



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 137592

(51) Int. Cl.² C 02 C 1/04

(21) Patentsøknad, nr. 740452
(22) Inngitt 11.02.74
(23) Løpedag 11.02.74

(41) Alment tilgjengelig fra 13.08.74
(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 12.12.77

(30) Prioritet begjært 12.02.73, USA, nr. 331796

(54) Oppfinnelsens benevnelse Anordning for biologisk
behandling av spillvann.

(71)(73) Søker/Patenthaver AUTOTROL CORPORATION,
Milwaukee, WI,
USA.

(72) Oppfinner RONALD L. ANTONIE,
South Greendale, WI,
USA.

(74) Fullmektig Siv.ing. Ole J. Aarflot,
Bryn & Aarflot A/S, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner Ingen.

Denne oppfinnelse angår biologisk behandling av spillvann, og mer bestemt angår den en forbedret biologisk behandlingsanordning av den type som anvender roterende biologiske kontaktelelementer.

Bruken av roterende biologiske kontaktelelementer som sekundær biologisk behandling av spillvann får stadig økende betydning. Som ved andre biologiske behandlingsprosesser såsom aktivert slam, behandles spillvannet ved anvendelse av mikroorganismer som utnytter karbonholdige og nitrogenholdige forurensninger i spillvannet som næringsstoffer og omdanner dem til uskadelig materiale. Ved prosessen som benytter roterende biologiske kontaktelelementer danner kontaktelementene flater på hvilke bakterieslim kan vokse ved at kontaktoverflatene roteres i en delvis neddykket stilling i en tank inneholdende spillvannet, blir slimet på kontaktelementenes overflate vekselvis utsatt for spillvannet og for oksygen i atmosfæren. Bakteriseslimet på slike flater består hovedsakelig av aerobiske bakterier som har evnen til å absorbere, adsorbere, koagulere samt oksydere de uønskede organiske bestanddeler i spillvannet og til å omdanne slike bestanddeler til uskadelig materiale. Ved bruken av flere trinn med roterende biologiske kontaktelelementer i serie, kan også ammoniakknitrogen oksyderes. Det vil si, mens de innledende kontaktortrinn utvikler mikroorganismer som oksyderer det karbonholdige BOF (biokjemisk oksygenforbruk) i spillvannet, vil på følgende kontaktortrinn når BOF-konsentrasjonen reduseres, utvikle et belegg av salpeterbakterier som oksyderer det ammoniakknitrogenholdige BOF i spillvannet.

De første kommersielle anlegg anvendte roterende biologiske kontaktelelementer i form av skiver med forholdsvis stor diameter anordnet side ved side langs en aksel opplagret på tanken i hvilken kontaktorelementene roterte. Skivene ble vanligvis fremstilt av ekspanderte polystyrenperler og var anordnet med forholdsvis liten innbyrdes avstand langs akselen. I det siste

har forbedrede typer av roterende biologiske kontaktorelementer med vesentlig større respektivt overflateareal for samme lengde på akselen og diameter på kontaktorelementene kommet til anvendelse. Eksempler på slike forbedrede typer er vist og beskrevet i søkerens samtidige norske patentsøknad nr. 1868/73.

Den roterende biologiske kontaktoranordning drives fortrinnsvis som en kontinuerlig prosess og ikke som en oppdelt prosess, og dens effektivitet samt behandlingskapasitet er avhengig av en rekke variable innbefattende den hydrauliske belastning av spillvann gjennom apparatet, temperaturen ved hvilken spillvannet behandles, samt spillvannets oppholdstid i apparatet. Hydraulisk belastning er volumet pr. tidsenhet eller volumstrømmen av spillvann gjennom behandlingstanken (vanligvis uttrykt i liter pr. dag) i forhold til de roterende kontaktelementers overflateareal som kommer i kontakt med spillvannet i tanken. En har trodd at, ved en gitt hydraulisk belastning vil effektiviteten av behandlingen øke jo lenger spillvannet holdes i tanken hvor det er i kontakt med de roterende kontaktelementer. Denne forlengede oppholdstid kunne f.eks. oppnås enten ved å øke avstanden mellom skivene for derved å redusere det effektive overflateareal, eller ved å øke tankstørrelsen. Begge disse tiltak ville virke til å øke volumet av spillvann som holdes i tanken i forhold til kontaktorelementenes overflateareal som er tilgjengelig for vekst av bakterieslim. Den spesielle parameter det her dreier seg om, er væskevolumet i tanken pr. enhet av kontaktoroverflate som utsettes for spillvannet i tanken; denne parameter måles i liter pr. kvadrat meter og angir et volum/overflateforhold. Oppfinnelsen er basert på den oppdagelse at når forholdet volum/overflate økes, opptrer en tilsvarende øking i behandlingskapasiteten, men bare opp til et optimalt volum/overflateforhold. Deretter opptrer ingen ytterligere øking i behandlingskapasiteten under normale driftsforhold selv om forholdet volum/overflate økes.

