

Enige beschouwingen over de invloed van de drogestof-concentratie op het termisch drogen van slib

I. Inleiding

Het langs kunstmatige weg drogen van slib door verdampen van het daaraan gebonden water vereist het gebruik van grote hoeveelheden energie. Deze omstandigheid kan er toe leiden, dat — op economische gronden — de toepassingsmogelijkheid van deze werkwijze beperkt moet blijven tot installaties voor betrekkelijk kleine capaciteiten [1, 2 en 3].

Een berekening betreffende de benodigde energie [4] voor de droging van een zekere hoeveelheid slib tot een restwatergehalte van 10%, laat zien dat, naarmate het watergehalte in de toevoer naar de droger lager is en dus de concentratie van de droge stof hoger, het energieverbruik per m³ slib afneemt.

In afb. 1 is het verband tussen de drogestof-concentratie van het slib en de voor droging benodigde energie per m³ weergegeven.

Het in de afb. weergegeven verband tussen de concentratie van de drogestof en het energieverbruik per m³ slib wordt bepaald door de betrekking:

$$E_k = E_0 - 0,1 \cdot k \text{ waarin:}$$

k = concentratie drogestof in %;

E_0 = energieverbruik per m³ slib bij een concentratie van 0% drogestof ($7,2 \cdot 10^5$ kcal);

E_k = energieverbruik per m³ slib bij een concentratie „k%”.

Een toename van de concentratie van de drogestof (k) echter impliceert eveneens een aanmerkelijke reductie van de te behandelen slibvolumina (V_s). Hiervan geeft afb. 2 een beeld. Het verband tussen de drogestof-concentratie (k) en het slibvolumen (V_s) wordt gegeven door de betrekking:

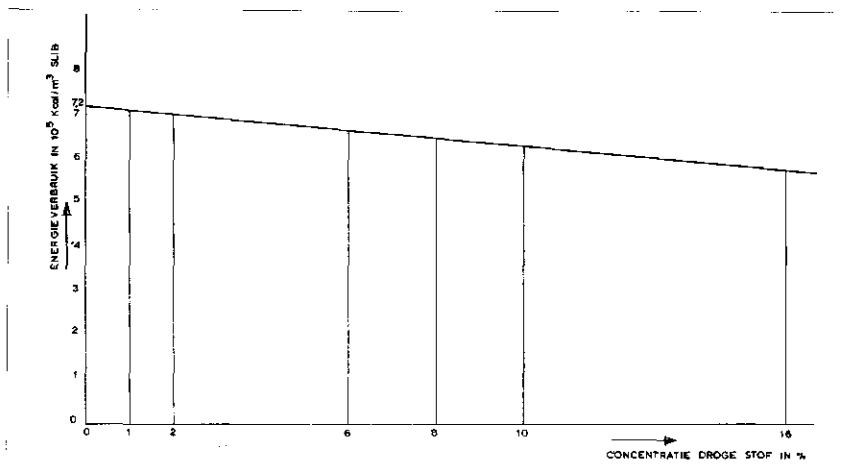
$$V_s = \frac{0,1 \times \text{D.S.}}{k} \text{ waarbij:}$$

V_s = slibvolumen in m³;

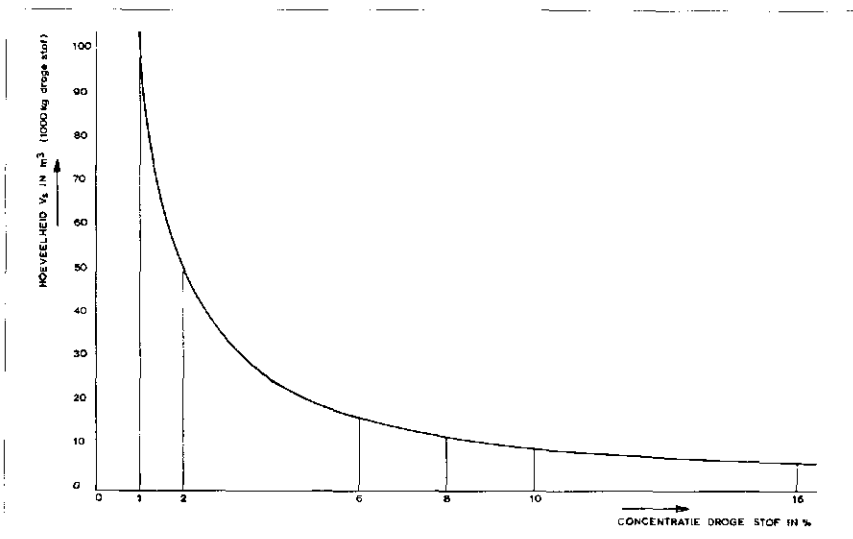
D.S. = droge stof in kg;

k = concentratie droge stof in %.

