

Bruk av siler i kloakkrenseteknikken

Av Hallvard Ødegaard

Hallvard Ødegaard er ansatt som overingeniør ved utbyggingsavdelingen, Fylkesmannen i Sør-Trøndelag. Han er siv.ing. (1969) og lic.techn. (1975) fra Norges Tekniske Høgskole (NTH).

Foredrag holdt i Norsk Forening for Vassdragspleie og Vannhygiene 24. november 1975.

Av alle separasjonsprosessene som er i bruk innen vannrenseteknikken, må siling sies å være den enkleste å karakterisere prosessmessig. Siling kan nemlig defineres som en prosess hvor partikulære stoffer blir holdt tilbake i et plan (silplanet) ene og alene forårsaket av partiklenes størrelse.

Siling i kloakkrenseteknikken har frem til de siste 5—6 årene vært ensbetydende med avskilling av grovere forurensninger ved hjelp av rister. Vi har grovrister (lysåpning større enn 25 mm) og finrister (lysåpning 10—25 mm), håndrensede rister og maskinelle rister, og alle som har kjennskap til drift av kommunale renseanlegg vet at ristene har en avgjørende betydning i rensesystemene.

Ristenes funksjon er av rent driftsmessig art. En installerer ikke rister for å bedre renseseffekten, men for å fjerne grovere gjenstander som bordbiter, grener, filler, papir, plast o.l., som kan skape dritsproblemer i de etterfølgende rensetrinn.

I de senere år har man innen kloakkrenseteknikken fått introdusert siler med mindre lysåpning. Vi kan i hovedtrekk skille mellom:

- a. Makrosiler med lysåpning
0,1 mm—3 mm.
- b. Mikrosiler med lysåpning
0,015 mm—0,1 mm.

Mikrosiler er vel kanskje den siltype som vi her i landet kjenner best til, idet slike er i utstrakt bruk i renseanlegg for drikkevann. I de senere år har man i andre land tatt i bruk mikrosiler også for rensing av avløpsvann, og da primært med det for øye å bedre sluttseparasjonen fra høygradige renseanlegg. Målet kan f.eks. være å redusere innholdet av suspendert stoff i effluenten fra et aktivslamanlegg fra 20 mg/l til 5 mg/l. Slike strenge renseskrav blir det nok ikke vanlig å sette frem i Norge på lang tid enda, og jeg vil derfor ikke gå inn på bruk av mikrosiler her.

Makrosiling.

Makrosiler har tidligere ikke hatt sentral plass i den kommunale klo-

akkrenseteknikk, men har blitt relativt mye anvendt innen industrien, f.eks. for avbarkingsystemer og fibergjenvinning i papir- og celluloseindustrien, og for produktgjenvinning og som renseanlegg for diverse bedriftstyper innen næringsmiddelindustrien.

I den senere tid har makrosilene blitt introdusert for fullt som alternativ rensemetode innen den kommunale kloakkrenseteknikk. På verdensmarkedet er det snart et tjuetall forskjellige makrosiler å få kjøpt, og her i landet er det 6—7 forskjellige typer som tilbys. Det vil her føre for langt å beskrive i detalj de ulike siltyper, men vi kan dele siltypene inn i følgende hovedgrupper:

1. Stasjonære siler.
2. Roterende trommelsiler.
3. Roterende skivesiler.
4. Kontinuerlige båndsiler.
5. Vibrerende siler.

Det er de tre første gruppene som har dominert, med Hydrasieve (A/S Zeta, spaltesil) og Spaltesil (Thune-Eureka, spaltesil) som eksempler på stasjonære siler, Roto-Sieve (Thorolf Gregersen A/S, hullperforert silplate) og Rotostrainer (Tolu A/S, spaltesil) som eksempler på roterende siler og Purac Skivefilter (Purac A/S) som eksempel på skivesil.

