

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0 - 78/71

Undersøkelse av renevæsken CAVICLEAN 2
for Bærum vann- og kloakkvesen

Saksbehandler: Siv.ing. Kari Ormerod
Medarbeider : Cand.real. Magne Grande
Siv.ing. Arne Rosendahl

Rapporten avsluttet i januar 1972

FORORD

Den her beskrevne undersøkelse er basert på å være av orienterende natur. Den er utarbeidet av saksbehandleren, men med medarbeiderne som støtte på det rensetekniske området og ved vurdering av eventuell giftvirkning overfor fisk.

INNHOLDSFORTEGNELSE

| | Side |
|--|------|
| SAMMENDRAG | 4 |
| 1. PROBLEMSTILLING | 5 |
| 2. ORIENTERENDE UNDERSØKELSE AV RENSEVÆSKENS VIRKNING PÅ AEROB NEDBRYTNING AV KLOAKKVANN I BATCH-KULTUR | 6 |
| 2.1. Metodikk. | 6 |
| 2.2 Testing for eventuell giftvirkning av små mengder Caviclean 2. | 6 |
| 2.3 Testing av nødvendig mengde Caviclean 2 for hemning av den aerobe nedbrytningsprosess. | 8 |
| 2.4 Rensevæskens innvirkning på pH-verdien av råkloakkvann. | 12 |
| 3. BAKGRUNNSMATERIALE FOR BEDØMMELSE AV DETERGENTERS INNVIRKNING PÅ KLOAKKRENSSEPROSESSER | 14 |
| 3.1 Effekt på forsedimentering. | 14 |
| 3.2 Effekt på fettavskillere. | 14 |
| 3.3 Effekt på fnokkdannelse og sedimentering. | 15 |
| 3.4 Effekt på aktivslam-prosessen. | 15 |
| 3.5 Effekt på anaerob-prosessen. | 16 |
| 4. DISKUSJON AV DEN AKTUELLE RENSEVÆSKES INNFLYTELSE PÅ PROSESSENE VED FORNEBU KLOAKKRENSSEANLEGG | 16 |
| 5. MULIGE SKADEVIRKNINGER AV RENSEVÆSKEN I UTSLIPPSVANNET FRA KLOAKKRENSSEANLEGGET | 19 |
| 5.1 Skadevirkninger som skyldes rensesvæskens detergentinnhold | 19 |
| 5.2 Mulige andre skadevirkninger | 20 |
| 6. KONKLUSJON | 20 |
| 7. BILAG | 23 |
| Tabeller med resultater fra den orienterende undersøkelse beskrevet under 2.1, 2.2 og 2,3. | |
| LITTERATURLISTE | 28 |

SAMMENDRAG

Utslipp av væske fra et rensebad ved et av SAS-verkstedene på Fornebu var antatt å være årsaken til spesielle driftsforstyrrelser ved kloakkrenseanlegget på Fornebu sommeren 1971.

Virkningen av den originale renevæske på aerob behandling av kloakkvann ble testet ved laboratorieforsøk i batch kultur (sats). Det ble funnet at renevæsken inneholdt stoffer med detergentvirkning, og stoffer som viste seg å kunne nedbrytes av mikroorganismer i kloakkvannet. Graden av nedbrytbarhet ble imidlertid ikke undersøkt. Opplysninger fra produsenten av renevæsken angående dennes sammensetning var ikke tilstrekkelig detaljert til å tillate en nøyе vurdering av dens innvirkning på prosesser for rensning av kloakkvann, og dette ble derfor forsøkt vurdert ut fra opplysninger om detergenter generelt i faglitteraturen.

Det viste seg at den effekt man først kan vente i aktivslamprosessen er nedsatt renseseffekt på grunn av mangel på oksygen. Detergenter reduserer hastigheten av vannets opptak av oksygen fra luften. Dette kan til en viss grad kompenseres i en aktivslamprosess ved at det tilføres mer luft til luftetankene. Anaerob-gjæringen av slamm fra den aerobe nedbrytningsprosess påvirkes først ved vesentlig høyere detergentkonsentrasjoner enn de som er hemmende for aerobprosessen.

Det er også grunn til å anta at aktivslammets sedimenteringsegenskaper kan bli påvirket i negativ retning av detergenter. Ifølge litteraturen kan dette skje ved vesentlig lavere detergentkonsentrasjoner enn grensekonsentrasjonen for begynnende hemming av aktivslamprosessen.

I konklusjonen er det fremlagt et forslag til en mer omfattende undersøkelse med væsken fra selve rensebadet, dersom den foreslåtte fortykning ikke skulle avhjelpe problemene og det heller ikke er mulig å destruere innholdet av rensebadet på annen måte enn å slippe det i avløpssystemet.

1. PROBLEMSTILLING

Dette oppdrag kom istand på grunn av oppståtte driftsforstyrrelser ved Fornebu kloakkrenseanlegg. Det var rimelig å anta at forstyrrelsene kunne skrive seg fra utslipp av renevæske fra et av verkstedene ved Fornebu flyplass, der en ny type renevæske var tatt i bruk i et renebad kombinert med ultralyd.

En prøve av renevæsken ble innlevert NIVA, og følgende opplysninger var skrevet på flasken:

Caviclean 2, Turco. Blanding 5/60 ltr.
Ca. 60 ltr. 2 g. pr. uke.

For nærmere opplysninger om renevæsken ble vi henvist til SAS-verkstedet på Fornebu. Herr Knut Holmvåg ved verkstedenes kjemilaboratorium henviste oss imidlertid til forhandlerne av Turco-produkter, Standard Flymateriell B. Broch & Co. Dette firma sa seg villig til å kontakte produsenten av Caviclean 2 for å få rede på sammensetningen av renevæsken. Det var imidlertid ønskelig å få klargjort en eventuell skadevirkning av denne renevæske så snart som mulig. Derfor startet vi straks med å teste for eventuell giftvirkning under aerob nedbrytning av kloakkvann tilsatt Caviclean 2.

Det ble også tatt kontakt med oppsynsmann Kåre Olsen (Bærum Kommune) for å få en beskrivelse av de aktuelle forstyrrelser i kloakkrenseanlegget på Fornebu. I aktivslam-prosessen ga disse seg utslag i redusert siktdyp på utløpsvannet, fra de normale ca. 80 cm til ca. 20 cm, det vil si, redusering av sedimenteringsegenskapene. I råtnetankene (anaerobgjæringen), som på den tiden ble drevet ved en temperatur på ca. 30°C, forandret pH-verdien seg fra den normale pH ca. 7 til ca. 5, og slamavskillelsen var meget dårlig.

I sin henvendelse til NIVA ønsket Bærum vann- og kloakkvesen å få undersøkt renevæskens innflytelse på den biologiske reneprosess og eventuelle andre ulemper (giftvirkninger) som denne væsken kan ha på reneanlegget og utslippsvannet.

