

FERDINAND POSTMA-BIBLIOTEEK  
— P.U. VIR C.H.O. —

Hierdie boek moet nie later as die laaste gestr  
ingehandig we  
n.h. 74089

DIE DOELTREFFENDHEID VAN VERSKILLENDE SUIWERINGS-  
EN VERSPREIDINGSMETODES TEN OPSIGTE VAN DIE  
MIKROBIOLOGIESE KWALITEIT VAN DRINKWATER

deur

J.C. GELDENHUYS

Verhandeling aangebied ter gedeeltelike  
voldoening aan die vereistes vir die graad

MAGISTER SCIENTIAE

aan die

POTCHEFSTROOMSE UNIVERSITEIT  
vir  
CHRISTELIKE HOER ONDERWYS

November 1978

## UITTREKSEL

In die studie is bepaal hoe doeltreffend, mikroorganismes uit water verwyder word, in die proses van watersuiwering vir huis-houdelike gebruik, soos deur die Randwaterraad toegepas. Daar is veral gelet op die verwyderingseffek van die verskillende watersuiweringstryke en -prosesse. Mikrobiologiese, fisiese en chemiese bepalinge is gedoen op water afkomstig uit die verskillende stadia van die suiweringsproses. Die resultate van die verskillende analise is vergelyk en hieruit kon die doeltreffendheid van elk van die dryke en prosesse en die watersuiwering as geheel bepaal word t.o.v. die verwydering van die onsuiverhede, veral mikroorganismes. Die parameters wat hier 'n belangrike rol speel, is die standaardplaattelling, die bepaling van coliformorganismes, troebelheid, pH en chloorkonsentrasie.

'n Groep mikroorganismes met uiteenlopende morfologiese en fisiologiese eienskappe is aan 'n reeks laboratoriumtoetse onderwerp om vas te stel of daar enige verskille is in die doeltreffendheid waarmee die toetsorganismes deur die verskillende watersuiweringstryke en -prosesse verwyder en of gedood word. In al die laboratoriumeksperimente is gepoog om die toestande soos in die watersuiweringaanleg aangetref word, na te boots. Die toetsorganismes wat gebruik is, was Citrobacter freundii I, Escherichia coli I, Streptococcus faecalis, Staphylococcus aureus en die bakteriofaag van Salmonella typhi A:

In die laboratorium-koagulasie- en besinkingstoetse is twee koagulante, nl. gebluste kalk en 'n kwaternêre poli-amien (Superfloc C577) met mekaar vergelyk t.o.v. die verwydering van die toetsorganismes uit troebel Vaaldamwater. Die toetsorganismes is verskillend deur dieselfde koagulant met dieselfde dosis verwyder. Met hoër doserings het die verwydering toegeneem. In geval van beide die koagulante, was die persentasie verwydering van S aureus uit die water hoër as die persentasie verwydering van C freundii, E coli I en bakterieë soos getel by 22°C en 37°C. S faecalis, die kleinste toetsbakterie, is swakker ver-

wyder as bogenoemde groep. Die bakteriofaag het die swakste verwydering getoon. Waar die twee koagulante vergelyk is t.o.v. die verwydering van mikroörganismes is bevind dat Superfloc C577 die groep toetsorganismes as geheel beter verwyder het as gebluste kalk. Die vergelyking is gedoen by dieselfde persentasie troebelheidsverwydering.

Geen verskille kon bespeur word in die doeltreffendheid waarmee die verskillende toetsorganismes uit gekoaguleerde-besinkte water deur snelvalfiltrasie verwyder kon word nie. Die afsterwingspatroon van die toetsbakterieë in teenwoordigheid van 0,5 tot 1,5 mg per dm<sup>3</sup> beskikbare vrychloor was dieselfde en al die organismes is binne 5 minute gedood.

Die aanwending van chloor in verskillende vorms, beskikbare vrychloor en monochlooramien, en die wyse van aanwending, is bestudeer in verskillende laboratoriumeksperimente. Die doeltreffendheid van die chlooraanwendings is getoets aan die hand van plaattellings by 22°C en 37°C. Dit is bevind dat die beskikbare vrychloor die bakterieë gedood het binne 5 tot 10 minute na chlorering, maar dat bakteriese nagroei in die water na 48 tot 72 uur bespeur kon word. Met die gebruik van monochlooramien was die aanvanklike afname in bakteriegetalle stadiger, dog nagroei is eers na 10 dae waargeneem. Aanvanklike chlooring met vrychloor en daaropvolgende chlooraminering het nagroei doeltreffend bekamp tot 'n tydperk van 13 dae.

Opsommend kan gesê word dat die watersuiweringstelsels soos tans deur die Randwaterraad bedryf word, drinkwater van 'n goeie fisiese, chemiese en mikrobiologiese gehalte lewer, en dat daar 'n korrelasie tussen die laboratoriumskaaltoetse en die watersuiweringsaanleg bestaan.

## INHOUDSOPGAWE

1. Inleiding .....	1
1.1 Die suiwing van water vir huishoudelike gebruik ..	1
1.1.1 Koagulasie, uitvlokking en besinking .....	1
1.1.2 Filtrasie .....	2
1.1.3 Ontsmetting .....	2
1.2 'n Kort beskrywing van die Randwaterraad se drinkwa- terbronne, suiweringswerke en verspreidingsnetwerk .	3
1.2.1 Watersuiwing soos deur die Randwaterraad toege- pas .....	5
1.2.1.1 Koagulasie .....	5
1.2.1.1a Gebluste kalk as hoofkoagulant .....	5
1.2.1.1b Poliëlektroliete as primêre koagulante .....	6
1.2.1.2 Filtrasie soos deur die Randwaterraad toegepas .	6
1.2.1.3 Chlorering soos deur die Randwaterraad toegepas	7
1.3 Die verwydering van mikroorganismes deur die ver- skillende stadia van watersuiwing .....	9
1.3.1 Die verwydering van mikroorganismes deur koagula- sie, uitvlokking en besinking .....	10
1.3.2 Die verwydering van mikroorganismes deur sandfil- trasie .....	11
1.3.3 Die afsterwe van mikroorganismes tydens ontsmet- ting (chlorering) .....	12
1.4 Fisiese en chemiese parameters in die proses van watersuiwing en -verspreiding .....	14
1.5 Mikrobiologiese parameters en die toepassing daar- van in die proses van watersuiwing en -versprei- ding .....	15

1.5.1	Standaardplaattelling .....	17
1.5.2	Die coliformbakterieë .....	18
1.5.3	Fekale streptococci .....	21
1.5.4	<u>Clostridium perfringens</u> .....	23
1.5.5	Ander moontlike indikators .....	24
1.5.6	Virusse in drinkwater .....	25
1.6	Aanbevelings en standaarde vir die bakteriologiese kwaliteit van drinkwater .....	27
1.7	Doelstelling .....	27
2.	Praktiese ondersoek .....	29
2.1	Materiaal, metodes en media .....	29
2.1.1	Materiaal .....	29
2.1.2	Bepaling van mikrobiologiese parameters .....	29
2.1.2.1	Verdunning van watermonsters en mikrobiiese-sus= pensies .....	29
2.1.2.2	Standaardplaattelling vir lewensvatbare organis= mes .....	30
2.1.2.3	Totale coliformbakterieë .....	30
2.1.2.4	Fekale coliformbakterieë .....	31
2.1.2.5	Fekale streptococci ( <u>Streptococcus feacalis</u> ) ...	31
2.1.2.6	Koagulase-positiewe Staphylococci ( <u>Staphylococ= cus aureus</u> ) .....	31
2.1.2.7	<u>Clostridium perfringens</u> .....	32
2.1.2.8	<u>Pseudomonas aeruginosa</u> .....	32
2.1.2.9	<u>Salmonella typhi</u> A faag .....	33
2.1.3	Bepaling van die fisiese en chemiese parameters ..	33
2.1.4	Media en reagense .....	34

2.2	Eksperimentele werk .....	39
2.2.1	Monsterneming uit die watersuiweringsaanlegte ....	40
2.2.2	Laboratoriumeksperimente .....	42
2.2.2.1	Isolasie en suiwing van bakteriekulture en opstel van groeikurwes .....	42
2.2.2.2	Bereiding van hoë-titer-faagsuspensie .....	44
2.2.2.3	Koagulasie, flokkulasie en besinking .....	45
2.2.2.4	Filtrasie .....	48
2.2.2.5	Chlorering .....	49
2.2.2.6	Die natuurlike afsterwe van mikroörganismes in water .....	54
2.3	Bewerking van resultate .....	56
3.	Resultate .....	57
3.1	Verduideliking van die simbole en afkortings wat in die tabelle en figure gebruik is .....	57
3.2	Opsomming van die inhoud van die tabelle .....	58
3.3	Opsomming van die inhoud van die kaart, diagramme en figure .....	59
3.4	Tabelle .....	61
3.5	Kaart, diagramme en figure .....	122
4.	Bespreking van resultate en gevolgtrekking .....	136
4.1	Bespreking van resultate .....	136
4.1.1	Watersuiweringsaanlegte .....	136
4.1.2	Groeikurwes .....	137
4.1.3	Laboratoriumkoagulasie en -besinkingstoetse .....	137
4.1.4	Filtrasie .....	140
4.1.5	Chlorering .....	140
4.1.6	Oorlewing .....	142

4.2 Gevolgtrekking .....	143
--------------------------	-----

**Bedankings**

**Bibliografie**

DIE DOELTREFFENDHEID VAN VERSKILLENDE WATERSUIWERINGS- EN  
VERSPREIDINGSMETODES TEN OPSIGTE VAN DIE MIKROBIOLOGIESE KWALITEIT  
VAN DRINKWATER

1. INLEIDING

1.1 DIE SUIWERING VAN WATER VIR HUISHOUDELIKE GEBRUIK

Alle natuurlike water bevat 'n verskeidenheid van onsuierhede en mikroörganismes in konsentrasie en getalle afhangend van die geskiedenis en aard van die kontak met die atmosfeer en omgewing (Hamer, Jackson & Thurston, 1961, p. 1; Holden, 1970, p. 4; Hall & Görgens, 1978, p. 2). Die onsuierhede bestaan uit gesuspendeerde kolloïdale en opgeloste organiese en anorganiese stowwe (Fair & Geyer, 1954, p. 462), terwyl die bakterieë en virusse in die gesuspendeerde fraksie aangetref word. Die organismes mag skadelik of onskadelik wees, gevolglik kan siekte-veroorsakende organismes deur water gedra en versprei word (Ciaccio, 1971, p. 639). Watersuiweringwerke is ingestel om alle ongewenste materiaal te verwyder en water te produseer wat ten alle tye veilig en esteties aantreklik sal wees om te drink.

In die suiweringsaanleg word verskillende watersuiweringprosesse en -bedrywe toegepas om water te suiwer, nl. koagulasie (uitvlokking), besinking, filtrasie en ontsmetting nadat die water verhelder is. Omdat die onderhawige studie klem lê op die verwydering van mikroörganismes sal die fisies-chemiese aspekte van watersuiwering oorsigtelik behandel word.

1.1.1 KOAGULASIE, UITVLOKKING EN BESINKING

Die eenheidsproses, koagulasie en die eenheidsbedrywe, uitvlokking en besinking sal vir die doel saam behandel word, alhoewel daar duidelike verskille is (Van Duuren, 1976, p. 1). Natuurlike besinking van die klein gesuspendeerde kolloïdale deeltjies vind stadig plaas en kan versnel word deur die byvoeging van koagulante wat die stabiele kolloïdale suspensie sal destabiliseer (The Ame-

ican Water Works Association, 1971, p. 72). Nadat die koagulant bygevoeg en vermeng is met die water en destabilisasie bewerkstellig is, vind uitvlokking plaas.

Klein deeltjies bots teen mekaar terwyl stadige vermenging plaasvind en swaarder vlokkies vorm wat besink.

Verskillende tipes koagulante word algemeen gebruik, bv. ystersulfaat ( $\text{FeSO}_4$ ), gebluste kalk ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), aluminiumsulfaat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) en verskillende sintetiese organiese poliëktroliete. Om uitvlokking te versnel, word soms gebruik gemaak van hulpuitvlokkmiddels (Hoffman, 1976, p. 69, 77).

### 1.1.2 FILTRASIE

Filtrasie vind plaas in 'n sandbedding wat bestaan uit fyn gewaste sand van eenvormige grootte. Dit rus op lae growwe klip en gruis. Gesuspendeerde deeltjies word uit die water verwyder deurdat die sandbedding optree as 'n sif, of bloot deur die adhesie van die materiaal aan die sand (Hamer, et al., 1961, p. 77).

Stadige sandfiltrasie se doeltreffendheid word bepaal deur die teenwoordigheid van lewende mikroörganismes in die filterbedding. Water wat nie vooraf gekoaguleer is nie, word deur die filter gefiltreer. Waar die snelvalfilter gebruik word, moet filtrasie voorafgegaan word deur koagulasie en uitvlokking (Hamer, et al., 1961, p. 378).

### 1.1.3 ONTSMETTING

Wat die watersuiweringsproses aanbetref word die term sterilisasie nie gebruik nie, maar wel die term ontsmetting. Die proses het te make met die vernietiging van veral patogene in die water (Fair & Geyer, 1954, p. 794). Omdat chloor en osoon nie spesifiek optree teenoor mikroörganismes nie, word nie net patogene nie, maar ook nie-patogene en nie-skadelike organismes gedood. Dit is voordelig aangesien die teenwoordigheid van die nie-patogene mikroörganismes kan lei tot nagroei van bakterieë in lang pypleidings. Gevolglik kan daar ongewenste smake en geure in die water voorkom (White,

1972, p. 315). Volgens Palin (1974, p. 1) en The American Water Works Association (1971, p. 197) kan die kwaliteit van water verbeter word deur die verwydering van reuke en smake deur chlorering en osonerig, vergelyk ook O'Connor & Hash (1975, p. 114) en Tonelli (1976, p. 70).

Om enigsins effektief te wees, moet genoegsame hoeveelhede van die ontsmettingsmiddel op deurlopende basis gedoseer word, sodat dit goed versprei deur die water en soveel van die mikroörganismes as moontlik dood.

## 1.2 'N KORT BESKRYWING VAN DIE RANDWATERRAAD SE DRINKWATERBRONNE, SUIWERINGSWERKE EN VERSPREIDINGSNETWERK

Die Randwaterraad behandel water afkomstig uit die Vaaldam en die Vaalrivier-Barrage. Die Vaaldam dreineer gebiede in die Suidoos-Transvaal en die Oos-Vrystaat wat ylbevolkte landbougebiede is. Dorpies in die area is klein en geen noemenswaardige nywerhede kom voor nie. Water word direk uit die Vaaldam en die Vaalrivier-Barrage (Bowe-Barrage) onttrek en gesuiwer by die Suikerboschsuiweringswerke. Beide die onttrekkingspunte is geleë stroomop van die uitmonding van die Klip- en Suikerboschrandriviere.

Die Kliprivier dreineer die suidelike deel van die sentraal- en die westelike Witwatersrand, terwyl die Suikerboschrandrivier die oostelike gedeelte van die gebied dreineer. 'n Digbevolkte area met intensiewe mynbou- en industriële aktiwiteite word deur die strome gedreineer.

Stroomaf van die uitmonding van die twee takriviere in die Barrage (Benede-Barrage), word water by twee punte onttrek om by Vereeniging gesuiwer te word. 'n Gedeelte van die water uit die Vaaldam kan per pyllyn na Vereeniging vervoer word vir behandeling en vermenging met die Benede-Barrage-water. Drie tipes water word dus gesuiwer op twee verskillende plekke. Twee van die drie bronne, nl. die Vaaldam en Bowe-Barrage het basies dieselfde samestelling. (Kyk tabel I). Die water is van goeie gehalte. Die invloed van die gemineraliseerde, besoedelde takriviere kom duidelik na vore in die gehalte van die water wat by Vereeniging onttrek word uit

die Benede-Barrage. (Kyk tabelle II en III en vergelyk met tabel I, (Randwaterraad, 1977, p. 53). Die gegewens in die tabelle geld vir die tydperk April 1976 tot Maart 1977.

Koagulante wat gebruik word vir die besinking van die gesuspendeerde materiaal is gebluste kalk met geaktiveerde silika as hulp-uitvlokmiddel op Vereeniging- en Zuikerboschsuiwerings-aanlegte terwyl 30 persent van die water wat geproduseer word, behandel word met 'n kationiese poliëlektroliet met hoë molekulêre massa, nl. Superfloc C577.

Nadat die koagulante met die water vermeng is, vind besinking plaas in die besinkingsdamme wat uit primêre en sekondêre stelsels bestaan in geval van die gebluste kalk-geaktiveerde silika behandeling. 'n Enkele besinkingstelsel word gebruik by die poliëlektroliet behandeling. Kalkbehandelde water word na die primêre besinkingstelsel gestabiliseer met koolsuurgas. Na die besinking vloei die water deur 'n stelsel van snelvalsandfilters en die gefiltreerde water versamel in ondergrondse, bedekte reservoïers waar dit gechlloreer word. Water uit die reservoïers word aan die aanjapompstasies by Zwartkopjes, Palmiet en Eikenhof gelewer. Kyk diagram 1 vir 'n skematiese voorstelling van die twee tipes watersuiweringsaanlegte.

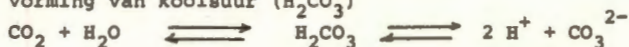
Die gebiede Vereeniging, Vanderbijlpark, Sasolburg en Sebokeng word direk deur die Vereenigingpompstasie bedien.

Water wat by die aanjapompstasies gelewer word, word gechllooramineer en in die Raad se verdelingsnetwerk gepomp vir verspreiding na opgaar-diensreservoïers of direk aan die verbruiker. Die verskaffingsterrein beslaan 17 132 vierkante kilometer. Dit strek van Pretoria in die noorde tot by Sasolburg in die suide, en Bethal in die ooste tot by Carletonville en Rustenburg in die weste. 'n Maksimum van 2 220 megaliter gesuiverde water kan per dag aan 4 860 000 mense in die gebied voorsien word. (Kyk kaart)

Die Randwaterraad stel dit ten doel om te alle tye drinkwater te produseer en te lewer wat van 'n hoë mikrobiologiese, fisiese en chemiese gehalte is. Kyk tabel IV vir bakteriologiese gehalte en



Natriumsilikaat word geaktiveer deur die pH van die oplossing te verlaag met die deurborreling van koolsuurgas en die gevolglike vorming van koolsuur ( $H_2CO_3$ )



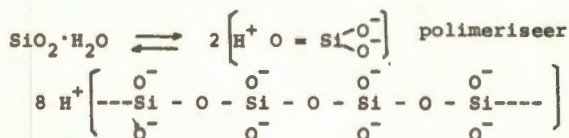
Die verlaging in pH het die vorming van meta-silikonsuur tot gevolg.



Natriumsilikaat meta-silikonsuur



Daar vind dan polimerisasie van die meta-silikonsuur-molekules plaas.



(Bell & Lott, 1966, p. 118; Cotton & Wilkinson, 1967, p. 470).

Die geaktiveerde silika dra 'n sterk negatiewe lading en as dit saam met gebluste kalk en kalsiumkarbonaat (wat sterk positief gelaai is), gebruik word, sal die silika die vlokkes saambind en besink saam met die negatief-gelaaide, gesuspenseerde materiaal.

#### 1.2.1.1b POLIELEKTROLIETE AS PRIMERE KOAGULANTE

Superfloc C577 is 'n kationiese polikwaternêre amien met hoë molekulêre massa, wat gebruik word as hoof-koagulant. Geen hulp-uitvlokmiddel word saam met die koagulant gebruik nie. Baie klein doserings word benodig in vergelyking met gebluste kalk, uitgedruk as kalsiumoksied (CaO). Doserings van een tot drie mg per  $dm^3$  Superfloc C577 word gebruik teenoor 40 tot 80 mg per  $dm^3$  kalsiumoksied.

#### 1.2.1.2 FILTRASIE SOOS DEUR DIE RANDWATERRAAD TOEGEPAS

Op albei die suiweringsaanlegte word gebruik gemaak van snelval-sandfilters. Water graviteer deur die filters teen 'n tempo van

tussen 2,5 tot 5,0 kubieke meter per vierkante meter per uur (m/h). Die vloeitempo word onder andere bepaal deur die ontwerp van die filter en ook deur die voorafgaande doeltreffende koagulasie.

Filtreerbeddings word in lae van onder na bo opgebou met die growwer filtreermedia in die onderste laag. Een tipe filter wat gebruik word, bestaan uit die volgende lae:

150 mm klip (13,5 mm deursnee), 150 mm gruis (6,5 mm deursnee), 150 mm growwe sand (1,2 - 2,8 mm deursnee) en 760 mm fyn sand met partikel groottes van tussen 0,5 en 1,0 mm deursnee.

Die filtreersand het 'n uniformiteits-koëffisiënt van nie hoër as 1,5 nie. 'n Ander tipe filtreerbedding wat gebruik word is opgebou uit die volgende lae:

150 mm growwe sand (2,2 - 2,6 mm deursnee), 540 mm fyn sand (0,48 - 0,58 mm deursnee) en 300 mm antrasiet met partikel groottes van tussen 0,98 en 1,1 mm deursnee. In dié geval lê die uniformiteits-koëffisiënt van die fyn sand tussen 1,35 en 1,55 en die van die antrasiet tussen 1,1 en 1,4.

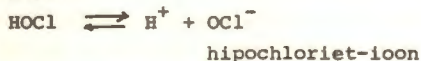
Indien die filter doeltreffend bedryf word, is dit moontlik om 'n filtraat te lewer met 'n troebelheid van laer as 1,0 mg per dm<sup>3</sup>.

### 1.2.1.3 CHLORERING SOOS DEUR DIE RANDWATERRAAD TOEGEPAS

Indien chloorgas (Cl<sub>2</sub>-molekulêre chloor) deur suiwer water borrel, hidroliseer die chloor en vorm soutsuur en hipochloorsuur.



Die hipochloorsuur dissosieer en vorm waterstof en hipochlorietione.



Al drie die vorms van chloor, nl. molekulêre chloor (Cl<sub>2</sub>), ongedissosieerde hipochloorsuur (HOCl) en die hipochloriet-ioon (OCl<sup>-</sup>) bestaan ewig met mekaar in 'n oplossing van chloor in water.

Die relatiewe verhouding tussen die drie chloorspesies word bepaal deur die pH en temperatuur (Hamer, et al., 1961, p. 339). Uit figuur 1 kan die verhouding van die verskillende chloorspesies tot mekaar, by verskillende pH waargeneem word (Hamer, et al., 1961, p. 340; Palin, 1974, p. 10; White, 1972, p. 186). Dit is duidelik dat by die normale pH van drinkwater (pH 7 tot 8) ongeveer 80 persent van die beskikbare vrychloor in die hipochloriet-ioonvorm, en 20 persent in die hipochloorsuur-vorm sal wees. Omdat die twee spesies se relatiewe konsentrasies in ewewig met mekaar is by die verskillende pH waardes, sal die meer beskikbare en reaktiewe spesie verbruik word. Die ewewig sal herstel word deur die dissosiasie of vorming van hipochloorsuur.

Die drie chloorspesies, nl. molekulêre chloor, hipochloorsuur en hipochloriet-ioon word in die water bepaal as beskikbare vrychloor (Palin, 1974, p. 12).

Komplekse reaksies vind plaas tussen chloor en die verskillende vorms van chloor en stikstofverbindings wat in die water teenwoordig mag wees (White, 1972, p. 190). In water wat geen stikstof bevat nie, sal alle chloor wat bygevoeg word, verskyn as beskikbare vrychloor. Waar daar stikstofverbindings teenwoordig is in anorganiese vorms soos ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) of organiese vorms soos aminosure en proteïene, sal chloor met die verbindings reageer. Chlooramiene word gevorm.

Die reaksies vind plaas tussen stikstofverbindings met een of meer waterstofatoom en chloor. 'n Tipiese reaksie vind tussen chloor en ammoniak plaas met die vorming van mono-, di- en trichlooramien (stikstoftrichloried).



Die vorming van chlooramiene word bepaal deur die pH en die chloor-tot-stikstof-verhouding. By 'n pH van tussen 7 en 8 en 'n chloor-tot-stikstof-verhouding van 5:1 (op 'n massa tot massa-basis) sal hoofsaaklik monochlooramien gevorm word. Indien die chloor-stikstof-verhouding verhoog word na 15:1 sal eers di-chlooramien en daarna tri-chlooramien gevorm word (White, 1972, p. 196). Griffin

(White, 1972, p. 194) het gevind dat deur chloor by water te voeg wat stikstofverbindings bevat die beskikbare chloorkonsentrasie toeneem tot 'n hoogtepunt. Daarna daal dit tot 'n minimum. Na die laagtepunt neem die beskikbare chloorkonsentrasie weer toe. Die laagtepunt staan bekend as die breekpunt. Figuur 2 gee 'n voorstelling van die reaksies wat plaasvind gedurende breekpuntchloorering (White, 1972, p. 195; Hamer, et al., 1961, p. 341).

Die chloor reageer met stikstof totdat die breekpunt bereik is deur die vorming van mono- en di-chlooramien. Dié reaksies vind plaas totdat alle oksideerbare stikstofverbindings met chloor ge-reageer het, na dié punt verskyn die chloor in die beskikbare vry-vorm.

Dit is baie belangrik in drinkwater dat die chloor-stikstof-verhouding korrek bly sodat slegs monochlooramien gevorm word, - die verbinding is reukloos en kleurloos. Die verbinding is nie so sterk bakteriosidies as di- of tri-chlooramien nie. Laasgenoemde twee verbindings kan wel die oorsaak wees van chlooragtige reuke en smake in die water. Fenoliese verbindings, teenwoordig in sulke water, mag met die chloorverbindings reageer en medisinale reuke en smake tot gevolg hê (White, 1972, p. 196).

In die praktyk word water gechloreer tot 'n konsentrasie van 0,8 tot 1,2 mg per  $\text{dm}^3$  beskikbare vrychloor. Na 'n kontaktyd van tussen 6 tot 8 uur word die water gechlooramieer tot 'n monochlooramienkonsentrasie van ongeveer 0,6 mg per  $\text{dm}^3$ . Die laaste stap is nodig om 'n langwerkende bakteriosied of bakteriostaat te vorm wat bakteriese nagroei in lang pyleidings sal beperk (White, 1972, p. 317).

### 1.3 DIE VERWYDERING VAN MIKROORGANISMES DEUR DIE VERSKILLENDE STADIA VAN WATERSUIWERING

Die watersuiweringsbedrywe en -prosesse is nie almal primêr daarop ingestel om mikroörganismes te verwyder nie. Daar vind tog goeie verwydering plaas in sekere van die stappe wat ontwerp is om gesuspendeerde materiaal te verwyder. Volgens Fair & Geyer (1954, p. 581) vind daar 'n groot afname in bakteriegetalle plaas

gedurende besinking en filtrasie. Ontsmetting kan beskou word as die eenheidsproses wat uitsluitlik aangewend word om die getalle van mikroörganismes te verminder.

### 1.3.1 DIE VERWYDERING VAN MIKROÖRGANISMES DEUR KOAGULASIE, UITVLOKKING EN BESINKING

Carlson, Woodard, Wentworth & Sproul (1968, p. R105) het gevind dat die T2 bakteriofaag van Escherichia coli I en die tipe I poliovirus omkeerbaar aan die kleideeltjies adsorbeer in teenwoordigheid van verskillende katione, soos die van natrium en kalsium, en dan saam met die kleideeltjies besink en uit die suspensie verwyder word. Tot 99 persent van die oorspronklike faag- en viruskonsentrasie kon verwyder word in die spesifieke geval.

Dit is deur Chang, Stevenson, Bryant, Woodward & Kabler (1958, p. 55) bevind dat die N I H 93 ras van die coxsakie A2-virus meer geredelik uit suspensies verwyder kan word as die bakteriofaag van Staphylococcus aureus deur verskillende doserings aluminiumsulfaat en ferri-chloried. (Tussen 98,7 en 99,0 persent van die virusse is verwyder)

Deur die gebruik van verskillende koagulante kon tot 99 persent van die T2- en MS2-fage van E coli I uit suspensies verwyder word. Die koagulante was aluin en organiese poliëlektroliete soos Primafloc C-7 en A-10 (Chaudhuri & Engelbrecht, 1970, p. 566). Manwaring, Chaudhuri & Engelbrecht (1971, p. 300) bevind dat die verwydering van die MS2-faag nie so doeltreffend is met ferri-chloried as koagulant in teenwoordigheid van organiese materiaal nie. Thorup, Nixon, Wentworth en Sproul (1970, p. 100) het vasgestel dat die kationiese poliëlektroliet meer doeltreffend is vir die verwydering van die tipe I poliovirus uit water deur koagulasie en besinking as die anioniese en nie-ioniese poliëlektroliete. Die doeltreffendheid van aluin as koagulant is goed vergelykbaar met die doeltreffendheid van poliëlektroliete t.o.v. die verwydering van mikroörganismes.

Dit is deur Van Duuren (1969, p. 140; 1970, p. 1287) bevind dat bakterieë in suspensie, soos E coli I, Streptococcus faecalis en

Pseudomonas aeruginosa, meer gereëlik verwyder kan word as gesu-  
pendeerde kleideeltjies en dat E coli I makliker verwyderbaar is  
as S faecalis uit dieselfde suspensie met aluin as koagulant.

Beide Chang et al. (1958, p. 61) en Carlson, et al. (1968, p. R105)  
het aangetoon dat die virus in die besinkte vlok nie dadelik af-  
sterf nie, maar wel weer lewend uit die vlok kan kom as die vlok-  
deeltjies dissosieer.

### 1.3.2 DIE VERWYDERING VAN MIKROORGANISMES DEUR SANDFILTRASIE

In teenstelling met die stadige sandfiltrasie is die snelvalsand-  
filtrasie nie primêr ontwerp om mikroörganismes te verwyder nie.  
Die bakterieë en virusse wat wel verwyder word, sal in die vlok-  
deeltjies van die gekoaguleerde water vasgevang wees. Van Duuren  
(1967, p. 14). Berg, Dean & Dahling (1968, p. 197) rapporteer 'n  
verwydering van tussen 82 en 99,8 persent van Polio I-virusse uit  
water wat met gebluëte kalk gekoaguleer is en daarna deur snelval-  
filters gefiltreer is. Dit is deur Sproul (1972, p. 33) bevind  
dat die virusse nie verwyder word deur snelvalsandfilters indien  
dit nie geassosieer is met vlokdeeltjies in die gekoaguleerde water  
nie. Shane, Wilson & Fries (1967, p. 186) kon geen noemenswaar-  
dige afname vind in die getalle van die L P R - 1-virus deur fil-  
trasie na aluin koagulasie nie. In eksperimente wat Robeck, Clarke  
& Dostal (1962, p. 1285) gedoen het, is bevind dat tot 99 persent  
van die polio tipe I-virus uit gekoaguleerde water verwyder kan  
word deur filtrasie. In teenstelling hiermee het Guy, McIver &  
Lewis (1977, p. 423) bevind dat die snelvalfilters slegs sowat  
37,5 persent van die oorblywende virusse uit die gekoaguleerde  
water kon verwyder. Polio tipes I, II en III-virusse en T4-fage  
is in die geval gebruik.

Dat daar 'n verband bestaan tussen die troebelheid van die gefil-  
treerde water en die voorkoms van watergedraagde siektes onder  
die populasie in Chicago, V.S.A. is aangetoon deur Hudson (1962,  
p. 1265).

### 1.3.3 DIE AFSTERWE VAN MIKROORGANISMES TYDENS ONTSMETTING (CHLORERING)

Die presiese meganisme waardeur chloor teen bakteriese selle en virusse optree, is nog nie duidelik nie. White (1972, p. 216) gee die faktore wat moontlik 'n invloed mag hê op die doeltreffendheid van chloor as ontsmettingsmiddel as:

1. Chloorspesie wat teenwoordig is.
2. Chloorkonsentrasie.
3. Kontaktyd tussen chloor en mikroörganisme.
4. Temperatuur.
5. Tipe organisme.
6. pH.

Dat die pH definitief 'n invloed het op die werking van chloor, word bevestig deur Kott, Nupen & Ross (1975, p. 872) en Kott, Roze, Sperber & Betzer (1974, p. 168). Hulle toon aan dat chloor by 'n laer pH meer doeltreffend optree as by 'n hoër pH. By die laer pH is daar relatief meer hipochloorsuur as die hipochloriet-ioon teenwoordig (White, 1972, p. 218). Kott, et al. (1974, p. 870) het gevind dat poliovirus 2 meer weerstandbiedend is teen chloor as E coli I (ras E 25) by 'n pH tussen 6 en 10. Die hipochloorsuurvorm is blykbaar die mees dodelike chloorspesie omdat dit geen lading besit nie en soos watermolekules deur die selwande van bakterieë kan beweeg. Die feit dat chloor meer doeltreffend werk by 'n laer pH bevestig dit.

Lipinskaya (1961, p. 104) het gevind dat die bakteriese selle van E coli I, Salmonella typhi en Salmonella paratyphi chloor absorbeer en dat die hoeveelheid chloor geabsorbeer, direk eweredig toeneem met hoër chloorkonsentrasie buite die sel. Wyss (1961, p. 415) het dit bevestig en met baie sensitiewe metodes het hy aangetoon dat tussen 30 tot 50 persent van die geabsorbeerde chloor uiteindelik in die proteïen-gedeelte van die bakteriese selle gevind kon word. Deur die absorpsie van chloor word die ensiemstelsel aangeskiet. Dit is gevind dat die chloor met die sulfhidriël-groepe van die ensieme verbind en sodoende die ensiemwerking van die bakteriese selle vernietig. Die gevolg is dat die bakteriese selle sterf

(Dychdala, 1968, p. 283; Hugo, 1971, p. 141).

White (1975, p. 412) toon aan dat hipochloorsuur ongeveer 100 maal meer bakteriosidies is as hipochloriet-ione en dat die pH die bepalende faktor is in die vorming van die spesifieke chloorspesie. Verhoogde temperatuur verhoog die reaktiwiteit van die chloor so= dat 2,0 mg per  $\text{dm}^3$  chloor by 0° tot 5°C dieselfde effek het as 0,2 mg per  $\text{dm}^3$  by 20° tot 29°C by pH 7. Volgens Fair, et al. (1948, p. 1059) is hipochloorsuur ongeveer 80 maal meer reaktief teenoor bakterieë as hipochloriet-ione by 2° tot 5°C en pH 7. Indien die temperatuur van 20° tot 25°C verander sou word na 2° tot 6°C sal nege maal soveel monochlooramien benodig word, of 2,5 maal langer kontaktyd benodig word, om dieselfde persentasie afsterwe in E coli I en S typhi kulture te bewerkstellig (Tonelli, 1976, p. 60).

Friberg en Hammarström (1956, p. 130) het ook gevind dat baie lae beskikbare vrychloor-konsentrasies (0,025 tot 0,15 mg per  $\text{dm}^3$ ) benodig word om die dood van intestinale bakterieë te veroorsaak. Hulle het ook gevind dat die doeltreffendheid toeneem by laer pH en hoër temperature. Verder is gevind dat twee maal die hoeveelheid chloor benodig word om Salmonella typhimurium en S faecalis te dood as E coli I, Shigella sonnei of S typhi en dat S aureus ongeveer 1 mg per  $\text{dm}^3$  benodig vir inaktivering in dieselfde tydperk van een minuut. Dit is deur Shah & McCamish (1972, p. 658) gevind dat die f2-faag meer weerstandbiedend is teen chloor as die poliovirus.

Omdat dit alreeds aangetoon is dat die coliformbakterieë nie altyd meer weerstand het teen chloor as die virusse nie, kan die afwesigheid van coliforme nie altyd aanvaar word as betroubare indikator van die afwesigheid van patogene soos bv. poliovirusse nie (Burns & Sproul, 1967, p. 1848). Wyss (1961, p. 424) het bevind dat daar nie gesê kan word dat alle organismes in 'n sekere volume water gedood is deur die chloor net omdat die huidige isolasiemetodes nie die teenwoordigheid van die organisme kan aantoon nie.

#### 1.4 FISIËSE EN CHEMIESE PARAMETERS IN DIE PROSES VAN WATERSUIWERING EN -VERSPREIDING

Alhoewel die chemiese analise van water 'n wye toepassing het in drinkwater, speel dit nie so 'n groot rol om die absolute veiligheid van die water te verseker as die mikrobiologiese analises nie. Gereelde chemiese analises is nodig in die beheer van watersuiweringsprosesse en -bedrywe en ook om die kwaliteit van die inkomende onbehandelde en gesuiwerde water te bepaal (The American Water Works Association, 1971, p. 12). Die fisiese en chemiese parameters wat as bedryfsparameters beskou kan word, is: troebelheid, pH, hardheid, kleur, smaak, reuk en chloorkonsentrasie. Dit is moontlik om deur die aanwending van die watersuiweringstegnieke die konsentrasie of omvang van enige een van die parameters te verander.

Waterkwaliteit vir huishoudelike gebruik kan o.a. gemeet word aan die volgende parameters:

1. Toksiene, chemiese bestanddele, soos bv. lood, arseen, seleen, heksavalente-chroomverbindings, kadmium en sianied-verbindings.
2. Chloroformuittrekbare, organiese verbindings.
3. Kankerwekkende, polisikliese, aromatiese koolwaterstowwe.
4. Residue van insektmiddels.
5. Bestanddele wat in oormatige konsentrasie nadelig kan wees vir die mens of die dier, of probleme in die verspreidingsnetwerk kan veroorsaak, bv. fenoliese verbindings, mangaan, sink, magnesium, sulfaat-, nitraat- en waterstofsulfiedverbindings en chloriede.
6. Eienskappe wat die water minder aantreklik kan maak om te drink, maar nie noodwendig onveilig nie, bv. troebelheid, reuke, sake, kleur en oormatige konsentrasie beskikbare vrychloor.

Indien enige een van die bg. parameters gedurig gemonitor moet word, om te bepaal of die suiweringswerke die bestanddele verwyder, sal die spesifieke parameter ook as 'n bedryfsparameter beskou word (W.H.O., 1971, p. 32; S.A.B.S., 1971, p. 5).

Dit is duidelik dat die chemiese analise van water baie min of

geen inligting kan verskaf t.o.v. die bakterie inhoud van die water of die teenwoordigheid van rioolmateriaal nie. Die gevolg is dat daar nie op chemiese analise staat gemaak kan word om te bepaal of water patogene bevat of nie. Dutka, Chau & Coburn (1974, p. 1054) het gepoog om 'n verband te vind tussen sterole wat in fekale materiaal voorkom en bakteriële indikatororganismes, sodat daar moontlik gepraat kan word van chemiese indikatore van fekale besoedeling. Hulle het gevind dat daar tog 'n verband bestaan tussen dié chemiese verbindings en rioolbesoedeling. Dit is deur White (1975, p. 411) gestel dat die teenwoordigheid van organiese stikstofverbindinge kan dui op rioolbesoedeling.

