

Slibontwatering door centrifugeren

Iedere zuiveringstechnische behandeling van afvalwater doet slib ontstaan. De hoeveelheid en de geaardheid van het slib varieert al naar gelang de samenstelling van het afvalwater en het toegepaste zuiveringsproces. Met elkaar gemeen hebben de afvalwaterslibben het hoge watergehalte (95 - 99 %) waardoor zij zeer volumineus zijn.

Iedere slibbehandelingsmethode is dan ook gericht op een verlagen van het watergehalte, dus op een reductie van het volume. De tot op heden in Nederland meest gangbare methode om het in een zuiveringsproces ontstane volume aan slib te reduceren is anaërobe vergisting gevolgd door ontwatering op al of niet gedraineerde met zand gevulde droogvelden.

In het bijzonder de natuurlijke ontwatering ontmoet gaandeweg meer en meer bezwaren. Te dien aanzien zijn te noemen:

- de droogtijd die sterk wordt beïnvloed door de weersomstandigheden;
- het benodigde terreinoppervlak, dat met het oog op een ongewisse droogduur ruim wordt bemeten en diens gevolg bij zuiveringsinrichtingen van enige betekenis zeer omvangrijk wordt;
- het gebruik en het onderhoud van de droogvelden dat nogal arbeidsintensief is.

De overgang van het natuurlijke ontwateringsproces naar een ontwatering met behulp van mechanische apparatuur verloopt schoorvoetend. Verwonderlijk is zulks niet daar, nog afgezien van de hogere kosten van een kunstmatige ontwatering, de op dit moment voorhanden apparatuur nog niet een alleszins bevredigende technische oplossing biedt.

Een kunstmatige ontwatering is mogelijk door filtratie over vacuümfilters, in persfilters en door centrifugeren. Ieder van de genoemde mogelijkheden heeft haar voor- en nadelen. Vacuümfiltratie is een continu verloopend proces; het vergt relatief veel energie. Persfiltratie is een discontinu proces; het vergt minder energie dan vacuümfiltratie, doch het benodigde filteroppervlak is voor een bepaalde capaciteit groter dan bij het eerstgenoemde proces.

Voor beide filtratieprocessen is een voorafgaande conditionering van het slib vereist, hetgeen een niet te verwaarlozen bedrijfskostenfactor uitmaakt. Het ontwateren in een decanteercentrifuge is een continu verloopend proces; het energieverbruik is laag; het water-

verbruik is in tegenstelling tot de filtratieprocessen te verwaarlozen.

De toepassing in de afvalwaterslibbehandeling is tot op heden aanzienlijk minder dan die van de filtratieprocessen, één en ander ten gevolge van hoge reparatiekosten door slijtage en anderszijds door een onvoldoende vaste stofaf scheiding waardoor het aflopende water sterk vervuild kan zijn.

Verbeteringen aan de mechanische apparatuur, inzonderheid de toepassing van meer slijtvaste materialen, alsmede een modificeren van de slibconditionering waardoor een behoorlijke afscheidingsgraad van de vaste stof zou zijn te verkrijgen tegen een relatief gering verbruik aan conditionerschemicaliën, heeft de decanteercentrifuge weer sterk in de belangstelling doen komen.

Ten einde uit eigen aanschouwing een beeld te krijgen van de mogelijkheden van de decanteercentrifuge bij de slibontwatering, is op de rioolwaterzuiveringsinrichting van de gemeente Zeist in de periode half juni tot eind augustus 1969 een aantal typen slib in een dergelijke machine behandeld.

De gebruikte machine was van het type continu schroefdecanteercentrifuge (solid bowl conveyor centrifuge) in de uitvoeringsvorm cilindrisch-conisch. Buiten deze uitvoeringsvorm zijn centrifuges verkrijgbaar met een uitsluitend cilindrische of conische vorm van de mantel. Ieder van deze uitvoeringsvormen is ontstaan ten einde te kunnen voldoen aan specifieke wensen bij de toepassing in industriële processen.

Het conische type is uitstekend geschikt voor classificeren en ontwateren, doch is niet in staat fijne delen met een hoog watergehalte efficiënt af te scheiden. Het cilindrische type daarentegen geeft een

veel betere „bezinking” en kan daardoor meer fijne deeltjes afscheiden; dit type wordt vooral daar gebruikt waar een goede klaring van meer belang is dan een hoge concentratie in de af te scheiden vaste stof.

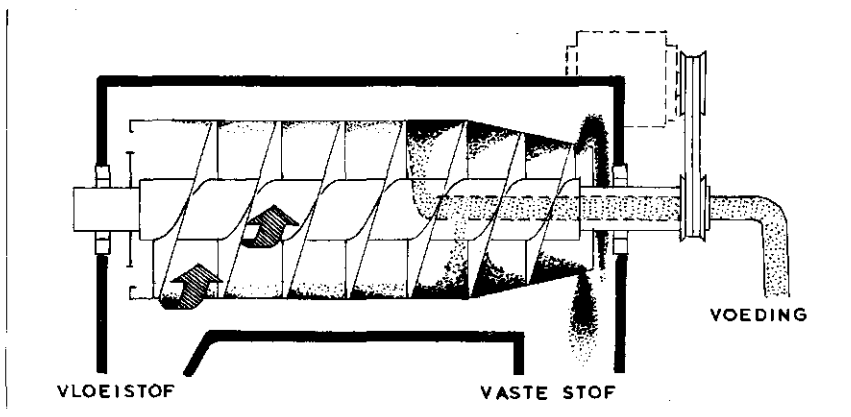
Van het cilindrisch-conische type wordt gesteld, dat hierin de goede individuele karakterkenmerken van de twee voorgenomen typen in één machine zijn verenigd en dat deze het meest geschikt is voor de ontwatering van afvalwaterslibben.