2. ORIENTERENDE UNDERSØKELSE AV RENSEVÆSKENS VIRKNING PÅ AEROB BEHANDLING AV KLOAKKVANN

2.1 Metodikk.

For undersøkelse av den aerobe nedbrytningsprosess ble det benyttet en manometrisk apparatur av merke HACH, hvormed bio-kjemisk oksygenforbruk kan måles. Ved prosjektets begynnelse forelå ingen opplysninger om rensesvæskens natur. Det ble derfor besluttet å starte med å behandle den som et giftstoff. En eventuell giftvirkning på en aerob nedbrytningsprosess kan registreres ved å blande forskjellige volum rensesvæske med kloakkvann, og følge oksygenforbruket for kloakkvannet og de forskjellige blandinger i den manometriske apparaturen.

Av praktiske årsaker ble det benyttet råkloakk fra NIVA's forsøksanlegg på Kjeller. Når det var nødvendig å tilsette podemateriale, ble NIVA's vanlige podemateriale for slike analyser benyttet, (utløpsvann med aktivslam fra luftetankene på Skarpsno rensesanlegg).

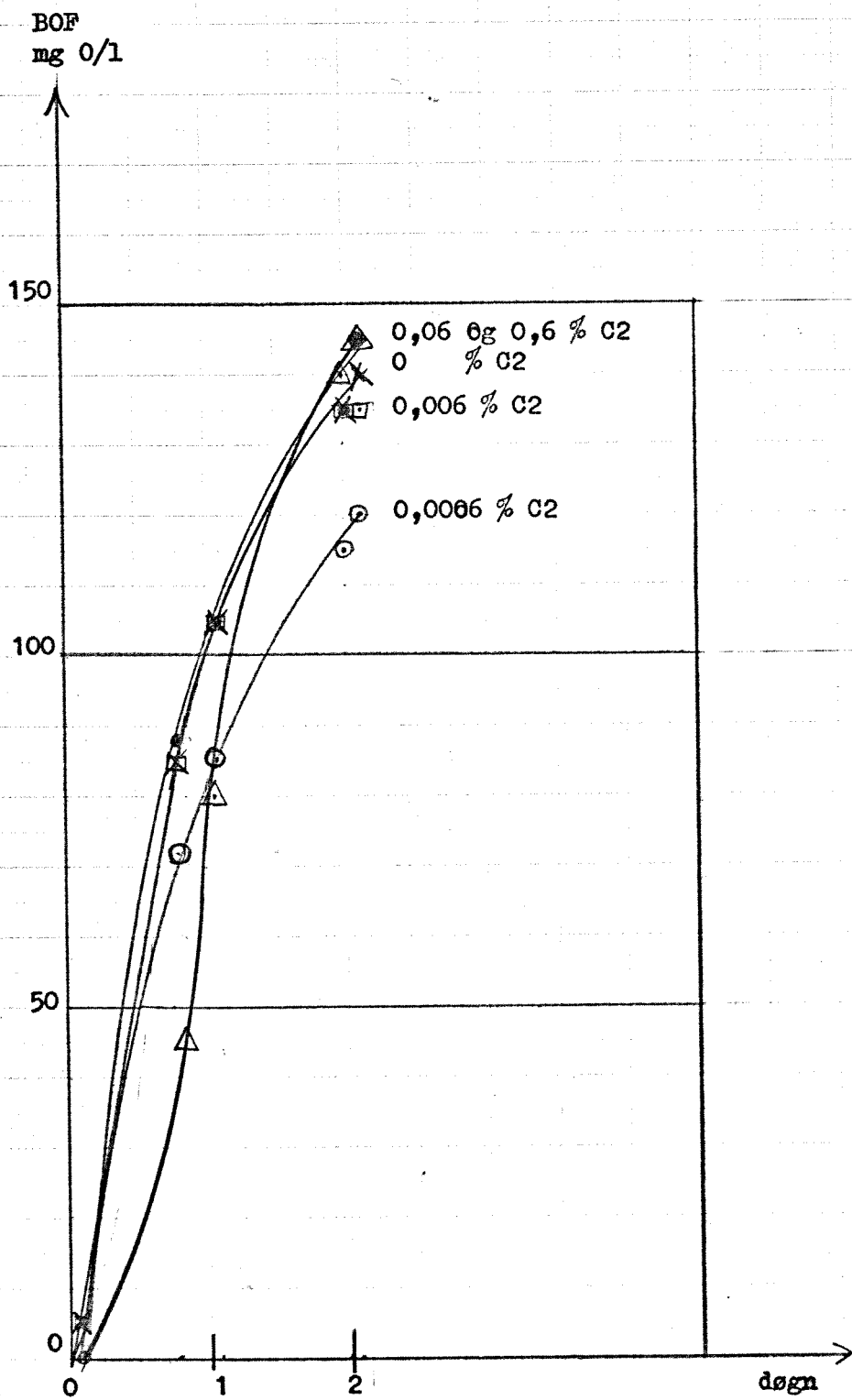
2.2 Testing for eventuell giftvirkning av små mengder Caviclean 2.

Det ble besluttet å starte testingen med små mengder rensesvæske i forhold til kloakkvann. Forsøksbetingelser og resultater er presentert i tabell 1, og forløpet av nedbrytningsprosessene er dessuten presentert på figur 1.

Resultatene viste at mengder på 0,006 - 6,3 o/oo (pro mille) Caviclean 2 ikke hadde noen innvirkning på kloakkvannets bio-kjemiske oksygenforbruk etter 2 døgn, men nedbrytningen kom senere i gang i den prøven som inneholdt 6,3 o/ooo Caviclean 2.

Noen typisk giftvirkning av små mengder rensesvæske ble ikke registrert.

FIGUR 1. TESTING AV EVENTUELL GIFTVIRKNING AV SMÅ KONSENTRASJONER CAVICLEAN 2.



2.3 Testing av nødvendig mengde Caviclean 2 for hemning av den aerobe nedbrytningsprosess.

Fordi nedbrytningsforløpet i prøver tilsatt rensevæske i den første serie ikke skilte seg vesentlig fra prøver uten slik tilsats, ble 2 døgns testtid ansett å være tilstrekkelig.

Det var nå ønskelig å fastlegge hvilke konsentrasjoner det skulle til av rensevæske i kloakkvannet for å frembringe en tydelig hemmende effekt. Noen av manometerflaskene fra serie 1 inneholdt mikroorganismer som hadde vokst i nærvær av små mengder rensevæske, slik at en anrikning av organismer som enten hadde tilpasset seg rensevæsken eller var istand til å nedbryte den, hadde funnet sted. Det ville derfor være gunstig å benytte prøvene i disse flaskene til nytt podemateriale.