Ongelukkig is die bakteriële parameters relatief swak bedryfsparameters omdat die resultate van die analyses eers beskikbaar is nadat die water die aanleg verlaat het. As gevolg hiervan het die bepaling van chloorkonsentrasie een van die belangrikste, enkele, chemiese bedryfsparameters geword in die proses van watersuiwering (The American Water Works Association, 1971, p. 9).

#### 1.5 MIKROBIOLOGIESE PARAMETERS EN DIE TOEPASSING DAARVAN IN DIE PROSES VAN WATERSUIWERING EN -VERSPREIDING

Drinkwater kan deur riool- of ander uitskeidingsmateriaal besoedel word met die gevolglike verspreiding van patogene organismes en die moontlike uitbreek van ingewandsinfeksies soos tifeuse koors en cholera (Cruickshank, Duquid, Marmion & Swain, 1975, dl. II, p. 273; National Research Council, 1977, hfst. III, p. 7). Die doel van die bakteriologiese analise van drinkwater is dus om die teenwoordigheid van fekale materiaal te bespeur (Holden, 1970, p. 192; Wilson & Miles, 1966, dl. II, p. 2514).

Omdat dit tegnies moeilik is om spesifieke patogene soos S typhi direk uit water op 'n kwantitatiewe wyse te isoleer, word die aandag gevestig op die gebruik en isolasie van ander mikroorganismes wat gewoonlik in rioolmateriaal teenwoordig is.

Dit is die indikatore van fekale besoedeling wat gewoonlik gebruik word om te dien as 'n aanduiding van die moontlike teenwoordigheid van fekale besoedeling. Die metode gee 'n kwantitatiewe aandui-

ding van besoedeling. Dit gee egter nie 'n direkte kwantitatiewe bepaling van patogene nie. Hieruit blyk dit dat die water moontlik patogene kan bevat.

Die ideale indikatororganisme van fekale besoedeling in water sou die organisme wees wat te alle tye 'n aanduiding kan gee van die teenwoordigheid of afwesigheid van patogene in die water. Dit sluit bakterieë, virusse en protosoë in. Ideaal sou die indikatororganisme voldoen aan die volgende vereistes (Ciaccio, 1971, vol. II, p. 644; Dutka & Chau, 1974, p. 392; National Research Council, 1977, hfst. III, p. 11):

1. Afkomstig wees van 'n spesifieke habitat.
2. Die populasie van die organisme in die water moet direkte verband hê met die mate van fekale besoedeling.
3. Moet teenwoordig wees wanneer ingewandspatogene aanwesig is.
4. Moet in groter getalle as die patogene voorkom.
5. Moet nie buite die liggaam vermeerder nie.
6. Langer oorlewings tyd buite die liggaam hê as die gehardste patoëen.
7. Meer weerstandbiedend wees teen verwydering deur die suiweringsprosesse en chlorering.
8. Moet bruikbaar wees in alle tipes water, van rioolwater tot gesuiwerde water.
9. Moet met eenvoudige, herhaalbare, spesifieke toetse met hoë sensitiwiteit aangetoon kan word.
10. Dit moet nie vir die mens patoëen wees nie.
11. Dit moet nie in onbesoedelde water teenwoordig wees nie.
12. Die organisme se eienskappe moet nie verander nie.

Dit is duidelik dat daar tot op hede nog nie so 'n organisme gevind is wat aan al die vereistes sal voldoen nie (National Research Council, 1977, hfst. III, p. 11). Omdat dit die geval is, word die aandag gevestig op die bepaling van bakteriegetalle van verskillende soorte om sodoende 'n beeld te verkry van die waterkwaliteit.

### 1.5.1 STANDAARDPLAATTELLING

Met die standaardplaattelling word gepoog om die getalle van alle lewensvatbare bakterieë van alle soorte in die water te bepaal. Nie-selektiewe media word gebruik met die gevolg dat alle bakteriese groepe op die media sal groei indien daar aan sulke groepe se spesifieke voedingsbehoefte voldoen kan word. Die streng anaërobe organisme en organismes soos Mycobacterium tuberculosis met spesifieke voedingsvereistes sal dus nie met gewone plaattellings aangetoon kan word nie (Grabow, 1970, p. 7; Holden, 1970, p. 200). Plaattellings gee nie die totale getal lewensvatbare organismes nie, maar slegs die getal wat in staat is om sigbare kolonies te vorm in die spesifieke medium, binne 'n sekere tyd en by 'n spesifieke temperatuur (National Research Council, 1977, hfst. III, p. 27).

Oor die algemeen groei die natuurlike waterbakterieë by temperatuur tussen 20° en 30°C, terwyl bakterieë afkomstig uit die grond, rioolmateriaal en ander bronne groei by temperature nader aan 37°C (Holden, 1970, p. 200; Ciaccio, 1971, p. 646). Indien groot getalle bakterieë getel kan word na inkubasie by 22°C kan dit beskou word as 'n redelike aanduiding van besoedeling deur organiese materiaal wat beskikbaar is as voedingsbron van bakterieë. Hoë tellings by 37°C kan dui op besoedeling afkomstig uit rioolmateriaal (Cruickshank, et al., 1975, p. 273; Wilson & Miles, 1966, p. 2515). Indien die verhouding van die telling by 22°C tot die telling by 37°C kleiner is as 10:1 mag daar tekens van rioolbesoedeling wees (Ciaccio, 1971, p. 659). Daar is dus 'n definitiewe verskil tussen die sanitêre betekenis van die plaattellings by die verskillende temperature. Nogtans is die plaattelling nie spesifiek genoeg om as 'n aanduiding van rioolbesoedeling te dien nie.

Dit is veral die veranderinge in plaattellings wat op verskillende tye op dieselfde plek of ander plekke geneem is wat van belang is. Die parameter kan baie waardevolle inligting verskaf aangaande die doeltreffendheid waarmee 'n watersuiweringsaanleg bedryf word en dit gee ook 'n goeie aanduiding van die algemene watergehalte. (Ciaccio, 1971, p. 646; W.H.O., 1971, p. 16; National Research Council, 1977, hfst. III, p. 293; Grabow, Isaacson, 1977, p. 3).

Die standaardplaattelling kan dien om 'n vroegtydige waarskuwing te gee van moontlike kontaminasie of stagnante water in verdelingsstelsels (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. (APHA-AWWA-APCF), 1976, p. 876; Grabow, 1970, p. 8; Wilson & Miles, 1966, p. 2515; W.H.O., 1971, p. 16).

#### 1.5.2 DIE COLIFORMBAKTERIEE

Die groep organismes wat baie meer as 'n direkte indikator van rioolbesoedeling en die moontlike teenwoordigheid van patogene kan dien, is die coliforme-groep-organismes (Wilson & Miles, 1966, p. 2515). In die onderhawige studie is gehou by die Britse definisie van die coliforme-organismes, nl. alle Gramnegatiewe aërobe en fakultatiewe anaërobe nie-spoorvormende bacilli wat die vermoë besit om laktose te fermenteer met die produksie van suur en gas in teenwoordigheid van galsoute by 37°C binne 48 uur (W.H.O., 1971, p. 16; Holden, 1970, p. 208; APHA, et al., 1976, p. 13; Brand, 1966, p. 67).

Volgens Wolf (1971, p. 181) en Grabow (1970, p. 2) sluit die groep bakterieë 'n wye verskeidenheid organismes in met 'n wye reeks verskillende biochemiese en serologiese eienskappe.

Dit is dus nie onmoontlik om organismes in die groep te vind wat nie-fekaal van oorsprong is nie.

Deur gebruik te maak van twee verskillende inkubasiestemperature, nl. by 37° en 44,5°C is dit moontlik om die coliforme-groep onder te verdeel. Hiervolgens is dit moontlik om die groep te verdeel in veronderstelde fekale en nie-fekale coliforme.

Die fekale coliforme is die groep organismes wat die vermoë het om laktose te fermenteer by 44,5° en 37°C. E coli I is die primêre indikator van fekale besoedeling en kom ongetwyfeld net in menslike fekale materiaal voor (Wilson & Miles, 1966, p. 2513, 2516; Grabow, 1970, p. 3; Ciaccio, 1971, p. 664; Holden, 1970, p. 460, 631; Buchanan & Gibbons, 1975, p. 285).

Volgens Ciaccio (1971, p. 664) en Holden (1970, p. 207) wissel die getalle van E coli I van  $1 \times 10^7$  tot  $1 \times 10^9$  per gram menslike fekale materiaal. Die getalle van die organismes in rioolmateriaal wissel tussen  $1 \times 10^5$  en  $19 \times 10^6$  organismes per  $\text{cm}^3$  (Holden, 1970, p. 208; Wilson & Miles, 1966, p. 2523).

Die veronderstelde fekale, coliforme organismes kan van mekaar onderskei word op grond van eenvoudige biochemiese toetse. So word onderskei tussen Irregular II, Irregular VI en E coli I, soos in die tabel aangedui.

MacConkeysop by $44,5^\circ\text{C}$	Indool produksie	sitraatverbruik	organisme
suur + gas	+	-	<u>E coli I</u>
suur + gas	-	-	Irregular II
suur + gas	-	+	Irregular VI

Die onderskeid is wel nodig waar coliformorganismes uit drinkwater geïsoleer word. Irregular VI is afkomstig uit sak- en verpakkingsmateriaal en Irregular II is moontlik van fekale oorsprong. Irregular VI kan ook as Klebsiella rasse geïdentifiseer word terwyl Irregular II 'n E coli ras is.

Waar nodig kan meer volledige onderskeid gemaak word tussen die tipiese en die atipiese, fekale coliforme met behulp van die volgende biochemiese toetse op suiwer Gramnegatiewe bacilli-kulture. Dit kan gedoen word op kulture wat geïsoleer is van selektiewe media soos MacConkeyagar en in staat is om laktose te fermenteer.

1. Suur- en gasproduksie uit laktose in teenwoordigheid van galsoute by  $37^\circ$  en  $44,5^\circ\text{C}$  binne 48 uur.
2. Indoolproduksie uit triptofaan.
3. Metielrooitoets.
4. Produksie van asetiel-metiel-karbinol. (Voges Proskauertoets)
5. Groei in medium met sitraat as die enigste koolstofbron.
6. Die vervloeiing van gelatien.
7. Die produksie van swaelwaterstof.

Identifikasie van die organismes kan gedoen word volgens tabel VI

(Wilson & Miles, 1966, p. 2513; Grabow, 1970, p. 3; Brand, 1973, p. 98).

Met behulp van die toetse 3 tot 6 kan 'n verkorte weergawe van die toetsprosedure gevolg word en die reeks staan bekend as die IMViC-toets. Baie kritiek word uitgespreek teen die gebruik van die coliformgroep as doeltreffende indikatore van fekale besoedeling. Die kritiek word gebaseer op die feit dat alle lede van die coliformgroep nie van fekale oorsprong is nie. Sommige lede van die groep se getalle kan in die water vermeerder (Ciaccio, 1971, p. 664). Nieteenstaande die kritiek sê W.H.O. (1971, p. 16) dat die isolasie van enige coliforme uit drinkwater gesien moet word as 'n aanduiding van fekale besoedeling totdat die teendeel bewys is.

Kritiek word ook uitgespreek teen die gebruik van E coli I as indikator op grond van die feit dat die organisme vinniger sou afsterf uit die omgewing as die patogene bakterieë en virusse. Van Donsel & Geldreich (1971, p. 1086) het aangetoon dat daar 'n baie nou verband bestaan tussen die teenwoordigheid van Salmonella organismes en fekale coliforme in bodemsedimente.

McFeters, Bissonnette, Jezeski, Thomson & Stuart (1974, p. 826) het in laboratoriumeksperimente gevind dat die fekale coliforme vinniger afsterf as Streptococcus faecalis of Shigella spesies en Vasconcelos & Swartz (1976, p. 17) vind dat E coli I vinniger afsterf as S faecalis of Klebsiella pneumonia. Dit is deur Gyllenberg, Niemelä & Sormunen (1969, p. 21) gevind dat E coli I vinniger afsterwe in water as Lactobacillus bifidus, maar stadiger as S faecalis.

S faecalis word deur Hanes, Sarles & Rohlich (1964, p. 446) beskou as 'n beter indikator van fekale besoedeling, omdat die organisme stadiger afsterwe as die coliforme in water.

Van Duuren (1969, p. 140) het bevind dat E coli I makliker verwyderbaar is uit troebel suspensies deur koagulasie en besinking as S faecalis, Pseudomonas aeruginosa of enteriese virusse.

Daar is definitiewe bewyse dat E coli I meer sensitief is teen

chloor as sommige ander bakterieë en virusse. Marais, Nupen, Stander & Hoffman (1967, p. 673) het bevind dat geattenuëerde tipe I en II poliovirus meer weerstandbiedend is teen chloor as E coli I so= dat die afwesigheid van E coli I uit water nie noodwendig op die afwesigheid van enteriese virusse dui nie. Dit is deur Friberg & Hammarström (1956, p. 1131) bewys dat E coli I en Shigella sonnei se getalle duisendvoudig verminder kan word binne een minuut deur slegs sowat 0.025 tot 0,05 mg per dm<sup>3</sup> chloor, terwyl S typhi en S faecalis 0,1 - 0,15 mg per dm<sup>3</sup> chloor en S aureus 1,0 mg per dm<sup>3</sup> chloor nodig gehad het om dieselfde afname in getalle te toon.

Ongelukkig word daar in die literatuur baie verwys na "coliforme", sodat dit nie altyd duidelik is of die fekale coliforme (E coli I) of die groep in geheel bedoel word nie.

Omdat E coli I duidelike tekortkominge het om as die ideale indikator op te tree, kan die inligting soos deur die organisme of die coliformgroep as geheel verskaf word, aangevul word deur te toets vir die teenwoordigheid van ander indikatororganismes. Die organismes is die fekale streptococci en Clostridium perfringens. Isolاسie van een of albei die organismes uit water in afwesigheid van E coli I, maar teenwoordigheid van ander coliforme sal die teenwoordigheid van fekale besoedeling bevestig. (Grabow, 1970, p. 6; W.H.O., 1971, p. 15; Wilson & Miles, 1966, p. 512; Department of Health and Social Security, Welsh Office, 1969, p. 7)

### 1.5.3 FEKALE STREPTOCOCCI

Verskillende tipes streptococci is teenwoordig in die kolon van die mens en dier. Die streptococci wat in die ontlasting teenwoordig is, sluit bo en behalwe die enterococci ook Streptococcus mitis - Streptococcus salivarius-groep, Streptococcus bovis en Streptococcus equines in. (Grabow, 1970, p. 7). Die enterococcus - groep bestaan uit S faecalis, S faecalis var liquefaciens, S faecalis var zymogenes en Streptococcus durans volgens Ciaccio (1971, p. 679) en Kenner, Clark & Kabler (1960, p. 1553).

Al die organismes in die groep kom nie in ewe groot getalle voor in die ontlasting van alle warmbloedige diere nie. (APHA, et al.,

(1976, p. 942) het gevind dat die fekale streptococci en die Lan-  
cefieldgroep D omkeerbare terme is wat die fekale streptococci be-  
tref. Holden (1970, p. 213) bevestig dit. Die groep sal dus be-  
staan uit die volgende organismes: S faecalis, S faecalis var zymo-  
genes, S faecalis var liquefaciens, S faecium, S durans en S bovis.  
Die organismes wat meer algemeen in die menslike ontlasting voorkom,  
is S faecalis en sy twee varieteite van die spesie en S faecium,  
terwyl S bovis meer algemeen by beeste en skape voorkom. Buchanan  
& Gibbons (1975, p. 505) erken nie S durans as 'n aparte spesie nie  
en beskou dit as dieselfde as S faecium wat in die menslike ontlas-  
ting voorkom.

Vir die doel van die studie is die streptococci wat kan dien as in-  
dikator van fekale besoedeling beskou as die Grampositiewe cocci wat  
by 45°C kan groei in teenwoordigheid van 0,04 persent kaliumtelluriet.  
In die media sal slegs S faecalis en sy twee varieteite groei (Wilson  
& Miles, 1966, p. 716; Holden, 1970, p. 231, 1030, 187; Collins & Lyne,  
1970, p. 306; Buchanan & Gibbons, 1975, p. 505).

S faecalis kan dien as die primêre Streptococcus-organisme wat 'n  
aanduiding kan gee van fekale besoedeling. Volgens Grabow (1970,  
p. 8), W.H.O. (1971, p. 15), APHA, et al., (1976, p. 1130) en Holden  
(1970, p. 233) is die getalle van die fekale streptococci in fekale  
materiaal kleiner as die getalle van E coli I en wissel van  $1 \times 10^5$   
tot  $1 \times 10^6$  organismes per gram. Dit word ook aangedui dat die ge-  
talle van S faecalis in rioolmateriaal ongeveer tien maal laer is  
as die getalle van E coli I (Wilson & Miles, 1966, p. 2525).

Geldreich & Kenner (1969, p. 343) het gevind dat S faecalis langer  
as E coli I in skoon water by 2° tot 10°C oorleef en dat die orga-  
nisme ook S typhimurium buite die liggaam oorleef. Daar is ook aan-  
duidings dat S faecalis meer gehard mag wees teen chlorering as die  
ander indikator-organismes. Engelbrecht, Foster, Greening & Lee  
(1974, p. 6) het gevind dat die organisme vyf tot 20 maal meer weer-  
stand het teen chloor as die coliformorganismes (E coli I). Die  
waarde van die bevinding is daarin geleë dat dit die teenwoordigheid  
van fekale besoedeling kan bevestig in die afwesigheid van E coli I  
en die teenwoordigheid van coliforme en hoë plaattelling. (Cruick-

shank et al., 1975, p. 280)

Windle Taylor het die organisme gebruik vir die bevestiging van fekale besoedeling in verdelingstelsels in die aanwesigheid van atipiese coliforme. W.H.O. (1971, p. 20) en Holden (1970, p. 232) toon aan dat S faecalis meestal teenwoordig is in geval van fekale besoedeling en dat die teenwoordigheid van die organisme die aanwesigheid van fekale besoedeling bevestig in die afwesigheid van E coli I.

Die feit dat die enterococci in kleiner getalle as E coli I in rioolmateriaal voorkom, moeiliker verwyderbaar is deur besinking, en meer chloor-weerstandbiedend is as E coli I, maak van die organisme 'n baie goeie indikator van fekale besoedeling en die doeltreffendheid van die suiweringsprosesse.

#### 1.5.4 CLOSTRIDIUM PERFRINGENS

Die gebruik van C perfringens as indikator van fekale-besoedeling stem baie ooreen met die gebruik van S faecalis, nl. dat dit addisionele inligting kan verskaf aangaande fekale besoedeling in die afwesigheid van E coli I. C perfringens se getalle in menslike, fekale-materiaal en rioolmateriaal is normaalweg baie kleiner as die van E coli I (W.H.O., 1971, p. 21). In rioolmateriaal wissel die getalle tussen  $1 \times 10^3$  tot  $1 \times 10^4$  organismes per  $\text{cm}^3$  (Holden, 1970, p. 260; Wilson & Miles, 1966, p. 2523). Die spoorvormers oorleef langer buite die liggaam as E coli I en het ook groter weerstand teen toksiese stowwe en ontsmettingsmiddels (W.H.O., 1971, p. 15; Cruickshank, et al., 1975, p. 280; Wilson & Miles, 1966, p. 2517; Holden, 1970, p. 239).

C perfringens kan gebruik word as indikator van fekale besoedeling waar nuwe waterbronne ondersoek word of in drinkwaterstelsels waar die gereelde coliformtoetse nie uitgevoer word nie. Indien monsters nie binne 12 uur nadat dit geneem is, ondersoek kan word nie, kan die monsters eerder vir die teenwoordigheid van C perfringens as E coli I ondersoek word. Die teenwoordigheid van C perfringens in die afwesigheid van E coli I dui dus op rioolbesoedeling wat 'n

geruime tyd voor monsterneming plaasgevind het, tot so 'n mate dat E coli I alreeds afgesterf het.

#### 1.5.5 ANDER MOONTLIKE INDIKATORE

##### Lactobacillus bifidus (Bifidobacterium bifidum)

Volgens Buchanan & Gibbons (1975, p. 577, p. 670) is die twee sinoniem. Die organisme kom algemeen in die menslike fekale-materiaal voor, veral by borsgevoede babas. Die getalle van die organismes is hoër as die getalle van E coli I (Evison & Morgan, 1978, p. 349). Gyllenberg, et al. (1960, p. 20) het aangetoon dat L bifidus stadiger afsterf as die coliformbakterieë, maar vinniger as die enterococci in water buite die liggaam.

##### Pseudomonas aeruginosa

Sommige outeurs beskou die organisme as 'n indikator van fekale-besoedeling en ook die algemene mikrobiologiese kwaliteit van water (Dutka, 1973, p. 45). Die organisme kom altyd in rioolmateriaal voor en tot 'n mate in fekale materiaal van mens en dier (Holden, 1970, p. 225).

Daar is heelwat bewyse dat P aeruginosa meer weerstandbiedend is teen chloor en Dychdala (1968, p. 286) het getoon dat 3 mg per  $\text{dm}^3$  beskikbare vrychloor benodig word om 99,99 persent van die organisme binne 4 minute by  $21^\circ\text{C}$  te dood. Holden (1970, p. 225) bevestig die stelling dat P aeruginosa meer chloorweerstandbiedend is as die coliformorganismes. P aeruginosa is al geïsoleer uit die drinkwater van groot en klein munisipaliteite in die afwesigheid van fekale coliformorganismes en Craun (1972, p. 1177) toon aan dat die organisme die oorsaak mag wees van intestinale ongesteldhede by babas. Hy beweer dat die infeksie watergedraagd mag wees.

Alhoewel P aeruginosa moontlik as 'n baie goeie indikatororganisme kan dien om die doeltreffendheid vandie suiweringswerke aan te meet, bestaan daar geen standaard en betroubare, kwantitatiewe isolasiemetode om die organisme se teenwoordigheid in water aan te toon nie (Ciaccio, 1971, p. 703; Wolf, 1971, p. 183).

#### 1.5.6 VIRUSSE IN DRINKWATER

Prozeski (1975, p. 162) toon aan dat die virus-inhoud van die water bestaan uit bakteriofage, sianofage, mikofage en mens- en diervirusse. Die intestinale virusse kom in die fekale materiaal van die gasheer voor en word uitgeskei sodat dit uiteindelik in rioolmateriaal beland. Die gevolg is dat virusse moontlik hulle weg kan vind deur watersuiweringstelsels tot in drinkwater. Die volgende enteriese virusse word in die water aangetref: Polio-, Coxsackie-A en B, Echo- en moontlik Hepatitis A-, Reo- en Adenovirusse.

Van die enteriese virusse word definitief in rioolstelsels uitgeskei, maar is onstabiel, of kan nie met die huidige metodes aange-  
toon word nie. Gevolglik is dit nie altyd moontlik om virusse se  
teenwoordigheid aan te toon nie, alhoewel hulle op een of ander  
stadium teenwoordig was. Dit geld vir die volgende virusse: her-  
pesvirus tipe 2, sitomengaalvirusse, adenovirusse en hepatitisvi-  
russe (Ciaccio, 1971, p. 711). Daar is waarskynlik 'n groep on-  
bekende virusse wat uitgeskei word, en slegs 'n vermoede bestaan  
dat hulle in die water teenwoordig mag wees.

Ten spyte van die hoë viruslading in stedelike rioolmateriaal is daar net een virussiekte waarvoor daar wetenskaplike bewyse gevind kan word dat dit watergedraagd mag wees. Dit is infeksies deur die infektiewe hepatitis A-virus. Berg, et al. (1968, p. 15) beskou dit meer as net toeval dat die uitbreek van die siekte gereeld met drinkwater gekoppel kan word. Cramer, et al. (1976, p. 61) deel die standpunt, alhoewel daar nog in geen enkele geval 'n isolasie van die spesifieke virus gemaak kon word uit water wat dit moontlik versprei het nie (Craun, 1972, p. 1176). Dit word verder deur Prozeski (1975, p. 163) beklemtoon, dat daar nog geen epidemie van 'n watergedraagde virussiekte was in die afwesigheid van die klas-  
sieke bakteriese indikatore nie.

De Michele, Burke & Shane (1974, p. 39) en Kabler, et al. (1961, p. 569) toon aan dat die afwesigheid van coliforme geen waarborg is dat die water virusvry sal wees nie. Dit mag wees a.g.v. die feit dat virusse vir langer tydperke as bakterieë in die water kan bly leef (Gerba, et al., 1975, p. 11, 22).

Tot hede is dit praktyk om nie gebruik te maak van indikatorvirusse nie, maar eerder om die enteriese virusse, wat moontlik teenwoordig mag wees, direk te isoleer. Die rede hiervoor is dat dit nie met sekerheid gesê kan word dat die indikatorvirusse, bv. bakteriofage, dieselfde sal optree as die enteriese virusse nie. Die bakteriofaag van die coliformorganisme word deur sommige outeurs voorgestel as 'n indikatorvirus. In die geval sal dit ook kan dien as indikator van fekale besoedeling (Fannin, Gannon, Cochram & Spendlove, 1977, p. 186; Cramer, et al., 1976, p. 61).

Die isolasie van fage kan dus moontlik dien as 'n sensitiewe en relatief goedkoop metode om die teenwoordigheid van enteriese virusse in besoedelde water aan te dui (Wilson & Miles, 1966, p. 460). Kott, Roze, Sperber & Betzer (1974, p. 169) het gevind dat die faag van E coli I altyd gevind kon word in teenwoordigheid van E coli I en dat daar in verouderingsdamme nie afname in die getalle van die f2 en Polio ILSC-virusse was nie. Hulle het verder gevind dat die colifage nooit gevind kon word in die afwesigheid van enteriese virusse nie.

Eksperimentele werk deur Kott, et al. (1974, p. 170) het ook getoon dat die colifage meer weerstandbiedend is teen chlorering as die E coli I-gashere of Polio I-virusse. Hulle beveel die gebruik van E coli B aan as gasheer om die teenwoordigheid van fage in die water aan te toon wat weer kan dien as indikatorters vir die moontlike teenwoordigheid van enteriese virusse.

Die isolasie van patogene organismes uit water in die aan- of afwesigheid van coliforme sal sekerlik bewys lewer of die water veilig is vir huishoudelike gebruik of nie. Ongelukkig is daar nie vinnige, sensitiewe, kwantitatiewe metodes beskikbaar om die teenwoordigheid van die patogene soos Salmonella en enteriese virusse aan te toon nie.

Omdat die eienskappe van die mikroorganismes so uiteenlopend is en al die eienskappe van die ideale indikatororganismes, wat veral 'n goeie indikator sal wees om die doeltreffendheid van die suiweringsaanleg aan te meet, nie in een organisme gevind kan word nie, moet van 'n verskeidenheid mikrobiologiese parameters gebruik

gemaak word om die doeltreffendheid te bepaal.

## 1.6 AANBEVELINGS EN STANDAARDE VIR DIE BAKTERIOLOGIESE KWALITEIT VAN DRINKWATER

Volgens artikel 37 (h) van die voorgestelde Wet 63/1977: Gesondheidswet, het die minister die bevoegdheid om sekere vereistes te stel t.o.v. die "suiwerheid en chemiese samestelling en gehalte van sodanige water" en "beheer van die voorsiening en verspreiding van sodanige water," Die artikel is van toepassing op drinkwater. Sekere riglyne word deur die S.A.B.S. (1972,p.7) neergelê aangaande die bakteriologiese kwaliteit van drinkwater. Dit het dus te make met die suiwerheid en veiligheid van die water. Die mikrobiologiese kwaliteit van drinkwater word hoofsaaklik aan twee parameters gemeet, nl. die standaardplaattelling en die aan- of afwesigheid van E coli I in 100 cm<sup>3</sup> watermonsters.

Daar word aanbeveel dat drinkwater geen coliforme of E coli I per 100 cm<sup>3</sup> watermonster sal bevat nie, en dat die plaattelling nie hoër as 100 lewensvatbare organismes per cm<sup>3</sup> sal wees nie. Die W.H.O. (1971, p. 24) en Department of Health and Social Security (1969, p. 9) stel dieselfde riglyne en sê ook dat nie meer as 5 persent van die monsters wat per jaar getoets is, (afkomstig uit 'n verspreidingsnetwerk) enige coliforme mag bevat nie. Volgens die voorgestelde standaard van die National Research Council (1977, hfst. 3, p. 19) mag die gemiddelde coliformtelling per 100 cm<sup>3</sup> watermonster nie hoër wees as een coliform per monster nie.

Omdat die Randwaterraad bewus is van die probleem van nagroei in lang pypleidings word dit ten doel gestel om water te produseer wat pas na chlorering nie meer as 10 lewensvatbare organismes per cm<sup>3</sup>, en geen coliforme of E coli I per 100 cm<sup>3</sup> monsters bevat nie. Deur goeie beheer oor chlorering en latere chlooraminering toe te pas, word die oogmerk verwesenlik. (Kyk tabel IV)

## 1.7 DOELSTELLING

Die doel van die studie was om meer kennis en insig te bekom aan=

gaande die verwydering en of afsterwe van mikroörganismes, en die gepaardgaande fisiese chemiese veranderinge in die water in die verskillende stadia van watersuiwering. Om 'n mikrobiologies veilige drinkwater te produseer, is dit belangrik om die verband tussen die verwydering van mikroörganismes uit die water, en die fisiese en chemiese bedryfsparameters te ken.

Omdat al die watersuiweringstappe nie primêr daarop ingestel is om mikroörganismes te verwyder nie, is dit van belang om die doeltreffendheid waarmee die verskillende organismes verwyder kan word in die verskillende stappe, met mekaar te vergelyk, om sodoende die potensiaal van elke stap in die opsig te bepaal. Dit geld ook vir die aanwending van verskillende chemikalieë en die wyse van gebruik in die proses van watersuiwering. Die mikpunt was om die verskillende bedrywe en prosesse met mekaar te vergelyk op laboratoriumskaal en ook om 'n verband te vind tussen die laboratoriumtoetse en die praktyk.

Indien so 'n verband gevind kon word, sou dit prakties moontlik wees om die verwyderingspotensiaal van die verskillende watersuiweringprosesse en -bedrywe en verskillende chemikalieë, op laboratoriumskaal te vergelyk en die resultate te ekstrapoleer na die praktyk.

Dit sal dus dan moontlik wees om nuwe tegnieke, of veranderings in die bestaande tegnieke, op kleinskaal te toets alvorens dit in die praktyk toegepas word.

## 2. PRAKTIESE ONDERSOEK

### 2.1 MATERIAAL, METODES EN MEDIA

#### 2.1.1 MATERIAAL

Laboratoriumeksperimente is uitgevoer op onbehandelde water wat op daardie stadium gebruik is as drinkwaterbronne, terwyl water ook uit die watersuiweringsaanleg onttrek is, waar nodig. In die eksperimentele werk is daar van die koagulante, filtreersand en chloor gebruik gemaak soos dit normaalweg in die praktyk gebruik is. Die materiaal is uit die voorraad van die Randwaterraad onttrek.

Daar is van twee tipes membraanfilters gebruik gemaak, nl. Gelman GN 6 Metriceal en Millipore HAWG 047. Albei tipes het 'n poriegrootte van  $0,45\mu\text{m}$  en 'n deursnee van 47 mm. Alle filtrasies is gedoen in steriele vlekvrystaal-Sartorius-filterhouers.

Steriele, wegdoenbare, plastiek petribakkies met 'n deursnee van 95 mm en 15 mm diep, soos verskaf deur Promex, is gebruik. Steriele Whatman nr. 17 filtreerskywe of Millipore-absorberende skywe is gebruik om die resusietasiemedium op te versprei.

#### 2.1.2 BEPALING VAN MIKROBIOLOGIESE PARAMETERS

##### 2.1.2.1 VERDUNNING VAN WATERMONSTERS EN MIKROBIESE-SUSPENSIES

Omdat daar in sommige gevalle met mikrobiiese-suspensies gewerk is, waarin die getalle van die mikroorganismes baie hoog was, was dit nodig om die suspensies te verdun totdat die getalle van die organismes volgens skatting bepaalbaar sou wees met die metodes wat gebruik is. Tienvoudige reekse verdunnings is in die steriele fosfaatbuffer of isotoniese natriumchloried-oplossing gemaak. Die verdunningsvloeistof is in  $9\text{ cm}^3$  volumes versprei in  $28\text{ cm}^3$  McCartney botteltjies. Daar is  $1\text{ cm}^3$  suspensie by die  $9\text{ cm}^3$  vloeistof gevoeg. Dit was soms nodig om verdunnings van so hoog as  $10^{-6}$  te maak of totdat die getalle van die organismes in die

suspensie bepaalbaar was.

Vir alle plaattellings, membraanfiltrasies en faagtellings is  $1 \text{ cm}^3$  uit die geskikte volume verdunningsvloeistof geneem en die getalle daarin bepaal met die aangewese metode.

2.1.2.2 STANDAARDPLAATTELLING VIR LEWENSVATBARE ORGANISMES (Col-  
lins & Lyne, 1970, p. 178, 367; Wilson & Miles, 1966,  
p. 2508; Oxoid, 1976, p. 290)

Die gietplaatmetode is gebruik. Wisselende volumes water van een tot  $5 \text{ cm}^3$ , is in steriele, plastiese, petribakkies gemeng met  $20 \text{ cm}^3$  gesmelte, steriele Oxoid-gisekstrakagar by  $45^\circ\text{C}$ . Nadat die medium gestol het, is die plate onderstebo by  $22^\circ$  en  $37^\circ\text{C}$  geïnkubeer, onderskeidelik vir 72 en 48 uur. (Die volume water wat gebruik is, is bepaal deur die verwagte aantal kolonies wat sou ontwikkel.) Na die inkubasietyd is alle kolonies op die plate getel en die resultate is uitgedruk as lewensvatbare organismes per kubieke sentimeter.

2.1.2.3 TOTALE COLIFORMBAKTERIEË (S.A.I.M.R. & N.I.W.R., 1973,  
p. 11, 15; Grabow, 1970, p. 14)

Die membraanfiltreertegniek is gebruik en tussen een en  $500 \text{ cm}^3$  water is gefiltreer. Die membraan is dan vir een uur by  $37^\circ\text{C}$  op resussietasie-medium geplaas. (Steriele resussietasie-medium is in  $3 \text{ cm}^3$  volumes versprei op steriele absorberende skywe in die deksel van die petribakkie, waarvan die bodem met membraan-MacConkey-agar gevul is.) Na die stap is die membraanfilter op die MacConkey-agar geplaas en vir 17 uur by  $37^\circ\text{C}$  geïnkubeer.

Alle geel kolonies is getel en 'n verteenwoordigende getal is bevestig, deur te toets vir suur- en gasproduksie in pers-Difco-MacConkeysop by  $37^\circ\text{C}$ . Kulture wat suur- en gasproduksie binne 48 uur getoon het, is as positief beskou. Die resultate is uitgedruk as bevestigde coliformbakterieë per een of  $100 \text{ cm}^3$ . (TC per een of  $100 \text{ cm}^3$ .)

2.1.2.4 FEKALE COLIFORMBAKTERIEE (S.A.I.M.R. & N.I.W.R., 1973, p. 11, 15; Grabow, 1970, p. 14)

Een tot 500 cm<sup>3</sup> water is deur 'n membraan gefiltreer. Na aanvanklike resussietasie van 2 uur by 37°C is die membraan vir 16 uur by 44,5°C in 'n waterbad op membraan-MacConkey-agar geïnkubeer. Na die totale inkubasietyd van 18 uur is alle geel kolonies getel en 'n verteenwoordigende getal is bevestig deur te toets vir die produksie van suur en gas in pers-Difco-MacConkeysop, en indool uit triptofaan by 44,5°C.

Van tyd tot tyd is identifikasies van geel kolonies gedoen deur suiwer kulture, geïsoleer uit die kolonies, te toets vir: indool= produksie by 37°C, Metielrooi-Voges-Proskauer-reaksie by 30°C, suur- en gasproduksie in pers-Difco-MacConkeysop by 44,5 en sitraatverbruik by 37°C. Gramkleurings is gedoen om te bepaal of die kulture suiwer was.

Resultate is uitgedruk as bevestigde fekale coliforme of E coli I per een of 100 cm<sup>3</sup> (FC per een of 100 cm<sup>3</sup>).

2.1.2.5 FEKALE STREPTOCOCCI (STREPTOCOCCUS FAECALIS)  
(Harrigan & McCance, 1966, p. 95; Grabow, 1970, p. 14)

Wisselende volumes water, van een tot 500 cm<sup>3</sup>, is deur 'n membraan gefiltreer. Die membraan is vir 48 uur op Difco-m-Enterococcus-agar in 'n waterbad by 45°C geïnkubeer. Na dié tydperk is alle donkerrooi-speldekopkolonies getel. 'n Verteenwoordigende aantal kolonies is bevestig deur te toets vir groei op 0,04 persent kaliumtellurietmedium. (Wilson & Miles, 1966, p. 716)

Resultate is uitgedruk as S faecalis per een of 100 cm<sup>3</sup>. (FS per een of 100 cm<sup>3</sup>.)

2.1.2.6 KOAGULASE-POSITIEWE STAPHYLOCOCCI  
(STAPHYLOCOCCUS AUREUS)  
(Difco, 1967, p. 150)

Die membraanfiltreermetode is gebruik. Membrane waardeur, tussen

een tot 500 cm<sup>3</sup> water gefiltreer is, is op Difco-mannitolsout-agarmedium geplaas. Na die inkubasietyd van 48 uur by 37°C is alle kenmerkende geel-oranje kolonies afgetel op voedingsagarskuinsbodems. Gramkleurings is gedoen op die 24 uur-oue kulture. Alle kulture wat Grampositiewe cocci bevat het, is getoets vir die koagulasie van vars, menslike bloedserum op voorwerpglasies. (Wilson & Miles, 1966, p. 752; Harrigen & McCance, 1966, p. 66). Die resultate is uitgedruk as S aureus per een of 100 cm<sup>3</sup>. (S aur per een of 100 cm<sup>3</sup>).

2.1.2.7 CLOSTRIDIUM PERFRINGENS (S.A.I.N.R. & N.I.W.R., 1973, p. 23; Grabow, 1970, p. 15)

Na filtrasie van geskikte volumes water deur membrane is die membrane onderstebo op Wilson en Blair-medium geplaas en vir 24 uur by 44,5°C geïnkubeer. Die plate is anaëroob gemaak deur gisekstrakagar bo-oor die membraan te giet. Na die inkubasie is alle swart kolonies, sover moontlik afgetel en bevestig deur te toets vir die aanwesigheid van lesitinase positiewe kolonies op Nagler-plate (Wilson & Miles, 1966, p. 1051). Resultate is uitgedruk as C perfringens per 100 cm<sup>3</sup>.