Met de aan afb. 1 en 2 te ontleen waarden is het mogelijk de totale hoeveelheid voor het drogen benodigde energie als functie van de drogestof-

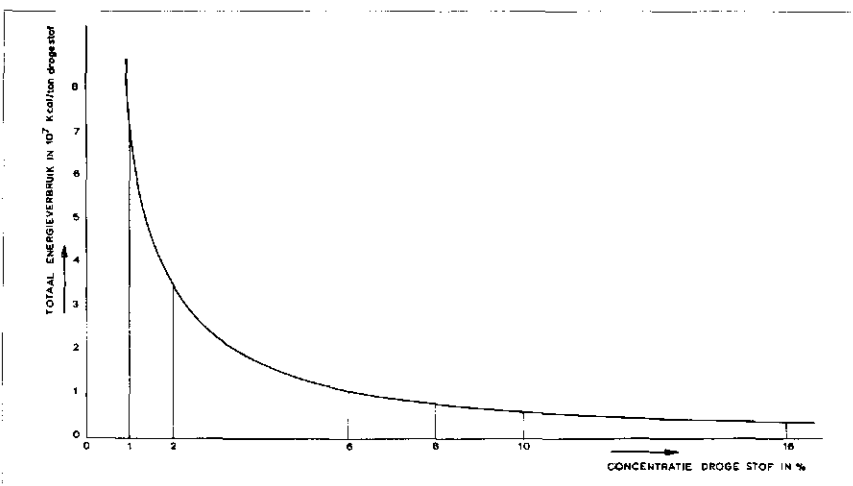


Afb. 1 - Verband tussen drogestof-concentratie en energieverbruik per m³ slib.



Afb. 2 - Verband tussen drogestof-concentratie en slibvolumen.

Afb. 3 - Verband tussen drogestof-concentratie en totaal energieverbruik.



concentratie aan te geven door de betrekking:

$$E_{\text{tot}} = E_R \times V_s$$

Een en ander wordt weergegeven in afb. 3.

Duidelijk komt hieruit naar voren de besparing op het energieverbruik in een termische drooginstallatie bij een verhoging van het drogestofgehalte in het toegevoerde slib.

Uitgaande van een uitgangskonzentratie in het slib van 6% drogestof zullen deze besparingen zijn bij een verhoging van:

6—10% : ± 43%;

6—16% : ± 68%;

6—20% : ± 75%.

Uit het voorgaande blijkt dus, dat een zo hoog mogelijke drogestofconcentratie in het slib moet worden nagestreefd alvorens over te gaan tot termische droging.

II. Methoden ter verhoging van de drogestof-concentratie (indikking)

Ter verhoging van de drogestofconcentratie van slib afkomstig uit afvalwaterzuiveringsinrichtingen zijn meerdere methoden ontwikkeld die in hoofdzaak kunnen worden onderverdeeld in:

