

SUMMARY

Dewatering of sewage sludge bij means of vacuum filters

Several systems of vacuum filtration are described, e.g. the cloth filter, the coil filter and the precoat filter. The theoretical backgrounds are elucidated on the basis of formulae. Some test methods suitable for the laboratory are described. Conditioning of sludge is described in theory as well as on the basis of some examples of practice.

Ontwatering van slib met vacuümfilters *

1. Inleiding

Bij de beoordeling van de verschillende systemen van slibontwatering zal men in het algemeen de volgende punten in aanmerking nemen.

1. Te bereiken gehalte aan droge stof in het ontwaterde slib.
2. Vervuiling van het afgescheiden slibwater, resp. het rendement van het onderhavige systeem.
3. Bouwkosten en bedrijfskosten.

De meeste ontwateringssystemen kunnen in principe zowel voor vers als voor uitgegist slib gebruikt worden. Daar de filtreerbaarheid van vers slib, vooral van primair slib, in het algemeen beter is dan die van uitgegist slib en bovendien de vervuiling van het filtraat bij uitgegist slib veel groter zal zijn, bestaat de tendens over te gaan tot verwerking van het verse slib. De dure slibgisting komt dan te vervallen; in plaats daarvan kan het ontwaterde slib desgewenst gecomposteerd dan wel verbrand worden, teneinde aan de hygiënische eisen te voldoen.

Daar de opbrengst van de diverse ontwateringssystemen des te groter is, naarmate het toegevoerde slib een hoger gehalte aan droge stof bezit, is het zinvol tevoren een indikking toe te passen. Een dergelijke indikking kan tevens dienen als buffer voor de onregelmatig aankomende of verwerkte slibhoeveelheden. Het blijkt zeer gewenst de indikking te stimuleren en stratificatie te voorkomen door het aanbrengen van loodrecht gemonteerde staven op het ruimermechanisme (Afb. 1).

Soms wordt een chloordosering toegepast teneinde zure gisting of opdrijven van het slib in de opslagruimte te voorkomen.

*) 2e Vakantiecursus in behandeling van afvalwater, gehouden door de Afdeling der Weg- en Waterbouwkunde van de T.H. Delft, op 30 en 31 maart 1967. Les 3b.

2. Uitvoeringsvormen van vacuümfilters

Bij de technische vacuümfiltratie wordt het water uit slib en filterkoek met een onderdruk van $\pm 0,6$ ato weggezogen. In de eenvoudigste uitvoering is filterdoek gespannen op een langzaam draaiende trommel, die het slib vanuit een filtertrog aanzuigt. Het afgezogen filtraat stroomt via een verdeelkop aan het einde van de trommel naar een filtraattank, vanwaar het weggepompt wordt. Na een voldoende lange weg „op het droge” te hebben afgelegd, waarbij de restanten filtraat worden weggezogen, wordt de filterkoek van het doek losgemaakt en valt vervolgens op een transportband.

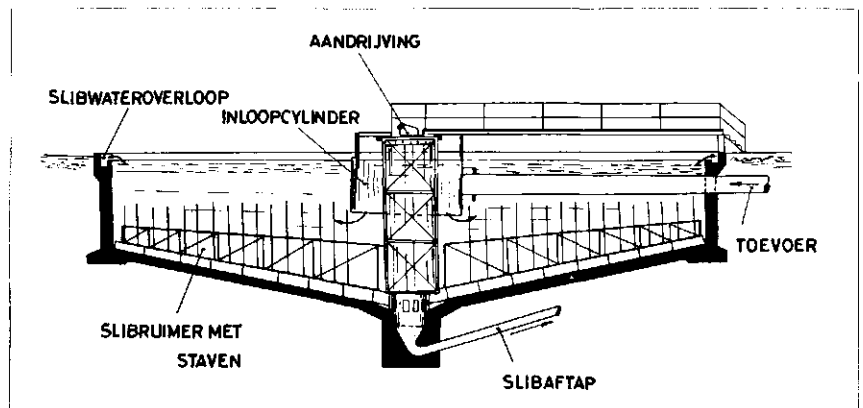
In een filterstation zijn behalve het vacuümfilter in het algemeen nog aanwezig (zie afb. 2):

