

De MFT-methode als kenmerk voor de ontwaterbaarheid van slib

1. Inleiding

Bij de verwerking van slib, afkomstig van rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's) wordt meer en meer onderkend, dat het vastleggen van de eigenschappen van het slib in de diverse stadia van de slibverwerking bijzonder belangrijk is. Immers, regelmatige metingen van relevante slibeigenschappen, ontwateringskenmerken en dergelijke, zijn noodzakelijk om te komen tot een economisch en technologisch meer optimaal gebruik van de beschikbare conditioneringsmethoden en ontwateringsapparatuur.



IR. B. A. HEIDE

Instituut voor Milieuhygiëne en
Gezondheidstechniek TNO
Delft



ING. R. KAMPF

Instituut voor Milieuhygiëne en
Gezondheidstechniek TNO
Delft

Een vrij omvangrijk onderzoek naar relaties tussen ontwateringskenmerken (specifieke weerstand, CST, afzuigtijd) onderling en het verband tussen ontwateringskenmerken en prestaties van apparatuur (filterpers, centrifuge) is samengevat in [1].

In deze mededeling wordt een, door de auteurs voorgestelde, Modificatie van de (vacuüm) Filtratie-Test besproken. De MFT-methode levert niet alleen een maat voor de snelheid van ontwateren, maar geeft ook een indruk van het bereikbare droge stofgehalte. De MFT-methode is als kenmerk voor de ontwaterbaarheid van slib thans bij het IG-TNO in gebruik. Gezien de eenvoud van de bepaling is het voor de lezer wellicht interessant om nu reeds kennis te nemen van de eerste resultaten.

2. Ontwaterbaarheid van slib

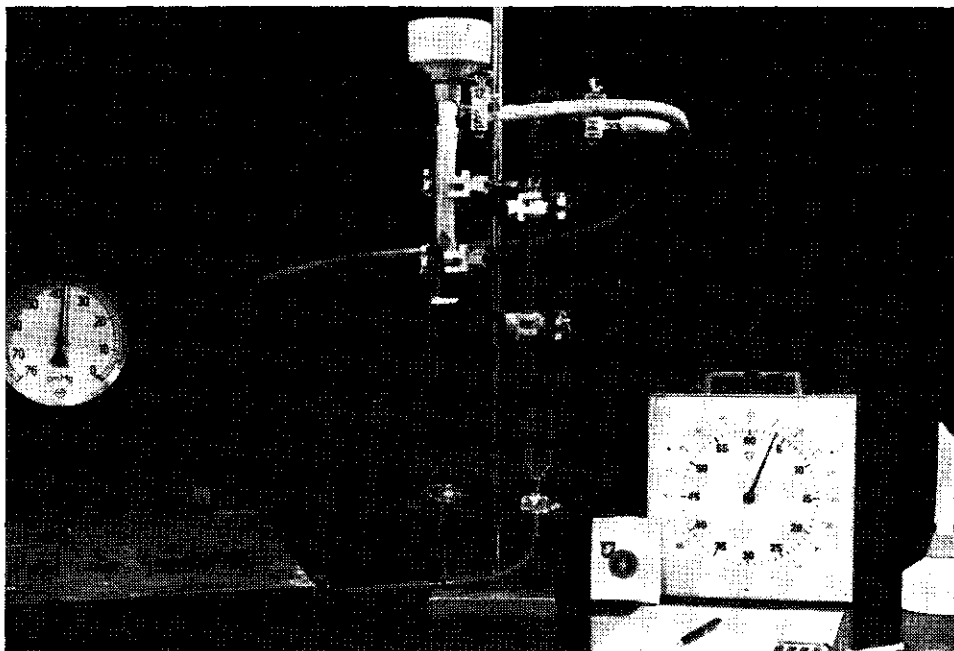
Het begrip 'ontwaterbaarheid', zoals het in de afvalwaterwereld wordt gehanteerd, wekt vaak een zekere verwarring. Soms wordt de snelheid van het ontwateringsproces bedoeld of het eindresultaat uitgedrukt in droge stofgehalte (koek van filtratieprocessen). Beide aspecten van het ontwateren van slib zijn in enkele gevallen, maar meestal niet, gekoppeld. Zo neemt na thermische conditionering de snelheid van ontwatering sterk toe, evenals het eind droge stofgehalte bij de daaropvolgende mechanische ontwatering. Conditionering met organische chemicaliën, polyelektrolyten of flocculanten, daarentegen, resul-