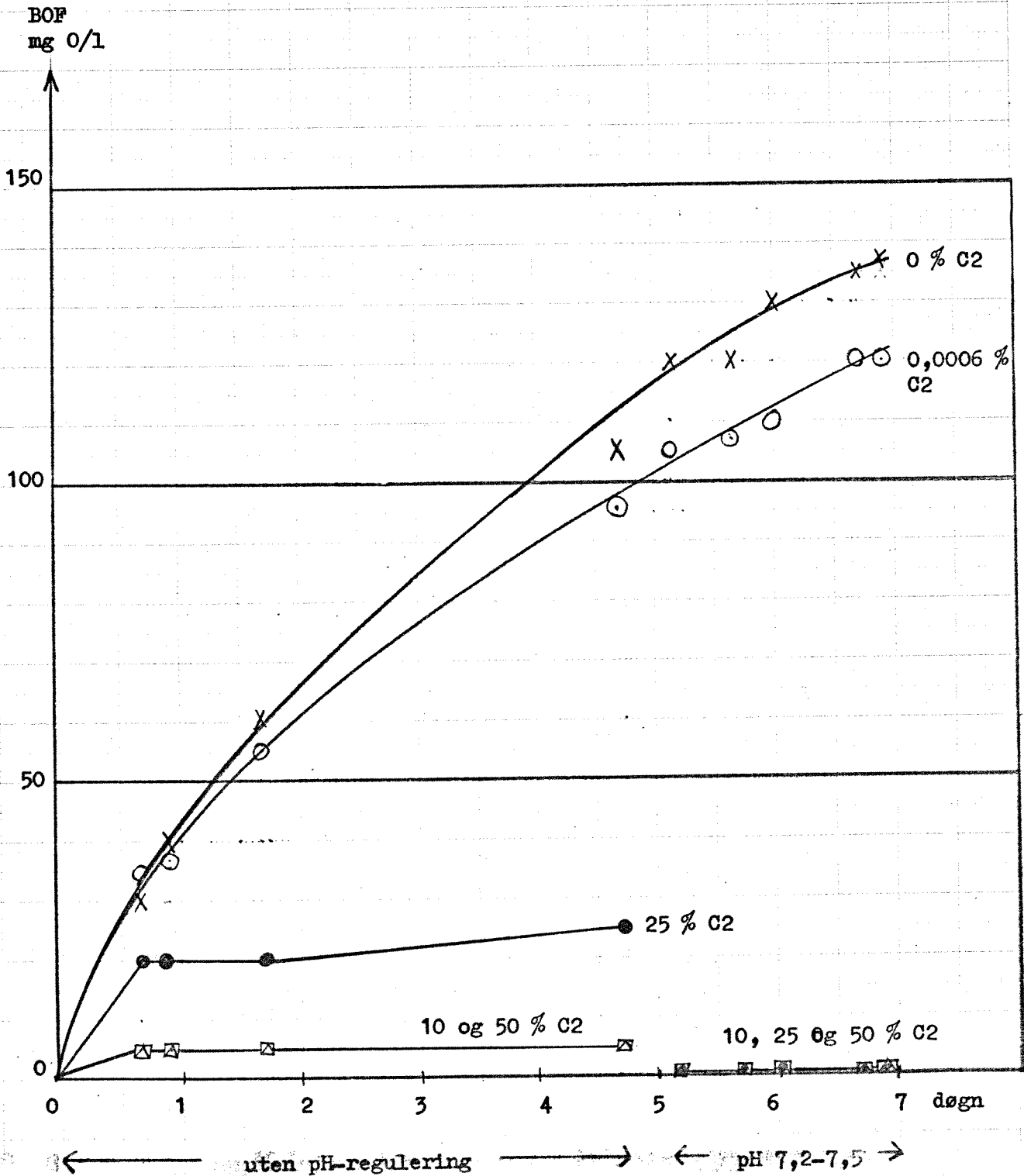
Den mikrobiologiske nedbrytning av det organiske stoff i kloakkvannet hadde bare vært i gang i to døgn, og det var derfor sannsynlig at prøvene fremdeles ville ha et vesentlig biokjemisk oksygenforbruk. Da avvikling av sommerferien vanskeliggjorde opplegget for denne undersøkelsen, ble det for å spare tid besluttet å benytte en blanding av prøvene med 0,06, 0,6 og 6,3 o/oo Caviclean 2 som kombinert podemateriale og kloakkvann i forsøksserie 2. Prøven med 0,006 o/oo Caviclean og kontrollen med råkloakk ble luftet og startet på nytt sammen med de nye prøvene.

Forsøksbetingelsene og resultatene fra serie 2 er presentert i tabell 2, resultatene dessuten i figur 2.

Forløpet av kurvene for oksygenforbruk for prøvene med 10, 25 og 50 % tilsats av Caviclean 2 viste at disse konsentrasjoner var hemmende for nedbrytningen.

I disse konsentrasjoner viste rensevæsken en klar tendens til skumdannelse, og det var nærliggende å slutte at den inneholdt en detergent. Den hemmende virkning kunne derfor skyldes redusert mulighet for oksygenopptak, eller forskyvning av råkloakkens pH-verdi.

FIGUR 2. TESTING AV NØDVENDIG MENGDE CAVICLEAN 2 FOR HEMNING AV AEROB NEDBRYTNING AV RÅKLOAKK.



Nøytralisering av de samme prøvene og tilsetning av nytt podemateriale fikk ikke nedbrytningen av kloakkvannet i gang igjen.

Det er derfor sannsynlig at et innhold på 10 % og mer Caviclean 2 virker hemmende for aerob nedbrytning av kloakkvann, selv når blandingens pH-verdi reguleres til pH 7,2 - 7,5.

Vi var nå kommet fram til at en begynnende hemning av nedbrytningsprosessen måtte inntre et sted i konsentrasjonsområdet 0,5 - 10 volum % Caviclean 2 i prøven.

En tredje forsøksserie ble derfor igangsatt, se forsøksbetingelser og resultater i tabell 3 samt figur 3.