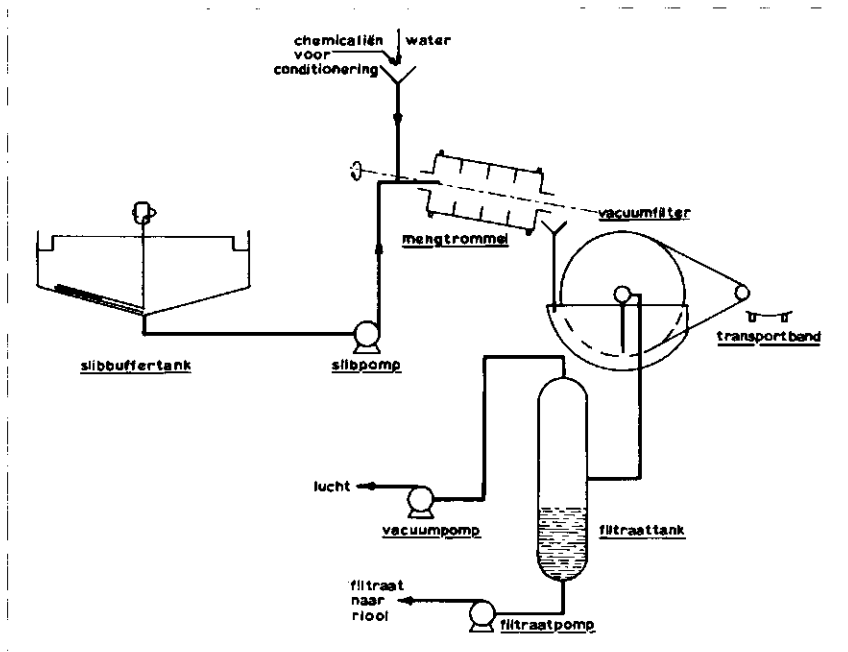
1. Een vacuümpomp voor het verkrijgen van de voor de filtratie benodigde onderdruk.
2. Filtraattank met filtraatpomp voor het verwijderen van het afgescheiden slibwater.
3. Een transportband voor het verwijderen van de filterkoek.
4. Silo(s) voor de voor het conditioneren noodzakelijke chemicaliën.

5. Vaten voor het oplossen van de onder 5 bedoelde chemicaliën alsmede doseerpompen en mengapparatuur voor het mengen van slib en chemicaliën.
6. Een slibpomp voor het transporteren van het slib naar het filter.
7. Eventueel een compressor voor het verkrijgen van de perslucht, benodigd voor het losblazen van de filterkoek.

Het afnemen van de filterkoek geschiedt met behulp van messen, afneemwalsen of over de trommel lopende snaren (zie afb. 3). Het met een schraapmes werkende systeem is het meest gebruikelijk. Wanneer men in plaats van snaren gesloten spiraalveren gebruikt en deze in twee lagen vlak naast elkaar spant, kan men het filterdoek geheel weglaten. Op deze constructie berust het coilfiltersysteem volgens Komline (afb. 4, 5 en 6). De spiraalveren worden evenmin als de snaren strak om de trommel gespannen, doch lopen beurtelings over twee separate spanwalsen, waardoor het afnemen van de filterkoek vergemakkelijkt wordt. Bovendien kunnen de spiraalveren bij iedere omwenteling continu worden schoongespoten. Het coilfilter is speciaal geschikt voor primair slib, vooral wanneer dit veel

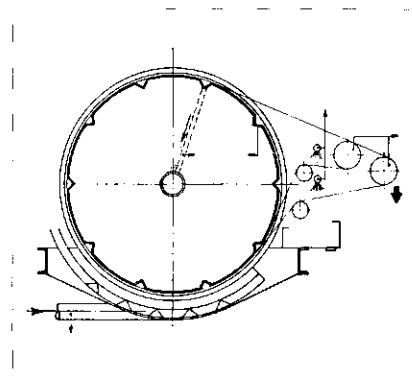
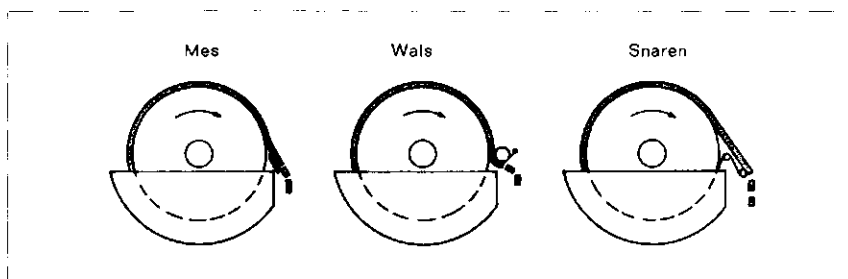
Afb. 1 - Slibindikker.





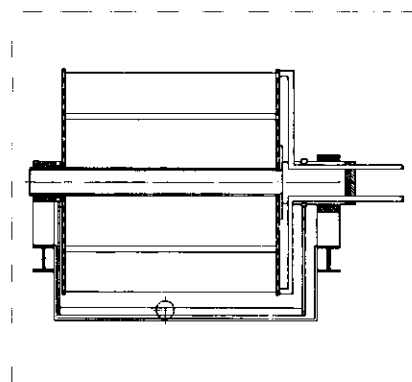
Afb. 2 - Schema slibfilterstation.

Afb. 3 - Afneming filterkoek.



Afb. 4 - Komline-filter.

Afb. 5 - Komline-filter.