Den største interesse for makrosiling her i landet, knytter seg kanskje til bruk av slike siler som et alternativ til mekanisk rensing (slamavskilling) ved utslipp til gode sjøresipienter.

Her skal jeg hovedsakelig ta for meg hvordan makrosiling kan inngå som deloperasjon i høygradige rense-

anlegg, og jeg vil særlig diskutere de mer prinsipielle sider ved bruk av siler som forbehandlingsenhet i biologiske og kjemiske anlegg. Men først litt om hva disse silene kan yte.

Avskillingseffekt.

Det er to sentrale faktorer når det gjelder den avskillingsgrad man kan oppnå, nemlig størrelsen på partiklene som skal siles fra og størrelsen på åpningene i silen. Kriteriet for avskilling er ganske enkelt at partiklene er større enn silåpningene. Silåpningene kan være i form av avstanden mellom vertikale eller horisontale staver, i form av hullene i en perforert plate eller masker i en vevd duk osv. Den effektive silåpning vil være avhengig av silens utforming, men generelt kan vi si at den effektive silåpning er åpningens projeksjon normalt på silflaten.

Dette vil f.eks. si at den effektive silåpning i en stasjonær spaltesil med 60° helning (se fig. 1) er ca. halv-

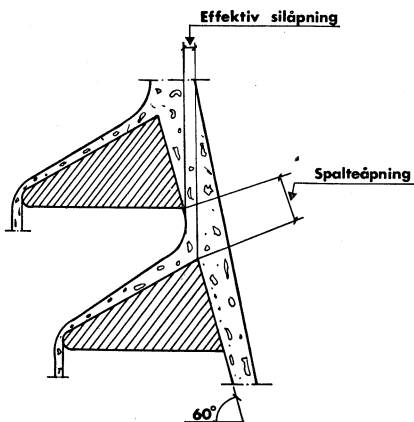


Fig. 1. Effektiv silåpning i spaltesil.

parten av spalteåpningen, mens den effektive silåpning i en roterende spaltetil (trommelsil) med langsgående spalter kan antas å være lik spalteåpningen fordi vannstrømmen her er tilnærmet vinkelrett på silplanet.

I det følgende vil jeg referere til silenes *lysåpning* og mener da *effektiv silåpning*.

Når lysåpningen er gitt, vil avskilningseffekten i all vesentlig grad være bestemt av partikkelstørrelsesfordelingen i vannet. Til tross for intense forsøk har det ikke lyktes meg å finne noen grundige undersøkelser av partikkelstørrelsesfordelingen i

råkloakk. Dette er kanskje ikke så merkelig siden størrelsesfordelingen for det første vil være vanskelig å bestemme, og fordi den for det andre må antas å variere svært mye fra sted til sted.

I forbindelse med mikrosilingsforsøk på Akeshovs renseanlegg i Stockholm (1) ble det gjort forsøk på å bestemme partikkelstørrelsesfordelingen i innløpsvannet (etter ristene). Forsøkene var lite omfattende, men tar en utgangspunkt i resultatene fra en forsøksserie, se fig. 2, ser en at partikkelstørrelsesfordelingen kunne beskrives med en rett linje i halvlogaritmisk skala. En ser videre at