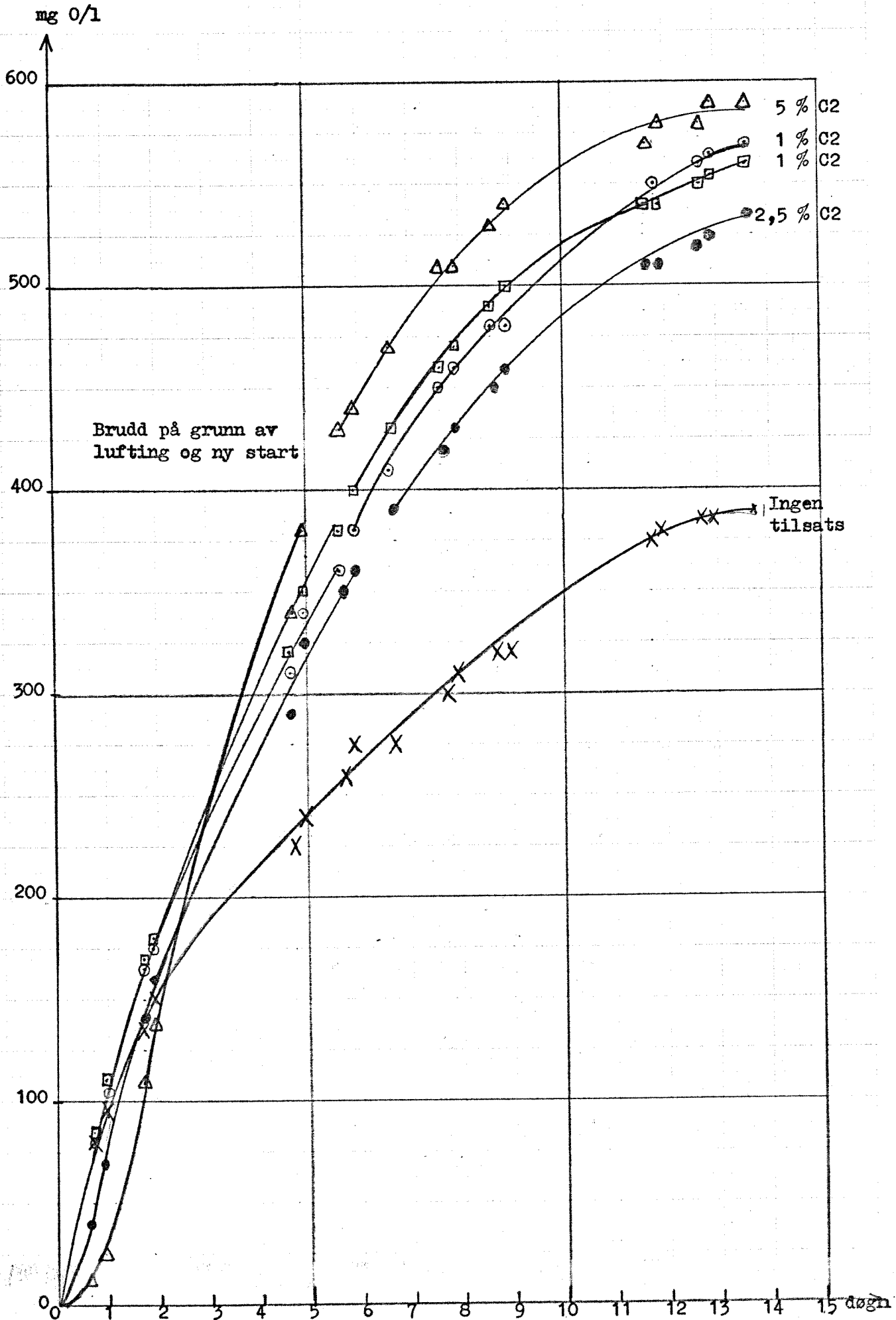
Det ble her tilsatt nøytralisert Caviclean 2. Ved nøytraliseringen fremkom det utfelling i rensevæsken. Tre av prøveflaskene ble tilsatt nøytralisert, turbid rensevæske, mens en flaske ble tilsatt original rensevæske og fikk pH-verdien regulert til ca. 7 etter blanding med kloakkvannet.

Kurven for oksygenforbruk for den sistnevnte flaske og den tilsatt samme mengde nøytralisert, turbid rensevæske viste samme forløp, se fig. 3. Utfellingen etter nøytralisering av rensevæsken så derfor ikke ut til å spille noen rolle for resultatene.

I de to første døgn var det en tydelig hemning av nedbrytningen i flaskene med 2,5 og 5 % Caviclean. Senere i nedbrytningsperioden viste alle flaskene tilsatt rensevæske høyere oksygenforbruk enn kontrollen med råkloakk. Da oksygenforbruket ble større enn først antatt, slik at kvikksølvstøt sto helt til topps i manometrene, måtte vi velge mellom å avbryte forsøket eller å lufte 4 av flaskene og starte dem på nytt. Siste alternativ ble valgt, og dette er grunnen til at 4 av kurvene i figur 3 er brutt. Kontrollen trengte ikke justering. Ved forsøkets slutt etter 14 døgn nedbrytning, viste prøvene tilsatt rensevæske fra 40 til 50 % høyere oksygenforbruk enn kontrollen.

FIGUR 3. TESTING AV ANNEN VIRKNING ENN pH-EFFEKT AV CAVICLEAN.

BIOKJEMISK OKSYGENFORBRUK FOR RÅKLOAKK TILSATT FORSKJELLIGE MENGDER CAVICLEAN 2.



Ved avbrytning og ny luftning av prøvene får man ikke korrekte verdier for prøvens oksygenforbruk. Forsøk har vist at man oppnår langt lavere oksygenforbruk når man går frem på denne måten. Resultatene fra dette forsøk viste imidlertid at rensevæsken inneholdt vesentlige mengder biologisk nedbrytbart stoff.

Hemmingen av oksygenopptaket i prøver med 2,5 og 5% Caviclean var som nevnt markert i forhold til prøvene av bare kloakkvann og med tilsats av 1% Caviclean, spesielt i det første døgn. Det er derfor nærliggende å anta at periodevise utslipp av rensevæsken vil føre til forstyrrelser i aktivslamprosessen dersom væskens konsentrasjon i råkloakken overstiger ca. 1%.

Ved kontinuerlig utslipp av nøytralisert rensevæske kan konsentrasjoner på 5% antas å være uten betydning for oksydasjonsprosessen, så sant det sørges for tilstrekkelig tilførsel av oksygen.

Det var imidlertid en markert forskjell i utseende av prøvene etter 14 døgns nedbrytningstid. Alle prøvene tilsatt rensevæske var turbide, mens kontrollen med råkloakk viste klar væske med større, godt synlige partikler. Det er derfor sannsynlig at rensevæsken i konsentrasjoner mellom 1 og 5% kan ha en ugunstig virkning for slamavskilningen etter endt luftetid.

