

Uit hoofde van enerzijds het beheer van het grondwater en anderzijds de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren is een onderzoek ingesteld naar terugwinning van het spiegelwater van het waterbedrijf. In voornoemde wet is het kwalitatieve waterbeheer gefundeerd op een stelsel van geboden en verboden: het vergunningenbeleid; complementair is het heffingenbeleid ter bestrijding van de voor de collectieve afvalwaterverwerking gemaakte kosten. Voor de lozing op het oppervlaktewater kan onder voorwaarden ontheffing



IR. W. A. J. ROEFS  
Gemeentebedrijven  
Eindhoven

worden verleend, de lozing op het openbare riool is onderworpen aan een heffing. Analysering van de situatie — mogelijkheden en kosten — waarin het bedrijf verkeert is dus mogelijk.

## Heffingen

De heffing (gulden per inwonerequivalent) wordt vastgesteld door de waterbeheerder op basis van de benodigde middelen. De landelijke heffingsnorm was in 1973 gemiddeld f 10,—/i.e., is in 1975 gemiddeld f 15,— en zal vrij snel stijgen tot f 20,—. Voor industrieel afvalwater kan de totale vervuilingswaarde worden gezien als opgebouwd uit een drietal eenheden: het van oudsher bekende inwonerequivalent, de slibtoeslag en de volumetoeslag. De beide laatstgenoemden worden bepaald op basis van het i.e.: wanverhoudingen in de samenstelling van het te lozen water worden op basis van het i.e. gecorrigeerd met als regel dat 50 % van de hoeveelheid slib boven het toebehorend slib in rekening wordt gebracht en dito 50 % van de overmaat water. De correctie kan zowel positief als negatief zijn. De berekening van het aantal vervuilingseenheden (VE) van  $Q = 500.000 \text{ m}^3$  spiegelwater per jaar met de onderstaande samenstelling geschiedt als volgt.

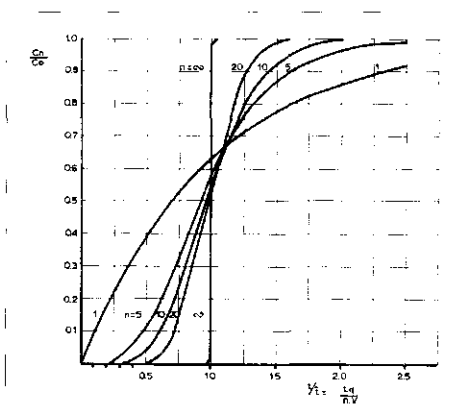
Samenstelling van het spiegelwater:

ijzer 130 mg/l  
mangaan 17 mg/l  
COD 74 mg/l  
Kjeldahl N 1,86 mg/l  
droge stof 250 mg/l

I. VE per dag naar i.e.

$Q (\text{COD} + 4,57 \text{ N}) / 180 \times 365 = 628 \text{ VE.}$

\* Deel I verscheen in  $\text{H}_2\text{O}$  1975 (8) 160.



Afb. 1 - Verbliftijden bij continue stroming door  $n$  compartimenten met volume  $V$ . De curven zijn berekend.

## II. Slibcorrectie.

Slib per dag  $125.10^6 / 365 = 342.000 \text{ g}$ ;  
met 628 VE mag  $628 \times 60 \text{ g} = 37680 \text{ g}$   
slib worden geloosd.  
Slibcorrectie:  $(342000 - 37680) / 2 \times 60 =$   
 $2536 \text{ VE.}$

## III. Volume correctie.

$500.000 \text{ m}^3/\text{j}$  of  $1370 \text{ m}^3/\text{dag}$ .  
Per VE (I + II) mag worden geloosd  
 $0,1 \text{ m}^3/\text{dag}$ ; dus per 3164 VE is dit  $316 \text{ m}^3$ .  
De correctie bedraagt  $(1370 - 316) 1000 / 2$   
 $\times 100 = 5270 \text{ VE.}$

De aanslag voor de milieuheffing belooft dus 8434 VE.

In het geval het spiegelwater wordt gezuiverd en het slib met bijv. een droge stof van 1 % mag worden geloosd berekent men de volumecorrectie op — 1410 VE, en het totaal op 1754 VE.

Met een heffingsnorm van f 15,— per VE betekent dit een reductie van f 100.000,— per jaar.