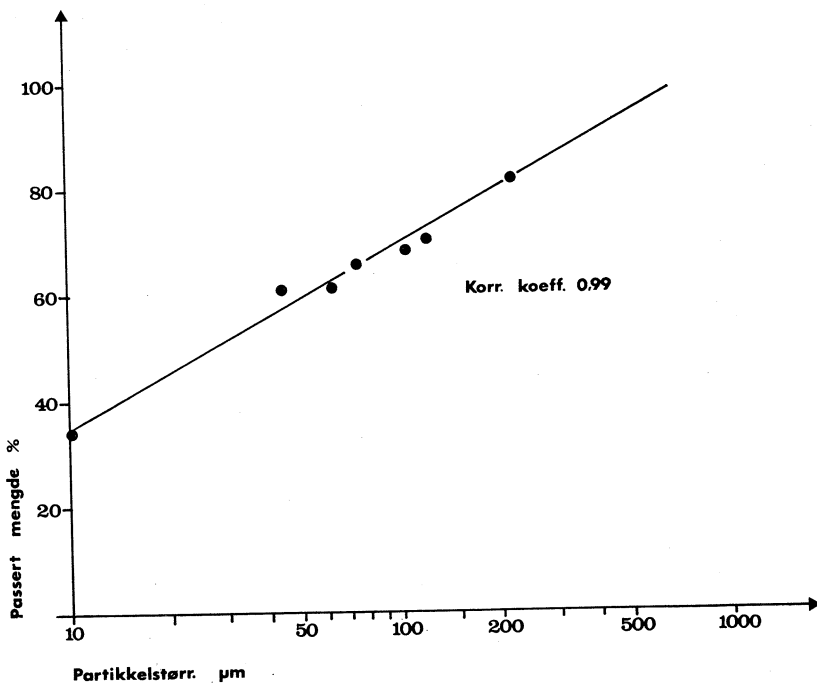


Fig. 2. Partikkelstørrelsesfordeling i innkommende vann (1).

70 % av det suspenderte stoffet forekom i form av partikler mindre enn 100 μm .

Fjerning av suspendert stoff på en sil med effektiv silåpning på 0,4 mm (f.eks. Hydrasieve, spalteåpning 0,75)

skulle på dette vannet ha blitt 10 % (når en ser bort fra ristgodset).

For å finne ut hva vi kan fjerne, kan vi også ta utgangspunkt i Imhoff's berømmelige tabell over tørrstoff i kommunalt avløpsvann (2).

	<i>Mineralsk</i>	<i>Organisk</i>	<i>Total</i>	<i>BOF₅</i>
Avsettbar suspendert stoff g/p · d ..	10	30	40	20
Ikke avsettbar suspendert stoff g/p · d	5	10	15	10
Løst stoff g/p · d	75	50	125	30
Totalt	90	90	180	60

Løst stoff kan vi ikke fjerne ved siling, og en kan anta at fjerning av ikke avsettbar suspendert er praktisk talt null, idet dette er partikler i størrelsesområdet 0,001—0,01 mm. Det er altså av det avsettbare stoff en kan avskille en del. Grovt sett kan vi regne at stoff med størrelse ned til 10 μm er avsettbar. Dersom

vi antar at partikkelstørrelsesfordelingen på det avsettbare stoff mellom 10 μm som nedre grense og 1000 μm (10 mm) som øvre grense, også kan beskrives med en rett linje på logaritme-papir, kan vi regne med følgende renseeffekter om vi tar utgangspunkt i Imhoff's tabell:

<i>Eff. silåpning (lysåpning)</i>	<i>Ca. Reduksjon %</i>				
	<i>Avsettbar stoff</i>	<i>BOF₅</i>	<i>Suspend. stoff</i>		
			<i>Imhoff</i>	<i>Metcalf</i>	<i>Kvernevik</i>
0,1 mm	70	23	50	35	21
0,4 mm	45	15	32	22	14
1,0 mm	32	11	23	16	10
1,5 mm	28	9	20	14	8

Imhoff regner at hele 40/55 = 8/11 av det suspenderte stoff er avsettbar. Dette er ganske høyt, og en har derfor tatt med tall basert på Metcalf and Eddy (3) hvor det reg-

nes med at 50 % av suspendert stoff er avsettbar, og fra Kvernevik klokkanlegg hvor de redegjorte forsøk (4) viser at bare 30 % er avsettbar.

Det er ganske interessant at det en

kan komme frem til av avskillings-effekter ved slik beregning stemmer meget godt overens med de få forsøk med makrosiling som er rapportert, som viser forsøksresultater som varierer mellom 30—90 % m.h.t. avsettbar stoff, 5—25 % m.h.t. BOF₇ og 10—40 % m.h.t. suspendert stoff avhengig av den lysåpning som har vært benyttet.

