

A  
2  
5  
74

BIBLIOTHEEK  
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW  
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

*Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas te  
Naaldwijk*

FILTRATIE EN ONTZOUTING VAN  
OPPERVLAKTEWATER

door :

*ing. C. Sonneveld &*

*J. van Beusekom*

*Naaldwijk, november 1974.*

*No. 675/1974.*

2233657

*INHOUD*

*Inleiding*

*Oriënterend onderzoek*

*Zandfiltratie*

*Ontzouting*

*Voorlopige conclusies*

*Bijlagen.*

## *INLEIDING*

Sinds enige tijd is er in de glastuinbouw belangstelling voor het ontzouten van water door middel van omgekeerde osmose. Het water dat op deze wijze wordt ontzout, moet aan hoge eisen voldoen voor wat betreft zwevende bestanddelen en helderheid. Indien veel zwevende bestanddelen in het water aanwezig zijn, zullen de voorfilters spoedig verstopt raken. Voor de ontzoutingsmembranen is namelijk een 10 micron-filter gebouwd. De helderheid van het water houdt verband met opgeloste stoffen, vooral humuszuren, die in het water aanwezig zijn. Een onvoldoende helderheid wijst op veel humuszuren in het water. De humuszuren passeren wel het voorfilter, maar vervuilen het membraanoppervlak.

Om bovengenoemde redenen is omgekeerde osmose in de nederlandse glastuinbouw alleen nog maar toegepast bij leidingwater en grondwater. Oppervlaktewater bevat zowel teveel zwevende bestanddelen als opgeloste organische verbindingen.

Op de meeste plaatsen in West-Nederland is het grondwater zeer zout en komt niet in aanmerking voor behandeling. Leidingwater is duur en komt om deze reden niet in aanmerking. Het oppervlaktewater zou dan ook het enige water zijn dat op grote schaal voor behandeling in aanmerking zou komen.

Teneinde een oplossing te vinden voor de hiervoor genoemde problemen van oppervlaktewater, is in 1974 een onderzoek gestart naar de mogelijkheden van ontzouting van dit water door middel van omgekeerde osmose.

In 1973 waren reeds wat oriënterende proefjes gedaan. De resultaten hiervan worden eerst besproken.

## *ORIENTEREND ONDERZOEK*

*Zandfiltratie.* In een buis van ongeveer 15 cm diameter werd fijn duinzand aangebracht over een lengte van ongeveer 1 m. Het slootwater werd bovenop het zand gebracht en aan de onderzijde opgevangen. Het zandfilter bleek niet spoedig verstopt te raken. Zwevende be-

standdelen waren niet meer aanwezig, maar de kleur van het water was vrijwel gelijk aan die van ongefiltreerd water.

*Uitvlokken van organische stof.* Teneinde te proberen de opgeloste organische stof uit het water te verwijderen werd een proef genomen met toediening van aluminiumsulfaat. Humuszuren vlokken namelijk uit bij toediening van ijzer of aluminium. Aan oppervlaktewater dat met het hiervoor beschreven zandfilter was gefiltreerd, werden verschillende hoeveelheden aluminiumsulfaat toegevoegd. Daarna werd het  $\text{KMnO}_4$ -verbruik vastgesteld. In tabel 1 zijn de resultaten vermeld.

Soort water	mg $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ per liter	mg $\text{KMnO}_4$
Leidingwater	-	9,2
Slootwater	-	16,5
Slootwater	25	14,8
Slootwater	50	9,0
Slootwater	100	8,2
Slootwater	150	7,6
Slootwater	200	7,5

TABEL 1. Het uitvlokken van opgeloste organische stof door toediening van aluminiumsulfaat.

Bij toediening van de aluminiumsulfaat bleek, dat het uitvlokken spontaner plaats vond naarmate meer aluminiumsulfaat werd toegediend. Uit het  $\text{KMnO}_4$ -verbruik blijkt, dat na 50 mg per liter vrijwel geen uitvloking meer plaats vindt. Het  $\text{KMnO}_4$ -verbruik blijkt na toediening van 50 mg  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  niet hoger te zijn dan van leidingwater. Op het laboratorium werd nog nagegaan of het filtreren door filtreerpapier op het laboratorium invloed had op het  $\text{KMnO}_4$ -verbruik. Het  $\text{KMnO}_4$ -verbruik werd daartoe ook bepaald na filtratie op het laboratorium. Het filtreren had echter geen invloed op het  $\text{KMnO}_4$ -verbruik.