De hoeveelheid teruggewonnen leidingwater bedraagt  $487.500 \text{ m}^3/\text{j}$ .

Opmerking: De hoeveelheid slib is in bovenstaande berekend op basis van het gehalte aan droge stof in het sediment.

In de huidige wetgeving is noch aangeduid wat onder slib moet worden verstaan, noch is aangegeven op welke wijze van een homogeen monster het gehalte aan slib moet worden bepaald.

## Zuiveringsproces

De jaarlijkse hoeveelheid spiegelwater bedraagt ca.  $500.000 \text{ m}^3$ . Een van het filtergebouw onafhankelijke continue procesvoering tussen 35 en  $140 \text{ m}^3/\text{h}$  vraagt een buffer ter grootte van  $2200 \text{ m}^3$ .

Het ronde bufferbassin is voorzien van een ruimer die het slib en het e.v. meegenomen zand, middels een pompje via een

zandvang afvoert naar het riool. Het water doorloopt de volgende procesonderdelen: doseren en mengen in de toevoerleiding, vlokvorming in een statische flocculator, sedimentatie in een plaatafscheider, chlorering met een half uur contacttijd en filtratie. Het spiegelwater van deze laatste filters wordt teruggevoerd naar het bufferbassin.

## Dosering en menging

Aan het water wordt in de leiding ca.  $10 \text{ g/m}^3 \text{ Fe}^{\text{III}}$  toegevoegd en meteen gemengd, d.w.z. een vrijwel volledige menging is bereikt binnen 3 seconden. De pH wordt met kalk gecorrigeerd op ca. 8,3. Met de proefopstelling is de ervaring opgedaan dat bij  $\text{pH} < 8$  (zonder de chlorering) het filter voortijdig mangan doorlaat.

## Vlokvorming

De vlok zal worden gevormd in een statische flocculator met 12 compartimenten (de benodigde energie wordt verkregen uit de drukval). Met een vaste waterstand en gemiddelde verblijfsduur tussen  $t$  en  $2t$  varieert de capaciteit tussen  $q$  en  $2q$  en dus de gradiënt  $G$  tussen 1 en  $2\sqrt{2}$ , c.q. tussen 30 en  $85 \text{ s}^{-1}$ .  $G$  varieert tussen 30 en  $85 \text{ s}^{-1}$  zodanig dat bij de korste verblijftijd het hoogste energieniveau wordt bereikt en omgekeerd. Met  $v = G\sqrt{v} \cdot t$  wordt berekend dat bij  $12^\circ\text{C}$  ( $\nu = 1,2 \cdot 10^{-6}$ ) en de gem. verblijfsduur tussen 40 en 80 s de snelheid in de doorlaatopeningen mag variëren tussen 0,29 en 0,58 m/s. Bij de maximaal toelaatbare snelheid moet rekening worden gehouden met een niveauverschil van bijna 38 cm over de flocculator. Dit heeft tot gevolg dat  $G$  over de flocculator niet constant is. De grootste gradiënt wordt bereikt in het laatste compartiment.

Gegevens:

$35 < Q < 140$	$\text{m}^3 \text{ h}^{-1}$
$16 > T > 8$	min.
$0,97 \cdot 10^{-2} < q < 3,89 \cdot 10^{-2}$	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$80 > t > 40$	s
$30 < G < 85$	$\text{s}^{-1}$
$0,29 < v < 0,58$	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
$V_1 = 0,78$	$\text{m}^3$
$V_2 = 1,56$	$\text{m}^3$

De flocculatie vindt plaats bij twee niveaus: het lage niveau op 0,92 m ( $V_1$ ) bestrijkt de capaciteit van 35 naar  $70 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  en het hoge niveau op 1,84 ( $V_2$ ) de capaciteit van 70 tot  $140 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ .

Het bodemoppervlak van elk compartiment is  $0,92 \times 0,92 \text{ m}^2$ .

Het relatief grote aantal compartimenten is gekozen terwille van de geringere spreiding in de gemiddelde verblijfsduur,

vergelijk afb. 1 en wat wellicht belangrijker is, elk waterdeeltje zal in betere mate in de nivellering van de energie betrokken zijn. Dode hoeken zullen in mindere mate voorkomen als de verhouding tussen het oppervlak van de doorlaatopening en van het compartiment kleiner is.