teert wel in een sterke toename van de ontwateringssnelheid maar leidt niet zo zeer tot hoge droge stofgehalten bij centrifugeren of ontwateren met zeefbandpersen. Bij centrifugeren is de voornaamste functie van het polyelektrolyet een goede afscheiding tussen de vaste en vloeibare fase te weeg te brengen. De samenstelling van het uitgangsslib (bijv. droge stof- en asgehalte), het type en de uitvoering van ontwateringsmachine (bijv. zeefbandpers) en de bedrijfsvoering dragen alle, naast de conditionering, bij tot het totale resultaat 'de ontwaterbaarheid van slib'.

MFT-methode. Büchnertrechter met plastic folie.



De meetopstelling.



3. De MFT-methode als ontwaterbaarheids-test

De MFT-methode komt voort uit de behoefte om zowel de snelheid van ontwateren als het eind droge stofgehalte van met name geconditioneerd slib door middel van een eenvoudige test vast te leggen. De bepaling moet eenvoudig zijn, zowel in opzet als in uitvoering en moet gebruikt kunnen worden om het slib te karakteriseren of om een indruk te kunnen krijgen over het effect van de conditioneringwijze (type, hoeveelheid chemicaliën).

In eerste instantie zal hier worden aangegeven hoe de laboratoriumtest, zoals hierna wordt beschreven, aansluit bij bestaande slibontwateringsapparatuur die werken volgens het principe van filtratie bij geringe drukverschillen, dat wil zeggen zeefbandpersen e.d.

3.1. Principe

Een vacuümfiltratie wordt uitgevoerd met een Büchnertrechter bij een bepaalde druk gedurende een vastgestelde tijd. Hierbij moet vermeden worden, dat de filterkoek scheurt of dat lucht aangezogen wordt via de rand van de koek. Dit kan worden gerealiseerd op de volgende eenvoudige wijze.

Nadat de filtratie is begonnen wordt een plastic folie losjes en ruim over de Büchnertrechter gelegd. Hierop wordt een waterlaagje (± 2 cm diep) aangebracht, waardoor een goede aansluiting ontstaat van het plastic met de bovenzijde van het slib en de binnenkant van de Büchnertrechter. Het plastic wordt daarna aan de buitenkant van de Büchnertrechter vastgedrukt door

middel van een rubbering (zie foto's). Na afloop van de filtratie wordt het plastic folie met het water verwijderd.

Snelheid van ontwateren

Als maat voor de snelheid van ontwateren wordt de afzuigtijd genomen. Dit is de tijd waarin 75 ml filtraat wordt verkregen, uitgaande van 125 ml slib suspensie bij filtratie over een filter met een diameter van 7 cm bij een onderdruk van 0,5 bar.

Indien het filtraatvolume als functie van de tijd wordt gemeten kan hieruit de specifieke weerstand bij de ingestelde druk worden berekend.

Eerder is vastgesteld, dat de afzuigtijd goed correleert met de specifieke weerstand en de CST [1].

Eind droge stofgehalte

Het droge stofgehalte van de filterkoek wordt op de gebruikelijke wijze (droging bij 103 °C) bepaald.