*Actief Koolbehandeling.* Naast uitvlokken kan de organische stof uit oppervlaktewater worden verwijderd door adsorbtie aan actief

kool. Hiervoor werd een klein koolfiltertje gebouwd. Het had een diameter van 5 cm en een hoogte van ongeveer 10 cm. Het bevatte ongeveer 200 ml actief koolkorrels. Het merk van de koolkorrels was R.B.A.A.

Inmiddels was een groot zandfilter gebouwd voor het filtreren van oppervlaktewater, dat hierna zal worden beschreven.

Voor de proeven met actief kool is water gebruikt van dit zandfilter.

Ook was op het laboratorium <sup>1)</sup> een absorptiometrische methode ontwikkeld voor het meten van de kleur van het water. Met deze methode wordt een goede indruk verkregen van de hoeveelheid opgeloste organische stoffen in het water. De methode is echter veel eenvoudiger dan het het bepalen van het  $\text{KMnO}_4$ -verbruik. De resultaten worden weergegeven als procenten transmissie (T). Het getal is hoger naarmate de kleur van het water intenser is.

In het koolfiltertje werden enkele proefjes gedaan met filtratiesnelheden. In tabel 2 zijn de resultaten weergegeven.

Proef 1			Proef 2	
Cap. in l/uur	T	$\text{KMnO}_4$	Cap. in l/uur	T
Controle	78,6	20,8	Controle	78,6
2 liter	96,4	6,0	1,2 liter	93,6
4 liter	92,0	4,4	1,5 liter	92,6
15 liter	85,6	21,6	2,5 liter	91,4
			4 liter	89,9
			10 liter	87,2
			Leidingwater	89,5

TABEL 2. De invloed van de filtratiesnelheid bij actief kool op de opgeloste organische stof.

Een filtratiesnelheid van 15 l per uur in proef 1 is duidelijk te groot. In proef 2 daalt T enigszins onder invloed van een toenemende filtratiesnelheid. De resultaten zijn echter bij 4 liter per uur nog zeer goed. De waarde van T is dan nog bijna gelijk aan die bij leidingwater.

Het onderzoek is daarna voortgezet door na te gaan hoe lang het koolfiltertje bleef functioneren bij een capaciteit van 4 liter per uur. In tabel 3 zijn de resultaten opgenomen.

Aantal liters	Onbehandeld	Na koolfilter
60	63,6	82,8
75	63,1	82,2
100	57,6	76,2
125	60,6	70,8

TABEL 3. Het effect van de hoeveelheid water dat het koolfilter is gepasseerd op de opgeloste organische stof (T).

Zoals blijkt uit tabel 2, zijn de uitkomsten die aanvankelijk werden verkregen bij 4 liter per uur, beter dan na 60 liter. Het effect blijkt af te nemen bij toename van de hoeveelheid water dat het filter is gepasseerd.

#### ZANDFITRATIE

In oktober 1973 is een zandfilter gebouwd. In bijlage 1 is dit in beeld gebracht. Begin november is het filter in gebruik genomen. De eerste proeven die werden uitgevoerd hadden betrekking op de doorstroomsnelheid van het water. Verschillende snelheden zijn vergeleken. In tabel 4 zijn de resultaten opgenomen.

Filtratiesnelheid		KMnO <sub>4</sub> mg/l
l/min.	m.lin.	
2 l/minuut	1/3 m	45,2
4 l/minuut	2/3 m	41,9
7½ l/minuut	1 m	45,0
20 l/minuut	3 m	44,7
controle begin	-	43,6
controle eind	-	46,2
leidingwater	-	4,0

TABEL 4. Het KMnO<sub>4</sub>-gebruik van slootwater voor en na zandfiltratie bij verschillende doorstroomsnelheden.

Zoals blijkt, heeft de filtratiesnelheid geen invloed op het  $\text{KMnO}_4$ -verbruik.

Het onderzoek met het zandfilter is voortgezet, door na te gaan of de duur dat het filter wordt gebruikt van invloed is op de werking ten aanzien van de opgeloste organische stof. Op 15 november werd de filtratie via het zandfilter gestart en tot 29 november bleef de installatie in werking. De doorstromingsnelheid was 2 l/min. Met regelmatige tussenpozen werden het slootwater en het gefiltreerde water bemonsterd en op kleur onderzocht. De resultaten zijn in tabel 5 opgenomen.