Als uiterste is de verhouding 1, d.w.z. de flocculatie vindt plaats in een leiding zonder spreiding in t, waarin, ideaal over de doorsnede, een energieverlies wordt opgewekt overeenkomend met de gewenste G.

Deze verhouding is om praktische redenen beperkt: korsluitstromen moeten worden vermeden en enige longitudinale menging kan vanwege het ontbreken van een ideale destabilisatie gewenst zijn.

De curves in afb. 1 kunnen ook zo worden gezien dat is aangegeven welk deel van de stroom op tijdstip t het systeem zal hebben verlaten. Voor  $n = 20$  zal als 75 % van de gemiddelde berekende verblijftijd is verstreken maximaal 15 % van de stroom het systeem hebben verlaten [1, 2].

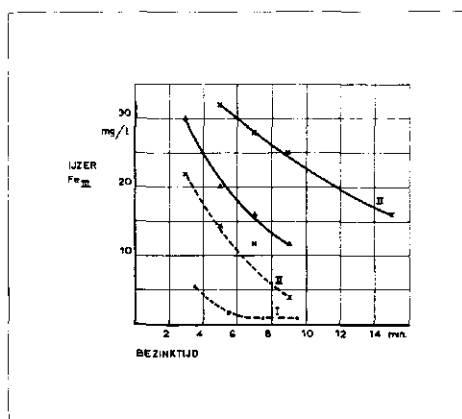
De coagulatieproeven op laboratoriumschaal zijn uitgevoerd in tweeliter bekers met stator naar analogie van Camp (apparaat I) en met apparaat II is vergelijkend onderzoek ingesteld. Deze laatste opstelling is tot stand gekomen op basis van het werk van White en Summerford [2] en de gegevens van Sterbacek en Tausk [3], hoewel hier niet de vlokvorming maar het mengen voorop heeft gestaan.

Volgens White e.a. wordt een optimum in de mengwerking verkregen als de diameter van de roerder gelijk is aan de straal van het vat ( $L = 0,5 D$ ) en de breedte van de roerder ca. 25 % is van de diameter van de roerder ( $W = 0,25 L$ ). De roerder is dan geplaatst op een hoogte W boven de bodem. 'Het toerental moet experimenteel worden bepaald maar is normaliter kleiner dan 50 r.p.m.'. Sterbacek vermeldt dat de grootste agitatie zal worden bereikt met die stators die de grootste energietoevoer vragen(?). In het algemeen is dit het geval met een stator met breedte 0,11 à 0,13 D.

Gebruiken we opstelling I en II voor het homogeen in suspensie houden van discrete deeltjes (A-kool) zwaarder dan de vloeistof dan voldoet apparaat II met de laag geplaatste roerder duidelijk beter dan I. T.a.v. de vlokvorming voldoet I beter zoals afb. 2 toont.

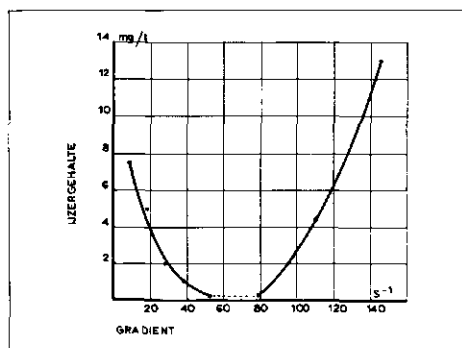
Om onder gelijke G te flocculeren vraagt II een hoger toerental. Dit zou een ongunstige invloed kunnen uitoefenen op de sedimentatieresultaten.

De bredere roerder van opstelling I toegepast in beker II levert bij gelijke  $G = 90 \text{ s}^{-1}$  een duidelijke betere sedimentatie op.

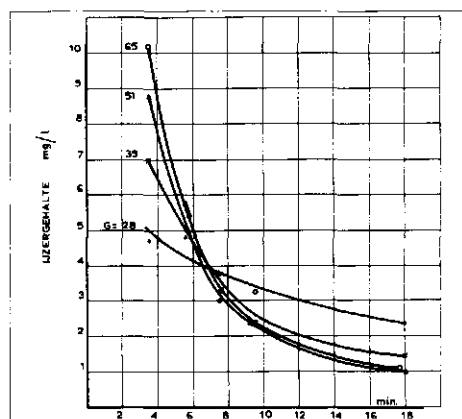


Afb. 2 - Vergelijking van de bezinkresultaten na vlokvorming met apparaat I en II.

