

Influentkarakterisering van ruw en voorbehandeld afvalwater

De invloed van voorbezinking en voorprecipitatie



99

13

**Influentkarakterisering van ruw en
voorbehandeld afvalwater**

De invloed van voorbezinking en voorprecipitatie

Arthur van Schendelstraat 816
Postbus 8090, 3503 RB Utrecht
Telefoon 030 232 11 99
Fax 030 232 17 66
E-mail stowa@stowa.nl

Publicaties en het publicatie-
overzicht van de STOWA kunt u
uitsluitend bestellen bij:
Hageman Verpakkers BV
Postbus 281
2700 AC Zoetermeer
tel. 079 - 347 00 11
fax 079 - 361 39 27
o.v.v. ISBN- of bestelnummer en
een duidelijk afleveradres.
ISBN 90.5773.064.2

99 13

TEN GELEIDE	III
SAMENVATTING	IV
1 INLEIDING	1
2 BEMONSTERINGS- EN ANALYSEPROGRAMMA	2
2.1 Selectie van rwzi's	2
2.2 Monsterperiode	3
2.3 Bezinkproef	3
2.4 Karakterisering	3
2.5 Achtergrondinformatie	4
3 RESULTATEN VAN HET BEMONSTERINGSPROGRAMMA	6
3.1 Analysegegevens	6
3.2 Algemene informatie	7
4 INFLUENTKARAKTERISERING	9
4.1 Afvalwaterstromen	9
4.2 Afvalwaterkarakteristiek	9
4.3 Invloed van voorbehandeling op de fracties	13
4.4 Vergelijking van de voorbehandelingsmethoden	14
4.5 Spreiding influentfracties	15
5 TOETSING VAN EERDER GEHANTEERDE GEGEVENS	17
5.1 Samenstelling ruw influent	17
5.2 Verwijderingsrendement van voorbezinking en voorprecipitatie	17
5.3 Volumeberekening	19
6 GEVOELIGHEIDSANALYSE EN VERGELIJKING SIMBA/HSA	21
6.1 Theorie van modellering en dimensioneringsberekeningen	21
6.2 Gevoeligheid voor variaties in de influentfracties	22
6.2.1 Verhogen van een CZV-fractie met 10% van het CZV-totaal	22
6.2.2 Onderlinge verschuiving tussen CZV-fracties bij constant CZV-totaal	24
6.2.3 Bruikbaarheid CZV-fracties voor N-totaalverwijdering	25
6.3 Gevoeligheid voor variatie in kinetische parameterwaarden	25
6.4 Invloed van de rwzi-modelstructuur op de volumeberekeningen	28
6.5 Vergelijking van Simba en HSA-dimensionering	29
7 DISCUSSIE	31
7.1 Praktijkervaring met de toepassing van influentkarakterisering	31
7.2 Watersamenstelling en bezinkrendementen volgens praktijk en STOWA 96-20	32
7.3 Gevoeligheid van Simba voor influentfracties en procesparameters	33
7.4 Dimensionering met Simba versus HSA	33
7.5 Voorbezinking versus voorprecipitatie	34
8 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	36
9 LITERATUUR	38

Bijlagen	
I Methodiek voor het bepalen van de influentkarakteristiek	39
II Bemonsterings- en analyseprogramma	40
III Analyseresultaten van de bemonsteringen	41
III-A analyseresultaten rwzi De Bilt	42
III-B analyseresultaten rwzi Deventer	43
III-C analyseresultaten rwzi Nijmegen	44
III-D analyseresultaten rwzi Walcheren	45
III-E analyseresultaten rwzi Franeker	46
III-F analyseresultaten rwzi Gouda	47
IV BZV-curven	48
IV-A rwzi De Bilt BZV-curven	49
IV-B rwzi Deventer BZV-curven	50
IV-C rwzi Nijmegen BZV-curven	52
IV-D rwzi Walcheren BZV-curven	53
IV-E rwzi Franeker BZV-curven	55
IV-F rwzi Gouda BZV-curven	57
V Afvalwaterkarakteristieken	59
V-A rwzi De Bilt Afvalwaterkarakteristiek	60
V-C rwzi Nijmegen Afvalwaterkarakteristiek	62
V-D rwzi Walcheren Afvalwaterkarakteristiek	63
V-E rwzi Franeker Afvalwaterkarakteristiek	64
V-F rwzi Gouda Afvalwaterkarakteristiek	65
VI Samenstelling waterstromen van de onderzochte rwzi's	66
VII CZV-fractieverdeling per rwzi	68
VIII Resultaten van de gevoeligheidsanalyse	70

Ten geleide

In het STOWA-onderzoek 96-20 "Varianten op voorbezinking" vormde onvoldoende informatie over de verwijderingsrendementen van voorbezinking en voorprecipitatie op de verschillende CZV-fracties een beperking bij het gebruik van het SIMBA-programma. De gunstige resultaten in de uitgevoerde modelstudie van voorprecipitatie in combinatie met N_{tot} -verwijdering konden niet aan de hand van praktijkgegevens worden onderbouwd. Om invulling te geven aan de gerezen onzekerheden werd besloten een gedetailleerde influentkarakterisering uit te voeren om het effect van voorbezinking en voorprecipitatie op de CZV-fracties in de praktijk te kunnen vaststellen.

Het thans voorliggende rapport behandelt de resultaten van die gedetailleerde influentkarakterisering voor zes rwzi's. De resultaten hiervan zijn gebruikt voor een toetsing van de SIMBA-berekeningen uit het STOWA-onderzoek 96-20. Naast een bijgesteld inzicht over de toepassing van voorprecipitatie heeft het onderzoek zinvolle aanbevelingen opgeleverd voor de uitvoering van de influentkarakterisering volgens de STOWA-richtlijn (rapport 96-08).

Het onderzoek werd uitgevoerd door Witteveen + Bos Raadgevende Ingenieurs te Deventer (projectteam bestaande uit ir. P. de Jong en ir. F.A. Visser). Voor de begeleiding van het project zorgde een commissie bestaande uit ir B.A. Bult (voorzitter), ing. F.A. Brandse, ing. F. Kuipers, ir. P.J. Roeleveld, ir. P.C. Stamperius en ing. R. van Walraven.

Een aantal waterkwaliteitsbeheerders heeft geparticipeerd in het bemonsterings- en analyseprogramma. De STOWA is hen en hun medewerkers zeer erkentelijk voor de hulp bij de uitvoering van dit project.

Utrecht, augustus 1999

De directeur van de STOWA

ir. J.M.J. Leenen

SAMENVATTING

In het STOWA-onderzoek "Varianten op voorbezinking - een haalbaarheidsstudie" (STOWA 96-20) werd een manco in de kennis geconstateerd van de afvalwaterparameters die in het IAWQ-model nr. 1 worden gebruikt. Dit betrof met name het effect van voorbehandeling op de verschillende CZV-fracties van het influent. Het onderhavige onderzoek is uitgevoerd om deze hiaten in de kennis in te vullen.

De influentkarakteristiek en het effect van voorbehandeling daarop is onderzocht door bemonstering van het ruwe en voorbehandelde afvalwater bij een zestal rwzi's. Met een eenvoudig SIMBA-zuiveringsmodel zijn vervolgens berekeningen uitgevoerd om het effect van het voorbehandelde influent op de dimensionering en de effluentkwaliteit te bepalen.

Het onderzoek heeft aanbevelingen opgeleverd voor de uitvoering van de influentkarakterisering (in aanvulling op de Stowa-richtlijnen in rapport 96-08). Gebleken is dat met name de bepaling van BZV_{∞} en de k-waarde gevoelig is voor verkeerde uitvoering. Ook de analyse van de biologisch beschikbare opgeloste S_s -fractie vergt aanpassing om meebepaling van colloïdaal materiaal te voorkomen.

Uit de analysesresultaten van het ruwe influent blijkt dat de spreiding in de afvalwatersamenstelling groot is. Een "algemeen Nederlands influent" kan niet worden gedefinieerd. De k-waarde blijkt flink te kunnen afwijken van de literatuurwaarde $0,23 \text{ d}^{-1}$. In vergelijking met STOWA 96-20 blijkt dat het aandeel X_i (voor de N-verwijdering een relatief 'ongunstige' fractie) hoger is en het aandeel van X_s (een 'gunstige' fractie) lager. In totaliteit betekent dit dat de samenstelling van met name de onopgeloste influentfracties in de Nederlandse praktijk minder gunstig is voor stikstofverwijdering dan op basis van algemene gegevens werd aangenomen.

Alle CZV-fracties werden door voorprecipitatie vollediger verwijderd dan door voorbezinking. De gemeten rendementen van voorbezinking en voorprecipitatie voor de verschillende CZV-fracties wijken af van de geschatte waarden in STOWA 96-20. De relatief gunstige fractie X_s (en bij voorprecipitatie S_g) werd vollediger verwijderd; het rendement voor de ongunstige fractie X_i was bij beide technieken veel lager dan volgens STOWA 96-20.

Hoewel de waarnemingen een forse spreiding vertonen, kan algemeen worden geconcludeerd dat de samenstelling van het voorbehandelde influent volgens de praktijkwaarnemingen minder gunstig is voor N-totaalverwijdering dan de theoretische watersamenstelling volgens STOWA 96-20. Dit is een combinatie van het minder gunstig samengestelde ruwe influent en afwijkingen in het rendement voor de verschillende fracties, die ten opzichte van 96-20 een verschuiving geven in de richting van minder gunstige CZV-fracties.

Een gevoeligheidsanalyse met het Simba-model heeft geresulteerd in de volgende rangorde van de CZV-fracties met afnemende bruikbaarheid, of toenemende hinder voor N-totaalverwijdering: $S_s > X_s > S_i > X_i$.

Van alle kinetische parameters hadden de parameters Y_H , i_{XB} , μ_H , b_H , b_A , η_g , μ_A , k_{NH} en $K_{O,A}$ een significante invloed op de effluentkwaliteit in het Simba-model.

Het Simba-model met default waarden van de kinetische en stoichiometrische procesparameters levert dermate lage zuiveringsprestaties dat hieraan voor de praktijk geen reële waarde kan worden toegekend. Op dit punt is het (eenvoudiger) HSA-model in het voordeel, omdat dit getoetst is aan de praktijkprestaties van Nederlandse rwzi's.

Geconcludeerd wordt dat voor dit onderzoek noch Simba, noch HSA het gevraagde inzicht in het zuiveringsproces kunnen verschaffen met de beschikbare gegevens: het eerstgenoemde model blijkt met de beschikbare parameters onvoldoende representatief voor de praktijksituatie; het tweede is te grof om het effect te onderscheiden van de verschuivingen in CZV-fracties die door de voorbehandeling zijn ontstaan.

Op de kernvraag van het onderzoek, namelijk de haalbaarheid van voorbezinking versus voorprecipitatie bij N-totaalverwijdering, is geen eenduidig antwoord verkregen. De HSA-methode bleek te grof, het IAWQ-model te onzeker om harde uitspraken te doen. Uit een combinatie van de verkregen informatie ontstaat echter toch het beeld dat de influentsamenstelling van de Nederlandse rwzi's en het effect van de voorbehandelingsmethoden op de verschillende fracties minder gunstig zijn voor N-totaalverwijdering dan in eerste aanzet verwacht. Vanuit deze optiek worden twijfels geplaatst bij het aanvankelijk gunstige beeld van voorprecipitatie in STOWA 96-20. Een indicatieve kostenberekening op basis van de HSA-dimensionering, die ondanks haar beperkingen toch betrouwbaarder wordt geacht dan de default-Simba methode, geeft aan dat zelfs bij de relatief gunstige afvalwatersamenstelling van rwzi Nijmegen geen kostenvoordeel wordt behaald door de wat kleinere dimensionering bij voorprecipitatie. Daarom wordt 'het voordeel van de twijfel' toegekend aan de voorbezinking.

Het uitgevoerde onderzoek onderstreept nogmaals de conclusie van STOWA 95-19, de Evaluatie van het HSA-model voor toepassing in Nederland (blz 25):

'Op basis van deze overwegingen wordt geconcludeerd dat statische dimensioneringsmodellen als HSA en Kayser hun beperkingen hebben, maar bruikbaar zijn als algemene ontwerpmethode. Een verfijning van het statische model door het hantieren van meer influentfracties zou een deel van de beperkingen opheffen, maar vergt meer gegevens dan nu in het algemeen beschikbaar zijn. Dynamische simulatie kan de statische modellen bij het ontwerpproces aanvullen, maar zeker nog niet vervangen.'

Hierbij kan worden aangetekend dat zelfs als de influentfracties wel bekend zijn, het ontbreken van betrouwbare default-procesparameters een toepassing van IAWQ/Simba als dimensioneringsmodel zonder voorafgaande calibratie in de weg staat. De conventionele dimensioneringsmethoden geven in veel minder tijd en inspanning een ontwerp met voldoende mate van betrouwbaarheid. SIMBA kan echter wel uitstekend worden gebruikt om in de ontwerpfase deelaspecten nader te bestuderen in vergelijkende studies.

In het STOWA-onderzoek "Varianten op voorbezinking - een haalbaarheidsstudie"^[1] (hier verder aangeduid als 96-20, naar het STOWA publicatienummer) werd een manco in de kennis geconstateerd van de afvalwaterparameters die in het IAWQ model nr. 1 worden gebruikt. Dit betrof met name het effect van voorbehandeling op de verschillende CZV-fracties van het influent. Gegevens over de "gemiddelde" ruwe afvalwaterkarakteristiek en de invloed van een voorbehandelingsmethode op de verwijdering van de verschillende CZV-fracties ontbraken in 96-20. Hiervoor is een groot aantal aannamen gedaan. Deze aannamen beperken de betrouwbaarheid van de conclusies in 96-20. Met name de volgens 96-20 gunstige resultaten van voorprecipitatie bij N-totaalverwijdering zijn nog niet aan de hand van praktijkgegevens onderbouwd. Een ander probleem is het onbekend zijn van de juiste waarden van de kinetische parameters. In 96-20 zijn hiervoor de default-waarden van het SIMBA-programma gebruikt. De vraag is of voor de verschillende soorten afvalwateren ook niet verschillende sets van kinetische parameterwaarden moeten worden gehanteerd.

Het onderhavige onderzoek is uitgevoerd om deze hiaten in de kennis in te vullen. Het doel was in eerste instantie het verkrijgen van inzicht in de CZV-fracties van het Nederlandse afvalwater volgens het IAWQ-actief-slibmodel nr. 1^[2] en de verwijderingsrendementen van de verschillende CZV-fracties door voorbezinking en voorprecipitatie. Daarnaast is getracht de mogelijkheid voor N-totaalverwijdering met het voorgeprecipiteerde afvalwater vast te stellen in vergelijking met ruw en voorbezonden afvalwater. De in dit huidige onderzoek verzamelde gegevens zijn gebruikt voor de toetsing van het STOWA-onderzoek 96-20^[1].

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op het bemonsteringsprogramma dat ten behoeve van dit onderzoek op een aantal rwzi's is uitgevoerd. Hoofdstuk 3 behandelt de analyseresultaten en enige algemene informatie van de betrokken rwzi's. In hoofdstuk 4 wordt de karakterisering van de verschillende stromen weergegeven en wordt ingegaan op het verwijderingsrendement van de voorbehandeling op de verschillende fracties. Hoofdstuk 5 vergelijkt de verkregen resultaten met de gehanteerde theoretische waarden in STOWA 96-20^[1]. Hoofdstuk 6 geeft inzicht in de gevoeligheid van SIMBA voor de CZV-fracties en de kinetische parameters, alsmede een vergelijking met de HSA-dimensioneringsmethode. In hoofdstuk 7 vindt een discussie plaats van de resultaten en de betekenis daarvan voor de zuiveringspraktijk. In hoofdstuk 8 worden de conclusies en aanbevelingen uit het onderzoek weergegeven.