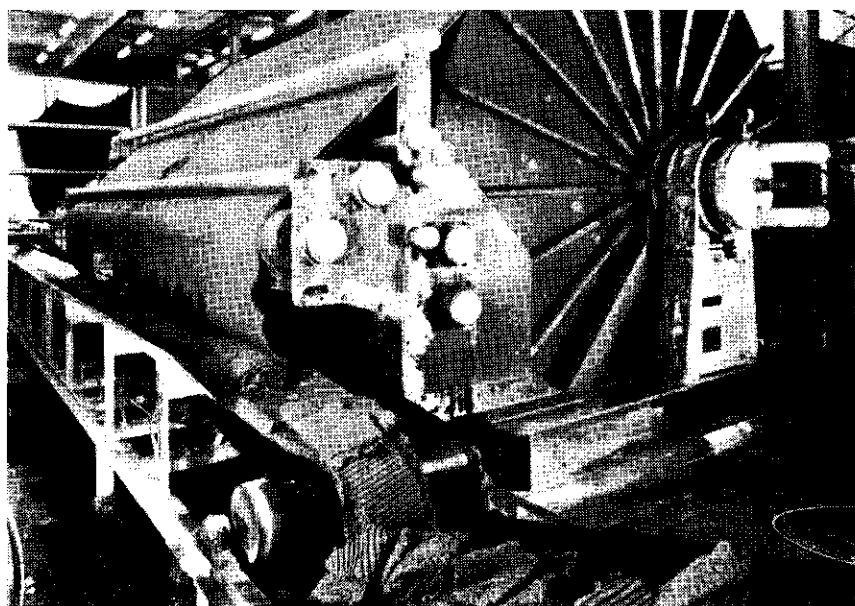
vezelig materiaal bevat. Bij het ontwateren van fijnvlokkelig slib, bijv. surplusslib van een biologische installatie, is de ontwatering veel minder goed.

Bij het zgn. „eindelooze-doekfilter” van Eimco loopt op de zelfde wijze het doek over een separate geleidewals, waardoor ook hier beter schoonhouden van het filter en snel verwisselen van de bespanning mogelijk wordt. Zowel bij het Komline-filter als bij het Eimco-filter moet rekening gehouden worden met extra vervuiling van het filtraat ten gevolge van het schoonspelen van het filtermedium. Bij het Komline-filter loopt bij slechte filtratie het nuttig filteroppervlak terug, daar dan slechts de gleuven tussen de bovenste laag spiraalveren worden opgevuld met filterkoek. Er gaat dan „spaghettivorming” optreden.

Bij het zgn. „Preacoat-filter” wordt vóór het filtreren een hulplaaag aangebracht, waarvoor bijv. zaagsel, as of dergelijke gebruikt wordt. Na iedere omwenteling komt het schraapmes

automatisch iets dichtter bij de trommel. De hulplaaag is ± 3 cm dik en moet elke 5-10 uur vernieuwd worden.

Afb. 6 - Komline-filter.



3. Theorie van de vacuümfiltratie

Bij het filtreren worden de gesuspenderde vaste deeltjes door een poreuze filterlaag tegengehouden, terwijl de

vloeistof door de poriën gezogen resp. gedrukt wordt. Het onderscheid tussen filtreren en zeven bestaat hierin, dat bij filtratie de vaste deeltjes bruggen vormen boven de poriën. Er ontstaat zo een aaneengesloten, min of meer doorlatende laag, de zgn. filterkoek, die nu zelf als uiterst fijn filterend medium gaat fungeren. Door filtratie kunnen dan ook suspensies ontwaterd worden waarvan de deeltjes kleiner zijn dan de diameter van de poriën.

Wanneer men een hoeveelheid slib filtreert, bijv. over een büchnerfilter, zal aanvankelijk de filtratiesnelheid slechts bepaald worden door de weerstand van het filtermedium. Zodra echter de laag filterkoek zich gaat opbouwen, wordt in toenemende mate de eigen weerstand daarvan mede bepalend voor de hoeveelheid filtraat per tijdseenheid. Voor een dergelijke stroming door een filter met filterkoek kan de wet van Darcy als volgt worden geschreven.

$$\frac{dV}{d\Theta} = \frac{A \cdot P}{\eta (rL + R_m)} \quad (1)$$

waarin

- dV = filtraatvolume in de tijd $d\Theta$
- A = oppervlak filter
- P = filtratiedruk
- η = viscositeit van het filtraat
- r = specifieke weerstand van de filterkoek (dimensie 1-2)
- L = dikte filterkoek
- R_m = weerstand van het filtermedium per eenheid van oppervlak.

Voor de specifieke weerstand geldt de formule

$$r = K \frac{S_0^2 (1 - \varepsilon)^2}{g \varepsilon^3} \quad (2)$$

waarin

- S_0 = specifiek oppervlak van de deeltjes in de filterkoek (dimensie 1-1)
- ε = porositeit
- g = versnelling van de zwaartekracht
- K = dimensieloze constante.