Hovedformålet ved foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe en biologisk behandlingsanordning for kloakkvann under anvendelse av roterende biologiske kontaktelementer og hvor forholdet mellom spillvannvolumet i tanken og det kontaktoroverflateareal som utsettes for spillvannet, etableres på et optimalt nivå slik at det oppnås maksimal behandlingskapasitet under normale driftsbetingelser.

Dette formål oppnåes ved en anordning som omfatter

en beholder innrettet for kontinuerlig å tilføre spillvann som skal behandles, hvilken beholder innbefatter et væskeutløp samt anordninger for å holde spillvannet i beholderen ved et gitt nivå, og biologiske kontaktorer som kan rotere om en horisontal akse og virke som vekstmedia for biologisk slim og er delvis neddykket i spillvannet i beholderen, og det nye og særegne ved anordningen ifølge oppfinnelsen er at forholdet mellom beholderens virkelige væskevolumkapasitet og kontaktorenes effektive overflateareal, dvs. kontaktorenes overflateareal som løper gjennom spillvannet og belegges med bakterieslim, er $0,0049 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

Ovennevnte samt ytterligere trekk og fordeler ved oppfinnelsen vil fremgå av følgende beskrivelse, som viser en foretrukket utførelsesform av oppfinnelsen, i tilknytning til vedlagte tegninger, hvor:

Fig. 1 er et oppriss delvis i snitt langs behandlingstankens lengdeakse innbefattende roterende biologiske kontaktelementer i form av innbyrdes adskilte skiver,

Fig. 2 er et vertikalsnitt langs planet 2-2 i fig. 1, og

Fig. 3, 4 og 5 er kurver som viser resultatet av forsøk utført med forskjellige hydrauliske belastninger for å bestemme henholdsvis BOF-prosenten, suspenderte faste partikler, samt ammoniakk-nitrogenrester, i anordninger av den type som er vist i fig. 1 og 2 og med forskjellig volum/overflateforhold.

I fig. 1 og 2 er vist et typisk roterende biologisk kontaktoranlegg innbefattende en tank angitt generelt ved tallet 10, og fire trinn med identiske roterende biologiske kontaktorenheter 11, anordnet på en felles aksel 12. Hver kontaktorenheter 11 består av et antall plane skiver 13 fordelt med innbyrdes avstand langs akselen 12. Skivene 13 er utformet av ekspanderte polystyrenperler.

Tanken 10 har halvsylindrisk form og omfatter et par fotstykker 14 for montering av tanken på et passende underlag. Endene av tanken 10 er avgrenset av innløps- og utløpsvegger henholdsvis 15 og 16, og tanken 10 er delt i fire stort sett like driftstrinn ved hjelp av en rekke identiske indre vegger 17. Akselen 12 er opplagret i lagre 18 montert på veggene 15, 16 og 17. En innløpsledning 19 løper gjennom innløpsveggen 15 for tilførsel av spillvann til tanken 10. Ved motsatt ende av tanken 10 innbefatter veggene 16 et overløp 20 anordnet på den ene side av lageret

18 for akselen 12. Overløpet 20 skiller tankens indre fra et utløpsbasseng 21 som fører til en utløpsledning 22. Akselen 12, og følgelig kontaktoenhetene 11 roteres ved hjelp av et hensiktsmessig drivorgan såsom den elektriske motor 23 og den tilkoblede kjededrift 24 vist i fig. 1. I hver av de indre vegger 17 er anordnet en neddykket åpning 25 for strømming av væske mellom de fire trinn, og den totale strøm av spillvann gjennom anordningen er hovedsakelig parallell til akselens 12 lengdeakse.

