

## Toepassing van de filtratie-expressiecel in de RWZI-praktijk

**Citation for published version (APA):**

Herwijn, A. J. M., Janssen, P. M. H., Coumans, W. J., & Kerkhof, P. J. A. M. (1996). Toepassing van de filtratie-expressiecel in de RWZI-praktijk. *H2O*, 29(12), 346-350.

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 01/01/1996

**Document Version:**

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

**Please check the document version of this publication:**

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

**General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.tue.nl/taverne](http://www.tue.nl/taverne)

**Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

# Toepassing van de filtratie-expressiecel in de rwzi-praktijk

## 1. Inleiding

Zuiverings-slib, bestaande uit een waterige suspensie met 3 à 4 gewichtsprocent droge stof, ontstaat bij de zuivering van afvalwater. Alvorens het slib af te zetten vindt er ontwatering plaats. Mechanische ontwatering van zuiverings-slib gebeurt in Nederland met behulp van kamerfilterpersen, zeebandpersen en centrifuges. Het belang van mechanische ontwatering zal naar verwachting alleen nog maar toenemen wat hieronder verder zal worden toegelicht. Jaarlijks komt in Nederland bij de reini-

een fundamenteel onderzoek uitgevoerd naar mechanische slibontwatering. Het onderzoek is uitgevoerd in het Laboratorium voor Scheidingstechnologie van de Technische Universiteit Eindhoven [Herwijn *et al.*, 1994]. In dit onderzoek is een uitgebreide reeks van karakteriseringsmethoden voor slib en slibkoek onderzocht respectievelijk ontwikkeld. Hierbij komen enkele meetmethoden naar voren die geschikt lijken voor toepassing in de rwzi-praktijk. De meestbelovende hiervan is de Filtratie-Expressiecel (FE-cel), waarmee het mogelijk is zowel

## Samenvatting

Recent is een uitgebreid wetenschappelijk onderzoek verricht naar de fundamentele aspecten van mechanische slibontwatering. Hierbij is een uitgebreide reeks van karakteriseringsmethoden voor slib en slibkoek ontwikkeld en getest, die relevant wordt geacht voor een beter begrip van het ontwateringsproces. Eén van de meestbelovende karakteriseringstechnieken is de Filtratie-Expressiecel (FE-cel). De FE-cel is een geautomatiseerde meetopstelling die zeer geschikt blijkt te zijn om het ontwateringsgedrag van zuiverings-slib te onderzoeken. Ook blijkt er een optimale dosering flocculant (ijzerchloride, polyelectrolyt) te bestaan waarbij de specifieke filtratieweerstand minimaal en het einddroge-stofgehalte maximaal zijn. In een eerste verkennende studie is de FE-cel getest in de rwzi-praktijk en wel bij de slibverwerkingsinstallatie te Mierlo. De FE-cel blijkt nuttig te zijn voor procesdiagnose, procesoptimalisatie en het opsporen van 'bottle-necks' in de sliblijn.



IR. A. J. M. HERWIJN  
TU Eindhoven  
Thans werkzaam bij Herwijn & Janssen sludge technology



DR. IR. W. J. COUMANS  
TU Eindhoven



ING. P. M. H. JANSSEN  
TU Eindhoven  
Thans werkzaam bij Herwijn & Janssen sludge technology



PROF. DR. IR. P. J. A. M. KERKHOF  
TU Eindhoven

ging van afvalwater ongeveer 300.000 ton communaal slib vrij op droge-stofbasis [CBS, 1994]. De verwachting is dat de produktie van zuiverings-slib in de toekomst onder andere door de groei van de bevolking en de verdergaande zuiveringsgraad van stedelijk afvalwater nog verder zal stijgen. Op korte termijn zal de invoering van chemische defosfatering leiden tot een verdere toename van de slibproduktie met 20 à 40 % droge stof. De afzet van zuiverings-slib in de landbouw en de mogelijkheden het slib te verwerken tot compost of zwarte grond zal in de toekomst sterk verminderen door de normen die er gesteld worden aan de toegestane verontreinigingen met zware metalen enerzijds en aan de slibdosering anderzijds. Bovendien wordt door ruimtebeslag zoveel mogelijk gestreefd naar het reduceren van het te storten volume. Het huidige beleid is er dan ook op gericht om te streven naar:

- verdergaande reductie van volume en massa van het slib. Dit kan onder andere worden bereikt door het droge-stofgehalte van het ontwaterde slib te verhogen;
- een beter beheersbare mechanische slibontwatering. De beheersbaarheid kan worden verbeterd door vergroting van het inzicht in de ontwateringsprocessen;
- lagere jaarlijkse kosten voor de totale slibverwerkingsketen.