De werking van een continue schroefdecanteercentrifuge is te verklaren aan de hand van de in afb. 1 gegeven schets. Het te ontwateren slib wordt binnen de draaiende mantel van de centrifuge gebracht via een voedingspijp die in de as van rotatie is gelegen.

Ten gevolge van het, binnen de draaiende mantel, heersende centrifugaalkrachtveld worden de vaste delen uit de slib suspensie tegen de wand van de mantel geslingerd. De vloeistof, die een lagere dichtheid heeft, vormt hieroverheen een concentrische binnenlaag. Binnen de mantel bevindt zich een transportschroef die met een iets van de mantel afwijkende snelheid loopt. Door deze schroef worden de afgescheiden vaste delen naar het conische einde van de mantel getransporteerd, tegen de helling op uit de vloeistoflaag gelicht en ten slotte via uitlaatpoorten uitgeworpen. De bezonken vloeistof verlaat de centrifuge via instelbare overstortranden ter plaatse van de lozingszijde.

Belangrijke ontwerp-criteria voor een decanteercentrifuge zijn de lengte tot diameter verhouding (L/D) van de mantel en de hellingshoek van het conische gedeelte. De verhouding L/D bedroeg

Afb. 1



bij de oudere typen 1,5 tot 1,8, thans wordt de voorkeur gegeven aan typen met een L/D verhouding 2,5 tot 3,5. Een hogere L/D verhouding begunstigt de „klarende” werking van het apparaat doordat bij een grotere lengte van de mantel de verblijftijd wordt verlengd. De maximaal bereikbare L/D verhouding is begrensd door constructieve mogelijkheden. De hellingshoek van het conische deel beïnvloedt de mate waarin transport van afgescheiden vast materiaal naar het punt van lossen mogelijk is. Vooral bij materialen met een losse structuur en een hoog watergehalte is een kleine hellingshoek gewenst. Bij de in Zeist gebruikte machine was de hellingshoek 15° ; normaal actief slib liet zich bij deze hoek niet of zeer moeilijk uitschroeven in tegenstelling tot bijvoorbeeld ruw primair slib. Volgens de leverancier is de verwachting, dat actief slib zich bij een hellingshoek van 8° wel goed laat transporteren.

Een prettige omstandigheid bij de ontwatering met behulp van een continue schroefdecantcentrifuge is de mogelijkheid tot het ter plaatse aanpassen van de bedrijfsomstandigheden aan iedere gewenste conditie door het op eenvoudige wijze veranderen van een aantal variabelen.

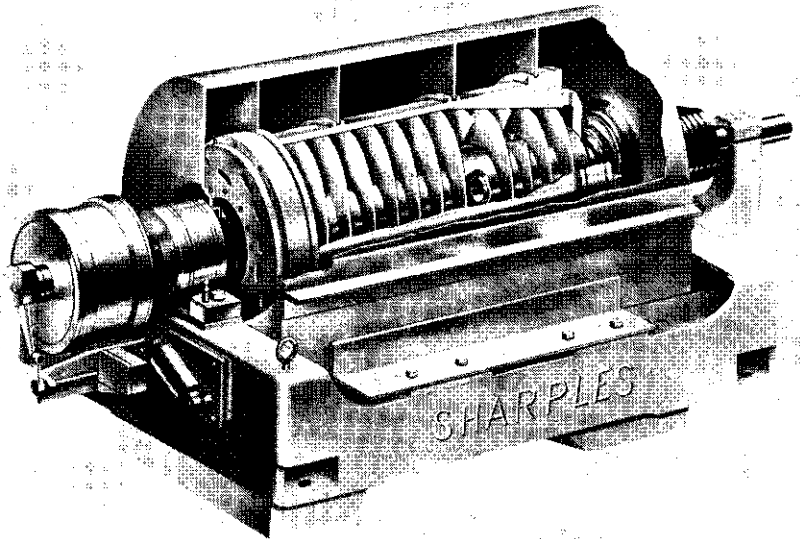
De volgende mogelijkheden staan hiertoe open:

- veranderen van het toerental van de mantel;
- veranderen van het toerentalverschil tussen mantel en transportschroef;
- veranderen van de overstortstand voor de vloeistof;
- veranderen van de voedingsnelheid aan de centrifuge;
- variatie in type en concentratie van vlokkingsmiddelen.

Het toerental waarbij de centrifuge bedreven wordt is van eminent belang voor het bezinkproces. De centrifugaalkracht beschikbaar voor de scheiding van de vaste delen van de vloeistof is bij een gegeven diameter evenredig met het kwadraat van de rotatiesnelheid van de mantel. Het maximaal toepasbaar toerental bij slib centrifugeren wordt sterk ingeperkt door slijtagefactoren en kan mogelijkwijze in de toekomst worden opgevoerd.