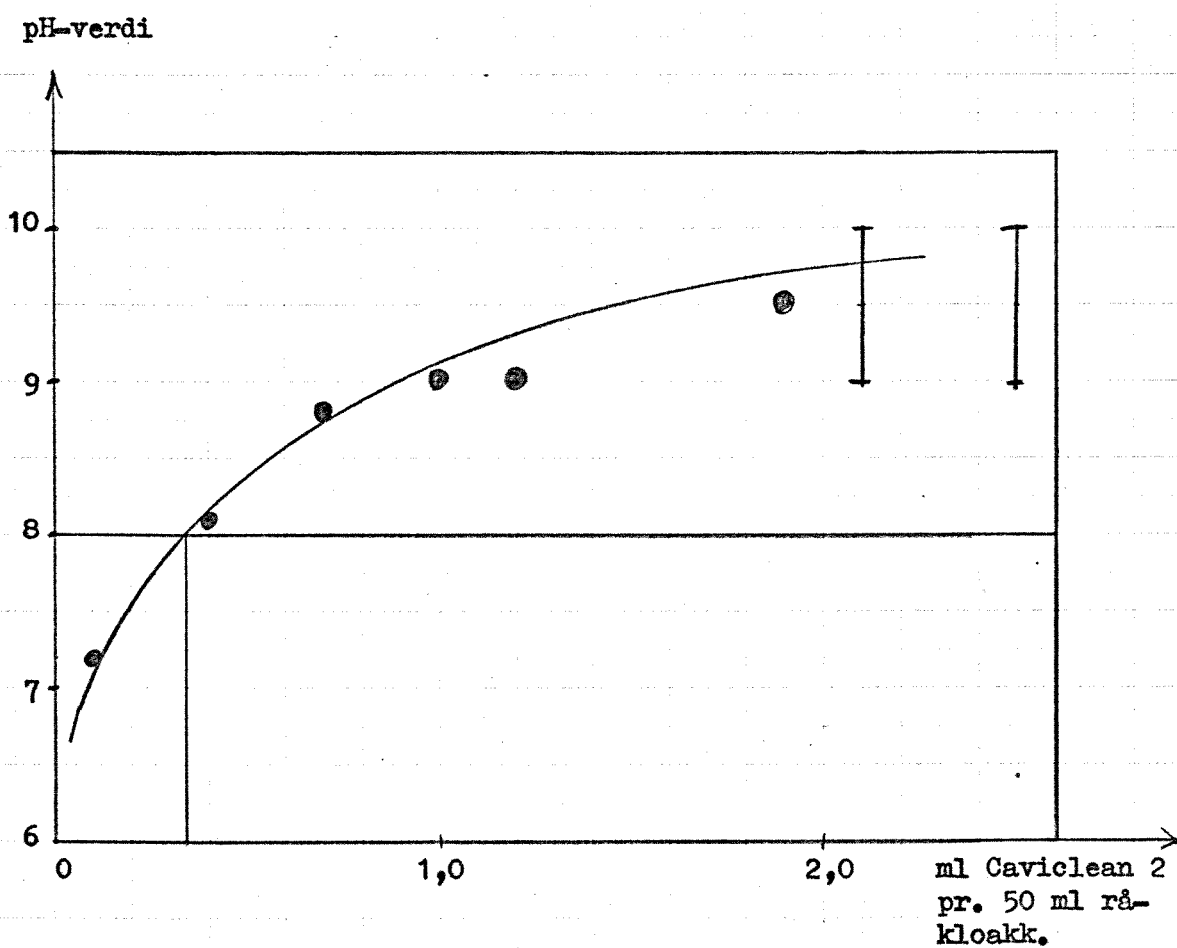
2.4 Rensevæskens innvirkning på pH-verdien av råkloakkvann.

Dette ble undersøkt ved at 50 ml råkloakk ble tilsatt økende volummengder rensevæske, og pH-verdien i blandingen ble målt etter hver tilsats. Råkloakken hadde en pH-verdi ca. 7. Caviclean 2 hadde en pH-verdi på 12.

Resultatene er angitt i kurveform på figur 4.

Det viste seg at 0,3 ml Caviclean 2 var tilstrekkelig til å bringe pH-verdien i 50 ml råkloakk nær 8, som ansees å være øvre pH-grense for gunstige nedbrytningsbetingelser i målinger av biokjemisk oksygenforbruk (området angitt som pH 6,5 - 8,2 i UK Standard 1956). Dette tilsvarer et Caviclean 2-innhold på 0,6

FIGUR 4. pH- FORANDRINGER I RÅKLOAKK VED TILSETNING AV ØKENDE MENGDER CAVICLEAN 2.



vol %, som i forsøksserie 1 ble funnet å ha svak hemmende effekt i begynnelsen av nedbrytningsperioden. Ved kontinuerlig utslipp av renevæske vil man få en anrikning av organismer som kan vokse ved høy pH-verdi slik at grensen for pH-verdien kan settes ved pH ca. 8,5, det vil si 1,2 vol % Caviclean.

Dette siste forsøk viste at pH-effekten av renevæsken gjorde seg gjeldende før andre virkninger av stoffet ble merkbare i nedbrytningsprosessen.

Disse resultater er basert på studier av rengjøringsmidlets virkning på aerob nedbrytning av organisk stoff i batch-kultur. Et vanlig aktivslamanlegg kan i denne sammenheng betraktes som en kontinuerlig kultur, og denne kan influeres av faktorer som er av mindre betydning i en batch-kultur. Derfor er det også undersøkt hva hva faglitteraturen sier om virkning av detergenter i kloakkrensprosesser.

3. BAKGRUNNSMATERIALE FOR BEDØMMELSE AV DETERGENTERS INNVIRKNING PÅ KLOAKKRENSPROSESSER

3.1 Effekt på forsedimentering.

Litteratur OECD-1964.

Undersøkelsene referert i nevnte litteratur viser at detergentenes innflytelse er avhengig av størrelsen på de suspenderte partikler. Sedimenteringshastigheten ser ut til å øke for partikler større enn ca. 25 micron, mens den avtar for mindre partikler.

3.2 Effekt på fettavskillere.

Samme litteratur som i 3.1.

Detergentene kan komme til å virke slik at de holder olje og fett i emulsjon i rensanlegget. Dersom de ikke blir nedbrutt i den aerobe prosess, kan de virke forstyrrende inn i en eventuell anerob prosess, eller de kan fortsatt være i emulsjon i utløpsvannet. Det er også mulig at en emulsjon dannet med en "hard"

detergent kan virke hemmende på nedbrytningen av oljen eller fettene, selv ved lave detergentkonsentrasjoner i kloakkvannet.

3.3 Effekt på fnokkdannelse og sedimentering.

Samme litteratur som i 3.1.

Det rapporteres at detergenter kan virke forstyrrende både på fnokkdannelse og sedimentering generelt. Det er blitt funnet at detergentkonsentrasjoner ned til 4-5 mg/l kan føre til at fnokkene flyter opp til overflaten istedenfor å sedimentere.

3.4 Effekt på aktivslam-prosessen.

Samme litteratur som 3.1.

Detergentenes hovedvirkning er at de reduserer kloakkvannets re-oksygeneringshastighet, slik at nedbrytningshastigheten avtar på grunn av oksygenmangel.

Reduksjonen av vannets oksygenabsorpsjon er bl.a. avhengig av hvilken type oksygendiffusorer som blir benyttet, luftmengde, renseeffekt, mengde kloakkvann som skal renses, og detergentkonsentrasjon. Renseeffekten ved et anlegg kan reduseres med fra 30 til 50% hvis det benyttes diffusorer med lav porositet, konsentrasjonen av oppløst oksygen er lav og detergentinnholdet er høyt.

Anioniske detergenter synes ikke å være giftige for mikroorganismene som er med i nedbrytningsprosessen før konsentrasjonen i kloakkvannet når opp i verdier på over 30 mg detergent/l. Spesielle undersøkelser for proteolytisk flora viste at konsentrasjoner på 0,5 - 2 g/l av en alkyl sulfat type detergent ikke var giftig for denne. Ikke-ionogene (nonioniske) detergenter er ikke nevnt i denne litteratur, fordi disse først i den senere tid er markedsført i større mengder, og publiserte undersøkelser av disse ennå er mangelvare.

3.5 Effekt på anaerob-prosessen.

Litteratur: OECD - 1964
Pitter et. al. 1971

OECD-rapporten siterer undersøkelser som viser at detergentinnhold på opp til 500 mg ABS (alkyl benzen sulfonat, en type lite nedbrytbar anionisk detergent) pr. l råkloakk ikke ser ut til å skape vansker for anaerob nedbrytning av slamm, mens konsentrasjoner større enn 750 mg ABS pr. l fører til raskt avtakende gassproduksjon. Slike detergentmengder forekommer vanligvis ikke i råkloakk, men i løpet av aktivslamprosessen kan en stor del av detergenten samle seg i slamm. Dermed kan slammets detergentinnhold komme opp i konsentrasjoner som kan redusere eller stoppe gassproduksjonen.