Dagen filtreren	Slootwater T	Gefiltreerd T	Vershil
0	65,9	65,0	+ 0,9
1	66,0	65,8	+ 0,2
5	59,0	61,4	- 2,4
6	62,5	60,6	+ 1,9
7	61,2	61,4	- 0,2
8	57,2	61,1	- 3,9
11	66,2	67,4	- 1,2
Gemiddeld	62,6	63,2	- 0,7

Tabel 5. Het effect van de filtratieduur op de opgeloste organische stof (T).

Uit de resultaten blijkt, dat de duur van de filtratie geen duidelijke invloed heeft op de uitkomst.

#### ONTZOUTING

In januari 1974 is gestart met het ontzouten van oppervlaktewater na zandfiltratie. Drie verschillende systemen zijn beproefd.

1. Systeem Werkspoorwater, Holle vezel membraan van Du Pont.
2. Systeem Conhag, Spiraalvormig gewikkelde cellulose acetaat membraan
3. Systeem Geveke, Vlakke celluloseacetaat membraan van D.D.S. van Ajax.

*Werkspoor Water*. Door deze firma was een kleine proefmodule ter beschikking gesteld. Deze module had de halve lengte van de kleinste modules die normaal in ontzoutings-installaties worden gebruikt. De druk waarbij gewerkt kon worden was 14 atm. Het water uit het zandfilter passeerde een 10 micro filter en werd daarna zonder verdere behandeling in het membraan gepompt. Het volgende programma is uitgevoerd.

7 - 1	tot 14 - 1	80 uur gewerkt. 25% permeate en 75% concentraat.
15 - 1	tot 18 - 1	75 uur gewerkt. 33% permeate en 67% concentraat.
18 - 1	tot 5 - 4	890 uur gewerkt. 50% permeate en 50% concentraat.
11 - 6	tot 24 - 7	400 uur gewerkt. 25% permeate en 75% concentraat.

In bovenomschreven periode is de module enkele malen gereinigd en wel na 425 uur met 2% Alcozym-oplossing, na 800 uur met 2% Alcozym-oplossing en daarna met PT-A behandeld en na 1.100 uur met 1% formaline.

De resultaten van de ontzouting zijn opgenomen in de bijlagen 2 en 3.

In tabel 6 zijn de gegevens over de zoutretentie samengevat.

Periode	Retentie CI	Retentie E.C.
0 - 500 uur	90%	89%
500 - 1.000 uur	65%	69%
1.000 - 1.500 uur	34%	36%

Tabel 6. De zoutretentie van het Du Pont membraan.

Zoals blijkt, loopt de zoutretentie van het membraan sterk terug. Dit zal waarschijnlijk zijn veroorzaakt doordat er bij ongeveer 400 uur bedrijfsuren een olie lekkage in de pomp optrad, waardoor een deel van de olie uit het carter van de pomp in het membraan terecht kwam. De ontzouting is daarna regelmatig teruggelopen.

Het membraan is na 1.500 uur voor een reinigingsbeurt teruggegaan naar *Werkspoor*. Na deze reinigingsbeurt werd het membraan op 16 september 1974 weer in gebruik genomen. De hoeveelheid permeate die het membraan daarna nog leverde was echter zeer gering, namelijk 100 ml per minuut. Bovendien bleek de ontzouting niet veel verbeterd. Verdere proeven zijn niet meer genomen, omdat een nieuw membraan in gebruik is genomen.



Het membraan leverde bij de ingestelde druk van 14 atm. ongeveer 600 ml permeate. In de winter was deze hoeveelheid wat kleiner, als gevolg van de lage watertemperatuur.

*D.D.S. - Geveke.* Door deze firma was een klein laboratorium apparaat ter beschikking gesteld. De bijgeleverde pomp had een capaciteit van 10 l per minuut en het membraan leverde ongeveer 300 ml permeate. De verhouding permeate : concentraat was dus ongeveer 3 : 100.

De druk waarbij werd gewerkt was 40 atm. Het water uit het zandfilter passeerde een 75 micron filter en werd daarna zonder verdere behandeling in het membraan geperst.