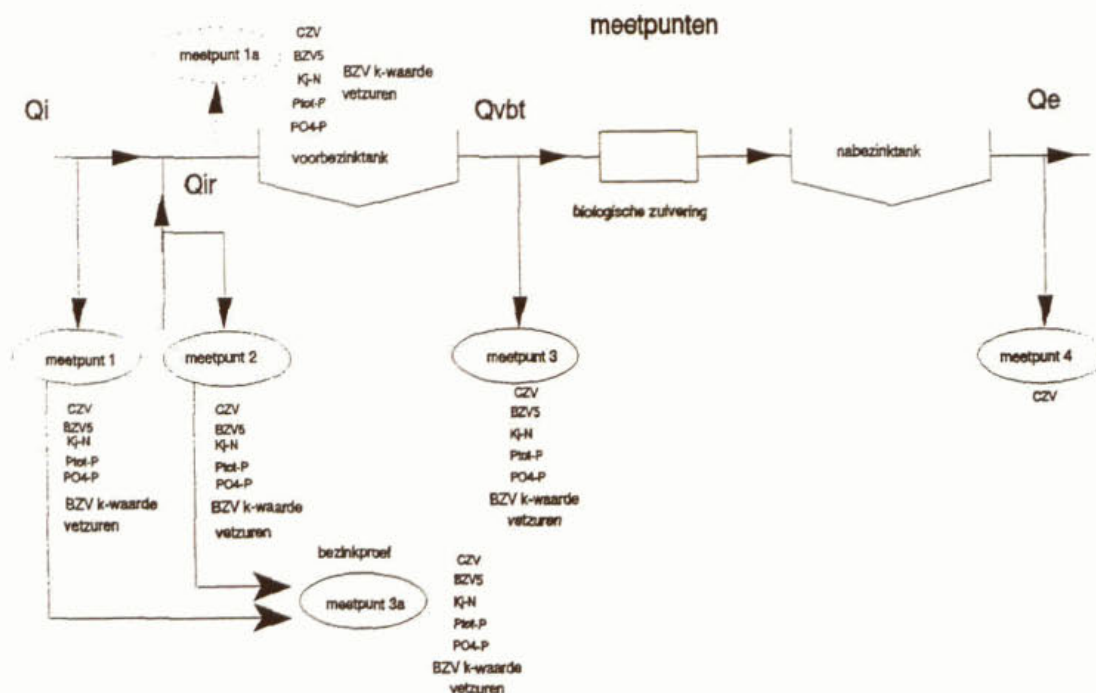
2 BEMONSTERINGS- EN ANALYSEPROGRAMMA

2.1 Selectie van rwzi's

Om een goed inzicht te verkrijgen in de verschillen tussen de verwijderingsrendementen van voorbezinking en voorprecipitatie van de verschillende CZV-fracties, zouden beide behandelingsmethoden naast elkaar op één rwzi moeten plaatsvinden. In de praktijk wordt echter, op een enkele rwzi na, maar één van de voorbehandelingsmethoden toegepast. Daarom zijn voor dit onderzoek rwzi's geselecteerd waarop het afvalwater wordt voorbehandeld met voorprecipitatie. Het effect van voorprecipitatie is vastgesteld door vergelijking van het ruwe en het voorbehandelde afvalwater. De invloed van voorbezinking op de afvalwatersamenstelling is vastgesteld met bekerglasproeven.

Voor de monsternamen van de verschillende stromen op een rwzi is zoveel mogelijk aangesloten op de in praktijk voorkomende monsternamenpunten. De volgende monsternamenpunten zijn onderzocht:

- influent (meetpunt 1)
 - influent + interne stroom (meetpunt 1a)
 - interne stroom (meetpunt 2)
 - afloop voorbezinktank (meetpunt 3)
 - effluent (meetpunt 4)
 - bezonken water via bekerglasproef (3a)
- debietproportioneel 24 uur;
 debietproportioneel 24 uur;
 tijdsproportioneel 24 uur;
 debietproportioneel 24 uur;
 debietproportioneel 24 uur;
 (proef uitgevoerd met zowel debietproportioneel influentmonster als met tijdsproportioneel monster van de interne stroom).



Figuur 1: Schematische weergave van de monsternamenpunten en de gemeen parameters.

Meetpunt 1a is bemonsterd in die situaties waarbij geen goede separate bemonstering van het influent en de interne stroom mogelijk was.

In figuur 1 zijn de monsternamenpunten weergegeven.

Het onderzoek is uitgevoerd op de volgende rwzi's:

- rwzi De Bilt (actief-slibinstallatie);
- rwzi Deventer (actief-slibinstallatie);
- rwzi Nijmegen (actief-slibinstallatie);
- rwzi Walcheren (actief-slibinstallatie);
- rwzi Franeker (oxidatiebedinstallatie);
- rwzi Gouda (oxidatiebedinstallatie).

2.2 Monsterperiode

Voor het verkrijgen van representatieve gegevens is uitgegaan van een aaneengesloten meetperiode van 7 dagen. Deze aaneengesloten periode is met name van belang voor het vaststellen van het verwijderingsrendement van de voorbezinktank en de invloed van de interne stroom hierop. De samenstelling van de interne stroom wordt namelijk bepaald door de procesvoering van de sliblijn. Om variaties daarin op te vangen is het noodzakelijk dat een aaneengesloten meetperiode wordt gehanteerd. Daarnaast is voor een meetperiode van 7 dagen gekozen omdat dan van elke dag van de week een monster wordt verkregen.

2.3 Bezinkproef

De bezinkproef is uitgevoerd om de verwijderingsrendementen van voorprecipitatie en conventionele voorbezinking met elkaar te kunnen vergelijken. Omdat in de meeste situaties de interne stroom wordt gemengd met het onbehandelde afvalwater en ook de voorbehandeling ondergaat, is ook de interne stroom aan de bezinkingsproef onderworpen. Vanwege de praktische uitvoerbaarheid zijn het ruwe onbehandelde influent en de interne stroom apart bezonken. De samenstelling van de gemengde stromen is vervolgens berekend als gewogen gemiddelde op basis van de samenstelling en debieten van influent en interne stroom.

De bezinkproef is uitgevoerd door een maatcilinder van 1 liter te vullen met gehomogeniseerd monster en deze 1 uur te laten staan. Het water boven de sliblaag (ruim boven slibspiegel) is beschouwd als bezonken afvalwater.

2.4 Karakterisering

De door het IAWQ model nr. 1^[2] onderscheiden fracties zijn weergegeven in tabel 1. Voor het bepalen van deze fracties in de influentmonsters is gebruik gemaakt van het STOWA-rapport 96-08 "Methoden voor influentkarakterisering; inventarisatie en richtlijnen"^[3].

Tabel 1. Door IAWQ model nr. 1^[2] onderscheiden fracties.

opgeloste componenten		onopgeloste componenten	
S_s	= fermentatieproducten en fermenteerbare CZV	X_s	= langzaam afbreekbare CZV
S_i	= inert opgelost CZV	X_i	= inert CZV
S_o	= opgeloste zuurstof	X_f	= inert CZV ontstaan door biomassa afbraak
S_{NH}	= ammonium-N	X_{BH}	= heterotrofe biomassa
S_{NO}	= nitraat-N	X_{BA}	= autotrofe biomassa
S_{ND}	= opgeloste organisch gebonden stikstof	X_{ND}	= gesuspendeerde organisch gebonden stikstof

De in tabel 1 weergegeven fracties kunnen worden berekend met tabel 14 van het STOWA-rapport 96-08⁽³⁾ (zie ook bijlage I) indien de volgende meetwaarden bekend zijn: CZV_{tot}, CZV_{inf,mf}, CZV_{eff,mf}, BZV_{5'}, CZV_{vluchtige vetzuren (vz)}, NH₄-N, P_{ortho} en de berekende waarde van parameter α . Waar de letters mf zijn toegevoegd, wordt een afvalwatermonster bedoeld dat gefiltreerd is met een 0,45 μ m-filter.

Op basis van deze richtlijnen is een bemonsterings- en analyseprogramma opgesteld. Op basis van aanbevelingen vanuit de begeleidingscommissie zijn de volgende aanpassingen ten opzichte van de in STOWA 96-08 aanbevolen werkwijze toegepast:

- BZV_∞-bepaling
In de praktijk is gebleken dat de k-waarde sterk kan variëren en afwijkt van de theoretische waarde in het STOWA rapport 96-08 ($k = 0,23 \text{ d}^{-1}$). Uit onderzoek van de Dienst Waterhuishouding en Riolering (van Waterschap Gooi-, Vecht- en Amstelsestreek) is gebleken dat de waarde van het BZV₂₀ een grote variatie vertoont en als niet betrouwbaar kan worden opgevat. Voor het onderhavig onderzoek is daarom besloten maximaal een BZV₁₅ in de BZV-curve op te nemen. Voor het verkrijgen van voldoende gegevens voor een BZV-curve is het BZV bepaald op dag 4, 5, 6, 8, 10 en 15.
- geen ammoniumbepaling
Het ammoniumgehalte is tijdens de bemonsteringsperiode niet separaat bepaald naast de Kj-N. Er is besloten om het ammoniumgehalte te berekenen uit het gehalte Kj-N in de influentmonsters en de jaargemiddelde verhouding Kj-N/NH₄-N van de betrokken rwzi in het jaar 1996.
- bepaling van de S₅-fractie
De S₅-fractie is bepaald door een ruw monster zonder voorbehandeling te filtreren over een 0,45 μ m filter. Voorbehandeling van het monster door precipitatie met Zn(OH)₂, waarbij de colloïdale fractie zoveel mogelijk wordt neergeslagen, is niet toegepast om onderlinge verschillen door afwijkingen in de (niet gestandaardiseerde) uitvoeringswijze te voorkomen.

In bijlage II is een overzicht gegeven van de analyses die per meetpunt zijn uitgevoerd. Alle analyses zijn uitgevoerd volgens de NEN-voorschriften, met uitzondering van de BZV-bepalingen voor de BZV-curven bij de rwzi Walcheren.

Hoewel het voor het IAWQ model nr. 1⁽²⁾ niet noodzakelijk is dat de vetzuren bekend zijn, is het gehalte aan vetzuren toch bepaald om een indruk te krijgen van de snel afbreekbare fractie opgelost CZV.

2.5 Achtergrondinformatie

Naast de aanvoergegevens en analyseresultaten is informatie verzameld over zaken die invloed kunnen hebben op de afvalwatersamenstelling. Deze gegevens hebben betrekking op:

- de temperatuur van het afvalwater gedurende de bemonsteringsperiode;
- het aandeel influent dat met persleidingen wordt aangevoerd;
- de diameter van de voorbezinktank (voor berekening van de oppervlaktebelasting);
- de opbouw van de interne stroom (overloopwater van de indikker, filtraat/contraat, e.d.);
- bijzonderheden in de bedrijfsvoering tijdens de bemonsteringsperiode;
- het jaargemiddelde aanvoerdebiet (m^3/d);
- het aandeel industrieel afvalwater;
- welk precipitatiemiddel is gebruikt (FeCl₃, FeClSO₄, Fe₂(SO₄)₃);
- of er vlokhelpmiddelen (flocculanten en/of coagulanten) worden gedoseerd; zo ja, welke;

- de dosering van het precipitatie- en vlokhulpmiddel (coagulatie- en flocculatiemiddel);
- de plaats van de chemicaliëndosering;
- de sulfideconcentratie van het influent (i.v.m. binding van metaalzout aan sulfide).

Deze achtergrondinformatie is opgevraagd om eventueel sterk afwijkende waarden te kunnen verklaren.

3 RESULTATEN VAN HET BEMONSTERINGSPROGRAMMA

3.1 Analysegegevens

De analysedata van de zes bemonsterde rwzi's zijn weergegeven in bijlage III-A tot en met III-F. Bij rwzi Gouda is van zaterdagmiddag 14 juni tot maandag 16 juni (1997) 12.00 uur geen slib onttrokken aan één van de voorbezinktanks. Op de overige rwzi's hebben zich geen bijzondere bedrijfsvoeringssituaties voorgedaan.

droogweer/regenweer op monsterdagen

Bij globale beschouwing van de gegevens blijkt dat er gedurende de bemonsteringsperiode sprake was van overwegend droogweeraanvoer. Op de rwzi's Deventer, Nijmegen en Walcheren is sprake geweest van sterk verhoogde aanvoer op één of twee van de bemonsterde dagen. Deze dagen zijn meegenomen in de karakterisering.

k-waarde bepaling

Voor de bepaling van BZV_{∞} dient men zich te houden aan een strak protocol. Door afwijkingen of aanpassingen nemen vergelijkbaarheid en betrouwbaarheid af. De BZV -bepaling is in het onderhavige onderzoek niet altijd volgens een strak protocol uitgevoerd en heeft daardoor met name bij de rwzi Walcheren tot vreemde resultaten geleid (BZV na acht en meer dagen lager dan BZV_9).

Daarnaast zijn voor het onderhavige onderzoek, vanwege de hoeveelheid benodigd materiaal en tijdsduur, de BZV -bepalingen maar in enkelvoud ingezet. Hierdoor is geen uitspraak te doen over de spreiding in de verkregen analyseresultaten en de betrouwbaarheid.

De verkregen BZV -waarden zijn uitgezet in de BZV -curven weergegeven in bijlage IV-A tot en met IV-F. De curven zijn gefit met de formule $BZV_t = BZV_{\infty} \cdot (1 - e^{-kt})$. Daarbij zijn de best passende waarden van k en BZV_{∞} berekend m.b.v. de kleinste-kwadratenmethode. In enkele gevallen zijn onbetrouwbare waarnemingen weggelaten (met name als de BZV_{10} - en/of BZV_{15} -waarden lager waren dan die van voorgaande dagen). De verkregen k -waarden zijn weergegeven in tabel 2.

Tabel 2. k -waarden (d^{-1}) op basis van de gefitte BZV -curven.

	monster nr.	De Bilt	Deventer	Nijmegen	Walcheren	Franeker	Gouda
influent	1	0,56	1 ¹⁾	0,31	0,52	0,42	0,45
	2	0,70	0,34	0,39	0,65	0,29	0,31
	gemiddelde ²⁾	0,63	0,34	0,35	0,59	0,36	0,38
bezonken influent	1	0,47	1 ¹⁾	0,32	0,55	0,45	0,33
	2	0,61	0,41	0,39	0,74	0,36	0,43
	gemiddelde ²⁾	0,54	0,41	0,35	0,63	0,41	0,38
voorprecipitatie	1	0,43	1 ¹⁾		0,51	0,40	0,20
	2	0,55	0,28		0,40	0,20	0,26
	gemiddelde ²⁾	0,49	0,28		0,45	0,31	0,23
intern	1		0,27		0,66	0,38	0,12
	2		0,37		0,27	0,24	0,16
	gemiddelde ²⁾		0,32		0,47	0,31	0,14
bezonken intern	1		1 ¹⁾		0,46	0,21	0,13
	2		0,33		0,34	0,20	0,19
	gemiddelde ²⁾		0,33		0,40	0,21	0,16

1) deze waarden zijn niet reëel en worden daarom niet meegenomen in de rest van het rapport

2) indien één van de bepalingen $k = 1$ leverde, is deze niet meegenomen

De BZV-waarnemingen en berekende curven zijn weergegeven in bijlage IV-A tot en met IV-F.

De eerste BZV_∞-bepaling met de afvalwatermonsters van de rwzi Deventer gaf een onbetrouwbaar resultaat. Van de interne stroom en het tweede influentmonster zijn wel bruikbare waarden verkregen.

Wegens de sterk afwijkende BZV's na acht en meer dagen zijn bij de rwzi Walcheren alleen BZV₄, BZV₅ en BZV₆ gebruikt voor de bepaling van de k-waarde en BZV_∞.