In de periode 1990-1994 is in het kader van het rwzi-2000 onderzoekprogramma

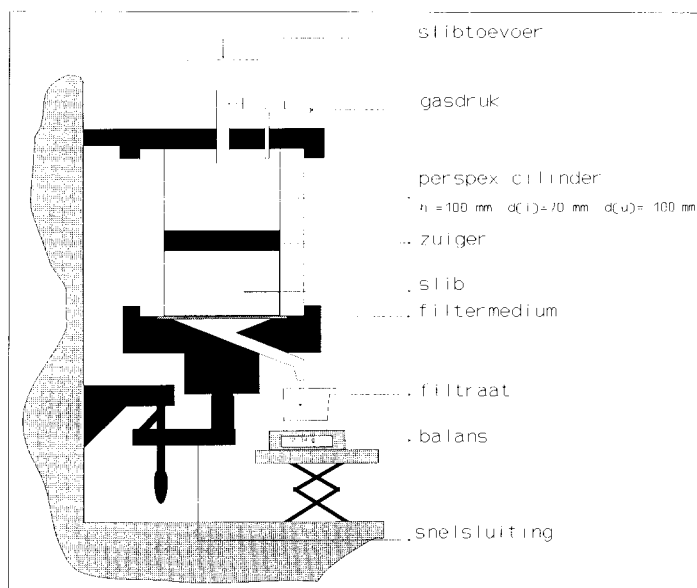
de filtratie- als de expressiestap van het mechanische ontwateringsproces op laboratoriumschaal te simuleren. In de huidige rwzi-praktijk is nog nauwelijks sprake van een eenduidige vaststelling van slibontwateringseigenschappen. In een halfjarig vervolgonderzoek is de FE-cel ingezet bij de slibverwerkingsinstallatie te Mierlo. De FE-cel wordt tegenwoordig ingezet door het bedrijf Sludge Consultants, dat is gevestigd te Deventer. Op basis van gegevens uit deze nieuwe meetcel worden adviezen verleend. Sludge Consultants is een samenwerkingsverband

van Herwijn & Janssen dewatering bv gevestigd te Eindhoven en Witteveen + Bos raadgevende ingenieurs bv gevestigd te Deventer.

## 2. De Filtratie-Expressiecel

Het mechanische slibontwateringsproces kan worden opgesplitst in achtereenvolgens een filtratie- en expressiefase. In de *filtratiefase* wordt een slibkoek opgebouwd en neemt de koekhoogte *toe* als functie

Afb. 1 - Schematische weergave van de Filtratie-Expressiecel.  $h$  = hoogte perspex cilinder;  $d(i)$  = inwendige diameter van cilinder;  $d(u)$  = uitwendige diameter cilinder.



van de tijd. In de hierop volgende *expressiefase* wordt de ontstane koek uitgeperst en neemt de koekhoogte af als functie van de tijd. De FE-cel is een geautomatiseerde meetopstelling die schematisch is weergegeven in afbeelding 1. Via een trechter wordt een slibmonster in een cilindervormige houder gebracht. Het ontwateringsproces wordt gestart door een bepaalde gasdruk op de zuiger aan te brengen. De aangelegde druk is de drijvende kracht voor de vast-vloeistofscheiding. Op de poreuze metalen plaat (filtermedium), die zich op de bodem van de cilinder bevindt, vindt de koekopbouw plaats. Het filtraat wordt opgevangen in een bekersglas dat rust op een elektronische weegschaal. Deze is gekoppeld aan een PC. De massa wordt continu als functie van de tijd geregistreerd en weergegeven op de PC-monitor.

Slibkoek is een compressibel materiaal. In het wetenschappelijke onderzoek is een fysisch-mathematisch model ontwikkeld voor de beschrijving van compressibele koekfiltratie en -expressie [La Heij, 1994]. De basis voor dit model wordt onder andere gevormd door de wet van Darcy voor vloeistofstroming door poreuze media, massabalansen voor de vloeistof- en vaste fase, krachtenbalans en constitutieve relaties (dit zijn verbanden tussen porositeit, resp. permeabiliteit en druk). Het model is ingewikkeld en vereist bovendien het uitvoeren van een aantal metingen met de compressie-permeabiliteitscel [La Heij, 1994]. In de filtratiefase komt het compressibele gedrag nog niet zo tot uitdrukking. Het koekfiltratieproces bij constant drukverschil ΔP kan dan eenvoudig worden beschreven door de geïntegreerde Darcy-vergelijking, die geldig is voor incompressibele materialen:

$$t = \frac{\alpha \eta c_v}{2 \rho^2 A^2 \Delta P} * m^2 + \frac{\eta R}{\rho A \Delta P} * m \quad (1)$$

- waarin
- α = gemiddelde specifieke filtratieweerstand [m·kg<sup>-1</sup>]
  - η = viscositeit van filtraat [Pa·s]
  - ρ = dichtheid van filtraat [kg·m<sup>-3</sup>]
  - A = oppervlak van het filtermedium [m<sup>2</sup>]
  - c<sub>v</sub> = concentratie van vaste stof in de slib suspensie [kg·m<sup>-3</sup>]
  - t = tijd [s]
  - m = filtraatmassa [kg]
  - R = weerstand filtermedium [m<sup>-1</sup>]
  - ΔP = aangelegde drukval [Pa]

De stromingsweerstand van het filtermedium is vele malen kleiner dan de stro-

mingsweerstand van de koek (tweede term aan rechterkant van formule (1) is kleiner dan de eerste term aan rechterkant), zodat voor de filtratiefase bij benadering geldt:

$$\frac{dm}{d\sqrt{t}} = \text{constant} = \sqrt{\frac{2 \rho^2 A^2 \Delta P}{\eta c_v \alpha}} \quad (2)$$

In de rwzi-praktijk wordt vóór de mechanische ontwatering slib geconditioneerd met behulp van flocculanten. Met het toevoegen van flocculanten wordt beoogd dat het ontwateringsproces sterk wordt verbeterd.

