikke er montert noen varmekilde i bygget, er varmeavgivelsen fra avløpsvannet tilstrekkelig til å holde varmegrader over anlegget hele vinteren.

Avløpsvannets gang gjennom anlegget er følgende:

Avløpsvannet ledes via en grovrør inn i luftetanken. Gjennom en spalte i bunnen mellom luftetanken og sedimenteringstanken ledes vannet inn i sedimenteringstanken, mens slam føres tilbake til luftetanken. Det rensede avløpsvann renner ut fra sedimenteringstanken, over et tagget overløp via en måleinnetning og ut i resipienten.

#### Anleggets dimensjoner

Volum av luftetank	:	21 m <sup>3</sup>
Volum av sedimenteringstank	:	6 m <sup>3</sup>
Overflate av sedimenteringstank	:	5 m <sup>2</sup>

#### ANALYSER

Tabell 4 bakerst i rapporten viser analyseresultatene fra anlegget. Prøvene for BOF, KOF, suspendert stoff og flyktig suspendert stoff er basert på døgnprøve tatt av prøvetager på innløp og utløp. Da prøvetageren gir konstant vannmengde pr. tidsenhet, ble prøvene oppsamlet med en times intervall, og mengdeblandet proporsjonalt med innkommende avløpsmengde. Analysene for denne blandprøve vil da gi resultater som er et middel over hele døgnet.

For de nevnte komponenter ble det også mengdeblandet et par prøver med 4 timers intervall. Disse resultater forteller hvordan konsentrasjonen av komponentene varierer over døgnet.

Analysene fra luftetanken er basert på stikkprøver tatt kl. 08.25, 15.30 og 21.00.

### Vannføringsmålinger

På utløpssiden av anlegget var det montert en limnigraf foran et V-formet overløp med åpningsvinkel  $15^{\circ}$ . På grunn av mindre egnet utvekslingsforhold for vannføringsmåling over et døgn ble en limnigraf fra instituttet benyttet.

Figur 1 bak i rapporten viser variasjonen i vannmengde over døgnet.

Av vannføringskurven finner man følgende:

Midlere vannføring	$q_{\text{mid.}}$	=	0,21 l/s
Maks.	"	$q_{\text{maks}}$	= 1,41 "
Min.	"	$q_{\text{min.}}$	= 0,10 "
Total vannmengde			= 18,2 m <sup>3</sup> /døgn

Med en tilknytting på 47 personer tilsvarer dette et spesifikt avløp på 390 l/person og døgn. Hvis minimumsvannføringen i all vesentlig del tilskrives infiltrasjonsvann, synes denne noe høy.

De typiske topper på vannføringskurven er noe man må vente for avløpet fra et kurssted.

### Kjemisk og biokjemisk oksygenforbruk

Analysene for kjemisk og biokjemisk oksygenforbruk gav følgende resultater:

TABELL 1

Prøve	KOF mg O <sub>2</sub> /l		BOF <sub>7</sub> mg O <sub>2</sub> /l	
	influent	effluent	influent	effluent
Døgnprøve	386,3	477,7	214	218
Blandprøve kl. 24.00 - 04.00	136,3	218,3	58	100
" " 07.00 - 11.00	314,4	499,2	208	250
Støtprøve " 17.50		1340		347

For å finne kjemisk oksygenforbruk ble oksydasjonsmidlet kaliumdikromat, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, benyttet. Av analyseresultatene ser man at KOF-verdiene for effluent er høyere enn for influent. Døgnprøven for influent og effluent ble funnet til henholdsvis 386,3 og 477,7 mg O<sub>2</sub>/l.

Biokjemisk oksygenforbruk målt som  $BOF_7$  ble bestemt med Hach apparat. I alle prøver ble det påvist hydrogensulfid,  $H_2S$ , og denne virker som en inhibitor på den biologiske nedbrytningsprosess som finner sted under en BOF analyse. Alle prøver ble derfor godt luftet før  $BOF_7$  analysen ble satt i gang.

I likhet med verdiene for KOF er  $BOF_7$ -verdiene for effluent høyere enn influent. Anlegget har derfor ingen renseeffekt hverken med hensyn på KOF eller  $BOF_7$ . Dette skyldes utvasking av slam fra anlegget.

Blandprøvene vil i en viss grad gi en oversikt over konsentrasjonsvariasjonene over døgnet. Kl. 17.50, da anlegget hadde sin største hydrauliske belastning (se vannføringskurven), ble det tatt en prøve av effluent for å bestemme forurensningskonsentrasjonene. Som det fremgår av tabell 1, viser denne støtprøve meget høye KOF- respektive  $BOF_7$ -verdier.

#### Suspendert og flyktig suspendert stoff

Resultatene av analysene for suspendert og flyktig suspendert stoff er gjengitt i tabell 2.