▲ roerarm I en stator II  
 $G = 90 \text{ s}^{-1}$ : —  
 $G = 30 \text{ s}^{-1}$ : - - - -



Afb. 3 - Sedimentatie resultaten na 10 min. en 8,5 cm onder niveau. 2 l beker.  $Fe_{111}$  dosering 15 mg/l. Flocculatielijd 10 min. pH 8,35.



Afb. 4 - Sedimentatie resultaten 10 cm onder niveau. 2 l beker. Dosering 10 mg/l.  $Fe_{111}$  pH 8,2. Flocculatie: 10 min. Beginconc. IJzer = 45 mg/l.

### Ijking van de roerderopstelling

De gradient G zal voor elke opstelling experimenteel moeten worden bepaald bij voorkeur bij twee verschillende temperaturen en bij een aantal (n) toerentalen (tabel I).

Uit de waarnemingen blijkt, voor de beide opstellingen I en II, het quotiënt van het

moment T en het kwadraat van de r.p.s. constant te zijn. De relatie voor G wordt nu van de gedaante:  $G = C_1 N^b$  bij constante temperatuur en een vast volume in behandeling genomen water.

Uit  $C_1$  kan de viscositeit  $\eta$  en het volume V worden afgezonderd hetgeen de energieconstante C (W · s) oplevert in de formule

$$G = \left( \frac{C \cdot N^3}{\eta \cdot V} \right)^{1/2}$$

De regressiecoëfficiënt b en de constante  $C_1$  zijn statistisch berekend en gegeven in tabel I.

Met  $V = 1,7 \cdot 10^{-3}$  ontstaan de volgende algemene formules:

apparaat I  $G \approx 1,65 \eta^{-0,5} N^{1,5}$

apparaat II  $G \approx 1,17 \eta^{-0,5} N^{1,5}$

De curves uit afb. 1 van het artikel van Camp kunnen worden benaderd met  $G = 2,9 \eta^{-0,5} N^{1,5}$  met  $V = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ . Correctie met het volume levert in deze drie gevallen voor de energieconstante C, buiten het wortelteken, resp. 0,07, 0,05 en 0,13.

Dit betekent dat met de opstelling van Camp de opgewekte gradiënt vrijwel het dubbele bedraagt van opstelling I en vrijwel het drievoudige van opstelling II bij gelijke

TABEL I.

ap- pa- raat	aantal mingen	waarne- temp. °C	b	$C_1$	C
I	6	13	1,495	48,87	$69,88 \cdot 10^{-3}$
	4	36,5	1,478	61,78	$67,44 \cdot 10^{-3}$
II	9	12,5	1,485	34,27	$49,35 \cdot 10^{-3}$
	8	39	1,526	44,15	$47,07 \cdot 10^{-3}$

toerentalen. Opstelling I en II zijn voorzien van twee stators; de opstelling van Camp heeft drie stators.

### Coagulatie-proeven

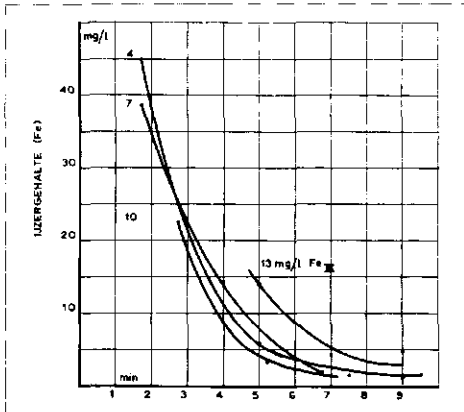
Het filterspoelwater is tot vlokvorming gebracht m.b.v. apparaat I en de statische vlokvormer (pilot unit:  $nV = 3,5 \text{ m}^3$ ) met 12 compartimenten. Het onderzoek is ingesteld aan de hand van de volgende leidraad.

a. Bepaal het energiegebied waarin de gewenste flocculatie tot stand komt (enige overdosering aan chemicaliën en te ruim bemeten tijd zullen het beeld niet wezenlijk verstoren) afb. 3 en 4.