Van de rwzi Nijmegen zijn alleen de BZV-reeksen van het influent en het bezonken influent uitgevoerd. Van de interne stromen is het BZV_∞ berekend met de BZV₅ en de k-waarde die is verkregen uit het fitten van de BZV-curven van influent en bezonken influent ($k = 0,35 \text{ d}^{-1}$).

Uit de berekende BZV-curven blijkt dat de eerste dagen (BZV_{1,2,3,4}) belangrijk zijn voor de vorm van de BZV-curve en derhalve sterk bepalend zijn voor de waarde van k. In dit onderzoek zijn op de eerste dagen geen BZV-bepalingen uitgevoerd. Hierdoor zijn de berekende k-waarden mogelijk minder nauwkeurig dan wanneer wel BZV-waarden bekend zouden zijn geweest van de eerste dagen.

3.2 Algemene informatie

Naast de gegevens van de geanalyseerde afvalwaterstromen is van elke rwzi informatie opgevraagd over het gebruikte precipitatiemiddel, de dosering, het aanvoersysteem en aangesloten rioolstelsel etc. Deze gegevens zijn weergegeven in tabel 3. Uit deze informatie blijkt dat op de rwzi's Nijmegen en Deventer een lage dosering Fe in mg/l plaatsvindt en op de overige rwzi's een hogere dosering. De Me/P-verhouding is laag bij de rwzi's Nijmegen en Walcheren. De sulfideconcentratie is maar op twee rwzi's bekend, waardoor weinig over de invloed van de binding van ijzer aan sulfide kan worden gezegd.

Tabel 3. Enkele karakteristieken van de bemonsterde rwzi's.

rwzi	type zuivering	temperatuur (°C)	voorzinkoppervlak (m ²)	maximale hydraulische capaciteit (m ³ /h)	maximale oppervlakte belasting (m ³ /m ² .h)	jaargemiddelde dagaanvoer (m ³ /d)	overloop voorindikker	overloop voorindikker	overloop voorindikker	overloop primair slib	overloop secundair slib	overloop sec indikker	overloop sec indikker	centraal sifonwatering	terreinloering	naIndikker	terrein-koelwater	filtraat ZBP 8% t.o.v. totaal	filtraat	terrein 37% t.o.v. totaal	aandeel industrie (%)	precipitatiemiddel	polymeer	doseerpunt	dosering (mg Fe/l)	Me/P (-)	aandeel aanvoer afvalwater met persleidingen (%)	sulfit concentratie (mg/l)
rwzi De Bill	actief-slibstelsysteem	16,5	900	2.525	2,8	11.616	overloop voorindikker	overloop voorindikker	terreinloering	naIndikker	overloop sec indikker	overloop sec indikker	overloop sec indikker	centraal sifonwatering	filtraten	naIndikker	terrein-koelwater	filtraat ZBP 8% t.o.v. totaal	filtraat	terrein 37% t.o.v. totaal	25	FeCl ₃ , PIX-111	Cytec Superhoc A1839 0,13 mg/l	verdeelwerk voor VBT's	18,1	2,2	14	0,1 - 0,5
rwzi Deventer	actief-slibstelsysteem	17	6.950	14.600	2,1	58.100	overloop voorindikker	overloop voorindikker	naIndikker	naIndikker	overloop sec indikker	overloop sec indikker	overloop sec indikker	centraal sifonwatering	terreinloering	naIndikker	terrein-koelwater	filtraat ZBP 8% t.o.v. totaal	filtraat	terrein 37% t.o.v. totaal	22	FeCl ₃ , PIX-113	verdeelwerk voor VBT's	9,4	1,62	0	0,1 - 0,5	
rwzi Nijmegen	actief-slibstelsysteem	17	1.500	6.000	4	32.000	overloop primair slib	overloop primair slib	naIndikker	naIndikker	overloop sec indikker	overloop sec indikker	overloop sec indikker	centraal sifonwatering	terreinloering	naIndikker	terrein-koelwater	filtraat ZBP 8% t.o.v. totaal	filtraat	terrein 37% t.o.v. totaal	25	Fe ₂ (SO ₄) ₃	verdeelwerk voor VBT's	7,2	1	100	0,1 - 0,5	
rwzi Walcheren	actief-slibstelsysteem	17	616	1.600	2,6	9.000	overloop voor en naIndikker	overloop voor en naIndikker	naIndikker	naIndikker	overloop sec indikker	overloop sec indikker	overloop sec indikker	centraal sifonwatering	terreinloering	naIndikker	terrein-koelwater	filtraat ZBP 8% t.o.v. totaal	filtraat	terrein 37% t.o.v. totaal	16	Fe ₂ (SO ₄) ₃	verdeelwerk voor VBT's	23	1,2	100	0,1 - 0,5	
rwzi Franeker	oxidatiebedstelsysteem	13	2.770	5.150	1,9	17.214	overloop voor en naIndikker	overloop voor en naIndikker	naIndikker	naIndikker	overloop sec indikker	overloop sec indikker	overloop sec indikker	centraal sifonwatering	terreinloering	naIndikker	terrein-koelwater	filtraat ZBP 8% t.o.v. totaal	filtraat	terrein 37% t.o.v. totaal	23	FeCl ₃ , PIX-110	na roostergoed- verwijdering	32	1,74	100	0,1 - 0,5	
rwzi Gouda	oxidatiebedstelsysteem	17,7	2.770	5.150	1,9	17.214	overloop voor en naIndikker	overloop voor en naIndikker	naIndikker	naIndikker	overloop sec indikker	overloop sec indikker	overloop sec indikker	centraal sifonwatering	terreinloering	naIndikker	terrein-koelwater	filtraat ZBP 8% t.o.v. totaal	filtraat	terrein 37% t.o.v. totaal	20,5	FeCl ₃	na roostergoed- verwijdering	2	2	100	0,1 - 0,5	

4 INFLUENTKARAKTERISERING

4.1 Afvalwaterstromen

De karakterisering van de verschillende afvalwaterstromen is vastgesteld per bemonsteringsdag en als gewogen gemiddelde van de verschillende dagen. Hierbij is gebruik gemaakt van de gemiddelde k-waarde zoals weergegeven in tabel 2.

Het zuiveringsproces wordt gevoed met een mengsel van influent en interne stroom. Om het effect van de voorbehandelingstechnieken op de verschillende deelstromen en hun CZV-fracties te bepalen, is het noodzakelijk dat de separate karakterisering van influent, interne stroom, bezonken influent en bezonken interne stroom worden gebruikt voor de berekening van de samengestelde stromen: influent + interne stroom en bezonken influent + bezonken interne stroom. Bij de voorprecipitatie-monsters is het voorbehandelde influent altijd reeds gemengd met de interne stroom, omdat het hier de afloop betreft van de voorbezinking van de rwzi.

4.2 Afvalwaterkarakteristiek

De berekende concentraties van de fracties zijn weergegeven in bijlage V-A tot en met V-F.

In bijlage VI figuur 12 tot en met figuur 17 is per rwzi de gemiddelde samenstelling van de stromen influent + intern, bezonken influent + bezonken intern en voorprecipitatie weergegeven. Op de verticale as is de absolute waarde in mg/l per fractie weergegeven. De fracties X_{BH} , X_{BA} , X_P , S_O en S_{NO} zijn niet opgenomen in de figuren omdat in STOWA 96-08 is aangenomen dat deze kunnen worden verwaarloosd.

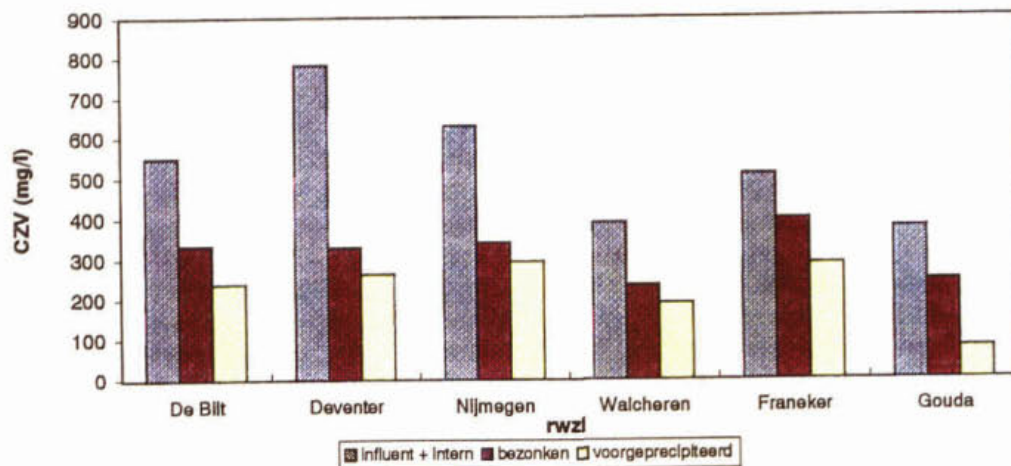
Bij de rwzi's Deventer, Nijmegen, Walcheren, Franeker en Gouda is de karakteristiek van de samengestelde stromen influent + interne stroom en voorbezonden influent + voorbezonden interne stroom berekend op basis van de karakterisering van de afzonderlijke stromen en debieten. Bij rwzi De Bilt is de samenstelling van de interne stroom afgeleid uit de samenstelling van het influent en van influent + interne stroom.

De gewogen gemiddelden zijn per fractie als staafdiagrammen weergegeven in figuur 2 tot en met 9 voor de onderzochte rwzi's.

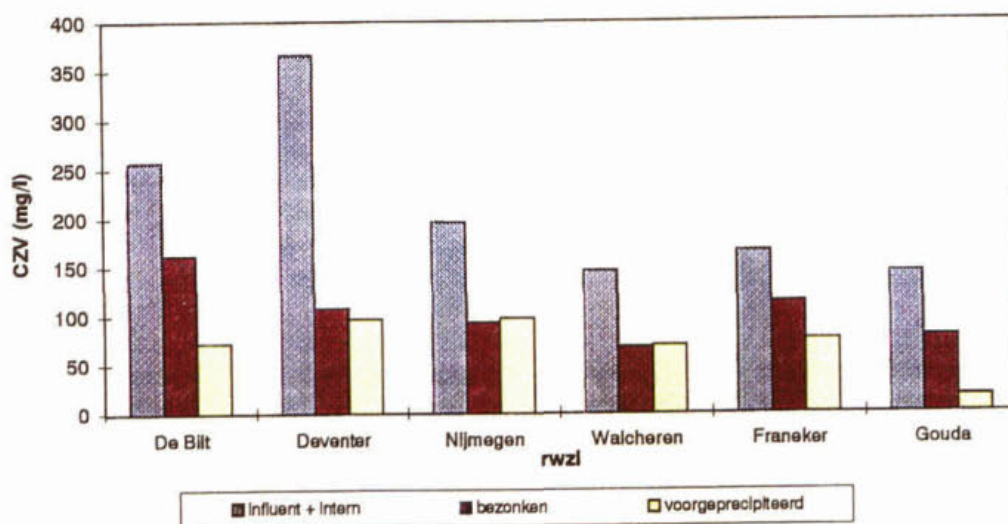
In figuur 2 tot en met figuur 5 is de invloed weergegeven van bezinking en voorprecipitatie op het CZV_{tot} en de CZV-fracties X_P , X_S en S_S . De fractie S_I is niet opgenomen omdat deze bij de gehanteerde berekeningsmethode niet wordt beïnvloed door de voorbehandelingsmethoden. Bij alle karakterisering is de fractie S_I gelijk gesteld aan $0,9 \cdot CZV_{m}$ van het effluent.

In figuur 6 tot en met figuur 9 is de invloed van bezinking en voorprecipitatie op Kj-N en de N-fracties S_{NH} , S_{ND} en X_{ND} per rwzi weergegeven. De fractie S_{NO} in de interne recirculatiestroom (effluentrecirculatie) is bij rwzi Gouda niet weergegeven omdat deze niet is bepaald. Voor het vaststellen van de concentratie S_{NH} is per rwzi uitgegaan van de gemiddelde verhouding $NH_4-N/Kj-N$ in het afgelopen jaar (1996).

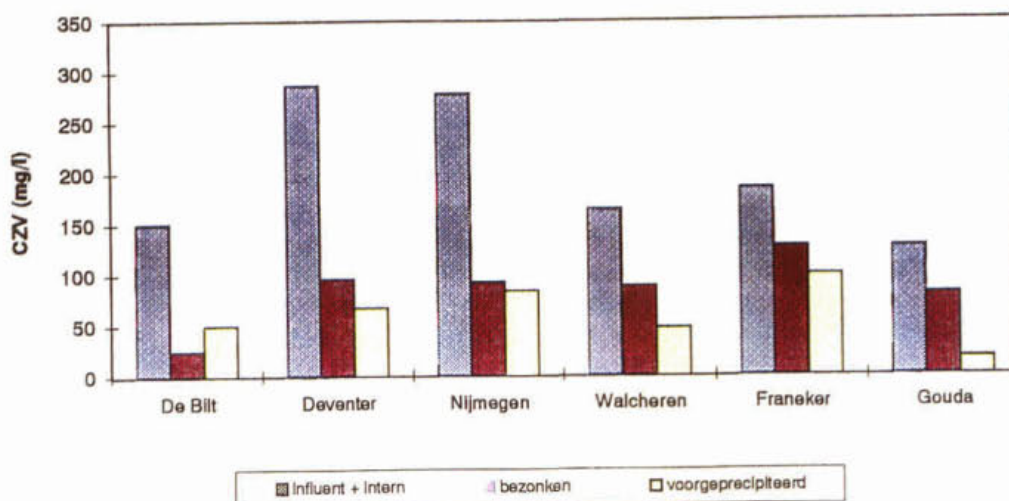
In bijlage VII, figuur 18 tot en met 23, is de invloed van voorbezinking en voorprecipitatie op CZV_{tot} en de CZV-fracties X_P , X_S , S_S en S_I weergegeven per rwzi.



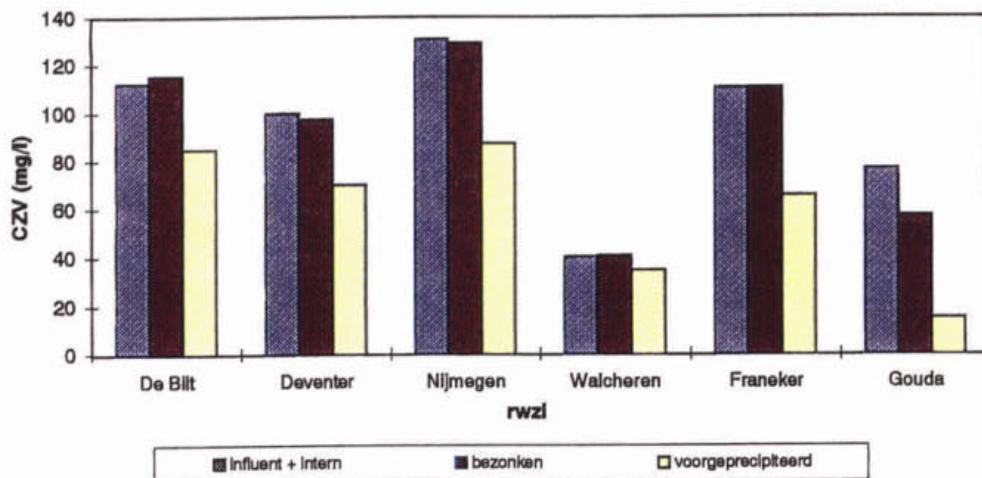
Figuur 2: CZV-totaal in ruw, bezonken en voorgeprecipiteerd afvalwater van de onderzochte rwzi's.