2.1.2.8 PSEUDOMONAS AERUGINOSA (S.A.I.M.R. & N.I.W.R., 1973, p. 25)

Waar gesoek is na die organisme, is gebruik gemaak van 'n kwalitatiewe membraanfiltreertegniek. Dit het daarin bestaan dat drie 100 cm<sup>3</sup> volumes water deur drie verskillende membrane gefiltreer is. Die membrane is dan vir 3 dae by 37°C in Drake se medium geïnkubeer. Alle kulture wat van kleurloos na geel-groen verander het, is as positief geneem. Sodanige kulture is bevestig deur in asetamiedsop-medium te inokuleer en te inkubeer by 37°C vir 24 uur. Kulture waarvan die kleur verander het na rooi of pers is geneem as positief. Die resultate is uitgedruk as P aeruginosa per 100 cm<sup>3</sup> volumes en is aangedui deur 1+, 2+, 3+ al na gelang die aantal 100 cm<sup>3</sup> volumes wat gefiltreer is en positief gerea-geer het.

### 2.1.2.9 SALMONELLA TYPHI A FAAG

Die dubbellaag plaqueplaat-metode van Adams (1959, p. 451) is gebruik om die faaggetalle mee te bepaal. In alle gevalle is een  $\text{cm}^3$  van die faagsuspensie gemeng met  $10 \text{ cm}^3$  sagte voedings-agar wat by  $45^\circ$  gehou is, en  $0,2 \text{ cm}^3$  24 uur-oue gasheerkultuur. (Die gasheerkultuur is van skuinsbodems afgewas). Droë Oxid-gisekstrakplate in petribakkies is met die suspensie bedek. Na= dat die sagte-agar gestol het, is die plate vir 24 uur by  $37^\circ\text{C}$  geïnkubeer. Na die tydperk is alle plaques getel en die resultate is uitgedruk as S typhi A fage per  $\text{dm}^3$ .

### 2.1.3 BEPALING VAN DIE FISIESE EN CHEMIESE PARAMETERS

2.1.3.1 Troebelheid is gemeet met 'n Hach-troebelheidsmeter en die resultate is uitgedruk as mg per  $\text{dm}^3$ .

2.1.3.2 Elektriese geleidingsvermoë is uitgedruk in millisiemens per meter by  $20^\circ\text{C}$  (mS/m).

2.1.3.3 Alkaliniteit-titrasies is gedoen volgens die metodes van APHA, et al. (1975, p. 278). Metieloranje-titrasies gee totale alkaliniteit, dit is bikarbonaat-, karbonaat- en hidroksied-alkaliniteit. Fenolftaleïentitrasie gee karbonaat- en hidroksied-alkaliniteit. Die alkaliniteit is uitgedruk as die kalsiumkarbonaatekwivalent in mg per  $\text{dm}^3$ .

2.1.3.4 Suurstof opgeneem van suur kaliumpermanganaat is uitgedruk as suurstof opgeneem in mg per  $\text{dm}^3$  (R.S.A., 1969, p. 5).

2.1.3.5 Die volgende bepalings is met behulp van 'n Technicon Auto Analyzer gedoen. Chemiese suurstofbehoefte (C.S.B.) volgens die metode van N.I.W.R. (W.N.N.R., 1974, p. 35). Fosfaat-(P), nitriet- ( $\text{NO}_2^-$ ) en nitraat- ( $\text{NO}_3^-$ ) konsentrasies is bepaal volgens die metodes van Technicon Instruments (1971, 102 - 70w en 90 - 70w) en geen betroubare resultate kan onder die volgende spuurwaardes:  $\text{NO}_2^-$ ; 0,01;  $\text{NO}_3^-$ ; 0,5; P; 0,2, bepaal word nie. Die konsentrasies is uitgedruk in mg per  $\text{dm}^3$ .

#### 2.1.4 MEDIA EN REAGENSE

Die volgende media is gebruik vir die onderskeie mikrobiologiese analises. Gedehidreerde media is gebruik waar moontlik, en dit is dan streng volgens voorskrif gebruik. Waar afgewyk is, word dit aangedui. Media wat nie algemeen in die handel beskikbaar is nie, se samestellings en gebruik word beskryf.

##### 1. ASETAMIED-SOP-MEDIUM

(S.A.I.M.R. & N.I.W.R., 1973, p. 25)

Pepton	1 g
NaCl	1 g
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	2 g
Fenielrooi	0,012 g
Asetamied	10 g
Gedistilleerde water	1 000 cm <sup>3</sup>
pH 6,8 - 6,9	

Versprei in buise en steriliseer by 121°C vir 15 minute.

##### 2. BREIN-HART-INFUSIE

(Bacto Difco 003 - 01)

Gebruik vir alle vloeistofkulture.

##### 3. DRAKE SE MEDIUM

(S.A.I.M.R. & N.I.W.R., 1973, p. 25)

Asparagien	1 g
Prolien	0,5 g
$\text{K}_2\text{HPO}_4$	0,5 g
$\text{K}_2\text{SO}_4$	5 g
$\text{MgSO}_4$	0,25 g
Etielalkohol	10 cm <sup>3</sup>
Gedistilleerde water	1 000 cm <sup>3</sup>

Versprei in 25 cm<sup>3</sup> volumes in wyebekbotteltjies met 'n inhoud van 125 cm<sup>3</sup> en steriliseer by 121°C vir 15 minute.

4. m-ENTEROCOCCUS-AGAR  
(Bacto Difco 0746)

5. FOSFAATBUFFER VIR VERDUNNINGSVLOEISTOF  
(Collins & Lyne, 1970, p. 149)

NaCl	8,0 g
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	0,34 g
$\text{K}_2\text{HPO}_4$	1,21 g
Gedistilleerde water	1 000 cm <sup>3</sup>
pH	7,3

6. GISEKTRAKAGAR VIR STANDAARDPLAATTELLING  
(Oxoid CM 19)

7. KALIUMTELLURIETMEDIUM (0,04 persent)

0,4 g kaliumtelluriet (Merck) is by 1 000 cm<sup>3</sup> gesmelte Difco-m-Enterococcus-agar gevoeg, nadat die medium afgekoel is tot ongeveer 50°C, daarna is plate gegiet.

8. MANNITOLSOUTAGAR  
(Bacto Difco 030 6 - 01)

9. MEMBRAAN MACCONKEY-AGAR  
(S.A.I.M.R. & N.I.W.R., 1973, p. 11)

Bacto Difco agar	15 g
Bacto Difco Pepton	20 g
Bacto Difco laktose	10 g
Bacto Difco galsout No. 3	5 g
Bacto Difco broomkresolpers	0,12 g
NaCl	5 g
Gedistilleerde water	1 000 cm <sup>3</sup>
pH	7,4

Die medium is gesteriliseer by 121°C vir 15 minute en plate is gegiet, ongeveer 12 cm<sup>3</sup> per plaat.

10. MACCONKEYSOP (PERS)  
(Bacto Difco 0020 - 01)

Die medium is in proefbuisie met Durhambuisies versprei.

11. METIELROOI-VOGES-PROSKAUER-MEDIUM  
(Oxoid CM 43)

12. RESUSSIETASIE MEDIUM

Oxoid-resussietasie-medium (MM 20) is gebruik nadat 0,75 persent agar-agar bygevoeg is. Na sterilisasie is die medium in 3 cm<sup>3</sup> volumes versprei oor steriele absorberende filtreerskywe. Die agar-agar is bygevoeg om te verhoed dat die skywe wat in die deksels van petribakkies geplaas is, sou afval, as die petribakkie omgekeer is. (Kyk 2.1.2.3 en 2.1.2.4)

13. SAGTE-VOEDINGSAGAR VIR PLAATPLAQUETELLINGS  
(Adams, 1959, p. 446)

Voedingsop (Oxoid) CMI	1 000 cm <sup>3</sup>
Agar-agar (Difco Bacto)	7g

By die suspensie is 1 g trifenieltetrasoliumchloried gevoeg. Die reagens is by die medium gesit sodat die helder sones van die plaques duideliker sigbaar sou wees teen die rooi agtergrond waar die gasheerselle die trifenieltetrasoliumchloried gereduseer het. Die medium is in 10 cm<sup>3</sup> volumes in botteltjies gesteriliseer by 121°C vir 15 minute. Voor gebruik is die medium gesmelt en afgekoel tot 45°C.

14. SITRAATMEDIUM  
(Oxoid Simmonds Sitraatmedium CM 155)



17. WILLIS & HOBBS-MEDIUM (Naglerplate)  
(Colling & Lyne, 1970, p. 148)

OPLOSSING 1

Oxoid-voedingsop (CMI) 1 340 cm<sup>3</sup>  
Laktose (Bacto Difco) 15,84 g  
Agar-agar (Bacto Difco) 15,84 g  
1 % neutraalrooi-oplossing 4,3 cm<sup>3</sup>  
Steriliseer by 121°C vir 15 minute.

OPLOSSING 2

Bacto Difco-afgeroomde melkpoelier 19,8 g  
Gedistilleerde water 198 cm<sup>3</sup>  
Steriliseer by 121°C vir 15 minute, koel af tot 40°C en meng  
met 50 cm<sup>3</sup> Oxoid-eiergeel-emulsie (SP 47).

Meng oplossings 1 en 2 en voeg 250 µg per cm<sup>3</sup> neomisien=  
sulfaat (Mycifridin, Upjohn) by (Cruickshank, et al., 1975,  
dl. 2, p. 123).

Giet plate, laat stol, en bestryk die een helfte van die  
plaat met C perfringens antitoksien (Verkrygbaar van  
S.A.I.M.N.)

- 18 WILSON & BLAIR-MEDIUM  
(S.A.I.M.R. & N.I.W.R., 1973, p. 23)

1. Natriumsulfiet-glukose-oplossing

a. Natriumsulfiet 200 g  
Gedistilleerde water 1 000 cm<sup>3</sup>  
b. Glukose 100 g  
Gedistilleerde water 500 cm<sup>3</sup>

Meng die oplossings a en b.

2. 8 % Ystersulfaatoplossing.

### Samstelling:

Steriliseer 1 000 cm<sup>3</sup> 3 persent Oxoid-voedingsop (CM1) en laat om af te koel tot by 50°C, voeg dan 15 cm<sup>3</sup> van oplossing 1 en 1 cm<sup>3</sup> van oplossing 2 by, meng, en giet plate in steriele petri-bakkies.

### REAGENSE EN KLEURSTOWWE

Vir die Gramkleuring is die volgende kleurstowwe en oplossings gebruik: ammonium-oksolaat-kristalviolet, jodium, asetoon-alkohol en Saframien-O (Salle, 1967, p. 14).

In die metielrooitoets is die reagense soos volg opgemaak: (Cruickshank, 1975, dl. 2, p. 175).

Metielrooi	0,1 g
Etanol	300 cm <sup>3</sup>
Gedistilleerde water	200 cm <sup>3</sup>

Die oplossing is in 0,3 cm<sup>3</sup> volumes by die kulture gevoeg. Vir die Voges-Proskauertoets is die volgende reagense gebruik: (Cruickshank, et al., 1975, dl. 2, p. 175). 40% KOH en 5% naftol in etielalkohol. Daar is onderskeidelik 1 cm<sup>3</sup> en 3 cm<sup>3</sup> van die oplossings by kulture gevoeg, om te toets vir die produksie van asetielmetielkarbinool.

Kovacs se reagens vir die toets van indoolproduksie is soos volg opgemaak: (Cruickshank, et al., 1975, dl. 2, p. 179).

Iso-amielalkohol	150 cm <sup>3</sup>
p-Dimetiel-aminobensaldehyd	10 g
Gekonsentreerde HCl	50 cm <sup>3</sup>

### 2.2 EKSPERIMENTELE WERK

Die eksperimentele werk kan in twee verdeel word, nl.:

- 2.2.1 Analises van monsters geneem uit drie verskillende watersuiweringsaanlegte.
- 2.2.2 Laboratoriumskaaleksperimente wat ontwerp is om die verwyderingseffek van mikroörganismes van elk van die eenheidsbedrywe en-prosesse te bepaal.
- 2.2.1 MONSTERNEMING UIT DIE WATERSUIWERINGSAAANLEGTE (Kyk tabelle VII tot XX)

Monsters is geneem en ondersoek vir chemiese en mikrobiologiese parameters uit die volgende aanlegte:

- a. Sisteem G op Zuikerboschpompstasie waar Bowe-Barragewater met Superfloc C577 behandel is. (Kyk tabelle XVII tot XX).
- b. Sisteem I op Vereenigingspompstasie waar Bowe-Barragewater met gebluste kalk en geaktiveerde silika behandel is. (Kyk tabelle XII tot XVI).
- c. Sisteem IV op Vereenigingspompstasie waar Benede-Barragewater behandel is met gebluste kalk en geaktiveerde silika. (Kyk tabelle VII tot XI).

Die water wat in a en b behandel is, is onttrek uit die Vaalrivier-Barrage voor die samevloeiing met die besoedelde Klip- en Suikerboschrandriviere en die water wat in c behandel is, is onttrek na die samevloeiing. Kyk tabelle I tot III vir 'n tipiese analise van die samestelling van die water in die strome.

Monsters is op 'n twee-weeklikse basis geneem en geanaliseer in die tydperk 16 Maart 1976 tot 15 Februarie 1977. Die parameters wat bepaal is, was temperatuur, troebelheid, pH, elektriese geleidingsvermoë, suurstof geabsorbeer uit suur kaliumpermanganaat, nitriet-, nitraat- en fosfaatkonsentrasie en die volgende bakteriologiese parameters, standaardplaattelling by 22° en 37°C, totale coliforme, fekale coliforme, S faecalis, C perfringens, S aureus en P aeruginosa.

Monsters is op die volgende plekke uit die sisteme geneem:

- a. Sisteem G (Zuikerboschsuiweringsaanleg). Water voor behandel-  
ling, na besinking, na sandfiltrasie en na chlorering.
- b. en c. Sisteem I en IV (Vereenigingsuiweringsaanleg). Water  
voor behandeling, na primêre besinking, na sekondêre  
besinking en karbonering, na sandfiltrasie en na chlo-  
rering.

In alle gevalle is die monsters vir bakteriologiese analise ge-  
neem in steriele 500 cm<sup>3</sup> wyebekglasbottels wat 20 tot 30 mg na-  
triumtiosulfaat bevat het. Monsters vir chemiese analise is ge-  
neem in 1 000 cm<sup>3</sup> plastiek wyebekbottels. Nadat die monsters  
geneem is, is dit so spoedig moontlik na die laboratorium geneem  
vir analise. Indien die bakteriologiese analise nie binne 2 uur  
na monsterneming 'n aanvang kon neem nie, is die monsters in 'n  
koelkamer by 10°C bewaar, totdat daar met die analise begin kon  
word. Die monsters wat op Zuikerboschsuiweringsaanleg geneem is,  
is in 'n koelkas geplaas met houers bevrore vriesmengsel. So-  
doende is die monsters afgekoel tot ongeveer 10°C. Alle monsters  
is binne 4 uur nadat dit geneem is, bakteriologies ontleed.

In monsters waar hoë tellings van organismes ver wag is, is tien-  
voudige reeks verdunnings gemaak. Dit was veral nodig vir die  
plaattellings op die onbehandelde water en in sommige gevalle,  
selfs vir die indikatororganismes. Tot 500 cm<sup>3</sup> volumes water is  
gefiltreer vir die analyses van die water na chlorering. Alle mi-  
krobiologiese analyses is in duplikaat gedoen, temperatuurlesings  
is geneem by die punt van monsterneming. Die persentasie verwyde-  
ring van troebelheid, bakterieë soos getel by 37°C en totale coli-  
formbakterieë, in die verskillende stadia van watersuiwering is be-  
reken uit die gegewens in tabelle VII tot XX (kyk tabel XXI). Slegs  
die verwydering van dié drie parameters is in persentasie uitgedruk,  
omdat aldrie as bedryfsparameters beskou kan word, en omdat daar in  
latere eksperimente gevind is dat daar 'n noue verband bestaan tussen  
die troebelheidsverwydering en die verwydering van die twee mikrobi-  
ologiese parameters. Twee van die parameters, nl. troebelheid en die  
plaattelling kan deur al die stadia van suiwering gevolg word,

terwyl die totale coliformorganismes in die meeste gevalle eers tydens chlorering heeltemal verdwyn het (kyk tabelle VII tot XXI).

## 2.2.2 LABORATORIUMEKSPERIMENTE

In al die eksperimente is gepoog om die toestande wat in die watersuiweringsaanleg gevind word, na te boots en dan die eksperimente onder streng beheerde toestande uit te voer.

### 2.2.2.1 ISOLASIE EN SUIWERING VAN BAKTERIE KULTURE EN OPSTEL VAN GROEIKURWES (Kyk tabel XXII en figuur 3)

Suiwer kulture van die volgende organismes is geïsoleer om gebruik te word as toetsorganismes, E coli I, Citrobacter freundii I, S faecalis en S aureus. Aanvanklike isolasie is gedoen met die membraan-filtreertegniek en die bevestiging en identifikasie is gedoen op suiwer kulture soos reeds beskryf (kyk 2.1.2.3, 2.1.2.4, 2.1.2.5 en 2.1.2.6). Nadat die suiwer kulture verkry en geïdentifiseer is, is die suiwerheid van die kulture gereeld bevestig deur Gram-kleurings en biochemiese toetse te doen.

Om te verseker dat die bakteriese kulture wat in die eksperimente gebruik is, deurgaans dieselfde fisiologiese aktiwiteit gehad het, is groeikurwes opgestel om te bepaal in watter groeifase die verskillende kulture sou wees na verskillende inkubasie-tye. Die groeikurwes is bepaal vir groei van die toetsorganismes by 37°C in Difco-brein-hart-infusie. Flesse met 500 cm<sup>3</sup> steriele medium is geïnkuleer vanaf 24 uur-oue skuinsbodemkulture, elk van die toetsorganismes in 'n aparte fles. Die kulture is gedurig geroer met behulp van 'n magnetiese roerder. Monsters is net na inkulasie en daarna vir 15 uur op die uur onttrek en toe weer na 'n inkubasie-tyd van 28 uur. Bakteriegetalle is op verdunnings van die monsters met die membraanfiltreertegniek bepaal.

Groeikurwes is opgestel deur die logaritmes van die bakteriegetalle per cm<sup>3</sup> te stel teen tyd in ure. Grafieke van die gegewens is getrek (kyk tabel XXII en figuur 3). Dit is by al die kulture gevind dat hulle tussen na 11 en 14 uur-inkubasietyd aan die begin gestaan het van die stilstandfase. Op grond van die gegewens is

besluit om gebruik te maak van 18 - 24 uur-oue kulture wat reeds in die stilstandsfase sou wees.

Alle kulture van toetsorganismes is voor gebruik in die eksperimente, uitgeswaai in 'n sentrifuge. Dit is gedoen by 5 000 revolusies per minuut vir 5 minute en daarna is die boliggende vloeistof gedekanteer. Die gesuspendeerde selle is drie maal gewas met steriele fosfaatbuffer en telkens weer uitgeswaai. Nadat dit die laaste maal uitgeswaai is, is die boliggende vloeistof gedekanteer en die bakteriese selle is geresuspendeer in 'n volume fosfaatbuffer gelykstaande aan die volume van die brein-hart-infusie-kultuur, ongeveer 6 cm<sup>3</sup>. Ongeveer 1 cm<sup>3</sup> uit elk van die suspensies van die toetskulture is by 1 000 cm<sup>3</sup> water gevoeg wat in die eksperimente gebruik is.

Die bakteriese kulture is gewas om alle voedingstowwe te verwyder wat moontlik die bakteriese selle se voortbestaan in die water sou kon beïnvloed.

Waar van suiwer toetskulture in eksperimente gebruik gemaak is, is die tellings met die membraanfiltreertegniek gedoen en die kolonies wat ontwikkel het, is nie bevestig nie. Daar is aangeneem dat die kolonies wat ontwikkel het, afkomstig was van die toetsorganismes.

Die keuse van die toetsmikroorganismes is so gemaak dat die organismes 'n wye reeks eienskappe sou insluit, dit veral t.o.v. die grootte van die mikroorganismes. Organismes wat gebruik word as indikatororganismes, nl. E coli I, Citrobacter freundii I en S faecalis en die patogeen, S aureus is gekies. Daar is ook gebruik gemaak van die bakteriofaag van S typhi A omdat die gasheer nie baie algemeen in die waterbronne van die Randwaterraad teenwoordig is nie en die fage nie sou adsorbeer aan die ander bakterieë wat teenwoordig was nie. Met behulp van elektronmikroskoopfoto's is die afmetings van die toetsorganismes en gesuspendeerde deeltjies in Vaaldamwater bepaal. (Kyk tabel XXIII).

## 2.2.2.2 BEREIDING VAN HOE-TITER-FAAGSUSPENSIE

Die S typhi A-gasheer en faag is verkry van die S.A.I.M.N. Difco-SS-agar is gebruik om die gasheer op te suiwer en die suiwerheid is getoets deur Gramkleurings te doen. Bevestiging van die kulture is gedoen deur die volgende toetse: reaksie op ureum- en tripel-suikeryster-agar en antigeen-agglutinasie. Die faag is hierna in sagte agar uitgeplaat saam met die gasheer. (Kyk 2.1.2.9).

Na die inkubasietyd van 24 uur by 37°C is een van die plaques met 'n steriele inokulasienaald afgetel in 'n 24 uur-oue kultuur van S typhi A. Na 'n verdere 24 uur-inkubasie is die suspensie van gasheerselle en fage gefiltreer deur 'n 0,45  $\mu$ m bakteriefilter om alle gasheerselle uit die suspensie te verwyder. Die filtraat is dan saam met die gasheer uitgeplaat in sagte agar en een plaque is weereens afgetel en by die gasheer-kultuur geplaas. Deur die fage herhaaldelik uit te plaat, is verseker dat die faag-kultuur suiwer sou wees.

Om die hoë-titer-faagsuspensie te berei is 3 cm<sup>3</sup> van die faagsuspensie, soos hierbo berei, by 6 cm<sup>3</sup> van 'n 24 uur-oue gasheerkultuur gevoeg. Na 10 minute kontaktyd, is die kultuur versprei oor 'n laag soliede gisekstrakagar in 'n Roux-fles. Na inkubasie vir 24 uur by 37°C is die mat van gasheerselle en fage afgewas deur drie tot vier maal te spoel met vars 10 cm<sup>3</sup> volumes brein-hart-infusie. Die afgewaste suspensie is gefiltreer deur 'n membraan met 0,45  $\mu$ m porieë. Sodoende is alle gasheerselle en ander moontlike kontaminasie verwyder en die titer van die suspensie is bepaal met behulp van die plaqueplaatmetode. Nadat die titer bepaal is, is 3 cm<sup>3</sup> chloroform per 100 cm<sup>3</sup> faagsuspensie bygevoeg, ten einde bakteriese groei in die suspensie te bekamp. Die faagsuspensie is om die helfte met T 2-buffer gemeng en by 4°C bewaar vir latere gebruik.

Volumes van 10 cm<sup>3</sup> is uit die faagsuspensie onttrek vir gebruik in die eksperimente. Die chloroform is verwyder deur die suspensie vir 'n tydperk by 37°C te hou totdat al die chloroform verdamp het.

### 2.2.2.3 KOAGULASIE, FLOKKULASIE EN BESINKING

(Kyk tabelle XXIV tot XLIII)

Die koagulasieproses en die flokkulasie- en besinkingsbedrywe word in die geval saam beskou t.o.v. die totale doeltreffendheid in die verwydering van mikroorganismes, tesame met die gesuspendeerde materiaal. Koagulante wat vergelyk is, was 'n gebluste kalk/geaktiveerde-silika-kombinasie met 'n poli-amien, nl. Superfloc C577. Die kalk wat gebruik is, het 65 persent kalsiumoksied bevat, terwyl die geaktiveerde natriumsilikaatoplossing wat gebruik is 0,66 persent silika-oksied bevat het. Oplossings van die koagulante is so berei dat 1 cm<sup>3</sup> kalkoplossing 10 mg kalsiumoksied bevat het, die geaktiveerde natriumsilikaatoplossing het een mg silika-oksied per cm<sup>3</sup> bevat en die Superfloc C577-oplossing 1 mg poli-amien per cm<sup>3</sup> bevat het.

Die roerapparaat wat gebruik is, het bestaan uit twee ses-spanroerders, nl. 'n Thibbs en Bird-roerder waarop die roersnelhede kon wissel tussen 0 en 100 revolusies per minuut (r.p.m.), en 'n hoë-spoed roerder waarvan die spanse snelhede kon wissel van 0 tot 500 r.p.m.

Steriele 2 000 cm<sup>3</sup> glasbekers is gebruik om die toetse in te doen, en voor sterilisasie is die bekers en roerspane vir 24 uur lank in 'n ioniese, nie-aktiewe seepoplossing soos Decon 75 behandel. Dit is gedoen om enige adsorpsie van die fage aan die glas of metaal te voorkom. (Van Duuren, 1969, p. 133). 'n Groot monster Vaaldamwater, 100 dm<sup>3</sup>, is geneem en by 10°C bewaar totdat die toetse gedoen is. Dit het verseker dat al die water wat in die ondersoek gebruik is, dieselfde chemiese en fisiese samestelling gehad het. Al die koagulasie- en besinkingstoetse is by 10°C gedoen.

Duplikaatvolumes van 1 000 cm<sup>3</sup> elk, is in twee 2 000 cm<sup>3</sup>-bekers gegooi en 1 cm<sup>3</sup> van elk van die suiwer, gewaste, bakteriese toetskulture en faagsuspensie is by elke 1 000 cm<sup>3</sup>-volume-Vaaldamwater gevoeg. Die water is dan vir 10 minute lank by 100 r.p.m. geroer om goeie vermenging te verkry. Na die aanvanklike vermenging is

twee  $10 \text{ cm}^3$ -monsters uit elk van die duplikaatbekers geneem met 'n steriele pipet en by  $90 \text{ cm}^3$  steriele fosfaatbuffer gevoeg. Die  $10 \text{ cm}^3$ -volume is onttrek omdat dit as meer betroubaar en verteenwoordigend beskou is as 'n  $1 \text{ cm}^3$ -volume. Troebelheid, pH en elektriese geleidingsvermoë van die onbehandelde water, is bepaal voordat die toetsorganismes bygevoeg is.

Na die aanvanklike vermenging en monsterneming is die verskillende koagulante in die duplikaatbekers bygevoeg in laer en hoër konsentrasies. So kon die verwydering van die mikroorganismes tesame met die verwydering van troebelheid gemeet word. Nadat die roertoets voltooi is, en die gevormde vlokkes besink het, is daar weer twee  $10 \text{ cm}^3$ -volumes van die belligende vloeistof onttrek uit elk van die duplikaatbekers. Die getalle van die mikroorganismes in die monsters is bepaal. Troebelheid, pH en elektriese geleidingsvermoë van die belligende vloeistof is ook bepaal. Mikrobiologiese analises op elk van die monsters uit die duplikaattoetse is in duplikaat gedoen.

#### GEBLUSTE KALK/GEAKTIVEERDE SILIKA AS KOAGULANT

(Kyk tabelle XXIV tot XXIX en figure 4 en 5)

Die volgende roertoestande is gebruik:  $4,5 \text{ cm}^3$  silika-oksied-oplossing ( $\approx 3 \text{ mg}$  silika-oksied) is by twee duplikaatvolumes van  $1\ 000 \text{ cm}^3$  elk gevoeg en vir 1 minuut by 100 r.p.m. geroer. Hierna is die gebluste kalk oplossing ( $1 \text{ cm}^3 \approx 10 \text{ mg}$  kalsiumoksied) bygevoeg en soos volg geroer: 1 minuut by 100 r.p.m. en dan vir 8 minute by 60 r.p.m. Hierna is die spane uit die bekere verwyder en die gevormde vlokkes is gelaat om te besink vir 10 minute, waarna die monsters uit die belligende-vloeistof onttrek en ondersoek is.

Die verskillende gebluste kalkkonsentrasies wat gebruik is, was 20, 30, 40 en 50 mg per  $1\ 000 \text{ cm}^3$  kalsiumoksied, terwyl die geaktiveerde silika-doseringe deurgaans op 3 mg per  $1\ 000 \text{ cm}^3$  silika-oksied gehou is.

## SUPERFLOC C577 AS KOAGULANT

(Kyk tabelle XXX tot XXXVI en figure 6 en 7)

Vir dié koagulant is die volgende roertoestande gebruik na die aanvanklike vermenging van die water met die mikroörganismes en nadat die koagulant bygevoeg is:

Roer 1 minuut by 500 r.p.m.

Roer 1 minuut by 100 r.p.m.

Roer 8 minute by 60 r.p.m.

Laat staan om te besink vir 10 minute nadat die spane uit die bekers verwyder is. Ses verskillende Superfloc C577 doserings, nl. 0,5 , 1,0 , 1,5 , 2,0 , 2,5 en 3,0 mg per 1 000 cm<sup>3</sup> is gebruik.

In albei die stelle roertoetse is die dosering nie verder verhoog, nadat die belliggende vloeistof 'n troebelheid van ongeveer 6 tot 12 mg per dm<sup>3</sup> gehad het na besinking nie.

As kontrole is die natuurlike uitsakking van die mikroörganismes ook ondersoek, in die afwesigheid van koagulante, maar met die roertoestande wat vir elk van die koagulante gebruik is. Die uitwerking van die koagulante in die afwesigheid van enige gesuspendeerde materiaal, is ondersoek deur Vaaldamwater deur 'n membraan met 0,22 µm porieë te filtreer om alle troebelheid te verwyder, en die koagulasie- en besinkingstoetse te doen met die verskillende koagulante soos reeds beskryf.

Die roertoestande wat gebruik is, is so gekies om die toestande in die watersuiweringsaanleg na te boots.

Met behulp van die kleinstekwadraat-metode is grafieke getrek wat die persentasie verwydering van mikroörganismes en troebelheid toon, teenoor dosis van die koagulant. Grafieke is ook getrek wat die persentasie verwydering van mikroörganismes teenoor persentasie troebelheidsverwydering vir elk van die koagulante aantoon. (Kyk tabelle XXXIX tot XLII).

#### 2.2.2.4 FILTRASIE

Die laboratoriumskaal-filtrasië-eksperimente is gedoen in 'n vertikale glasbuis met 'n deursnee van 150 mm, die onderpunt is tregtervormig, en voorsien van 'n klep aan die kant van die tregter. Genoeg gewaste, gegradeerde filtreersand met 'n uniformiteitskoëffisiënt van 1,5 en 'n effektiewe korrelgrootte van 0,52 mm, is in die buis gegooi om 'n sandkolom van 750 mm diep te vorm. Die sandkolom het gerus op 'n lagie klippies, 10 mm deursnee, wat gerus het op 'n laag klippe met 'n deursnee van 30 mm. Die dikte van die lae klippe was ongeveer 100 mm elk. 'n Dun lagie petroleumjellie is oor die binne-oppervlakte van die buis versprei met die gevolg dat die sandkorrels aan die buis vasgesit het en so is kanalisasie tussen die glas en die sand voorkom. (Marais, Nupen, Stander & Hoffman, 1976, p. 680). (Kyk diagram 2)

Filtrasië is gedoen deur die buis tot by die oorloopmerk met water te vul en dan die watervlak, en sodoende die waterdrukhoogte op die sand, konstant te hou deur die invloei so te reguleer dat daar altyd 'n vloei deur die oorloop was. Onder die bepaalde waterdrukhoogte van 500 mm is die filtreersnelheid gestel op 880  $\text{cm}^3$  per minuut. Die vloeiensnelheid is gemeet met 'n vloeieter in die buis wat die filtraat weggevoer het. 'n Filtreersnelheid van 880  $\text{cm}^3$  deur die bo-oppervlakte van die sandkolom (176,78  $\text{cm}^2$ ) is ekwivalent aan 'n filtreersnelheid van 3  $\text{m}^3$  per  $\text{m}^2$  per uur, wat die filtreersnelheid is deur die snelvalfilters wat bedryf word.

Vier-en-twintig uur-oue kulture van die toetsorganismes is in brein-hart-infusie berei en wel in die volgende volumes: C freundenii Ien E coli I, 700  $\text{cm}^3$ , S faecalis, 500  $\text{cm}^3$  en S aureus, 2 000  $\text{cm}^3$ . Die wisselende volumes kulture is gebruik omdat dit in die koagulasie-en besinkingstoetse gevind is, dat die organismes nie almal met dieselfde mate van doeltreffendheid verwyder word nie. Daar is ook 2,5  $\text{cm}^3$  van die hoë-titer-faagsuspensie bygevoeg. (titer ongeveer  $9 \times 10^9$  fage per  $\text{cm}^3$ ). Die kulture is by 200  $\text{dm}^3$  onbehandelde Vaaldamwater gegooi. Na goeie vermenging is 5 mg per  $\text{dm}^3$  Superfloc C577 bygevoeg en na deeglike vermenging teen

'n hoë tempo is die volume water gelaat om te koaguleer en te flokkuleer. Besinking het vir tussen ses en 24 uur plaasgevind. Na die tydperk is die belligende vloeistof afgetrek en gefiltreer deur die sandkolom.

Voordat die eerste volume besinkte water met toetsorganismes deur die filter gestuur is, is 160 dm<sup>3</sup> besinkte Vaaldamwater met 'n troebelheid van 5 mg per dm<sup>3</sup> gefiltreer om die filter in werking te stel. Na die stap is die besinkte water met toetsorganismes deur die sandkolom gefiltreer. Monsters van die water is voor, sowel as na filtrasie geneem. Troebelheid en die getalle van die toetsorganismes is in die monsters bepaal.

Die eksperimente is driemaal herhaal en die verwydering van die organismes is uitgedruk as persentasie-verwydering van die oorspronklike getalle voor filtrasie (kyk tabelle XLIV tot XLVI).

#### 2.2.2.5 CHLORERING

In die reeks eksperimente is gepoog om 'n vergelyking te tref tussen die bakteriosidiese en -statiese werking van verskillende chloorspesies wat op verskillende wyses aangewend is. Hier is veral gekyk na die twee chloorspesies wat van praktiese belang is, nl. beskikbare vrychloor ( $\text{OCl}^-$  of  $\text{HOCl}$ ) en monochlooramien ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ ). Om 'n duidelike beeld te verkry van chlorering in die praktyk, is in die reeks eksperimente net gebruik gemaak van die plaattellings by 22°C en 37°C. In die praktyk speel die parameters 'n belangrike rol om die doeltreffendheid van chlorering te meet. Op die stadium van die suiweringsproses waar chloor bygevoeg word, is die getalle van die indikatororganismes so laag, dat dit nie werklik 'n rol sou speel in die bepaling van die doeltreffendheid van chlorering nie.

Watermonsters in die reeks eksperimente is geneem uit die gefiltreerde water voor chlorering, nadat die water met kalk/silika behandel is.

Chloorwater is berei, deur chloorgas deur gedistilleerde water te borrel totdat 'n konsentrasie van ongeveer 1 500 mg per  $\text{dm}^3$  beskikbare vrychloor bereik is. 'n Ammoniumsulfaatoplossing ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) is berei sodat 1  $\text{cm}^3$  van die oplossing 0,1 mg stikstof bevat het. Die oplossing is berei om te dien as 'n stikstof-bron in die bereiding van monochlooramien in die water.

Alle beskikbare vrychloor- en monochlooramien-bepalings is gedoen met die D.P.D.-titrasie-metode met ferroammoniumsulfaat (FAS). (D.P.D. = di-feniel-parafenelien-diamien). (APHA, et al., 1975, p. 329).

Tydens die eksperimente is die bottels met monsters vir die duur van die eksperiment in 'n koel, donker plek gehou, soortgelyk aan toestande in pyplyne. Deur die bottels in die donker te hou, is verhoed dat sonlig die chloor vernietig.

Duplikaatmonsters van die gefiltreerde water is in steriele  $\text{dm}^3$  bottels onttrek en plaattellings by  $22^\circ\text{C}$  en  $37^\circ\text{C}$  is gedoen uit die een bottel by aankoms in die laboratorium. Bakteriologiese bepalinge is gedoen uit die een bottel, terwyl chloorbepalinge uit die duplikaat gedoen is. Dit is gedoen om enige onnodige risiko van kontaminasie uit te skakel. Afgesien van die bepalinge is die bottels verder dieselfde behandel en eweveel chlooroplossing is by elkeen gegooi. Die aanname was dat die chloor dieselfde effek sou hê in die twee duplikaatmonsters. Geskikte konsentrasies beskikbare vrychloor is in die water verkry deur eers vooraf te bepaal hoeveel beskikbare gebonde-chloor gevorm sou word met beskikbare vrychloor in oplossing. Die chlooraanvraag vir die spesifieke monster in 'n spesifieke tyd is ook bepaal. Tussen 0,2 en 0,3 mg per  $\text{dm}^3$  gebonde-chloor is gevorm en is bepaal as di-chlooramien. Uit die gegewens was dit moontlik om die korrekte hoeveelheid chlooroplossing by te voeg om 'n voorafbepaalde konsentrasie beskikbare vrychloor te verkry.

Die monochlooramien is berei deur te bereken hoeveel van die ammoniumsulfaatoplossing benodig word om 'n sekere verlangde monochlooramienkonsentrasie te verkry. Waar slegs die werking van

monochlooramien getoets is, is die ammoniumsulfaatoplossing eers=te by die monster gevoeg en daarna die chlooroplossing. Deur die oplossings in die volgorde by te voeg, is verseker dat alle chloor met die ammoniak reageer en monochlooramien vorm. Die werking van beskikbare vrychloor sou dus weglaatbaar wees.

Alle eksperimente is in duplikaat uitgevoer en duplikaat-plaat-tellings is ook gedoen. Chloorbepalings is met elke plaattelling gedoen sodat die spesifieke plaattelling met 'n spesifieke chloorkonsentrasie gekoppel kon word.

#### DIE VOLGENDE REEKS EKSPERIMENTE IS GEDOEN

1. Chloorwater is by die monsters gevoeg totdat 'n beskikbare vrychloorkonsentrasie van ongeveer 0,8 mg per  $\text{dm}^3$  verkry is. Standaardplaattellings is gedoen op monsters wat op die volgende tye onttrek is: voor chloordosering en onderskeidelik 5, 10, 15, 30 minute en 1, 2, 3 en 4 uur na chloordosering.