På kjent måte innføres forbehandlet spillvann i tanken 10 med en kontrollert volumstrøm (volum pr. tidsenhet) gjennom innløpsledningen 19. Kontaktoenhetene 11 roteres i spillvannet i tanken 10 med en bestemt hastighet og de enheter 11 som ligger nærmest innløpsenden vil utvikle en kultur av aerobisk bakterieslim på overflatene. Når kontaktoenhetene 11 roteres vil kontaktoelementene føre en film av spillvann opp i luften hvor spillvannet siver nedover overflaten og absorberer oksygen fra luften. Organismer i slimet fjerner både oppløst oksygen og organiske materialer fra spillvannfilmen. Ytterligere fjerning av oppløst oksygen og organiske materialer finner sted når kontaktoelementene fortsetter sin rotasjon gjennom spillvannet i tanken. Ubrukt oppløst oksygen i spillvannfilmen blandes med innholdet av den blandede væske slik at oppløst oksygenkonsentrasjon opprettholdes i den blandede væske.

Når spillvann strømmes fra trinn til trinn, gjennomgår det en gradvis økende grad av behandling ved hjelp av spesielle biologiske kulturer i hvert trinn som er tilpasset det foranderlige spillvann. Dersom flere trinn benyttes, og etter som konsentrasjonen av organisk stoff øker i de siste trinn i tanken 10, vil salpeterbakterier begynne å opptre og oksydere ammoniakk-nitrogen. Ettersom ytterligere slim utvikles vil i alle trinn overflødig slim fjernes fra overflaten av de roterende kontaktenheter ved hjelp av skjærkrefter som utøves av spillvannet. Blandevirkningen til de roterende enheter 11 holder de slamformede faste partikler i suspensjon inntil strømmen av behandlet spillvann fører dem ut av tanken 10 for separering og deponering.

Det behandlede spillvann samt suspendert fast stoff strømmes over overløpet 20 og ut gjennom utløpsledningen 22. Overløpet 20 holder spillvannet i tanken ved et gitt nivå antydnet ved linjen 26. Nivået 26 av spillvann i tanken 10 er noe høyere enn nivået av toppen av overløpet 20 på grunn av den hydrauliske trykkehøyde som er nødvendig for at behandlet spillvann skal kunne strømme over overløpet 20. Det virkelige volum av spillvann som

kan opptas i tanken 10, bestemmes av det gitte nivå 26 under hentsyningen til det volum som opptas av de indre vegger 17, og det vannvolum som fortrenses av skivene 13 og av bakterieslimet som dannes på overflaten til skivene 13. Det effektive overflateareal til skivene for biologisk behandling er den del av skivene som blir ført gjennom spillvannet i behandlingstanken 10. På fig. 2 utgjør de partier av skivene som ligger mellom omkretsen og en sirkel 27 som er konsentrisk med akselen og tangerer spillvann-nivået 26, det effektive overflateareal på skivene.

Under utviklingen av anordningen ifølge oppfinnelsen har en funnet at ved behandling av husholdningsspillvann med normal temperatur foreligger et optimalt forhold mellom spillvannvolumet i tanken 10 og det effektive overflateareal til kontaktor-enheter 11 som vil gi maksimal behandlingsskapasitet, og at ytterligere øking av forholdet mellom volum og overflate ikke vil føre til øking i behandlingsskapasiteten. Det optimale forhold mellom volum og overflate er tilnærmet 4,9 liter spillvann i tanken pr. m² av effektivt overflateareal.

Fig. 3 - 5 illustrerer resultatene av forsøk som er utført på kloakkvann-behandlingsapparater lik de som er vist i fig. 1 og 2 og med fire forskjellige volum/overflateforhold som strekker seg fra 2,73 liter pr. m² til 13,09 liter pr. m². Forsøket ved forholdet 2,73 liter pr. m² ble utført med bruk av skiver med diameter 1,83 m, mens de andre tre forhold alle ble oppnådd med enheter med diameter 0,61 m. Forholdsverdiene ble forandret ved å forandre avstanden mellom skivene. Skiveenheter ble rotert ved hjelp av en 1/10 HK elektrisk motor ved 11 o/min. slik at omkretshastigheten til skivene med diameter 1,83 m var 20,2 m/min. Ved de enheter hvor det ble benyttet skiver med diameter 0,61 m, ble volumet av spillvann i tanken 10 bestemt ved tømming av tanken. I den enhet hvor skiver med diameter 1,83 m ble anvendt, ble væskevolumet beregnet med en antatt tykkelse av slimet på 2,54 mm.