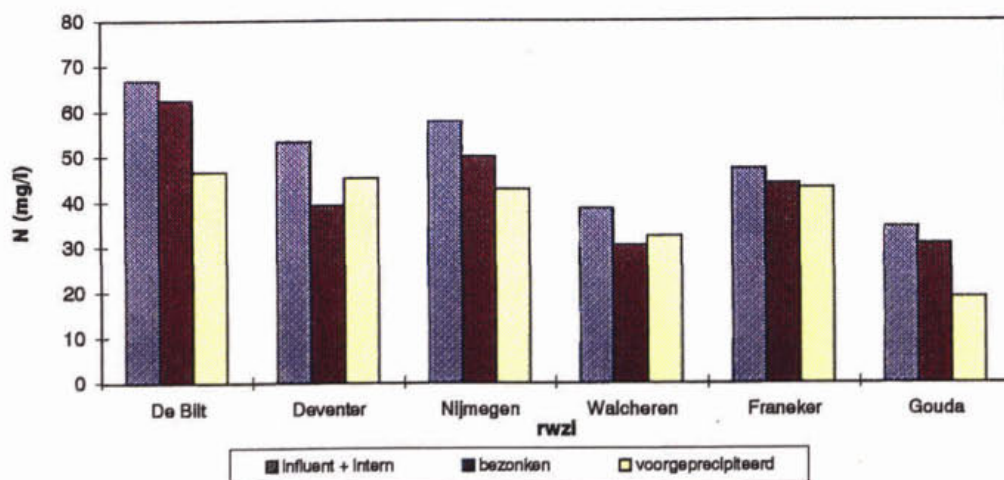
Figuur 3: Fractie X₁ in ruw, bezonken en voorgeprecipiteerd afvalwater van de onderzochte rwzi's.



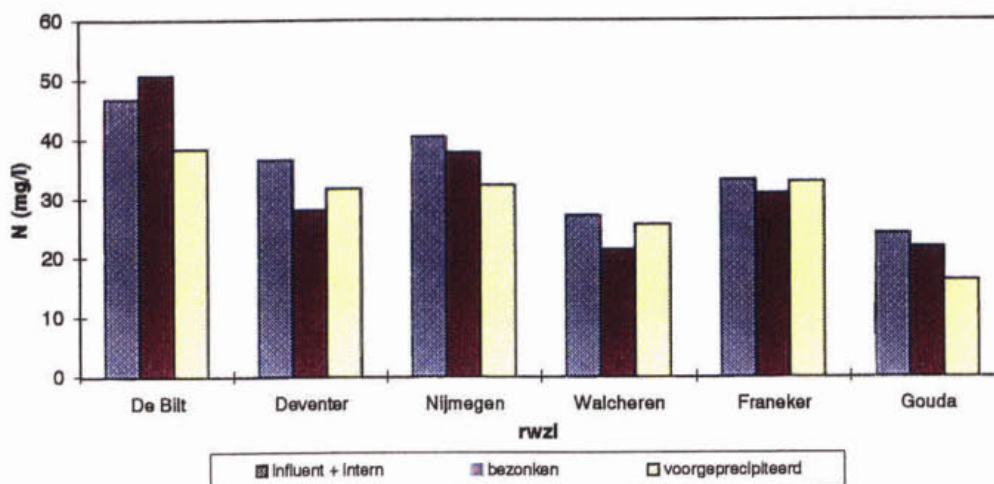
Figuur 4: Fractie X₈ in ruw, bezonken en voorgeprecipiteerd afvalwater van de onderzochte rwzi's.



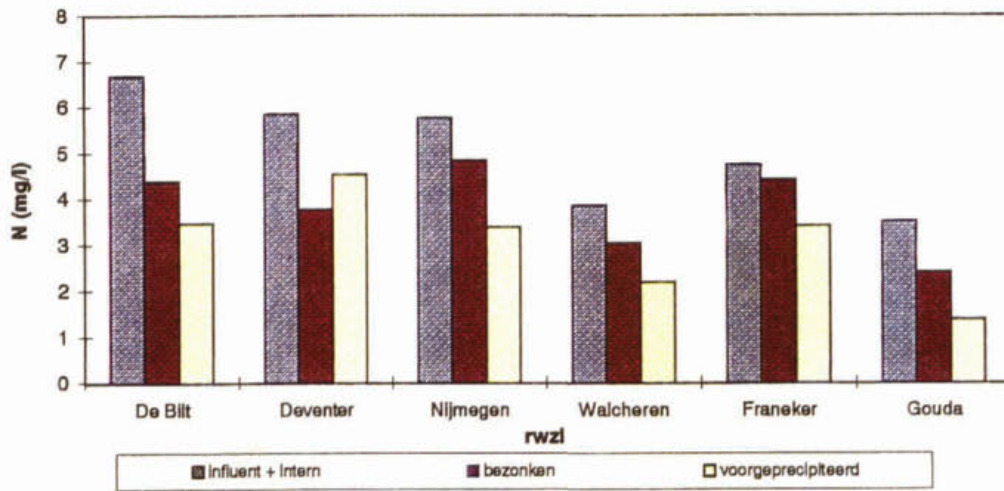
Figuur 5: Fractie S₆ in ruw, bezonken en voorgeprecipiteerd afvalwater van de onderzochte rwzi's.



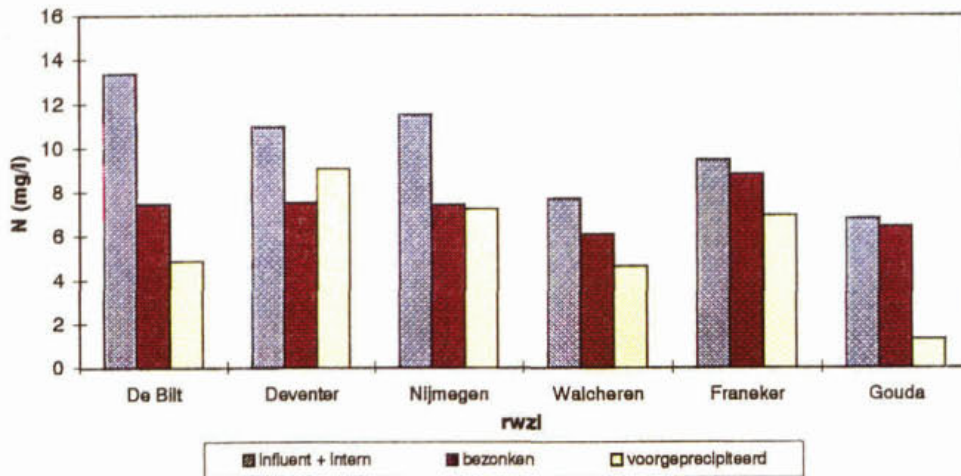
Figuur 6: Kjeldahl-stikstof in ruw, bezonken en voorgeprecipiteerd afvalwater van de onderzochte rwzi's.



Figuur 7: Fractie S_{NH} in ruw, bezonken en voorgeprecipiteerd afvalwater van de onderzochte rwzi's.



Figuur 8: Fractie S_{ND} in ruw, bezonken en voorgeprecipiteerd afvalwater van de onderzochte rwzi's.



Figuur 9: Fractie X_{ND} in ruw, bezonken en voorgeprecipiteerd afvalwater van de onderzochte rwzi's.

4.3 Invloed van voorbehandeling op de fracties

De invloed van de voorbehandelingsmethode op de verschillende fracties is bekeken voor het samengestelde influent inclusief de interne stroom. Bij de vergelijking zijn de waarden van de rwzi Gouda buiten beschouwing gelaten omdat deze een sterk afwijkend beeld geven door de recirculatie van effluent over de voorbezinktank.

Voorprecipitatie

Het verwijderingsrendement van voorprecipitatie op CZV_{totaal} bedraagt gemiddeld 54% (exclusief rwzi Gouda) met een standaarddeviatie van 7,9% en een range van 43% tot 65%.

- S_i De inerte opgeloste fractie is door de gehanteerde berekeningswijze gelijk voor alle stromen ($S_i = 0,9 \times \text{effluent } CZV_m$), waardoor geen verwijdering wordt vastgesteld.
- S_s De snel afbreekbare fractie wordt bij alle rwzi's voor een deel verwijderd: gemiddeld 29%, minimaal 14% en maximaal 41%. Het deel van S_s dat verwijderd wordt, is waarschijnlijk de colloïdale fractie kleiner dan $0,45\mu\text{m}$.
Bij de rwzi Gouda wordt deze fractie voor 81% verwijderd. Dit komt waarschijnlijk doordat bij de rwzi Gouda een deel van het effluent wordt gerecirculeerd over de voorbezinktank. Hierdoor treedt mogelijk oxidatie van goed afbreekbare CZV op met zuurstof en nitraat in het recirculatiewater (effluent van de oxidatiebedden).
- X_i De inert gesuspendeerde fractie wordt bij de rwzi's, met uitzondering van de rwzi Gouda, met gemiddeld 60% verwijderd, minimaal 50% en maximaal 72%. Bij de rwzi Gouda wordt 89% van deze fractie verwijderd.
- X_s De langzaam afbreekbare gesuspendeerde fractie wordt gemiddeld met 66% verwijderd: minimaal 47%, maximaal 74%. Bij de rwzi Gouda wordt deze fractie met 87% verwijderd.

De fracties X_{BA} en X_p worden verwaarloosbaar geacht in STOWA 96-08. De fractie X_{BH} wordt daar beschouwd als een onderdeel van de fracties X_i en X_s . De fracties S_o en S_{NO} zijn niet aanwezig in het influent. Bij de rwzi Gouda wordt effluent van de oxidatiebedden gerecirculeerd waardoor in deze interne stroom zuurstof en nitraat aanwezig kunnen zijn. Deze parameters zijn echter niet opgenomen in het bemonsteringsprogramma en derhalve onbekend.

Het gemiddelde verwijderingsrendement (exclusief Gouda) van voorprecipitatie voor Kj-N bedraagt 19% met een standaarddeviatie van 8,5% en een range (min. - max.) van 9% tot 30%.

- S_{NH} Bij de rwzi's De Bilt, Deventer, Nijmegen en Gouda is sprake van een verlaging van de berekende ammoniumconcentratie door voorprecipitatie. Deze verlaging is veroorzaakt door S_{NH} te berekenen uit Kj-N, uitgaande van een vaste verhouding $NH_4/Kj-N$. De precipitatie van organisch gebonden Kj-N vertaalt zich derhalve ten onrechte in een verlaging van S_{NH} .
- S_{ND} De opgeloste organisch gebonden stikstof wordt bij alle rwzi's significant verlaagd.
- X_{ND} De gesuspendeerde stikstof fractie wordt net als bij de opgeloste S_{ND} -fractie bij alle rwzi's voor een groot deel verwijderd.

Bezinkproef

Het verwijderingsrendement voor CZV_{totaal} van de rwzi's (exclusief Gouda) bedraagt gemiddeld 41% met een standaarddeviatie van 13,2% en een range van 22% tot 58%.

- S_I De inerte opgeloste fractie is door de gehanteerde berekeningswijze gelijk voor alle stromen, waardoor geen verwijderingsrendement wordt vastgesteld.
- S_S De snel afbreekbare fractie wordt bij alle rwzi's met uitzondering van de rwzi Gouda niet verwijderd. Bij de rwzi Gouda is er sprake van een daling van de opgeloste fractie met 25%. Dit is waarschijnlijk het gevolg van de effluentrecirculatie over de voorbezinktank.
- X_I De inerte gesuspenderde fractie wordt bij alle rwzi's, met uitzondering van de rwzi Gouda, gemiddeld met 53% verwijderd: minimaal 31% en maximaal 71%.
- X_S De afbreekbare gesuspenderde fractie wordt bij alle rwzi's, met uitzondering van de rwzi Gouda, gemiddeld met 52% verwijderd: minimaal 31% en maximaal 67%.

Het gemiddelde verwijderingsrendement voor Kj-N met de bezinkproef bedraagt 15% met een standaarddeviatie van 8,5% en een range (min. - max.) van 6% tot 26%.

- S_{NH} Bij alle rwzi's, met uitzondering van de rwzi De Bilt, is er sprake van een geringe verlaging van de ammoniumconcentratie in de afloop van de voorbezinktank ten opzichte van de ingaande stroom. De verlaging van de S_{NH} is veroorzaakt door S_{NH} met een vaste verhouding te relateren aan de Kj-N.
- S_{ND} De opgeloste organisch gebonden stikstof wordt bij alle rwzi's, met uitzondering van de rwzi Franeker, voor een groot deel verwijderd.
- X_{ND} De gesuspenderde stikstof fractie wordt met uitzondering van de rwzi's Franeker en Gouda gemiddeld met 33% verwijderd: minimaal 21% en maximaal 44%. Bij de rwzi's Franeker en Gouda wordt door voorbezinking maar een klein deel verwijderd. De afwijking wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de samenstelling van de interne stroom die bij oxidatiebedden anders is dan bij actief-slibsystemen.

Uit bovenstaande beschouwing van de stikstof fracties en de figuren 6 tot en met 9 komt geen eenduidig beeld naar voren van de invloed van voorbehandeling op de stikstof fracties. Op alle rwzi's vindt verwijdering van Kj-N plaats, zowel met de bezinkproef als met voorprecipitatie. Bij de rwzi's De Bilt, Nijmegen, Franeker en Gouda wordt door voorprecipitatie meer Kj-N verwijderd dan met voorbezinking, maar bij de rwzi's Deventer en Walcheren is dit net andersom. Daarnaast wordt opgemerkt dat het verschil in Kj-N verwijdering tussen de bezinkproef en voorprecipitatie op de rwzi's De Bilt en Franeker gering is. Op basis van de verkregen informatie wordt geconcludeerd dat met voorprecipitatie even veel of iets meer aan Kj-N wordt verwijderd. Het kleine verschil in N-verwijdering tussen de voorbehandelingsmethoden wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het grote aandeel NH_4-N (S_{NH}). Het aandeel NH_4-N binnen Kj-N lag bij de betrokken rwzi's tussen 65% en 85% (jaargemiddelde gegevens van 1996). De opgeloste S_{NH} reageert niet met de toegepaste precipitatiemiddelen en wordt daardoor niet verwijderd. De in figuur 7 waarneembare verwijdering van ammonium is het gevolg van de vaste verhouding tussen $NH_4-N/Kj-N$.

4.4 Vergelijking van de voorbehandelingsmethoden

De figuren 2 tot en met 5 en de gemiddelde verwijderingsrendementen voor CZV_{totaal} bevestigen de verwachting dat met voorprecipitatie meer CZV wordt verwijderd dan met de bezinkproef.

Bij vergelijking van de invloed van de bezinkproef en voorprecipitatie op de verschillende CZV-fracties blijkt het volgende:

- S_I Voor deze fractie wordt geen verschil geconstateerd tussen voorbezinking en voorprecipitatie omdat dezelfde uitgangspunten voor de berekening zijn gehanteerd ($0,9 \times \text{effluent } CZV_{m1}$).