Tussen koekdikte L en gevormd koekvolume z per volume-eenheid filtraat bestaat het volgende verband:

$$L = \frac{z \cdot V}{A} \quad (3)$$

Substitutie hiervan in de te integreren formule 1 levert de volgende filtratieformule op:

$$\frac{1}{2} r \cdot z \frac{A}{V} = \frac{P \cdot A \cdot \Theta}{\eta V} - R_m \quad (4)$$

Hieruit volgt dat er een lineair verband bestaat tussen

$$\frac{A \cdot \Theta}{V} \quad \text{en} \quad \frac{V}{A}$$

Grafisch uitgezet vertoont deze functie een rechte lijn, waarvan de hellingshoek een maat is voor de filtrabiliteit (zie afb. 7). Uit het snijpunt met de ordinaat kan de eigen weerstand van het filtermedium afgeleid worden. Bij de meeste technische slibfiltraties blijkt deze eigen weerstand R_m echter te verwaarlozen. Formule 4 is dan te vereenvoudigen tot:

$$\frac{V}{A} = \sqrt{2F \cdot \Theta} \quad (5)$$

waarin

$$F = \frac{2P}{r \cdot z \cdot \eta} \quad (6)$$

terwijl $\text{tg } \alpha = 2F$ (7)

Zowel bij de hierboven afgeleide formules als bij de filtratie op trommel-filters wordt er van uitgegaan dat de filtratiedruk P constant blijft.

Carman [1] voerde in de formule van Darcy in plaats van het koekvolume z per volume-eenheid filtraat het slibgehalte w in gewichtseenheden per volume-eenheid filtraat in.

$$\frac{dV}{d\Theta} = \frac{P \cdot A^2}{\eta (r \cdot w \cdot V + R_m \cdot A)} \quad (8)$$

Dahlstrom en Cornell [2] berekenen uitgaande van deze formule de opbrengst van roterende vacuumfilters als volgt. Wanneer de filterkoek comprimeerbaar is, varieert de specifieke weerstand van de filterkoek met de druk volgens de formule

$$r = r' \cdot P_s, \quad (9)$$

waarin s = compressibiliteitsexponent.

Voorts is de filtratietijd per omwenteling

$$\Theta_t = \frac{\Psi}{360} \cdot \Theta \quad (10)$$

waarin

- Ψ = indompeling van de filtertrommel, uitgedrukt in booggraden
- Θ = omwentelingstijd van het filter.

Integratie van formule 8 tussen

O en V_t
en O en Θ_t geeft in combinatie met de formules 9 en 10 achtereenvolgens

$$\frac{V_t}{A} = \left(\frac{2P(1-s) \cdot \Psi \cdot \Theta_t}{360 \eta \cdot r' \cdot w} - \frac{2R_m \cdot V_t}{r' \cdot P_s \cdot w \cdot A} \right)^{1/2} \quad (11)$$

en

$$L = \frac{w \cdot V_t}{\Theta \cdot A} = \frac{W}{\Theta} \left(\frac{2P(1-s) \cdot \Psi \cdot \Theta}{360 \eta \cdot r' \cdot w} - \frac{2R_m \cdot V_t}{r' \cdot P_s \cdot w \cdot A} \right)^{1/2} \quad (12)$$

waarin L = slibproductie in gewichtseenheden droge stof per eenheid van tijd en eenheid van oppervlak.

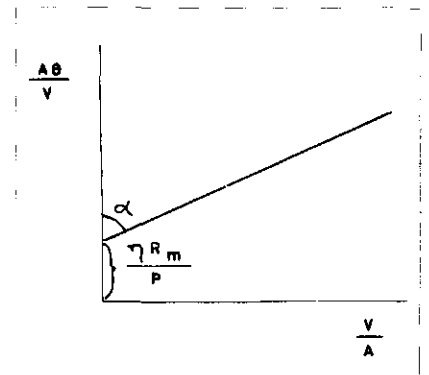
Bij verwaarlozing van de eigen weerstand van het filtermedium wordt deze formule

$$L = \left(\frac{2P(1-s) \cdot \Psi \cdot w}{360 \eta \cdot r' \cdot \Theta} \right)^{1/2} \quad (13)$$

Wanneer we tevens de compressibiliteit van de filterkoek mogen verwaarlozen, verkrijgen we tenslotte de filterformule:

$$L = \sqrt{\frac{\Psi \cdot w \cdot P}{180 \eta \cdot r \cdot \Theta}} \quad (14)$$

Uit de hierboven afgeleide formules valt te concluderen dat de opbrengst van een trommelfilter met gegeven



Afb. 7 - Grafische bepaling van filterfactor $F = \frac{1}{2} \text{tg } \alpha$ en eigen weerstand filtermedium R_m .

oppervlak A maximaal zal zijn wanneer aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

1. Concentratie van het te filtreren slib zo hoog mogelijk.
2. Filtratiedruk, i.c. vacuum zo groot mogelijk.
3. Indompeling van de filtertrommel zo groot mogelijk.
4. Omwentelingssnelheid zo groot mogelijk.
5. Specifieke weerstand r zo klein mogelijk.
6. Eigen weerstand van het filtermedium zo klein mogelijk.
7. Viscositeit η van het filtraat zo klein mogelijk.