Fire tidsforskjøvede stikkprøver ble tatt av den innstrømmende og utstrømmende væske fra hver av de to enheter med 0,61 m diameter over et tidsrom på 24 timer, prøvene ble hensatt for bunnfelling i 30 minutter og tilrettelagt for analyse. Når det gjelder enhetene med 1,83 m diameter var innløps- og utløpsprøvene 24-timers blandinger. Prøveenheter ble drevet i et tidsrom fra 1 til 2 uker under hvert sett driftsbetingelser og gjennom-

snittsverdien for prøveresultatene ble utregnet.

Fig. 3 viser kurver av resultatene fra prøvene i prosent BOF fjernet ved forskjellige hydrauliske belastninger. Kurven 28 er tilpasset resultatene ved drift av enheten med forholdet $2,73 \text{ l pr. m}^2$ og kurven 29 er tilpasset resultatene fra prøvene med enheten med forholdet $4,9 \text{ l pr. m}^2$. Overlagret på kurvene i fig. 3 og angitt ved kurven 30 er resultatene fra forsøk utført av Hans Hartman på en enhet med skiver med diameter $3,5 \text{ m}$ og et volum/overflateforhold på $3,47 \text{ l pr. m}^2$. Hartmans resultater er publisert i "Der Tauchtropkörper", Österreichische Wasserwirtschaft, bind 17, N.11/12, 1965, ss. 264 - 269.

Som det fremgår av dataene i fig. 3, ettersom forholdet volum/overflate økes fra $2,73$ til $3,02$ til $3,47$ til $4,9 \text{ l pr. m}^2$, opptrer øking i behandlingskapasiteten angitt ved prosent fjernet BOF. Økingen over $4,9 \text{ l pr. m}^2$ resulterer imidlertid ikke i en ytterligere øking i behandlingskapasitet. Økingene i behandlingskapasitet angitt ved prosent fjernet BOF er særlig tydelig ved de høyere hydrauliske belastninger. Også ved de høyere hydrauliske belastninger dominerer imidlertid det samme oppdagede forhold, dvs. at utover et volum/overflate-forhold på $4,9 \text{ l/m}^2$ opptrer ingen øking i behandlingskapasiteten.

Den samme virkning av forholdet volum/overflate er vist for fjerning av suspenderte faste partikler i fig. 4. I fig. 4 er kurvene 31, 32 og 33 tilpasset resultatene av prøvene av volum/overflate-forholdene av henholdsvis $2,73$, $3,02$ og $4,9 \text{ l/m}^2$. Øking av forholdet volum/overflate fra $2,73$ til $3,02$ til $4,9 \text{ l/m}^2$ medfører øket fjerning av suspendert faststoffmateriale. En ytterligere øking i forholdet volum/overflate til $13,09 \text{ l/m}^2$ ved en hydraulisk belastning på 204 l/dag/m^2 medførte ingen ytterligere øking i fjernet suspendert faststoffmateriale.