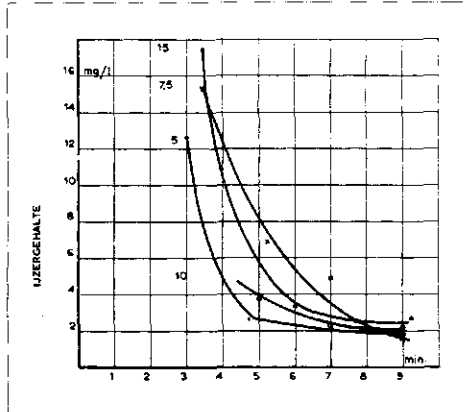
b. Bepaal de optimale (= minimale) hoeveelheid chemicaliën, afb. 5.

c. Bepaal de minimale en maximale flocculatieuur, afb. 6.

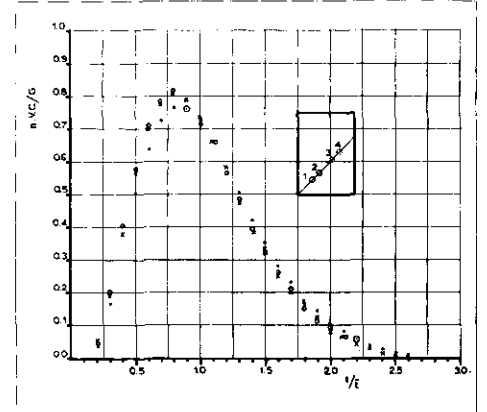
d. Bepaal het energiegebied nogmaals. Ter vergelijking zijn in afb. 7 de sedimentatieresultaten weergegeven van de statische vlokvormer. De gemiddelde verblijftijd is 6 min. en G varieert tussen 26 en  $47 \text{ s}^{-1}$ . De gemiddelden van 11 waarnemingen zijn



Afb. 5 - Sedimentatie-resultaten 8,5 cm onder niveau. 2 l beker; pH 8,2. Dosering: 4, 7, 10 en 13 mg/l. Fe<sub>111</sub>.



Afb. 6 - Sedimentatie-resultaten 8,5 cm onder niveau. 2 l beker; pH 8,2. Dosering: 10 mg/l Fe<sub>111</sub>; G = 51 s<sup>-1</sup>. Flocculatie-tijd 5; 7,5; 10 en 15 min.



Afb. 9 - 20 l-model, 4 compartimenten. Doorstroomcombinatie 1-4, 500 l/h. • pijplengte 10 mm o pijplengte 35 mm x pijplengte 53 mm

weergegeven, waarbij de capaciteit is gevarieerd tussen 16 en 40 m<sup>3</sup> · h<sup>-1</sup>. De beginconcentratie aan ijzer schommelt tussen 21 en 50 mg/l. Ondanks de wisselende belasting wordt m.n. in het laatste compartiment een constante eindwaarde bereikt. De ongelijkheid aangeduid met de maatstaf van Theil<sup>5</sup> is voor het laatste compartiment 0,86 % (1/Imax x 100 %; Imax = 1,041) en voor het 6e en 9e compartiment resp. 1,06 en 2,31 %.

Het kaliumpermanganaatverbruik wordt, onafhankelijk van de uitgeoefende gradient, gereduceerd van gemiddeld 60 naar 12 - 14 mg/l.

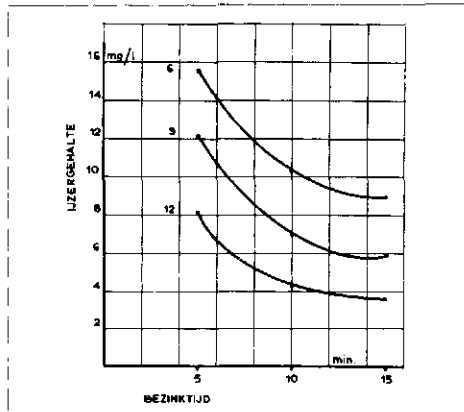
Uitbreiding van de flocculatie-condities tot G=40, T=8 min; G=70, T=10 min. en G=93, T=8 min. leveren vrijwel gelijke bezinkresultaten.

De effectiviteit van de statische flocculatie is gecontroleerd door uit het 11e compartiment een monster te nemen en de flocculatie gedurende 5 min. voort te zetten met het laboratorium-apparaat, afb. 8.