Opmerking

In oudere literatuur over slibverwerking wordt de 'cracking time' vermeld; de tijd waarin de koek scheurt bij vacuümfiltratie. Deze bepaling wordt niet meer toegepast, omdat de nauwkeurigheid en de toepasbaarheid te wensen overlaat. De afzuigtijd is in dit opzicht veel bruikbaar, terwijl bij voortzetting van de filtratie volgens de hier geschetste procedure tevens de persfase en het eind droge stofgehalte onder controleerbare condities kan worden onderzocht.

3.2. Instelbare variabelen

Zowel de snelheid van ontwateren als het eind droge stofgehalte worden beïnvloed door de aangelegde onderdruk en het begin droge stofgehalte. Het eind droge stofgehalte is afhankelijk van de tijdsduur van de test.

De invloed van de instelbare variabelen op de uitkomsten van de MFT-test wordt weergegeven door resultaten van metingen met het slib van de rwzi Bergschenhoek (oxydatiesloot 5000 i.e.) en met het slib van de continue oxydatie-denitrificatie zuiveringsinrichting (ODN) van het IG-TNO (500 i.e.), waarin thans simultane defosfatering met FeSO_4 plaatsvindt.

Filtratiedruk en tijdsduur

In tabel I zijn de metingen vermeld, die uitgevoerd zijn met een constant begin droge stofgehalte (2 %) en waarbij de filtratiedruk en de tijdsduur van de proef zijn gevarieerd.

In afb. 1 zijn de droge stofgehalten volgens de MFT-metingen uitgezet tegen de filtratietijd met de filtratiedruk als parameter.

Het blijkt dat het droge stofgehalte van de filterkoek in de eerste fase van de filtratieproef vrijwel onafhankelijk is van de aan-

TABEL I - Invloed van filtratiedruk en tijdsduur op de snelheid van ontwateren en het eind droge stofgehalte bij de MFT-methode*.

	Filtratiedruk (bar)		
	0,2	0,5	0,8
<i>Snelheid van ontwateren</i>			
afzuigtijd (s)	44	50	51
75 ml filtraat uit 125 ml slib-suspensie over 7 cm filter bij filtratiedruk			
<i>Eind droge stofgehalte</i>			
% droge stof na			
2 min	11,6	12,6	11,9
5 min	15,0	16,0	16,3
10 min	16,6	18,4	19,9
30 min	19,8	22,3	24,6
60 min	21,0	25,6	27,1

* Slib van de rwzi Bergschenhoek 2 % droge stof, 4 g/kg d.s. Praestol 444 K.

gelegde filtratiedruk. Dit is in overeenstemming met de eveneens bepaalde specifieke weerstanden, waaruit een compressibiliteit van ca. 1 volgt; de toename van de specifieke weerstand voor filtratie verloopt dan evenredig met de toename in druk.

Dit betekent dat voor het bereiken van een gelijk filtraatvolume dezelfde filtratietijd benodigd is, hetgeen in overeenstemming is met de in tabel I weergegeven afzuigtijden. In de tweede fase van de filtratieproef, 'persfase', is wel sprake van een duidelijke invloed van de druk op het droge stofgehalte van de filterkoek. Het onderscheid tussen de 'filtratiefase' en 'persfase' bij de ontwatering van slib verdient nadere studie. Overigens blijkt daarnaast dat met de MFT-methode droge stofgehalten kunnen worden bereikt die overeenkomen met de praktische waarden van de diverse typen zeefbandpersen, te weten 10 - 30 % d.s. Het is nu mogelijk om de prestaties van een zeefbandpers (droge stofgehalte) bij bepaalde machinecondities (zoals capaciteit, bandsnelheid, druk) te correleren met de

hier besproken laboratoriumtest. Veranderingen in slib-eigenschappen bijv. als gevolg van veranderingen in hoeveelheid en type polyelektroliet of slibben van andere rwzi's kunnen nu eerst met de MFT-methode worden onderzocht. Op basis van de gevonden resultaten is het dan wellicht mogelijk om voorspellingen te doen ten aanzien van de werking van de zeefbandpers bij andere slibeigenschappen of slibtypen.