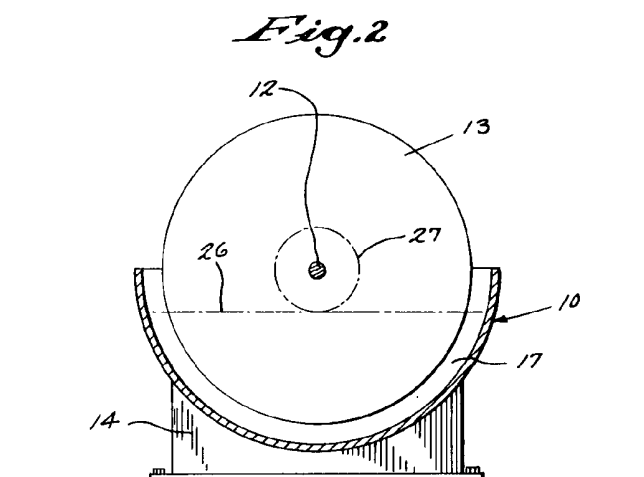
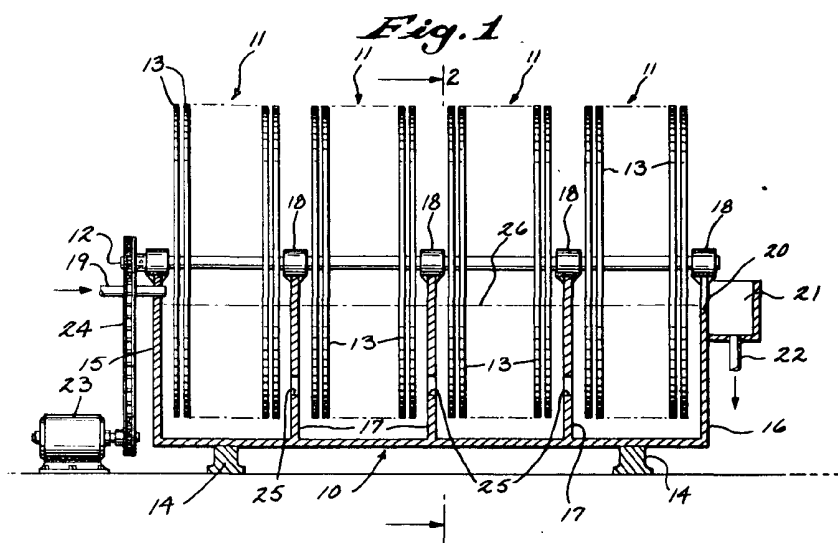
Fig. 5 viser prosent fjernet ammoniakk-nitrogen som en funksjon av hydraulisk belastning for de fire volum/overflate-forsøk. Disse data viser også at $4,9 \text{ l/m}^2$ er den optimale verdi for forholdet volum/overflate for nitrifikasjon. Drift ved volum/overflate-forhold lavere enn $4,9 \text{ l/m}^2$ medfører mindre fjerning av ammoniakk-nitrogen og drift ved forhold større enn $4,9 \text{ l/m}^2$ medfører ikke noen øking i fjernet ammoniakk-nitrogen. I fig. 5 er kurven 34 tilpasset resultatene av forsøkene ved en forholdsverdi på $2,73$ og kurven 35 er tilpasset resultatene av prøven ved en forholdsverdi på $4,9 \text{ l/m}^2$.

Det er således oppdaget at det foreligger en optimal verdi for forholdet volum/overflate ved hvilken roterende biologiske kontaktelementer bør utformes og konstrueres. En slik forholdsverdi er bestemt høyere enn $3,47 \text{ l/m}^2$ og ikke høyere enn $4,9 \text{ l/m}^2$ og synes å være tilnærmet lik $4,9 \text{ l/m}^2$. En slik optimal verdi for forholdet volum/overflate er en velbegrunnet parameter for de normale forhold som erfares ved behandling av husholdnings-spillvann. Med husholdningsspillvann menes spillvann som har en BOF-konsentrasjon på opptil 350 mg/l . Den optimale verdi for forholdet volum/overflate gjelder for driftstemperaturer i spillvannet på over $12,8^\circ\text{C}$. Som med alle biologiske behandlingsprosesser kan behandlingseffektiviteten for en roterende kontaktprosess ventes å avta ved spillvannstemperaturer under $12,8^\circ\text{C}$. Foreløpige forsøk antyder imidlertid at verdier av forholdet volum/overflate på rundt $4,9 \text{ l/m}^2$ sannsynligvis er den optimale forholdsverdi for drift ved lav spillvannstemperatur. Den optimale forholdsverdi vil ganske sikkert ikke være lavere enn ca. $4,9 \text{ l/m}^2$.

Selv om forsøkene ble utført med kontaktoresheter utformet av innbyrdes fordelte plane skiver, er det optimale forhold mellom volum og overflateareal ikke avhengig av denne type overflate på kontaktoreshetene. Det samme optimale forhold ville også gjelde for andre utformninger av kontaktoreshetene. Det vil heller ikke spille noen rolle hvorvidt væskestrømmen gjennom behandlingsanordningen er parallell med rotasjonsaksen til de roterende kontaktelementer, som ved prøveenheter, eller vinkelrett på rotasjonsaksen til kontaktoreshetene.