TABELL 2

Prøve	Suspendert stoff mg/l		Flyktig suspendert stoff mg/l	
	influent	effluent	influent	effluent
Døgnprøve	56	328	51	298
Blandprøve kl. 24.00 - 04.00	37	100	34	97
" " 07.00 - 11.00	80	222	71	216
Støtprøve " 17.50		869		731

Samtlige prøver viser et større innhold av suspendert og flyktig suspendert stoff i effluent enn influent. Ved aktivslamprosessen vil oppløst organisk stoff forvandles til suspendert organisk stoff i form av mikroorganismer. Når man har et slam med dårlige sedimenteringsegenskaper eller man får hydraulisk overbelastning på anlegget, vil slammet (mikroorganismene) rives med i effluenten og under analysenes filtrering legge seg på filtret, mens oppløst organisk stoff drives gjennom dette. Dette er forklaringen på at forholdet mellom konsentrasjonene for influent og effluent av suspendert stoff er mye lavere enn for de tilsvarende BOF- respektive KOF-forhold.

Slamvolumindeks, slamundersøkelse

Slamvolumindeksen er definert som det volumet målt i ml/l som opptas av 1 g suspendert stoff av aktivslammet etter en sedimenteringstid på 30 minutter.

Samtidig som prøvene for bestemmelse av suspendert stoff i luftetanken ble tatt, ble slamvolumene målt.

Tabell 3 viser konsentrasjonene av suspendert stoff med korresponderende slamvolum og utregnet slamvolumindekser.

TABELL 3

Prøve tatt kl.	Susp.stoff mg/l	Flyktig susp.stoff mg/l	Slamvolum ml/l	Utregnet slamvol.indeks ml/g
10.30	3525	3107	825	234
15.30	3560	3124	810	228
21.00	3641	3201	800	224
Middel	3575	3144		

Tallene for slamvolum og de utregnede slamvolumindekser viser at man har et voluminøst slam med dårlige sedimenteringsegenskaper.

For å få en oversikt over slammets organismsammensetning ble det mikroskopert. Slammet var dominert av små stavformede bakterier som har dannet større eller mindre aggregattilstander. Særlig rundt trådbakterier og sopphyfer er dannelsen av disse bakteriestrukturer hyppigst. I utbredelse utgjør de stavformede bakterier i aggregate forekomster en relativ mengde på 4.

Sopphyfene utgjorde en relativ mengde på 1 - 2, mens tilsvarende mengde for trådbakteriene var mindre enn 1.

Mikroskoperingen viste ingen utbredelse av organismer som flagellater og ciliater. Man må kunne si at organismenes vekststruktur er noe forskjellig fra det man vanligvis finner i aktivslam.

Slammet var meget mørkt, nærmest sort. Den mørke fargen skriver seg fra dannelsen av jernsulfid FeS. Det tungtløselige jernsulfid dannes ved

reaksjon mellom jernsalter og hydrogensulfid. Hydrogensulfid dannes når man har anaerobe soner i anlegget. Dette betyr at lufttilgangen i anlegget er utilstrekkelig.

Tallene for slamvolum (se tabell 3) er for høye. Her betyr dette for meget slam i anlegget. Dette forklarer også at lufttilgangen er blitt utilstrekkelig og at man etter hvert som slammengden har øket, har fått anaerobe forhold i anlegget.

En del av slammet bør tas ut av anlegget, slik at det kan arbeide med normale slammengder. Avtapping av slammet skjer best ved at anlegget stoppes minst 3 - 4 timer slik at slammet i lufteenheten får tid til å sedimentere. Septiktankvognen kan da pumpe opp det sedimenterte slam.

Pumpingen kan foregå til man ser at konsistensen viser en merkbar forskjell fra begynnelsen av pumpingen. Man kan tappe av så meget slam at slamvolumet blir ca. 200 ml. Det har mindre betydning om dette blir høyere eller lavere. Blir slamvolumet høyere, må man tappe anlegget for slam oftere. Ved avtapping til lavere slamvolum vil slammet få en forholdsvis rask slamtilvekst, slik at man snart får normale slammengder i anlegget. Vi ville tro at det var tilstrekkelig med en tankvogn som da samtidig tar flyteslammet i anlegget, men dette vil første gangs tømning av anlegget gi svar på.

Tidspunktet for slamavtapping fra anlegget bør bestemmes ut fra slamvolumene. Når slamvolumene nærmer seg 700 ml ville vi anbefale at anlegget tappes for slam.

I sedimenteringsbassenget dannes det flyteslam. Den sannsynlige årsak til dette er at det oppstår døde soner i bassenget hvor slammet avsettes. Etter hvert blir dette septisk og flyter opp til overflaten. Når lufttemperaturen blir tilstrekkelig høy, lukter det vondt av slikt slam. I sommermånedene bør man derfor fjerne flyteslammet regelmessig, minst én gang pr. måned. Resten av året må man passe på at det ikke blir så mye flyteslam at dette trenger opp bak avskumingskjermen foran overløpsrennen.