Dette er ikke ensbetydende med at tanken vil gå sur. Nyere litteratur (Pitter et.al.) angir at ABS-konsentrasjoner på 1% i utrånnet slam hadde inhiberende effekt på gassproduksjonen (32% reduksjon), mens rånnetankens pH-verdi ikke ble senket ned til grenseverdien for gode gjæringsbetingelser.

4. DISKUSJON AV DEN AKTUELLE RENSEVÆSKES INNFLYTELSE PÅ PROSESSENE VED FORNEBU KLOAKKRENSSEANLEGG.

Den rensesveske som ble levert NIVA til undersøkelse var ikke benyttet i rensesbadet. Den virkningen vesken viste seg å ha på nedbrytningsprosessen for kloakkvannet i laboratorieforsøkene, måtte derfor skyldes komponenter i rensesvesken slik den ble levert fra produsenten. Produsenten, Turco Chemische Producten N.V., ga oss følgende opplysninger : Sitat:

"Turco Caviclean No. 2 is an absolute not dangerous product, and it is a blend of water, wetting agents, sequestering agents and inhibitors. The product does not contain phosphates, phenolic bodies or other dangerous ingredients." Sitat slutt.

Dette er ikke tilstrekkelig til å bedømme produktets virkning i dette tilfellet. Da det tok lang tid å få disse opplysningene, besluttet vi å benytte dem så langt som mulig istedenfor å prøve å få bedre opplysninger fra produsenten. Vi har tydet opplysningene slik:

"Wetting agents" er detergenter. Siden det presiseres at produktet ikke inneholder "phenolic bodies", er det rimelig å anta at hovedbestanddelen består av nonionisk detergent basert på polymerisering av etylenoksyd og fettsyrer, fettalkoholer eller aminer. Polymerisasjonsprodukter mellom etylenoksyd og fenoler regnes for å være lite nedbrytbare, og "phenolic bodies" nevnes antakelig i den forbindelse.

"Sequestring agents", eller kompleksdannere, består i kommersielle klesvaskemidler som regel av en blanding av fosfater, carbonater, sulfater og silikater. Fosfatene pleier å utgjøre den største mengde av disse, men nå forsøkes det erstattet med andre stoffer, f.eks. NTA (nitrilo tri eddiksyre). Siden det presiseres at denne spesielle renevæsken for industribruk ikke inneholder fosfater, må de nevnte kompleksdannere være erstattet av et annet stoff.

"Inhibitorer" antas i dette tilfellet å bety nitrogenholdige, organiske korrosjonsinhibitorer som vanligvis brukes i små mengder.

Ut fra dette antas det at detergenter og kompleksdanneren mengdemessig er hovedkomponentene i renevæsken. Vi undersøkte forholdet mellom renevæskens vekt og volum, og fant at den veide 1,03 g/ml.

Bakgrunnsstoffet i de foregående avsnitt viser at detergentinnholdet i renevæsken kan innvirke på oksygentilførselen til aktivslammet allerede ved små mengder renevæske i råkloakkvannet. Sannsynlig påvirkning vil kunne ventes allerede ved konsentrasjoner på under 30 mg detergent pr. l av råkloakk. Antar vi at detergentinnholdet i renevæsken ligger i området 20 - 80 vekt%, vil den

ovenfor nevnte grense ligge i området 0.15 - 0.04 g rensesvæske pr. 1 råkloakk. I de utførte forsøk ble det funnet begynnende, men forbigående hemming av den aerobe nedbrytning ved konsentrasjoner fra 6 ml (eller g) rensesvæske pr. 1 råkloakk. Nøytralisert rensesvæske ga samme effekt ved konsentrasjoner fra 25 g/l (2,5 vol%).

Ifølge det teoretiske bakgrunns materialet om anerobprosessen, vil rensesvæskens detergentinnhold kunne skape vanskeligheter hvis råkloakken inneholder konsentrasjoner fra 750 mg detergent pr. l, og høyere. Etter samme antakelse som ovenfor nevnt vil dette tilsvare ca. 4-1 ml (eller g) rensesvæske pr. 1 råkloakk.

Man bør dessuten være oppmerksom på at andre inhiberende stoffer enn dem som var tilstede i den opprinnelige rensesvæske, kan være tilstede i væsken fra rensesvæsketanket, f.eks. hydrocarboner (smøreolje, fett) og tungmetaller. Større mengder av enkelte tungmetaller er kjent for å virke hemmende på vekst av mikroorganismer som medvirker i både aerobe og anaerobe nedbrytningsprosesser. Som eksempel kan nevnes krom, nikkel, kobber og sink. 10 mg pr. liter av de tre sistnevnte stoffer er nok til å stoppe gassproduksjonen i anaerobprosessen fullstendig. Kombinasjoner av tungmetaller og eventuelle kelater (f.eks. NTA) i vaskemidler kan også være mer giftige enn stoffene hver for seg. (Nature 1971). Dersom slammet inneholder mye sulfat kan det bli dannet hydrogensulfid i råtnetanken. Konsentrasjoner på over 200 mg sulfid pr. liter kan føre til alvorlig inhibering av gjæringen. Anerobgjæringen er en ømfindtlig prosess som meget lett kan bringes ut av balanse. Forstyrrelsene i råtnetanken på Fornebu viste seg bl.a. ved at tanken gikk sur. Dette er en vanlig reaksjon når noe går galt i en råtnetank, og det kan være vanskelig å finne fram til årsaken. En rekke mikroorganismer forgjærer de organiske stoffer i tanken til lav-molekylære forbindelser, deriblandt fettsyrer, og i sluttfasen av gjæringen omdannes disse lav-molekylære forbindelser til gassen metan og carbondioksyd.

Stoffer som er spesielt giftige for de mikroorganismer som er aktive i den sistnevnte gjæringsprosess, kan få denne til helt å stoppe opp. Dette fører gjerne til at konsentrasjonen av syrer øker - tanken går sur. Det må også være en nøye balanse mellom de forskjell-

ige gjæringsprosesser for at tanken skal operere normalt. Faktorer som fører til forskyvning i omsetningshastigheten for de forskjellige nedbrytningsprosesser kan også få råtnetanken ut av balanse slik at den går sur. Det mangler ennå mye på at nedbrytningsforløpet i råtnetanker er kjent i alle detaljer, men man har fått en del erfaring med hva som kan forårsake sur tank.

Ifølge forrige kapittel ser det ut som om slømavskillingen etter aktivslambehandlingen kan påvirkes av så lave konsentrasjoner som 5 mg detergent pr. liter. Dette er lavere konsentrasjon enn den som ble nevnt som grense for begynnende inhibering av aktivslamprosessen. Opplysningene i litteraturen gjelder ikke spesielt for sedimentering av aktivslam, så det er vanskelig å gi en nærmere vurdering av dette. I de utførte laboratorieforsøk var prøven med 1% rensevæske fremdeles turbid etter 14 døgns nedbrytning, selv om oksygenopptaket ikke var hemmet i forhold til prøven med bare kloakkvann (kapittel 2).