Het „klaarvermogen” van de centrifuge is een functie van de centrifugaalkracht en de verblijftijd van de vloeistoffase in de centrifuge. Deze verblijftijd is instelbaar door de keuze van de overstortstand voor de vloeistof alsmede door variatie van de toevoersnelheid van de voeding aan de centrifuge. Een lange verblijftijd is gunstig voor een goede klaring (hoge recovery van de vaste stof).

De transportschroef heeft de taak de bezonken vaste stof continu te verwijderen. Door regeling van het toerental-



Afb. 2

verschil tussen de transportschroef en de mantel van de centrifuge is de snelheid van het vaste stof transport te beïnvloeden. Worden hoge eisen gesteld ten aanzien van de helderheid van de aflopende vloeistof en heeft de vaste stof daarenboven een geringe structurele sterkte dan dient het toerentalverschil tussen transportschroef en mantel tot een minimum te worden teruggebracht.

Ook het binnen de centrifugemantel aanwezige volume aan vloeistof, en dus de overstortstand, heeft invloed op het vaste stoftransport. Problemen ten aanzien van dit transport kunnen zich namelijk, afhankelijk van de aard van de vaste stof, voordoen bij de overgang van de natte op het droge deel van de conische mantelwand. Op dit droge gedeelte wordt de vaste stof verder ontwaterd door de centrifugaalwerking. Is de kracht die de vloeistofstroom in tegengestelde richting ten opzichte van het vaste stoftransport doet bewegen groot, dan kan het gebeuren dat de vaste stof onder de transportschroef doorslipt en teruggevoerd wordt in de vloeistof. Verhoging van de overstortstand heeft tot gevolg, dat het droge gedeelte van de mantelwand wordt verkort en het „droge transport” nu plaats heeft in een gebied waar de centrifugaalkracht geringer is; deze is immers evenredig met de radius. Verkorten van het droge gedeelte van de mantelwand heeft wel tot gevolg dat de uit de centrifuge geworpen droge stof een hoger vochtgehalte heeft. Eerder werd reeds opgemerkt, dat het droge transport ook beïnvloed wordt door de helling waaronder dit plaatsvindt.

De wrijvingskracht langs de wand is een functie van het produkt van centrifugaalkracht en sinus van de hellingshoek. Verkleinen van de helling van het conische gedeelte van de mantel vergemakkelijkt dus het droge transport. Voor een moeilijk te transporteren stof

als bij voorbeeld actief slib is een geringe hellingshoek gewenst.

Voor wat het gebruik van vlokkingsmiddelen betreft kan het volgende worden opgemerkt. Was toevoeging van vlokkingsmiddelen gewenst, dan geschiedde dit bij de oudere typen decantcentrifuges door bijmengen aan de te ontwateren massa alvorens deze aan de centrifuge toe te voeren. De nieuwere typen bieden echter de mogelijkheid het vlokkingsmiddel in de centrifuge te doseren daar waar de grovere vaste delen reeds uit de vloeistof zijn afgescheiden en waar het stromingspatroon relatief rustig is. Zodoende wordt een besparing verkregen op het verbruik aan vlokkingsmiddel. De toevoer ervan geschiedt door een buis die concentrisch is aangebracht in de voedingspijp voor de centrifuge.

In het kort samengevat is het effect van de beschreven variabelen als volgt:

- a. *ter verbetering van de vaste stofafscheiding (recovery):*
 1. verhoog het toerental van de mantel;
 2. verlaag het toerentalverschil tussen transportschroef en mantel;
 3. verhoog de overstortstand voor de vloeistof;
 4. verlaag de voedingsnelheid aan de centrifuge;
 5. voeg een vlokkingsmiddel toe respectievelijk verhoog de dosering.
- b. *ter verhoging van het drogestofgehalte in de uit te werpen vaste stof:*
 1. verhoog het toerental van de mantel;
 2. verlaag het toerentalverschil tussen transportschroef en mantel;
 3. verlaag de overstortstand voor de vloeistof;
 4. verlaag de voedingsnelheid aan de centrifuge;

5. gebruik geen vlokkingmiddel respectievelijk verminder de dosering.