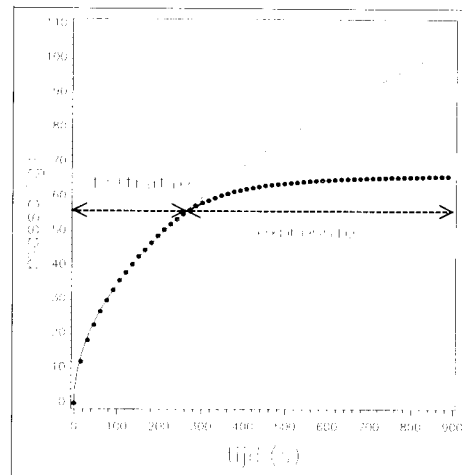
- Variabelen in een experiment kunnen zijn:
- herkomst slib
  - hoeveelheid slib (dus koekdikte)
  - type flocculant
  - dosering flocculant
  - roersnelheid + roertijd (mengintensiteit)
  - aangelegde mechanische druk ΔP.

- Uit een experiment kan de volgende informatie worden verkregen:
- Grafieken:
  - filtraatmassa m als functie van de tijd t
  - filtraatmassa m als functie van √t
  - massastroom dm/dt als functie van de tijd t
  - gemiddelde specifieke filtratieweerstand α met vergelijking (2)
  - overgang filtratiefase-expressiefase
  - einddroge-stofgehalte
  - ontwateringsefficiency in filtratiefase E<sub>f</sub> resp. het gehele ontwateringsproces E<sub>t</sub>
  - optimale dosering flocculant uit reeks experimenten.

In paragraaf 3 zal nader worden ingegaan op de bepaling van bovengenoemde parameters.

### 3. Experimenten met slibmonsters van Mierlo geflocculeerd op laboratoriumschaal

In al de hier getoonde experimenten wordt 100 ml van een slibmonster (exclusief de hoeveelheid flocculanten) afkomstig van de slibverwerkingsinstallatie in Mierlo gedurende 15 minuten ontwaterd met een drukverschil ΔP gelijk aan 3 bar. In afbeelding 2 is het resultaat gegeven van een filtratie-expressie-experiment met een geflocculeerd slibmonster. De waarde van de gemiddelde specifieke filtratieweerstand α van de gevormde slibkoek wordt via lineaire regressie met behulp van vergelijking (2) berekend. De filtratieweerstand is een goede maat voor de gemiddelde filtratiesnelheid. Hoe lager de specifieke filtratieweerstand, des te hoger de snelheid van ontwatering in de filtratiefase. De expressiefase vangt aan op het tijdstip dat de experimentele curve begint

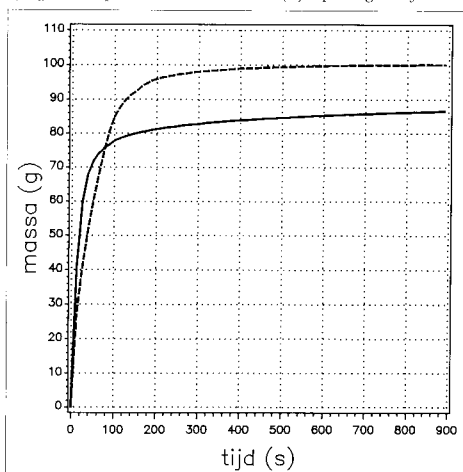


Afb. 2 - Gemeten (●●) filtraatmassa als functie van de tijd en de over de filtratiefase gefitte geïntegreerde Darcy-vergelijking (-).

af te wijken van de Darcy-vergelijking. Na afloop van een experiment wordt het einddroge-stofgehalte EDS van de slibkoek bepaald door deze te drogen bij 105 °C totdat de massa niet meer afneemt. Ter vergelijking van ontwateringsresultaten van apparaten en het bestuderen van het effect van het flocculanttype en de flocculantdosering wordt de ontwateringsefficiency E ingevoerd, welke is gedefinieerd als de fractie van de oorspronkelijke hoeveelheid water aanwezig in een slibmonster die wordt verwijderd. De ontwateringsefficiency kan worden bepaald voor zowel de filtratiefase (E<sub>f</sub>) als voor het gehele ontwateringsproces (E<sub>t</sub>).

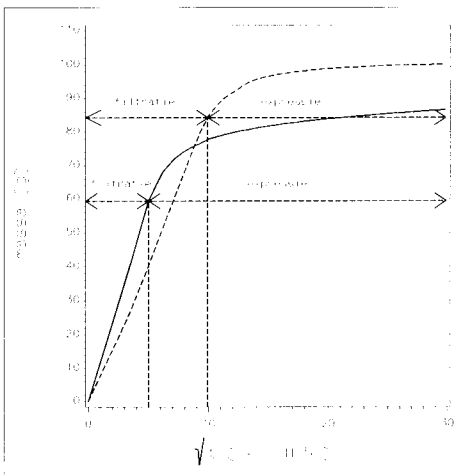
In afbeelding 3 is het resultaat te zien van twee filtratie-expressie-experimenten. Eén slibmonster is geflocculeerd met 6,3 gewichtsprocent FeCl<sub>3</sub> en 17,2 gewichtsprocent Ca(OH)<sub>2</sub> op droge-

Afb. 3 - Filtraatmassa als functie van de tijd voor slib geflocculeerd met 6,3 gewichtsprocent FeCl<sub>3</sub> en 17,2 gewichtsprocent Ca(OH)<sub>2</sub> (---) en slib geflocculeerd met 0,4 gewichtsprocent Nalco 41/62 (-) op droge-stofbasis.