Begin droge stofgehalte

Bij het bepalen van ontwateringparameters is altijd de bepaling van het droge stofgehalte van de slib suspensie vereist, omdat nagenoeg alle parameters hierdoor worden beïnvloed. Om de gevoeligheid van de MFT-methode voor het begin droge stofgehalte, zowel ten aanzien van de snelheid van ontwateren als het eind droge stofgehalte te illustreren, is tabel II opgenomen. Thans is uitgegaan van ODN-slib. Bij elke meting heeft een afzonderlijke conditionering met Praestol 444 K ter grootte van 4 g/kg d.s. plaatsgevonden.

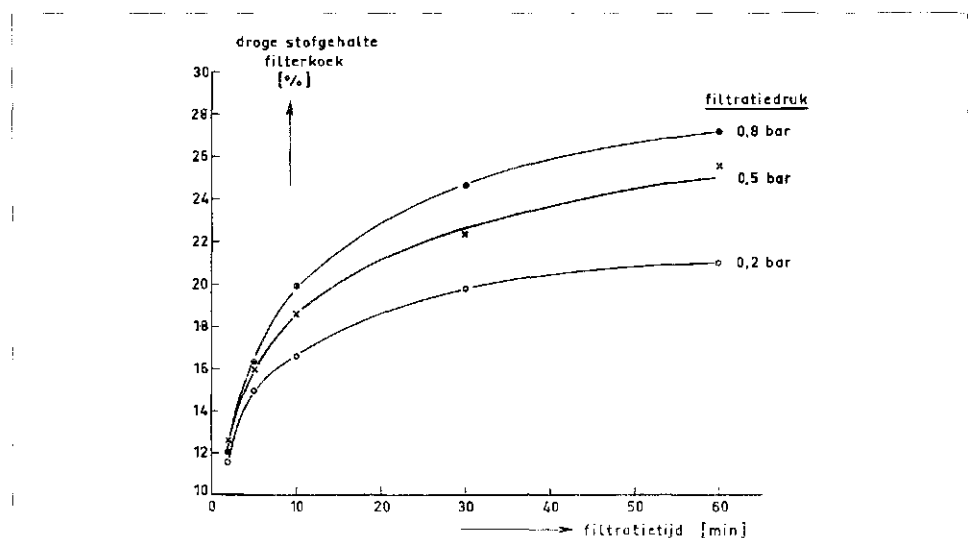
Het blijkt uit de metingen dat wanneer de MFT-methode gebruikt wordt om de ontwaterbaarheid van het slib te karakteriseren het droge stofgehalte eveneens dient te worden vastgelegd. Eerder is voorgesteld om hiervoor 15 g/l te nemen [1]. Dit droge stof-

TABEL II - Invloed van begin droge stofgehalte op de snelheid van ontwateren en het eind droge stofgehalte bij de MFT-methode ($p = 0,5$ bar; tijd = 10 min)*.

	Begin droge stofgehalte na conditionering (g/l)			
	8	15	24	28
<i>Snelheid van ontwateren</i>				
afzuigtijd (s)	18	39	130	168
<i>Eind droge stofgehalte</i>				
(%)	29,7	22,7	18,8	17,1

* Slib van ODN-installatie van IG-TNO - 4 g/kg d.s. Praestol 444 K.

Afb. 1 - Slib van rwzi Bergschenhoek (2 % d.s. — 4 g Praestol 444 k/kg d.s.).



gehalte kan zelfs bij slecht functionerende indikkers worden bereikt. Verdunning tot genoemde waarde dient te geschieden met filtraat of overloopwater van de indikker. Indien niet in de eerste plaats karakterisering van het slib vereist is, moet toch gewerkt worden met gelijke droge stofgehalten indien vergelijkende experimenten worden uitgevoerd. In alle gevallen is het, evenals bij de andere ontwateringsparameters zoals de CST, noodzakelijk het droge stofgehalte van de slibspensie te bepalen.