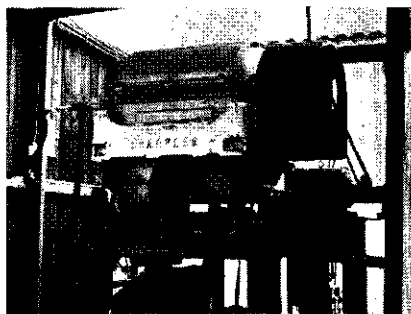
In het voorgaande is in het kort beschreven de werking van een continue schroefdecanteercentrifuge alsmede de invloed van de bedrijfsparameters op het ontwateringsproces. Uit deze beschrijving komt dit type centrifuge naar voren als een mechanisch hulpmiddel voor de ontwatering van slibben dat vele mogelijkheden biedt. Desondanks is de toepassing ervan in de afvalwaterslibbehandeling nog niet groot te noemen. Reeds werden als oorzaak aangeduid de betrekkelijk hoge onderhoudskosten en het in onvoldoende mate vangen van fijne vaste delen. De onderhoudskosten komen voort uit slijtage aan de transportschroef, de voedingsnozzels en de uitlaatpoorten voor de vaste stof door het in slib altijd aanwezige zand. Door het gebruik van meer slijtvaste materialen en een betere bescherming van de kritieke punten hebben de fabrikanten getracht de onderhoudskosten tot een aanvaardbaar niveau terug te brengen. Aan het bezwaar van het in onvoldoende mate vangen van fijne vaste delen is tegemoet te komen door het gebruik van vlokkingmiddelen. Een onderzoek als te Zeist is verricht kan uiteraard ten aanzien van de onderhoudskosten geen uitsluitend geven. Het doel van het onderzoek was dan ook uitsluitend gericht op het verkrijgen van gegevens betreffende de kwaliteit van het overloopwater, het droge-stofgehalte van het ontwaterde slib, de „recovery” en het verbruik aan vlokkingmiddel onder variërende bedrijfscondities voor een aantal typen afvalwaterslib.

Bij het onderzoek werd gebruik gemaakt van een continue schroefdecanteercentrifuge van merk en type Sharples Super-D-Canter P 2000 (afb. 2).

Van deze machine zijn de volgende specificaties te geven:

model P 2000;
open type (= niet gasdicht);
type rotor: cilindrisch-conisch;
afmetingen rotor: diameter 365 mm;
lengte 546 mm;
toerental: 3350 omw./min.;
versnellingsfactor: 2100 g;
transportschroef: standaard enkel schroefs;
tandwielkast: model P 126;
opgesteld motorvermogen: 20 pk;
energieverbruik: 5,86 kwh;
verwerkingscapaciteit: 2-3 m³/h;
machinehuis en contactdelen vervaardigd uit roestvrij staal type AISI 316;
schroef, voedingsopeningen in schroefas en de uitwerppoorten van de rotor bekleed met stelliët;
afdichtingen: ringen van synthetische rubber.

De afb. 3a en 3b tonen respectievelijk een foto en een schematisch overzicht van de proefopstelling. De toevoer van



Afb. 3a

slib aan de centrifuge geschiedde met een Monopomp met regelbaar toerental. Het energieverbruik van de pomp bedroeg 0,71 kwh. Vlokkingmiddelen konden door een doseerpomp in de centrifuge aan het slib worden toegevoegd.

Gewerkt is met de volgende typen slib:

1. uitgestit slib (mengsel van primair en actief slib);
2. mengsel van vers primair en actief slib;
3. vers primair slib;
4. vers actief slib;
5. mengsel van actief slib en uitgestit slib in de mengverhouding 5 op 1;
6. actief slib uit een oxydatiesloot.

Met ieder van de genoemde slibsoorten zijn testruns gemaakt onder diverse omstandigheden voor wat betreft het toerentalverschil tussen transportschroef en mantel, de overloopstand voor de vloeistof, de doseersnelheid van het slib aan de centrifuge, de hoeveelheid toe te voegen flocculant en het type flocculant. Het toerental van de centrifuge is, een enkel geval uitgezonderd, ter beperking van het aantal variabelen steeds constant gehouden op een waarde van 3350 omwentelingen per minuut. De keuze van deze waarde berust op de ervaring van de fabrikant. Elke testrun duurde tenminste één uur, gedurende welke tijd

regelmatig monsters werden genomen van het te ontwateren slib, het aflopende water en de uit de machine geworpen slibmassa. Uit de deelmonsters werd een verzamelmonster samengesteld waarin het drogestofgehalte werd bepaald.

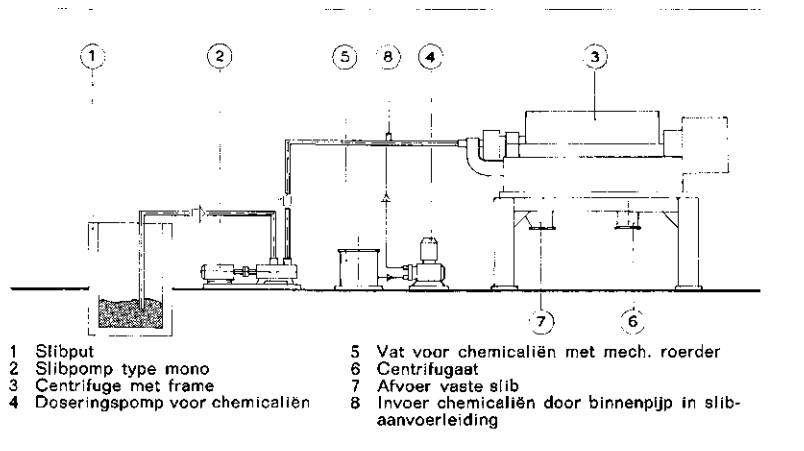
Als vlokkingmiddelen zijn drie typen kationactieve polyelektrolyten gebruikt, te weten van de firma Hercules de typen Hercofloc 810 en Hercofloc 814 en van de firma Stockhausen Praestol no. 444K. Naast de genoemde testruns zijn enige continutesten uitgevoerd die de gehele dag duurden. Deze continutesten hadden ten doel een indruk te verkrijgen van de spreiding in de uitkomst voor een bepaalde ingestelde bedrijfsconditie. De „recovery” (afscheidingsgraad) van de vaste stof werd niet bepaald uit volledige materiaalbalansen doch berekend uit het drogestofgehalte van het aan de centrifuge toegevoerde slib en het drogestofgehalte in het aflopende water volgens de formule:

$$\% \text{ recovery} = 100 - \left(\frac{\text{dr. st. overloop}}{\text{dr. st. voeding}} \times 100 \right)$$