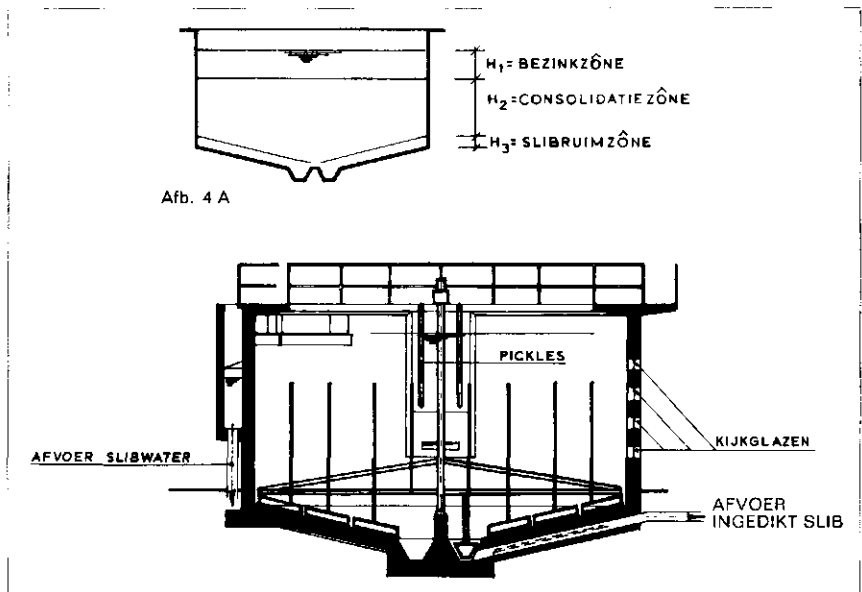
- de statische indikking onder invloed van de gravitatie;
- de flotatieve indikking onder invloed van aan de slibvlok gedispergeerde luchtbelletjes;
- de mechanische indikking.

A. De statische indikking

Bij deze methode wordt het slib in een — als regel ronde — indiktank met roerwerk, waarvan afb. 4 een doorsnede geeft, aan een plotselinge stroomverlamming onderworpen. Onder invloed van de gravitatie zal in de zgn. consolidatie-zone (zie afb. 4 A) een slibdekken met hogere drogestofconcentratie worden gevormd. Het indikproces is schematisch weergegeven in afb. 4 A en kan als volgt worden omschreven [5].

De totale vulhoogte in de indiktank kan worden onderverdeeld in drie zones, te weten:

- de bezinkzone, hoogte H_1 , waarvoor kan worden aangehouden $H = 1,00$ m;
- de consolidatiezone, waarvan de hoogte H_2 bepaald wordt uit de betrekking:



Afb. 4 en 4a - Indiktank.

$$H_2 = \frac{V'_s \times V.T.}{F}, \text{ waarbij:}$$

H_2 = hoogte van de consolidatiezone in m;

V'_s = slibvolume na indikking in m^3 ;

V.T. = verblijftijd van het slib in de consolidatiezone in uren;

F = aanwezig bezinkoppervlak in m^2 ;

- de slibruimzone met een hoogte H_3 , waarvoor op grond van ervaringen mag worden aangehouden 0,30 m.

De te bereiken drogestofconcentraties zijn afhankelijk van:

- de eigenschappen van het in te dikken slib;
- de drogestofbelasting in $kg \text{ d.s./m}^2$ per dag;
- de hoogte H_2 van de consolidatiezone in m.

Verhoging van de werkingsgraad van de indiktank kan verder nog worden verkregen door het langzaam roeren van de slibmassa, waarbij zgn. vaste pickles moeten voorkomen, dat de slibmassa in een walsbeweging geraakt.

Indien sprake is van het behandelen van uitgegist slib, verdient het — ter voorkoming van nagisting — aanbeveling het warme slib uit de gistingstank te mengen met een hoeveelheid „afschrikwater” in een verhouding van: 1 deel slib op 3 delen water. Als bezwaar tegen deze methode kan worden aangevoerd de extra hoeveelheid slibwater uit de indiktank, die in de

zuiveringsinrichting moet worden gezuiverd.