Die eksperiment is viermaal herhaal en wel met die volgende beskikbare vrychloorkonsentrasies:

0,8 mg per $\text{dm}^3$	Tabel XLVII (kyk figuur 8)
0,75 mg per $\text{dm}^3$	Tabel XLVIII
0,7 mg per $\text{dm}^3$	Tabel XLIX
0,7 mg per $\text{dm}^3$	Tabel L

2. Die volgende eksperiment is basies dieselfde as die een hierbo, behalwe dat van die beskikbare vrychloorkonsentrasies wat gebruik is, hoër was, nl. tot 1,4 mg per  $\text{dm}^3$ , en die tellings by 22°C en 37°C en die chloorbepalings is gedoen op die volgende tye: voor chlorering en 1, 24, 48, 72, 76 en 168 uur na chlorering, eksperiment a. Dit is gedoen met een stel duplikate. In eksperiment b is die laaste analises na 144 uur gedoen.

Eksperiment a is vyf maal herhaal en die volgende beskikbare vrychloorkonsentrasies is gebruik:

0,5 mg per dm <sup>3</sup>	Tabel LI (kyk figuur 9)
0,6 mg per dm <sup>3</sup>	Tabel LII
0,8 mg per dm <sup>3</sup>	Tabel LIII
0,9 mg per dm <sup>3</sup>	Tabel LIV
1,4 mg per dm <sup>3</sup>	Tabel LV

Eksperiment b is ook vyf maal herhaal en die volgende beskikbare vrychloorkonsentrasies is gebruik:

0,5 mg per dm <sup>3</sup>	Tabel LVI
0,7 mg per dm <sup>3</sup>	Tabel LVII
0,9 mg per dm <sup>3</sup>	Tabel LVIII
1,1 mg per dm <sup>3</sup>	Tabel LIX
1,2 mg per dm <sup>3</sup>	Tabel LX

3. In die eksperimente is die beskikbare vrychloorkonsentrasie in die water aangevul tot die oorspronklike konsentrasie deur 'n berekende volume chloorwater by te voeg na onderskeidelik 24, 48 en 72 uur kontaktyd na die aanvanklike chlorering. Plaattellings is daaglik uit die monsters gedoen tot en met 168 uur na die aanvang van die eksperimente.

Die volgende beskikbare vrychloorkonsentrasies is gebruik:

Aanvanklike beskikbare vrychloorkonsentrasie	Aangevul na (ure)	Finale chloor-konsentrasie (mg per dm <sup>3</sup> )
0,6	24	0,8 (Tabel LXI, kyk figuur 10)
0,7	24	0,7 (Tabel LXII)
0,8	48	1,4 (Tabel LXIII)
1,0	48	1,4 (Tabel LXIV)
0,8	72	0,9 (Tabel LXV)
0,8	72	0,8 (Tabel LXVI)

4. Die bakteriosidiese en bakteriostatiese effek van alleenlik monochlooramien is in die volgende eksperimente bepaal. Monochlooramien-konsentrasies van 0,9 en 0,8 mg per dm<sup>3</sup> is

in die water berei en tellings en chloorbepalings is daaglik vir onderskeidelik 11 en 8 dae gedoen in die twee stelle monsters, in elke geval is die monsters ook gedupliseer. Plaattellings is by 37°C gedoen.

Die volgende monochlooramienkonsentrasies is gebruik:

0,9 mg per  $\text{dm}^3$  Tabel LXVII (kyk figuur 11)  
 0,8 mg per  $\text{dm}^3$  Tabel LXVIII  
 0,8 mg per  $\text{dm}^3$  Tabel LXIX  
 0,8 mg per  $\text{dm}^3$  Tabel LXX

5. Na die aanvanklike beskikbare vrychloordosering van ongeveer 0,8 mg per  $\text{dm}^3$  is die beskikbare vrychloorkonsentrasie na onderskeidelik 6, 18 en 24 uur verander na monochlooramien deur die toediening van ammoniumsulfaatoplossing, en indien nodig chloor.

Die volgende chloorkonsentrasies is gebruik en plaattellings by 37°C en chloorbepalings is daaglik vir so lank as 15 dae, nadat die eksperiment begin is, gedoen.

Beskikbare vrychloor	Monochlooramien gevorm na (ure)	Finale monochlooramien= konsentrasie (mg per $\text{dm}^3$ )
0,8	6	0,8 Tabel LXXI (Kyk figuur 12)
0,85	6	0,8 Tabel LXXII
0,85	6	0,85 Tabel LXXIII
0,8	18	0,8 Tabel LXXIV
0,8	18	1,05 Tabel LXXV
0,9	24	0,55 Tabel LXXVI
0,8	24	0,8 Tabel LXXVII
0,9	24	1,0 Tabel LXXVIII
0,7	24	1,2 Tabel LXXIX
0,8	24	1,1 Tabel LXXX

#### 2.2.2.6 DIE NATUURLIKE AFSTERWE VAN MIKROORGANISMES IN WATER

Om 'n aanduiding te kry van die afsterwe van die toetsorganismes in water, is die verskillende organismes aan die toestande soos in die praktyk ondervind is, blootgestel. Vir die doel is spesiale houers ontwerp en vervaardig waarin die organismes geplaas kon word, terwyl dit blootgestel is aan die omgewing. Die toetskulture, 'n gemengde kultuur bestaande uit E coli I, C freundii I, S faecalis en S aureus is in die houer geplaas, en is slegs deur 'n halfdeurlaatbare membraan van die omgewing geskei. Vir die doel is 'n bakteriële filters met porie-groottes van  $0,45\ \mu\text{m}$  gebruik.

Die totale volume van elk van die houers (membraanfilterkamers) was  $110,5\ \text{cm}^3$  en die membraan is oor die twee punte in posisie gehou deur geslypte glasflense terwyl die opening waardeur die membraanfilterkamers gevul is, met 'n digpassende, geslypte glaspropie verseël is. Die flense en glaspropie is met klampe in posisie gehou. (Kyk diagram 3).

Membraanfilters van twee fabrikate is ondersoek, om die diffusie-snelheid van kalium- en kalsiumione deur die membraan te bepaal. Die membraan wat vergelyk is, was die Nuclepore Polycarbonate en die Gelman GN 6 Metricel membraanfilters. In die eksperiment is die membraanfilterkamers met die membraan in posisie, met gedistilleerde water gevul en in oplossings van kaliumnitraat en kalsiumbikarbonaat geplaas nadat die glaspropie opgesit is. Die oplossings het onderskeidelik  $10\ \text{mg per dm}^3$  kalium- en  $7 - 10\ \text{mg per dm}^3$  kalsiumione bevat.

Gelman GN6 membraanfilters is op 10 identiese membraanfilterkamers geplaas en die houers is tegelykertyd in oplossings wat onderskeidelik slegs  $\text{K}^+$ - en  $\text{Ca}^{++}$ -ione bevat het, geplaas. Een membraanfilterkamer is na onderskeidelik 1½, 3, 4, 6, 13, 15, 20 en 24 uur, ingeval van die kalsiumoplossing, en ook na 48 en 72 uur, ingeval van die kaliumoplossing, uit die oplossings gehaal. Die  $\text{K}^+$ - en  $\text{Ca}^{++}$ -konsentrasie in die water, afkomstig uit die houers, is met die atoomabsorpsietegniek bepaal. Die gebruikte

TABEL XIX (vervolg)

TEL 37° C	TEL 22° C	TC	FC	FS	C per	P aer	S aur
140	120	3	2	0	0	2+	0
160	56	3	2	0	0	1+	0
19	54	0	1	0	0	1+	0
87	36	2	1	0	0	1+	0
76	46	3	0	0	0	0	0
53	100	2	5	0	0	3+	0
72	63	2	0	0	0	0	0
210	69	2	0	0	0	0	0
270	310	0	0	0	0	0	0
260	530	1	0	0	0	0	0
40	130	0	0	0	0	0	0
97	84	0	0	0	0	0	0
40	21	1	1	1	0	0	0
14	35	0	0	0	0	0	0
140	190	1	0	0	0	0	0
360	800	4	1	1	0	0	0
540	510	1	1	5	0	2+	0
270	1 800	2	2	0	0	0	0
150	3 500	1	2	0	0	0	0
23	220	2	1	0	0	1+	0
42	360	7	4	0	0	0	0
44	28	7	5	0	0	0	0
42	180	2	2	0	0	1+	0
47	290	4	3	0	0	0	0
48	38	3	3	1	0	3+	0
460	210	1	4	0	0	3+	0

TABEL XX

RESULTATE VAN ANALISES GEDOEN OP BOWE-BARRAGEWATER NA BEHANDELING MET POLIELEKTROLIET  
EN CHLORERING

DAT	°C	TROEB	pH	GELEID	Mo	PP	GS	C S B	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P
76.03.23	23	0,8	8,6	14	60	2	1	10	<	0,8	<
76.03.30	23	0,6	8,5	14	54	2	2	8	<	0,6	<
76.04.06	23	0,7	8,4	16	58	2	1	6	<	0,7	<
76.04.13	22	0,5	8,5	16	54	0	1	16	<	0,5	<
76.04.27	22	0,9	8,5	15	52	0	2	10	0,05	0,5	<
76.05.11	20	1,1	8,2	14	61	0	1	<	<	0,5	<
76.05.25	18	1,0	8,3	13	60	0	2	<	<	0,5	<
76.06.08	14	0,6	8,4	12	86	0	2	10	<	0,5	<
76.06.22	12	1,8	8,1	13	61	0	1	37	<	0,5	<
76.07.06	8	0,9	8,3	15	63	0	1	24	0,04	0,6	<
76.07.20	8	0,8	8,2	27	73	0	3	18	<	1,0	<
76.08.03	13	0,9	8,2	19	70	0	1	14	0,01	0,5	<
76.08.17	6	0,5	8,1	16	63	0	<	10	0,01	0,5	<
76.09.07	8	0,9	8,6	16	61	5	1	8	<	0,5	<
76.09.21	10	0,6	8,4	14	63	2	2,3	8	<	<	<
76.10.05	19	0,8	8,2	13	62	0	1,4	<	<	<	<
76.10.19	16	0,6	7,5	14	62	0	1,7	14	<	<	<
76.11.02	21	0,9	8,1	15	65	0	4,0	<	<	<	<
76.11.23	19	0,7	8,5	14	85	6	<	<	0,05	<	<
76.12.07	23	1,9	8,6	15	64	4	1,4	26	<	<	<
76.12.21	23	0,7	8,5	15	64	4	2,0	22	<	<	<
77.01.04	24	0,3	8,8	15	69	13	1,5	6	<	<	<
77.01.18	27	0,6	8,1	15	64	0	1,4	6	0,02	<	<
77.02.01	25	0,3	8,5	17	81	4	1,0	12	<	<	<
77.02.15	24	0,7	9,0	17	73	12	1	12	<	<	<
77.03.01	21	0,4	9,2	17	110	2	1	<	<	<	<

### 3. RESULTATE

#### 3.1 VERDUIDELIKING VAN DIE SIMBOLE EN AFKORTINGS WAT IN DIE TABELLE EN FIGURE GEBRUIK IS:

dat	datum
min	minuut
h	uur
d	dag
log	logaritme
C S B	chemiese suurstof behoeftes
Geleid	Elektriese geleidingsvermoë
GS	Suurstof geabsorbeer uit suur kaliumpermanganaat
Mo	Metieloranje alkaliniteit
PP	fenolftaleïen alkaliniteit
P	fosfaat
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	nitriet
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	nitraat
Tel 22°C	Standaardplaattelling van lewensvatbare organismes na 72 uur inkubasie by 22°C.
Tel 37°C	Standaardplaattelling van lewensvatbare organismes na 48 uur inkubasie by 37°C.
TC	Totale coliforme
FC	Fekale coliforme
FS	Fekale streptococci
C per	<u>Clostridium perfringens</u>
P aer	<u>Pseudomonas aeruginosa</u>
S aur	<u>Staphylococcus aureus</u>
Faag	<u>Salmonella typhi</u> A faag
Vrychloor	beskikbare vrychloor
Gebondechloor	beskikbare gebondechloor
Monochloor	Monochlooramien
Voor besink	Voor besinking
Na besink	Na besinking
% Toe/Af	Persentasie toename of afname

### 3.2 OPSOMMING VAN DIE INHOUD VAN DIE TABELLE

Tabelle I - III	Chemiese, fisiese en bakteriologiese eienskappe van die Randwaterraad se drinkwaterbronne.
Tabel IV	Bakteriologiese gehalte van drinkwater.
Tabel V	Chemiese en fisiese eienskappe van drinkwater.
Tabel VI	Biochemiese kenmerke van die coliformbakterieë.
Tabelle VII - XX	Resultate van chemiese, fisiese en bakteriologiese analises gedoen op water, afkomstig uit die verskillende stadia van die watersuiweringproses, geneem uit drie verskillende watersuiweringstelsels.
Tabel XXI	Die doeltreffendheid van die watersuiweringproses.
Tabel XXII	Groeikurwes.
Tabel XXIII	Eienskappe van die toetsorganismes.
Tabelle XXIV - XLVI	Resultate van die koagulasie- en besinkings eksperimente met kalk-silika en Superfloc C577 as koagulante.
Tabelle XXXLVII - LXVI	Afsterwe van bakterieë in teenwoordigheid van beskikbare vrychloor.
Tabelle LXVII - LXXX	Afsterwe van bakterieë in teenwoordigheid van monochlooramien.

Tabelle LXXXI - Oorlewing van bakterieë.  
LXXXVI

3.3 OPSOMMING VAN DIE INHOUD VAN DIE KAART, DIAGRAMME EN FIGURE

Kaart	Die verspreidingsgebied van die Randwaterraad.
Diagram 1	Vloeidiagram van die watersuiweringsaanlegte.
Diagram 2	Voorstelling van die eksperimentele sandfilter.
Diagram 3	Membraanfilterkamers.
Figuur 1	Die relatiewe verhouding van die konsentrasie van die vrychloorspesies by verskillende pH-waardes.
Figuur 2	Voorstelling van die reaksies gedurende breekpunt chlorering.
Figuur 3	Groekurwes van die toetsorganismes.
Figuur 4	Grafieke van die persentasie troebelheid en mikroorganismes verwyder, teen dosering kalsiumoksied as koagulant.
Figuur 5	Grafieke van persentasieverwydering van toetsorganismes teen persentasie verwydering van troebelheid met gebluste kalk as koagulant.
Figuur 6	Grafieke van die persentasie troebelheid en mikroorganismes verwyder teen dosering Superfloc C577 as koagulant.
Figuur 7	Grafieke van persentasie verwydering van toetsorganismes teen persentasie verwydering van troebelheid met Superfloc C577 as koagulant.

- Figuur 8** Afsterwe van bakterieë in teenwoordigheid van beskikbare vrychloor.
- Figuur 9** Afsterwe en nagroei van bakterieë in teenwoordigheid van beskikbare vrychloor met toevoegings van vrychloor.
- Figuur 10** Afsterwe en nagroei van bakterieë in teenwoordigheid van beskikbare vrychloor met toevoegings van vrychloor.
- Figuur 11** Afsterwe en nagroei van bakterieë in teenwoordigheid van monochlooramien.
- Figuur 12** Afsterwe en nagroei van bakterieë in teenwoordigheid van beskikbare vrychloor en daaropvolgende chlooraminering.

#### 3.4 TABELLE

TABEL I

CHEMIESE, FISIIESE EN BAKTERIOLOGIESE EIENSKAPPE VAN VAALDAM- EN BOWE-BARRAGEWATER

	Vaaldamwater			Bowe-Barragewater		
	Laag= ste	Hoog= ste	Gemid= deld	Laag= ste	Hoog= ste	Gemid= deld
Opgeloste vastestowwe (mg/dm <sup>3</sup> )	75	151	106	83	272	122
Swewende vastestowwe (mg/dm <sup>3</sup> )	115	262	176	87	257	167
Alkaliniteit (CaCO <sub>3</sub> ekwivalent mg/dm <sup>3</sup> )	50	80	59	48	90	66
Hardheid (mg/dm <sup>3</sup> )	48	80	57	48	160	65
pH	7,8	8,4	7,9	8,5	8,1	7,8
Elektriese geleidingsvermoë, mS/m by 20°C	12	20	14	12	45	17
Plaattelling by 37°C na 48 uur org/cm <sup>3</sup> x 10 <sup>3</sup>	0,01	190	0,57	0,05	98	0,79
<u>E coli</u> I per 100 cm <sup>3</sup>	0	130	11	0	900	78

TABEL II

## CHEMIESE, FISIIESE EN BAKTERIOLOGIESE EIENSAPPE VAN DIE KLIP- EN SUIKERBOSCHRANDRIVIERWATER

	Kliprivier			Suikerboschrandrivier		
	Laagste	Hoogste	Gemiddeld	Laagste	Hoogste	Gemiddeld
Opgeloste vastestowwe (mg/dm <sup>3</sup> )	265	860	625	225	605	348
Swewende vastestowwe (mg/dm <sup>3</sup> )	4	37	14	10	560	112
Hardheid	310	405	360	120	310	203
pH	7,9	8,1	8,0	7,8	8,1	7,9
Elektriese geleidingsvermoë, mS/m by 20°C	76	97	90	32	94	58
Plaattelling by 37°C na 48 uur org/cm <sup>3</sup> x 10 <sup>3</sup>	0,4	83	8,6	0,4	115	19,3
<u>E coli I</u> per 100 cm <sup>3</sup>	10	910	347	0	4000	520

TABEL III

CHEMIESE, FISIESE EN BAKTERIOLOGIESE EIENSAPPE VAN DIE BENEDE-BARRAGEWATER BY VEREENIGING

	Laagste	Hoogste	Gemiddeld
Opgeloste vaste stowwe (mg/dm <sup>3</sup> )	130	725	373
Swewende vaste stowwe (mg/dm <sup>3</sup> )	4	432	92
Alkaliniteit (CaCO <sub>3</sub> ekwivalent mg/dm <sup>3</sup> )	59	137	96
Hardheid	73	335	190
pH	7,8	9,2	8,3
Elektriese geleidingsvermoë, mS/m by 20°C	17	92	49
Plaattelling by 37°C na 48 uur org/cm <sup>3</sup> x 10 <sup>3</sup>	0,11	910	6,0
<u>E coli I</u> per 100 cm <sup>3</sup>	0	8 000	206

TABEL IV

BAKTERIOLOGIESE GEHALTE VAN DRINKWATER VERSKAF VIR DIE TYDPERK APRIL 1976 TOT MAART 1977

Bron van monsters	Getal monsters ondersoek	Totale lewensvatbare organismes, plaattelling by 37 C na 48 uur		Getal monsters bevattende <u>E coli I</u>
		Getal monsters bevattende		
		0 - 100 org/cm <sup>3</sup>	100 org/cm <sup>3</sup>	
Zuikerboschsuiweringsaanleg	2 822	2 820	2	0
Vereenigingsuiweringsaanleg	1 814	1 802	12	1
Distribusiestelsel	4 135	3 961	174	3

TABEL V

## CHEMIESE EN FISIESE EIENSKAPPE VAN DRINKWATER VERSKAF

(mg/dm<sup>3</sup> waar van toepassing)

EIENSKAP	SUIKERBOSCHSUIWERINGSAAANLEG						VEREENIGINGSUIWERINGSAAANLEG					
	Superfloc C577 behandelde water			Kalk/Silika behandelde water			Kalk/Silika behandelde water					
							A			B		
	Hoogste	Laagste	Algemeen	Hoogste	Laagste	Algemeen	Hoogste	Laagste	Algemeen	Hoogste	Laagste	Algemeen
Opgeloste vaste stowwe	201	70	116	173	83	120	580	137	275	677	138	354
Alkaliniteit (as CaCO <sub>3</sub> )	90	54	65	136	51	89	152	71	110	161	71	114
Hardheid (as CaCO <sub>3</sub> )	146	46	66	148	44	85	280	68	152	320	78	190
Kalsium (Ca)	27	12	20	34	24	29	74	23	46	84	25	54
Magnesium (Mg)	5	1	4	5	1	3	21	1	9	27	1	13
Natrium (Na)	19	9	12	13	9	11	35	16	24	70	17	31
Kalium (K)	4	2	3	3	2	3	5	3	4	10	3	5
Bikarbonaat (2 HCO <sub>3</sub> )	98	54	67	163	60	106	185	87	134	196	87	139
Sulfaat (SO <sub>4</sub> )	51	3	10	15	5	9	110	34	69	230	37	109
Chloried (Cl)	19	6	8	9	5	6	39	14	24	96	14	34
Silika (SiO <sub>2</sub> )	16	5	11	9	13	6	13	7	10	13	7	10
Yster (as Fe)	<0,1	-	-	<0,1	-	-	<0,1	-	-	<0,1	<0,1	-
Fluoried	0,22	0,15	0,18	0,20	0,10	0,15	0,26	0,14	0,20	0,30	0,15	0,21
Fosfaat (totaal as PO <sub>4</sub> )	<0,2	-	-	<0,2	-	-	<0,2	-	-	<0,2	-	-
Suurstof opgeneem van suurpermanganaat	3,8	1,4	2,2	3,1	1,4	2,2	2,1	0,8	1,3	2,3	0,6	1,4
pH	9,3	8,0	8,7	9,6	7,5	8,3	8,9	7,7	8,2	8,8	7,7	8,2
pHs	8,8	8,2	8,6	8,8	7,8	8,2	8,2	7,8	8,0	8,2	7,8	7,9
Elektriese geleidingsvermoë (mS/m by 20°C)	35	13	18	30	13	20	66	18	38	83	20	48

Kolom A toon die gehalte van die water verskaf aan verbruikers in die Vaaldriehoek.

Kolom B toon die gehalte van die water gepomp vanaf Vereenigingsuiweringsaanleg na die Raad se aanjastasies vir verdere menging met water vanaf Suikerboschuiweringsaanleg.

Die "laagste" of "hoogste" waardes het nie noodwendig op dieselfde tye voorgekom nie.

Die "hoogste" spitswaardes was buitengewoon en het oor kort tydperke voorgekom.

TABEL VI

KLASSIFIKASIE VAN DIE COLIFORMBAKTERIEE MET DIE ORGANISMES SE BIOCHEMIESE EIENSKAPPE, HABITAT EN WAARDE AS INDIKATOR VAN FEKALE BESOEDELING

BIOCHEMIESE TOETSE	1	2	3	4	5	6	7	8	MOONTLIKE HABITAT	INDIKASIE VAN FEKALE BESOEDELING
ORGANISME	Suur- en gasproduksie in MacConkeysep by 37 °C binne 48 uur	Suur- en gasproduksie in MacConkeysep by 44,5°C binne 48 uur	Indoolproduksie by 37°C binne 24 uur	Metielrooitoets by 30°C 5 dae	Voges-Proskauerstoets 30°C 48 uur	Sitraatverbruiktoets by 37°C binne 4 dae	Vervloeiing van gelatien binne 7 dae by 30°C	Produksie van H <sub>2</sub> S by 37°C, 24 uur		
<u>Escherichia coli</u> tipe I	+	+	+	+	-	-	-	-	Menslike ingewande.	Beslis.
<u>Escherichia coli</u> tipe II	+	-	-	+	-	-	-	-	Twyfelagtig, moontlik nie primêr intestinaal.	Twyfelagtig.
<u>Escherichia coli</u> tipe III	+	-	+	+	-	-	-	-	Menslike en dierlike intestinum.	Moontlik.
<u>Citrobacter freundii</u> tipe I	+	-	-	+	-	+	-	+	Hoofsaaklik grond.	Moontlike, hoofsaaklik indikasie van grond en plant-saardige besoedeling.
<u>Citrobacter freundii</u> tipe II	+	-	+	+	-	+	-	+	Hoofsaaklik grond.	
<u>Klebsiella aerogenes</u> tipe I	+	-	-	+	+	+	-	-	Hoofsaaklik van plante.	
<u>Klebsiella aerogenes</u> tipe II	+	-	+	-	+	+	-	-	Hoofsaaklik van plante.	
<u>Klebsiella cloacae</u>	+	-	-	-	+	+	-	-	Hoofsaaklik van plante.	
Irregular II	+	+	-	+	-	+	-	-	Twyfelagtig.	
Irregular III	+	-	-	+	-	+	-	+	Twyfelagtig.	Moontlik fekale besoedeling.
Irregular IV	+	-	-	+	-	+	-	+	Twyfelagtig.	Twyfelagtig.
Irregular V	+	-	-	+	-	+	-	+	Twyfelagtig.	Twyfelagtig.
Irregular VI	+	+	-	+	+	+	-	-	Sak- en verpakingsmateriaal.	Twyfelagtig.
Irregular VII	+	-	+	-	-	+	-	-	Twyfelagtig.	Twyfelagtig.
Irregular VIII	+	-	-	-	-	+	-	-	Twyfelagtig.	Twyfelagtig.

TABEL VII

RESULTATE VAN ANALISES GEDOEN OP BENEDE-BARRAGEWATER VOOR BEHANDELING MET KALK-SILIKA

DAT	°C	TROEB	pH	GELEID	Mo	PP	GS	C S B	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P
76.03.23	23	200	7,9	21	60	0	4,6	16	0,05	0,5	0,4
76.03.30	23	200	8,1	44	48	0	3,6	25	0,02	0,7	0,3
76.04.06	22	136	7,9	59	86	0	4,1	19	<	0,9	0,4
76.04.13	20	180	8,1	32	61	0	3,7	19	0,08	0,6	0,4
76.04.27	20	78	7,8	38	51	0	2,8	90	0,03	1,0	0,3
76.05.11	13	148	7,7	29	61	0	3,5	8	0,02	1,0	0,3
76.05.25	11	170	7,8	24	71	0	4,0	18	0,02	0,8	0,4
76.06.08	8	16	7,8	54	95	0	2,9	25	0,1	2,0	0,2
76.06.22	6	6	7,9	72	104	0	1,9	80	0,06	2,0	0,3
76.07.06	8	6	8,2	69	110	0	1,9	19	0,25	2,0	0,3
76.07.20	9	12	7,3	63	93	0	1,6	17	0,02	2,0	0,3
76.08.03	8	7	8,4	70	114	0	2,3	70		2,0	0,5
76.08.17	11	6	8,9	69	113	20	2,3	22	0,02	2,0	0,4
76.09.07	15	60	8,0	38	90	0	2,2	11	0,01	0,6	0,3
76.09.21	19	24	8,0	48	103	0	3,7	8	0,03	0,5	0,2
76.10.05	16	65	7,5	58	96	0	7,0	36	0,05	0,5	0,3
76.10.19	18	16	7,7	78	111	0	3,5	<	<	<	0,2
76.11.02	20	10	8,7	75	115	11	8,0	26	0,05	0,5	0,2
76.11.23	21	300	7,8	20	57	0	7,0	65	0,12	0,5	0,9
76.12.07	22	160	7,5	39	80	0	5,0	23	0,06	0,5	0,5
76.12.21	23	100	8,0	21	70	0	3,4	10	0,15	0,5	0,5
77.01.04	22	140	7,6	18	64	0	2,1	5	0,16	0,6	0,5
77.01.18	23	140	7,7	23	77	0	2,7	18	0,12	0,5	0,5
77.02.01	20	190	8,0	18	79	0	2,3	15	0,09	<	0,5
77.02.15	21	190	7,9	19	74	0	3,1	20	0,14	<	0,5
77.03.01	23	92	7,9	26	89	0	2,9	11	0,09	<	0,3

TABEL VII (vervolg)

TEL 37°C	TEL 22°C	TC	FC	FS	C per	P aer	S aur
3 100	7 100	260	4	76	0	3+	0
5 300	8 000	300	81	50	0	3+	0
2 100	3 700	1 600	760	18	0	3+	5
870	1 400	180	76	0	0	2+	5
6 200	400	95	88	14	0	2+	0
1 400	14 999	550	37	30	0	3+	0
6 100	1 200	310	3	7	0	1+	0
250	5 300	8	2	10	0	2+	0
1 200	270	2	0	0	0	1+	0
1 100	1 400	2	2	0	0	2+	0
530	860	3	3	4	0	0	0
390	1 000	0	0	0	0	1+	0
250	95	0	0	0	0	0	0
3 400	250	5	0	0	0	0	0
12 000	6 400	18	8	12	0	1+	0
28 000	20 000	130	540	1 000	0	3+	0
3 000	3 500	100	98	180	0	2+	0
1 700	2 500	37	75	16	0	3+	0
22 000	6 200	3 800	700	160	0	2+	0
1 700	1 200	340	310	24	0	3+	0
1 100	1 700	830	36	0	0	2+	0
390	430	63	44	12	0	3+	0
560	490	140	77	8	0	2+	0
930	1 400	840	470	110	0	3+	1
1 400	1 300	140	55	17	0	2+	0
550	580	74	13	3	0	3+	0

TABEL VIII

RESULTATE VAN ANALISES GEDOEN OP BENEDE-BARRAGEWATER NA KOAGULASIE MET KALK-SILIKA  
EN PRIMERE BESINKING

DAT	°C	TROEB	pH	GELEID	Mo	PP	GS	C S B	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P
76.03.23	23	7	10,7	29	109	74	2,3	10	0,01	0,6	<
76.03.30	23	11	10,3	47	102	40	1,5	21	<	0,8	<<
76.04.06	22	6	10,3	56	102	34	2,7	10	<	0,9	<<
76.04.13	20	20	7,3	25	22	0	2,7	10	0,01	0,5	<<
76.04.27	20	9	10,2	45	122	44	2,2	9	0,01	1,0	<<
76.05.11	13	6	10,4	46	86	69	2,0	9	0,01	1,0	<<
76.05.25	12	26	10,1	31	137	8	2,4	7	<	0,9	<<
76.06.08	9	10	10,0	52	99	12	2,9	8	<	2,0	<
76.06.22	7	4	9,9	75	136	78	1,3	8	0,75	2,0	0,2
76.07.06	8	4	9,0	67	125	68	1,7	50	0,02	2,0	0,3
76.07.20	8	8	9,8	66	146	73	2,9	11	0,02	2,0	0,3
76.08.03	8	4	10,0	68	248	198	2,3	10	0,01	2,0	<<
76.08.17	12	9	9,7	71	148	73	1,7	25	0,01	2,0	<<
76.09.07	15	4	10,5	47	27	72	1,0	10	0,01	0,6	<<
76.09.21	19	5	9,8	47	56	60	2,5	8	0,02	0,5	<<
76.10.05	17	6	9,8	56	48	69	3,4	19	0,02	0,6	<<
76.10.19	17	6	9,3	70	96	44	2,9	16	0,03	<	<<
76.11.02	20	3	10,4	69	91	63	4,0	15	0,05	0,5	<<
76.11.23	22	10	10,3	27	72	50	1,0	115	0,01	0,5	<<
76.12.07	23	5	10,5	31	102	82	1,4	6	<	0,5	<<
76.12.21	24	6	10,2	29	90	66	1,8	10	0,01	0,5	<<
77.01.04	22	11	9,8	22	25	41	1,2	5	0,03	<	<<
77.01.18	23	9	9,4	37	105	47	1,8	16	<	0,6	<<
77.02.01	21	14	9,7	26	85	39	1,3	15	0,02	<	<<
77.02.15	21	6	10,5	27	83	56	1,5	11	<	<	<<
77.03.01	23	5	7,9	26	100	64	1,7	12	<	<	<<

TABEL VIII (vervolg)

TEL 37°C	TEL 22°C	TC	FC	FS	C per	P aer	S aur
210	150	0	7	4	0	0	0
760	280	1 600	760	18	0	2+	0
110	63	4	1	2	0	1+	0
280	140	25	4	2	0	1+	0
160	170	15	5	8	0	2+	0
120	130	25	1	0	0	1+	0
510	230	3	1	5	0	1+	0
550	200	4	0	0	0	1+	0
700	1 800	0	0	1	0	2+	0
1 700	1 400	10	2	1	0	0	0
260	990	0	0	2	0	0	0
2 800	2 300	67	24	1	0	0	0
2 900	2 400	0	0	0	0	0	0
44 000	30 000	8	1	2	0	1+	0
35 000	28 000	75	120	9	0	3+	0
13 000	17 000	5	10	8	0	2+	1,0
2 900	4 800	5	1	1	0	1+	0
1 900	4 200	9	23	40	0	2+	0
150	48	7	3	4	0	3+	0
220	57	27	3	5	0	3+	0
17	16	15	1	1	0	2+	0
79	84	26	3	2	0	3+	0
850	950	73	45	18	0	3+	1,0
33	33	1	0	2	0	3+	0
180	46	3	1	0	0	2+	0
4 600	3 700	7	7	0	0	2+	0

TABEL IX

RESULTATE VAN ANALISES GEDOEN OP BENEDE-BARRAGEWATER NA KOAGULASIE MET KALK-SILIKA EN SEKONDERE BESINKING

DAT	°C	TROEB	pH	GELEID	Mo	PP	GS	C S B	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P
76.03.23	23	4	8,7	29	106	8	2	13	0,01	0,6	<
76.03.30	23	1	9,0	45	98	10	2	19	<	0,8	<
76.04.06	22	5	9,3	53	102	16	3	16	<	0,9	<
76.04.13	22	9	7,6	28	112	0	2	<	0,01	0,5	<
76.04.27	20	6	8,7	45	121	0	2	6	0,01	1,0	<
76.05.11	14	5	8,0	43	101	0	8	<	0,01	1,0	<
76.05.25	12	11	8,7	32	115	1	2	22	<	0,8	<
76.06.08	10	7	8,5	59	141	10	3	25	0,01	2,0	<
76.06.22	7	4	8,5	81	161	1	2	8	0,07	2,0	<
76.07.06	9	5	7,1	70	140	0	2	16	0,03	2,0	<
76.07.20	8	7	8,1	71	145	0	2	17	0,02	2,0	<
76.08.03	9	4	8,5	71	127	11	2	7	0,01	2,0	<
76.08.17	12	6	7,6	76	149	0	2	16	0,02	2,0	<
76.09.07	15	3	8,0	46	100	0	1	27	0,01	0,6	0,2
76.09.21	18	3	7,4	52	131	0	3	10	0,02	<	<
76.10.05	17	4	7,5	58	119	0	3	14	0,06	0,5	<
76.10.19	17	4	7,2	71	103	0	3	<	0,03	<	<
76.11.02	19	2	8,9	71	94	19	4	20	0,06	<	<
76.11.23	22	10	10,3	27	72	50	<	115	0,01	<	<
76.12.07	22	3	8,0	20	94	0	2	8	<	<	<
76.12.21	23	5	7,2	33	84	0	2	3	0,02	<	<
77.01.04	22	5	8,9	21	59	0	1	3	0,04	<	<
77.01.18	23	7	8,1	39	116	0	2	13	<	0,6	<
77.02.01	21	10	7,6	32	92	0	2	10	0,03	<	<
77.02.15	21	4	7,9	26	86	0	1	10	0,02	<	<
77.03.01	23	4	7,5	32	110	0	2	12	0,3	<	<

TABEL IX (vervolg)

TEL 37°C	TEL 22°C	TC	FC	FS	C per	P aer	S aur
270	150	2	0	4	0	2+	0
520	210	6	6	9	0	2+	0
900	610	70	34	9	0	2+	0
120	34	12	48	1	0	2+	0
260	130	16	2	3	0	2+	0
520	580	23	10	13	0	2+	0
170	160	9	2	3	0	3+	0
740	1 500	5	1	7	0	2+	0
750	980	1	0	2	0	1+	0
1 600	3 800	0	0	1	0	2+	0
2 000	1 200	3	1	1	0	3+	0
3 500	3 300	0	0	3	0	0	0
2 700	2 500	96	36	1	0	0	0
21 000	16 000	1	0	0	0	0	0
55 000	33 000	33	4	3	0	0	0
47 000	35 000	50	75	10	0	0	0
16 000	26 000	13	6	4	0	3+	0
3 200	15 000	4	2	2	0	1+	0
14 000	84 000	12	80	47	0	3+	0
470	210	22	8	4	0	3+	0
1 300	1 200	23	23	4	0	2+	0
63	53	19	4	4	0	3+	0
260	190	14	9	2	0	3+	0
760	820	46	11	10	0	2+	0
370	170	1	4	4	0	3+	0
640	290	8	1	2	0	3+	0

TABEL X

RESULTATE VAN ANALISES GEDOEN OP BENEDE-BARRAGEWATER NA KALK-SILIKA BEHANDELING EN SANDFILTRASIE

DAT	°C	TROEB	pH	GELEID	Mo	PP	GS	C S B	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P
76.03.23	23	0,5	8,6	28	102	10	2,0	10	<	0,7	<
76.03.30	35	0,5	8,7	43	92	6	1,0	15	<	0,8	<
76.04.06	22	0,3	9,0	51	98	2	3,0	10	<	0,9	<
76.04.13	20	1,0	8,9	32	69	1	2,0	10	<	0,8	<
76.04.27	20	0,4	8,5	45	117	0	2,0	10	0,01	1,0	<
76.05.11	13	0,7	8,4	41	75	4	8,0	<	<	1,0	<
76.05.25	12	0,6	8,5	30	127	0	2,0	8	<	0,9	<
76.06.08	8	0,9	8,2	59	141	12	3,0	<	<	2,0	<
76.06.22	7	0,4	8,3	80	153	0	2,0	8	0,04	2,0	<
76.07.06	8	0,7	7,6	25	141	0	1,0	25	<	<	<
76.07.20	8	0,5	8,5	69	140	9	2,0	11	0,01	2,0	<
76.08.03	8	0,6	8,4	69	125	0	2,0	11	0,01	2,0	<
76.08.17	12	1,1	7,3	76	153	0	1,0	33	0,01	2,0	<
76.09.07	15	0,5	8,0	44	99	0	1,0	14	<	0,8	<
76.09.21	18	0,8	7,4	51	128	0	2,0	10	0,01	<	<
76.10.05	18	0,6	7,4	58	122	0	3,0	16	0,03	0,9	<
76.10.19	17	0,6	7,1	72	115	0	2,0	12	0,04	<	<
76.11.02	19	0,7	8,4	72	96	2	4,0	14	0,05	0,7	<
76.11.23	22	2,3	8,7	26	78	8	2,0	14	<	0,5	<
76.12.07	23	0,6	8,8	42	67	12	2,0	10	<	0,7	<
76.12.21	24	0,6	7,3	33	94	0	1,0	<	<	<	<
77.01.04	22	1,0	8,6	19	54	0	1,0	9	<	<	<
77.01.18	23	0,3	8,1	46	195	0	2,0	15	<	0,6	<
77.02.01	20	1,1	7,8	30	90	0	1,0	8	<	0,6	<
77.02.15	22	0,4	7,9	26	87	0	2,0	14	<	<	<
77.03.01	23	0,4	7,8	32	110	0	2,0	13	<	<	<

TABEL X (vervolg)