Bij de beschouwing van het verzamelde cijfermateriaal is gebleken, dat de invloed van de diverse bedrijfscondities op het te verkrijgen resultaat niet altijd even sprekend zijn en sterk zijn gebonden aan de verwerkte slibsoort. Reeds is gezegd, dat het toerental van de centrifugemantel, op een enkele uitzondering na, constant werd gehouden op een waarde van 3350 r.p.m. zodat geen beeld is te geven van de indikkingsgraad van het slib en de „recovery” als functie van deze parameter.

In verreweg de meeste testruns is gewerkt met een toerentalverschil tussen transportschroef en centrifugemantel van 6,2 r.p.m. In die gevallen waarbij het toerentalverschil groter was dan deze waarde bleken in de regel ook de overige parameters (overstortstand, voedingsnelheid, slibsoort) niet gelijk te zijn, zodat een zuivere beoordeling van deze grootheid niet goed mogelijk is. Wel kan worden gesteld, dat een groot

Afb. 3b - Proefopstelling slibcentrifuge Sharples type P-2000.



toerentalverschil tendert naar een lagere indikking (lager drogestofgehalte). Aan een enkel cijfervoorbeeld kan dit worden getoond.

uitgestigt slib; 3,6 % droge stof; voedingsnelheid 1440 l/h;

overloopstand 4	$\left\{ \begin{array}{l} \Delta \text{ rpm} \\ 12 \\ 6,2 \end{array} \right.$	indikking
		16 %
		26 %

vers primair + secundair slib; 3,2 % d.s.; voedingsnelheid 1440 l/h;

overloopstand 2	$\left\{ \begin{array}{l} \Delta \text{ rpm} \\ 12,5 \\ 6,2 \end{array} \right.$	indikking
		27 %
		34 %

vers primair + secundair slib; 3,8 % d.s.; voedingsnelheid 2500 l/h;

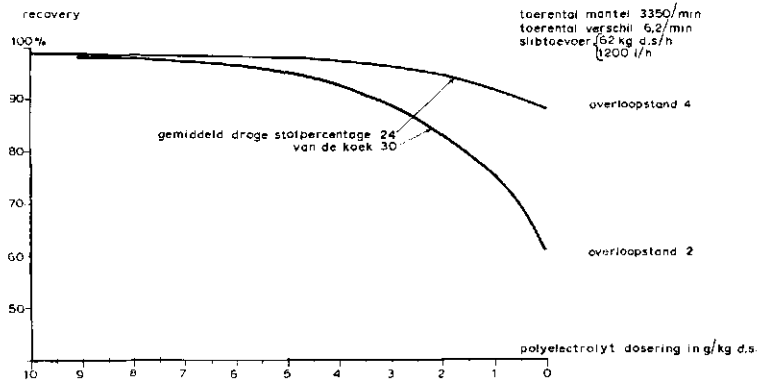
overloopstand 4	$\left\{ \begin{array}{l} \Delta \text{ rpm} \\ 12,5 \\ 6,2 \end{array} \right.$	indikking
		18 %
		26 %

De overloopstand voor het aflopende water blijkt zeer belangrijk te zijn voor het te verkrijgen droge-stofgehalte in de „slibkoek” alsmede voor de „recovery” en het polyelektrolytverbruik. De centrifuge liet een keuze toe uit 3 overloopstanden, waarvan overloop stand 4 de hoogste is. Met het oog op het verkrijgen van een zo gunstig mogelijke „recovery” en ter beperking van het vlokingsmiddelverbruik is overwegend gewerkt bij een overloopstand 4. De afb. 4 en 5, die overigens voor zichzelf spreken, illustreren de invloed van de overstortstand op het ontwateringsproces. Reeds is aangegeven, dat drie typen kationactieve polyelektrolyten als conditioneringsmiddel zijn toegepast.

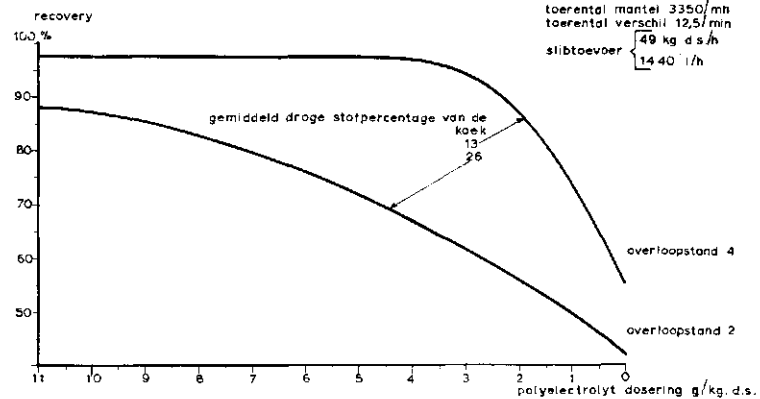
Het onderling verschil in werkzaamheid van deze polyelektrolyten is bij deze beproeving niet groot te noemen; ook blijkt bij de onderscheidene slibsoorten niet steeds type 1 beter dan type 2 en deze beter dan type 3 te zijn.