Flyteslammet kan f.eks. lagres i en septiktank eller kjøres vekk med tankvogn for hver gang avskumingen skjer. Hvilke fremgangsmåter man bør velge, bør bestemmes ut fra økonomiske vurderinger.

Slambelastning

Slambelastningen definert som kg organisk belastning pr. døgn pr. kg flyktig suspendert stoff i luftetanken var analysedagen:

$$\frac{0,214 \cdot 0,21 \cdot 24 \cdot 3600}{21.000 \cdot 3,144} = 0,058 \text{ )} : 0,06 \frac{\text{kg BOF}_7}{\text{døgn kg VSS}}$$

Etter litteraturen ligger dette tall innenfor grensene for total oksydasjon.

Oksygeninnhold

Oksygeninnholdet ble målt med en elektrometrisk oksygenmåler i 3 seksjoner av luftetanken. Dette varierte en del over døgnet fra 1,5 til 3,0 mg O<sub>2</sub>/l.

Vanligvis bør oksygeninnholdet ikke understige 1,5 - 2,0 mg O<sub>2</sub>/l.

Dagen for prøvetagningen ble startet opp hadde oppsynsmannen for anlegget øket oksygentilførselen. H<sub>2</sub>S gass i anlegget beviser imidlertid at det må ha vært for liten oksygentilførsel, slik at man delvis har fått anaerobe forhold i anlegget.

Med den kapasitet blåsemaskinene nå står innstilt på kan man etter slam-avtappingen fra anlegget vente at oksygeninnholdet stiger. Dette har imidlertid ingen betydning for driften av anlegget.

I utløpet fra anlegget ble det ikke registrert oksygen..

Flatebelastning og oppholdstid i sedimenteringsbasseng

Sedimenteringsbassenget har en overflate på 5 m<sup>2</sup> og et volum på 6 m<sup>3</sup>. Flatebelastningen og oppholdstiden blir da:

Midlere vannføring	:	0,21 l/s
Maksimal vannføring	:	1,41 "
Vannføring ved maksimal timebelastning	:	0,46 "



Flatebelastning ved midlere vannføring	: 0,15 m/h
- " - " maksimal vannføring	: 1,0 "
- " - " " timebelastning	: 0,33 "
Oppholdstid ved midlere vannføring	: 8 timer
" " maksimal vannføring	: 1,2 "
" " maksimal timebelastning	: 3,6 "

Ifølge litteraturen bør flatebelastningen ved maksimal timebelastning ikke overstige 0,6 m/h. Oppholdstiden ved samme belastning bør være større enn 3 timer. Av utregningene ser man at begge disse kriterier er tilfredsstillet.

#### KONKLUSJON

Analyseresultatene fra undersøkelsesdøgnet 3. - 4.12.1969 viser at anlegget ikke virker tilfredsstillende. Årsaken til dette er at man har en kraftig slamutvasking fra anlegget.

Renseanlegg til et kurssted av denne størrelse vil vanligvis få typiske belastningstopper, noe som også avspeiler seg i vannføringskurven til anlegget. Flatebelastninger og oppholdstider ved disse belastningstopper er imidlertid tilfredsstillende slik at man under normale forhold i anlegget ikke skulle få slamutvasking.

Slik forholdene var undersøkelsesdøgnet, var det som omtalt tidligere, for meget slam i anlegget. Ved økende slammengde stiger oksygenforbruket. Dette har ført til at det etter hvert har oppstått anaerobe forhold i anlegget.

Tømmes anlegget for slam slik som nevnt, og man benytter den kapasitet som blåsemaskinene nå er innstilt på, vil vi tro at renseanlegget vil virke tilfredsstillende.

Tabell 4

ANALYSERESULTATER FRA HALVORSBØLE KLOAKKRENSEANLEGG

Analyser	Sted for prøvetaker		
	influent	effluent	luftetank
Slamvolum ml/l			810
Surhetsgrad pH	6,7	6,1	
BOF <sub>7</sub> mg O <sub>2</sub> /l	214	218	
KOF mg O <sub>2</sub> /l	386	478	
Suspendert stoff mg/l	56	328	3575
Flyktig suspendert stoff mg/l	51	298	3144
Oksygeninnhold		0	1,5-3,0
Temperatur	9	10	
Hydraulisk belastning maks. 1/s		1,41	
		0,10	

Beregnete verdier:

Slamvolumindeks maks. ml/g 234  
 min. 224

Organisk belastning  $\frac{\text{kg BOF}_7}{\text{døgn kg VSS}}$  = 0,06

Overflatebelastning ved maks timebelastning, m/h 0,33

Fig. 1 Vannföringskurve