Det knytter seg selvsagt stor usikkerhet til slike beregninger, og også til prøvetaking på råkloakk og dermed de forsøksresultater som fremkommer, men jeg har tatt med disse beregningseksempelene for å vise at:

- a. effektiv silåpning er den parameter som i størst grad bestemmer avskillingseffekt, og at det med de silåpninger som er aktuelle å bruke, ikke er grunnlag for å ha altfor store forhåpninger hva angår den renseseffekt som oppnås.
- b. en makrosil er en innretning hvis verdi ikke ligger i *hvor mye* den fjerner, men *hva* den fjerner.

Bruk av sil må derfor sees i sammenheng med det vannet man har.

Jo mer partikkelstørrelsesfordelingen i et vann er forskjøvet mot de finere fraksjoner, jo mindre verdi har en sil som renseenhet.

Noen av de forhold som vil påvirke størrelsesfordelingen er:

- a. Ledningssystemet. (Fellessystemet må antas å føre langt mer sand og gras i de grovere fraksjoner enn separatsystemet).
- b. Ledningssystemets lengde og antall pumpestasjoner. (Jo lengre ledningsnett og jo flere pumpestasjoner, jo mer erosjon og ned-

brytning og dermed finere partikler.)

- c. Innslaget av industriavløpsvann. Avhengig av industriotypen, vil industrivann i høy grad kunne prege partikkelstørrelsesfordelingen.

I de tilfeller hvor silens renseseffekt har betydning (f.eks. som eneste rensennretning, bør derfor valg av effektiv silåpning være gjenstand for nøye vurdering sett i relasjon til det vannet man skal behandle.

Dersom silen kun skal tjene som forbehandling, vil de etterfølgende trinn bestemme silåpning.

Forbehandling ved makrosiling.

Det som tradisjonelt er brukt som forbehandling foran de biologiske og kjemiske prosess-steg i videregående rensesanlegg er grovryst, finryst og sandfang og eventuelt forsedimentering. I og med at makrosilene har mindre lysåpning enn ristene, kan de utvilsomt funksjonsmessig erstatte disse. Grovryster bør en nok likevel ha foran en makrosil for å beskytte denne mot flytende trestykker og andre større gjenstander.

Sandfang dimensjoneres i dag vanligvis for å avskille sandkorn ned til en diameter av 0,1—0,2 mm, altså er det bare makrosiler med de minste lysåpninger som fullstendig kan erstatte sandfang.

I fig. 3 er vist partikkelstørrelsesfordelingen av sand som er fjernet i sandfang (5). En ser at ca. 80 % av den totale sandmengde besto av korn med størrelse i området 0,2—1,0 mm og at 50 % av den sand som her var fjernet i et luftet sandfang

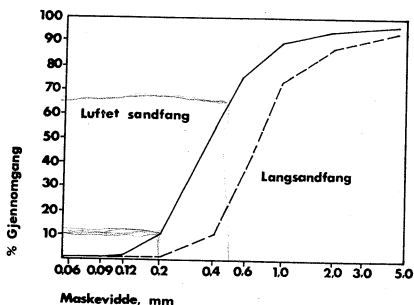


Fig. 3. Siktetekurver for avsatt sand i sandfang. Etter Hartmann (5).

ville passert en sil med 0,4 mm effektiv silåpning (lysåpning).

Et annet stoff som avskilles i sandfang er kaffeegrut. Ifølge Den norske komité for kaffeopplysning er det tre graderinger når det gjelder kornstørrelse standardisert i Norge, nemlig grov (kokmalt), fin og ekstra fin. Standardiseringen baseres på sikting gjennom fire sikt på h.h.v. 1,2, 1,6, 2,0 og 3,0 mm, og for kokmalt skal 14 % av en prøve på 100 gram passere alle sikt, for finmalt skal 50 % passere alle sikt og for ekstra finmalt skal 75 % passere alle sikt.