P a t e n t k r a v :

Anordning for biologisk behandling av spillvann omfattende en beholder innrettet for kontinuerlig å tilføres spillvann som skal behandles, hvilken beholder innbefatter et væskeutløp samt anordninger for å holde spillvannet i beholderen ved et gitt nivå, og biologiske kontaktorer som kan rotere om en horisontal akse og virke som vekstmedia for biologisk slim og er delvis neddykket i spillvannet i beholderen, k a r a k t e r i s e r t ved at forholdet mellom beholderens virkelige væskevolumkapasitet og kontaktoreshenes effektive overflateareal, dvs. kontaktoreshenes overflateareal som løper gjennom spillvannet og belegges med bakterieslim, er $0,0049 \text{ m}^3/\text{m}^2$.



137592

Fig.3

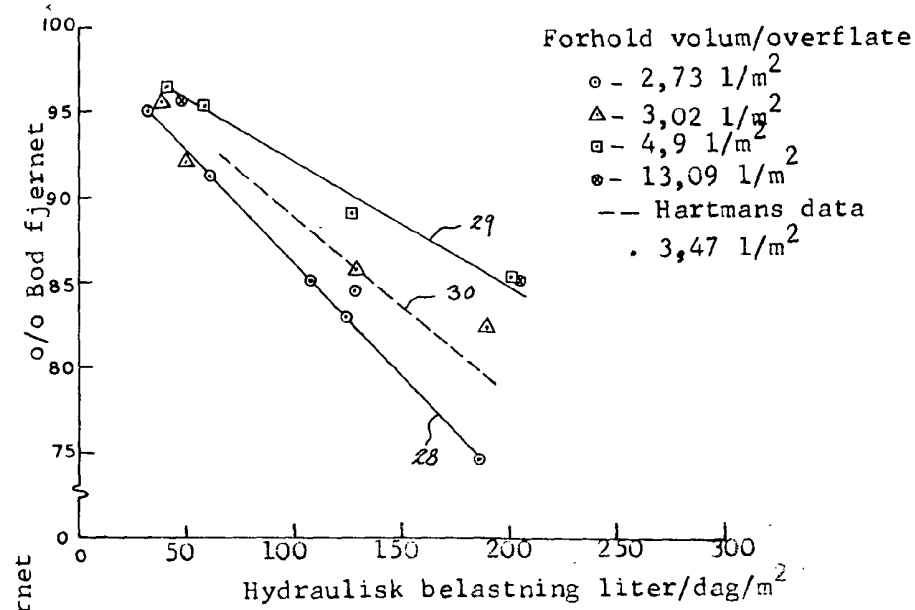


Fig.4

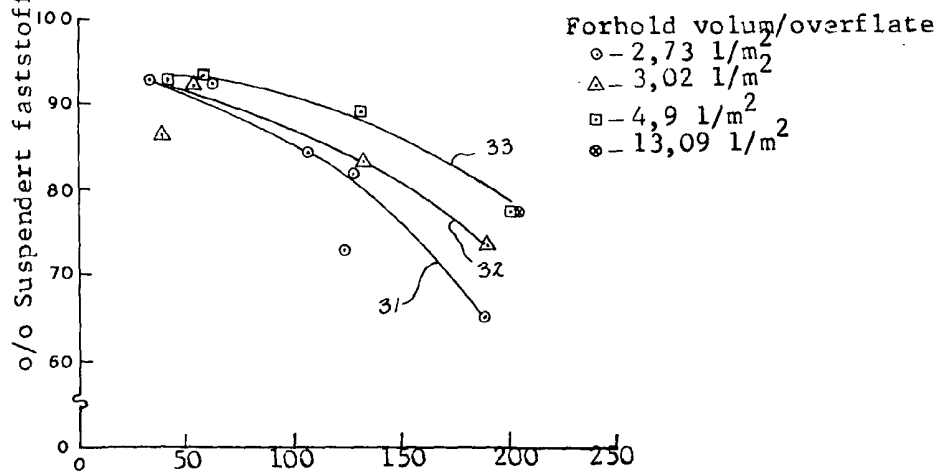


Fig. 5