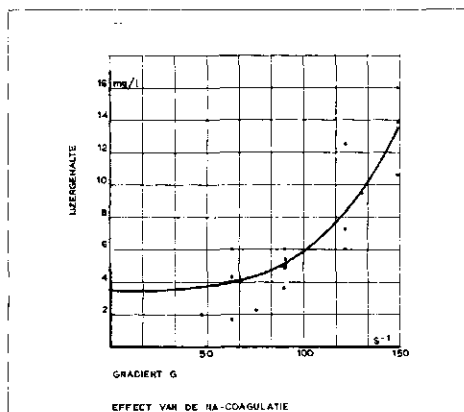
Het ijzergehalte uit de statische flocculatie bedraagt gemiddeld, na bezinking, 3,5 mg/l (31 < G < 47). Na toepassing van de laagste G gedurende 6 min. kan de sedimentatie door de nabehandeling worden verbeterd tot 2 mg/l. Gemiddeld blijven de resultaten constant tot G = 90 s<sup>-1</sup>, hogere gradienten beïnvloeden de resultaten in ongunstige zin.

### Spreiding in de verblijfsduur

De spreiding in de verblijfsduur kan men experimenteel bepalen door stootsgewijs een tracer te injecteren of sprongsgewijs een dosering te starten en/of te stoppen. In beide gevallen blijft het apparaat continu functioneren. Aan de uitgang wordt de concentratie van de tracer gemeten als functie van de tijd. Voor het in grafiek brengen zijn de verhoudingscijfers gebruikt: voor de tijd t/T = t · q/n · V en voor de

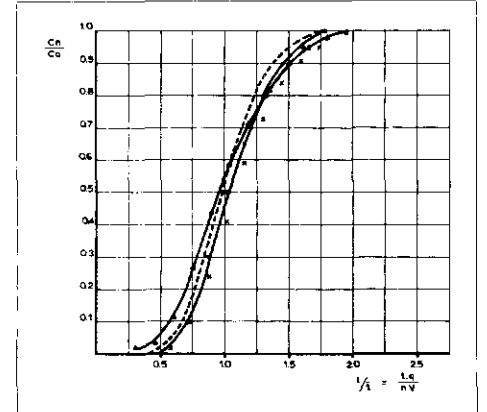


Afb. 7 - Bezinkresultaten met statische flocculator. Monsters uit 6e, 9e en 12e compartiment. t = 30 s. Aanvangsgehalte aan ijzer 38 mg/l.



Afb. 8 - Effect van de na-coagulatie.

concentratie n · V · C/G, waarin nV het volume van de flocculator voorstelt, C de gemeten concentratie en G de geïnjecteerde hoeveelheid tracer. De momentane dosering (afb. 9) is toegepast in een proefmodel met vier compartimenten en een totaal inhoud van 20 l (= n · V). Onderzoek is ingesteld naar de invloed van de positie en van de lengte van de doorlaatpijpjes. De openingen zijn



Afb. 10. ● 11,5 m<sup>3</sup>/h; G = 29,0 s<sup>-1</sup> stroomopwaarts x 11,5 m<sup>3</sup>/h; G = 29,3 s<sup>-1</sup> stroomafwaarts ▲ 22 m<sup>3</sup>/h; G = 79 s<sup>-1</sup> stroomopwaarts

geplaatst op 1/4 en 3/8 uit de hoek waarbij, afwisselend per wand de openingen over de diagonaal zijn verschoven. De in het onderzoek betrokken lengte van de pijpjes is 1/d = 0,5, 1,5 en 2,5 d. Op grond van het onderzoek van Racz e.a. [6] is het langere pijpje en de positie op 3/8 gekozen.

In afb. 9 zijn de mogelijke posities van de doorlaatopeningen aangeduid. De geteste combinaties 1-3, 1-4, 2-3 en 2-4 met 1,5 d pijpje leveren vrijwel gelijke resultaten op, zowel bij 300, 400, 500 en 600 l/h.

De diverse lengtes van de pijpjes onderscheiden zich evenmin.

De curve is die van een systeem met enige dode hoeken.

De sprongsgewijze verstoring, waarbij men ervoor zorgt dat de concentratie C<sub>0</sub> in de tijd constant blijft, is toegepast in de statische vlokvormer met 12 compartimenten, afb. 10. De onderbroken lijn heeft betrekking op het berekende concentratieverloop voor een systeem met 12 compartimenten.