Afb. 6 geeft het beeld van de onderlinge verschillen bij toepassing op een mengsel van vers primair en secundair slib.

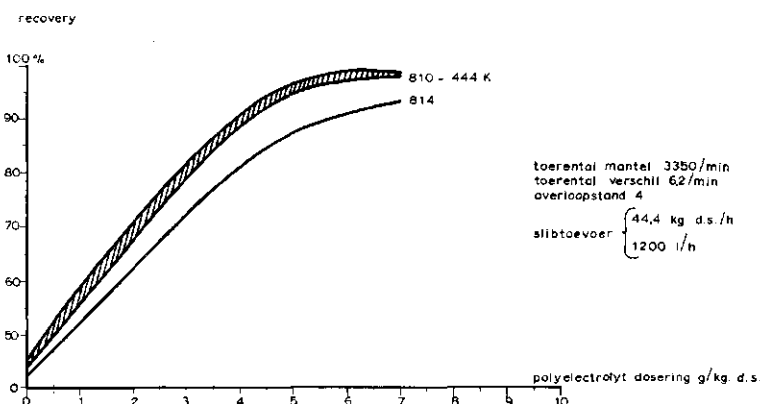
Uitgaande van een vaste waarde voor het toerental van de centrifugemantel, het toerental verschil tussen transport-schroef en mantel en de overstortstand voor de aflopende vloeistof blijken slibsoort, slibtoevoersnelheid en dosering van polyelektrolyt de meest proces bepalende parameters te zijn. De afb. 7, 8, 9 en 10 geven voor respectievelijk vers primair slib, een mengsel van vers primair en secundair slib, een mengsel van uitgestigt primair en secundair slib en een mengsel van surplus actief slib en uitgestigt slib in de mengverhouding 5 op 1 de „recovery” als functie van de slibtoevoer voor een aantal polyelektrolytdoseringen. Duidelijk is de invloed van de slibtoevoersnelheid op de „recovery” te constateren, ook komt duidelijk naar voren de gebondenheid van de te bereiken „recovery” en de daarbij benodigde hoeveelheid polyelektrolyt aan



Afb. 4 - Vers primair slib.



Afb. 5 - Mengsel van vers primair en secundair slib.



Afb. 6 - Mengsel van vers primair en secundair slib.

de geaardheid van het slib. Ten aanzien van het slib uit een oxydatiesloot moet opgemerkt worden, dat het aantal waarnemingen helaas te gering is om een afb. te produceren overeenkomstig de afb. 7 t/m 10. Doch ook hiermede bleken „recovery's” mogelijk van 80 tot

90 % bij een polyelektrolytverbruik van circa 5 g/kg slib droge stof. De proeven met uitsluitend surplus slib mislukten daar het met de beproefde machine niet mogelijk bleek de afgescheiden vaste stof uit de machine te schroeven. In dit verband is het in-

type slib	dosering elektrolyt g/kg	slibtoevoer		overloop % d.s.	ingedikt slib % d.s.	„recovery” %
		l/h	% d.s.			
vers primair + secundair	3,9	1440	3,5	0,19	16,3	95
	3,1	1440	3,5	0,40	15,6	88
	3,9	1440	3,5	0,06	17,8	98
	3,9	1440	3,5	0,37	14,7	90
	3,9	1440	3,5	0,06	16,1	98
	3,9	1440	3,5	0,01	16,8	∞100
uitgelist primair + secundair	5,1	1200	4,3	0,20	20,8	95
	5,3	1200	4,3	0,10	18,5	96
	5,1	1200	4,3	0,29	17,5	95
surplus actief + uitgelist 5 op 1	5,7	1440	1,2 ⁴	0,05	13,8	95
	5,7	1440	1,2 ⁴	0,12	12,5	87
	5,7	1440	1,2 ⁴	0,14	12,7	86
	5,7	1440	0,9	0,18	12,7	80
	5,7	1440	0,9	0,01	12,7	99

teressant, dat surplus actief slib in de mengverhouding 5 op 1 met uitgelist slib zich goed liet verwerken. Zelfs een mengverhouding 15 op 1 leidde nog tot een redelijk resultaat.

Het droge-stofgehalte van de „slibkoek” behorende bij de in de figuren 7 t/m 10 verwerkte gegevens varieerde tussen de 15 en 25 %.

Bij een „recovery” van 80 % en hoger is het droge-stofgehalte van het aflopende water $\leq 0,5$ %.

Aan de hand van enige duurproeven is getracht een indruk te verkrijgen van de spreiding in het resultaat. De bovenstaande cijferwaarden mogen hiervan een indruk geven (alle metingen werden verricht bij 3350 r.p.m.; Δ r.p.m. 6,2; overloopstand 4).