Bij deze voorwaarden zijn de volgende opmerkingen te plaatsen:

ad 1: De maximum concentratie van het te filtreren slib wordt o.m. bepaald door de werking van de indikker en door de viscositeit (verpompbaarheid) van het slib.

ad 2: Wanneer de filterkoek comprimeerbaar is, zal vergroting van de filtratiedruk weinig of geen effect sorteren (zie afb. 8).

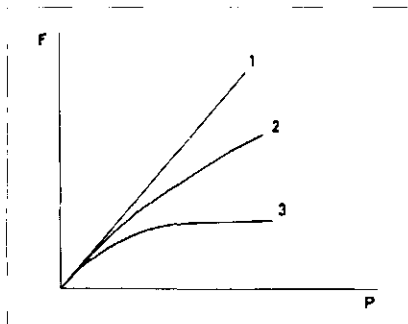
ad 3 en 4: Uiteraard moet men bij het opvoeren van indompeldiepte en omwentelingssnelheid van het filter rekening houden met de voor het wegzuigen van het water uit de filterkoek benodigde tijd.

ad 5: Op de mogelijkheden om de specifieke weerstand van de filterkoek te verminderen, komen we in het volgende nog nader terug.

ad 6: Voor de meeste in de praktijk toegepaste filters is de eigen weerstand R_m van het filtermedium te verwaarlozen.

ad 7: Bij hogere temperaturen verloopt de filtratie sneller.

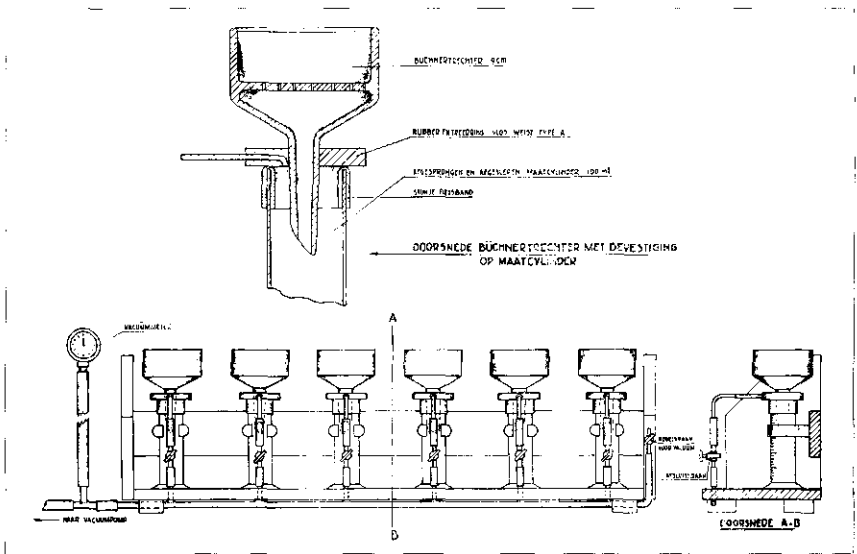
Met behulp van formule 14 kan men verschillende typen filters met elkaar vergelijken en bovendien, uitgaande van de resultaten van semitechnische proeven, de grootte van de voor een bepaald project noodzakelijke technische filters berekenen. Als voorbeeld worden hier enkele resultaten vermeld, die werden verkregen bij een vergelijkend onderzoek van een zeer groot coilfilter ($A = 53,5 \text{ m}^2$) en een



Afb. 8 - Drukafhankelijkheid filterfactor bij comprimeerbare filterkoek.

- 1 = niet comprimeerbaar.
- 2 = licht comprimeerbaar.
- 3 = sterk comprimeerbaar.

semitechnisch Eimco-filter ($A = 0,8 \text{ m}^2$). De uurproductie per m^2 filteroppervlak werd met behulp van formule 14 omgerekend op een slibgehalte $w = 7\%$; $\psi = 110^\circ$ en $\theta = 2$ minuten.



Afb. 9 - Toestel ter bepaling filtreerbaarheid van slib (Büchner-test).