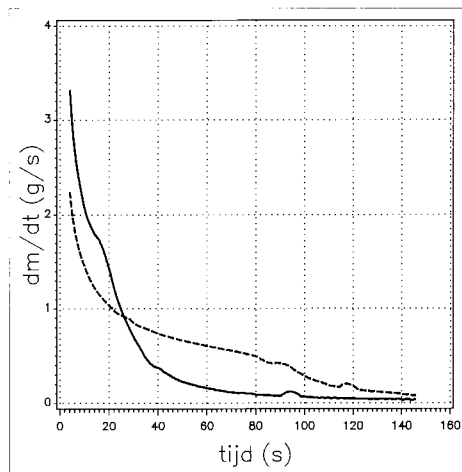


stofbasis, het andere slibmonster is geflocculeerd met 0,4 gewichtsprocent polyelectrolyt Nalco 41/62 op droge-stofbasis. In afbeelding 4 is de filtraat-massa  $m$ , die evenredig is met het filtraat-volume  $V$ , uitgezet als functie van  $\sqrt{t}$ . Het gedeelte van de grafiek in afbeelding 4 waar  $m$  lineair toeneemt met  $\sqrt{t}$  is de filtratiefase (vergelijking (2)). Op het tijdstip  $t_f$  waarop het verband tussen  $m$  en  $\sqrt{t}$  begint af te wijken van dit lineaire gedrag start de expressiefase ( $t_f = 25$  resp. 100 s). Op deze wijze wordt de overgang van de filtratiefase naar de expressiefase bepaald. In tabel I zijn de ontwateringsresultaten van beide experimenten weergegeven.

Afb. 4 - Experimentele filtratiecurve, waarbij filtraat-massa als functie van  $\sqrt{t}$  is weergegeven voor slib geflocculeerd met 6,3 gewichtsprocent  $\text{FeCl}_3$  en 17,2 gewichtsprocent  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (---) en slib geflocculeerd met 0,4 gewichtsprocent Nalco 41/62 (-) op droge-stofbasis.



Een typische waarneming is dat de specifieke filtratieweerstand voor het systeem slib/ $\text{FeCl}_3$ / $\text{Ca}(\text{OH})_2$  duidelijk groter is dan die voor slib/polyelectrolyt (zie tabel I). Een hogere waarde van  $\alpha$  betekent een relatief kleinere vloeistofstroom  $dm/dt$  in de filtratiefase (zie afb. 5). Er moet hierbij aangetekend worden dat de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  concentratie relatief laag moet zijn (<20 gewichtsprocent op droge-stofbasis). Een belangrijke reden hiervoor is dat de slibvlokken gevormd door toevoeging van polyelectrolyt (500-5000  $\mu\text{m}$ ) groter zijn dan die gevormd door toevoeging van  $\text{FeCl}_3$ / $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (20-200  $\mu\text{m}$ ) [Herwijn *et al.*, 1994]. De aanwezigheid van grotere deeltjes in de slibkoek heeft tot gevolg dat het specifieke oppervlak van alle deeltjes per



Afb. 5 - Massastroom als functie van de tijd voor slib geflocculeerd met 6,3 gewichtsprocent  $\text{FeCl}_3$  en 17,2 gewichtsprocent  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (---) en slib geflocculeerd met 0,4 gewichtsprocent Nalco 41/62 (-) op droge-stofbasis.

kg droge stof in de poreuze slibkoek kleiner zal zijn. Dit heeft als consequentie dat het wrijvingsoppervlak geringer is waardoor het watertransport in de slibkoek wordt verbeterd. Een relatief hoge concentratie  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (>20 gewichtsprocent op droge-stofbasis) verlaagt de specifieke filtratieweerstand. Een hogere dosering  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  heeft echter als nadeel dat er extra droge stof wordt geïntroduceerd en dit is ongewenst.

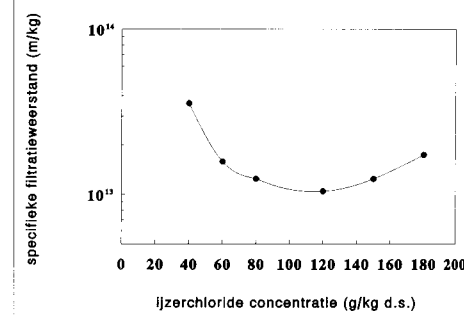
Op laboratoriumschaal worden voor de experimenten uitgevoerd met  $\text{FeCl}_3$ / $\text{Ca}(\text{OH})_2$  hogere ontwateringsefficiënties en einddroge-stofgehalten gevonden dan voor experimenten uitgevoerd met polyelectrolyt (zie tabel I).