En kjenner ikke til partikkelstørrelsesfordelingen av partiklene som passerer 1,2 mm siktet, men det er altså klart at med de lysåpninger som brukes i makrosilene vil disse være i stand til å fange opp en svært stor del av den kaffeegrut som tilføres systemet.

Hensikten med sandfang er hovedsakelig å redusere driftsproblem på maskinelt utstyr i de følgende prosesser, og det kan være et litt vanskelig vurderingsspørsmål å bestem-

me til hvilken kornstørrelse man må avskille sand for at dette oppnås.

Jeg tror det derfor vil bli anleggets størrelse som vil avgjøre om en makrosil kan erstatte sandfanget, eller om den bør komme i tillegg, ut fra følgende resonnement:

Ved sandfang ønsker man å separere mineralisk materiale og organisk materiale for å få så ren (og dermed anvendbar) sand som mulig, og for å hindre luktproblemer ved deponering.

En slik separasjon oppnår man åpenbart ikke ved siling. Jeg vil anta at ved større anlegg, hvor dette er et viktig poeng, kan silen ikke erstatte sandfanget.

Ved mindre anlegg derimot, hvor ristgods og sand (og kanskje også ustabilisert slam) ville bli deponert på fylling (kanskje via en og samme container), bør en makrosil kunne være en god nok separasjonsordning for sand.

Det er imidlertid helt klart at sandkornenes størrelse da vil bli dimensjonerende for silens lysåpning, slik at man i anlegg med sandfang ville kunne akseptere større lysåpning enn anlegg uten sandfang.

Det kan påpekes at en av sil-leverandørene anbefaler at silen plasseres oppstrøms sandfanget fordi sanden bidrar til selvrensingen av silflaten, mens en annen anbefaler sandfang foran for å redusere på slitasjen på silen.

Det tradisjonelt oppbygde renseanlegg har i tillegg til de forbehandlingeneheter som er nevnt, også forsedimenteringsbasseng. Kan makrosilene erstatte også disse, vil vi ved å gjøre bruk av dem kunne redusere

investeringskostnadene på renseanlegg ganske betydelig.

La oss se på forsedimentering foran et aktivt slamlegg. Ved forsedimenteringen fjerner man en viss mengde organisk stoff, ca. 25—35 %. Ved dette vil man, teoretisk sett, kunne redusere luftebassengets volum med 25—35 % sammenlignet med en situasjon uten forsedimentering. Nå fjerner silen også noe organisk stoff, og en sitter igjen med et kostnadsproblem, nemlig om bruk av forsedimentering blir dyrere enn bruk av sil pluss ca. 20 % større luftebasseng.

I en slik kostnadsvurdering må en imidlertid også ta hensyn til slam-siden.

I henhold til (6) blir slamproduksjonen på tørrstoffbasis 15—20 % høyere når man har forsedimentering, og dessuten vil det mekaniske slammet ha en lavere stabiliseringsgrad enn det biologiske. Dette krever igjen større slamstabiliserings-bassenger når forsedimentering anvendes.

Dersom en makrosil kan gjøre samme nytten som et forsedimenteringsbasseng hva angår fjerning av stoffer som kan forårsake driftsproblemer i luftetanken, synes det derfor åpenbart at makrosiler kan erstatte forsedimenteringen i aktivslamanlegg. Tar vi hensyn til de kostnader som ligger i renseanleggets overbygg, vil jeg tro at beregninger vil vise at dette også er god økonomi.

Når det gjelder anlegg for ren kjemisk felling (dvs. uten biologisk trinn), er det enda lettere å akseptere at forsedimenteringen (ved sekundærfelling) kan erstattes av en makrosil (primærfelling).