Het volgende programma is afgewerkt.

9 - 5	tot	20 - 5	250 uur gewerkt en daarna gespoeld met Alcozym.
11 - 6	tot	21 - 6	250 uur gewerkt en daarna gespoeld met Alcozym.
24 - 7	tot	2 - 8	220 uur gewerkt en daarna gespoeld met Alcozym.
6 - 8	tot	14 - 8	200 uur gewerkt en daarna gespoeld met Alcozym, en daarna met citroenzuur.
9 - 9	tot	16 - 9	170 uur gewerkt en daarna de proef gestopt.

De resultaten van het onderzoek zijn opgenomen in de bijlagen 3a en 3b. Zoals blijkt is er geen duidelijk verloop in de zoutretentie aanwezig. Voor chloor en voor geleidingsvermogen is de retentie gemiddelde 89%. Het membraan heeft dus 1090i bedr lijfsuren gemaakt. De hoeveelheid permeate die het membraan leverde was aanvankelijk ongeveer 300 ml per minuut. In de loop van een week à 10 dagen liep dit terug tot 250 ml. Daarna werd dan gespoeld met Alcozym (1 à 2%) gedurende een uur. De capaciteit keerde dan weer terug en liep in een periode van een week weer terug, waarna opnieuw werd gespoeld.

*Ajax - Conhag.* Door deze firma was een installatie geplaatst die 20 à 25 liter water per minuut gebruikte, waaruit 7 à 8 liter permeate werd gemaakt. De verhouding permeate : concentraat was dus ongeveer 1 : 2. Het water werd uit het zandfilter via een 10 micron filter rechtstreeks in de membranen gepompt bij een druk van 40 atm. Aan het water werd een wateronthardingsmiddel toegevoegd. Meestal werd ook wat aangezuurd. In de bijlage 4a en 4b zijn de resultaten opgenomen.

De installatie heeft in de periode tussen 22 april en 11 juli ruim 1.000 uur gewerkt. De membranen zijn tussentijds niet gereinigd.

De retentie voor het totaalzoutgehalte blijkt wat terug te lopen. Bij chloor is dit niet het geval. De retentie was voor het chloor gemiddeld 93% en voor het totaal-zoutgehalte 88%.

De pH van het permeate en het concentrate is soms laag. Dit wordt veroorzaakt door het aanzuren van het water. De zuurdosering verliep niet altijd goed.

#### *VOORLOPIGE CONCLUSIES*

Oppervlaktewater kan goed worden gefiltreerd door een zandfilter. Hierbij wordt de (colloïdale) opgeloste organische stof echter niet uit het water gefiltreerd.

Deze organische stof kan worden verwijderd door uitvlokken met aluminiumsulfaat of door koolfiltratie. Beide methoden lijken vrij duur en dienen nog nader te worden beproefd.