(Wanneer de droge-stofgehalten van slib resp. filterkoek bij de verschillende experimenten niet te zeer variëren, kan men bij het hanteren van de formule zonder bezwaar de droge-stofconcentratie per volume-eenheid filtraat vervangen door de op de normale wijze bepaalde slibconcentratie.)

conditionering met	Eimco-filter kg/m ² · h	Komline-filter kg/m ² · h
FeSO ₄ en kalk	40,5 40,1 51,3 48,6	38,6 31,2 32,7 29,9
polyelectrolyt	35,9	42,5

streerd aan de hand van enige proefnemingen waarbij indompeldiepte en/of draaisnelheid werden gevarieerd:

Vastgestelde opbrengst:	Herleid tot respectievelijk:
60,2 en 81,6 kg/m ² · h	48,8 en 53,8 kg/m ² · h
34,6 en 58,9	50,4 en 46,8
46,5 ; 32,9 en 31,2	36,7 ; 35,6 en 35,5

4. Laboratorium-testmethoden

4.1 Büchnerfiltertest (zie afb. 9)

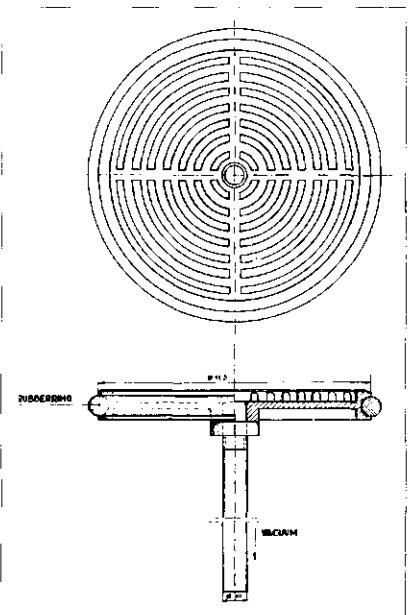
Deze methode is vooral geschikt voor het simultane onderzoek van verschillende conditioneringsmiddelen. De correlatie met de op technische of

De twee in afmeting en uitvoering zeer verschillende filters blijken na omrekening resultaten op te leveren die in de zelfde orde van grootte liggen, en dus voornamelijk door de eigenschappen van het te filtreren slib worden bepaald. Zo werden voor twee verschillende slibsoorten op het Eimco-proeffilter de volgende herleide slibopbrengsten verkregen.

slib van Rijen (veel leerlooierijen)	slib van Eindhoven (veel papiervezels)
16,7 kg/m ² · h	40,5 kg/m ² · h
14,4	40,1
11,1	48,8
18,2	53,8
17,4	51,3
23,5	48,6
24,1	35,9

De herleiding tot standaardomstandigheden kan ook nog worden gedemon-

Afb. 10 - Bepaling filtreerbaarheid van slib met vacuum-filtreeschijf.



semitechnische vacuumfilters verkregen resultaten is echter vaak slecht. Bij de büchnerfiltertest wordt 100 ml slib gefiltreerd over filtreerpapier met een onderdruk van 15 cm kwikkolom. Daar de doorstromingsnelheid vrij groot is, wordt volstaan met de bepaling van de doorstroomtijd van 60 ml filtraat.

4.2 Handfilterplaat (zie afb. 10 en 11)

Deze methode benadert beter de condities tijdens de technische vacuumfiltratie, al is nog geen volledige correlatie bereikt. Daar de ontwikkeling van de testmethode nog niet is afgesloten, wordt hier afgezien van het geven van een volledig voorschrift. De met doek bespannen filterplaat (oppervlak 100 cm²) wordt ondergedompeld in een bekerglas met geconditioneerd slib en met de hand in langzame beweging gehouden. Het afgezogen filtraat wordt verzameld in een gecalibreerde cylinder van 2 liter inhoud. Na de filtratie gedurende 3 minuten wordt 9 minuten lang drooggezogen. Bepaald worden de hoeveelheid filtraat, de dikte van de filterkoek en het droge-stofgehalte.

5. Slibconditionering

Het verbeteren van de slibfiltreerbaarheid (d.w.z. verlaging van de specifieke weerstand) kan o.m. geschieden door

1. Elutriëren of uitwassen.
2. Toevoegen van coagulatiemiddelen.

Elutriëren heeft vooral zin voor uitgegist slib. De gasbellen kunnen door de toegepaste verdunning gemakkelijk opstijgen, waardoor de indikking beter verloopt. Bovendien wordt het fijne en colloïdale materiaal uitgewassen, waardoor een dikker en beter filtreerbaar slib wordt verkregen. Tenslotte worden door deze werkwijze de voor de verdere conditioning benodigde chemicaliënhoeveelheden gereduceerd. De benodigde hoeveelheden waswater variëren van 300 - 1200%, vergeleken met de te behandelen slibhoeveelheid. De grote hoeveelheden sterk vervuild waswater, die periodiek naar de biologische zuivering worden teruggevoerd, maken deze werkwijze weinig aantrekkelijk.