Oksygentilførselen til aktivslammet er også et ledd i renseprosessen som påvirkes av lave detergentkonsentrasjoner. Har man mulighet til å øke luftingen tilstrekkelig, skulle de biologiske prosesser forøvrig ikke bli hemmet før detergentinnholdet i råkloakkvannet er betraktelig høyere.

5. MULIGE SKADEVIRKNINGER AV RENSEVÆSKEN I UTSLIPPSVANNET FRA KLOAKKRENSSEANLEGGET

5.1 Skadevirkninger som skyldes rensevæskens detergentinnhold.

Utslippsvannet fra Fornebu renseanlegg ledes ut i fjorden. Det kommer derfor ikke ut i et vassdrag som er utsatt for sterk turbulens (fossen, stryk) eller som skal benyttes til drikkevannsformål. Det er derfor rimelig å anta at det ikke vil bli vesentlige plager med skumdannelse på grunn av utslippet. Detergenten vil imidlertid også her kunne interferere i selvrensingsprosessen, ved den før nevnte nedsettelse av vannets evne til å oppta oksygen. Forøvrig vil den også kunne hemme biologiske prosesser ved direkte giftvirkning, men

da først i meget høyere konsentrasjoner. I den før nevnte OECD rapport for 1964 berettes at proteolytisk flora er meget lite påvirket av nedbrytbare, anioniske detergenter, mens nitrifiseringsprosessen stoppes helt av konsentrasjoner på 50-60 mg/l. Samme kilde opplyser at 120 mg/l av anioniske detergenter sannsynligvis er nok til å hindre vekst av alger. Små mengder detergent kan være giftig for fisk. Det er ved forsøk funnet terskelverdier for giftvirkning på 3 mg/l og subletale effekter er konstatert i konsentrasjoner ned i 0,2 mg/l. Giftigheten ovenfor fisk ser også ut til å basere seg på detergentens evne til å redusere vannets overflatespenning. Selv med tilstrekkelig oksygen i vannet er en slik reduksjon i overflatespenningen nok til å senke hastigheten av oksygenets diffusjon inn i de semipermeable membraner i gjellene. Er oksygenkonsentrasjonen i vannet i tillegg lav, slik den ofte kan være i forurenset vann, blir diffusjonshastigheten enda mer redusert. Derfor kan meget lave detergentkonsentrasjoner i forurenset vann med redusert oksygeninnhold, være skadelig for fisk. Dette gjelder for alle stoffer som kan kalles detergenter, nonioniske såvel som anioniske.

5.2 Mulige andre skadevirkninger.

Dette er vanskelig å vurdere uten kjennskap til hva som slippes ut i kloakknettene i tillegg til rensevasken. Muligheten for dannelse av spesielt giftige kelater kan være tilstede, men det er ikke mulig å forutse hvordan virkningen av et slikt giftstoff vil være. Man bør imidlertid være oppmerksom på en slik mulighet i tilfelle det skulle oppstå problemer i tilknytning til utslippet.

6. KONKLUSJON

En foreløpig konklusjon, basert bare på resultatene av de utførte nedbrytningstester, ble oversendt i brev form den 9.7.1971. Senere litteraturstudier viste at aktivslamprosessen er mer følsom for påvirkning av detergenter enn først antatt. Siden det er detergenten (tensidet) i rensevasken som er årsak til den forannevnte forstyrrelse i oksygenbalansen, bør det overveies om det skal

settes visse maksimumskrav til råkloakkens detergentinnhold, eller om man skal forsøke å kompensere oksygentapet ved å øke lufttilførselen til anlegget i de perioder den her omtalte rensevæske slippes ut i kloakkledningssystemet. Rensevæsken bør ikke under noen omstendighet slippes ut i så stor konsentrasjon at dens pH-verdi får influere på råkloakken inn til Fornebu renseanlegg. Det betyr at hvert rensebad som inneholder 5 l Caviclean 2 fortynnet med vann til 60 l, må nøytraliseres eller fortynnes med vann til minimum 1000 l. For å sikre en slik fortytning bør dette skje før rensebadet slippes ut på kloakknett. En slik fortytning med vann vil ikke bare eliminere en eventuell pH-innvirkning, men også redusere faren for inaktivering av slammet p.g.a. virkning av tensidet i rensevæsken. En styring av utslippet etter det samlede detergentinnhold i råkloakken kan bli svært vanskelig, da man mangler rutinemeter for kvantitative bestemmelser av enkelte typer detergenter som markedsføres idag, d.v.s. de nonioniske.

En skal heller ikke se bort fra at forstyrrelsene i den ene eller begge nedbrytningsprosesser kan være følgen av uheldige kombinasjoner av forskjellige komponenter i avløpsvannet. En vurdering av dette fordrer foruten et nøyere kjennskap til den aktuelle rensevæskes sammensetning både før og etter den har vært benyttet i rensebadet, også kjennskap til mengde og natur av de øvrige utslipp til kloakk-systemet. Det foreslås derfor at den ovenfor nevnte fortytningsgrad først forsøkes innført, eventuelt i kombinasjon med øket lufting i aktivslamtankene i utslippsperiodene. Hjelper ikke dette, må rensevæsken fortynnes ytterligere før den slippes inn i kloakkvannsnett, hvis den da ikke kan transporteres bort i konsentrert form for en bedre form for destruksjon.

En fortytning av 5 l Caviclean til 1000 l vil gi en konsentrasjon på 5 g rensevæske/l. Dersom kloakkrenseprosessen ikke gir vesentlig reduksjon i vannets innhold av rensevæske, må avløpsvannet fra kloakkrenseanlegget videre fortynnes med opp til ca. 1700 l resipientvann pr. l avløpsvann for å nå ned i ca. 3 mg rensevæske (eg. tensid) pr. l, den før nevnte grenseverdi for skadevirkning på fisk. En slik fortytning vil man alltid ha fra renseanlegg til resipient, og negative effekter i resipienten vil derfor neppe forekomme.

Dersom disse forstyrrelser av kloakkrenseprosessene ved Fornebu fortsetter å finne sted, og det ikke er mulig å destruere rensebadvæsken på annen måte, kan man skaffe eksakte opplysninger om dens virkning ved å dosere den til en kontinuerlig aktivslamprosess i laboratoriemålestokk. Virkningen på aktivslammets sedimenteringsegenskaper kan også undersøkes i samband med en slik kontinuerlig laboratoriekultur.

7. BILAG

Tabell 1.