Ter afronding van dit artikel zal nu een kostenanalyse worden gegeven voor de ontwatering van een mengsel van vers primair en surplus actief slib in een continue schroefdecanteercentrifuge.

Vergeleken zullen worden de kosten bij zowel een 24-uursbedrijf als bij een bedrijf van 16 uur per dag.

Uitgangspunten zijn:

- een machine van één en hetzelfde type voor beide bedrijfsomstandigheden;
- dagelijkse slibproductie 70 m³ à 3,8 % d.s.;
- te verwerken in 5 werkdagen per week;
- de per werkdag te verwerken hoeveelheid is dan 100 m³;
- de gewenste „recovery” is 80 %;

— voor de benodigde polyelektrolyt dosering wordt gebruik gemaakt van de gegevens uit afb. 8.

In het 24-uursbedrijf zal de centrifuge per uur moeten verwerken $100/24 = 4,2$ m³ slib. In het 16-uursbedrijf $100/16 = 6,3$ m³ slib.

Worden 2 decanteercentrifuges (de centrifuge voor dit hypothetische geval en de beproefde centrifuge) onder gelijke machine condities (g-factor; overloopstand; Δ r.p.m.) vergeleken, dan kan men gebruik maken van zogenaamde opschaaftactoren die zijn ontwikkeld volgens de — Σ theory (Chem. and Process Eng. aug. 1963; Evaluating the performance of industrial centrifuges by G. A. Frampton).

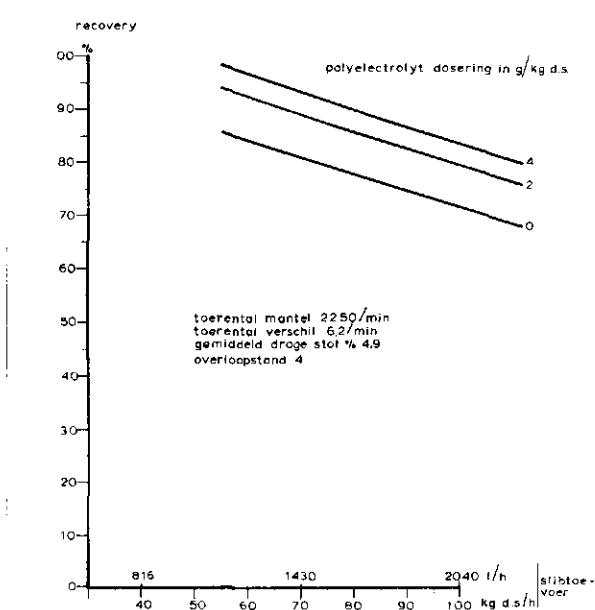
De decanteercentrifuge die in deze kostenanalyse wordt gebruikt, heeft een opschaaftactor 3,5 ten opzichte van de beproefde.

De te verwerken hoeveelheid slib van 4,2 m³/h bij 24-uursbedrijf komt dan overeen met $4,2/3,5 = 1,2$ m³/h bij de beproefde machine.

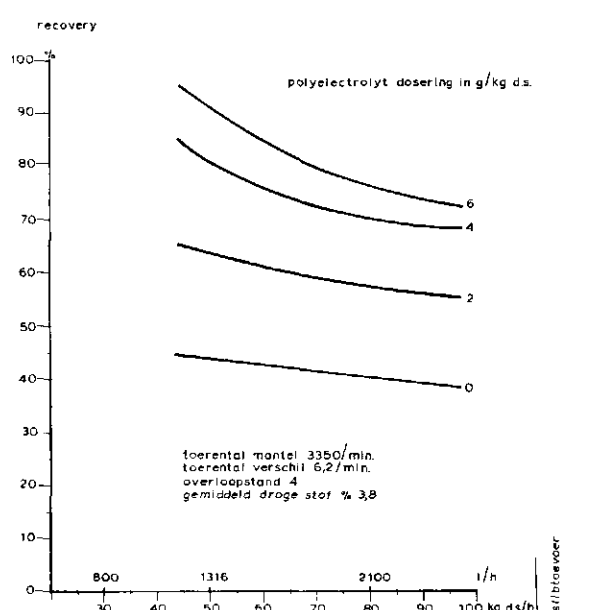
Met deze waarde is uit afb. 8 af te lezen een polyelektrolytdosering van 4 g/kg slib droge stof voor een „recovery” van 80 %. Op overeenkomstige wijze wordt een polyelektrolytdosering van 6 g/kg slib droge stof gevonden voor het 16-uursbedrijf. Ten aanzien van de uit afb. 8 afgelezen polyelektrolytdoseringen stelt de fabrikant van deze middelen dat de ervaring elders in Europa leert dat deze aanzienlijk lager liggen. Hoeveelheden van 2-3 g/kg slib droge stof worden genoemd.

Hierbij is nog aan te tekenen dat het slib in Zeist zich moeilijk laat ontwateren.

Afb. 7 - Vers primair slib.



Afb. 8 - Mengsel van vers primair en secundair slib.