3.3. *Standaardcondities*

Voor de bepaling van de specifieke weerstand, afzuigtijd, CST en compressibiliteit zijn een aantal concept NEN-normen in voorbereiding. Indien de MFT-methode wordt gebruikt om de ontwaterbaarheid van het slib te karakteriseren dient in aansluiting met het voornoemde de afzuigtijd bij 0,5 bar onderdruk te worden bepaald, terwijl het begin droge stofgehalte bij voorkeur 15 g/l bedraagt.

Als tijdsduur wordt voorlopig 10 minuten als standaardtijd aangehouden. Een indruk van de reproduceerbaarheid van de MFT-methode als ontwaterbaarheids-test kan worden verkregen uit tabel III, waarin de resultaten van een 9-tal metingen met ODN-slib (3 % d.s.), bij 0,5 bar onderdruk en 10 min. filtratietijd zijn vermeld.

TABEL III - *Reproduceerbaarheid van de MFT-methode (0,5 bar onderdruk, 10 min)*.*

9 metingen	rekenkundig			
	gemiddelde	laagste waarde	hoogste waarde	standaard afwijking
<i>Snelheid van ontwateren afzuigtijd (s)</i>	36	35	40	2,5
<i>Eind droge stofgehalte (%)</i>	20,0	19,0	21,3	0,9

* Slib van ODN-installatie van IG-TNO conditionering 4 g Praestol 444 K g/kg d.s.

Uit de resultaten blijkt een vrij goede nauwkeurigheid van zowel de afzuigtijd als het eind droge stofgehalte.

4. *Toepassingen van de MFT-methode*

In dit hoofdstuk wordt een voorbeeld gegeven van de toepassing van de MFT-methode gericht op de reactie van slib op dosering van polyelektroliet. Het is bekend, dat de *snelheid van ontwateren* toeneemt bij verhoging van het polyelektrolietgehalte. Bij hoge dosering kan evenwel weer een negatief effect worden waargenomen. Het is interessant om na te gaan hoe het *eind droge stofgehalte* wordt beïnvloed door de polyelektrolietdosering. Hoe moet de optimale dosering worden gekozen, op basis van de snelheid van ontwateren of op basis van het eind droge stofgehalte? Hoe zou het slib reageren op een ander type

polyelektroliet voor wat betreft de snelheid van ontwateren of het eind droge stofgehalte? Deze en andere vragen kunnen in principe met de MFT-methode worden bestudeerd.

De invloed van polyelektrolietdosering op de snelheid van ontwateren en het eind droge stofgehalte.

De werking van polyelektrolieten bij de conditionering van slib is in sterke mate afhankelijk van de wijze waarop de polyelektrolieten zijn verdeeld over het oppervlak van de slibvlokken. Het is dan ook noodzakelijk om de conditionering in gestandaardiseerde apparatuur en volgens een vastgelegde procedure uit te voeren. Dit geldt zeker indien karakterisering van het slib wordt beoogd. Bij dit onderzoek is de conditionering onderzocht volgens de in [2] beschreven methode voor onderzoek naar de conditionering van afvalwaterslib. Na toevoeging van 20 ml polyelektrolietoplossing aan 100 ml slib in een 250 ml bekersglas wordt 10 s geroerd met een standaardroerder bij 1000 omw.min. Hierna wordt de invloed van mechanische afschuifkrachten op de slibvlok alsmede op de verdeling van het gedoseerde polyelektroliet over de slibvlok getest met behulp van de geroerde CST [2]. Bij de metingen van de invloed van de polyelektrolietdosering op de MFT-methode is het slib steeds op de hierboven beschreven methode geconditioneerd, waarna 40 s met de standaardroerder geroerd is. De meetresultaten met het ODN-slib zijn opgenomen in tabel IV en zijn weergegeven in afb. 2. Uit de resultaten blijkt dat bij toename van de dosering aan polyelektroliet de filtratiesnelheid van het slib sterk toeneemt. Boven een dosering van 5 g/kg d.s. is de toename echter, relatief gezien, gering. Het aardige van de MFT-methode is dat op eenvoudige wijze een indruk verkregen wordt van het effect van de polyelektrolietdosering op het