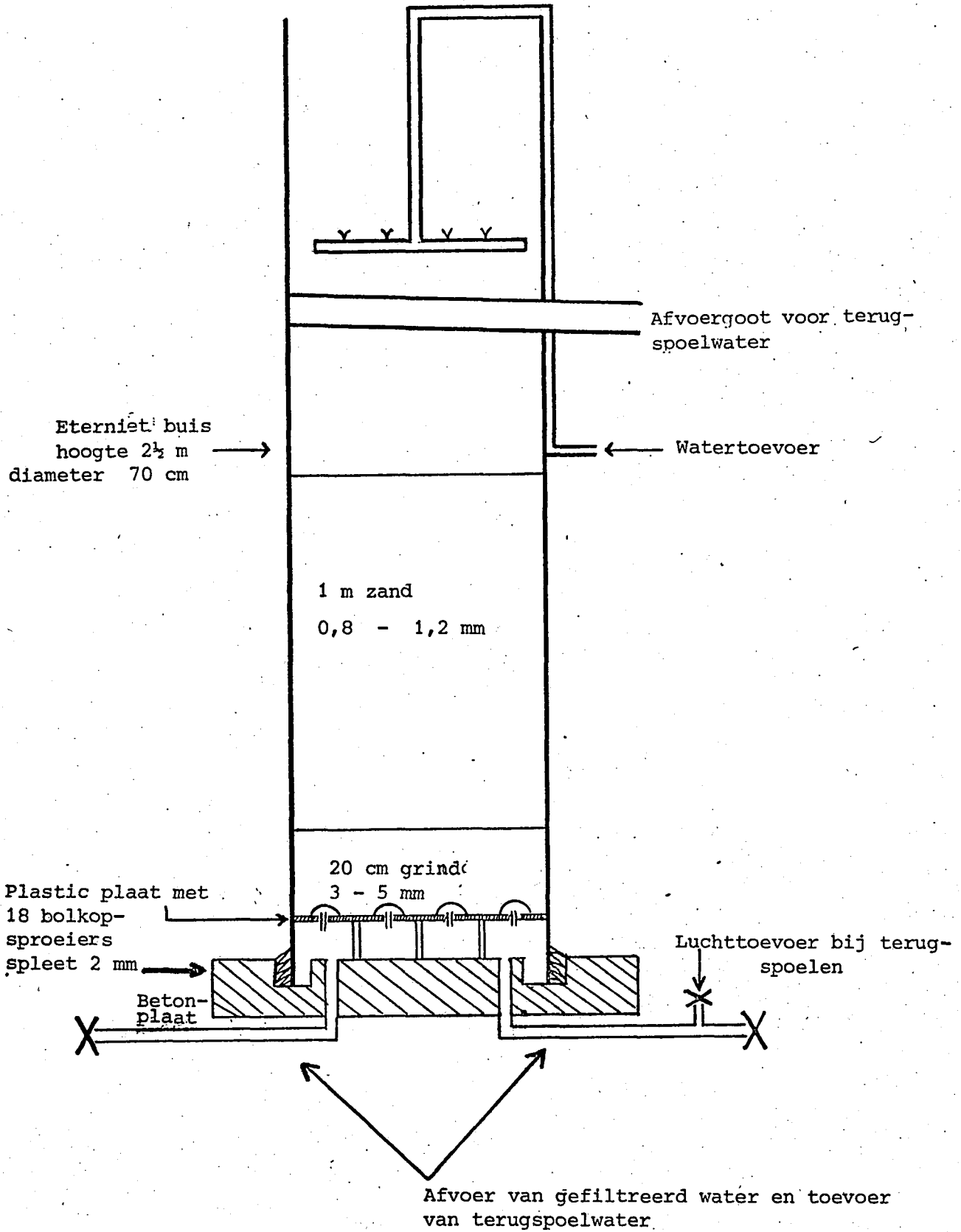
Bij het ontzouten van oppervlaktewater na zandfiltratie blijken de membranen van Du Pont (Werkspoor) en D.D.S. (Geveke) te worden vervuild door de opgeloste organische stof. Bij de membranen van Ajax (Conhag) is dit blijkbaar niet het geval.

De membranen van D.D.S. waren goed te reinigen met Alcozym. Over de mogelijkheden van reinigen van de Du Pont-membranen kan geen uitspraak worden gedaan, omdat die proef is gestoord door olievervuiling. Het onderzoek met deze membranen is voortgezet.

*LITERATUUR*

1. S.S. de Bes : De kleurmeting van oppervlaktewater.  
Intern verslag Proefstation Naaldwijk 1973.

ZANDFILTER



## Bijlage 2a

## CHLOOR - WERKSPoor

Data	Sloot	Zand- filter	Permeate	Concentra- te	Reten- tie	Bedrijfs- uren
7 - 1	133		13	168	90	0
15 - 1	96	90	1	141	99	80
18 - 1	103	103	4	212	96	150
25 - 1	132	134	9	248	93	225
1 - 2	124	124	16	209	87	425
11 - 3	121	122	24	208	80	425
15 - 3	104	102	14	186	87	550
26 - 3	131	135	54	215	59	800
27 - 3	137	140	36	223	74	825
9 - 4	173	173	64	262	63	1050
12 - 6	72		43	94	40	1100
21 - 6	157		100	186	36	1150
15 - 7	57		38	56	33	1250
18 - 7	60		44	68	27	1450
17 - 9	260		158	253	39	1450