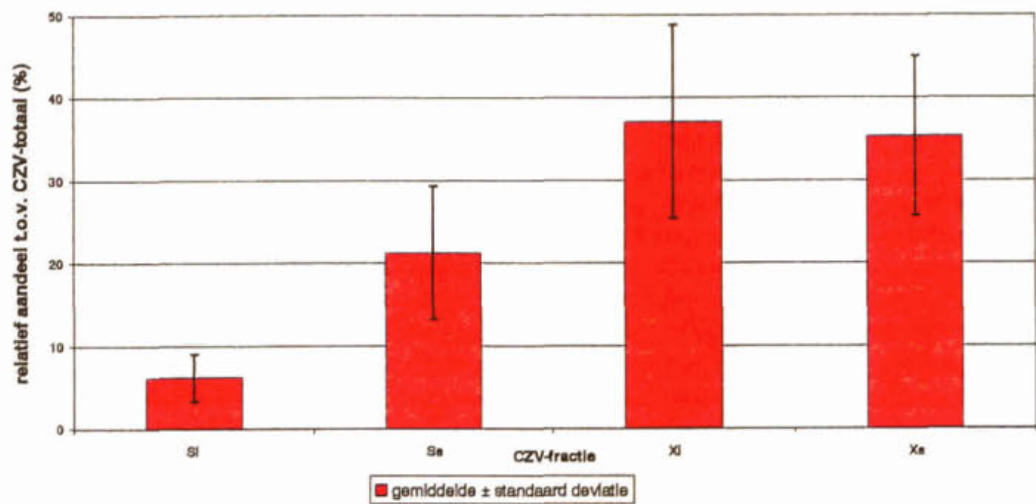
- S_s Bij voorprecipitatie wordt S_s -verwijdering waargenomen. Deze is het gevolg van een foute aanname in de richtlijnen van STOWA 96-08. De aanname is dat het CZV dat over blijft na filtratie over een $0,45 \mu\text{m}$ filter gelijk is aan S_s . Een deel van deze fractie is echter colloïdaal en wordt door voorprecipitatie verwijderd. Een verbetering van de richtlijn is derhalve uit te gaan van filtratie over een $0,1 \mu\text{m}$ filter of voorbehandeling van het monster met een precipitatiemiddel. Het CZV dat dan over blijft kan worden beschouwd als het opgeloste CZV. Met de bezinkproef is bij alle rwzi's met uitzondering van de rwzi Gouda nagenoeg geen verschil in de hoeveelheid S_s in het onbehandelde monster en het behandelde monster. Bij de rwzi Gouda is sprake van verwijdering van S_s , die waarschijnlijk wordt veroorzaakt door zuurstof en nitraat in het effluent dat tezamen met het influent over de voorbezinktank wordt geleid.
- X_1 Uit figuur 3 blijkt dat bij de rwzi's Deventer, Nijmegen en Walcheren geen significant verschil in verwijdering van deze fractie wordt geconstateerd. Bij de rwzi's De Bilt, Franeker en Gouda is wel een significant verschil waar te nemen. Op basis van deze gegevens wordt geconcludeerd dat de fractie X_1 even goed of beter door voorprecipitatie wordt verwijderd als door bezinking.
- X_s Uit figuur 4 blijkt dat met uitzondering van de rwzi De Bilt door voorprecipitatie meer van de fractie X_s wordt verwijderd dan door bezinking. Opgemerkt wordt dat de verdeling van het CZV over de fracties X_1 en X_s beïnvloed wordt door de spreiding in de k-waarde.

De verwachting dat met voorprecipitatie ook meer Kj-N wordt verwijderd dan met de bezinkproef wordt minder duidelijk bevestigd. De verkregen analyseresultaten bevestigen de verwachting dat er weinig tot geen verschil in verwijdering van stikstof is tussen voorbezinking en voorprecipitatie (figuren 6 en 7). Bij een groot aandeel $\text{NH}_4\text{-N}$ kan zelfs worden gesteld dat voorprecipitatie en de bezinkproef voor stikstofverwijdering gelijkwaardig zijn. Door de grotere CZV-verwijdering bij toepassing van voorprecipitatie vermindert de CZV/N-verhouding sterker dan bij de bezinkproef.

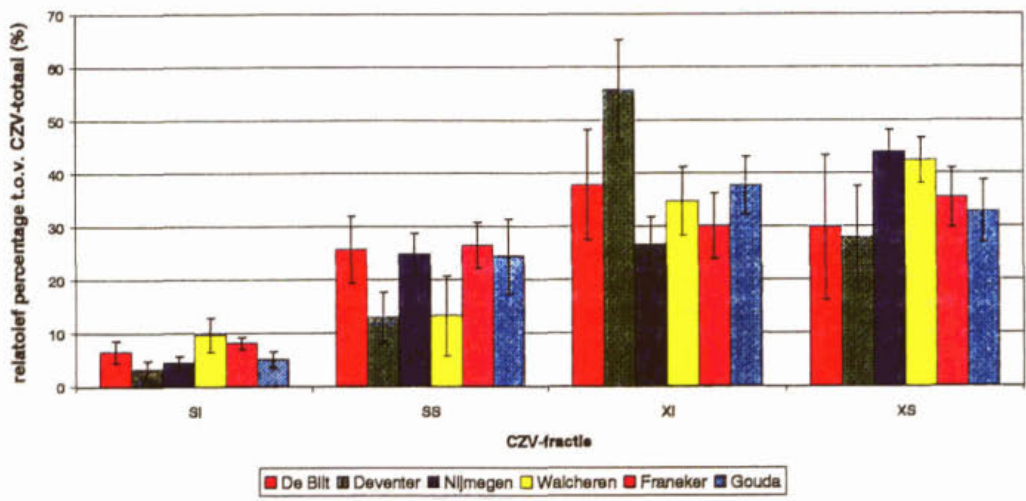
4.5 Spreiding influentfracties

Om na te gaan of er een "algemene Nederlandse afvalwaterkarakteristiek" is af te leiden uit de karakterisering van het influent van de zes onderzochte rwzi's, zijn de fracties uitgedrukt in een percentage van het CZV _{totaal}. Op basis van deze procentuele fractieverdeling is een gemiddelde fractieverdeling berekend. Deze gemiddelde fractieverdeling met bijbehorende standaarddeviatie is weergegeven in figuur 10. De spreiding in de fractieverdeling is groot. Wanneer de standaarddeviatie van het "algemeen Nederlands influent" wordt vergeleken met de standaarddeviatie van de fracties in de verschillende dagmonsters per rwzi (figuur 11), blijkt dat deze voor alle fracties groter is. Op basis hiervan wordt geconcludeerd dat er geen standaard influentkarakteristiek is vast te stellen.

De algemene gegevens van de rwzi en het aanvoerstelsel (o.a. temperatuur, aandeel industrie, riooltype en de lengte persleidingen) vertonen geen duidelijke relatie met de influentkarakteristiek. Uit onderzoek van het HHRS van Rijnland blijkt dat de influentsamenstelling^[6] per seizoen varieert, onder invloed van de temperatuur.



Figuur 10: Gemiddelde CZV-influentsamenstelling van de onderzochte rwzi's



Figuur 11: Spreiding in CZV-influentsamenstelling van de onderzochte rwzi's

5 TOETSING VAN EERDER GEHANTEERDE GEGEVENS

5.1 Samenstelling ruw influent

In het STOWA-onderzoek 96-20 is een theoretische influentsamenstelling gehanteerd, op basis van buitenlandse gegevens over de verhouding tussen de CZV-fracties. Uit dit onderzoek is gebleken dat de influentkarakteristiek per rwzi flink verschilt en zelfs op de verschillende monsterdagen uiteen kan lopen. In tabel 4 is de gemiddelde influentkarakteristiek \pm standaarddeviatie vergeleken met de gegevens van STOWA 96-20.

Tabel 4. Gemiddelde influentkarakteristiek in vergelijking met theoretische samenstelling volgens STOWA 96-20

Fractie	gemiddelde van rwzi-influenten in dit onderzoek (\pm s.d.)	theoretische samenstelling volgens STOWA 96-20
S_i	$6 \pm 2\%$	7%
S_s	$21 \pm 8\%$	25%
X_i	$37 \pm 11\%$	25%) [*]
X_s	$36 \pm 10\%$	43%) [*]

)^{*} X_{BH} is in dit onderzoek niet als aparte fractie beschouwd. Deze fractie, die in STOWA 96-20 is geschat op 20% van CZV-totaal, is hier verdeeld over X_s en X_i .

Uit tabel 4 blijkt dat het aandeel van S_i en S_s volgens beide methoden redelijk overeenkomt, zij het dat met name S_s bij de praktijkmetingen een grote spreiding vertoont. Het aandeel X_i is in de praktijkgegevens echter beduidend hoger en het aandeel van X_s is lager.

5.2 Verwijderingsrendement van voorbezinking en voorprecipitatie

In het STOWA-onderzoek "Varianten op voorbezinking - een haalbaarheidsstudie"^[1] rapport nr. 96-20 is ervan uitgegaan dat 20% van het influent-CZV bestaat uit heterotrofe biomassa. Dit staat in tegenstelling tot de richtlijnen in STOWA 96-08, waarin wordt aangenomen dat de heterotrofe biomassa verwaarloosd kan worden. De heterotrofe biomassa wordt in STOWA 96-08 verondersteld deel uit te maken van de fracties X_i en X_s , onderbouwd door lit. [3].

Voor de verwijderingsrendementen van de verschillende fracties zijn in STOWA 96-20^[1] de volgende hypothesen gehanteerd:

Voorbezinking

- Een totaal CZV-verwijderingsrendement van 30% met conventionele voorbezinking dat wordt toegeschreven aan de gesuspendeerde CZV-fracties (X-fracties). De hoeveelheid opgeloste CZV wordt niet beïnvloed door voorbezinking.
- Aangenomen is dat het verwijderingsrendement 20% bedraagt voor de X_s -fractie en 67% voor de X_i - en X_{BH} -fracties.

Voorprecipitatie

- Uitgegaan is van voorprecipitatie met $FeCl_3$ (Me/P = 1,0) en aanvullende dosering van poly-elektroliet (0,5 g pe/m³).

- Een totaal CZV-verwijderingsrendement van 40%, dat volledig wordt toegeschreven aan de verwijdering van de gesuspendeerde CZV-fracties; de opgeloste fracties worden niet verwijderd.
- Van de X_S -fractie wordt door voorprecipitatie 40% verwijderd. Voor de gesuspendeerde CZV-fracties X_i en X_{BH} bedraagt het verwijderingsrendement 77%.

De verwijderingspercentages uit STOWA 96-20^[1] en de gemiddelden uit dit huidige onderzoek zijn samengevat in tabel 5.

Tabel 5. Verwijdering CZV-fracties aangenomen in STOWA 96-20 en gemiddelde Nederlandse praktijkgegevens uit het onderhavige onderzoek.

Fractie	voorbezinking		voorprecipitatie	
	STOWA 96-20 %	huidig onderzoek %	STOWA 96-20 %	huidig onderzoek %
S_i	0	0	0	0
S_S	0	0	0	29
X_i	67	53	77	60
X_S	20	52	40	66
X_{BH}	67	53	77	63
CZV_{tot}	30	41	40	54

) X_{BH} is in dit onderzoek niet als aparte fractie bepaald, maar onderdeel van X_S en X_i ; vermeld is de gemiddelde verwijdering van X_S en X_i .

Bij vergelijking met de getallen uit de praktijk blijkt het theoretisch CZV_{totaal} -verwijderingsrendement voor zowel voorbezinking (= bezinkproef) als voorprecipitatie in STOWA 96-20^[1] te laag te zijn ingeschat. De relatieve afwijking bedraagt bij zowel voorbezinking als bij voorprecipitatie meer dan 30 %. Met name voor de X_S -fractie is de verwijdering aanzienlijk hoger dan volgens STOWA 96-20. Daarentegen is het rendement voor X_i lager dan volgens STOWA 96-20. Daarnaast schijnt de aanname onjuist dat bij voorprecipitatie geen S_S (= afbreekbare fractie < 0,45 μm) wordt verwijderd, maar dit moet worden geweten aan het ten onrechte meebepalen van colloïdaal CZV.

5.3 Volumeberekening

In tabel 6 zijn voor twee rwzi's de influentkarakteristieken met en zonder voorbehandeling volgens het onderhavige onderzoek en volgens STOWA 96-20 weergegeven. Bij de rwzi Nijmegen is de CZV/N-verhouding na voorbezinking en voorprecipitatie gelijk; bij de rwzi Franeker is het verschil in CZV/N na beide voorbehandelingsmethoden juist het grootst van de onderzochte rwzi's.

Bij de fracties op basis van 96-20 is de werkelijke verhouding $CZV_{\text{totaal}}/Kj-N$ van de rwzi als uitgangspunt genomen; vervolgens is de onderlinge verhouding tussen de CZV-fracties ingevuld op basis van de aannamen van STOWA 96-20.

Tabel 6. Fractieverdelingen uit STOWA 96-20 en onderhavig onderzoek voor de rwzi's Nijmegen en Franeker (fracties in mg/l).

	Nijmegen						Franeker					
	huidig			STOWA 96-20			huidig			STOWA 96-20		
	ruw	vb	vp	ruw	vb	vp	ruw	vb	vp	ruw	vb	vp
CZVtot	630	341	293	630	341	293	508	399	288	508	399	288
S _I	25	25	25	44	34	34	48	48	48	36	40	33
S _S	131	129	87	158	123	122	110	111	66	127	144	120
X _I	196	94	97	95	24	17	166	114	75	76	28	17
X _S	278	93	83	208	128	97	184	126	98	168	150	95
X _{BH}	0	0	0	126	32	23	0	0	0	102	37	22
Kj-N	58	50	43	58	50	43	47	44	44	47	44	44
S _{NH}	40	38	32	29	29	29	33	31	33	24	26	29
S _{ND}	6	5	3	15	13	12	5	4	3	12	11	12
X _{ND}	12	7	7	15	8	3	9	9	7	12	7	3
debiet (m ³ /d)	71.900			71.900			9.610			9.610		
CZV/N	10,9	6,8	6,8	10,9	6,8	6,8	10,8	9,1	6,5	10,8	9,1	6,5

Op basis van de influentgegevens van tabel 6 is met behulp van SIMBA het benodigde actief-slibvolume voor N-totaalverwijdering berekend voor de zuivering van voorbezonden en voorgeprecipiteerd afvalwater. De volumeberekeningen zijn uitgevoerd voor een effluentkwaliteit van 2 mg NH₄-N/l en 6 mg NO₃-N/l bij 4 kg biologisch slib/m³, default kinetische parameters en een temperatuur van 10°C. Als model is uitgegaan van een voordennitrificatiesysteem bestaande uit twee denitrificatiemodulen en vier nitrificatiemodulen, een interne recirculatie van nitraatrijk actief-slib naar de denitrificatie en voldoende zuurstofinbreng (2 mg O₂/l en 0,75 mg O₂/l in respectievelijk afloop tweede en vierde beluchte compartiment). Als randvoorwaarde bij de dimensionering is aangehouden dat het denitrificatievolume niet meer dan 50% van het totale volume mag zijn. Indien met de afvalwatersamenstellingen niet aan deze randvoorwaarde kon worden voldaan (resultierend in een denitrificatievolume > 50%), is de fractie S_S verhoogd (corresponderend met acetaatdosering).

De resultaten van de volumeberekeningen zijn weergegeven in tabel 7 en tabel 8.