TABEL IV - *De invloed van polyelektrolietdosering op de snelheid ontwateren en het eind droge stofgehalte bij de MFT-methode (p = 0,5 bar, tijd = 10 min)*.*

Snelheid van ontwateren afzuigtijd (s)	Dosering Praestol 444 K (g/kg droge stof)			
	0	2,5	5	7,5
zeer lang		225	97	72
<i>Eind droge stofgehalte (%)</i>	4,8	13,5	19,2	20,0

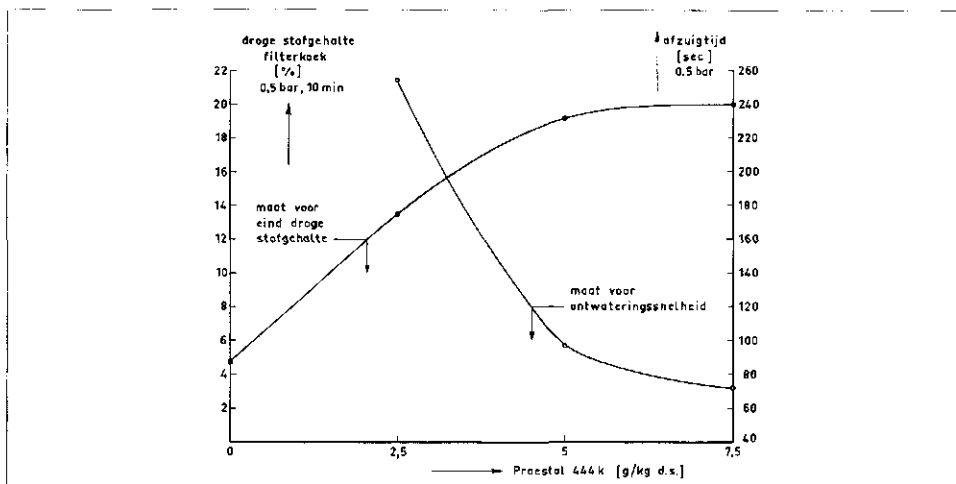
* ODN slib, begin droge stofgehalte ca. 30 g/l, na conditionering ca. 24 g/l.

eind droge stofgehalte. Bij metingen van andere ontwateringsparameters, zoals de CST of de specifieke weerstand, is dit niet het geval. Uit de tabel IV en afb. 2 kan worden ontleend dat de toename in droge stofgehalte van de filterkoek boven de polyelektrolietdosering van 5 g/kg d.s. gering is. Dit voorbeeld betreft de koppeling van de MFT-methode met de praktijk van het ontwateren van slib met zeefbandpersen. De voortzetting van het onderzoek zal in deze richting plaatsvinden. Het is wellicht mogelijk om de MFT-methode te gebruiken als oriëntatietest om de bruikbaarheid van een bepaald type zeefbandpers voor diverse slibsorten na te gaan. Immers uit afb. 1 blijkt, dat door middel van de keuze van filtratiedruk en tijdsduur over een groot gebied (overeenkomend met de praktijk) een eind droge stofgehalte kan worden bereikt.