TEL 37°C	TEL 22°C	TC	FC	FS	C per	P aer	S aur
95	36	1	0	1	0	2+	0
330	160	26	9	4	0	2+	0
40	41	0	1	0	0	0+	0
75	42	1	1	1	0	2+	0
120	77	2	1	2	0	1+	0
40	39	1	1	0	0	1+	0
140	870	0	0	1	0	0	0
140	17	0	0	0	0	0	0
250	840	0	0	0	0	0	0
430	400	0	0	0	0	0	0
1 300	38	0	0	0	0	0	0
730	1 100	3	2	0	0	0	0
670	720	3	0	0	0	0	0
5 800	6 300	2	0	0	0	0	0
49 000	42 000	20	4	40	0	1+	0
410	660	1	0	0	0	0	0
1 400	920	7	0	0	0	1+	0
170 000	140 000	16	16	6	0	2+	0
43	23	3	0	0	0	1+	0
23	6	0	0	0	0	0	0
36	23	2	0	1	0	1+	0
36	24	3	1	1	0	0	0
21	16	7	5	0	0	1+	0
43	35	1	1	0	0	1+	0
53	28	1	1	1	0	0	0
94	32	1	0	1	0	1+	0

TABEL XI

RESULTATE VAN ANALISES GEDOEN OP BENEDE-BARRAGEWATER NA KALK-SILIKA BEHANDELING EN CHLORERING

DAT	°C	TROEB	pH	GELEID	Mo	PP	GS	C S B	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P
76.03.23	23	1,1	8,2	25	88	2	1	10	0,7	<	<
76.03.30	23	0,6	8,2	42	96	0	1	19	0,8	<	<
76.04.06	22	0,5	8,2	51	106	0	1	10	0,9	<	<
76.04.13	22	0,7	8,3	33	83	0	1	6	0,7	<	<
76.04.27	20	0,6	8,0	40	102	0	1,5	6	0,9	<	<
76.05.11	15	0,6	8,2	40	74	0	8	<	0,9	<	<
76.05.25	14	0,7	8,2	33	103	0	2	25	1,0	<	<
76.06.08	10	1,3	8,2	56	143	0	2	<	2,0	<	<
76.06.22	10	1,0	7,9	74	137	0	1	8	2,0	<	<
76.07.06	10	1,7	7,9	65	133	0	1	16	2,0	<	<
76.07.20	11	1,0	8,4	65	133	3	2	14	2,0	<	<
76.08.03	11	0,7	8,0	66	130	0	1	8	2,0	<	<
76.08.17	13	1,2	8,3	68	136	0	1	16	2,0	<	<
76.09.07	16	2,0	8,0	44	114	0	<	10	0,7	<	<
76.09.21	19	0,9	7,8	46	110	0	2	60	0,4	<	<
76.10.05	18	1,0	7,9	44	106	0	1	16	0,7	<	<
76.10.19	19	1,0	7,5	66	113	0	1,5	<	<	<	<
76.11.02	20	0,7	8,0	65	106	0	4	18	0,5	<	<
76.11.23	22	2,6	8,1	27	82	0	2	28	0,5	<	<
76.12.07	24	0,7	8,7	34	67	8	2	11	0,7	<	<
76.12.21	23	0,6	7,7	29	91	0	1,5	<	<	<	<
77.01.04	23	1,4	8,1	18	55	0	1	13	<	<	<
77.01.18	24	0,5	8,0	42	91	0	1	14	0,6	<	<
77.02.01	22	1,2	7,7	29	89	0	1	18	0,5	<	<
77.02.15	23	2,4	8,0	24	88	0	1,5	9	<	<	<
77.03.01	25	0,67	8,0	33	110	0	1,6	8	<	<	<

TABEL XI (vervolg)

TEL 37°C	TEL 22°C	TC	FC	FS	C per	P aer	S aur
7	5	0	0	0	0	0	0
15	5	0	0	0	0	0	0
6	3	0	0	0	0	0	0
6	6	0	0	0	0	0	0
4	4	0	0	0	0	0	0
12	2	0	0	0	0	0	0
7	6	0	0	0	0	0	0
29	52	0	0	0	0	0	0
79	140	0	0	0	0	0	0
5	39	0	0	0	0	0	0
6	4	0	0	0	0	0	0
24	28	0	0	0	0	0	0
5	7	0	0	0	0	0	0
4	6	0	0	0	0	0	0
8	6	0	0	0	0	0	0
14	110	0	0	0	0	0	0
8	10	0	0	0	0	0	0
4	3	0	0	0	0	0	0
12	10	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0
8	3	0	0	0	0	0	0
10	54	0	0	0	0	0	0
7	7	0	0	0	0	0	0

TABEL XII

RESULTATE VAN ANALISES GEDOEN OP BOWE-BARRAGEWATER VOOR KALK-SILIKA BEHANDELING BY VEREENIGING

DAT	°C	TROEB	pH	GELEID	Mo	PP	GS	C S B	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P
76.03.23	23	220	8,2	14	60	0	3,5	22	0,05	0,8	0,5
76.03.30	23	240	8,1	13	54	0	4,2	22	0,07	0,5	0,3
76.04.06	23	200	8,1	16	56	0	3,6	25	0,08	0,6	0,4
76.04.13	22	230	8,2	14	56	0	3,5	16	0,06	0,5	0,5
76.04.27	22	210	8,1	14	52	0	3,9	10	0,1	0,4	0,4
76.05.01	20	170	7,9	16	58	0	4,0	22	0,08	0,6	0,4
76.05.25	15	220	7,8	14	39	0	3,3	5	0,07	0,4	0,3
76.06.08	13	200	8,0	12	62	0	4,2	18	0,05	0,5	0,5
76.06.22	11	200	7,6	15	62	0	3,8	5	0,07	0,5	0,45
76.07.06	8	180	7,8	14	57	0	2,7	22	0,1	0,5	0,65
76.07.20	8	180	7,8	17	58	0	2,8	20	0,1	0,5	0,6
76.08.03	8	180	7,9	20	63	0	3,4	17	0,05	0,5	0,6
76.08.17	9	190	7,7	16	60	0	2,7	25	0,06	<	0,5
76.09.07	11	160	8,1	25	73	0	2,2	13	0,05	0,7	0,5
76.09.21	14	190	8,0	13	63	0	2,8	23	0,05	<	0,4
76.10.05	17	170	7,8	12	59	0	4,1	13	0,7	<	0,4
76.10.19	16	160	7,7	18	60	0	3,2	13	0,5	<	0,3
76.11.02	17	160	7,7	14	64	0	3,1	13	0,02	2,0	0,4
76.11.23	19	160	8,1	14	62	0	4,6	17	0,12	<	0,3
76.12.07	21	170	7,9	13	79	0	4,0	16	0,06	<	0,4
76.12.21	23	170	7,1	13	56	0	2,4	13	0,07	<	0,4
77.01.04	23	85	8,0	13	62	0	3,0	16	0,12	<	0,4
77.01.18	22	150	6,9	14	55	0	3,2	13	0,14	<	0,4
77.02.01	24	140	7,8	15	74	0	2,4	16	0,12	<	0,4
77.02.15	21	140	7,9	16	69	0	1,6	14	0,07	<	0,4
77.03.01	22	160	7,9	16	72	0	7,9	11	0,12	<	0,5

TABEL XII (vervolg)

TEL 37°C	TEL 22°C	TC	FC	FS	C per	P aer	S aur
520	520	67	5	0	0	2+	0
600	660	70	10	0	0	2+	0
1 900	810	90	41	5	0	2+	0
890	800	120	56	6	0	2+	0
970	450	110	62	2	0	3+	0
1 000	980	190	170	79	0	1+	0
2 000	3 700	260	110	63	0	2+	0
640	790	120	35	3	0	2+	0
1 500	3 200	110	28	9	0	2+	0
380	510	80	4	3	0	0	0
350	450	60	11	4	0	0	0
400	400	17	7	5	0	1+	0
260	270	46	28	10	0	0	0
930	740	49	27	4	0	0	0
760	1 900	75	10	4	0	1+	0
860	3 500	69	22	5	0	1+	0
1 400	1 800	80	78	110	0	2+	0
7 800	3 100	140	46	33	0	2+	0
2 200	2 200	85	33	4	0	2+	0
760	410	120	44	16	0	2+	0
330	220	920	420	0	0	2+	3
400	330	140	88	6	0	2+	0
300	350	97	79	8	0	2+	0
590	380	210	110	3	0	1+	0
760	230	240	83	13	0	2+	3
1 000	980	130	66	0	0	2+	0

TABEL XIII

RESULTATE VAN ANALISES GEDOEN OP BOWE-BARRAGEWATER NA KOAGULASIE MET KALK-SILIKA EN  
PRIMERE BESINKING

DAT	°C	TROEB	pH	GELEID	Mo	PP	GS	C S B	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P
76.03.23	23	38	11,2	40	124	106	1,0	16	<	0,8	<
76.03.30	23	35	11,2	35	122	114	2,0	16	<	0,6	<
76.04.06	23	83	10,8	34	68	44	1,0	15	0,01	0,6	<
76.04.13	22	50	10,7	24	86	36	2,0	10	<	0,5	<
76.04.27	20	16	10,6	31	83	6	2,0	13	0,01	0,7	<
76.05.11	18	21	10,3	31	123	52	3,0	25	0,02	0,6	<
76.05.25	14	50	10,5	22	112	70	2,0	<	<	0,5	<
76.06.08	12	36	10,3	22	139	10	3,0	24	<	0,5	<
76.06.22	10	53	10,4	23	102	34	3,0	<	<	0,6	<
76.07.06	8	39	10,5	23	114	77	2,0	<	0,07	0,6	<
76.07.20	9	40	10,4	26	114	78	2,0	<	0,05	0,6	<
76.08.03	10	19	10,4	27	119	84	3,0	11	0,02	0,6	<
76.08.17	8	23	10,3	23	107	73	1,0	15	0,01	0,5	<
76.09.07	11	31	10,9	30	108	69	1,0	<	0,01	0,7	<
76.09.21	14	12	10,4	21	30	65	1,0	10	<	<	<
76.10.15	18	13	10,3	22	84	60	3,0	<	<	<	<
76.10.19	16	14	10,6	19	23	60	2,0	8	<	<	<
76.11.02	16	55	10,0	16	85	61	2,0	<	0,01	<	<
76.11.23	18	11	10,9	23	86	72	4,0	12	0,05	<	<
76.12.07	21	11	10,2	17	70	46	3,0	8	<	<	<
76.12.21	24	6	10,5	27	103	81	1,0	20	<	<	<
77.01.04	23	6	10,7	20	81	64	2,0	<	<	<	<
77.01.18	22	9	10,5	45	115	91	1,0	<	<	<	<
77.02.01	23	10	9,9	26	86	60	<	17	<	<	<
77.02.15	20	8	10,7	25	98	78	<	10	<	<	<
77.03.01	21	8	10,4	25	84	58	1,0	10	<	<	<

TABEL XIII (vervolg)

TEL 37°C	TEL 22°C	TC	FC	FS	C per	P aer	S aur
110	200	0	0	2	0	0+	0
160	140	0	0	1	0	0	0
230	110	0	0	7	0	1+	0
200	100	5	0	1	0	1+	0
150	74	16	2	0	0	2+	0
73	85	2	2	14	0	2+	0
140	160	9	5	4	0	1+	0
300	91	7	0	5	0	0	0
120	160	3	1	19	0	1+	0
62	67	8	0	2	0	0	0
50	66	10	0	0	0	0	0
23	21	0	0	1	0	2+	0
20	25	1	1	13	0	2+	0
100	65	7	7	3	0	0	0
37	97	1	0	1	0	0	0
32	26	1	0	8	0	1+	0
40	72	0	0	10	0	2+	0
99	250	7	9	9	0	2+	0
21	7	0	0	0	0	2+	0
24	9	1	0	0	0	1+	0
18	14	0	0	1	0	0	0
23	5	1	1	1	0	0	0
9	16	0	0	1	0	0	0
11	9	0	0	1	0	1+	0
17	18	1	0	5	0	2+	0
38	21	0	0	2	0	2+	0

TABEL XIV

RESULTATE VAN ANALISES GEDOEN OP BOWE-BARRAGEWATER NA KOAGULASIE MET KALK-SILIKA EN  
SEKONDERE BESINKING

DAT	°C	TROEB	pH	GELEID	Mo	PP	GS	C S B	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P
76.03.23	23	9	7,2	25	124	0	1,0	10	0,01	0,8	<
76.03.30	23	4	8,3	24	9	4	2,0	13	0,01	0,6	<
76.04.06	23	12	7,7	33	120	0	2,0	19	<	0,6	<
76.04.13	22	8	7,1	26	106	0	2,0	10	<	0,5	<
76.04.27	20	8	9,3	33	83	2	2,0	7	0,01	0,7	<
76.05.11	18	6	7,1	29	120	0	2,0	16	0,02	0,6	<
76.05.25	14	9	9,2	18	65	22	2,0	<	<	0,5	<
76.06.08	12	19	7,4	23	129	0	3,0	16	0,01	0,5	<
76.06.22	10	15	7,8	27	138	0	3,0	<	<	0,6	<
76.07.06	9	13	8,6	25	121	0	2,0	8	0,06	0,5	<
76.07.20	8	12	8,4	26	120	0	2,0	8	0,05	0,5	<
76.08.03	8	6	7,6	31	130	0	2,0	8	0,02	0,5	<
76.08.17	8	6	8,6	27	123	13	1,0	10	0,02	0,6	<
76.09.07	11	9	7,8	33	130	0	1,0	28	0,01	0,7	<
76.09.21	14	4	7,9	21	103	0	1,0	13	<	<	<
76.10.05	18	5	7,3	21	102	0	2,0	<	<	0,2	<
76.10.19	17	7	9,7	16	45	32	2,0	8	<	0,1	<
76.11.02	17	18	7,4	19	88	0	2,0	10	0,01	<	<
76.11.23	17	6	7,1	21	100	0	2,0	12	0,03	<	<
76.12.07	21	6	8,1	11	72	10	2,0	20	<	<	<
76.12.21	23	3	7,6	19	89	0	2,0	17	<	<	<
77.01.04	22	4	7,3	18	83	0	1,0	6	<	<	<
77.01.18	21	2	7,8	23	110	0	1,0	31	0,02	<	<
77.02.01	23	5	7,9	19	87	0	2,0	11	<	<	<
77.02.15	21	4	8,3	18	81	0	1,0	9	<	<	<
77.03.01	22	3	8,3	19	84	0	2,0	10	<	<	<

TABEL XIV (vervolg)

TEL 37°C	TEL 22°C	TC	FC	FS	C per	P aer	S aur
250	210	11	0	0	0	0	0
120	150	7	1	0	0	0	0
360	180	8	8	8	2	0	0
260	170	1	5	1	2	0	0
190	130	15	9	2	3	0	0
240	130	32	16	15	2	0	0
110	110	15	10	5	3	0	0
180	250	25	9	2	3	0	0
820	400	18	15	22	1	0	0
65	58	3	1	2	1	0	0
76	60	2	1	2	0	0	0
38	50	1	1	2	2	0	0
54	94	5	2	7	0	0	0
160	96	4	2	1	0	0	0
156	190	2	0	2	0	0	0
100	153	0	0	0	0	0	0
97	78	3	6	9	1	0	0
140	300	5	10	6	2	0	0
170	550	3	0	1	1	0	0
34	35	3	5	1	2	0	0
23	15	0	2	1	1	0	0
18	24	5	0	1	3	0	0
40	36	2	1	0	3	0	0
40	33	6	2	1	3	0	0
71	77	8	8	2	3	0	0
110	47	1	1	2	1	0	0

TABEL XV

RESULTATE VAN ANALISES GEDOEN OP BOWE-BARRAGEWATER NA KALK-SILIKA BEHANDELING EN  
SANDFILTRASIE

DAT	°C	TROEB	pH	GELEID	Mo	PP	GS	C S B	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P
76.03.23	23	1,2	7,6	29	146	0	2	15	<	0,8	<
76.03.30	23	0,7	8,5	22	92	6	2	14	<	0,6	<
76.04.06	23	2,3	8,0	35	134	0	1	19	<	0,7	<
76.04.13	22	2,0	7,7	32	122	0	1	13	<	0,6	<
76.04.27	20	1,2	8,0	28	119	0	2	<	0,02	0,5	<
76.05.11	19	0,9	7,8	43	128	0	2	15	0,01	0,6	<
76.05.25	15	1,2	8,7	17	69	10	2	<	<	0,5	<
76.06.08	14	1,2	7,8	25	146	0	2	19	<	0,5	<
76.06.22	11	1,3	8,4	26	134	0	2	<	<	0,6	<
76.07.06	9	1,8	8,7	25	113	2	2	8	0,07	0,6	<
76.07.20	9	2,0	8,7	26	113	0	2	8	0,05	0,5	<
76.08.03	8	1,0	8,1	31	129	0	2	8	0,02	0,5	<
76.08.17	9	0,6	8,3	27	116	0	1	10	0,02	0,6	<
76.09.07	12	2,0	8,5	31	119	10	1	<	0,01	0,8	<
76.09.21	13	0,8	8,6	18	83	7	1	17	<	<	<
76.10.05	19	0,8	7,8	23	115	0	2	<	<	<	<
76.10.19	16	1,4	9,4	13	35	22	2	<	<	<	<
76.11.02	17	2,9	7,6	22	113	0	2	<	0,02	<	<
76.11.23	19	1,1	7,8	24	122	0	4	12	0,04	<	<
76.12.07	20	2,5	8,0	18	90	0	2	9	<	<	<
76.12.21	22	0,8	8,5	15	66	6	1	8	<	<	<
77.01.04	22	3,8	7,8	21	109	0	<	<	<	<	<
77.01.18	22	0,6	7,9	20	93	0	1	<	<	<	<
77.02.01	23	1,1	7,9	18	78	0	1	12	<	<	<
77.02.15	21	1,6	8,0	18	80	0	1	9	<	<	<
77.03.01	22	0,6	8,5	17	73	5	2	10	<	<	<

TABEL XV (vervolg)

TEL 37°C	TEL 22°C	TC	FC	FS	C per	P aer	S aur
110	93	1	0	1	0	2+	0
80	90	1	0	0	0	0	0
220	180	1	0	4	0	2+	0
590	140	3	2	0	0	2+	0
65	33	4	0	0	0	2+	0
95	73	12	5	9	0	0	0
73	71	3	1	3	0	1+	0
80	64	5	1	1	0	0	0
280	350	5	2	10	0	1+	0
38	50	1	0	0	0	1+	0
40	55	1	0	0	0	0	0
30	75	0	0	2	0	0	0
20	40	1	0	6	0	0	0
70	38	2	0	0	0	0	0
40	170	1	1	0	0	0	0
23	15	1	0	0	0	0	0
98	43	2	3	1	0	2+	0
66	110	2	0	2	0	1+	0
75	30	1	0	0	0	0	0
40	50	2	1	0	0	2+	0
12	9	1	0	0	0	0	0
18	16	1	1	1	0	0	0
13	33	1	0	0	0	2+	0
44	27	4	2	1	0	2+	0
21	22	1	1	0	0	0	0
40	35	0	1	1	0	1+	0

TABEL XVI

RESULTATE VAN ANALISES GEDOEN OP BOWE-BARAGEWATER NA KALK-SILIKA BEHANDELING EN CHLORERING

DAT	°C	TROEB	pH	GELEID	Mo	PP	GS	C S B	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P
76.03.03	23	1,0	7,7	30	122	0	1	16	<	0,9	<
76.03.30	23	0,8	8,1	26	90	2	1	11	<	0,7	<
76.04.06	23	2,0	8,2	42	102	0	1	13	<	0,8	<
76.04.13	22	1,3	8,3	46	114	0	1	<	<	0,8	<
76.04.27	20	0,9	8,1	31	105	0	1	7	<	0,6	<
76.05.01	16	0,5	8,0	31	108	0	2	13	0,01	1,0	<
76.05.25	14	1,2	8,3	27	58	4	8	<	<	0,7	<
76.06.08	13	1,3	8,1	29	138	0	2	50	<	0,8	<
76.06.22	11	1,3	8,2	42	135	0	2	<	<	1,0	<
76.07.06	9	2,2	8,6	28	114	0	1	<	0,05	0,7	<
76.07.20	8	2,0	8,5	30	110	0	1	<	0,05	0,7	<
76.08.03	10	3,1	8,0	33	132	0	3	8	0,02	0,7	<
76.08.17	11	1,4	8,0	38	119	0	1	10	0,02	0,9	<
76.09.07	12	1,7	8,3	51	132	0	1	<	0,01	1,0	<
76.09.21	15	1,7	8,3	23	91	2	<	14	<	<	<
76.10.05	21	1,2	7,8	34	111	0	3	<	<	<	<
76.10.19	17	1,3	8,0	40	95	0	2	8	<	0,6	<
76.11.02	18	2,3	7,5	35	105	0	2	<	<	<	<
76.11.23	19	1,2	7,9	36	113	0	4	<	0,04	<	<
76.12.07	22	3,1	7,8	21	83	0	<	<	<	<	<
76.12.21	23	1,4	8,5	26	65	5	2	<	<	0,7	<
77.01.04	24	0,6	7,5	31	96	0	1	<	<	<	<
77.01.18	23	1,6	7,8	20	82	0	1	9	0,02	<	<
77.02.01	24	0,4	7,7	38	93	0	2	12	<	0,6	<
77.02.15	21	1,3	7,7	24	89	0	1	9	<	<	<
77.03.01	22	0,95	7,9	23	96	0	1	10	<	<	<

TABEL XVI (vervolg)

TEL. 37°C	TEL. 22°C	TC	FC	FS	C per	P aer	S aur
9	9	0	0	0	0	0	0
7	6	0	0	0	0	0	0
5	5	0	0	0	0	0	0
7	7	0	0	0	0	0	0
9	4	0	0	0	0	0	0
5	6	0	0	0	0	0	0
3	9	0	0	0	0	0	0
4	3	0	0	0	0	0	0
10	8	0	0	0	0	0	0
6	4	0	0	0	0	0	0
5	4	0	0	0	0	0	0
4	4	0	0	0	0	0	0
3	15	0	0	0	0	0	0
56	68	0	0	0	0	0	0
4	3	0	0	0	0	0	0
11	7	0	0	0	0	0	0
12	12	0	0	0	0	0	0
40	110	0	0	0	0	0	0
2	6	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
7	4	0	0	0	0	0	0
3	2	0	0	0	0	0	0
4	2	0	0	0	0	0	0
1	2	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0
9	3	0	0	0	0	0	0

TABEL XVII

RESULTATE VAN ANALISES GEDOEN OP BOWE-BARRAGEWATER VOOR BEHANDELING MET POLIELEKTROLIET  
BY ZUIKERBOSCH

DAT	° C	TROEB	pH	GELEID	Mo	PP	GS	C S B	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P
76.03.23	23	230	8,1	14	60	0	3,7	22	0,05	0,8	0,6
76.03.30	23	220	8,2	15	56	0	4,2	22	0,07	0,5	0,3
76.04.06	23	200	8,4	15	54	0	4,2	22	0,08	0,6	0,4
76.04.13	22	240	8,2	15	52	0	4,0	19	0,05	0,5	0,6
76.04.27	22	240	7,9	14	52	0	4,5	25	0,1	<	0,4
76.05.11	20	173	7,9	11	57	0	4,0	9	0,08	0,5	0,3
76.05.25	17	180	7,8	11	60	0	4,0	10	0,06	0,5	0,3
76.06.08	13	190	8,1	11	60	0	3,8	19	0,05	<	0,5
76.06.22	12	270	7,7	13	61	0	5,0	27	0,08	<	0,6
76.07.06	9	190	7,8	13	59	0	2,7	26	0,1	<	0,7
76.07.20	7	190	7,8	26	69	0	2,4	18	0,04	0,9	0,5
76.08.03	12	180	7,9	20	63	0	3,1	27	0,05	0,5	0,7
76.08.17	9	180	7,7	14	59	0	2,5	14	0,06	<	0,5
76.09.07	9	180	8,1	14	62	0	2,0	16	0,07	<	0,3
76.09.21	10	180	7,9	13	64	0	2,2	11	0,05	<	0,4
76.10.05	20	180	7,9	13	59	0	3,5	10	0,7	<	0,4
76.10.19	18	160	7,7	14	16	0	3,2	14	0,05	<	0,4
76.11.02	20	180	7,6	14	63	0	2,9	10	0,2	<	0,5
76.11.23	19	170	8,0	13	66	0	4,2	6	0,1	<	0,3
76.12.07	22	170	8,0	13	59	0	3,0	19	0,06	<	0,4
76.12.21	22	180	7,5	13	59	0	2,7	<	0,07	<	0,4
77.01.04	24	110	8,0	14	64	0	2,9	13	0,1	<	0,4
77.01.18	27	140	7,7	14	61	0	2,4	13	0,2	<	0,4
77.02.01	26	180	7,8	16	76	0	2,7	13	0,1	<	0,5
77.02.15	25	220	7,7	16	73	0	3,6	18	0,09	<	0,6
77.03.01	22	150	7,9	16	73	0	3,1	12	0,1	<	0,5

TABEL XVII (vervolg)

TEL 37° C	TEL 22° C	TC	FC	FS	C per	P aer	S aur
1 200	400	150	61	20	0	2+	0
1 800	740	62	17	5	0	1+	0
1 400	550	90	80	7	0	1+	0
730	660	120	46	14	0	2+	0
1 100	550	270	100	0	0	2+	0
950	1 200	240	250	140	0	1+	0
630	640	140	110	60	0	2+	0
820	1 400	160	13	6	0	3+	0
3 800	1 700	140	38	16	0	3+	0
700	1 300	30	9	2	0	3+	0
870	450	23	6	25	0	1+	0
400	460	24	21	15	0	1+	0
200	230	30	24	2	0	1+	0
210	580	29	28	3	0	0	0
42 000	7 500	78	8	14	0	1+	0
670	1 500	110	41	12	0	1+	0
1 700	2 000	40	0	54	0	3+	0
21 000	1 600	120	130	26	0	2+	0
1 200	1 800	72	80	24	0	3+	0
38 000	120 000	190	64	7	0	3+	0
860	520	430	230	3	0	3+	0
620	610	220	150	4	0	3+	0
700	430	72	72	3	0	3+	0
430	390	200	120	0	0	3+	0
850	1 600	400	160	20	0	3+	0
6 600	2 400	83	22	8	0	3+	0

TABEL XVIII

RESULTATE VAN ANALISES GEDOEN OP BOWE-BARRAGEWATER NA KOAGULASIE MET POLIELEKTROLIET EN BESINKING

DAT	°C	TROEB	pH	GELEID	Mo	PP	GS	C S B	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P
76.03.23	23	6,2	8,1	14	58	0	1,0	15	<	0,8	<
76.03.30	23	4,1	9,0	14	56	6	2,0	11	0,01	0,6	<
76.04.06	23	7,3	9,1	17	62	4	2,0	7	<	0,7	<
76.04.13	22	7,2	9,4	27	62	12	2,0	7	<	0,5	<
76.04.27	22	4,1	9,1	15	57	1	2,5	10	<	0,5	<
76.05.11	20	5,8	8,8	13	65	1	3,0	9	<	0,5	<
76.05.25	16	6,0	8,9	13	63	1	3,0	10	<	0,6	<
76.06.08	12	7,8	7,9	14	62	0	3,0	11	<	0,5	<
76.06.22	10	9,5	7,6	12	58	0	1,0	25	<	<	<
76.07.06	9	6,5	7,8	14	56	0	1,0	6	0,05	<	<
76.07.20	7	4,6	7,8	28	72	0	1,0	13	<	0,5	<
76.08.03	11	7,8	7,9	18	60	0	3,0	3	<	0,5	<
76.08.17	8	11,0	7,6	15	58	0	1,0	10	0,01	0,9	<
76.09.07	7	7,7	8,0	14	59	0	2,0	6	<	0,5	<
76.09.21	10	4,8	7,7	13	67	0	1,0	17	<	0,5	<
76.10.05	18	6,1	7,8	14	59	0	2,3	10	<	0,5	<
76.10.19	16	5,8	7,7	15	60	0	2,2	14	<	<	<
76.11.02	19	5,2	8,9	15	89	26	2,0	10	<	<	<
76.11.23	18	5,2	9,3	17	78	33	1,9	10	0,06	<	<
76.12.07	21	5,2	9,3	15	87	29	4,4	28	0,02	<	<
76.12.21	23	7,1	8,8	15	73	13	4,0	8	<	<	<
77.01.04	23	3,8	9,1	16	75	22	2,2	<	<	<	<
77.01.18	26	3,6	8,6	18	73	0	1,8	9	0,02	<	<
77.02.01	25	4,0	9,8	18	94	24	1,2	12	<	<	<
77.02.15	24	5,5	9,2	18	94	22	1,9	12	<	<	<
77.03.01	22	5,0	8,9	18	85	6	1,5	12	<	<	<

TABEL XVIII (vervolg)

TEL 37° C	TEL 22° C	TC	FC	FS	C per	P aer	S aur
240	110	7	6	1	0	2+	0
520	400	5	2	1	0	2+	0
550	160	1	4	2	0	0	0
200	100	9	3	1	0	1+	0
78	54	3	1	0	0	2+	0
83	52	20	9	2	0	2+	0
120	160	6	3	0	0	1+	0
130	180	7	1	0	0	0	0
260	430	3	0	2	0	1+	0
41	170	0	0	1	0	0	0
60	70	2	0	1	0	1+	0
140	64	1	0	3	0	0	0
36	19	1	0	0	0	0	0
29	37	1	0	0	0	0	0
250	340	1	1	1	0	0	0
98	430	4	0	1	0	0	0
220	120	38	1	5	0	2+	0
210	540	8	3	0	0	1+	1
240	770	4	1	1	0	0	0
15	28	7	2	0	0	1+	0
63	35	5	14	0	0	1+	0
70	88	10	7	0	0	0	0
30	140	4	4	1	0	1+	0
100	130	25	19	0	0	2+	0
86	84	27	10	3	0	3+	0
480	460	2	8	2	0	3+	0

TABEL XIX

RESULTATE VAN ANALISES GEDOEN OP BOWE-BARRAGEWATER NA BEHANDELING MET POLIELEKTROLIET EN SANDFILTRASIE

DAT	°C	TROEB	pH	GELEID	Mo	PP	GS	C S B	No <sub>2</sub> <sup>-</sup>	No <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P
76.03.23	23	1,0	9,0	14	64	10	1,9	13	<	0,8	<
76.03.30	23	0,5	8,9	17	56	8	2,1	16	<	0,6	<
76.04.06	23	1,2	9,0	17	60	4	2,0	7	<	0,7	<
76.04.13	22	0,5	9,1	16	60	8	2,0	14	<	0,5	<
76.06.27	22	0,7	9,0	15	57	1	2,4	13	<	0,5	<
76.05.11	20	1,0	8,7	14	67	1	2,4	<	<	0,5	<
76.05.25	16	1,0	9,0	15	66	0	2,3	<	<	0,5	<
76.06.08	13	1,1	8,7	12	65	0	2,2	16	<	0,5	<
76.06.22	10	1,2	8,3	13	69	0	2,3	9	<	0,5	<
76.07.06	8	1,0	8,8	15	60	0	1,3	24	0,05	0,5	<
76.07.20	8	0,7	8,3	27	74	0	1,4	7	<	1,0	<
76.08.03	13	0,7	8,5	19	59	4	2,3	25	0,01	0,5	<
76.08.17	7	1,0	8,6	16	64	7	1,3	11	0,01	0,5	<
76.09.07	8	0,8	9,0	16	56	13	1,6	13	<	0,5	<
76.09.21	10	0,7	8,5	13	62	3	1,4	7	<	<	<
76.10.05	19	5,0	8,2	13	62	0	2,1	<	<	<	<
76.10.19	16	0,7	7,8	14	61	0	2,0	19	<	<	<
76.11.02	21	1,0	8,2	15	72	0	1,9	<	<	<	<
76.11.23	19	0,9	8,6	14	58	6	3,6	5	0,05	<	<
76.12.07	23	1,9	9,1	16	74	18	3,0	16	<	<	<
76.12.21	21	0,8	8,8	15	74	12	1,6	<	<	<	<
77.01.04	24	0,6	9,1	15	75	22	1,8	13	<	<	<
77.01.18	26	0,6	8,3	15	66	0	1,4	9	0,02	<	<
77.02.01	26	0,4	8,6	17	74	7	1,6	12	<	<	<
77.02.15	24	0,9	8,8	16	76	11	1,5	10	<	<	<
77.03.01	22	0,4	9,4	17	95	18	1,7	16	<	<	<

TABEL XIX (vervolg)

TEL 37° C	TEL 22° C	TC	FC	FS	C per	P aer	S aur
140	120	3	2	0	0	2+	0
160	56	3	2	0	0	1+	0
19	54	0	1	0	0	1+	0
87	36	2	1	0	0	1+	0
76	46	3	0	0	0	0	0
53	100	2	5	0	0	3+	0
72	63	2	0	0	0	0	0
210	69	2	0	0	0	0	0
270	310	0	0	0	0	0	0
260	530	1	0	0	0	0	0
40	130	0	0	0	0	0	0
97	84	0	0	0	0	0	0
40	21	1	1	1	0	0	0
14	35	0	0	0	0	0	0
140	190	1	0	0	0	0	0
360	800	4	1	1	0	0	0
540	510	1	1	5	0	2+	0
270	1 800	2	2	0	0	0	0
150	3 500	1	2	0	0	0	0
23	220	2	1	0	0	1+	0
42	360	7	4	0	0	0	0
44	28	7	5	0	0	0	0
42	180	2	2	0	0	1+	0
47	290	4	3	0	0	0	0
48	38	3	3	1	0	3+	0
460	210	1	4	0	0	3+	0

TABEL XX

RESULTATE VAN ANALISES GEDOEN OP BOWE-BARRAGEWATER NA BEHANDELING MET POLIELEKTROLIET  
EN CHLORERING

DAT	°C	TROEB	pH	GELEID	Mo	PP	GS	C S B	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P
76.03.23	23	0,8	8,6	14	60	2	1	10	<	0,8	<
76.03.30	23	0,6	8,5	14	54	2	2	8	<	0,6	<
76.04.06	23	0,7	8,4	16	58	2	1	6	<	0,7	<
76.04.13	22	0,5	8,5	16	54	0	1	16	<	0,5	<
76.04.27	22	0,9	8,5	15	52	0	2	10	0,05	0,5	<
76.05.11	20	1,1	8,2	14	61	0	1	<	<	0,5	<
76.05.25	18	1,0	8,3	13	60	0	2	<	<	0,5	<
76.06.08	14	0,6	8,4	12	86	0	2	10	<	0,5	<
76.06.22	12	1,8	8,1	13	61	0	1	37	<	0,5	<
76.07.06	8	0,9	8,3	15	63	0	1	24	0,04	0,6	<
76.07.20	8	0,8	8,2	27	73	0	3	18	<	1,0	<
76.08.03	13	0,9	8,2	19	70	0	1	14	0,01	0,5	<
76.08.17	6	0,5	8,1	16	63	0	<	10	0,01	0,5	<
76.09.07	8	0,9	8,6	16	61	5	1	8	<	0,5	<
76.09.21	10	0,6	8,4	14	63	2	2,3	8	<	<	<
76.10.05	19	0,8	8,2	13	62	0	1,4	<	<	<	<
76.10.19	16	0,6	7,5	14	62	0	1,7	14	<	<	<
76.11.02	21	0,9	8,1	15	65	0	4,0	<	<	<	<
76.11.23	19	0,7	8,5	14	85	6	<	<	<	<	<
76.12.07	23	1,9	8,6	15	64	4	1,4	26	0,05	<	<
76.12.21	23	0,7	8,5	15	64	4	2,0	22	<	<	<
77.01.04	24	0,3	8,8	15	69	13	1,5	6	<	<	<
77.01.18	27	0,6	8,1	15	64	0	1,4	6	0,02	<	<
77.02.01	25	0,3	8,5	17	81	4	1,0	12	<	<	<
77.02.15	24	0,7	9,0	17	73	12	1	12	<	<	<
77.03.01	21	0,4	9,2	17	110	2	1	<	<	<	<

TABEL XX (vervolg)

TEL 37°C	TEL 22°C	TC	FC	FS	C per	P aer	S aur
1	1	0	0	0	0	0	0
2	2	0	0	0	0	0	0
6	2	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0
1	2	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0
1	2	0	0	0	0	0	0
17	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0
86	450	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0
5	4	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0
25	150	0	0	0	0	0	0
7	5	0	0	0	0	0	0

TABEL XXI

Persentasieverwydering van troebelheid, bakterieë (plaattelling 37°C, na 48 uur) en totale coliformbakterieë in verskillende stadia en verskillende watersuiweringsaanlegte.

% Verwydering deur besinking	% Verwydering deur filtrasie	% Verwydering deur chlorering	Totale % verwydering
------------------------------	------------------------------	-------------------------------	----------------------

Benede-Barragewater met Kalk-silika behandel by Vereenigingsuiweringsaanleg (Uit Tabelle VII - XI)

Troeb	- 80,9	-84,7	+ 69,6	- 95,6
Tel 37°C	+104,5	-52,8	- 90,1	- 98,6
TC	- 76,7	-34,6	-100,0	-100,0

Bowe-Barragewater met Kalk-silika behandel by Vereenigingsuiweringsaanleg (Uit Tabelle XII - XVI)

Troeb	-96,8	-77,2	+ 1,2	- 99,5
Tel 37°C	-86,7	+15,0	- 91,1	- 99,5
TC	-92,8	-65,5	-100,0	-100,0

Bowe-Barragewater met Poliëlektroliet behandel by Zuikerboschuiweringsaanleg (Uit tabelle XVII - XX)

Troeb	-95,5	-83,9	+ 11,4	- 99,3
Tel 37°C	-82,7	-34,0	- 84,5	- 99,0
TC	-82,7	-51,4	-100,0	-100,0

TABEL XXII

BAKTERIEGETALLE EN LOGARITMES VAN DIE GETALLE, TEEN TYD, IN URE WAT GEBRUIK IS OM GROEIKURWES MEE OP TE STEL

(Alle getalle van organismes  $\times 10^6/\text{dm}^3$ ) (Groeikurwe, kyk figuur 3)

TYD	TC		FC		FS		S aur	
	Tel	Log	Tel	Log	Tel	Log	Tel	Log
0h	0,2	5,3	0,2	5,30	0,3	5,47	0	0
1h	0,3	5,47	0,2	5,30	0,5	5,69	0	0
2h	1,1	6,04	0,2	5,30	0,6	5,77	0	0
3h	1,3	6,11	1,8	6,25	0,8	5,90	0,3	5,47
4h	5,5	6,74	13,0	7,11	1,3	6,13	0,2	5,30
5h	24,2	6,38	53,3	7,72	1,2	6,07	1,1	6,04
6h	43,6	7,63	73,3	7,86	9,9	6,99	3,0	6,47
7h	61,0	7,78	122,0	8,08	12,5	7,09	10,0	7,0
8h	74,5	7,87	189,0	8,27	41,6	7,61	43,0	7,60
9h	160,0	8,20	150,0	8,17	105,0	8,02	80,0	7,90
10h	80,5	7,90	106,0	8,02	110,0	8,04	69,0	7,84
11h	200,0	8,30	161,0	8,20	246,0	8,39	100,0	8,0
12h	132,0	8,01	201,0	8,30	196,0	8,29	163,0	8,21
13h	133,0	8,12	141,0	8,14	231,0	8,36	172,0	8,23
14h	236,0	8,37	277,0	8,44	219,0	8,34	173,0	8,23
15h	133,0	8,12	125,0	8,09	263,0	8,42	239,0	8,37
28h	404,0	8,60	250,0	8,39	109,0	8,61	320,0	8,50

TABEL XXIII

EIENSKAPPE VAN DIE VERSKILLENDE TOETS-ORGANISMES

ORGANISME	GRAMKLEURING	VORM	AFMETINGS
<u>E coli I</u>	-	bacilli	1,47 x 0,77 $\mu\text{m}$
<u>C freundi I</u>	-	bacilli	1,3 x 0,53 $\mu\text{m}$
<u>S faecalis</u>	-	coccus	0,63 $\mu\text{m}$
<u>S aureus</u>	+	coccus	0,66 $\mu\text{m}$
<u>S typhi A faag</u>		kop met stert	0,2 x 0,07 $\mu\text{m}$

Afmetings van die gesuspendeerde deeltjies in Vaaldamwater wissel van 0,003  $\mu\text{m}$  - 1,0  $\mu\text{m}$  deursnee.