Een mogelijke verklaring is dat door toevoeging van  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  een vrij starre slibmatrix ontstaat, waardoor de poriën onder druk minder snel zullen dichtslaan. In de expressiefase wordt bij slibben geflocculeerd met polyelectrolyt (pe) procentueel meer water verwijderd dan bij slibben geconditioneerd met  $\text{FeCl}_3$ / $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Dit komt tot uitdrukking in de grotere waarden van  $E_t - E_f$  voor met pe geconditioneerde slibben. Een reden hiervoor is het meer compressibele karakter van deze slibkoeken.

Bij de flocculatie van slib met pe speelt onder andere de *mengintensiteit* een belangrijke rol. In de hier getoonde experimenten is het slib volgens de standaardroertest [STOWA, 1982] geflocculeerd met een *roersnelheid* van

1000 rpm en een *roertijd* van 15 s. Uit de vele laboratoriumexperimenten die zijn uitgevoerd blijkt dat de filtratiesnelheid sterk afhankelijk is van de *dosering flocculant*. Bij lage doseringen van  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (<20 gewichtsprocent) blijkt er een optimale  $\text{FeCl}_3$  dosering te bestaan, dat wil zeggen dat de specifieke filtratieweerstand een minimale waarde vertoont en de ontwateringsefficiëntie en ontwateringssnelheid maximaal zijn (zie afb. 6). Bij hogere doseringen van  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  wordt geen optimale dosering  $\text{FeCl}_3$  gevonden. Een optimale dosering wordt ook gevonden als polyelectrolyten worden gebruikt als flocculant (zie afb. 7).

Afb. 6 - Specifieke filtratieweerstand ( $\bullet$ ) als functie van de dosering ijzerchloride. De dosering  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  is constant en gelijk aan 20 gewichtsprocent op droge-stofbasis. Optimale dosering  $\text{FeCl}_3$  ligt bij 10 gewichtsprocent op droge-stofbasis.



### Symbolenlijst

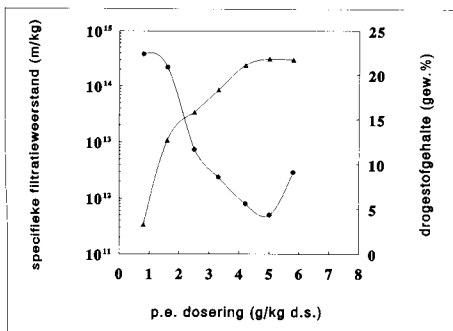
A	= oppervlak van filtermedium	[ $\text{m}^2$ ]
BDS	= begin droge-stofgehalte	[ $\text{gew}\%$ ]
$c_v$	= concentratie vaste stof in suspensie	[ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]
DS	= droge-stofgehalte na filtratie	[ $\text{gew}\%$ ]
$E_f$	= ontwateringsefficiëntie na filtratiefase	[-]
$E_t$	= ontwateringsefficiëntie na 15 minuten	[-]
EDS	= droge-stofgehalte na expressie	[ $\text{gew}\%$ ]
FE	= filtratie-expressie	
m	= filtraatmassa	[kg]
pe	= polyelectrolyt	
$\Delta P$	= aangelegde drukval	[Pa]
R	= weerstand filtermedium	[ $\text{m}^{-1}$ ]
rwzi	= rioolwaterzuiveringsinrichting	
t	= tijd	[s]
$t_f$	= filtratietijd	[s]

### Griekse symbolen

$\alpha$	= gemiddelde specifieke filtratieweerstand	[ $\text{m}\cdot\text{kg}^{-1}$ ]
$\eta$	= viscositeit van filtraat	[Pa·s]
$\rho$	= dichtheid van vloeistof	[ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]

TABEL I - Ontwateringsresultaten van twee filtratie-expressie-experimenten.