De voor slibconditionering toegepaste coagulatiemiddelen zijn te onderscheiden in

1. Anorganische electrolyten;
2. Organische polyelectrolyten.

Voor een theoretische beschouwing over het fenomeen van de coagulatie, waarbij de zgn. zeta-potentiaal een

voornaam rol speelt, zij verwezen naar de literatuur [3]. Het is echter tot op heden onmogelijk gebleken de invloed van de verschillende conditioneringsmiddelen te voorspellen, laat staan kwantitatief te benaderen. Bovendien kan het slib van een bepaalde installatie aan sterke kwalitatieve fluctuaties onderworpen zijn. Het ontwikkelen van een laboratoriumtestmethode, die redelijk met de technische filtratie correleerbare resultaten oplevert, moet dan ook zeer belangrijk geacht worden.

Als anorganische conditioneringsmiddelen worden o.a. gebruikt Ca(OH)₂; FeSO₄; FeCl₃ en aluminiumzouten. De organische polyelectrolyten kunnen zowel anionactief als kationactief zijn en bestaan doorgaans uit polymeren van acrylzuur of acrylamide. Combinatie van een of meer anorganische en/of organische conditioneringsmiddelen kan gunstig werken. Een en ander maakt de keuze van de optimale dosering niet eenvoudiger. De volgende opmerkingen kunnen in dit verband nog gemaakt worden.

1. Het komt dikwijls voor dat een aanvankelijk gunstige werking bij hogere concentraties van het zelfde conditioneringsmiddel weer afneemt. In andere gevallen sorteren hogere concentraties een min of meer evenredig toenemend effect.
2. Van groot belang is de volgorde van toevoeging bij het toepassen

van combinaties. Door verwisseling van de volgorde kan men soms een veelvoud van de oorspronkelijke opbrengst verkrijgen.

3. Uit bovenvermelde punten volgt dat niet alleen economische overwegingen (de prijs van de polyelectrolyten ligt in de orde van grootte van f 10,— à f 20,— per kg) pleiten voor een zo nauwgezet mogelijke keuze van de chemicaliëndosering.

4. Mechanische agitatie van het geconditioneerde slib kan, vooral bij toepassing van polyelectrolyten, een aanvankelijke verbetering van de slibstructuur ongunstig beïnvloeden.

5. Tengevolge van de bereikte coagulatie hebben de slibdeeltjes grovere conglomeraten gevormd, waardoor de slibkoek een grotere permeabiliteit en kleinere specifieke weerstand verkrijgt. Tevens is daardoor echter de comprimeerbaarheid vergroot. De drukafhankelijkheid van de filterfactor F is aangegeven in afb. 12. Hieruit is af te leiden dat bij hogere filtratiedrukken de winst in filtratiesnelheid relatief terugloopt [4].

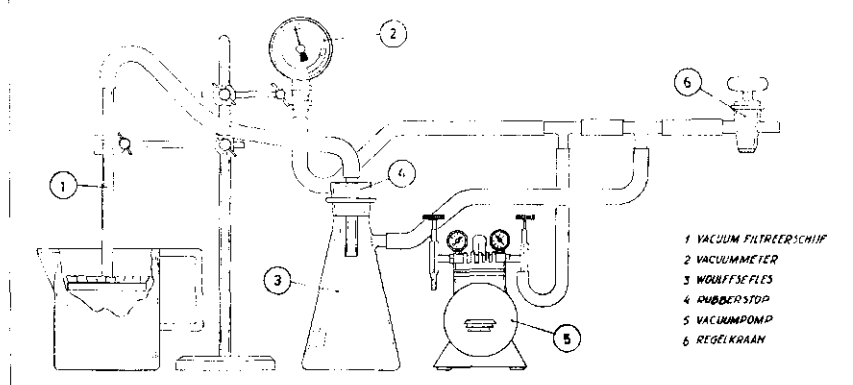
Ter illustratie volgen hieronder enige resultaten die op het semitechnische Eimco-filter met twee verschillende slibsoorten werden verkregen. Bij het slecht filtreerbare Rijense slib blijken de herleide opbrengsten duidelijk te geflatteerd ten opzichte van de in feite bereikbare.

Slib van Eindhoven

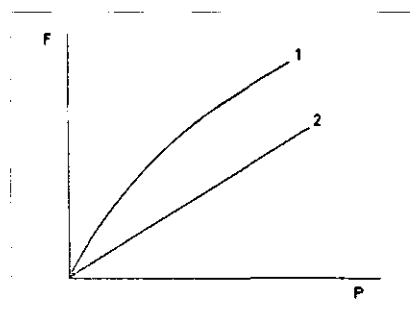
Conditioneringsmiddelen in volgorde van toevoeging (g/m ³)	herleide opbrengst kg/m ² . h	werkelijke opbrengst kg/m ² . h	% droge stof in slib	% droge stof in filterkoek
Praestol (20)	35,5—36,7	31,2—46,5	5,8—7,5	21,8—19,5
Purifloc A22 (40) + Purifloc C31 (20)	38	42,8	6,9	21,3
Ca(OH) ₂ (2000) + Praestol (20)	39	44,0	7,0	23,4
Purifloc C31 (50)	50	53,4	4,5	21,4
Praestol (20) + Ca(OH) ₂ (4000)	62	42,5	5,9	26,2