TEL 37°C	TEL 22°C	TC	FC	FS	S anr	FAAG	TROEB
----------	----------	----	----	----	-------	------	-------

TABEL XXIV

VAALDAMWATER KOAGULANT: GEEK ROERTOESTANDE SOOS MET KALK AS KOAGULANT

1a	Voor Besink	2,2	2,92	1,45	1,26	1,0	0,36	1,73	96
	Na Besink & Toe/Af	2,4 + 9,09	2,11 -27,73	0,88 -39,65	0,57 -54,7	1,11 +11,0	0,2 -44,4	1,98 214,69	72 -25
1b	Voor Besink	2,2	2,0	1,28	1,49	0,76	0,2	0,81	96
	Na Besink & Toe/Af	2,9 +31,81	2,43 +21,5	2,25 + 2,38	1,05 -29,53	1,11 +47,01	0,5 +15,0	1,64 +102,46	72 -25
2a	Voor Besink	2,35	2,04	1,2	1,25	0,84	0,31	1,98	96
	Na Besink & Toe/Af	2,65 +12,76	2,24 + 9,8	0,9 -25,0	1,04 -16,8	0,69 -17,85	0,28 - 9,67	2,41 + 22,02	96 0
2b	Voor Besink	2,65	2,15	1,07	0,94	0,97	0,03	2,20	96
	Na Besink & Toe/Af	2,85 + 7,5	2,9 +34,88	1,29 +21,12	0,71 -24,4	1,07 -23,2	0,16 +38,4	2,51 + 14,09	96 0

TABEL XXV

GEFILTREERDE VAALDAMWATER KOAGULANT: 50 mg CaO en 3 mg SiO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>

1a	Voor Koag			0,98	0,65	1,1	0,20	2,2	1,5
	Na Koag & Toe/Af			0,11 -89,23	0,13 -83,07	0,15 -86,36	0,04 -79,68	0,45 - 79,54	1,5 0
1b	Voor Koag			1,2	1,04	1,78	0,10	1,26	1,5
	Na Koag & Toe/Af			0,05 -97,83	0,14 -87,01	0,12 -90,21	0,03 -64,21	0,33 - 73,8	1,5 0
2a	Voor Koag			0,18	0,82	0,52	0,22	2,46	1,5
	Na Koag & Toe/Af			0,18 -78,13	0,15 -81,7	0,21 -60,57	0,07 -68,20	0,68 - 80,48	1,5 0
2b	Voor Koag			0,77	0,9	0,69	6,59	0,95	1,5
	Na Koag & Toe/Af			0,17 -77,92	0,13 -85,55	0,14 -80,29	0,05 -91,69	0,16 - 35,44	1,5 0

TABEL XXVI

VAALDAMWATER KOAGULANTS: 20 mg CaO en 3 mg SiO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>

1a	Voor Besink	2,93	2,43	1,07	1,23	0,94	0,28	1,9	84
	Na Besink & Toe/Af	1,64 -44,02	1,25 -48,53	0,75 -29,9	0,62 -49,59	0,69 -26,6	0,06 -78,57	1,08 - 43,16	50 -46,4
1b	Voor Besink	3,0	3,2	1,25	1,11	0,96	0,25	2,05	84
	Na Besink & Toe/Af	2,08 -30,66	1,28 -60,6	0,67 -46,4	0,56 -49,55	0,60 -37,5	0,09 -64,0	1,18 - 42,44	30 -40,4
2a	Voor Besink	3,09	2,41	1,57	1,37	0,96	0,21	2,5	86
	Na Besink & Toe/Af	2,59 16,18	2,41 0	0,68 -56,68	1,01 -26,20	0,74 -22,92	0,11 -47,62	1,89 - 56,4	79 - 5,9
2b	Voor Besink	3,6	3,19	1,52	1,31	0,99	0,14	2,33	86
	Na Besink & Toe/Af	2,75 -23,61	2,39 -25,07	1,07 -29,6	1,15 -12,21	0,8 -19,19	0,04 -71,43	1,02 - 56,22	79 - 5,9

TEL 37°C	TEL 22°C	TC	PC	PS	S uur	FAAG	TROEB
----------	----------	----	----	----	-------	------	-------

HEL XHVII

DAMWATER KONGULANTE: 30 mg CaO en 3 mg SiO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>

a	Voor Besink	1,97	4,18	1,44	1,19	0,73	0,35	2,1	90
	Na Besink % Toe/Af	0,73 -62,94	0,82 -80,38	0,91 -36,81	0,31 -73,95	0,79 + 7,59	0,13 -62,86	1,54 -26,67	38 -57,7
b	Voor Besink	2,75	2,8	1,10	1,03	0,75	0,41	2,02	90
	Na Besink % Toe/Af	0,68 -75,27	0,66 -76,43	0,28 -76,69	0,27 -73,79	0,59 -21,33	0,10 -75,61	1,3 -33,64	38 -57,7
a	Voor Besink	2,42	3,97	1,22	0,98	0,6	0,22	0,34	90
	Na Besink % Toe/Af	1,13 -54,25	0,97 -75,57	0,45 -63,11	0,33 -66,32	0,27 -55,0	0,09 -59,1	0,26 -23,53	38 -66,6
b	Voor Besink	2,57	1,82	0,95	0,90	0,74	0,33	0,66	90
	Na Besink % Toe/Af	1,03 -59,92	0,62 -65,93	0,38 -57,0	0,38 -57,78	0,42 -43,24	0,09 -73,73	0,89 +25,84	38 -66,6

HEL XHVIII

DAMWATER KONGULANTE: 40 mg CaO en 3 mg SiO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>

a	Voor Besink	2,33	2,92	1,41	1,32	0,7	0,14	1,6	80
	Na Besink % Toe/Af	0,507 -78,24	0,44 -84,93	0,21 -85,11	0,15 -88,64	0,24 -65,71	0,02 -85,71	1,11 -30,63	7,5 -90,63
b	Voor Besink	3,4	3,1	1,45	0,9	0,73	0,16	1,69	80
	Na Besink % Toe/Af	0,74 -79,24	0,36 -88,39	0,2 -86,21	0,16 -82,22	0,22 -69,86	0,02 -87,5	0,8 -52,7	7,5 -90,63
c	Voor Besink	3,6	2,55	2,2	0,9	0,83	0,46	1,6	80
	Na Besink % Toe/Af	0,7 -80,56	0,52 -79,61	0,24 -89,10	0,21 -76,67	0,54 -36,47	0,07 -84,78	1,42 -11,25	10,5 -88,9
d	Voor Besink	3,7	2,84	2,2	0,6	0,95	0,48	2,3	80
	Na Besink % Toe/Af	0,83 -77,57	0,62 -78,17	0,26 -88,18	0,17 -71,67	0,3 -68,42	0,05 -90,0	1,93 -14,1	10,5 -88,9

HEL XHIX

DAMWATER KONGULANTE: 50 mg CaO en 3 mg SiO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>

a	Voor Besink	2,83	2,2	1,03	0,33	0,44	0,22	1,6	80
	Na Besink % Toe/Af	0,63 -77,73	0,8 -77,3	0,3 -71,0	0,1 -70,0	0,1 -77,3	0,01 -96,0	0,46 -71,3	6 -93,3
b	Voor Besink	2,54	2,3	1,94	0,65	0,44	0,24	0,7	90
	Na Besink % Toe/Af	0,47 -82,0	0,5 -78,3	0,3 -84,54	0,08 -84,54	0,1 -88,0	0,003 -77,3	0,4 -63,0	6 -93,3
c	Voor Besink	3,1	2,4	1,2	0,82	0,42	0,17	0,75	90
	Na Besink % Toe/Af	0,71 -77,1	0,62 -74,2	0,23 -80,63	0,2 -75,61	0,1 -76,2	0,01 -94,12	0,2 -73,33	7 -92,2
d	Voor Besink	3,52	2,1	1,11	0,9	0,4	0,17	1,73	90
	Na Besink % Toe/Af	0,64 -81,82	0,55 -74,0	0,22 -80,2	0,13 -88,0	0,04 -90,0	0,01 -94,12	0,5 -71,2	7 -92,2

TEL 37°C	TEL 22°C	TC	FC	FS	S sur	FAAG	TROES
----------	----------	----	----	----	-------	------	-------

TABEL XXX

VAALDAMWATER KOAGULANTE: GEEN ROEKTOESTANDE BOOS MET POLIELEKTROLIET

1a	Voor Besink	0,84	0,52	0,18	0,43	0,22	0,09	4,55	90
	Na Besink	0,88	0,85	0,44	0,56	0,16	0,12	0,89	90
	% Toe/Af	+ 4,79	+64,07	+141,6	+ 31,7	-27,9	+ 27,7	- 8,43	0
1b	Voor Besink	1,03	0,75	0,39	0,38	0,44	0,12	0,32	90
	Na Besink	0,89	0,69	0,43	0,23	0,14	0,10	0,70	90
	% Toe/Af	-13,17	- 8	+ 10,25	- 40,78	-68,18	- 8,03	+122,2	0
2a	Voor Besink	0,63	0,65	0,38	0,40	0,34	0,11	0,62	90
	Na Besink	0,79	0,39	0,47	0,38	0,39	0,15	0,23	90
	% Toe/Af	+25,39	-40,76	+ 25,33	- 3,79	-16,41	+ 38,31	- 63,41	0
2b	Voor Besink	0,96	0,77	0,44	0,38	0,24	0,12	0,2	90
	Na Besink	0,66	0,81	0,25	0,38	0,18	0,03	0,02	90
	% Toe/Af	-31,25	24,5	+ 34,6	0	-23,4	- 72,17	- 90	0

TABEL XXXI

GEFILTREERDE VAALDAMWATER KOAGULANTE: 3,0 mg POLIELEKTROLIET/dm<sup>3</sup>

1a	Voor Besink			0,09	0,123	0,08	0,001	2,76	1,5
	Na Besink			0,00	0,01	0,03	0	2,38	1,5
	% Toe/Af			- 16,6	- 92,0	-33,3	-100	- 15,96	0
1b	Voor Besink			0,08	0,03	0,02	0,001	7,42	1,5
	Na Besink			0,12	0,02	0,07	0,01	3,17	1,5
	% Toe/Af			+ 50,0	- 33,3	+78,0	+ 83,3	- 42,0	0
2a	Voor Besink			0,07	0	0,003	0,002	3,26	1,5
	Na Besink			0,09	0,04	0,009	0,001	3,53	1,5
	% Toe/Af			+ 28,5	+100	+64,7	- 50,0	+ 7,64	0
2b	Voor Besink			0,08	0,07	0,004	0,01	4,19	1,5
	Na Besink			0,10	0,15	0,02	0,10	1,28	1,5
	% Toe/Af			+ 25,0	+123,0	+73,3	+ 90	- 30,6	0

TABEL XXXII

VAALDAMWATER KOAGULANTE: 1,0 mg POLIELEKTROLIET/dm<sup>3</sup>

1a	Voor Besink	1,88	1,18	0,53	0,23	0,68	0,11	0,89	102
	Na Besink	0,81	0,93	0,35	0,07	0,39	0,004	0,55	68
	% Toe/Af	-56,91	-21,2	- 34,0	- 69,6	-42,65	- 92,73	- 38,2	- 33,33
1b	Voor Besink	1,4	1,35	0,71	0,23	0,77	0,11	0,5	102
	Na Besink	1,13	1,08	0,51	0,17	0,4	0,008	0,29	68
	% Toe/Af	-19,3	-20,0	- 28,2	- 26,1	-48,05	- 92,73	- 42,0	- 33,33
2a	Voor Besink	1,55	0,9	0,58	0,37	0,67	0,09	0,3	102
	Na Besink	1,4	0,9	0,44	0,27	0,22	0,01	0,44	64
	% Toe/Af	- 9,7	-22,22	- 24,14	- 27,03	-57,16	- 86,67	+ 31,82	- 37,25
2b	Voor Besink	1,55	0,9	0,58	0,37	0,7	0,08	0,83	102
	Na Besink	1,11	0,78	0,44	0,08	0,43	0,02	0,61	64
	% Toe/Af	-28,4	-13,33	- 24,14	- 78,4	-28,57	- 78,75	- 26,51	- 37,25

VEL 37°C	VEL 22°C	TC	PC	PS	S sur	FRAG	TROER
----------	----------	----	----	----	-------	------	-------

TABEL XXXIII

VAALDAMWATER KOAGULANT: 1,5 mg POLYLEKTROLYE/dm<sup>3</sup>

1a	Voor Basink Na Basink & Toe/Af	2,1 0,67 -68,09	1,79 0,48 -73,18	0,65 0,14 -78,46	0,36 0 -100,0	1,3 0,5 -61,54	0,4 0,001 - 97,5	1,29 0,69 -56,36	96 53 -44,79
1b	Voor Basink Na Basink & Toe/Af	1,48 0,63 -57,43	1,65 0,6 -63,64	0,5 0,17 -66,0	0,36 0,06 - 86,11	1,3 0,31 -76,15	0,05 0,00 - 96	0,51 0,13 -74,51	96 53 -44,79
2a	Voor Basink Na Basink & Toe/Af	2,0 0,64 -68,0	1,75 0,53 -68,57	0,66 0,16 -75,76	0,39 0,08 - 79,49	1,25 0,48 -61,6	0,07 0,001 - 89,57	0,32 0,18 -43,75	96 54 -43,75
2b	Voor Basink Na Basink & Toe/Af	1,95 0,67 -65,64	1,7 0,66 -61,18	0,54 0,17 -68,52	0,59 0,12 - 79,66	1,29 0,5 -61,24	0,05 0,002 - 96	0,65 0,49 -34,62	96 54 -43,75

TABEL XXXIV

VAALDAMWATER KOAGULANT: 2,0 mg POLYLEKTROLYE/dm<sup>3</sup>

1a	Voor Basink Na Basink & Toe/Af	1,15 0,31 -73,04	1,14 0,48 -57,89	0,36 0,01 - 97,86	0,18 0,01 - 94,44	1,55 0,31 -80,0	0,12 0,01 - 94,5	1,67 0,32 -82,89	87 35 -59,77
1b	Voor Basink Na Basink & Toe/Af	1,1 0,44 -68,0	1,33 0,38 -71,43	0,48 0,06 -87,5	0,13 0 -100	1,29 0,27 -79,09	0,16 0,004 - 97,5	1,35 0,34 -78,81	87 35 -59,77
2a	Voor Basink Na Basink & Toe/Af	0,97 0,29 -70,61	1,25 0,49 -60,8	0,22 0,05 -77,27	0,15 0,04 - 73,33	1,68 0,66 -60,71	0,16 0,05 - 67,75	1,55 0,54 -65,16	87 24 -72,41
2b	Voor Basink Na Basink & Toe/Af	1,54 0,39 -74,68	1,28 0,21 -83,59	0,5 0,1 -80,0	0,3 0 -100	1,3 0,49 -62,31	0,12 0,01 - 91,67	1,17 0,53 -34,7	87 24 -72,41

TABEL XXXV

VAALDAMWATER KOAGULANT: 2,5 mg POLYLEKTROLYE/dm<sup>3</sup>

1a	Voor Basink Na Basink & Toe/Af	1,55 0,23 -93,16	1,16 0,15 -87,07	0,8 0,19 -76,25	0,49 0,04 - 91,84	1,2 0,09 -92,5	0,1 0,001 - 59,0	0,07 0,05 -25,71	96 18 -81,25
1b	Voor Basink Na Basink & Toe/Af	1,9 0,29 -84,74	1,25 0,18 -85,6	0,99 0,21 -78,79	0,61 0,06 - 90,16	1,55 0,14 -90,97	0,12 0,01 - 91,67	0,24 0,02 -91,67	96 18 -81,25
2a	Voor Basink Na Basink & Toe/Af	1,69 0,26 -84,62	1,53 0,16 -89,54	0,69 0,16 -76,81	0,39 0,04 - 89,74	0,2 0,06 -70,0	0,04 0,00 - 99,5	0,2 0,28 +40,0	96 18 -81,25
2b	Voor Basink Na Basink & Toe/Af	2,16 0,29 -86,57	0,88 0,19 -78,41	1,3 0,16 -87,69	0,44 0,03 - 93,18	0,4 0,09 -77,5	0,02 0,00 - 99,0	0,93 0,16 -82,80	96 18 -81,25

TABEL XXVI

VAALDAMSTER KOAGULANT: 3,0 mg POLIELEKTROLIET/dm<sup>3</sup>

		TEL 37°C	TEL 22°C	TC	FC	FS	S uur	FAAG	TROEB
1a	Voor Besink	1,51	0,79	0,4	0,25	0,3	0,07	0,6	96
	Na Besink % Toe/AF	0,19 -07,42	0,10 -77,21	0,02 -94,0	0,03 -90	0,11 -33,3	0,00 -97,14	0,17 -71,67	12 -87,5
1b	Voor Besink	0,07	1,05	0,25	0,24	0,42	0,1	1,10	96
	Na Besink % Toe/AF	0,10 -79,31	0,14 -86,67	0,00 -71,43	0,01 -97,00	0,09 -78,57	0,00 -99,0	0,21 -82,20	12 -87,5
2a	Voor Besink	1,37	1,02	0,37	0,33	0,21	0,07	1,04	96
	Na Besink % Toe/AF	0,17 -07,99	0,15 -85,29	0,04 -99,19	0,00 -99,39	0,08 -101,9	0,01 -91,43	0,20 -73,00	12 -87,5
2b	Voor Besink	1,59	0,67	0,44	0,44	0,62	0,05	0,7	96
	Na Besink % Toe/AF	0,11 -93,00	0,12 -82,09	0,04 -90,91	0,00 -99,55	0,06 -90,32	0,00 -99,0	0,2 -71,43	12 -87,5

TABEL XXVII

GENIDDELDE PERSENTASIE AFNAME VAN MIKROORGANISMES BIJ TROEBLEID BIJ VERSKILLENDE DOSERINGS CoO AS KOAGULANT IN mg/dm<sup>3</sup> (Percentasies bereken uit gegevens in tabellen XXVI - XXIX)

CoO mg/dm <sup>3</sup>	TEL 37°C	TEL 22°C	TC	FC	FS	S uur	FAAG	TROEB
20	28	33	40	34	36	65	49	40
30	63	74	58	75	39	67	28	82
40	78	82	87	79	60	87	27	88
50	80	76	79	80	80	96	65	92

TABEL XXVIII

GENIDDELDE PERSENTASIE AFNAME VAN MIKROORGANISMES BIJ TROEBLEID BIJ VERSKILLENDE DOSERINGS POLIELEKTROLIET AS KOAGULANT IN mg/dm<sup>3</sup> (Percentasies bereken uit gegevens in tabellen XXVII - XXIX)

POLIELEKTROLIET mg/dm <sup>3</sup>	TEL 37°C	TEL 22°C	TC	FC	FS	S uur	FAAG	TROEB
1,0	20	19	27	50	49	87	34	35
1,5	64	66	72	88	65	97	48	44
2,0	69	68	85	91	70	87	69	66
2,5	85	85	79	91	82	97	66	81
3,0	86	82	86	96	73	96	74	87

TABEL XXXIX

VERGELYKING VAN REGUITLYNE BEREKEN MET KALK-DOSERING (mg CaO/dm<sup>3</sup>)  
 AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKE EN PERSENTASIE VERWYDERING VAN  
 TROEBELHEID EN MIKROORGANISMES AS AFHANKLIKE VERANDERLIKE  
 (Uit tabel XXXVII) (korrelasie-koëffisiënt r in hakies)  
 (Kyk figuur 4)

Tel 22°C	$y = 1,347x + 19,025$	(r = 0,666)
Tel 37°C	$y = 1,702x + 2,85$	(r = 0,872)
TC	$y = 1,462x + 15,0$	(r = 0,789)
FC	$y = 1,5x + 13,0$	(r = 0,789)
FS	$y = 1,935x - 19,225$	(r = 0,804)
S aur	$y = 1,117x + 39,825$	(r = 0,852)
Faag	$y = 0,582x + 18,8$	(r = 0,261)
Troeb	$y = 1,845x + 6,3$	(r = 0,957)

TABEL XL

VERGELYKINGS VAN REGUITLYNE BEREKEN MET PERSENTASIE TROEBELHEID  
 VERWYDERING AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKE EN PERSENTASIE VERWY-  
 DERING VAN MIKROORGANISMES AS AFHANKLIKE VERANDERLIKE  
 (Uit tabel XXXVII) (korrelasie-koëffisiënt, r, in hakies)  
 (Kyk figuur 5)

Tel 22°C	$y = 0,763x + 12,124$	(r = 0,727)
Tel 37°C	$y = 0,909x - 2,019$	(r = 0,897)
TC	$y = 0,829x + 7,412$	(r = 0,862)
FC	$y = 0,811x + 7,987$	(r = 0,823)
FS	$y = 1,013x - 23,293$	(r = 0,811)
S aur	$y = 0,557x + 39,427$	(r = 0,819)
Faag	$y = 0,1x + 32,115$	(r = 0,086)

TABEL XLI

VERGELYKING VAN REGUITLYNE BEREKEN MET POLIELEKTROLIET DOSERINGS (mg Superfloc C577/dm<sup>3</sup>) AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKE EN PERSENTASIE VERWYDERING VAN TROEBELHEID EN MIKROORGANISMES AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES (Uit tabel XXXVIII) (korrelasie-koëffisiënt, r, in hakies) (kyk figuur 6)

Tel 22°C	$y = 29,2x + 6,05$	(r = 0,839)
Tel 37°C	$y = 27,45x + 12,15$	(r = 0,848)
TC	$y = 25,05x + 20,15$	(r = 0,775)
FC	$y = 20,3x + 43,0$	(r = 0,679)
FS	$y = 13,25x + 41,8$	(r = 0,637)
S aur	$y = 3,55x + 85,3$	(r = 0,235)
Faag	$y = 20,4x + 18,85$	(r = 0,664)
Troeb	$y = 28,5x + 5,9$	(r = 0,978)

TABEL XLII

VERGELYKING VAN REGUITLYNE BEREKEN MET PERSENTASIE TROEBELHEID=VERWYDERING AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKE EN PERSENTASIE VERWYDERING VAN MIKROORGANISMES AS AFHANKLIKE VERANDERLIKE (Uit tabel XXXVIII) (korrelasie-koëffisiënt, r, in hakies) (Kyk figuur 7)

Tel 22°C	$y = 0,92x + 9,195$	(r = 0,828)
Tel 37°C	$y = 0,987x + 2,393$	(r = 0,827)
TC	$y = 0,816x + 18,943$	(r = 0,736)
FC	$y = 0,647x + 42,273$	(r = 0,641)
FS	$y = 0,445x + 40,279$	(r = 0,624)
S aur	$y = 0,079x + 88,434$	(r = 0,217)
Faag	$y = 0,682x + 16,776$	(r = 0,647)

TABEL XLIII

Persentasie verwydering van mikroörganismes by:				
75% troebelheidverwydering			87% troebelheidverwydering	
Koagulant:	Geblyste kalk	Superfloc C577	Geblyste kalk	Superfloc C577
Parameter				
Tel 22°C	69,3	78,2	78,5	89,2
Tel 37°C	66,2	76,4	77,0	88,3
TC	77,9	80,1	79,5	89,9
FC	68,8	90,8	78,5	98,6
FS	52,7	73,7	64,8	79,0
S aur	81,2	94,4	87,9	95,3
Faag	39,6	67,2	40,8	76,1

(Uit figure 5 en 7)

PERSENTASIEVERWYDERING VAN TROEBELHEID EN TOETSORGANISMES DEUR FILTRASIE (ALLE GETALLE VAN ORGANISMES

IN org/cm<sup>3</sup>

TABEL XLIV

PARAMETER	VOOR FILTRASIE	NA FILTRASIE			
		Na 4 uur vloei tyd	% verwydering	Na 5 uur vloei tyd	% verwydering
Troeb	26 mg/dm <sup>3</sup>	0,55 mg/dm <sup>3</sup>	-97,88	0,6 mg/dm <sup>3</sup>	-97,6
TC	40 000	1 600	-96,0	1 800	-95,5
FC	47 000	1 100	-97,65	1 200	-97,4
FS	160 000	400	-99,75	500	-99,68
S uur	40 000	10	-99,98	8	-99,98
Faag	50 000	1 200	-96,0	580	-98,06

TABEL XLV

PARAMETER	VOOR FILTRASIE	NA FILTRASIE			
		Na 1 uur vloei tyd	% verwydering	Na 2 uur vloei tyd	% verwydering
Troeb	6,1 mg/dm <sup>3</sup>	0,8 mg/dm <sup>3</sup>	-86,88	0,96 mg/dm <sup>3</sup>	-84,26
TC	280 000	13 000	-95,35	14 000	-95,35
FC	150 000	10 000	-93,33	8 000	-94,66
FS	18 000	180	-99,0	380	-97,88
S uur	2 000	20	-99,0	39	-98,05
Faag	4 500	110	-97,5	51	-98,86

TABEL XLVI

PARAMETER	VOOR FILTRASIE	NA FILTRASIE			
		Na 1 uur vloei tyd	% verwydering	Na 3 uur vloei tyd	% verwydering
Troeb	20 mg/dm <sup>3</sup>	0,55 mg/dm <sup>3</sup>	-97,25	0,5 mg/dm <sup>3</sup>	-97,5
TC	21 000	36 000	-82,85	4 400	-97,5
FC	340	52	-84,70	69	-79,7
FS	160 000	2 500	-98,43	2 700	-98,31
S uur	59 000	92	-99,84	58	-99,90
Faag	17 000	680	-96,0	720	-95,76

AFSTERWE VAN BAKTERIEE: PLAATTELLING BY 22°C EN 37°C, TEENOOR  
 KONSENTRASIE BESKIKBARE CHLOOR EN TYD TOT EN MET 4 UUR  
 (Kyk figuur 8)

TYD	TEL 37°C org/cm <sup>3</sup>	TEL 22°C org/cm <sup>3</sup>	VRYCHLOOR mg/dm <sup>3</sup>	GEBONDE CHLOOR mg/dm <sup>3</sup>
<b>TABEL XLVII</b>				
0	190	200	0,8	0,2
5 min	96	96	0,7	0,2
10 min	68	29	0,7	0,2
15 min	25	33	0,7	0,15
30 min	31	22	0,6	0,15
1 h	30	29	0,4	0,15
2 h	24	22	0,3	0,1
3 h	18	30	0,1	0,1
4 h	36	33	0	0,1
<b>TABEL XLVIII</b>				
0	98	65	0,75	0,2
5 min	53	48	0,7	0,2
10 min	32	34	0,7	0,2
15 min	34	30	0,6	0,2
30 min	39	57	0,5	0,15
1 h	18	24	0,4	0,15
2 h	24	18	0,25	0,1
3 h	29	25	0,1	0,1
4 h	6	32	0	0,1
<b>TABEL XLIX</b>				
0	99	210	0,7	0,2
5 min	46	26	0,7	0,1
10 min	68	57	0,6	0,1
15 min	38	38	0,6	0,1
30 min	37	36	0,45	0,1
1 h	56	64	0,35	0,1
2 h	39	36	0,2	0,1
3 h	26	21	0,1	0,1
4 h	22	34	0	0,1
<b>TABEL L</b>				
0	210	130	0,7	0,1
5 min	48	85	0,65	0,1
10 min	46	35	0,6	0,1
15 min	41	30	0,5	0,1
30 min	27	25	0,5	0,1
1 h	39	28	0,25	0,1
2 h	48	28	0,2	0,1
3 h	26	22	0,1	0,1
4 h	33	26	0	0,1

AFSTERWE EN NAGROEI VAN BAKTERIEE: PLAATTELLING 22°C EN 37°C,  
TEENOR KONSENTRASIE BESKIKBARE CHLOOR EN TYD TOT EN MET 168 UUR  
(Kyk figuur 9)

TYD	TEL 22°C org/cm <sup>3</sup>	TEL 37°C org/cm <sup>3</sup>	VRYCHLOOR gm/dm <sup>3</sup>	GEBONDE CHLOOR <sub>2</sub> gm/dm <sup>3</sup>
<b>TABEL LI</b>				
0	180	160	0,5	0,2
1 h	70	45	0,25	0,2
24 h	65	40	0	0,1
48 h	40	50	0	0,1
72 h	150	140	0	0,05
96 h	1 800	3 600	0	0,05
168 h	3 600	3 400	0	0,05
<b>TABEL LII</b>				
0	240	120	0,6	0,2
1 h	55	40	0,3	0,2
24 h	80	60	0	0,2
48 h	54	50	0	0,1
72 h	130	100	0	0,05
96 h	550	230	0	0,05
168 h	38 000	28 000	0	0,05
<b>TABEL LIII</b>				
0	180	150	0,8	0,3
1 h	50	40	0,3	0,2
24 h	80	40	0	0,1
48 h	35	50	0	0,05
72 h	2 400	1 300	0	0,05
96 h	8 000	3 300	0	0,05
168 h	24 000	24 000	0	0,05
<b>TABEL LIV</b>				
0	240	140	0,9	0,2
1 h	70	30	0,5	0,2
24 h	40	50	0	0,2
48 h	50	30	0	0,1
72 h	40	35	0	0,05
96 h	2 400	500	0	0,05
168 h	24 000	24 000	0	0,05
<b>TABEL LV</b>				
0	260	240	1,4	0,3
1 h	35	30	0,7	0,2
24 h	45	50	0	0,1
48 h	35	50	0	0,1
72 h	70	40	0	0,05
96 h	600	240	0	0,05
168 h	24 000	22 000	0	0,05

AFSTERWE EN NAGROEI VAN BAKTERIEE: PLAATTELLING 22°C EN 37°C,  
TEENOR KONSENTRASIE BESKIKBARE CHLOOR EN TYD TOT EN MET 144 UUR

TYD	TEL 22°C org/cm <sup>3</sup>	TEL 37°C org/cm <sup>3</sup>	VRYCHLOOR mg/dm <sup>3</sup>	GEBONDE CHLOOR <sub>g</sub> mg/dm <sup>3</sup>
<b>TABEL LVI</b>				
0	122	160	0,5	0,25
1 h	40	30	0,3	0,2
24 h	23	27	0	0,1
48 h	53	32	0	0,05
72 h	41	150	0	0,05
96 h	5 000	5 100	0	0,05
144 h				
<b>TABEL LVII</b>				
0	130	140	0,7	0,15
1 h	34	50	0,5	0,15
24 h	30	28	0	0,1
48 h	28	19	0	0,05
72 h	20	87	0	0,08
96 h	1 400	530	0	0,05
144 h	92 000	4 000	0	0,05
<b>TABEL LVIII</b>				
0	130	170	0,9	0,15
1 h	31	24	0,6	0,15
24 h	33	36	0	0,1
48 h	30	17	0	0,05
72 h	30	74	0	0,05
96 h	2 200	1 100	0	0,05
144 h	6 400	6 400	0	0,05
<b>TABEL LIX</b>				
0	130	100	1,1	0,2
1 h	160	27	0,8	0,2
24 h	23	24	0	0,1
48 h	22	34	0	0,05
72 h	23	104	0	0,05
96 h	100	340	0	0,05
144 h	5 400	600	0	0,05
<b>TABEL LX</b>				
0	114	160	1,2	0,2
1 h	20	30	0,7	0,2
24 h	27	14	0	0,1
48 h	19	14	0	0,05
72 h	29	46	0	0,05
96 h	170	210	0	0,05
144 h	4 000	4 400	0	0,05

AFSTERWE EN NAGROEI VAN BAKTERIEE: PLAATTELLING BY 22°C EN 37°C,  
TEENOR KONSENTRASIE BESKIKBARE CHLOOR EN TYD. CHLOOR NA ONDER=  
SKEIDELIK 24, 48 EN 72 UUR AANGEVUL TOT DIE OORSPRONKLIKE KON=  
SENTRASIE (Kyk figuur 10)

TYD	TEL 22°C org/cm <sup>3</sup>	TEL 37°C org/cm <sup>3</sup>	VRYCHLOOR mg/dm <sup>3</sup>	GEBONDE CHLOOR mg/dm <sup>3</sup>
<b>TABEL LXI</b>				
0	210	170	0,6	0,2
<u>24 h</u>	15	54	<u>0,8</u>	0,11
48 h	86	12	0	0,2
72 h	7 600	140	0	0,05
96 h	40 000	1 000	0	0,05
168 h	32 000	670	0	0,05
<b>TABEL LXII</b>				
0	98	170	0,7	0,2
<u>24 h</u>	25	32	<u>0,7</u>	0,1
48 h	27	15	0	0,2
72 h	1 200	16	0	0,05
96 h	4 800	70	0	0,05
168 h	3 800	3 400	0	0,05
<b>TABEL LXIII</b>				
0	230	200	0,8	0,2
24 h	24	30	0,1	0,05
<u>48 h</u>	6 800	260	<u>1,4</u>	0,05
72 h	180	1 400	0	0,2
96 h	3 300	180	0	0,1
168 h	40 000	48 000	0	0,05

AFSTERWE EN NAGROEI VAN BAKTERIEE: PLAATTELLING BY 22°C EN 37°C,  
TEENOOR KONSENTRASIE BESKIKBARE CHLOOR EN TYD. CHLOOR NA ONDER=  
SKEIDELIK 24, 48 EN 72 UUR AANGEVUL TOT DIE OORSPRONKLIKE KON=  
SENTRASIE

TYD	TEL 22°C org/cm <sup>3</sup>	TEL 37°C org/cm <sup>3</sup>	VRYCHLOOR mg/dm <sup>3</sup>	GEBONDE CHLOOR <sup>3</sup> mg/dm <sup>3</sup>
<b>TABEL LXIV</b>				
0	140	100	1,0	0,2
24 h	30	24	0	0,1
<u>48 h</u>	110	83	<u>1,4</u>	0,05
				0,2
72 h	24	160	0	0,1
96 h	96	60	0	0,05
168 h	36 000	40 000	0	0,05
<b>TABEL LXV</b>				
0	60	150	0,8	0,3
24 h	25	36	0,1	0,05
48 h	23	23	0	0,05
<u>72 h</u>	1 300	250	<u>0,9</u>	0,05
				0,2
96 h	1 500	1 100	0	0,05
168 h	22 000	40 000	0	0,05
<b>TABEL LXVI</b>				
0	130	160	0,8	0,3
24 h	40	40	0,1	0,05
48 h	60	75	0	0,05
<u>72 h</u>	7 600	960	<u>0,8</u>	0,05
				0,2
96 h	3 700	2 800	0	0,05
168 h	32 000	33 000	0	0,05

AFSTERWE EN NAGROEI VAN BAKTERIEE: PLAATTELLING (org/cm<sup>3</sup>) BY 37°C,  
TEENOR KONSENTRASIE MONOCHLOORAMIEN EN TYD  
(Kyk figuur 11)

TABEL LXVII

TYD	TEL 37°C org/cm <sup>3</sup>	MONO= CHLOOR <sub>3</sub> mg/dm <sup>3</sup>
0	30	0,9
5 min	290	
10 min	146	
15 min	330	0,8
30 min	265	0,8
1 h	13	0,8
2 h	20	0,8
4 h	8	0,8
6 h	4	0,76
24 h	2	0,62
2 d	2	0,38
3 d	2	0,3
4 d	3	0,32
6 d	12	0,28
7 d	2	0,24
8 d	3	0,2
9 d	2	0,2
10 d	6	0,18
11 d	120	0,16

TABEL LXVIII

TYD	TEL 37°C org/cm <sup>3</sup>	MONO= CHLOOR <sub>3</sub> mg/dm <sup>3</sup>
0	20	0,8
5 min	560	
10 min	305	
15 min	257	0,72
30 min	315	0,7
1 h	60	0,7
2 h	25	0,68
4 h	7	0,68
6 h	3	0,68
24 h	2	0,6
2 d	2	0,34
3 d	2	0,28
4 d	2	0,28
6 d	10	0,28
7 d	2	0,24
8 d	2	0,2
9 d	2	0,18
10 d	320	0,18
11 d	1 600	0,14

TABEL LXIX

TYD	TEL 37°C org/cm <sup>3</sup>	MONO= CHLOOR <sub>3</sub> mg/dm <sup>3</sup>
0	260	0,8
24 h	17	0,6
2 d	11	0,4
3 d	12	0,3
4 d	4	0,2
5 d	1	0,15
6 d	2	0,1
7 d	2	0
8 d	1	0

TABEL LXX

TYD	TEL 37°C org/cm <sup>3</sup>	MONO= CHLOOR <sub>3</sub> mg/dm <sup>3</sup>
0	170	0,8
24 h	15	0,6
2 d	12	0,4
3 d	17	0,3
4 d	18	0,15
5 d	170	0,1
6 d	370	0,1
7 d	22 000	0
8 d	30 000	0

AFSTERWE EN NAGROEI VAN BAKTERIEE, TELLING BY 37°C, TEENOR TYD EN CHLOORKONSENTRASIE; MONOCHLOORAMIEN GEVORM NA ONDER-SKEIDELIK 6, 18 EN 24 UUR (Kyk figuur 12)