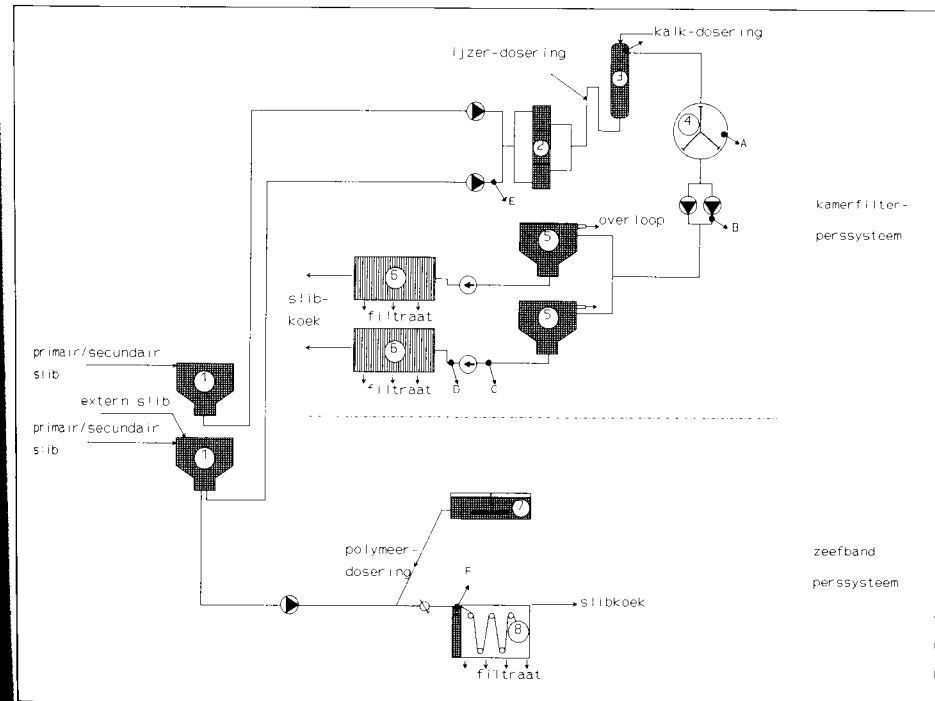
	$\alpha$ ( $\text{m}/\text{kg}$ )	$t_f$ (s)	$E_f$ (%)	$E_t$ (%)	EDS (gew%)
slib/ $\text{FeCl}_3$ + $\text{Ca}(\text{OH})_2$	$3,8\cdot 10^{12}$	100	89,6	91,6	37,5
slib/polyelectrolyt	$2,3\cdot 10^{12}$	25	82,8	87,6	18,3



Afb. 7 - Specifieke filtratieweerstand (●) en einddroge-stofgehalte (▲) als functie van de dosering Nalco 41/62. Optimale dosering ligt bij 0,5 gewichtsprocent op drogestofbasis.

Bij deze optimale dosering wordt ook een maximaal einddroge-stofgehalte bereikt. Het is van belang voor de praktijk om de optimale flocculantdosering te gebruiken om een maximale ontwateringssnelheid (en ook ontwateringscapaciteit) en een hoog einddroge-stofgehalte te realiseren. De optimale dosering moet met een bepaalde frequentie worden bepaald, die afhankelijk is van de mate van variatie in samenstelling van de slibstroom. De FeCl<sub>3</sub>-dosering die wordt toegepast voor de ontwatering in kamerfilterpersen in Mierlo is gelijk aan 40-60 gewichtsprocent op droge-stofbasis en ligt dus beduidend lager dan de optimale dosering (100 gewichtsprocent FeCl<sub>3</sub> op drogestofbasis). Helaas was het niet mogelijk om de optimale dosering op grote schaal uit te proberen.

Afb. 8 - Het processchema van de slibverwerkingsinstallatie te Mierlo met monsterpunten A, B, C, D, E en F.



**4. Ontwateringsgedrag van geflocculeerd Mierlo slib**

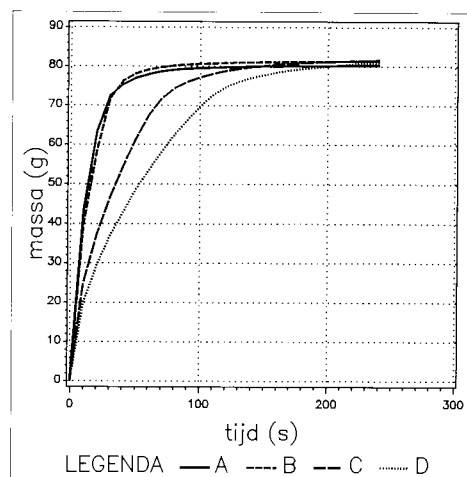
In een verkennende studie is de bruikbaarheid van de FE-cel getest bij de slibverwerkingsinstallatie te Mierlo [Janssen et al., 1994]. Het slib dat hier ontwaterd wordt met kamerfilterpersen en zeefbandpersen is onder andere afkomstig van de rioolwaterzuiveringsinrichting (type: aërietank) te Eindhoven. In afbeelding 8 is het processchema weergegeven van de slibverwerkingsinstallatie.

Het slib dat in de kamerfilterpersen wordt ontwaterd doorloopt nog een voorbehandeling. Vanuit de indikker, die ook als buffertank fungeert, wordt het slib (2-3 gewichtsprocent droge stof) verpompt door het klasseerapparaat (versnijder) waar grove stukken versneden worden.

Daarna wordt aan de slibstroom eerst een FeCl<sub>3</sub>-oplossing (concentratie 200 g Fe/l) en vervolgens een Ca(OH)<sub>2</sub> oplossing (10-15 gewichtsprocent) toegevoegd. De menging van het slib met de flocculanten treedt op in het reactorvat en de mengcontacttank (3-4 gewichtsprocent droge stof). Via de na-indikers, waarbij het droge-stofgehalte toeneemt tot 5-6 gewichtsprocent, wordt het slib tenslotte ontwaterd in de kamerfilterpersen. De gevormde slibkoek heeft een droge-stofgehalte van 30-40 gewichtsprocent. Het slib bestemd voor de zeefbandpersen wordt eerst geconditioneerd met het polymeer Nalco 41/62. Het polymeer wordt aangemaakt in de polymertank en daarna in de slibstroom gespoten. De menging vindt plaats in de

mengklep die zich in de slibleiding bevindt. Het geconditioneerde slib wordt daarna rechtstreeks op de zeefbandpersen gebracht voor ontwatering.