Forsøksserie 1

0-6 o/oo Caviclean 2 i prøven.

| Flaske nr. | BOF-flasker (HACH) | | | | |
|------------------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Resultatkurve merket | x | 0 | □ | . | Δ |
| ml råkloakk (dypfryst) | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 |
| ml ferskt podemateriale (råkloakk) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ml original Caviclean 2 | 0 | 0.001 | 0.010 | 0.100 | 1.000 |
| Destillert vann | 1 | 0.999 | 0.990 | 0.900 | 0.000 |
| ml tilsammen | 159 | 159 | 159 | 159 | 159 |
| o/oo Caviclean 2 i prøven | 0 | 0.006 | 0.06 | 0.6 | 6.3 |

| Dato 1971 | Kl. | Døgn nr. | Diverse | Avlest BOF, mg 0/1 | | | | |
|--------------|-------|-------------|---------|--------------------|-----|-----|-----|-----|
| | | | | | | | | |
| Juni | | | | | | | | |
| 28. | 12.50 | 0 | Start | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28. | 14.50 | 0-1 | | 5 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| 29. | 8.40 | 1 | | 85 | 72 | 85 | 88 | 45 |
| 29. | 16.00 | 1 | | 105 | 85 | 105 | 105 | 80 |
| 30. | 12.00 | 2 | | 135 | 115 | 135 | 135 | 140 |
| 30. | 14.00 | 2 | Stopp | 140 | 120 | 135 | 145 | 145 |

Tabell 2.

Forsøksserie 2

0-50 % Caviclean 2 i prøven.

| Flaske nr. Resultatkurve merket | BOF-flasker (HACH) | | | | |
|---|--------------------|------|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | X | 0 | □ | . | Δ |
| Prøvevolum fra serie 1, intakt, ml | 159 | 159 | | | |
| ml av blanding fra serie 1, flaske 3, 4 og 5 | | | 141 | 118 | 78 |
| ml original Caviclean 2 | | | 16 | 39 | 79 |
| ml tilsammen | 159 | 159 | 157 | 157 | 157 |
| % Caviclean 2 i prøven | 0 | ca.0 | 10 | 25 | 50 |

| Dato 1971 | Kl. | Døgn nr. | Diverse | Avlest BOF, mg 0/1 | | | | |
|--------------|-------|-------------|-----------------------------------|--------------------|-----|------|---------|-----|
| | | | | | | | | |
| 30.6. | 16.00 | 0 | Ny start | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.7. | 8.10 | 1 | | 30 | 35 | 5 | 20 | 5 |
| 1.7. | 13.00 | 1 | | 40 | 37 | 5 | 20 | 5 |
| 2.7. | 9.15 | 2 | | 60 | 55 | 5 | 20 | 5 |
| 5.7. | 9.00 | 5 | Stopp (3,4,5) | 105 | 95 | 5 | 25 | 5 |
| | | | Målt pH-verdi | | | 9-10 | | ≥11 |
| | | | Flaske Nøytralisert (0,7-3 ml) | | | 7,5 | 7,2-7,5 | 7,2 |
| | | | 1-23-5 Ml nytt podemat. | | | 1 | 1 | 1 |
| 5.7. | 20.30 | 5 0 | Ny start (3,4,5) | 120 | 105 | 0 | 0 | 0 |
| 6.7. | 8.15 | 6 1 | | 120 | 107 | 0 | 0 | 0 |
| 6.7. | 15.15 | 6 1 | | 130 | 110 | 0 | 0 | 0 |
| 7.7. | 8.20 | 7 2 | | 135 | 120 | 0 | 0 | 0 |
| 7.7. | 13.30 | 7 2 | Stopp | 137 | 120 | 0 | 0 | 0 |

Tabell 3 a.

Forsøksserie 3.

0-5 % Caviclean 2 i prøven.

Forsøksbetingelser

| Flaske nr. | BOF-flasker (HACH) | | | | |
|--|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Resultatkurve merket | X | 0 | □ | . | Δ |
| ml råkloakk, pH 6-7 | 157 | 156 | 156 | 153 | 149 |
| ml original Caviclean 2 pH 12 | - | 1,5 | - | - | - |
| ml nøytra isert Caviclean 2, pH 7-8 | - | - | 1,5 | 4 | 8 |
| Tilsammen, ml | 157 | 157,5 | 157,5 | 157 | 157 |
| Målt pH-verdi (pH-papir) | 6-7 | 7 | 6-7 | 7,8 | 8 |
| pH-verdi regulert til | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,5 |
| % Caviclean i prøven | 0 | 1 | 1 | 2,5 | 5 |
| Prøvens utseende ved start | turbid | turbid | turbid | turbid | turbid |

Tabell 3 b.

Forsøksserie 3 b.

0-5 % Caviclean 2 i prøven.

Resultater

| Dato 1971 | Kl. | Døgn nr. | Diverse | Avlest BOF, mg 0/1 | | | | |
|------------------------------------|-------|-------------|-----------|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | | | Flaske: 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Juli | | | | | | | | |
| 7. | 15.45 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8. | 8.10 | 1 | | 80 | 80 | 85 | 40 | 13 |
| 8. | 14.15 | 1 | | 95 | 105 | 110 | 70 | 25 |
| 9. | 8.30 | 2 | | 135 | 165 | 170 | 140 | 110 |
| 9. | 13.30 | 2 | | 150 | 175 | 180 | 160 | 135 |
| 12. | 9.05 | 5 | | 225 | 310 | 320 | 290 | 340 |
| 12. | 14.10 | 5 | | 240 | 340 | 350 | 325 | 380 |
| 12. | 14.00 | 5 | nullstilt | | | | | 0 |
| 13. | 8.00 | 6 | | 260 | 360 | 380 | 350 | 50 |
| 13. | 8.00 | | nullstilt | | 0 | 0 | | |
| 13. | 15.30 | 6 | | 275 | 20 | 20 | 360 | 60 |
| 13. | 15.30 | 6 | nullstilt | | | | 0 | |
| 14. | 9.10 | 7 | | 275 | 50 | 50 | 30 | 90 |
| 15. | 8.00 | 8 | | 300 | 90 | 80 | 60 | 130 |
| 15. | 16.05 | 8 | | 310 | 100 | 90 | 70 | 130 |
| 16. | 8.15 | 9 | | 320 | 120 | 110 | 90 | 150 |
| 16. | 15.00 | 9 | | 320 | 120 | 120 | 100 | 160 |
| 19. | 8.00 | 12 | | 375 | 180 | 160 | 150 | 190 |
| 19. | 15.40 | 12 | | 380 | 190 | 160 | 150 | 200 |
| 20. | 8.00 | 13 | | 385 | 200 | 170 | 160 | 200 |
| 20. | 15.30 | 13 | | 385 | 205 | 175 | 165 | 210 |
| 21. | 8.30 | 14 | | 390 | 210 | 180 | 175 | 210 |
| Prøvens utseende etter endt forsøk | | | | klar med partikler | turbid | turbid | turbid | turbid |

LITTERATURLISTE

- UK Standard 1956: Methods of Chemical Analysis as applied to Sewage and Sewage Effluents. Ministry of Housing and Local Government 1956.
- OECD - 64 : Organisation for Economic Co-operation and Development: "The Pollution of Water by Detergents".
- Nature - 71 : "Detergents Deterred" ved Nature's Washington Korrespondent. Nature 230, April 1971, p. 349.
- Pitter et.al.71 : Pavel Pitter, Jiljí Veselský, Marta Ciperova: "Surface active agents in waste waters. XIV: The influence of linear ABS on anaerobic sludge digestion". SBORNIK (Technology) F 16 Prahe 1971.