En massebalansebetraktning skulle tilsi like stor slamproduksjon i et primærfellingsanlegg (med makrosil) som i et sekundærfellingsanlegg, og da virker det nesten råflott å bruke to sedimenteringsbassenger når ett kunne gjøre samme nytten, dersom en brukte en makrosil til forbehandling.

Man kan sogar føre i marken argumenter for at primærfelling (med sil) prosessmessig må være bedre enn sekundærfelling (med forsedimentering).

Flokkuleringsgraden (effektiviteten av flokkuleringsprosessen) er nemlig avhengig av fnokkvolumet, og jo mer suspendert stoff vannet inneholder jo høyere blir fnokkvolumet og dermed flokkuleringsgraden under ellers like betingelser (7).

Denne erkjennelse benyttet man seg av tidligere ved å føre over-skuddsslammet i aktivslamanlegg ut via forsedimenteringen.

Det kan hevdes at kjemikalieforbruket vil bli mindre ved sekundærfelling fordi man jo utvilsomt fjerner både fosfor og suspendert stoff i forsedimenteringen.

Til dette er å si at det i de aller fleste anlegg i realiteten er pH som bestemmer doseringsmengden og ikke konsentrasjonen av fosfor. Dette betyr i praksis at man får en vesentlig medfelling av hydroksyd i tillegg til fosfor. Ved utfellingene virker kolloidene i vannet som kim, og vanligvis bedres utfellingen ved øket kolloidekonsentrasjon. Dette skulle altså tyde på at et silt vann faktisk kan være bedre disponert for kjemisk felling enn et forsedimentert vann.

Generelt vil jeg betrakte primærfellingsanlegg (med makrosil) og

sekundærfellingsanlegg likeverdige både hva angår renseeffekt og slamproduksjon.

Det kan nevnes at sekundærfellingsanlegg så vidt jeg vet nesten er en norsk (eller rettere skandinaviske) spesialitet. Primærfelling synes å være det vanlige i andre land når fellingsstedet står alene eller foran andre rensetrinn.

Økonomiske betraktninger vil også peke ut primærfelling som det anlegg hvor man får mest igjen pr. investert krone.

Om makrosiler er lettere å drive enn forsedimenteringsbassenger, er det vanskelig å si noe om, men det rapporteres i alle fall at introduksjon av disse silene har vært svært populært hos driftsoperatørene (11). Jeg antar at dette for en stor del skyldes at silen fjerner en lang rekke gjenstander som ville ha passert et forsedimenteringsbasseng, men blitt holdt tilbake i en sil p.g.a. deres store volum, men lave tetthet. Dette er en type flytestoff som verken flyter eller synker, slik som cellulosefibre, papirrester, rester av sigarettfilter osv.

Når det gjelder slambehandlingen, er det en kjensgjerning at slam fra forsedimenteringsbassengene (primærslam) er det vanskeligste slam å håndtere, spesielt p.g.a. dets innhold av grovere forurensninger som har passert rist og sandfang.

Silgodset fra en makrosil bør vel behandles som ristgods, og bør ikke blandes med det øvrige slam. Erfaringene viser at silgodset holder et tørrstoffinnhold på 12—15 % T.S., og at silgodsproduksjonen er ca. 0,2 l silgods pr. m³ vann (8).

Makrosiler som universell forbehandling.

De fleste videregående renseanlegg i Norge vil være av en slik størrelse (500—5 000 pe) at spesiell behandling av avfall fra forbehandling (ristgods og sand) ikke vil forekomme. Avfallet vil (kanskje sammen med avvannet slam) samles opp i en container og deponeres sammen på fylling.

Mange av de mindre (ofte prefabrikerte) anlegg er verken utstyrt med sandfang eller forsedimentering, og med en dårlig, håndrenset rist som eneste forbehandling.

Og resultatet er deretter. Vi kjenner standarden på disse anleggene. Svært mange av de renseanlegg som går dårlig, gjør det p.g.a. gjentettingsproblemer.