Het filtratie- en expressiegedrag zijn onderzocht van slibmonsters die zijn afgetapt op verschillende posities in de toevoerleidingen naar de twee kamerfilterpersen. Het doel van deze metingen was om eventueel aanwezige knelpunten in de sliblijn op te sporen. Er is gekozen voor vier aftappunten: vóór en achter de monopomp (A en B) die zich bevindt achter de mengcontacttank en vóór en achter de membraanpomp (C en D) (zie afb. 8). In afbeelding 9 zijn de vier filtratie-expressiecurven gegeven.



Afb. 9 - Filtratie-expressiecurves van slibmonsters afgetapt op diverse posities in het kamerfilterperssysteem. A = vóór monopomp; B = achter monopomp; C = vóór membraanpomp; D = achter membraanpomp.

In tabel II zijn de ontwateringsresultaten van de experimenten weergegeven, zoals specifieke filtratieweerstand, ontwateringsefficiëntie en einddroge-stofgehalte. Het verschil in specifieke filtratieweerstand tussen slibmonsters genomen vóór en na de monopomp is gering. Dit geldt ook voor de einddroge-stofgehaltes. Het verschil in zowel  $\alpha$  alsmede het einddroge-stofgehalte tussen monsters genomen na monopomp en voor de membraanpomp is aanzienlijk. De na-indikker heeft dus een duidelijk negatief effect op de ontwateringseigen-

- 1 indikers
- 2 klasseerapparaat (versnijder)
- 3 reactorvat
- 4 mengcontacttank
- 5 na-indikker
- 6 kamerfilterpersen
- 7 polymertank
- 8 zeefbandpers
- 9 membraanpomp
- 10 monopomp
- 11 mengklep
- 12 aftappunt ongeflocculeerd slib
- 13 aftappunt geflocculeerd slib

TABEL II - Ontwateringsresultaten van geflocculeerde slibmonsters afgetapt op verschillende posities in het kamerfilterpersysteem. BDS = begindroge-stofgehalte;  $\alpha$  = specifieke filtratieweerstand;  $t_f$  = filtratietijd;  $E_t$  = ontwateringsefficiëntie na filtratiefase;  $E_{15}$  = ontwateringsefficiëntie na 15 minuten; DS = einddroge-stofgehalte na filtratie; EDS = einddroge-stofgehalte na 15 minuten.

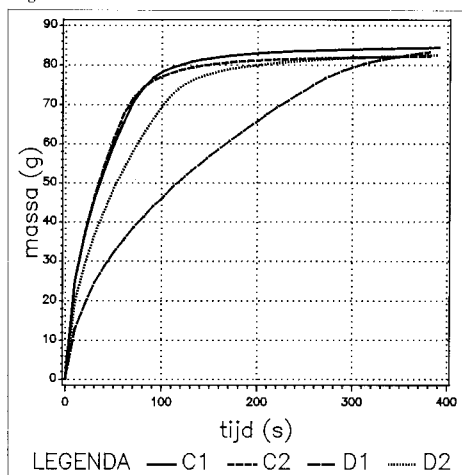
	BDS (gew%)	$\alpha$ (m/kg)	$E_t$ (%)	$t_f$ (s)	$E_{15}$ (%)	DS (gew%)	EDS (gew%)
voor monopomp	3,7	$1,7 \cdot 10^{12}$	92,6	25	93,9	34,3	38,6
achter monopomp	4,3	$2,0 \cdot 10^{12}$	91,9	30	93,1	35,6	39,5
voor membraanpomp	4,2	$3,2 \cdot 10^{12}$	90,6	65	92,1	31,9	35,7
achter membraanpomp	4,7	$11,0 \cdot 10^{12}$	88,1	100	89,8	29,3	32,7

schappen van slib. De verblijftijd in de na-indikker kan hierbij een belangrijke rol spelen. Door de verblijftijd zo laag mogelijk te houden of de na-indikker achterwege te laten zou een verbetering van de ontwateringseigenschappen kunnen optreden. Na een verblijftijd van drie dagen verslechteren de ontwateringseigenschappen [La Heij en Janssen, 1990]. De specifieke filtratieweerstand van slib afgetapt achter de membraanpomp is veel groter dan die van slib afgetapt voor de membraanpomp. Deze metingen zijn een aantal malen herhaald en de grote verschillen in filtratieweerstand zijn elke keer weer opnieuw geconstateerd.

In deze pomp bevindt zich een kogel die grote krachten uitoefent op de slibvlokken. De slibvlokken worden waarschijnlijk stuk geslagen waardoor er kleine deeltjes/vlokken worden gevormd die het ontwateringsgedrag nadelig beïnvloeden. De membraanpompen beïnvloeden de filtratiesnelheid van het slib negatief en daarmee de ontwateringscapaciteit van de kamerfilterpersen.