Tabel 7. Volumeberekening N-verwijdering rwzi Nijmegen met bezonken en voorgeprecipiteerd afvalwater.

methode	V_n (m ³)	V_d (m ³)	V_{tot} (m ³)	$k_{CZV}^{1)}$ (kg CZV/ kg ds.d)	k_n (kg N/ kg ds. d)	acetaat dosering (mg/l)	slibpro- ductie (kg/d)
volumeberekening met fractieverdeling STOWA 96-20							
voorbezinking ²⁾	33.000	31.700	64.700	0,098	0,014	11	8.210
voorprecipitatie ²⁾	26.900	26.700	53.600	0,099	0,014	2	6.390
volumeberekening met fractieverdeling op basis van praktijkgegevens							
voorbezinking ²⁾	47.200	44.000	91.200	0,074	0,010	36	12.190
voorprecipitatie ²⁾	43.200	35.800	79.000	0,076	0,010	50	11.670

1) CZV-belasting inclusief acetaat dosering

2) zonder aanvullende CZV-dosering is met SIMBA geen volume te berekenen dat voldoet aan de effluenteisen en de randvoorwaarden

Tabel 8. Volumeberekening N-verwijdering rwzi Franeker met bezonken en voorgeprecipiteerd afvalwater.

methode	V_n (m ³)	V_d (m ³)	V_{tot} (m ³)	$k_{CZV}^{1)}$ (kg CZV/ kg ds.d)	k_n (kg N/ kg ds. d)	acetaat- dosering (mg/l)	slibpro- ductie (kg/d)
volumeberekening met fractieverdeling STOWA 96-20							
voorbezinking	4.240	1.630	5.870	0,163	0,018	0	1.570
voorprecipitatie ²⁾	3.600	3.600	7.200	0,098	0,015	5	870
volumeberekening met fractieverdeling op basis van praktijkgegevens							
voorbezinking	6.600	5.700	12.300	0,078	0,009	0	1.320
voorprecipitatie ²⁾	5.400	5.400	10.800	0,076	0,010	52	1.800

1) CZV-belasting inclusief acetaatdosering

2) zonder aanvullende CZV-dosering is met SIMBA geen volume te berekenen dat voldoet aan de effluenteisen en de randvoorwaarden

Uit tabel 7 en 8 blijkt dat om te voldoen aan de gestelde eisen bij zes van de acht berekeningen CZV moet worden gedoseerd. De hoeveelheid te doseren CZV is groter bij de praktijksamenstelling (dit rapport) dan bij de theoretische samenstelling (96-20).

De voor N-totaalverwijdering benodigde slibbelasting met de influentgegevens volgens STOWA 96-20 ligt op een gebruikelijk niveau. De berekende slibbelasting bij de praktijksamenstelling wijkt echter sterk af van de algemeen gehanteerde ontwerpwaarden. De berekende CZV-belasting komt overeen met een BZV-belasting van 0,027 - 0,040 kg BZV/kg ds.d. Deze waarden zijn beduidend lager dan de slibbelasting die volgens praktijkervaringen benodigd is om aan de N-totaaleis te kunnen voldoen (in de regel $\geq 0,045$ kg BZV/kg ds.d).

De in hoofdstuk 5 gepresenteerde volumeberekeningen tonen dat SIMBA als dimensioneringsmodel, gebruik makend van op praktijkwaarden gebaseerde influentkarakteriseringen, geen realistische resultaten geeft (extreem lage slibbelasting). De onbetrouwbaarheid zit in het gebruik van een niet geijkt model (gebruik van de default-waarden van SIMBA als juiste waarde voor de kinetische parameters) en onvolledig sluitende influentkarakterisering. In dit hoofdstuk is de gevoeligheid van het model nagegaan voor de influentsamenstelling en de procesparameters. Daarmee kan inzicht worden verkregen in het effect van afwijkingen in de invoergegevens op het eindresultaat.

Gevoeligheidsanalyses zijn uitgevoerd om het effect vast te stellen van de verdeling van CZV-totaal over de verschillende CZV-fracties. De resultaten van deze analyse kunnen inzicht geven in het effect van onjuiste influentgegevens op het resultaat. Daarnaast is het effect onderzocht van verschillende waarden van de kinetische en stoichiometrische procesparameters van het IAWQ-model op de effluentkwaliteit. Met deze inzichten kan beter worden ingespeeld op de mogelijkheden en beperkingen bij het gebruik van influentkarakterisering en modellering van zuiveringsprocessen.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de achtergronden van de influentkarakterisering en de kinetische parameters. Vervolgens worden de gevoeligheidsanalyses beschreven. Tenslotte worden de resultaten van de Simba-volumeberekeningen vergeleken met dimensionering op basis van de HSA-methode.

6.1 Theorie van modellering en dimensioneringsberekeningen

In de microbiologie worden voor de kinetische parameters onder standaardcondities vaste waarden gehanteerd. Dit gaat op onder laboratoriumomstandigheden waarbij sprake is van een monocultuur en een enkel substraat onder ideale milieuomstandigheden. In de afvalwaterzuiveringspraktijk is echter sprake van een zeer heterogene bacteriepopulatie en een substraat van wisselende samenstelling met honderden laag- en hoogmoleculaire verbindingen. Bovendien zijn de milieuomstandigheden lang niet overal ideaal. Bij het modelleren van dergelijke complexe systemen wordt de werkelijkheid daarom sterk vereenvoudigd. De vereenvoudiging wordt zover doorgevoerd dat een werkbaar model wordt verkregen, dat de werkelijkheid voor de gestelde onderzoeksvraag accuraat genoeg beschrijft. Een model is echter nooit zo volledig dat het alle mogelijke vraagstellingen kan beantwoorden.

De IAWQ-modellen, waarop SIMBA is gebaseerd, geven een accurate beschrijving van het actief-slibproces. De verschillende bacteriepopulaties zijn in IAWQ-model nr. 1 samengevat in de groepen X_{BH} , X_{BA} . De kinetische parameters die voor deze groepen gelden, zoals de heterotrofe en autotrofe groei- en afstervingsnelheden, zijn gemiddelde waarden die gelden voor die samengestelde bacteriepopulatie. Daarnaast moeten de kinetische parameters ook de milieuomstandigheden omvatten, waaronder de bacteriën de processen uitvoeren.

De IAWQ-modellen beschrijven ook de influentsamenstelling. Hiervoor wordt het gemeten CZV verdeeld over een beperkt aantal fracties. In werkelijkheid is sprake van een veel groter aantal verbindingen met hun specifieke eigenschappen dan het aantal fracties dat wordt gehanteerd in de IAWQ-modellen. De werkelijke verdeling binnen de fracties wordt verdisconteerd in de kinetische parameters. Een hoeveelheid X_s met veel makkelijk hydrolyseerbare organische stof zal vragen om een hydrolyseconstante met een hogere waarde dan een hoeveelheid X_s met moeilijk hydrolyseerbare organische stof.

Voor het modelleren van praktijk-rwzi's moet in bijna alle gevallen de default-set van kinetische parameters worden aangepast om het rwzi-model uitkomsten te laten genereren die overeenkomen met waarden gemeten in de praktijk. Dit vergt een toetsing en aanpassing van de modelparameters aan het werkelijke zuiveringsproces (kalibratie, verificatie). De in hoofdstuk 5 weergegeven volumeberekeningen zijn echter gemaakt voor rwzi's die niet zijn ingericht op het realiseren van vergaande N-verwijdering. De berekende volumina zijn derhalve niet te controleren aan de hand van de prestaties van de praktijkinstallaties.

De HSA-methode berekent de dimensionering voor N-totaalverwijdering op basis van de BZV-, Kj-N- en zwevende-stofvracht van het influent. De bruikbaarheid van de HSA-methode is in STOWA-onderzoek 95-19 (lit.^[7]) getoetst aan de praktijkgegevens van Nederlandse rwzi's. Daarbij werd (binnen een aanzienlijke spreiding) een goede overeenstemming gevonden tussen de berekende dimensionering en het gemiddelde van de praktijkprestaties. In paragraaf 6.5 wordt deze vergelijking beschreven.

6.2 Gevoeligheid voor variaties in de influentfracties

De gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd met het programma SIMBA 3.2, met IAWQ model nr. 1 als default-model. De gevoeligheidsanalyses zijn berekend op basis van voordennitrificatiesystemen, aan de hand van de afvalwaterkarakteristieken van Nijmegen en Franeker. De gevoeligheidsanalyse is op twee wijzen uitgevoerd:

- 1) CZV-totaal verhogen: één fractie met 10% van het CZV_{totaal} verhogen;
- 2) CZV-totaal gelijk: verhoging van één CZV-fractie met 10% van het CZV_{totaal} ten koste van verlaging van één andere fractie met 10% van het CZV_{totaal}.

- ad 1): De verhoging van het CZV-totaal heeft tot gevolg dat de CZV/N-verhouding verandert.
- ad 2): CZV-totaal blijft gelijk bij de onderlinge verschuiving tussen twee CZV-fracties; de CZV/N-verhouding wijzigt dus niet. De BZV/N-verhouding kan echter wel veranderen als de biologisch afbreekbare fracties S_s of X_s worden gewijzigd ten opzichte van de inerte fracties S_i en X_i .

6.2.1 Verhogen van een CZV-fractie met 10% van het CZV-totaal

De in hoofdstuk 5 berekende actief-slibsystemen voor Nijmegen en Franeker zijn als uitgangspunt genomen (inclusief eventuele dosering van S_o). Vervolgens is nagegaan hoe de effluentsamenstelling veranderde als de CZV-vracht van een van de fracties met 10% van CZV-totaal werd verhoogd. De belangrijkste resultaten zijn samengevat in tabel 9; de volledige gegevens zijn opgenomen in bijlage VIII, tabellen 17 tot en met 20.

Tabel 9. Effect van verhoging per CZV-fractie met 10% van CZV-totaal op effluent-concentraties ammonium en nitraat en slibproductie.

	Nijmegen						Franeker					
	voorbezinking			voorprecipitatie			voorbezinking			voorprecipitatie		
	S _{NO} mg/l	S _{NH} mg/l	slibpro- kg ds/d	S _{NO} mg/l	S _{NH} mg/l	slibpro- kg ds/d	S _{NO} mg/l	S _{NH} mg/l	slibpro kg ds/d	S _{NO} mg/l	S _{NH} mg/l	slibpro- kg ds/d
basis influent	6,0	2,0	12.200	6,0	2,0	11.720	6,0	2,0	1.800	6,0	2,0	1.280
S _i + 10%	6,0	2,0	12.200	6,0	2,0	11.720	6,0	2,0	1.800	6,0	2,0	1.280
S _s + 10%	3,4	2,7	13.180	3,4	2,7	12.560	3,2	2,8	1.950			
X _i + 10%	5,4	3,9	15.430	5,3	3,8	14.510	5,4	4,0	2.240	5,4	3,8	1.670
X _s + 10%	3,9	2,7	13.180	3,9	2,7	12.570	3,8	2,8	1.950	3,9	2,6	1.400

Onderstaand worden de resultaten van tabel 9 per fractie beschouwd. De beschouwing geldt voor alle vier afvalwaterkarakteristieken. Daar waar sterke afwijkingen in de resultaten worden gevonden tussen de afvalwaterkarakteristieken wordt hiervan melding gemaakt.

Fractie S_i

Het vergroten van de fractie S_i (opgelost inerte CZV) heeft geen invloed op de zuiverende werking van de rwzi. De slibsamenvesting blijft gelijk. Door de verhoging neemt alleen het opgeloste CZV in het effluent toe en wel met evenveel als waarmee de influentfractie is verhoogd.

Fractie S_s

Het vergroten van de fractie S_s met 10% van het CZV_{totaal} heeft zowel invloed op de nitrificatie als op de denitrificatie. Het effect op de nitrificatie is het gevolg van de circa 7 - 8% grotere slibproductie waardoor zich een circa 9% kleinere populatie nitrificerende bacteriën kan handhaven. Deze kleinere populatie komt tot uitdrukking in een toename van de ammoniumconcentratie met 45%.

De grotere slibproductie heeft tot gevolg dat zich een nieuwe evenwichtsslibsamenvesting instelt met minder inert materiaal en meer heterotrofe biomassa. De grotere slibproductie en de lagere nitrificatie zorgen allebei voor een lagere nitraatconcentratie. De nitraatconcentratie wordt echter ook verlaagd door de grotere hoeveelheid direct afbreekbare CZV (S_s), die de denitrificatie stimuleert.

Fractie X_i

De verhoging van de fractie X_i heeft invloed op de nitrificatie, denitrificatie en de slibproductie. De slibproductie neemt aanzienlijk toe (ca. 12 %). Hierdoor stelt zich een nieuwe evenwichtsslibsamenvesting in. De fracties auto- en heterotrofe bacteriën dalen. De daling van de nitrificerende fractie met circa 15% heeft tot gevolg dat de ammoniumconcentratie fors hoger wordt. Ook de denitrificatie verloopt minder goed. Dit is een gevolg van de kleinere fractie heterotrofe bacteriën, waardoor per kg droge stof minder nitraat kan worden gedenitrificeerd. De kleinere fractie X_{BH} heeft ook tot gevolg dat minder CZV beschikbaar komt door afsterving van heterotrofe bacteriën (endogene denitrificatie).

Fractie X_s

Het vergroten van de fractie X_s leidt tot een grotere slibproductie, wat ongunstig is voor de nitrificatie. De extra slibproductie en het effect hiervan op de nitrificatie is even groot als bij verhoging van de S_s-fractie. De verbetering van de denitrificatie is echter minder dan bij de toename van de fractie S_s. Dit komt doordat een deel van de verhoogde X_s-fractie aëroob wordt afgebroken en niet beschikbaar komt voor omzetting van nitraat in de anoxische zone.

- Uit bovenstaande constatering worden de volgende conclusies getrokken:
- de fractie S_I heeft geen invloed op de werking van de zuivering;
 - voor de slibproductie maakt het niet uit of het afbreekbare CZV binnenkomt via de fractie S_S of X_S ;
 - een toename van de fractie S_S leidt tot een lagere nitraatconcentratie dan een gelijke toename van de fractie X_S ; een deel van de X_S wordt in de beluchte ruimte afgebroken en komt (in tegenstelling tot S_S) niet volledig beschikbaar voor denitrificatie;
 - een verhoging van de fractie X_I heeft grote invloed op de slibamenstelling. Hierdoor wordt zowel de nitrificatie als de denitrificatie negatief beïnvloed. De invloed is groter dan bij een gelijke verhoging van het CZV bij de fracties S_S en X_S .

6.2.2 Onderlinge verschuiving tussen CZV-fracties bij constant CZV-totaal

In tabel 10 zijn de belangrijkste resultaten van de gevoeligheidsanalyse weergegeven bij onderlinge verschuivingen tussen de CZV-fracties, bij een constant totaal CZV. De gehanteerde methodiek is gelijk aan die van 6.2.1, met dien verstande dat tegenover de verhoging van een fractie met 10% van CZV-totaal, een even grote verlaging staat van een andere fractie. De volledige resultaten zijn weergegeven in bijlage VIII tabel 21 tot en met tabel 24.

Tabel 10. Effect van onderlinge verschuiving tussen CZV-fracties met 10% van CZV-totaal op effluentconcentraties ammonium en nitraat en slibproductie (CZV-totaal blijft constant).

	Nijmegen						Franeker					
	voorbezinking			voorprecipitatie			voorbezinking			voorprecipitatie		
	S_{NO} mg/l	S_{NH} mg/l	slibpro- kg ds/d	S_{NO} mg/l	S_{NH} mg/l	slibpro- kg ds/d	S_{NO} mg/l	S_{NH} mg/l	slibpro- kg ds/d	S_{NO} mg/l	S_{NH} mg/l	slibproduc- kg ds/d
basis influent	6,0	2,0	12.200	6,0	2,0	11.760	6,0	2,0	1.810	6,0	2,0	1.290
S_I												
$S_I + 10\%$, $S_S - 10\%$	10,3	1,3	11.250	10,8	1,3	10.720	10,2	1,3	1.660			
$S_I + 10\%$, $X_I - 10\%$	6,1	1,1	8.840	6,5	1,1	8.630	6,1	1,2	1.350	6,1	1,1	890
S_S												
$S_S + 10\%$, $S_I - 10\%$							3,2	2,8	1.950			
$S_S + 10\%$, $X_S - 10\%$	5,2	2,1	12.190	5,6	2,0	11.570	5,1	2,1	1.810			
X_I												
$X_I + 10\%$, $S_I - 10\%$							5,3	4,0	2.250	5,4	3,8	1.670
$X_I + 10\%$, $X_S - 10\%$	8,7	2,7	14.430	9,1	2,5	13.510	8,9	2,7	2.100	8,7	2,7	1.560
X_S												
$X_S + 10\%$, $S_S - 10\%$	7,0	1,9	12.210	7,5	1,8	11.580	7,3	2,0	1.810			
$X_S + 10\%$, $X_I - 10\%$	4,1	1,5	9.770	4,4	1,5	9.480	4,0	1,6	1.480	4,0	1,5	990

Vergroting van het aandeel S_I

Verhoging van het aandeel S_I leidt in alle gevallen tot vollediger nitrificatie omdat het inerte S_I als enige CZV-fractie niet bijdraagt aan de slibgroei. Dit inerte karakter geeft tevens een vermindering van de denitrificatie door substraatgebrek. Dit effect is het sterkst bij vervanging van S_S door S_I ; bij X_I (ook inert) ontbreekt dit effect.