Alle vi som har vært med å spa sand og kaffegrut ut av en luftetank og også har staket opp mammutpumper, rør og diffusorhull, vet å verdsette den forenkling av driften som en makrosil som forbehandlingsenhet ville representere.

Det synes som om disse silene er et utmerket tilbud til den universelle forbehandling som trenges på anlegg i mellomstørrelsen.

Andre anvendelser for makrosiler ved kommunal kloakkrensing.

Etter at makrosilene kom på markedet, har de vært forsøkt brukt til ner. Selv om jeg føler meg ganske overbevist om at makrosilenes viksparering av forskjellige suspensjo-

tigste oppgave på kommunale anlegg vil være til forbehandling, kan det være interessant å peke på andre muligheter.

Det er blitt gjort forsøk med å plassere en makrosil mellom luftetanken og sedimenteringstanken i et aktivslamanlegg (9). Hovedhensikten vil være å ta ut oppkonsentrert overskuddsslam før sedimenteringsbassengene for å redusere belastningen på disse.

Det er også gjort (9) forsøk med «avvanning» av anaerobt slam ved å lede det over en spaltesil. Slammet (2 % T.S.) ble pumpet ut av prosessen, over spaltesilen og tilbake til prosessen. Silgodset hadde et tørrstoffinnhold på 22—40 % T.S. Det er også blitt vist interesse for makrosilene i forbindelse med avvanning, eller rettere, fortykning av slam.

Forsøk har blitt gjort med tilsetning av polyelektrolytt til overskuddsslam fra aktivslamanlegg før innføring på spaltesil (10). Gjenvinningsraden ved et slikt opplegg kan imidlertid forventes å bli lav, og det kan nok stilles spørsmålstejn ved driftsøkonomien i slike system.

Her i Norge har vi problemer med en rekke små renseanlegg som vi ikke har egnet slamavvanningsutstyr for. Ved de lavt belastede biologiske anleggene er slamproduksjonen lav, og bruk av en makrosil som kombinert forbehandlingseenhet og separasjonsenhet for overskuddsslam kunne muligens tenkes å være interessant (se fig. 4).

Ved å kjøre returslammet tilbake foran silen, ville nok noe av dette slammet avskilles fra det andre og følge med ristgodsfraksjonen med re-

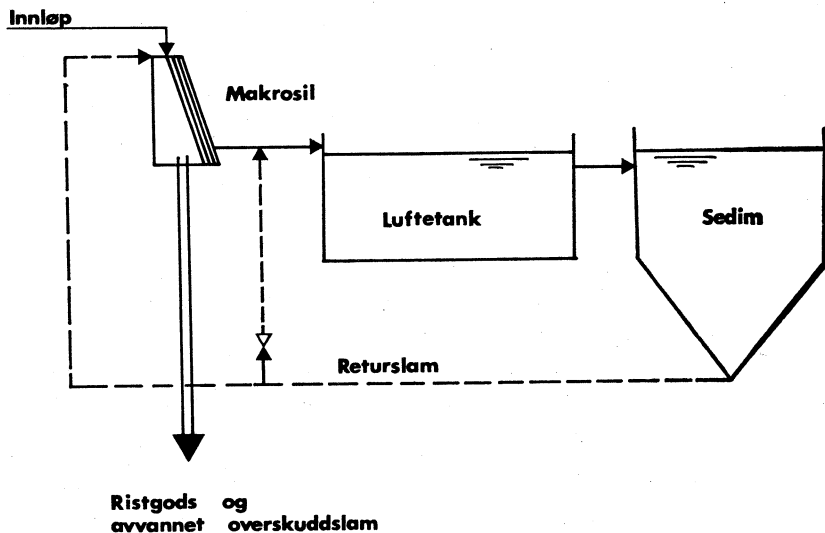


Fig. 4. Kombinert bruk av makrosil.

lativt høyt tørrstoffinnhold. Denne avgangen ville høyst sannsynlig være nok til å ta unna overskuddslamproduksjonen ved slike anlegg.