Op een bepaalde dag is een vrij hoge filtratieweerstand gemeten van een slib-

Afb. 10 - Filtratie-expressiecurven van slibmonsters afgetapt voor en achter de membraanpomp op twee achtereenvolgende dagen. C1 = voor de membraanpomp voor vervanging van de kogels; D1 = achter de membraanpomp voor vervanging van de kogels; C2 = voor de membraanpomp na vervanging van de kogels; D2 = achter de membraanpomp na vervanging van de kogels.



monster dat is afgetapt achter de membraanpomp ( $\alpha = 1,6 \cdot 10^{13}$  m/kg). Daarna is besloten de kogels in de membraanpomp te vervangen. De plastic coating rondom de metalen kogels was sterk afgesleten. De meting van  $\alpha$  van een slibmonster genomen achter de membraanpomp op de volgende dag wees uit dat er een duidelijke verbetering was opgetreden ( $\alpha = 5,4 \cdot 10^{12}$  m/kg). De ontwateringscurven van de slibmonsters genomen op de twee dagen voor en achter de membraanpomp zijn weergegeven in afbeelding 10. Deze verlaging van de specifieke filtratieweerstand is significant en kan niet worden verklaard door wisselende slibeigenschappen. Er kan worden geconcludeerd dat de FE-cel kan worden gebruikt voor het opsporen van 'bottle necks' in het kamerfilterperssysteem en heeft dus duidelijk een diagnostische waarde.

## 5. Conclusies

De FE-cel is een geautomatiseerde meetopstelling, die zeer geschikt is om het filtratie- en expressiegedrag van zuiverings-slib te onderzoeken als functie van verschillende procesparameters, zoals druk, type flocculant en flocculant-dosering. De berekende specifieke filtratieweerstand van de slibkoek, ontwateringsefficiëntie en einddroge-stofgehalte zijn voor een beoordeling van een mechanisch ontwateringsproces zeer van belang. Er blijkt een optimale dosering flocculant te bestaan (zowel ijzerchloride als polyelectrolyt), waarbij de specifieke filtratieweerstand minimaal en het einddroge-stofgehalte maximaal zijn. In een eerste verkennende studie is de FE-cel getest bij de slibverwerkingsinstallatie te Mierlo. Het blijkt dat de FE-cel ook een nuttig instrument is voor het opsporen van 'bottle-necks' in de sliblijn. Uit een eerste verkennende studie die is uitgevoerd bij de slibverwerkingsinstallatie in Mierlo is gebleken dat de na-indikker een negatieve invloed heeft op slibontwateringseigenschappen. Ook versleten kogels in de membraanpompen verslechteren de ontwateringseigenschappen.

## Verantwoording

Het onderzoek is uitgevoerd in het kader

van het rwzi 2000 onderzoekprogramma. De auteurs zijn RIZA en STOWA erkentelijk voor het financieren van het onderzoek. Bijzondere dank gaat ook uit naar de heren Marskamp, Wouda en Menheere van Waterschap de Dommel voor hun gastvrijheid.

## Literatuur

- CBS (1994). *Waterkwaliteitsbeheer, deel b zuivering van afvalwater 1992*.
- Herwijn, A. J. M., La Heij, E. J., Janssen, P. M. H., Coumans, W. J., Kerkhof, P. J. A. M. (1994), *Fundamentele aspecten van slibontwatering*. Rapport codenr. rwzi 2000 94-02.
- Janssen, P. M. H., Herwijn, A. J. M., La Heij, E. J. (1994). *Het uittesten van de Filtratie-Expressiecel in de praktijk*. Rapport codenr. rwzi 2000 94-07.
- La Heij, E. J. (1994). *An analysis of sludge filtration and expression*. Dissertatie TU Eindhoven.
- La Heij, E. J., Janssen, P. M. H., intern rapport. Technische Universiteit Eindhoven, 1990.
- STORA, deel 4 (1982). *Zeebandpersen - slibkarakterisering, keuze en optimaal gebruik van polyelectrolyt*.

## Informatiebijeenkomst over Wvo-info

Het Zuiveringschap Amstel- en Gooiland organiseert in samenwerking met het RIZA een informatiebijeenkomst over de toepassing van het Wvo-infosysteem. De informatiebijeenkomst vindt plaats op 20 juni 1996 bij het Zuiveringschap Amstel- en Gooiland.

Wvo-info is een informatiesysteem voor de uitvoering van het proces van vergunninglening en handhaving op grond van de Wet verontreiniging oppervlaktewateren (Wvo). Het systeem is ontwikkeld door Rijkswaterstaat.

Gebruikers van het Wvo-infosysteem hebben via een modemverbinding met een centrale computer van Rijkswaterstaat, waar alle gegevens van het Wvo-infosysteem in staan.

Het systeem wordt door alle directies van Rijkswaterstaat gebruikt. Sinds 1 januari 1996 maakt het Zuiveringschap Amstel- en Gooiland er als enige regionale waterkwaliteitsbeheerder ook gebruik van.

Het Zuiveringschap heeft de afgelopen tijd veel vragen gekregen over de toepassingsmogelijkheden van dit systeem en over de redenen om als regionale waterkwaliteitsbeheerders gebruik te maken van dit landelijke systeem. Ook is er veel gevraagd naar de resultaten en ervaringen met het systeem. Naar aanleiding van deze vragen is in overleg met het RIZA besloten om een informatiebijeenkomst over dit onderwerp te organiseren.

Nadere informatie: Johan Loois, Zuiveringschap Amstel- en Gooiland, telefoon 035-688 1683.