Vergroting van het aandeel S_S

Verhoging van het aandeel S_S geeft een verbetering van de denitrificatie; deze is het sterkst bij vervanging van S_I door S_S . Ten opzichte van X_S is S_S beter beschikbaar, omdat een kleiner deel met zuurstof wordt geoxideerd. Het effect van S_S op de

nitrificatie is direct gecorreleerd aan de slibaanwas: neutraal t.o.v. X_s en minder gunstig dan S_i dat geen slibgroei geeft.

Vergroting van het aandeel X_i

Verhoging van het aandeel X_i is voor alle processen ongunstig omdat 15% extra slib wordt gevormd, dat niet deelneemt aan de biologische processen.

Vergroting van het aandeel X_s

Verhoging van het aandeel X_s ten opzichte van X_i is gunstig voor alle processen. Ten opzichte van S_s is de slibproductie gelijk, wat resulteert in gelijke nitrificatie; de beschikbaarheid voor denitrificatie is echter minder groot (deels aërobe afbraak).

6.2.3 Bruikbaarheid CZV-fracties voor N-totaalverwijdering

Op basis van de gegevens van 6.2.2 is een rangorde opgesteld in de fracties aflopend van zeer gunstig tot zeer ongunstig voor N_{totaal} . De reeks is opgesteld door per fractie te sommeren hoe veel de effluentconcentratie N_{totaal} ($S_{\text{NH}} + S_{\text{NO}}$) hoger of lager werd bij 10% uitwisseling tegen andere fracties. Dit heeft geresulteerd in de volgende rangorde van de CZV-fracties met afnemende bruikbaarheid, of toenemende hinder voor N-totaalverwijdering:

$$S_s > X_s > S_i > X_i$$

Samenvattend kan worden geconcludeerd dat SIMBA gevoelig is voor de influentkarakteristiek met S_s als meest positieve en X_i als meest negatieve fractie voor N_{totaal} . Verschuiving van CZV tussen de fracties S_s en X_s heeft alleen invloed op de denitrificatie, omdat de slibproductie uit beide fracties even groot is. S_i is strikt inert, omdat het nitrificatie en denitrificatie noch hindert, noch stimuleert. X_i is louter ongunstig, omdat het niet als substraat kan dienen, maar wel bijdraagt aan het inerte deel van de actief-slibmassa.

6.3 Gevoeligheid voor variatie in kinetische parameterwaarden

De door het IAWQ actief-slibmodel nr. 1 onderscheiden kinetische parameters zijn weergegeven in tabel 11. De gevoeligheidsanalyse voor variaties in de kinetische parameters is uitgevoerd door vast te stellen wat de effluentkwaliteit voor ammonium en nitraat wordt als de waarde van één kinetische parameter met 10% wordt vergroot of verkleind. Deze gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd met de influentkarakteristieken "Nijmegen bezonken en voorgeprecipiteerd" en de op basis daarvan afgeleide model-rwzi's (resultaat volumeberekening).

In tabel 12 zijn de kinetische default-waarden van SIMBA en de resultaten van de gevoeligheidsanalyse voor verandering in de kinetische parameters voor bezonken afvalwater weergegeven. In tabel 13 zijn de resultaten met het voorgeprecipiteerde afvalwater weergegeven. De vet weergegeven kinetische parameters hebben bij een 10% verhoging of verlaging tot gevolg dat de effluentconcentraties NO_3 of NH_4 met meer dan 5% veranderen. De cursief weergegeven waarden betreffen parameters die door de verhoging of verlaging buiten de ranges komen die in de literatuur^[2] zijn vermeld (zie ook tabel 11). Hiermee is toch gerekend om een indruk te krijgen van de invloed van deze parameters op de effluentkwaliteit.

Tabel 11. Kinetische en stoichiometrische parameters in IAWQ model nr.1.

symbool	omschrijving	range ²¹	eenheid
Y_H	heterotrofe yield	0,46 - 0,69	g CZV/g CZV
Y_A	autotrofe yield	0,07 - 0,28	g CZV/g N
i_{XB}	N-gehalte biomassa	0,086	g N/ g CZV
i_{XP}	N-gehalte endogene massa	0,06	g N/ g CZV
f_p	fractie van biomassa in inerte producten	0,08 - 0,20	-
μ_H	maximale groeisnelheid heterotrofen	3,0 - 13,2	1/d
K_S	halfwaardecoëfficiënt heterotrofen	10 - 180	g CZV/m ³
$K_{O,H}$	halfwaardecoëfficiënt heterotrofen voor zuurstof	0,01 - 0,20	g O ₂ /m ³
$K_{N,O}$	halfwaardecoëfficiënt heterotrofen voor nitraat	0,1 - 0,2	g NO ₃ -N/m ³
b_H	heterotrofe afstervingssnelheid	0,05 - 1,6	1/d
b_A	autotrofe afstervingssnelheid	0,15	1/d
η_g	correctiefactor voor de heterotrofe groeisnelheid onder anoxische omstandigheden	0,6 - 1,0	-
η_h	correctiefactor voor hydrolyse onder anoxische condities	0,4	-
k_h	maximale specifieke hydrolysesnelheid	1,0 - 3,0	1/d
K_X	halfwaardecoëfficiënt voor hydrolyse van langzaam biologisch	0,01 - 0,03	-
μ_A	maximale autotrofe groeisnelheid	0,34 - 0,8	1/d
K_{NH}	halfwaardecoëfficiënt autotrofen voor ammonium	1,0	g NH ₃ -N/m ³
$K_{O,A}$	halfwaardecoëfficiënt autotrofen voor zuurstof	0,4	g O ₂ /m ³
k_a	ammonificatiesnelheid	0,08	m ³ COD/g.d
$K_{ALK,H}$	halfwaardecoëfficiënt heterotrofen voor de alkaliteit	0,1	mol/m ³
$K_{ALK,A}$	halfwaardecoëfficiënt autotrofen voor de alkaliteit	0,25	mol/m ³
$K_{O,AN}$	halfwaardecoëfficiënt voor hydrolyse van O ₂ + NO-N onder ana-	0,5 - 2,0	g CZV/m ³
$\eta_{H,AN}$	correctiefactor voor hydrolyse onder anaërobe condities	0,65	-
K_{NHNO}	halfwaardecoëfficiënt voor inbouw van NH/NO door heterotrofen	0,1	g/m ³

Uit tabel 12 en tabel 13 blijkt dat een redelijk aantal kinetische parameters sterke invloed heeft op de effluentkwaliteit. Negen parameters hebben bij 10% variatie een effect van meer dan 5% op de ammonium- en/of nitraatconcentratie. Hiervan hebben vijf kinetische parameters een effect van 10% of meer op de ammonium- en/of nitraatconcentratie.

De kinetische parameters met de grootste invloed op de effluentconcentratie NH₄-N en/of NO₃-N zijn de heterotrofe yield (Y_H), de auto- en heterotrofe afsterving (b_A en b_H), de autotrofe groeisnelheid (μ_A), de affiniteitsconstante voor ammonium (K_{NH}) en de affiniteitsconstante voor zuurstof van de autotrofen ($K_{O,A}$). De parameters die meer dan 5% invloed hebben op de N_{totaal} concentratie zijn Y_H , b_A , correctiefactor voor de groei van heterotrofen onder anoxische omstandigheden (η_g) en μ_A . De enige parameter die de slibproductie significant beïnvloedt is de heterotrofe yield. De heterotrofe afsterving (b_H) heeft een geringe invloed (2%) op de slibproductie.

De gevoeligheidsanalyse voor de kinetische parameters is uitgevoerd met bezonken en voorgeprecipiteerd afvalwater. Bij vergelijking van de resultaten blijkt het type afvalwater geen invloed te hebben op de resultaten van de gevoeligheidsanalyse. Alleen bij de parameter Y_H wordt een verschil geconstateerd.

Samenvattend kan worden geconcludeerd dat voor het kalibreren van een rwzi-model met name de parameters Y_H , i_{XB} , μ_H , b_H , b_A , μ_A , K_{NH} en $K_{O,A}$ in aanmerking komen. De invloed van de overige parameters op de effluentkwaliteit is voor deze modelstudie gering. Dit komt overeen met praktijkervaringen bij het kalibreren van model-rwzi's.

Tabel 12. Relatieve gevoeligheid van de effluentkwaliteit voor +10%- en -10%-variëaties in kinetische parameterwaarden van bezonken afvalwater, uitgedrukt in %.

parameter	default-instelling	NO ₃ -concentratie (%)		NH ₄ -concentratie (%)		N-totaal (%)		slibproductie (kg/d)	
		+ 10%	-10%	+ 10%	-10%	+ 10%	-10%	+ 10%	-10%
Y _H	0,67	20	-14	27	-16	22	-15	13	-10
Y _A	0,24	-1	1	1	-1	0	0	1	-1
i _{XB}	0,086	-6	6	3	-3	-3	4	-1	0
i _{XP}	0,06	-1	1	0	0	-1	1	0	0
f _p	0,08	1	-1	2	-2	1	-1	1	-1
μ _H	6exp(-0,069*(20-T))	-5	6	2	-2	-3	4	0	0
K _S	20	3	-4	-1	1	2	-2	0	0
K _{OH}	0,2	-2	2	0	0	-2	2	0	0
K _{NO}	0,5	4	-4	-1	1	3	-3	0	0
b _H	0,62exp(-0,11*(20-T))	4	-4	-5	6	2	-2	-1	2
b _A	0,15exp(-0,098*(20-T))	-6	4	43	-28	6	-4	0	0
η _B	0,8	-7	8	2	-2	-5	6	0	0
η _n	0,4	-1	1	0	0	-1	1	0	0
k _n	3,0exp(-0,11*(20-T))	-2	2	0	-1	-1	2	0	0
K _X	0,03exp(-0,11*(20-T))	1	-1	0	0	1	-1	0	0
μ _A	0,8exp(-0,098*(20-T))	6	-17	-42	119	-6	18	0	0
k _{NH}	1,0	-2	2	15	-15	2	-2	0	0
K _{OA}	0,4	-2	2	17	-14	3	-2	0	0
k _a	0,08exp(-0,069*(20-T))	0	0	0	0	0	0	0	0
K _{ALK,H}	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
K _{ALK,A}	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0
K _{OAN}	0,2	-1	1	0	0	0	1	0	0
η _{H,AN}	0,65	-1	2	0	0	-1	1	0	0
K _{NHNO}	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 13. Relatieve gevoeligheid van de effluentkwaliteit voor +10%- en -10%-variatie in kinetische parameterwaarden van voorgeprecipiteerd afvalwater, uitgedrukt in %.

parameter	default-instelling	NO ₃ -N (%)		NH ₄ -N (%)		N-totaal (%)		slibproductie (%)	
		+ 10%	-10%	+ 10%	-10%	+ 10%	-10%	+ 10%	-10%
Y _H	0,67	14	-12	39	-21	20	-14	12	-10
Y _A	0,24	-1	1	1	-1	0	0	0	0
i _{XB}	0,086	-6	7	3	-3	-4	4	0	0
i _{XP}	0,06	-1	1	0	0	-1	1	0	0
f _p	0,08	0	0	2	-2	1	-1	0	-1
μ _H	6exp(-0,069*(20-T))	-5	6	1	-2	-3	4	0	0
K _S	20	3	-3	-1	1	2	-2	0	0
K _{OH}	0,2	-2	3	0	0	-2	2	0	0
K _{NO}	0,5	4	-4	-1	1	3	-3	0	0
b _H	0,62exp(-0,11*(20-T))	5	-5	-7	8	2	-2	-2	2
b _A	0,15exp(-0,098*(20-T))	-6	4	38	-26	5	-3	0	0
η _B	0,8	-7	8	1	-2	-5	6	0	0
η _n	0,4	-2	2	0	0	-1	1	0	0
k _n	3,0exp(-0,11*(20-T))	-3	3	1	-1	-2	2	0	0
K _X	0,03exp(-0,11*(20-T))	1	-1	0	0	1	-1	0	0
μ _A	0,8exp(-0,098*(20-T))	7	-19	-42	118	-6	15	0	0
k _{NH}	1,0	-3	2	15	-15	2	-2	0	0
K _{OA}	0,4	-3	2	17	-14	2	-2	0	0
k _a	0,08exp(-0,069*(20-T))	0	-1	0	0	0	0	0	0
K _{alk,H}	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
K _{alk,A}	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0
K _{Oan}	0,2	-1	1	0	0	-1	1	0	0
η _{HA}	0,65	-2	2	0	0	-1	1	0	0
K _{NHNO}	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0

6.4 Invloed van de rwzi-modelstructuur op de volumeberekeningen

Bij de volumeberekeningen met SIMBA is uitgegaan van een eenvoudig model bestaande uit twee denitrificatiecompartimenten en vier nitrificatiecompartimenten. Om een indruk te krijgen van de invloed van het aantal compartimenten in een rwzi-model, zijn volumeberekeningen uitgevoerd met modellen bestaande uit een verschillend aantal compartimenten.

Tabel 14. Rwzi-varianten gebruikt in de gevoeligheidsanalyse naar de invloed van de modelopbouw.

rwzi-model	compartimenten voor-denitrificatie (stukks)	aantal compartimenten nitrificatie	
		(stukks)	
volledige propstroom voordenitrificatie	2	4	
volledige propstroom voordenitrificatie	4	8	
		anoxisch	aeroob
voordenitrificatie + omloopsysteem	4	4	8

De zuurstofinbreng in de eerste vijf compartimenten is gestuurd op 2 mg/l in de afloop van het derde compartiment. De sturing van de zuurstofinbreng in de laatste drie compartimenten is gestuurd op 1 mg/l in het laatste compartiment. De recirculatie van nitraatrijk actief-slib naar de voorgeschakelde denitrificatietank is begrensd op maximaal $7 \times Q_{dwa}$. De resultaten zijn weergegeven in tabel 15.

Tabel 15. Resultaten van de volumeberekeningen bij variatie van het aantal compartimenten.

methode	V_n (m ³)	V_d (m ³)	V_{tot} (m ³)	k_{czv} (kg/kg ds.d)	k_{szv} (kg/ kg.d)	k_n (kg N/ kg ds. d)	acetaat- dosering (mg/l)	slibpro- ductie (kg/d)
volumeberekening voor Nijmegen voorbezonken								
model (2 ¹ ,4 ²)	44.000	47.200	91.200	0,067	0,029	0,010	36	12.190
model (4 ¹ ,8 ²)	44.000	46.600	90.600	0,068	0,029	0,010	25	11.920
model (4 ¹ ,4 ¹ ,8 ²)	41.600	42.800	84.400	0,073	0,031	0,011	18	11.880
volumeberekening voor Nijmegen voorprecipitatie								
model (2 ¹ ,4 ²)	35.750	43.200	80.700	0,065	0,033	0,010	50	11.670
model (4 ¹ ,8 ²)	38.400	39.200	77.600	0,068	0,034	0,010	44	11.600
model (4 ¹ ,4 ¹ ,8 ²)	39.800	40.800	80.600	0,065	0,033	0,010	31	11.180

1) aantal niet beluchte compartimenten

2) aantal beluchte compartimenten

Uit deze berekeningen blijkt dat de structuur van het rwzi-model invloed heeft op de resultaten. Naarmate het aantal compartimenten groter wordt, is een kleiner volume nodig en daalt de vraag naar aanvullende CZV-dosering. De andere modelstructuren geven geen totaal ander beeld: bij voorprecipitatie is meer aanvullende dosering nodig dan bij voorbezonken water. Voor de vergelijking in deze studie voldoet het gebruikte model, ook al is het niet volledig geoptimaliseerd om de best mogelijke effluentkwaliteit te bereiken.