Forsøk med avvanning av septiktankslam har ikke vært udelt vellykkede. Generelt så tyder alle forsøk hvor slam er forsøkt oppkonsentrert med makrosil, at det er nødvendig med relativt små lysåpninger. Spalteåpninger i spaltesiler er anbefalt å være mindre enn 0,5 mm (10).

Makrosilenes anvendbarhet til disse perifere formål som er nevnt foran, vet man i dag altfor lite om, men en kan generelt si at det er som forbehandlingsenhet fordelene med makrosiler kommer klarest fram.

Det skal til slutt presiseres at jeg her ikke har kommet inn på de

driftsmessige aspekter vedrørende bruk av makrosiler, hovedsakelig fordi erfaringsgrunnet foreløpig er spinkelt. Det er imidlertid åpenbart er driftsproblemer p.g.a. gjentetting med fett o.l. kan komme til å begrense bruken.

Dersom det viser seg at driftsproblemene blir overkommelige å løse, tror jeg imidlertid man vil komme til å sette pris på deres brukbarhet som universell forbehandlingsenhet på middelstore anlegg (etter norske forhold). Introduksjon av makrosilene til dette formål føyer seg inn i rekken av nyskapninger når det gjelder renseteknisk utstyr, nyskapninger som har det til felles at de søker å gjøre renseanleggene mer kompakte og mindre arealkrevende — et forhold som har stor økonomisk betydning i Norge hvor de fleste renseanlegg vil bli overbygde.

REFERANSELISTE

- 2 mm har
F. Aalen
- veg!*
- (1) *Carlstedt, C. og Stahre, P.:* «Mikrosilning av obehandlat avloppsvatten vid Akeshovs reningsverk». Publ. 73:1. Avd. for vatten- och avloppsteknik samt vattenkemi, KTH.
 - (2) *Imhoff, K. R. und Imhoff, K.:* «Taschenbuch der Stadtentwässerung». 23 Aufl. R. Oldenbourg Verl. München, Wien 1972.
 - (3) *Metcalf and Eddy, Inc.:* «Wastewater Engineering». Mc Graw-Hill Book Comp., 1972.
 - (4) *A/S Hjeltnes og Høstmark:* «Siling av avløpsvann». Foreløpig rapport fra forsøksopplegg ved Kvernevik kloakkrenseanlegg, Bergen. Bergen 1975.
 - (5) *Hartmann:* «Der belüftede Sandfang». Gas- und Wasserfach, 20, 1966.
 - (6) *Balmér, P. og Eikum, A.:* «Oversikt over slambehandlingsmetoder», NIVA-rapport 0—50/72.
 - (7) *Ødegaard, H.:* «Flocculation of phosphate precipitates in wastewater treatment», Licentiatavhandling. Institutt for vassbygging, NTH. 1975.
 - (8) *Environmental Protection Agency:* «Process design manual for suspended solids removal», EPA, Technology Transfer, 1973.
 - (9) *Phillips, T. B.:* «Primary clarification through screening», Water Pollution Control Association, Long Island Section, New York, Nov. 8, 1972.

- (10) Field, J. R.: «Sewage Sludge Consolidation. An account of experimental work carried out at Scunthorpe on the Bauer Hydrasieve. Allied Colloids Manufacturing Co., Ltd., Technical report 73/4, 1973.
- (11) a. Wittenmyer, J. D.: «A Look at the Future Now». Presented at the Ohio Water Poll. Contr. Conf. June 20, 1961.
b. Wittenmyer, J. D.: «Operating Experience, Ohio Wat. Poll. Contr. Conf. June 16, 1972.
- (12) PRA — Forskningsprosjekt nr. 2.4: «Renseanlegg for fjerning av flytende og partikulære forurensninger, olje og fett ved midlertidig utslipp til sjøresipient. Hjellnes og Co. — NIVA, Oslo 1973.