TYD	TEL 37°C org/cm <sup>3</sup>	VRYCHLOOR	MONOCHLOOR mg/dm <sup>3</sup>
<b>TABEL LXXI</b>			
0	95	0,8	0,1
<u>6 h</u>	8	0	<u>0,8</u>
24 h	3		0,45
2 d	3		0,4
3 d	2		0,3
4 d	1		0,28
7 d	1		0,2
8 d	1		0,1
9 d	1		0,08
10 d	1		0
11 d	1		0
14 d	120		0
15 d	320		0
<b>TABEL LXXII</b>			
0	100	0,85	0,5
<u>6 h</u>	3	0	<u>0,8</u>
24 h	3		0,6
2 d	3		0,4
3 d	1		0,4
4 d	1		0,32
7 d	1		0,1
8 d	1		0,1
9 d	1		0,1
10 d	1		0
11 d	1		0
14 d	60		0
15 d	70		0
<b>TABEL LXXIII</b>			
0	36	0,85	0,05
<u>6 h</u>	8		<u>0,85</u>
24 h	2		0,4
2 d	1		0,25
3 d	1		0,25
4 d	1		0,05
7 d	1		0,05
8 d	1		0
9 d	1		0
10 d	1		0
11 d	1		0
14 d	11		0
15 d	500		0

AFSTERWE EN NAGROEI VAN BAKTERIEE, TELLING BY 37°C, TEENOR  
 TYD EN CHLOORKONSENTRASIE; MONOCHLOORAMIEN GEVORM NA ONDER=  
 SKEIDELIK 6, 18 EN 24 UUR (Kyk figuur 12)

TYD	TEL 37°C org/cm	VRYCHLOOR	MONOCHLOOR mg/dm <sup>3</sup>
<b>TABEL LXXIV</b>			
0	410	0,8	0,1
<u>18 h</u>	8	0	<u>0,8</u>
24 h	13		0,7
2 d	12		0,5
3 d	26		0,4
4 d	17		0,2
5 d	3		0,2
6 d	2		0,15
7 d	1		0
8 d	2		0
<b>TABEL LXXV</b>			
0	380	0,8	0,1
<u>18 h</u>	14	0	<u>1,05</u>
24 h	13		0,8
2 d	9		0,6
3 d	5		0,5
4 d	4		0,3
5 d	2		0,2
6 d	1		0,2
7 d	1		0
8 d	1		0
<b>TABEL LXXVI</b>			
0	450	0,9	0,1
<u>24 h</u>	16	0	<u>0,55</u>
2 d	12		0,35
3 d	13		0,25
4 d	4		0,12
5 d	1		0,5
6 d	2		0
7 d	1		0
8 d	1		0
<b>TABEL LXXVII</b>			
0	350	0,8	0,2
<u>24 h</u>	15	0	<u>0,8</u>
2 d	18		0,2
3 d	12		0,05
4 d	3		0
5 d	1		0
6 d	1		0
7 d	1		0
8 d	1		0

AFSTERWE EN NAGROEI VAN BAKTERIEE, TELLING BY 37°C, TEENOR  
 TYD EN CHLOORKONSENTRASIE; MONOCHLOORAMIEN GEVORM NA ONDER=  
 SKEIDELIK 6, 18 EN 24 UUR (Kyk figuur 12)

TYD	TEL 37°C org/cm <sup>3</sup>	VRYCHLOOR	MONOCHLOOR mg/dm <sup>3</sup>
<b>TABEL LXXVIII</b>			
0	460	0,9	0,1
24 h	14	0	1,0
2 d	9		0,4
3 d	4		0,3
4 d	8		0
5 d	1		0
6 d	1		0
7 d	1		0
8 d	2		0
<b>TABEL LXXIX</b>			
0	200	0,7	0,1
24 h	13	0	1,2
2 d	8		0,9
3 d	11		0,8
8 d	13		0,5
9 d	12		0
10 d	7		0
11 d	1		0
12 d	41		0
13 d	39		0
14 d	1		0
15 d	1		0
16 d	1		0
<b>TABEL LXXX</b>			
0	170	0,8	1,1
24 h	25	0	1,1
2 d	11		0,9
3 d	6		0,7
8 d	19		0,05
9 d	6		0
10 d	1		0
11 d	1		0
12 d	1		0
13 d	2		0
14 d	1		0
15 d	1		0
16 d	1		0

TABEL LXXXI

VERGELYKING TUSSEN DIE DEURLAATBAARHEID VAN GELMAN EN NUCLEPORE  
MEMBRAANFILTERS VIR  $K^+$ - EN  $Ca^{2+}$ -IONE IN DIESELFDE PERIODE

$K^+$ deurgelaat ( $mg/dm^3$ )			$Ca^{++}$ deurgelaat ( $mg/dm^3$ )	
TYD	GELMAN	NUCLOPORE	GELMAN	NUCLEPORE
0	0	0	1	1
1½ h	0,2	0,6	1	1
3 h	0,3	1,0	1	1,0
4 h	0,8	1,0	1	1,8
6 h	1,0	1,2	1	0,68
10 h	1,6	1,6	1	1,5
13 h	3,6	2,6	2	5,8
15 h	4,6	4,7	3,6	3,0
20 h	5,6	4,8	3,5	3,7
24 h	6,2	5,0	2,0	3,6
48 h			5,2	3,6
76 h			6,2	6,4

ORLEWING VAN TOETSORGANISMES IN VERSKILLENDE STADIA VAN DIE SUIWERING TEEN TYD, UITGEDRUK IN  
 PERSENTASIE VAN DIE OORSPRONKLIKE GETAL BAKTERIEE

TABEL LXXXII

ORLEWING IN BENEDE-VAALRIVIER-BARRAGEWATER VOOR BEHANDELING								
By 15°C					By 12°C			
TYD	TC	FC	FS	S aur	TC	FC	FS	S aur
0	100	100	100	100	100	100	100	100
1 d	54,4	52,1	-	58,33	12,8	17,4	10,7	0,03
2 d	34,4	46,6	6,9	25,0	15,0	9,8	17,9	0,02
3 d	6,5	0,27	-	10,83	10,7	10,8	42,8	0,002
4 d	0,25	0,24	-	0,25	8,6	15,2	11,7	0,009
5 d	0,01	-	0,16	0,05	3,8	5,3	8,6	0
6 d	0,19	0,023	0,12	0,05	2,2	5,5	3,9	0
7 d	0,14	-	0,13	0,05	2,2	0,02	0,03	0
8 d	0,23	0,2	0,18	0,06				
9 d	0,07	0,11	0,01	0,016				

OORLEWING VAN TOETSORGANISMES IN VERSKILLENDE STADIA VAN DIE SUIWERING TEEN TYD, UITGEDRUK IN  
 PERSENTASIE VAN DIE OORSPRONKLIKE GETAL BAKTERIEE

TABEL LXXXIII

OORLEWING IN WATER UIT PRIMERE BESINKINGSSTELSEL NA KALK-SILIKA BEHANDELING (pH 9,9)								
By 15°C					By 10°C			
TYD	TC	FC	FS	S aur	TC	FC	FS	S aur
0	100	100	100	100	100	100	100	3,9
1 h	34,2	95,9	96,8	72,3	9,6	0,95	3,3	3,3
2 h	41,8	65,3	63,8	66,1	3,84	5,71	2,9	0,6
3 h	31,6	46,9	34,1	80,9	3,2	-	3,4	0,4
4 h	40,5	42,7	35,4	51,2	1,53	1,42	3,1	0,3
5 h	59,5	36,7	20,6	44,6	0,76	9,52	1,8	0,2
6 h	3,8	17,6	12,2	34,4	0,63	0,47	2,6	0
7 h	12,0	17,9	24,5	66,1				
8 h	8,1	3,1	34,1	36,4				
24 h	3,4	6,7	3,8	3,2				

OORLEWING VAN TOETSORGANISMES IN VERSKILLENDE STADIA VAN DIE SUIWERING TEEN TYD, UITGEDRUK IN PERSENTASIE VAN DIE OORSPRONKLIEKE GETAL BAKTERIEE

TABEL LXXXIV

OORLEWING IN WATER NA BEHANDELING MET SUPERFLOC C577 POLIELEKTROLIET								
By 15°C					By 7°C			
TYD	TC	FS	FS	S aur	TC	FC	FS	S aur
0	100	100	100	100	100	100	100	100
1 d	4,2		0,8	7,1	21,8	58,8	5	14,6
2 d	9,0	6,3	0,4	0,3	44,7	36,7	2,1	6,9
3 d	7,0	7,0	0,2	2,9	36,4	30,8	0,1	1,0
4 d	1,3	3,4	-	0,03	52,1	8,8	0,05	-
5 d	4,4	8,6	0,003	0,0007	15,6	3,08	0,005	-
6 d	1,0	0,8	0,00002	-	0,54	0,89	0,15	0,009
7 d	1,9	2,3	0,002	0,017	0,31	1,1	2,5	0,08
8 d	0,2	0,2	0	0	0,13	0,16	0	0

ORLEWING VAN TOETSORGANISMES IN VERSKILLENDE STADIA VAN DIE SUIWERING TEEN TYD, UITGEDRUK IN  
 PERSENTASIE VAN DIE OORSPRONKLIKE GETAL BAKTERIEE

TABEL LXXXV

ORLEWING IN WATER NA FILTRASIE								
By 15°C					By 12°C			
TYD	TC	FC	FS	S aur	TC	FC	FS	S aur
0	100	100	100	100	100	100	100	100
1 d	4,2	-	0,8	7,1	21,8	58,8	5,0	14,6
2 d	9,0	6,3	0,4	0,3	44,7	36,7	2,1	6,9
3 d	7,0	7,0	0,2	2,9	36,4	30,8	0,1	1,0
4 d	1,3	3,4	-	0,03	52,1	8,8	0,05	-
5 d	4,4	8,6	0,003	0,007	15,6	3,8	0,005	-
6 d	1,0	0,8	0,00002	-	0,54	0,9	0,15	0,009
7 d	1,9	2,3	0,002	0,017	0,31	1,1	2,5	0,08
8 d	0,2	0,2	-	-	0,13	0,16	-	-

TABEL LXXXVI

AFSTERWE VAN TOETSORGANISMES, IN PERSENTASIE UITGEDRUK, BY  
 VERSKILLENDE KONSENTRASIES BESKIKBARE VRYCHLOOR BINNE 5 MINUTE

CHLOOR KONSENTRASIE mg/dm <sup>3</sup>	TC	FC	FS	S aur
0,5	99,9997	99,9998	99,9998	99,9998
1,0	100	100	100	100
1,5	100	100	100	100

### 3.5 KAART, DIAGRAMME EN FIGURE

KAART  
DE VERSPREIDINGSLEKED VAN DIE  
RANDWATERBAAD.

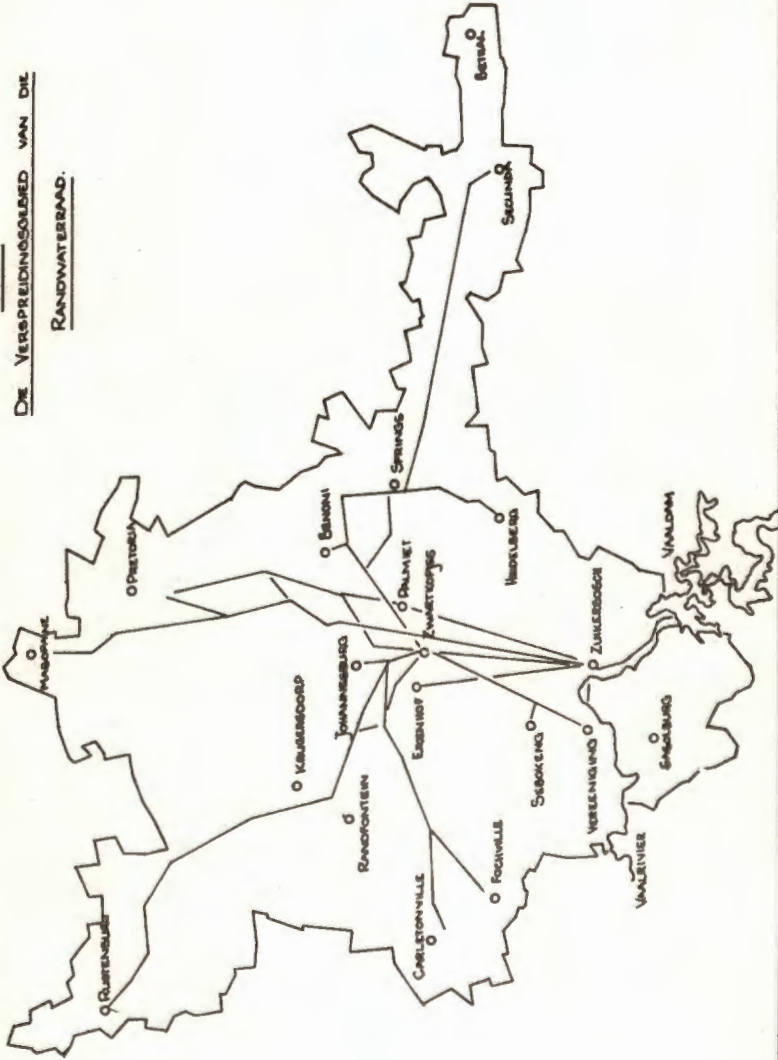
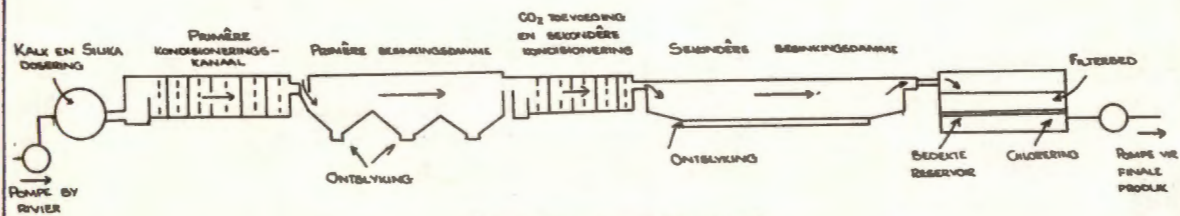
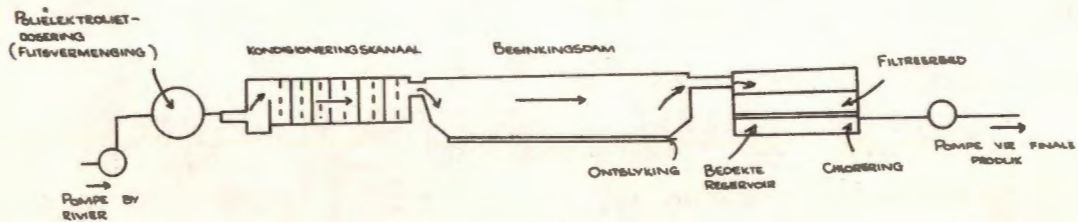


DIAGRAM 1.

## VLEEDIAGRAM VAN DIE WATERSUIWERINGSAAANLEGTE



TWEESTADIUM - BEHANDELINGSISTEEM



ENKELSTADIUM - BEHANDELINGSISTEEM

DIAGRAM 2

VOORSTELLING VAN EXPERIMENTELE SANDFILTER

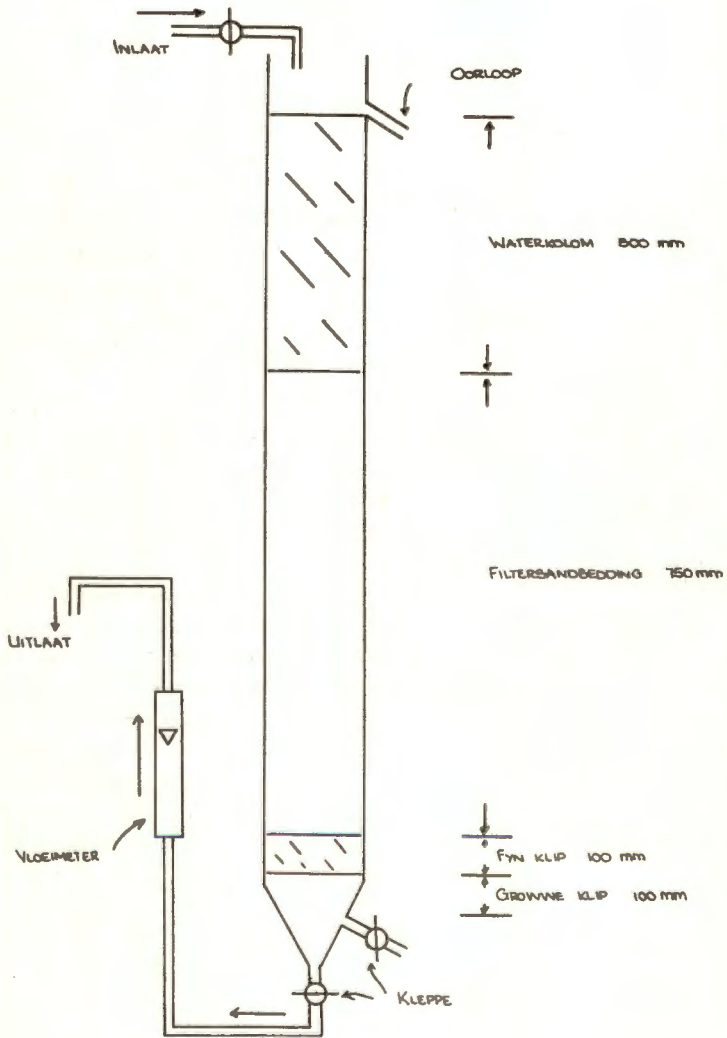


DIAGRAM 3

MEMBAK FILTER MAMER

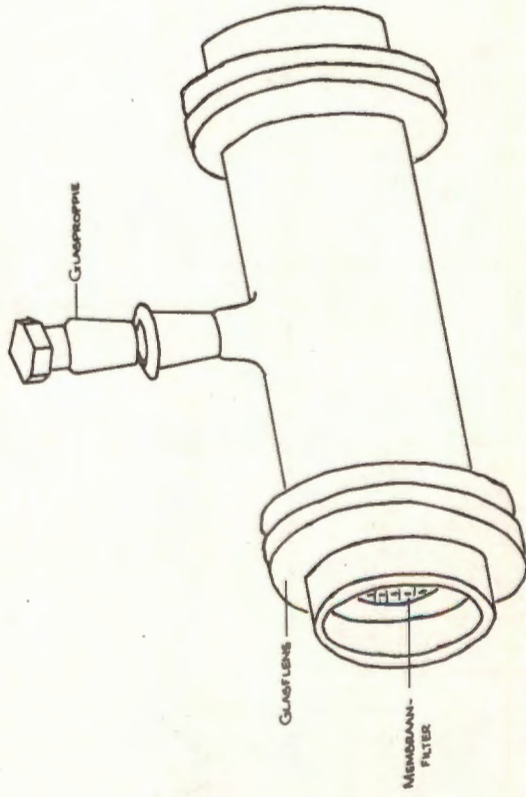


Fig. 1  
 DIE RELATIEVE VERHOUDING VAN DIE KONSENTRASIES VAN DIE  
 VERCHLOORINGSSTADIES BY VERSKILLENDE pH - WAARDES

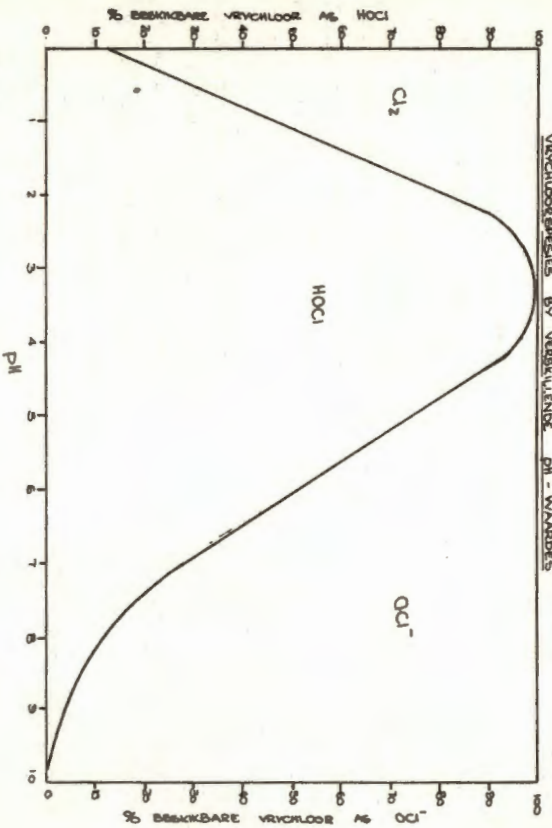


Fig. 2.

VOORSTELLING VAN DIE REKWAYSIE GEBOURENDE REEKSUNT CHLORERING

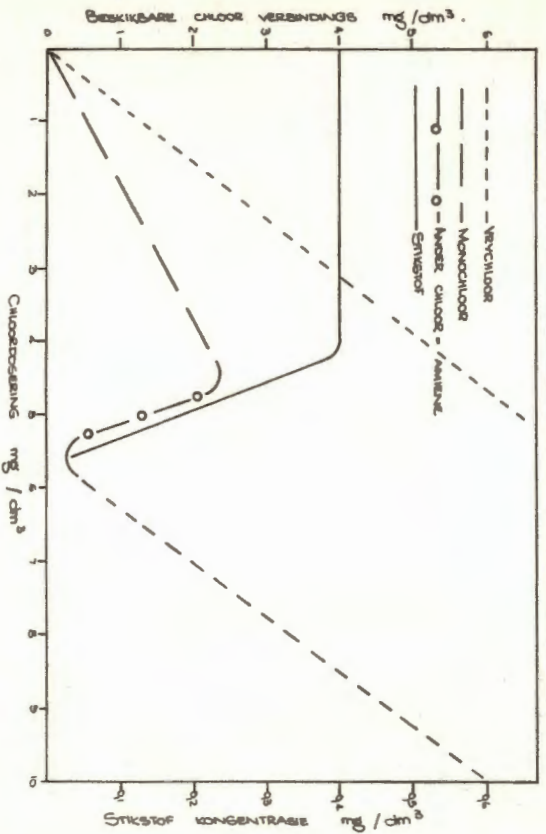
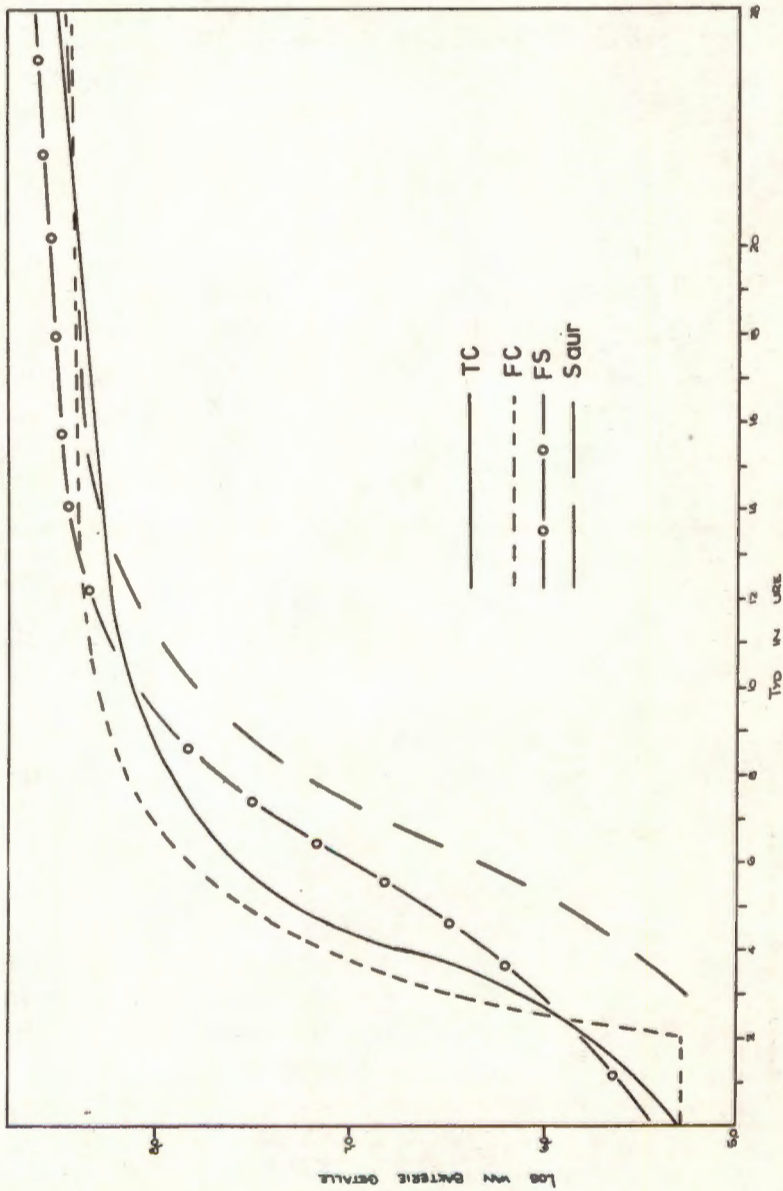


FIG. 3. GEDRUKTES VAN DE TOEGROEVENISSEN



% VERWIJDERING VAN TOETSORGANISMES EN TROESSELHEID

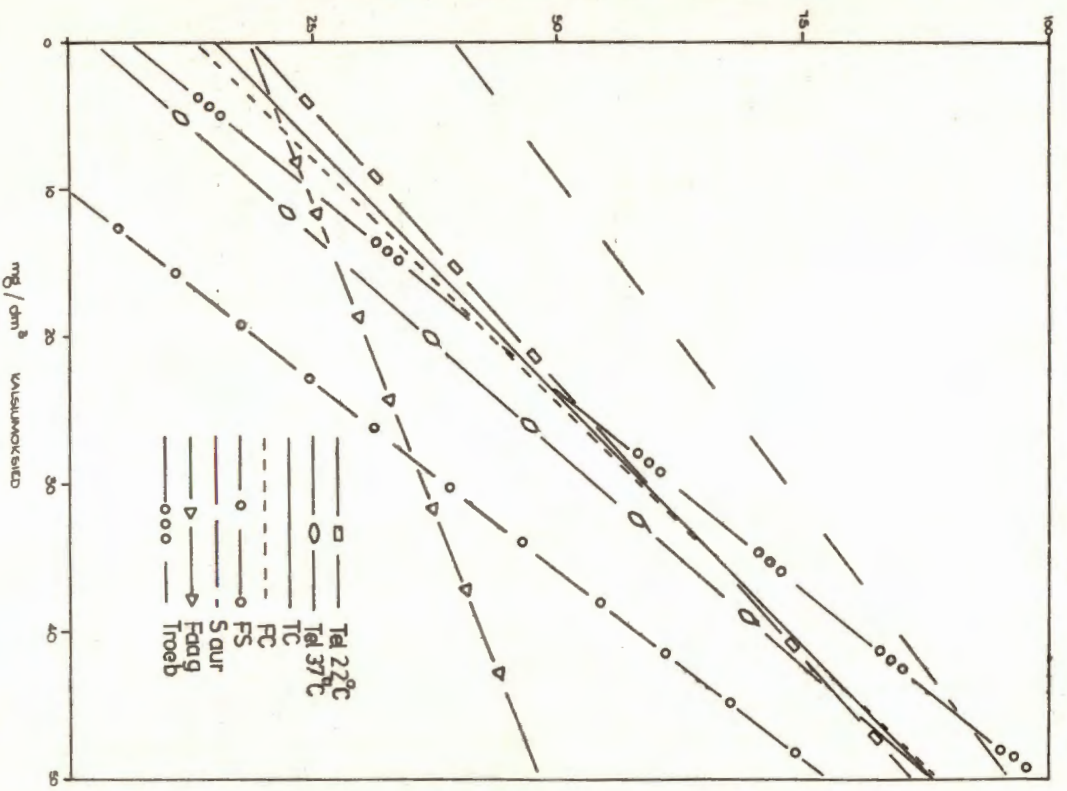


Fig. 4.

GRAFIJK VAN DE PERCENTUALE TOEGELIJD EN MIJCOORGANISMES VERWIJDER, TERWEE DOELIJD KALSIUMHYDRIJD AS WASSIJD

Fig 5.

GRAFIEKE VAN PERSENTASIE TOETSORGANISMES VERNYDER TEENOR PERSENTASIE  
 VERNYDERING VAN TOEBELHEID MET GEBLUSTE KALK AS KOAGULANT.

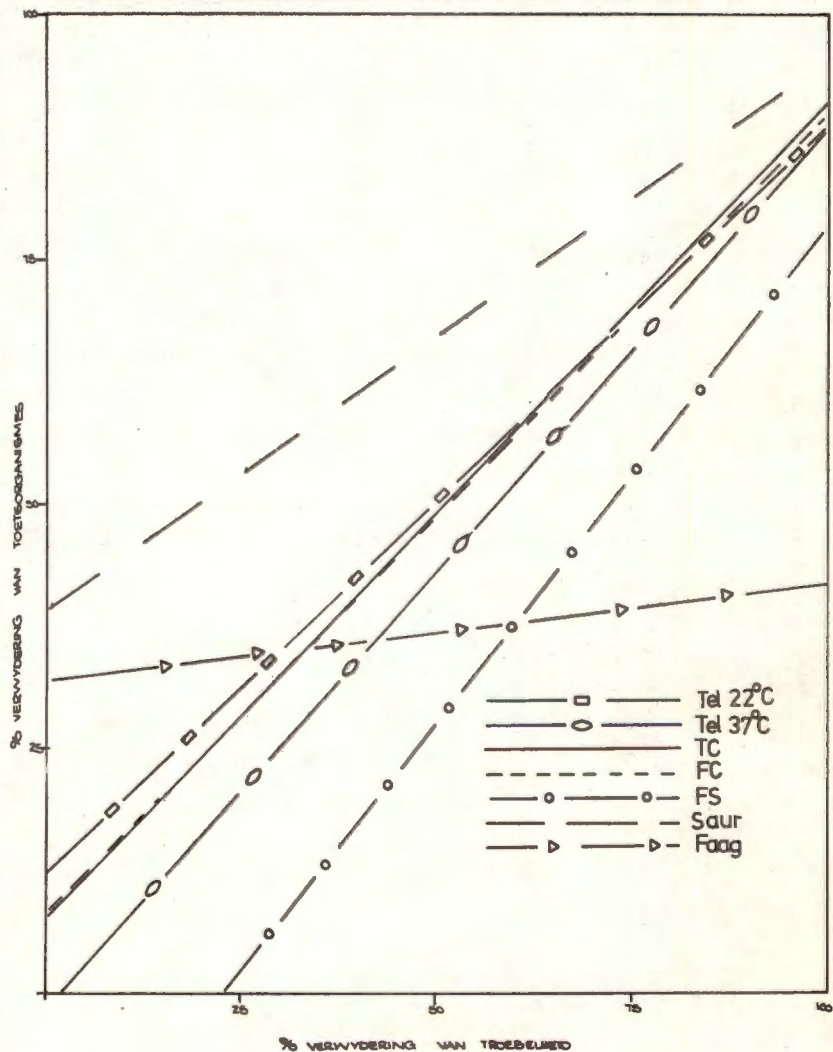
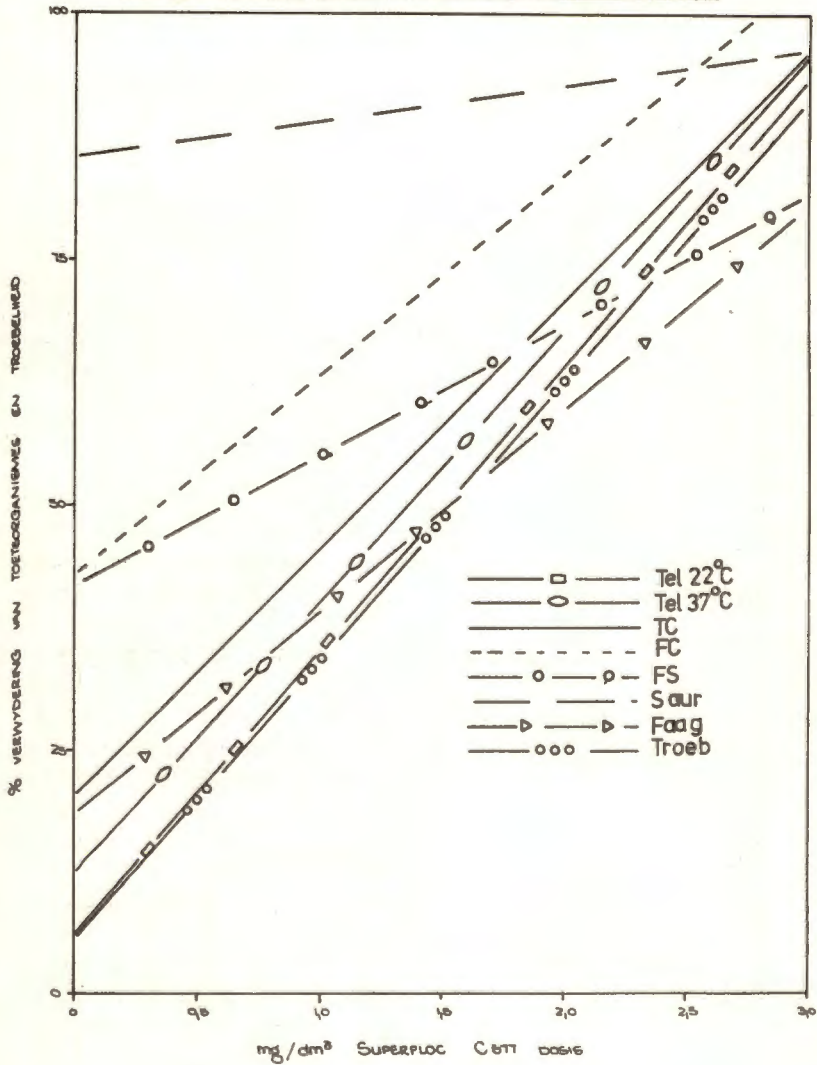


FIG. 6.

GRAFIEKE VAN DIE PERSENTASIE TROEBELHEID EN MIKROORGANISMES  
 VERWYDER TEENOOR DOSEERING SUPERFLOC C5TT AS KOAGULANT



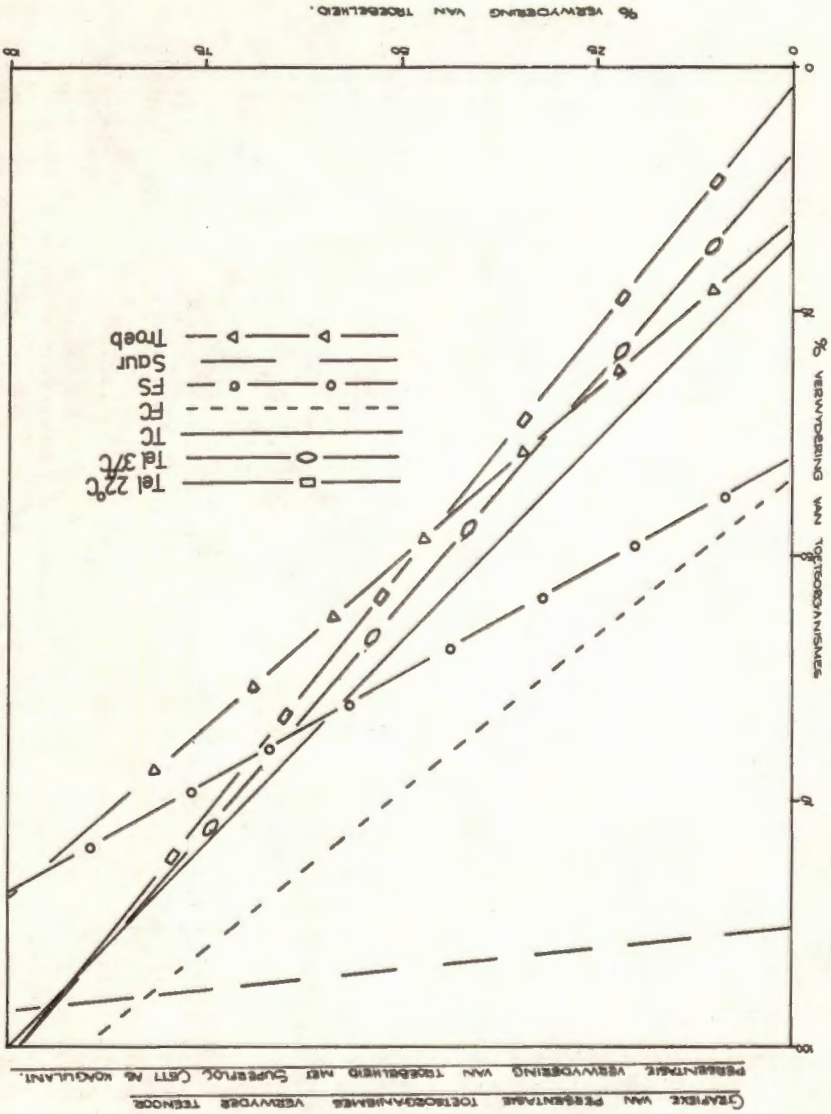


Fig. 1.