Slib van Rijen

Conditioneringsmiddelen in volgorde van toevoeging (g/m ³)	herleide opbrengst kg/m ² . h	werkelijke opbrengst kg/m ² . h	% droge stof in slib	% droge stof in filterkoek
Reten A 210 (50) + Fe(SO ₄) (4000)	11,1	9,2	6,4	12,1
Fe SO ₄ (4000) + Praestol (20)	12,9	8,3	3,9	20,2
Reten A 210 (50) + Wisprofloc A (50)	14,4	7,1	2,3	7,4
FeSO ₄ (8000) + Ca(OH) ₂ (8000)	15,5	10,4	4,2	23,5
Reten A 210 (20) + FeSO ₄ (1000)	16,7	7,0	4,0	20,8
Reten A 210 (20) + FeSO ₄ (4000) + Ca(OH) ₂ (4000)	17,4	6,7	3,4	21,3
FeSO ₄ (4000) + Ca(OH) ₂ (10.000)	18,2	19,0	7,1	24,1
Reten A 210 (20) + FeSO ₄ (2000) + Ca(OH) ₂ (2000)	23,8	14,5	3,9	19,1



Afb. 11 - Opstelling ter bepaling van filtreerbaarheid van slib (methode met vacuümfilterschijf).



Afb. 12 - Drukafhankelijkheid filterfactor.
1 = geconditioneerd slib.
2 = niet geconditioneerd slib.

is 10 à 15 mm doch de filtersnelheid is teruggelopen van 180 m/h tot 130 m/h afgewikkelde lengte. Per 1000 kg droge slibstoffen worden thans circa 9 kg $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ en circa 60 kg carbidekalk toegevoegd.

In verband met de tot 25.000 m³ gestegen jaarproductie zijn echter de kosten per m³ steekvast slib nauwelijks opgelopen, zoals uit onderstaande specificatie blijkt. In deze berekening is thans het werkelijk geïnvesteerde bedrag voor het filterstation met twee vacuümfilters ingevoerd.

6. Praktijkervaringen en kostprijsberekening

Voor een beschouwing over de praktijkervaringen met de vacuümfiltratie van het verse slib van de zuiveringsinstallatie Eindhoven zij verwezen naar een vorige publicatie [5].

Sindsdien is de filtrabiliteit ten gevolge van de toevoer van grotere hoeveelheden surplusslib van de biologische zuivering nog wat verder teruggelopen. De toevoer naar de twee filters (oppervlak elk 53,5 m²) bedraagt thans ca. 23,5 m³/h met een vastestofgehalte van 8% en een productie aan steekvaste filterkoek van circa 6¼ m³/h. De gemiddelde koekdikte

Rente en afschrijving over f 1,4 miljoen	f	88.000
Loon circa	f	65.000
Electriciteit (650 kWh/etm.)	f	15.000
Water (270 m ³ /etm.)	f	20.000
Chemicaliën	f	30.000
Verwarming	f	1.000
Smeerolie, reparaties etc.	f	2.000
Tractie (Unimog met 2 aanh.)	f	12.500
Totaal	f	234.500

Kosten per m³ slib (25.000 m³/jaar): f 9,35
(Voorheen f 9,23)

Deze kosten per m³ steekvast slib hebben betrekking op de vacuümfiltratie van het aangevoerde slibmengsel, inclusief het transport naar stortplaats of composteringsinrichting.

Literatuurverwijzingen

1. Carman, P. C., Trans. Inst. Chem. Engrs. (London) 16 (1938), 168.
2. Dahlstrom, D. A. and C. F. Cornell, *Improved Sludge Conditioning and Vacuum Filtration*. In Mc. Cabe and Eckenfelder, *Biological Treatment of Sewage and Industrial Wastes Vol. II*, New York 1958.
3. Riddick, Th. M., *Zeta Potential and Its Application to Difficult Waters*, Journ. Am. Water Works Ass., Aug. 1961, 1007.
4. Rietema, K., *Theoretische beschouwingen over de slibfiltratie*, Water 47 (1963) (1) 1-3.
5. Peters, H., *Filtratie van vers slib van de rioolwaterzuiveringsinstallatie Eindhoven*, Water 50 (1966) (4) 55-57.

Overige aanbevolen literatuur

6. Coackley, P., *Principles of Vacuum Filtration and Their Application to Sludge-drying Problems*. In P. C. G. Isaac, *Waste Treatment*, Oxford 1960.
7. Vater, W., *Verfahren und Geräte für die Entwässerung von Klärschlämme*. In Klärschlamm und Müll, Vortragsveröffentlichungen Haus der Technik Essen, Heft 46 (1965).