Samenvatting

Bij de ontwatering van slib zijn zowel het eind droge stofgehalte als de snelheid van ontwatering van belang. De tot nu toe beschikbare ontwateringsparameters zoals specifieke weerstand, CST, afzuigtijd en andere geven voornamelijk inzicht in de snelheid van ontwatering. Uitgaande van de behoefte om ook een inzicht te krijgen in het eind droge stofgehalte, ondermeer bij

Afb. 2 - *Slib van ODN-installatie van IG-TNO: Toepassing van MFT-methode.*



Mededelingen

het karakteriseren van slib, is een Modificatie van de Filtratie Test (de MFT-methode) voortgekomen. Bij deze eenvoudige methode wordt een Büchnertrichter gebruikt van 7 cm diameter, waarin 125 ml slib suspensie wordt gebracht. Op het sliboppervlak wordt een plastic folie aangebracht, zodat geen toetreding van lucht bij de daaropvolgende vacuümfiltratie kan optreden.

De vacuümfiltratie levert als maat voor de ontwateringssnelheid de afzuigtijd op; de tijd waarin 75 ml filtraat is verkregen bij 0,5 bar. Eerder is vastgesteld dat de afzuigtijd goed correleert met de specifieke weerstand en de CST [1]. Bij voortzetting van de proef gaat de filtratie over in persing. Het droge stofgehalte in de filterkoek is afhankelijk van de persdruktijd en druk. De MFT-methode kan gebruikt worden om de ontwaterbaarheid op een eenvoudige wijze vast te leggen. Eveneens kan aansluiting worden verkregen bij ontwateringsapparatuur zoals zeefbandpersen. Veranderingen in slibeigenschappen bijv. als gevolg van veranderingen in hoeveelheid en type poly-elektrolyet of slibben van andere rwti's kunnen eerst met behulp van deze laboratoriumtest worden onderzocht. Op basis van de gevonden resultaten is het dan mogelijk om voorspellingen te doen ten aanzien van zowel de ontwateringssnelheid als het eind droge stofgehalte. Het inleidende onderzoek met een tweetal slibtypen levert goede resultaten op.

Literatuur

1. Heide, B. A., Kampf, R. en Bloot, F., 1977. *Eigenschappen en verwerking van oxydatieslib met en zonder simultane defosfatering met kalk*. H₂O 10 (1977) 19, p. 448 - 456.

2. *European Cooperation and Coordination in the field of scientific and technical research*. Cost project 68 EU/CO/48/75. Sewage sludge processing (final report November 1975).



Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen KIWA NV

Slibverwerking met behulp van filterpersen

De verwerking van het slib dat bij de drinkwaterbereiding vrijkomt kan beschouwd worden als een noodzakelijk nevenproces bij de waterzuivering. De slibverwerking kan niet los worden gezien van de drinkwaterbereiding aangezien de hierbij toegepaste zuiveringstechnieken mede bepalen welke kwaliteit slib wordt geproduceerd en in welke

hoeveelheid. Met het oog op de kosten van slibverwerking is het derhalve zinvol bij het onderzoek naar het toe te passen zuiveringssysteem aandacht te schenken aan de mogelijkheden om de slibproductie te beperken. In het algemeen levert de verwerking van het slib dat bij het coagulatieproces ontstaat de meeste problemen op. De verwerking hiervan komt neer op het ontwateren en storten van het residu. Eén van de mogelijkheden om het slib kunstmatig te ontwateren is filterpersen. Helaas is het inzicht in het ontwateringsproces nog te gering om op grond van de theorie een filterpers te kunnen dimensioneren. Uit de theorie zijn echter wel de parameters specifieke filtratieweerstand en samendrukbaarheid afgeleid, die veel worden gebruikt om slib te karakteriseren. Deze parameters zijn vooral van belang om een eerste indruk van de ontwaterbaarheid van het slib te verkrijgen en kunnen met behulp van betrekkelijk eenvoudige apparatuur worden bepaald.