FIG. 1. AFSTERING VAN BAKTERIË IN TEENWOORDIGHEID VAN BESKIKBARE VERCHLOOR

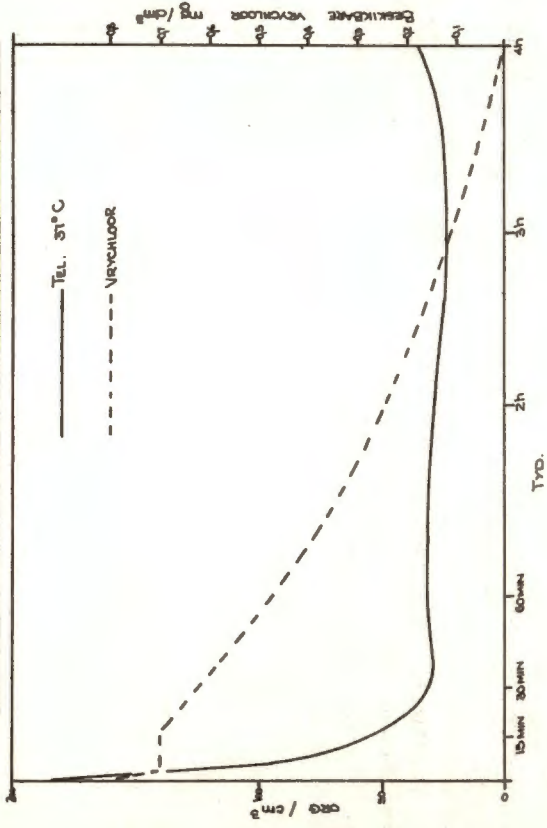


FIG. 2. AFSTERING EN NAGADEL VAN BAKTERIË IN TEENWOORDIGHEID VAN BESKIKBARE VERCHLOOR

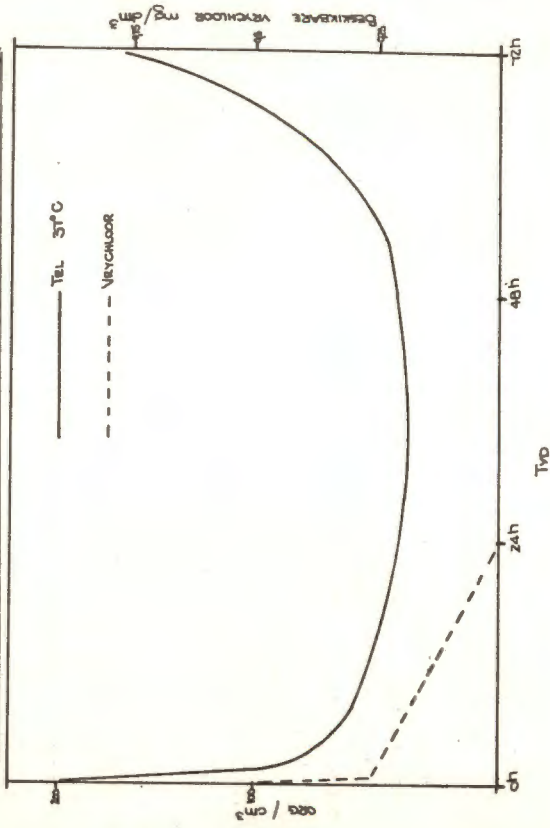


FIG. 10 AFTERBE EN NAARDEI VAN BAKTERIEZ IN TEENROEDIGHEID VAN BESCHIKBARE VRYCALOOR MET TOEGANGS VAN VRYCALOOR

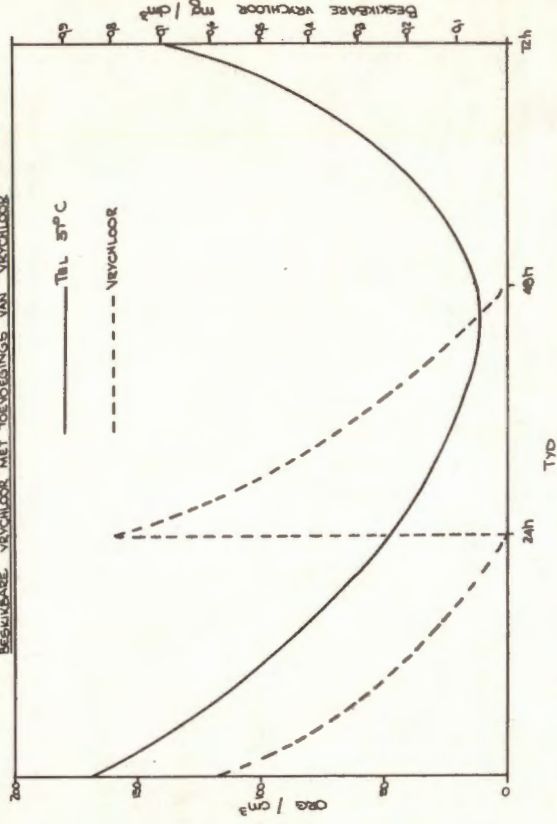


FIG. 11 AFTERBE EN NAARDEI VAN BAKTERIEZ IN TEENROEDIGHEID VAN MONOCHLOORAMINEN

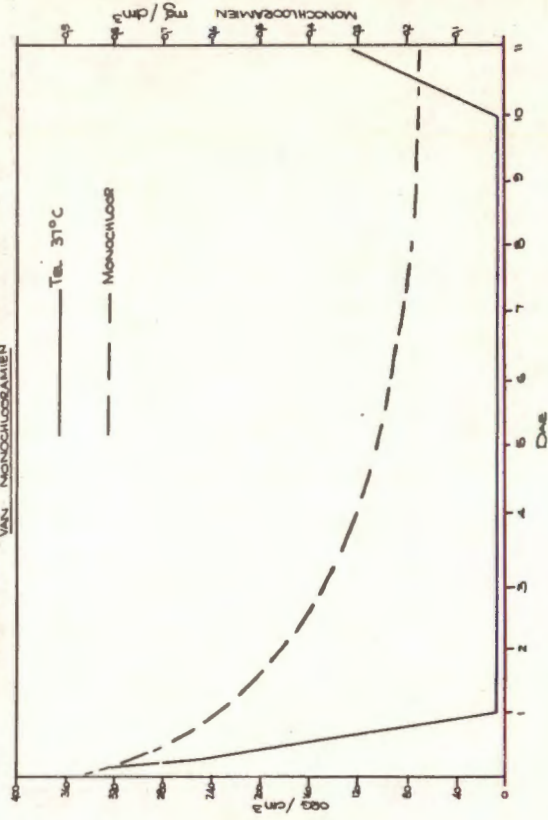
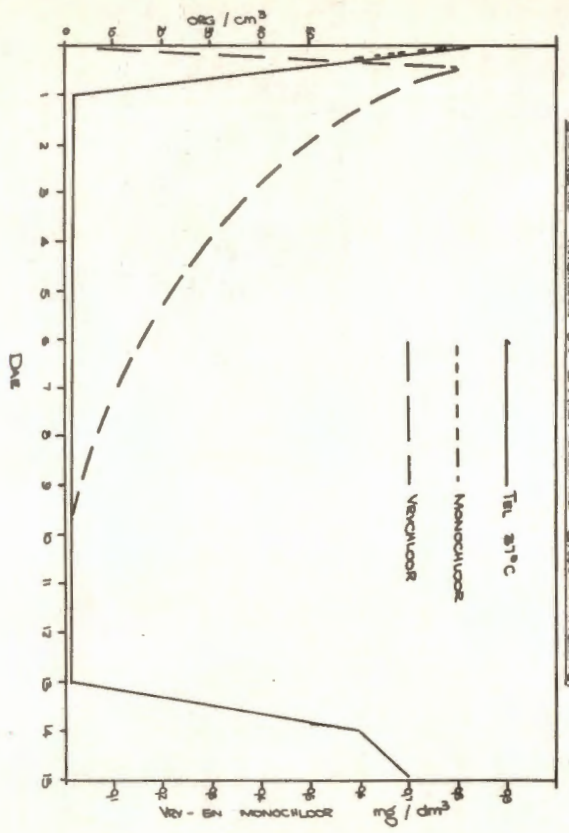


Fig. 2  
AFTREKKE EN NAAROM VAN BAKTERIEËN IN TIJENVООORGHED VAN  
REKURIEBARE VERCHLOOR EN DIANODPOLIDANIE CLOROZANINIEBING.



#### 4. BESPREKING VAN RESULTATE EN GEVOLGTREKKING

##### 4.1 BESPREKING VAN RESULTATE

###### 4.1.1 WATERSUIWERINGSAAANLEGTE

Indien die chemiese, fisiese en mikrobiologiese eienskappe van die uitvloeisels van die verskillende opeenvolgende eenheidspro-  
sesse- en bedrywe vergelyk sou word, kan duidelike afnames, in  
veral troebelheid en bakteriegetalle waargeneem word. (Tabelle  
VII tot XX)

Daar moet veral gelet word op die verwydering van troebelheid wat  
plaasvind in die besinking- en filtrasiestappe. (Tabelle VII,  
VIII, IX en X; tabelle XII, XIII, XIV en XV; tabelle XVII, XVIII  
en XIX). Soos te wagte het die elektriese geleidingsvermoë en  
metieloranje alkaliniteit van die water wat met kalk/silika be-  
handel is, gestyg terwyl dié waardes met die gebruik van Super-  
floc C577 as koagulant konstant gebly het. Die fenolftaleïen  
alkaliniteit in die kalk behandelde water het gestyg tydens pri-  
mêre besinking, maar het weer na normaal teruggekeer nadat die  
water gestabiliseer is deur karbonering (tabelle VIII en IX;  
tabelle XIII en XIV). Met die Superfloc C577 behandeling het die  
fenolftaleïen alkaliniteit deurgaans baie dieselfde gebly. afname  
in die C.S.B., geabsorbeerde suurstof uit suur kaliumpermanganaat,  
nitriet-, nitraat- en fosfaat waardes is waar te neem deur die  
suiweringsproses waar elk van die koagulate gebruik is.

Afnames in die bakteriegetalle, plaattellings by 22°C en 37°C,  
totale coliforme, E coli I, S faecalis en P aeruginosa, kan waar-  
geneem word deur die suiweringsproses. Die afnames t.o.v. die  
plaattellings was redelik geleidelik tot na filtrasie, met 'n  
drastiese afname in getalle deur chlorering (tabelle VII tot X  
en XI; tabelle XII tot XV en XVI; tabelle XVII tot XIX en XX).  
Vergelyk ook tabel XXI. Verwydering van die totale coliforme,  
E coli I en S faecalis het geleidelik plaasgevind met 'n drastie-  
se afname gedurende filtrasie. Alle indikator organismes is  
deur chlorering verwyder. Die verwyderingspatroon van P aerugi-

nosa is baie dieselfde as die van die indikatort. Ongelukkig is die metode wat gebruik is om P aeruginosa in die water aan te toon, slegs kwalitatief van aard, en kan die resultate nie as baie betroubaar beskou word nie. Omdat C perfringens en S aureus nie gereeld uit die water geïsoleer kon word nie, is die resultate weglaatbaar.

Tabel XXI gee 'n opsomming van die verwydering van gesuspendeerde materiaal, bakterieë, soos getel by 37°C en totale coliforme, in persentasie uitgedruk, in die verskillende stadia van die watersuiweringsproses. Die persentasies is die rekenkundige gemiddeld van die persentasie toename of afname van troebelheid en bakteriegetalle in die verskillende suiweringsstappe. Wanneer die resultate bestudeer word, moet inaggeneem word dat met die monstername uit die verskillende stadia van watersuiwing, nie voorsiening gemaak is vir die retensietyd in die behandelingsstelsel nie. Die gevolg is dat die monsters wat vergelyk word, nie afkomstig was uit dieselfde volume onbehandelde water nie. Gevolglik kon die verskillende volumes water, oorspronklik, in die onbehandelde toestand, verskillende mikrobiologiese, chemiese en fisiese eienskappe gehad het.

Nogtans is dit duidelik dat die watersuiweringsstelsel uiters doeltreffend funksioneer t.o.v. die verwydering van troebelheid en verskillende tipes bakterieë (vergelyk ook tabelle I, III en IV met tabelle XI, XVI en XX).

#### 4.1.2 GROEIKURWES

Uit die gegewens in tabel XXII en figuur 3 kan duidelik gesien word dat die bakteriële kulture na ongeveer 14 uur inkubasietyd in die stilstandsfase was.

#### 4.1.3 LABORATORIUMKOAGULASIE EN -BESINKINGSTOETSE

In tabel XXIII word die eienskappe van die verskillende toetsorganismes aangegee. Hier moet veral gelet word op die aansienlike verskil in die afmetings en morfologie van die verskillende orga-

nismes. Die resultate in tabelle XXVI tot XXIX; XXXII tot XXXVI; XXXVII en XXXVIII dui daarop dat daar baie goeie verwydering van mikroörganismes plaasvind, tesame met die verwydering van die gesuspendeerde materiaal. Dit geld vir die gebruik van gebluste kalk sowel as Superfloc C577 as koagulant. In die laboratorium eksperiment is gepoog om water te produseer, met 'n troebelheid van ongeveer 6 mg per  $\text{dm}^3$  in die holliggende-vloeistof. Water met die konsentrasie gesuspendeerde materiaal kan ook in die suiweringsaanleg geproduseer word (kyk tabelle IX, XIV en XVIII). Deur die produksie van water met 'n troebelheid van 6 mg per  $\text{dm}^3$  is tussen 76 en 96 persent van die mikroörganismes verwyder met kalk as koagulant (tabel XXXVII) en tussen 73 en 96 persent van die mikroörganismes is verwyder met Superfloc C577 as koagulant. In die geval was die troebelheid van die holliggende-water 12 mg per  $\text{dm}^3$  (kyk tabel XXXVIII). Die syfers vergelyk goed met die persentasie verwydering wat in die suiweringsaanlegte verkry is. Tussen 82,7 en 86,7 persent van die bakterieë, soos getel by 37°C, en tussen 76,7 en 92,8 persent van die totale coliforme is verwyder, terwyl tussen 80,9 en 96,8 persent van die troebelheid verwyder is in die besinkingsdamme. (Kyk tabel XXI).

Uit die figuur 4 en tabel XXXVII kan gesien word dat die verskillende tipes mikroörganismes nie dieselfde optree t.o.v. kalk as koagulant nie. Die gesuspendeerde materiaal, bakterieë soos getel by 22°C en 37°C, C freundii I en E coli I word volgens dieselfde patroon verwyder maar S aureus toon hoër persentasie verwydering by ooreenstemmende doserings kalsiumoksied. S faecalis en die fage van S typhi vertoon weer laer persentasie verwydering by ooreenstemmende kalsiumoksied doserings. (Vir die vergelykings van die reguit lyne in figuur 4, kyk tabel XXXIX).

In figuur 6 en tabel XXXVIII kan gesien word dat baie dieselfde patroon, soos hierbo beskryf, gevolg word met Superfloc C577 as koagulant. Hier word S aureus beter verwyder deur dieselfde doserings Superfloc C577 as troebelheid, bakterieë getel by 22°C en 37°C, C freundii I, E coli I en S faecalis. Die groep as geheel het 'n hoër persentasie verwydering getoon as die fage by die ooreenstemmende koagulantdoserings. Die vergelykings van die

reguit lyne in figuur 6 verskyn in tabel XLI.

Indien die verwydering van die mikroorganismes deur die twee koagulante vergelyk word, moet dit gedoen word by 'n persentasie troebelheidsverwydering wat prakties moontlik is. Die vergelyking is gedoen by 75 en 87 persent verwydering van gesuspendeerde materiaal en word uiteengesit in tabel XLIII. Kyk ook figure 5 en 7, die vergelykings van die reguitlyne in die figure verskyn in tabelle XL en XLII.

Uit die gegewens wil dit dus voorkom asof Superfloc C577 as koagulant, die mikroorganismes beter verwyder, tesame met gesuspendeerde deeltjies, as gebluste kalk as koagulant, by ooreenstemmende persentasie verwydering van troebelheid. Die duidelike verskille t.o.v. die doeltreffendheid van die verwydering van die verskillende mikroorganismes deur koagulasie en besinking kan moontlik verklaar word aan die hand van die morfologiese verskille van die organismes. Die swakste verwydering is te bespeur by die kleinste organisme, nl. die bakteriofage terwyl die beste verwydering te bespeur is by S aureus. Omdat dié organisme in pare en klompe voorkom (Buchanan & Gibbons, 1975, p. 483) word die groepe selle moontlik makliker in die vlokkies vasgevang en besink. S faecalis is die tweede swakste verwyder en is die kleinste toetsorganisme naas die fage. E coli I en C freundii I (Buchanan & Gibbons, 1975, p. 293 en 297) kom as enkele selle of pare voor en net soos die bakterieë getel by 22°C en 37°C volg die verwydering van dié organismes dieselfde patroon as die patroon waarop die gesuspendeerde deeltjies verwyder is. (Kyk tabel XXIII vir die afmetings van die toetsorganismes en gesuspendeerde deeltjies in Vaaldamwater).

Daar is ook gepoog om die natuurlike besinkingstempo van die mikroorganismes te bepaal, terwyl die water dieselfde behandel is soos in geval van die koagulante, met die verskil dat geen koagulant bygevoeg is nie. Uit die resultate in tabelle XXIV en XXX is dit duidelik dat die natuurlike besinking van die mikroorganismes baie stadig plaasvind. Baie swak verwydering van mikroorganismes het plaasgevind in die afwesigheid van gesuspendeerde

materiaal. (Kyk tabelle XXV en XXXI). Die tendens kom duidelik na vore waar Superfloc C577 as koagulant gebruik is. Waar gebluste kalk gebruik is, het die hoë pH heel moontlik die mikroorganismes laat afsterwe. (Kyk ook tabel LXXXIII).

#### 4.1.4 FILTRASIE

'n Baie hoë persentasie verwydering van mikroorganismes uit ge-koaguleerde water is in die eksperimentele sandfilter verkry. Indien die resultate wat in die eksperiment verkry is (tabelle XLIV tot XLVI), vergelyk word met die resultate wat in die praktyk verkry is (tabel XXI), is dit duidelik dat hoër persentasie verwydering van mikroorganismes in die eksperimentele filter gekry is.

Omdat skoon ongebruikte sand in die kolom gebruik is, is dit moontlik dat daar in die kort tydjie wat die filter gebruik is, 'n totale filtrasietyd van 10 uur, baie van die mikroorganismes aan die sandkorrels kon adsorbeer. In filtersand wat al lank in gebruik is, soos in die watersuiweringsaanleg, is dit moontlik dat die adsorpsievlakke alreeds versadig is, en dat die verwydering van die organismes alleenlik deur filtrasie plaasvind. Indien dit die geval is, moet die mikroorganismes verkieslik geassosieer wees met vlokdeeltjies.

Die verwydering van C freundlii deur die eksperimentele filter het gewissel tussen 82,85 en 97,5 persent. In die praktyk het die verwydering van 'n vergelykbare organisme, die totale coliforme gewissel van 34,6 tot 65,5 persent. (Kyk tabelle XLIV tot XLVI en XXI).

Daar was geen duidelike verskil te sien in die verwydering van die verskillende mikroorganismes in die eksperimentele filter nie.

#### 4.1.5 CHLORERING

Uit die resultate in tabel XXI kan gesien word dat die chlorering

van water in die suiweringsaanlegte doeltreffend plaasvind. Tussen 84,5 en 91,1 persent van die organismes soos getel by 37°C, en wat teenwoordig is in die filteruitlaatwater, word gedood. Nie een van die indikatororganismes het die chlorering oorleef nie. Vergelyk tabel X met XI; tabel XV met XVI en tabel XIX met XX.

In die laboratoriumeksperimente is aangetoon dat die grootste afname in bakteriegetalle plaasvind binne die eerste 5 na 10 minute na chlorering. Daarna vind die afsterwe meer geleidelik plaas totdat al die beskikbare vrychloor verbruik is. (Kyk tabelle XLVII tot L en figuur 8). Uit die resultate in tabelle LI tot LV en LVI tot LX is dit duidelik dat daar na die aanvanklike afsterwe van bakterieë 'n opbloeï plaasvind met die gevolglike toename in bakteriegetalle. Die nagroei begin sodra alle beskikbare chloor verbruik is. Dit was ongeveer 48 uur na chlorering in die een stel eksperimente (tabelle LI tot LV, kyk figuur 9) en na 72 uur in die ander stel eksperimente (kyk tabelle LVI tot LX). Dit wil voorkom asof die aanvanklike hoër chloordosering die aanvang van nagroei effens uitstel. Vergelyk tabelle LIV en LV met tabelle LI tot LIII; In dié geval het nagroei by 'n chloordosering van 0,9 en 1,4 mg per  $\text{dm}^3$  eers na 72 uur begin in vergelyking met die eerste tekens van nagroei na 48 uur by die laer chloordoserings (0,5 tot 0,8 mg per  $\text{dm}^3$ ). Dieselfde tendens is te bespeur in die tabelle LIX en LX as dit vergelyk word met die tabelle LVI tot LVIII. In al die gevalle het nagroei eers na 72 uur begin, maar die toename in bakteriegetalle na 72 uur by die laer chloordoserings (0,5 tot 0,9 mg per  $\text{dm}^3$ ) was aansienlik groter as die toename by die hoër chloordoserings (1,1 en 1,2 mg per  $\text{dm}^3$ ).

Die byvoeging van beskikbare vrychloor tot water, wat reeds gechlloreer is, het nie die duidelike uitwerking gehad soos verwag is nie, en nagroei het weereens voorgekom tussen 48 en 72 uur na aanvanklike chlorering. Kyk tabelle LXI tot LXVI en figuur 10.

Uit die resultate in tabelle LXVII tot LXX en figuur 11 kan gesien word dat indien monochlooramien gebruik word as die enigste bak-

teriosied, die aanvanklike afsterwe van die bakterieë nie so vinnig is as wanneer beskikbare vrychloor gebruik word nie.

Ongeveer 1 uur na die toediening van monochlooramien by die water, het die bakteriegetalle gedaal tot 'n vlak gelykstaande aan die vlak, wat bereik is na 10 minute in geval van beskikbare vrychloordosering. Vergelyk die resultate in tabelle LXVII tot LXX met die tabelle LI tot LX. Alhoewel die aanvanklike afsterwe baie stadig was, is die nagroei in water vertraag en die eerste teken van nagroei is eers na 7 tot 10 dae waargeneem.

Die vorming van monochlooramien in water na aanvanklike beskikbare vrychloordosering het die nagroei van bakterieë bekamp vir 14 tot 16 dae. Kyk tabelle LXXXI tot LXXX en figuur 12 en vergelyk met die uitwerking van die toevoeging van beskikbare vrychloor, in tabelle LXI tot LXVI. Geen merkbare verskille t.o.v. die vertraging van nagroei kon gesien word wanneer monochlooramien op verskillende tye gevorm is. Vergelyk tabelle LXXI tot LXXIII; LXXXIV en LXXV; LXXVI tot LXXX met mekaar.

#### 4.1.6 OORLEWING

Indien die resultate van die eksperiment beskou word, is dit opmerklik dat die natuurlike afsterwingstempo van die bakterieë baie verskil in rivierwater (tabel LXXXII), besinkte water wat met Superfloc C577 behandel is (tabel LXXXIV) en gestabiliseerde gefiltreerde water nie (tabel LXXXV). In al drie die gevalle het die afsterwe van die toetskulture plaasgevind gedurende 'n tydperk van 7 tot 8 dae. Die uitsondering is ingeval van die kulture in die Superfloc C577 behandelde water by 7°C (tabel LXXXIV). Daar het egter 'n drastiese afname van die bakteriegetalle plaasgevind in die kalk behandelde water met die hoë pH en ook in teenwoordigheid van chloor. In geval van die water met hoë pH het die afsterwe plaasgevind oor 'n tydperk van 8 tot 24 uur (tabel LXXXIII). Die afsterwe verklaar ook die afname in getalle in die koagulasie- en besinkingstoetse met gebluste kalk as koagulant in membraan gefiltreerde water. (Tabel XXV).

Die feit dat chloordosering ( $1,0 \text{ mg per dm}^3$ ) al die toetsbakterieë gedood het binne 5 minute, (tabel LXXXVI) bevestig die afname in bakteriegetalle wat gevind is in tabelle XLVII tot L, nl. dat doeltreffende beskikbare vrychlorering binne die eerste 5 na 10 minute plaasvind.

#### 4.2 GEVOLGTREKKING

Dit is moontlik om die volgende gevolgtrekkings te maak uit die resultate wat verkry en bespreek is:

1. Die resultate van die chemiese, fisiese en mikrobiologiese analises wat gedoen is op die water, afkomstig uit die watersuiweringsaanleg, dui daarop dat die bestaande stelsels, soos deur die Randwaterraad gebruik word, doeltreffend funksioneer. Alhoewel die onbehandelde water soms van 'n swak gehalte is, word drinkwater van 'n goeie gehalte daaruit geproduseer.
2. Alhoewel die koagulasie en besinkingstappe primêr ontwerp is, en gebruik word, om gesuspendeerde materiaal te verwyder, word mikroörganismes met verskillende eienskappe ook doeltreffend verwyder. Die verskillende tipes mikroörganismes word nie met dieselfde mate van doeltreffendheid deur die verskillende koagulante verwyder nie. In die opsig speel die gepaardgaande hoë pH van die gebluste kalk ook 'n rol, terwyl Superfloc C577, as koagulant, 'n hoër persentasie van die mikroörganismes verwyder as gebluste kalk as koagulant.
3. Dit is duidelik dat die mikroörganismes, tesame met gesuspendeerde materiaal, na koagulasie en uitvlokking, suksesvol uit water verwyder kan word deur die snelvalfilters.
4. Deur goeie beheer uit te oefen oor chlorering, kan mikrobiologies veilige drinkwater geproduseer word en kan bakteriologiese nagroei in lang pypleidings beperk word.
5. Daar is 'n goeie verband gevind tussen die resultate wat verkry is op die suiveringsaanlegte en uit die laboratoriumekspe-

#### **BEDANKINGS**

**Ek wil graag die volgende persone en instansie bedank:**

**Dr. P.A.J. Brand vir leiding en ondersteuning.**

**My vrou, Pieter en Louis vir hul hulp en onderskraging.**

**Die Randwaterraad vir die gebruik van laboratoriumfasiliteite en die resultate.**

**Mejj. V. Colenutt, L. Vleggaar en mnr. L. Grebe vir tegniese hulp.**

**Personeel van die Randwaterraad vir hulp en ondersteuning.**

**Mnr. A.P. van Schalkwyk vir die taalkundige versorging.**

**Mevvr. B. Smit, N. Meintjes en S. Lourens vir die tik van die manuskrip.**

## BIBLIOGRAFIE

- ADAMS, M.H. 1959. Bacteriophages. New York, Interscience Publishers. 592 p.
- AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. 1971. Water quality and treatment; third edition. New York, McGraw-Hill Book Company. 654 p.
- APHA-AWWA-APCF. 1976. Standard methods for the examination of water and wastewater; fourteenth edition.
- BELL, C.F. & LOTT, K.A.K. 1966. Modern approach to inorganic chemistry; second edition. London, Butterworths. 330 p.
- BERG, G., R.B. & DAHLING, D.R. 1968. Removal of poliovirus I from secondary effluents by lime flocculation and rapid sand filtration. J A M WATER, p 193 - 198, Febr.
- BRAND, P.A.J. 1966. An ecological study of the coliform group, with special reference to the status of Escherichia coli I as an indicator organism of faecal pollution of water. Verhandeling - P.U. vir C.H.O. 113 p.
- BRAND, P.A.J. 1973. 'n Ondersoek na die bakteriologiese kwaliteit van die water in die Tugelarivier en die Drie Riviere-gebied in Natal. Proefskrif - P.U. vir C.H.O.
- BUCHANAN, R.E. & GIBBONS, N.E. 1975. Bergey's manual of determinative bacteriology; eighth edition. Baltimore, The Williams and Wilkins Company. 1268 p.
- BURNS, R.W. & SPROUL, O.J. 1967. Virucidal effects of chlorine in wastewater. J WATER P C, 39 (11): p 1834 - 1849.
- CARBON, G.F., WOODARD, F.E., WENTWORTH, D.F. & SPROUL, O.J. 1968. Virus inactivation on clay particles in natural water. J WATER P C, 40: p 89 - 106.
- CHAUDHURI, M. & ENGELBRECHT, R.S. 1970. Removal of viruses from water by chemical coagulation and flocculation. J AM WATER, 62: p 563 - 567.

CIACCIO, L.L. 1971. Water and water pollution. vol. 2. New York, Marcel Dekker Inc. p 451 - 799.

CHANG, S.L., STEVENSON, R.E., BRYANT, A.R., WOODWARD, R.L. & KABLER, P.W. 1958. Removal of coxsackie and bacterial viruses in water by flocculation. American Journal of public health, 48: p 51 - 61.

COLLINS, C.H. & LYNE, PATRICIA, M. 1970. Microbiological methods; third edition. London, Butterworths. 454 p.

COTTON, F.A. & WILKONSON, G. 1967. Advanced inorganic chemistry, a comprehensive text; second edition. New York, Interscience Publishers. 1136 p.

CRAMER, W.N., KAWATA, K. & KRUSE, C.W. 1976. Chlorination and iodination of poliovirus and  $f_2$ . J WATER P C, 48 (1): p 61 - 76.

CRAUN, G.F. 1972. Microbiology - waterborne outbreaks. J WATER P C, 44 (6): p 1175 - 1181.

CRUICKSHANK, R., DUGUID, J.P., MARMION, B.P. & SWAIN, R.H.A. 1975. Medical microbiology; vol. two: The practice of medical microbiology. Edinburgh, London and New York, Churchill Livingstone. 587 p.

DE MICHELE, E., BURKE, G.W. and SHANE, M.S. 1974. The need for an indicator virus in water quality testing. Water and Sewage works, p 39 April.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY WELSH OFFICE. MINISTRY OF HOUSING AND LOCAL GOVERNMENT. 1969. Reports on Public Health and Medical Subjects no. 71. The bacteriological examination of water supplies. London, Her Majesty's Stationary Office. 50 p.

DIFCO. 1967. Difco Manual; ninth edition. Michigan, Difco Laboratories. 350 p.

DUTKA, B.J. 1973. Coliforms are an inadequate index of water quality. J E H, 36 (1): p 39 - 46 Jul/Aug.

DUTKA, B.J., CHAU, A.S.Y. & COBURN, J. 1974. Relationship between bacterial indicators of water pollution and fecal sterols. WATER RES, 8: p 1047 - 1055.

DYCHDALA, G.R. 1968. Chlorine and chlorine compounds disinfection, in Sterilization and Preservation, deur Lawrence, C.A. & Block, S.S. Philadelphia, Lea & Febiger. p 278 - 303.

ENGELBRECHT, R.S., FOSTER, D.H., GREENING, ELAINE, O. & LEE, S.H. 1974. New microbial indicators of wastewater chlorination efficiency. EPA - 670/2-73 - 682. U.S. E.P.A. p 1 - 67.

EVISON, L.M. & MORGAN, S. 1978. Further studies in Biofido bacteria as indicators of faecal pollution in water. Prog. Wat. Tech., 10 (5 & 6): p 341 - 350.

FAIR, G.M., GEYER, J.C. & MORRIS, J.C. 1954. Water supply and waste-water disposal. New York, John Wiley and Sons, Inc. 973 p.

FANNIN, K.F., GANNON, J.J., COCHRAN, K.W. & SPENDLOVE, J.C. 1977. Field studies on coliphages and coliforms as indicators of airborne animal viral contamination from wastewater treatment facilities. Water RES., 11: p 181 - 188.

FRIBERG, L. & HAMMARSTROM, E. 1956. The action of free available chlorine on bacteria and bacterial viruses. Acta Pathol Microbial Scand, 38: p 127 - 134.

GELDREICH, E.E. & KENNER, B.A. 1969. Concepts of fecal streptococci in stream pollution. J WATER P C, 41 (8): p 336 - 352.

GERBA, C.P., WALLIS, C. & MELNICK, J.L. 1975. Viruses in water: The problem, some solutions. ENI SCI TEC, 9 (13): p 1122 - 1126 Dec.

GRABOW, W.O.K. 1970. Literature survey: The use of bacteria as indicators of faecal pollution in water. Pretoria, CSIR Special report O/WAT UDC 543. 39: 628. 19.

GRABOW, W.O.K. & ISAACSON MARGARETHA. 1977. Microbiological quality of and epidemiological aspects of reclaimed water. Johannesburg, International conference on advanced treatment and reclamation of wastewater. Jhb. 1977. IAWPR. 27 p.

GUY, M.D., McIVER, J.D. & LEWIS, M.J. 1977. The removal of virus by a pilot treatment plant. Water RES. 11: p 421 - 428.

GYLLENBERG, H., NIEMELÄ, S. & SORMUNEN, T. 1960. Survival of bifid bacteria in water as compared with that of coliform bacteria and enterococci. APPL MICROB. 8 p 20 - 22.

HALL, G.C. & GORGENS, A.H.M. 1978. Studies on mineralization in South African rivers. Pretoria, CSIR, p 24.

HAMER, P., JACKSON, J. & THURSTON, E.F. 1961 Industrial water treatment practice. Washington, Butterworths. 514 p.

HANES, N.B., SARLES, W.B. & ROHLICH, G.A. 1964. Dissolved oxygen and survival of coliform organisms and enterococci. J AM WATER, p 441 - 446 April.

HARRIGAN, W.F. & McCANCE, MARGARET. 1966. Laboratory methods in microbiology. London, Academic press. 362 p.

HOFFMAN, J.R. 1976. Uitvlokmiddels en watersuiwering. Municipale Ingenieur. p 68 - 72 Sept/Oct.

HOLDEN, W.S. 1970. Water treatment and examination. London, J & A Churchill. 513 p.

HUDSON, H.E. 1962. High-quality water production and viral disease. J AM WATER, p 1265 - 1274. Oct.

HUGO, W.B. 1971. Inhibition and destruction of the microbial cell. London and New York, Academic Press. 819 p.

- KABLER, P.W., CLARKE, N.A., BERG, G. & CHANG, S.L. 1961. Viricidal efficiency of disinfectants in water. Public health reports, 76 (7): p 565 - 570.
- KENNER, B.A., CLARK, H.F. & KABLER, P.W. 1960. Fecal streptococci II quantification of streptococci in feces. AM J PUB HE, 50 (10): p 1553 - 1559. Oct.
- KOTT, Y., ROZE, N., SPERBER, S. & BETZER, N. 1974. Bacteriophages as viral pollution indicators. Water RES 8: p 165 - 171. Febr.
- KOTT, Y., NUPEN, ETHEL, M. & ROSS, W.R. 1975. The effect of pH on the efficiency of chlorine disinfection and virus enumeration. Water RES. 9: p 869 - 872.
- LIPINSKAYA, P. 1963. Chlorine penetration into the bacterial cell in the process of water disinfection. Gigienai Sanitariya. 28: p 101 - 105.
- MANWARING, J.F., CHAUDHURI, M. & ENGELBRECHT, R.S. 1971. Removal of viruses by coagulation and flocculation. J AM WATER, 63: p 298 - 300.
- MARIAS, A.F., NUPEN, ETHEL, M., STANDER, G.J. & HOFFMAN, J.R.H. 1976. A comparison of the inactivation of Escherichia Coli I and polio virus in polluted and unpolluted water by chlorination. International Conference on water for peace. p 670 - 687. May.
- McFETERS, G.A., BISSONNETTE, G.K., JEZESKI, J.J., THOMSON, C.A. & STUART, D.G. 1974. Comparative survival of indicator bacteria and enteric pathogens in well water. Applied Microbiology, 27 (5): p 823 - 829 May.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1977. Drinking water and health. Part I. Chapters 1 - 5. National Technical Information Service. 350 p.

- N.I.W.R. 1974. Analytical guide. Pretoria, C.S.I.R.
- O'CONNOR, J.T., HASH, L. & EDWARDS, A.B. 1975. Determination of water quality in distribution systems. J AM WATER, p 113 - 116 March.
- OXOID. 1976. The Oxoid manual. Hampshire, Oxoid Limited. 296 p.
- PALIN, A.T. 1974. Chemistry of modern water chlorination. Water services, p 7 - 53 Jan/Febr.
- PROZESKY, O.W. 1975. Virusse in water. Geneeskunde, p 162 - 165.
- RANDWATERRAAD, Jaarverslag. 1977. Jhb. R.W.R.
- REPUBLIEK VAN SUID AFRIKA. 1969. Regulasie Koerant 1171. Pretoria, Staatsdrukker.
- ROBECK, G.G., CLARKE, N.A. & DOSTAL, K.A. 1962. Effectiveness of water treatment processes in virus removal. J AM WATER, 8: p 1275 - 1292. Oct.
- S.A.I.M.R. & N.I.W.R. 1973 Guide to microbiological methods for use in the water environment. w6/200/1. Pretoria, C.S.I.R.
- SALLE, A.J. 1967. Laboratory manual on fundamental principles of bacteriology; sixth edition. New York, McGraw-Hill Book Company. 201 p.
- SHAH, P.C. & McCAMISH, JOAN. 1972. Relative chlorine resistance of poliovirus I and coliphages  $f_2$  and  $T_2$  in water. Applied Microbiology, 24 (4): p 658 Oct.
- SHANE, M.S., WILSON, S.B. & FRIES, C.R. 1967. Virus-host system for use in the study of virus removal. J AM WATER, 59: p 1184 - 1186 Sept.

SPROUL, O.J. 1972. Virus inactivation by water treatment. J AM WATER, p 31 - 35 Jan.

SUID-AFRIKAANSE BURO VIR STANDAARDE. 1971. Spesifikasie vir water vir huishoudelike gebruik. SABS 241 - 1971. Raad van die Suid-Afrikaanse Buro vir Standaarde. 13 p.

TECHNICON INSTRUMENTS. 1971. Technicon Autoanalyser. New York. Technicon Industrial Systems.

THORUP, R.T., NIXON, F.P., WENTWORTH, D.F. & SPROUL, O.J. 1970. Virus removal by coagulation with polyelectrolytes. J AM WATER, 62: p 97 - 101.

TONELLI, F.A. 1976. General considerations in waste water disinfection. Technology transfer seminar on high quality effluents. Environmental protection service. Canada. p 50 - 78.

VAN DONSEL, D.J. & GELDREICH, E.E. 1971. Relationships of salmonellae to fecal coliforms in bottom sediments. Water RES, 5: p 1079 - 1087.

VAN DUUREN, F.A. 1967. Removal of micro-organisms from water. Water and water Engineering, p 1 - 19 Aug - Nov.

VAN DUUREN, F.A. 1969. Removal of microparticels from water by coagulation. Water treatment and examination, 18: p 128 - 149.

VAN DUUREN, F.A. 1970. Engineering evaluation of virus hazard in water. Second International Symposium for waste treatment lagoons. Kansas.

VAN DUUREN, F.A. 1976. Water purification unit operations - fact and fiction. Conference of institute of water pollution control. Durban.

VASCONCELOS, G.J. & SWARTZ, R.G. 1976. Survival of bacteria in seawater, using a diffusion chamber apparatus in Situ. Applied and Environmental Microbiology, 31 (6): p 913 - 920 June.

WHITE, G.C. 1972. Handbook of chlorination. New York, Van Nostrand Reinhold Company. 744 p.

WHITE, G.C. 1975. Disinfection: The last line of defense for potable water. J AM WATER, p 410 - 413 Aug.

WILSON, G.S. & MILES, A.A. 1966. Principles of bacteriology and immunity; fifth edition. Vol. 1. London, Edward Arnold Publishers Ltd. p 1191.

WOLF, R.W. 1971. Biological aspects of water. J AM WATER, p 181 - 188 March.

WOODS, R.D: 1971. Genetika-kurses. Grahamstad.

WORLD HEALTH ORGANIZATION 1971. International standards for drinking water; third edition. World health organization. 70 p.

WYSS, O. 1961. Theoretical aspects of disinfection by chlorine. Second Rudolf's Research Conference Proceedings. New Brunswick. p 400 - 427.

WETTE. Wet no. 63/1977: Gezondheidswet.