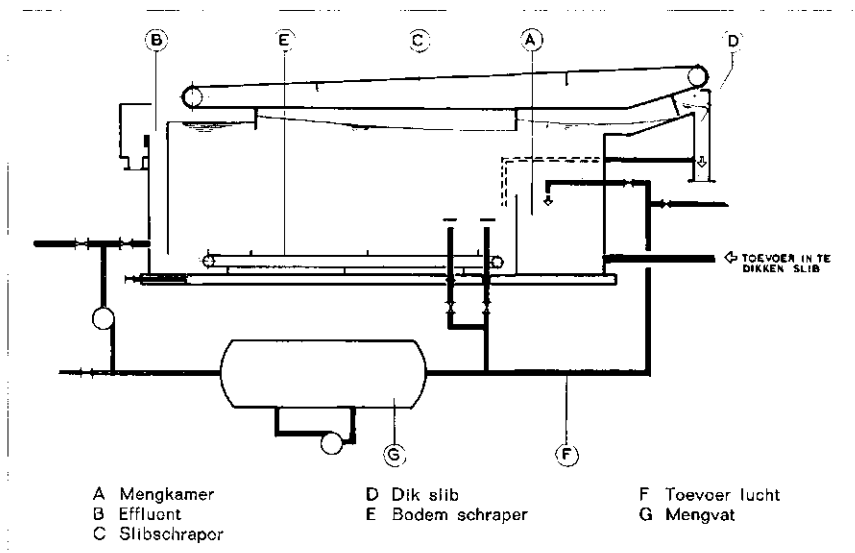
Een andere methode tot het plotseling verbreken van het eventuele nagistingsproces in de indiktank, waardoor het slib kan opdrijven, bestaat uit het inblazen van een bepaalde hoeveelheid lucht [6], waardoor het gistingproces tot stilstand komt en een bezinking van het slib niet wordt gehinderd door ontwikkeld methaangas. De energiekosten van het indikproces zijn over het algemeen van een te verwaarlozen grootte ($\pm 2 \text{ Watt/m}^3$ inhoud). Bij een statische indikking zijn over het algemeen geen hogere drogestofconcentraties te verkrijgen dan:

- 4—6% voor vers primair- en secundair slib, gemineraliseerd slib en/of slib uit deelmineralisatieinrichtingen;
- 5—8% voor goed uitgegist slib.

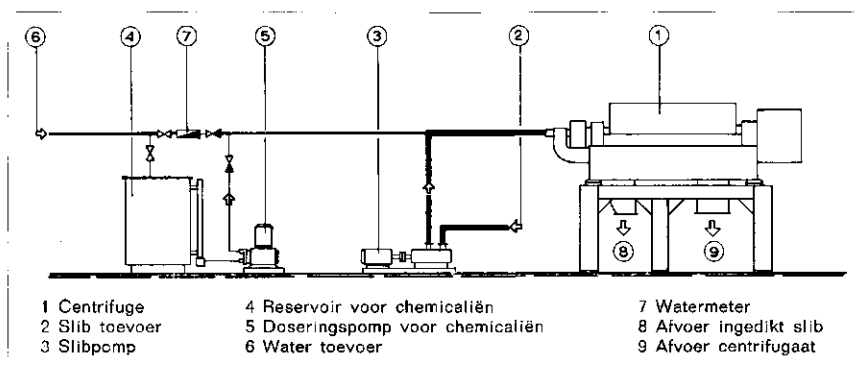
B. De flotatieve indikking

Deze methode is vooral van belang voor die slibsoorten, die — door hun samenstelling — door gravitatie minder goed kunnen worden geconcentreerd. Hiertoe behoren o.a. het actief en het aeroob gestabiliseerd slib.

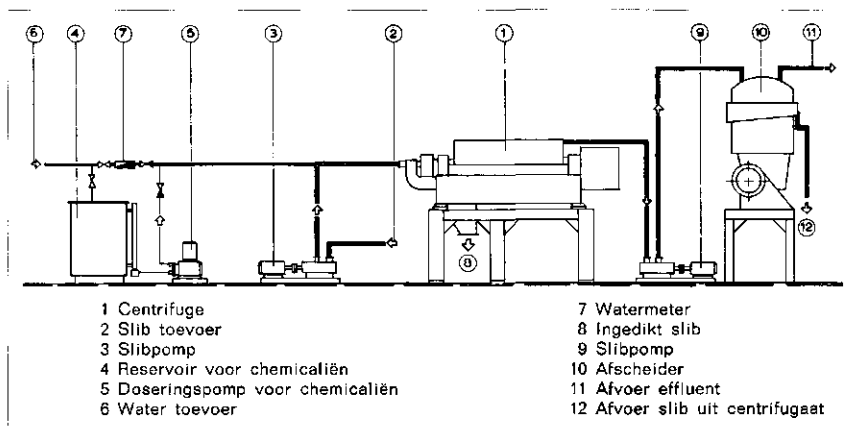
Bij het inblazen van lucht in het slibmengsel ontstaat door de aanhechting van gedispergeerde luchtbelletjes aan de slibvlok een opwaarts gerichte beweging, waardoor op de waterspiegel een slibdekken met een bepaalde drogestofconcentratie wordt gevormd, die door middel van een slibschrappinstallatie kan worden afgeroomd. Uitgaande van normaal surplus-slib uit een actief-slibinstallatie met een gemiddeld



Afb. 5 - Flotatietank.