De ontwatering in een filterpers is een ladingsgewijs proces. Van tijd tot tijd wordt de filterpers geopend om de koek te kunnen verwijderen, zodat dan geen ontwatering mogelijk is. De hierbij te verrichten handelingen kunnen volledig worden geautomatiseerd. Een slibverwerkingsproces omvat overigens veel meer dan de filterpers alleen. Meestal wordt het slib eerst in een indiker behandeld, vaak moet het worden geconditioneerd en moet de koek naar de stortplaats worden afgevoerd. De dimensionering van een filterpers heeft voornamelijk betrekking op het bepalen van de breedte van de ontwateringsruimtes en het filtratieoppervlak. Een aantal procesparameters spelen bij de dimensionering een belangrijke rol. Van belang zijn hierbij vooral het aanvangsdroge-stofgehalte van het slib, de conditionering en de persdrukt. Vanwege de beperkte mogelijkheden van de theorie zal onderzoek ter plaatse met een klein model filterpers een belangrijk element vormen bij dimensionering van filterpersen. Elders opgedane bedrijfservaring kan hierbij van veel waarde zijn. Op grond van deze op betrekkelijk ruime schaal aanwezige ervaring mag worden verwacht dat de breedte van de ontwateringsruimtes meestal beperkt zal blijven tot enkele centimeters, dat de conditionering met polyelektrolyt en/of kalk vaak de beste resultaten zal geven en dat de benodigde persdrukt veelal tussen 0,5 en 1,5 MPa zal variëren.

Vergeleken met andere methodes om slib kunstmatig te ontwateren zoals het vacuümfiltreer, de centrifuge en de zeefbandpers worden met een filterpers vaak betere ontwateringsresultaten bereikt. Verwacht mag worden dat de filterpers ondanks de vrij hoge investeringskosten in veel gevallen kan

concurreren met andere slibverwerkingsmethodes. Droogbedden zijn economisch gezien misschien aantrekkelijker, maar de hiervoor benodigde terreinoppervlakte zal niet altijd aanwezig zijn. De filterpers is een bedrijfszeker apparaat dat weinig onderhoud vraagt en een lange levensduur heeft, en biedt voor de verwerking van coagulatieslib op dit moment goede vooruitzichten. Deze 93 pagina's tellende publikatie is verschenen als Mededeling nr. 55 van het KIWA (tevens Mededeling nr. 2 van de Werkgroep Slibverwerking). Zij werd opgesteld door ir. J. van der Heide, Laboratorium voor Gezondheidstechniek Afdeling Civiele Techniek, TH Delft en is verkrijgbaar door storting van f 15,— op girorekening 529295 t.n.v. KIWA, Rijswijk, onder vermelding van: mededeling nr. 55.



Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland

Regencijfers

	Neerslag in mm tijdvak 31 mei t/m 12 juni '78
Valkenburg (ZH)	6,3
Den Helder (De Kooy)	7,3
Schiphol	12,3
De Bilt	7,3
Leeuwarden	15,6
Groningen	20,4
Twente (vliegveld)	22,1
Vlissingen	7,8
Gilze Rijen	14,4
Eindhoven	16,9
Maastricht	15,5

Neerslag in mei (definitieve cijfers).

De hoeveelheid neerslag gemiddeld over het gehele land bedroeg 37 mm tegen 49 mm normaal. De grootste hoeveelheid was 89 mm te Noorbeek, de kleinste 16 mm te Vroomshoop. De grootste etmaalhoeveelheid (47 mm) werd op 7 mei te Eerbeek gemeten.

District	Neerslag in mm	
	gem. hoeveelheid	afwijking van N *
Den Helder	27	- 13
Leeuwarden	27	- 20
Eelde	29	- 24
Hoorn (NH)	28	- 16
Lelystad	24	- 21
Dedemsvaart	30	- 24
Naaldwijk	36	- 10
De Bilt	31	- 22
Winterswijk	46	- 6
Andel	47	- 3
Vlissingen	39	- 6
Oudenbosch	49	- 3
Gemert	60	+ 9
Venlo	47	- 3
Beek (L)	73	+ 16
Landgemiddelde	37	- 12

* Gemiddelde over het tijdvak 1931 - 1960.
Bron: KNMI.