Het investeringsvoorstel is voor beide bedrijfsomstandigheden praktisch identiek en luidt als volgt:

a. centrifuge compleet	f 81.000,—	
reserve schroef	„ 18.500,—	
voeding pomp type mono	„ 3.000,—	
		f 102.500,—
b. ondersteuningsframe, pijpen, kleppen, etc.		„ 12.000,—
c. polyelektrolyt aanmaaksysteem compleet met tanks, leidingen, pompen etc.		„ 13.500,—
d. 1 reserve tandwielkast onvoorzien		„ 8.000,—
		„ 6.000,—
	totaal	f 142.000,—

Deze prijs is exclusief een gebouw.

Voor de jaarkostenbecijfering wordt uitgegaan van een afschrijving in 15 jaar bij een rentevoet van 7 % (annuïteit 11 %), een stroomprijs van f 0,10 per kwh en een prijs voor het polyelektrolyt van f 14,—/kg. Voor de draaitijd van de transport-schroef tussen twee revisiebeurten wordt 6000 uur aangehouden.

Jaarkosten	24 h/etm.		16 h/etm.	
rente en afschrijving		f 15.620,—		f 15.620,—
draaiuren per jaar	6300		4200	
verwacht elektr. verbruik	8 kw		10 kw	
hulpapparatuur	6 kw		7 kw	
elektr. verbruik per jaar	88200 kwh	8.820,—	71400 kwh	7.140,—
polyelektrolyt verbruik	4032 kg	56.448,—	6048 kg	84.672,—
revisiekosten schroef		5.000,—		3.350,—
revisiekosten tandwielkast		1.000,—		800,—
arbeidsloon groot onderhoud		2.000,—		1.500,—
onderdelen klein onderhoud		2.000,—		1.500,—
bediening inclusief arbeidsloon kleine reparaties	1/4 x 20.000	5.000,—	1/6 x 20.000	3.300,—
totaal		f 95.888,—		f 117.882,—
afgerond		f 96.000,—		f 118.000,—

Door de mogelijkheid het polyelektrolyt in de centrifuge te doseren daar waar de grovere vaste delen reeds uit de vloeistof zijn afgescheiden en waar het

stromingspatroon relatief rustig is, claimt de fabrikant een reductie op het elektrolyt verbruik van 20 % (bij de proefmachine ontbrak deze mogelijkheid).

Op grond van het vorenstaande bedragen de jaarkosten, bij 24-uursbedrijf respectievelijk 16-uursbedrijf:

— per ton droge stof f 96,— en f 118,—
— per m³ slib à 3,8 % d.s. f 3,60 en f 4,50

Wordt overeenkomstig de claim van de centrifugefabrikant een reductie van 20 % op het polyelektrolytverbruik mogelijk dan worden de kosten als bovenbedoeld:

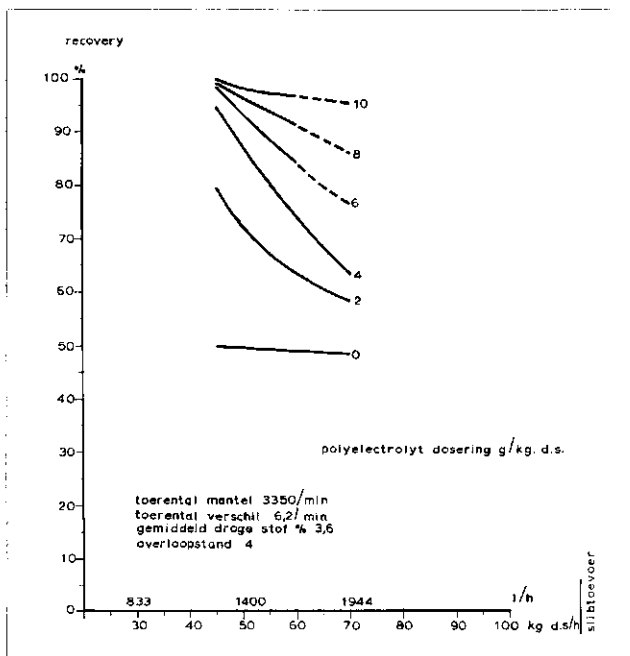
— per ton droge stof f 85,— en f 101,—
— per m³ slib à 3,8 % d.s. f 3,20 en f 3,80.

Uit de analyse blijkt overduidelijk, dat het leeuwenaandeel van de kosten komt voor rekening van het polyelektrolytverbruik.

In het gegeven voorbeeld is het 24-uursbedrijf f 12.000,— goedkoper dan het 16-uursbedrijf. De fabrikant gaat ervan uit, dat de machine gedurende de nachturen onbewaakt loopt. Het is nog maar de vraag of de beheerders van een rioolwaterzuiveringsinrichting er evenzo over denken. Is dit niet het geval, dan valt dit voordeel weg aan arbeidsloon. Het is dan voordeliger slechts 16 h per dag te werken.

In verband met de toenemende belangstelling voor kunstmatige slibontwateringssystemen werd dit onderzoek ter hand genomen. Gehoopt wordt, dat deze bijdrage mag leiden tot een beter begrip van de mogelijkheden van de continue schroefdecanteercentrifuge. Een woord van dank past aan allen die hun medewerking aan het onderzoek hebben verleend.

Afb. 9 - Mengsel van uitgegist primair en secundair slib.



Afb. 10 - Mengsel van surplus actief slib en uitgegist slib.