Afb. 6 - Schema ééntrapscentrifuge.



Afb. 7 - Schema tweetrapscentrifuge.

drogestofgehalte van 0,5%, is het bij dit systeem mogelijk drogestofconcentratie van 7% te bereiken. Het proces vindt plaats in een zgn. flotatietank, waarvan afb. 5 een schematische doorsnede geeft.

Voor het bepalen van de tankafmetingen verdient het aanbeveling uit te gaan van:

- een drogestofbelasting van 10—15 kg d.s./m²h;
- een hydraulische belasting van maximaal 1,65 m³/m²h;
- een verblijftijd van ten minste 1 uur.

De jaarlijkse kosten van de flotatiemethoden met inbegrip van rente en

afschrijving zijn over het algemeen ± 50% hoger dan de kosten van indikking. Hierbij moet worden opgemerkt, dat indien wordt uitgegaan van moeilijk — door gravitatie — in te dikken actiefslijb de resultaten van de flotatiemethode aanzienlijk gunstiger zullen zijn dan de resultaten in een statische indikker en de kosten — rekening houdende met de verkregen drogestofconcentratie — op een gelijk niveau liggen.

C. De mechanische indikking

Hoewel verschillende methoden tot mechanische indikking zijn ontwikkeld, zal hier alleen nader worden ingegaan op de toepassing van decanteercentrifuges in verband met de mogelijkheid drogestofconcentraties te bereiken van 12—35%.

Het te centrifugeren slijb wordt — bij voorkeur na een statische voorindikking — met een drogestofgehalte van 3—5% in de centrifuge gepompt. Onder invloed van de centrifugaalkracht (bij voorkeur 3000—5000 g) zal een gedeelte van de vaste stof uit het slijb worden uitgeslingerd. De mate waarin de afscheiding zal plaatsvinden, is hierbij sterk afhankelijk van:

- de stoffeigenschaften van het slijb;
- de parameters van de centrifuge, waarvan genoemd kunnen worden: de lengte van de centrifuge, het verschil in toerental tussen de mantel van de centrifuge en de schroeftransporteur en in meer of mindere mate de vulhoogte.

Het zgn. dikslijb wordt door middel van een schroeftransporteur uit de centrifuge verwijderd; het overloopwater (centrifugaat) kan of wel direct (ééntrapsinstallatie, zie afb. 6) dan wel via een nageschakelde afscheider (separator) — een zgn. tweetrapsinstallatie (zie afb. 7) — vóór verdere behandeling in de zuiveringsinrichting worden teruggevoerd. Het naschakelen van een separator heeft ten doel het drogestofgehalte in het centrifugaat verder te reduceren.

Door het gebruik van conditioneringsmiddelen (bijv. poly-elektrolyten) kan de eventuele noodzaak van een separator worden weggenomen. De werkingsgraad *r*- (recovery) van de centrifuge kan worden bepaald uit de formule:

$$r = \frac{k_{c,s} (k_s - k_o)}{k_s (k_{c,s} - k_o)} \times 100, \text{ waarin:}$$

r = werkingsgraad of recovery in %;

$k_{c,s}$ = drogestof-concentratie van gecentrifugeerd slib (dikslib) in %;
 k_s = drogestof-concentratie van het toegevoerd slib in %;
 k_o = drogestof-concentratie van de overloop (centrifugaat) in %.

Teneinde een eerste indicatie te verkrijgen omtrent de toepassingsmogelijkheid van centrifuges als voorbehandeling tot een termische slibdroging, werden in 1968 proeven genomen met een min of meer gestabiliseerd beluchtslib uit een bestaande zuiveringsinrichting nabij Olten, waarbij bleek, dat zonder toevoeging van een coagulatiemiddel een drogestof-concentratie in het gecentrifugeerd slib kon worden bereikt van gemiddeld 29%; de overloop had nog een drogestof-concentratie van 2%.

Bij toevoeging van het coagulatiemiddel „Praestol” was de gemiddelde drogestof-concentratie van de slibkoek 24%; de drogestof-concentratie in het centrifugaat was 1,2%.