E.C. - WERKSPOOR

Data	Sloot	Zandfilter	Permeate	Concentrate	Retentie
7 - 1	1,64		0,11	1,97	93
15 - 1	1,28	1,30	0,10	1,91	92
18 - 1	1,26	1,27	0,12	2,36	90
25 - 1	1,58	1,58	0,12	2,70	92
1 - 2	1,83	1,84	0,16	2,98	91
11 - 3	1,35	1,37	0,26	2,28	81
15 - 3	1,33	1,32	0,22	2,35	83
26 - 3	1,50	1,60	0,56	2,56	63
27 - 3	1,64	1,63	0,32	2,59	81
9 - 4	1,80	1,82	0,68	2,66	64
12 - 6	0,88		0,54	1,17	39
21 - 6	1,65		0,92	1,98	54
15 - 7	0,62		0,48	0,67	23
18 - 7	0,70		0,50	0,76	29
17 - 9	2,80		1,70	2,78	39

## TRANSMISSIE - pH - WERKSPoor

Data	Transmissie				pH			
	Sloot	Zand-filter	Perme-ate	Concen-trate	Sloot	Zand-filter	Perme-ate	Concen-trate
7 - 1	60	61	99	52				
15 - 1	67	67	99	55				
18 - 1	67	68	98	46				
25 - 1	65	67	99	47				
1 - 2	64	66	98	50				
11 - 3	68	69	96	53				
15 - 3	69	71	97	50				
26 - 3	66	65	93	44				
27 - 3	64	66	96	47				
9 - 4	62	64	91	48				
12 - 6	76		91	70				
21 - 6	58		84	52	7,8		7,6	7,5
15 - 7	75		88	72	7,1		7,7	7,9
18 - 7					7,7		7,3	7,4
17 - 9	47		79	49	7,7		7,5	7,3

## Bijlage 3a

CHLOOR - E.C. - D.D.S.

Data	Chloor				E.C.				Bedrijfs- uren
	Sloot	Perme- ate	Concen- trate	Reten- tie	Sloot	Perme- ate	Concen- trate	Reten- tie	
10 - 5	175	20	184	89	1,61	0,10	1,65	94	25
17 - 5	122	7		94	1,38	0,10		93	200
12 - 6	72	8		89	0,88	0,09		90	275
24 - 7	68	10	75	85	0,79	0,14	0,80	82	525
1 - 8	132	16	132	88	1,10	0,14	1,12	87	700
6 - 8	130	16	142	88	0,98	0,14	0,98	86	725
9 - 8	131	20	130	85	0,98	0,14	1,00	86	800
11 - 9	78	6	78	92	1,16	0,11	1,14	91	950
16 - 9	242	14	250	94	2,68	0,24	2,76	91	1090



Bijlage 3b

TRANSMISSIE - pH - D.D.S.

Data	Transmissie			pH		
	Sloot	Permeate	Concentrate	Sloot	Permeate	Concentrate
10 - 5	62	98	63			
17 - 5	68	98				
12 - 6	76	97				
24 - 7	71	98	71	7,4	6,8	7,4
1 - 8	60	100	61	7,7	6,8	7,4
6 - 8	64	99	65	7,6	6,4	7,4
9 - 8	57	99	63	7,6	6,6	7,4
11 - 9	63	98	64	7,6	7,6	7,4
16 - 9				7,7	7,3	7,5

## Bijlage 4a

CHLOOR - E.C. - AJAX

Data	Chloor				E.C.			
	Sloot	Per- meate	Concen- trate	Re- tentie	Sloot	Per- meate	Concen- trate	Re- tentie
22 - 4	178	14	210	92	1,74	0,08	2,05	95
29 - 4	118	9	138	94	1,18	0,06	1,38	95
31 - 5	194	13	257	93	1,77	0,16	2,33	91
11 - 6	62	4	82	94	0,76	0,14	0,98	82
26 - 6	190	10	245	95	1,62	0,15	2,08	91
4 - 7	52	6	76	88	0,58	0,13	1,30	78
11 - 7	172	10	216	94	1,34	0,26	1,71	81

Bijlage 4b

TRANSMISSIE - pH - AJAX

Data	Transmissie			pH		
	Sloot	Permeate	Concentrate	Sloot	Permeate	Concentrate
22 - 4	57	98	52	7,3	5,7	6,4
29 - 4	70	98	66	7,1	6,7	6,1
31 - 5	64	99	55	7,6	7,6	7,7
11 - 6	65	98	73	7,4	6,7	7,2
26 - 6	60	98	51	7,4	5,8	6,4
4 - 7	81	98	78	6,1	4,3	2,9
11 - 7		95	55	7,2	7,2	6,8