Elk compartiment is daarbij een ideale

menger met inhoud V. Op de ordinaat is aangegeven de concentratie op elk tijdstip in procenten van de eindconcentratie  $C_0$  oftewel de fractie die op tijdstip  $t$  het systeem heeft verlaten. Bijv. met  $t/T = 0,75$  is nog iets meer dan 80 % in het systeem aanwezig. De betekenis hiervan voor de coagulatie is dat bij vaststelling van de gemiddelde verblijfsduur op 8 min. en, zoals we hebben gezien een adequate flocculatie wordt bereikt in 6 min. 80 % van het water effectief 6 min. in de flocculator verblijft.

In afb. 10 zijn de verkregen lijnen met  $11,5 \text{ m}^3/\text{h}$  iets verschoven naar langere verblijfsduur, vermoedelijk is dit te wijten aan aanwijfsfouten van de flowmeter ( $10 - 40 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Uit de metingen komt nauwelijks enig verschil naar voren tussen het stroomopwaarts en -afwaarts gericht doorlaatpijpe ( $l/d = 1,5$ ). Bij hogere waarden van  $G$  lijkt de stroomopwaarts gerichte situering iets minder kortsluitstroming op te leveren. De  $22 \text{ m}^3$ -curve vertoont overeenkomst met een systeem met 10 compartimenten; het volumetrisch rendement is dus 83 % bij de maximale  $G$  en is, onder voorbehoud, 100% bij de minimale  $G$ .

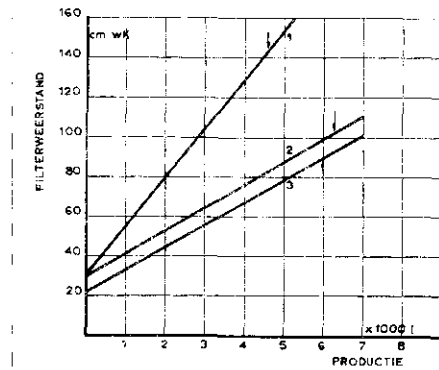
### Sedimentatie

Het onderzoek van de platenafscheiders heeft twee aspecten: het vermogen om een zo zuiver mogelijk effluent te produceren, en daarnaast, een slib met een aanvaardbaar hoog gehalte aan droge stof te vormen zonder stagnatie van het sediment tussen de platen. Indien het sediment in voldoende mate lost kan een langere verblijfsduur van het slib in de afscheider worden gekozen, waardoor een slib met een hoger gehalte aan droge stof ontstaat.

Met de beide onderzochte pilot units is het mogelijk slib met ca. 3,5 % droge stof te produceren zonder nadelig effect op de kwaliteit van het effluent. De hoeveelheid slib is bepaald door de vuillast van het influent van het te behandelen water. Aangezien deze vuillast, gemeten als ijzer, varieert tussen 80 en  $200 \text{ mg/l}$ , staan, vanwege de korte test-periode, onvoldoende betrouwbare cijfers ter beschikking.

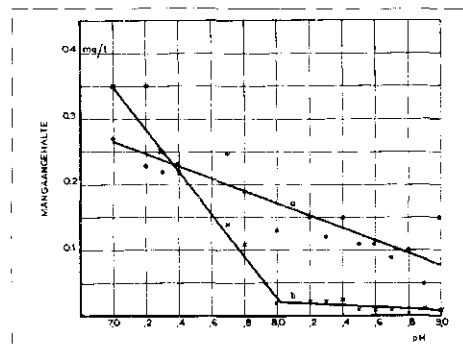
De afscheiders, aan te duiden met I en II, zijn simultaan getest door beide parallel op de statische flocculator aan te sluiten. Enkele kenmerkende verschillen tussen de afscheiders: tegenstroom en gelijkstroom systeem, de afscheider met het tegenstroom-principe heeft een voorbezinking en gegolfde platen, dit i.t.t. de afscheider met het gelijkstroomprincipe. Deze is voorzien van vlakke platen.

Evensals bij het vooronderzoek blijken ook nu de flocculatiecondities binnen de gestelde grenzen een beperkte invloed uit te oefenen op de sedimentatie resultaten. Ook hier



Afb. 11.

1) 1 m zand 0,6 - 1,25 mm  
2 en 3) 1 m zand + 0,25 antraciet 1,6 - 2,5 mm  
1 en 2) 9,6 m/h; 3) 7,35 m/h  
Het pijltje indiceert het moment van doorslag.