Het drogestofgehalte van het toegevoerde slib was 6,7%. De werkingsgraad van de centrifuge bedroeg in deze gevallen $\pm 74\%$ resp. $\pm 86\%$. Zoals analyses hebben uitgewezen, bestaat het drogestofgehalte in het centrifugaat hoofdzakelijk uit fijnere slibdelen, die in ééntrapscentrifuges door hun sterke watergebondenheid langs mechanische weg niet kunnen worden afgescheiden. De behandeling van het centrifugaat in een zgn. separator heeft aangetoond, dat een nagenoeg helder centrifugaat kan worden verkregen.

Uit analyses van het centrifugaat is gebleken, dat geen meetbare drogestofconcentraties aanwezig waren.

Ten aanzien van de belasting met BOD_5 werden de volgende waarden gevonden:

overloop *zonder* coagulatiemiddel:
 ± 3.100 mg/l;
 overloop *met* coagulatiemiddel:
 ± 2.800 mg/l;
 centrifugaat na behandeling in een separator: ± 300 mg/l.

Het terugvoeren van een overloop, waarin nog veel fijne slibdelen aanwezig zijn, doet de vraag rijzen of er een gevaar bestaat voor een verstopping van de zuiveringsinrichting door cumulatie van deze deeltjes.

Onderzoekingen op dit gebied [7 en 8] hebben geleid tot de conclusie, dat alleen bij hoogbelaste actiefslibinstallaties een opeenhoping van deze fijne slibpartikelen tot verstoringen aanlei-

ding kunnen geven. In laagbelaste actiefslibinstallaties en zeker in deelmineralisatie-inrichtingen wordt een voldoende coagulatie in de vorm van biologische vlokken van deze fijne slibpartikelen in de aeratietank verwacht, zodat een verstoring van het zuiveringsproces onwaarschijnlijk wordt geacht.

Proefnemingen, die momenteel in Nederland worden uitgevoerd, wettigen de verwachting, dat een voorbehandeling van slib in centrifugeringsinstallaties als eerste trap tot een termische

droging technisch goede mogelijkheden biedt.

De vraag of een ééntrapscentrifugeinstallatie met coagulatiemiddelen dan wel een tweetrapscentrifugeinstallatie zonder coagulatiemiddelen moet worden geprefereerd, kan eerst aan de hand van een kostenvergelijking worden beoordeeld, waartoe in onderstaande staat enige gegevens zijn opgenomen.

Tot slot nog een foto van de centrifuge-opstelling op de zuiveringsinstallatie te Olten.

Omschrijving	Eéntrapsinstallatie	Tweetrapsinstallatie
Investering	$\pm f$ 135.000,—	f 205.000,—
Stroomverbruik kWh per m ³ slib	3	5,5
Coagulatiemiddelen kg/ton d.s.	\pm 3—3,5	—

Literatuuroverzicht

1. Karper, R. en Verhagen J., *Slibdrooginstallatie volgens het Seiler-Koppersysteem in Zwitserland*. H₂O (1) 1968 Nr. 17.
2. Melick, L. van, *Toepassingsmogelijkheden en kosten van thermische slibdroging in Seiler-Koppersinstallaties*. H₂O (1) 1968 Nr. 17.
3. Hopmans, J. J., *Samenvattende en aanvullende beschouwing over het slibvraagstuk*. H₂O (1) 1968 Nr. 20.
4. Melick, L. van, *Bau und Betrieb einer neuzeitlichen Kläranlage*, WLB 13 (1969) Nr. 1 en 6.
5. Kalbskopf, K. H., Voordracht voor 5e werkgroep, Internationaler Kongress der internationalen Arbeitsgemeinschaft für Müllforschung te Basel 1969.
6. Karper, R., *Cursus slibverwerking 1966-1967*.
7. Wuhmann, K., Voordracht voor 5e werkgroep Internationaler Kongress der internationalen Arbeitsgemeinschaft für Müllforschung te Basel 1969.
8. Wylemann, E. H. en Graf, M., *Versuche der Schlammwässerung mit Zentrifugen in zwei Stufen*; Kommunalwirtschaft Heft 9/1967.

Afb. 8 - Centrifuge met afscheider.