Afb. 12.

a: na de afscheider  $\phi$  200 mm  
b: na filtratie, filter  $\phi$  200 mm

TABEL II - Afscheider I.

G	0,5	0,7	1,0	1,25
30		1,7		
40	3,0	1,4		
50			4,8	
60		4,5		
95			5,5	7,6

TABEL III - Afscheider II.

G	0,5	0,65	0,75	1,0	1,2
30	1,8		4,7	11,7	
40	3,5		6,3	11,8	
60				10,3	12,0
65	4,9		7,7	16,2	
85		3,8		14,1	

bestaat een neiging tot hogere gehalten in het effluent met oplopende waarden van de gradient  $G$  (tabel II en III). In tabel II zijn de gemiddelde gehalten aan ijzer van een dag (ca. 8 waarnemingen) gegeven en in tabel III de gemiddelde van ca. vier waarnemingen weergegeven. Wordt in het effluent een ijzergehalte van  $5 \text{ mg/l}$  toelaatbaar geacht dan voldoet afscheider I tot een belasting van  $1,0 \text{ m/l}$  en afscheider II tot nauwelijks  $0,65 \text{ m/l}$ .

### Filtratie

De filtratieresultaten zijn verkregen met een proeffilter ( $\phi$  200 mm) na sedimentatie in een buis, eveneens  $\phi$  200 mm, geplaatst onder een hoek van  $60^\circ$ . De sedimentatie vindt plaats in tegenstroom met het water. Met ijzergehaltes van 3 -  $5 \text{ mg/l}$  in het te filteren water is met het éénlaagfilter (1 m zand 0,6 - 1,25 mm) een looptijd van 17 u realiseerbaar ( $9,6 \text{ m/h}$ ) en met het dubbellaagfilter (1 m zand + 0,25 m antraciet 1,6 - 2,5 mm) een looptijd van ca. 24 u ( $9,6 \text{ m/h}$ ) en een looptijd van 30 uur bij een filtratie snelheid van  $7,35 \text{ m/h}$ . In afb. 11 is het reëlere gegeven: de productie gehanteerd. De antraciet verhoogt de capaciteit met 37 % alvorens doorslag optreedt: de weerstandstoename is nog slechts 50 % (n.b. filterbed is nu 1,25 m). In tegenstelling tot het ijzer, dat over het gehele pH traject goed filtreerbaar is, is voor een goede verwijdering van het mangaan een  $\text{pH} > 8$  noodzakelijk, afb. 12. De pH oefent eveneens een duidelijke invloed uit op de concentratie van het mangaanoxyde in het effluent van de afscheider. pH-waarden kleiner dan 7.4 mobiliseren het mangaanoxyde in het filter waardoor de concentraties in het filtraat die van het te filteren water overtreffen.

### Samenvatting

Terugwinnen van het spoelwater is een water besparende maatregel die economisch verantwoord kan zijn. Uit het spoelwater van de grondwaterbedrijven kan op betrekkelijk eenvoudige wijze een goed drinkwater worden verkregen door toepassing van coagulatie (c.q. statische flocculator en plaat-afscheider) en filtratie. De gradient  $G$  — een maat voor de energietoevoer tijdens de vlokvorming — blijkt een goed criterium te zijn. Een dubbellaagsfilter verhoogt in aanzienlijke mate de productie.

### Literatuur

1. Mac Mullin, R. B. and Weber, M., *The theory of shortcircuiting incontinous flow mixing vessels in series and the kinetics of chemical reactions in such systems*. Trans. Am. Inst. Chem. Engrs. 31 (1934-'35) 409.
2. Mac Mullin, R. B. and Weber, M.: *Determining Efficiency of continuous mixers and reactors*. Chem. and Met. Eng. 42.5 (1935) 254.
3. White, A. and Sumerford, S.: *New data on Design of simple Paddle mixers*. Chem. and Met. Eng. 43 (1936) 370.
4. Sterbacek, Z. and Tausk, D.: *Mixing in the Chemical Industry*. Pergamon Press 1965.
5. Lisman, J. H. C.: *Maatstaven voor ongelijkheid* /1. Intermediair 10.7 (1974) 41.
6. Racz, I. G., Asmus, G. en Groot Wassink, J.: *Schaalverkleining van een neutralisatiebassin; een onderzoek naar de optimale plaats van de roerder bij gegeven bassingeometrie*. H<sub>2</sub>O 21 (1974) 466.