Ook bij de aangepaste modelstructuren wordt geconcludeerd dat deze met de gehanteerde parameters minder gunstig presteren dan praktijk-rwzi's. Als dimensioneringsmethode zijn deze modellen dus nog steeds niet realistisch.

6.5 Vergelijking van Simba en HSA-dimensionering

Volumeberekeningen met HSA

Wegens de grote volumina en lage slibbelastingen volgens de berekeningen met SIMBA is ter vergelijking een dimensionering uitgevoerd volgens de HSA-methode. Daarbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- influent-BZV₅ (in plaats van CZV-fracties), op basis van de influent-analyses;
- effluentsamenstelling, actief-slibgehalte en ontwerptemperatuur als bij de Simba-berekeningen;
- kinetische parameters volgens STOWA 95-19^[7];
- BZV-verwijdering = 98%;
- verhouding zwevende stof/BZV na voorbezinking 0,8 : 1 en na voorprecipitatie 1 : 1;
- voordennitrificatie met recirculatie-debiet ter grootte van 5 • DWA.

De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in tabel 16.

Tabel 16. Actief-slibvolume benodigd voor N-totaalverwijdering berekend volgens HSA.

methode	V _n (m ³)	V _a (m ³)	V _{wa} (m ³)	k _{BZV} (kg BZV/kg ds.d)	k _N (kg N/kg ds. d)	acetaat- dosering (mg/l)	slibpro- ductie (kg/d)
rwzi Nijmegen, zonder acetaatdosering							
voorbezinking	21.200	23.600	44.800	0,059	0,020	0	8.600
voorprecipitatie	18.600	24.100	42.700	0,048	0,018	0	7.500
rwzi Nijmegen, met acetaatdosering tot V _n :V _a = 50%:50%							
voorbezinking	21.700	21.700	43.400	0,063	0,021	7	8.800
voorprecipitatie	19.600	19.600	39.100	0,058	0,020	14	8.000
rwzi Franeker							
voorbezinking	3.100	2.000	5.100	0,073	0,020	0	1.300
voorprecipitatie	2.200	4.000	6.200	0,040	0,010	0	900
voorprec. + acetaat	2.500	2.500	5.000	0,062	0,021	27	1.000

Volgens de HSA-berekeningen bij rwzi Nijmegen is met zowel voorbezinking als voorprecipitatie een (beperkte) dosering van acetaat nodig om aan het uitgangspunt van maximaal 50% denitrificatievolume te voldoen. Bij voorbezinking is de acetaatdosering kleiner (7 mg/l) dan bij voorprecipitatie (14 mg/l). Zowel met als zonder acetaatdosering is het benodigd aeratievolume bij voorprecipitatie 5 - 10% kleiner dan bij voorbezinking. Hierbij is van belang dat bij de rwzi Nijmegen de BZV/N-verhouding met voorprecipitatie slechts 10% kleiner is dan bij voorbezinking (2,63 versus 2,93).

Bij de rwzi Franeker is door de gunstige watersamenstelling bij voorbezinking (BZV/N = 3,57) een dimensionering mogelijk met een relatief hoge slibbelasting, zonder acetaatdosering. Bij voorprecipitatie wordt de watersamenstelling echter veel ongunstiger (BZV/N = 2,34), waardoor een veel groter beluchtingsvolume nodig is, of

aanvullende acetaatdosering om het denitrificatievolume te beperken tot 50% van het totaalvolume.

Uit een indicatieve kostenvergelijking voor de rwzi Nijmegen blijkt dat de besparing bij voorprecipitatie op de kapitaalkosten van de beluchtingsruimte (investeringskosten f 500/m³, annuïteit 10%/j) en de extra inkoop van acetaat (à f 1.000/ton) ongeveer tegen elkaar opwegen (beide circa f 200.000/j). De totale slibverwerkingskosten zijn niet goed te vergelijken omdat gegevens over primair slib ontbreken; mogelijk zijn deze bij voorprecipitatie iets hoger. In totaal is voorprecipitatie voor rwzi Nijmegen dus bij benadering kostenneutraal ten opzichte van voorbezinking.

Bij de rwzi Franeker is de balans ongunstig voor voorprecipitatie: de besparing op de beluchtingsruimte is relatief kleiner en de benodigde acetaatdosering veel groter dan bij Nijmegen. Dit hangt samen met het veel grotere verschil in BZV/N-verhouding ten opzichte van voorbezinking.

Vergelijking Simba/HSA

Bij vergelijking van de HSA- en Simba-volumeberekeningen voor de rwzi's Nijmegen en Franeker blijkt dat de benodigde volumes volgens Simba een factor twee hoger zijn, waarbij bovendien nog hogere acetaatdoseringen nodig zijn. Dit geldt zowel voor influent met een lage BZV/N-verhouding (rwzi Nijmegen), als bij influent met een 'normale' samenstelling (Franeker met voorbezinking). Op basis van de grote verschillen in dimensioneringsresultaten wordt geconcludeerd dat het IAWQ-model zonder complete set van invoergegevens (influentkarakteristiek en kinetische parameters) niet is te gebruiken als dimensioneringsmethode.

7 DISCUSSIE

7.1 Praktijkervaring met de toepassing van influentkarakterisering

BZV_∞-bepaling

In de praktijk is gebleken dat de literatuurwaarde van de parameter k voor de omrekening van BZV_5 naar BZV_{∞} per rwzi sterk kan variëren. De parameter k blijkt sterk afhankelijk te zijn van de X_s/S_s -verhouding, en is derhalve afvalwaterspecifiek. Voor dit onderzoek is per rwzi tweemaal een BZV_{∞} -bepaling in enkelvoud uitgevoerd. Voor het bepalen van de BZV-curve is maximaal een BZV_{15} bepaald. Uit onderzoek van DWR^[5] is onder andere gebleken dat het meenemen van een BZV_{20} leidt tot een onbetrouwbare bepaling van de parameter k .

Op basis van de verkregen resultaten wordt voor de bepaling van BZV_{∞} het volgende aanbevolen:

- de bepaling van BZV_{∞} is gevoelig voor onnauwkeurige uitvoering en dient vanwege de sterke variatie in de BZV-waarden bij lange incubatietijd in duplo te worden uitgevoerd. De spreiding wordt deels veroorzaakt door onervarenheid met de BZV_{∞} -bepaling. Mogelijk speelt een verkeerde verdunning een rol (te laag zuurstofgehalte bij de laatste meting waardoor de BZV-bepaling niet meer voldoet aan de methode);
- bij het inzetten van de bepaling dienen per BZV-bepaling aparte flessen te worden ingezet;
- bij het fitten van de BZV-curve heeft de kromming aan het begin een grote invloed op de berekening van de k -waarde. Het aantal bepalingen dient daarom aan het begin van de kromme hoger te liggen dan aan het eind.

Op basis van bovenstaande wordt aanbevolen om voor de BZV_{∞} - en k -berekening het BZV te bepalen na een incubatietijd van 1, 2, 3, 4, 5, 7 en 10 dagen. Hiervan wordt verwacht dat bij het fitten een betere k -waarde wordt verkregen dan bij het hanteren van BZV-waarden op latere tijdstippen. Het protocol moet zeer nauwgezet worden uitgevoerd om een betrouwbaar resultaat te krijgen. Een adequate bepaling van de k -waarde resulteert in een gedegen influentkarakterisering die benodigd is voor SIMBA-studies en waardevolle informatie bevat voor de technologische bedrijfsvoering van rwzi's.

Microfiltratie met 0,45 μ m filter

In de praktijk is gebleken dat de microfilters (0,45 μ m) het CZV verhogen. Deze verhoging treedt met name op bij het gebruik van cellulose-acetaatfilters. Echter ook andere typen microfilters (glasvezel) kunnen een verhoging geven van het CZV. Het wordt daarom aanbevolen om een blanco mee te nemen. De verkregen blanco's worden gebruikt voor de correctie van het CZV bij alle gefiltreerde monsters.

De filtratie over een 0,45 μ m filter is indertijd gebaseerd op basis van uitvoerbaarheid in de praktijk. Een nadeel bij het gebruik van deze filters is dat een overschatting wordt verkregen van de waarde S_s . Een deel van de colloïdale fractie gaat door het filter. De waarde van S_s omvat derhalve een deel opgelost CZV zoals bedoeld in het IAWQ-model en een hoeveelheid colloïdaal materiaal dat niet behoort tot de S_s -fractie. Een verbeterde bepaling van de fractie S_s vergt filtratie over een 0,1 μ m filter of voorbehandeling van het monster met een precipitatie middel gevolgd door filtratie over 0,45 μ m. Uit praktische overwegingen (zeer snelle verstopping van een 0,1 μ m filter) gaat de voorkeur uit naar voorbehandeling van het monster met een precipitatie middel ((Fe^{3+} , Al^{3+} of $Zn(OH)_2$) alvorens het wordt gefiltreerd over een 0,45 μ m filter.

Vetzuurbepaling

De fractie S_A wordt bepaald om de hoeveelheid direct beschikbaar CZV (lagere vetzuren) vast te stellen. De fractie S_A kan bij het IAWQ nr. 1 worden gehanteerd als controle middel voor de fractie S_s ; de waarde van S_s moet groter zijn dan de concen-

tratie lagere vetzuren. Voor de controle van de fractie dient wel een aantal vetzuurbepalingen over een bepaalde tijd te worden uitgevoerd: één steekmonster is hiervoor onvoldoende.

De filtratie van de monsters voor de vetzuurbepaling dient bij voorkeur met overdruk te worden uitgevoerd. Met overdruk wordt de verwijdering van lagere vetzuren door verdamping het kleinst geacht.

7.2 Watersamenstelling en bezinkrendementen volgens praktijk en STOWA 96-20

Samenstelling ruw influent

Uit de influentkarakterisering van dit onderzoek is gebleken dat de influentkarakteristiek per rwzi flink verschilt en zelfs op de verschillende monsterdagen uiteen kan lopen. Er is derhalve geen sprake van een 'algemeen Nederlands influent' dat veilig als fractieverdeling kan worden gebruikt in die gevallen waarin geen influentkarakterisering is uitgevoerd.

Het aandeel van S_1 en S_5 blijkt in STOWA 96-20 en de praktijkwaarnemingen van het onderhavige onderzoek redelijk overeen te komen. Het aandeel X_1 (voor de N-verwijdering een relatief 'ongunstige' fractie) is in de praktijkgegevens echter beduidend hoger en het aandeel van X_5 (een 'gunstige' fractie) is lager. In totaliteit betekent dit dat de samenstelling van met name de onopgeloste influentfracties in de Nederlandse praktijk minder gunstig is voor stikstofverwijdering dan op basis van algemene gegevens werd aangenomen.

Uit de BZV-reeksen is afgeleid dat de k-waarde, die gebruikt wordt om de BZV-gegevens te vertalen naar een BZV_{∞} , in de meeste influentmonsters flink afwijkt van de default $k = 0,23 \text{ d}^{-1}$. In de meeste gevallen is de k-waarde groter dan de default-waarde (rond $0,4 \text{ d}^{-1}$), wat betekent dat BZV_{∞} reeds na kortere tijd wordt benaderd. Ter illustratie: bij $k = 0,23 \text{ d}^{-1}$ bedraagt de verhouding $BZV_{\infty}/BZV_5 = 1,46$; bij $k = 0,40 \text{ d}^{-1}$ is deze verhouding $1,16 : 1$. Voor de praktijk betekent dit dat de som van X_5 en S_5 niet 82% groter is dan BZV_5 (bij $Y_{H,BZV} = 0,20$, zie bijlage 1), maar 45% groter. Gezien de forse spreiding (ook hogere waarden dan $0,40$ en lager dan $0,23 \text{ d}^{-1}$ komen voor) mogen deze getallen echter niet als nieuwe defaults worden gebruikt.

Rendement voorbezinking en voorprecipitatie

Alle CZV-fracties werden door voorprecipitatie volledig verwijderd dan door voorbezinking. De waargenomen 29% S_5 -verwijdering door voorprecipitatie moet worden toeerekend aan het meebepalen van colloïdaal materiaal na filtratie van het ruwe influent over een $0,45 \mu\text{m}$ filter; de laagmoleculaire organische verbindingen waaruit S_5 is samengesteld laten zich immers niet door precipitatie verwijderen. De werkelijke S_5 -fractie van het ruwe influent moet dus gelijk zijn aan die van het voorgeprecipiteerde influent (= 29% lager dan de meetwaarde van het ruwe influent) en het rendement van de voorprecipitatie voor S_5 is nihil.

De gemeten rendementen van voorbezinking en voorprecipitatie voor de verschillende CZV-fracties wijken af van de geschatte waarden in STOWA 96-20. De relatief gunstige fractie X_5 (en bij voorprecipitatie S_5) werd veel volledig verwijderd; het rendement voor de ongunstige X_1 was bij beide technieken echter veel lager dan volgens STOWA 96-20.

Consequenties voor voorbehandeld influent

Hoewel nogmaals moet worden benaderd dat de waarnemingen een forse spreiding vertonen, kan algemeen worden geconcludeerd dat de samenstelling van het voorbehandelde influent volgens de praktijkwaarnemingen minder gunstig is voor N-totaalverwijdering dan de theoretische watersamenstelling volgens STOWA 96-20. Dit is een combinatie van het minder gunstig samengestelde ruwe influent en

afwijkingen in het rendement voor de verschillende fracties, die ten opzichte van 96-20 een verschuiving geven in de richting van minder gunstige CZV-fracties.

7.3 Gevoeligheid van Simba voor influentfracties en procesparameters

De gevoeligheidsanalyse wijst uit dat verschuivingen tussen de CZV-inluentfracties een belangrijke invloed hebben op de N-totaalverwijdering. Daarbij is tevens een bruikbaar onderscheid verkregen tussen fracties die 'gunstig' en 'ongunstig' zijn voor de N-totaalverwijdering. Tevens is inzicht verkregen in de gevoeligheid van het model voor 10% variatie van de gehanteerde kinetische en stoichiometrische modelparameters. Een punt van discussie blijft echter of de bandbreedte van de 'default'-modelparameters die in de literatuur wordt aangegeven wel reëel is. Als bepaalde parameters in de praktijk sterker variëren dan andere, kan dit leiden tot een andere rangorde in gevoeligheid dan de hier gepresenteerde resultaten.

Een essentiële schakel tussen model en praktijk is de karakterisering van de influentfracties. Uit dit onderzoek en aanverwante Nederlandse ervaringen zijn aanbevelingen naar voren gekomen voor verbetering. Deze richten zich deels op de praktische uitvoerbaarheid en deels op de representativiteit van de analyse voor de gevraagde eigenschap van het afvalwater. Een aspect dat in dit onderzoek niet nader is belicht, is de juistheid van de vergelijkingen waarmee de IAWQ-parameters worden afgeleid uit de chemische en biologische analyse-parameters (zie bijlage I). Onjuistheden in deze relaties werken sterk door in de modelberekeningen. Een nadere analyse van de gevoeligheid van het model hiervoor gaat buiten de scope van dit onderzoek.

7.4 Dimensionering met Simba versus HSA

Mogelijkheden van Simba

In de eerste fase van de haalbaarheidsstudie 'Varianten op voorbezinking' werd geconstateerd dat door voorbehandeling niet alleen de hoeveelheid BZV, maar ook de kwaliteit van de aanwezige BZV voor N-verwijdering wordt beïnvloed. Om de consequenties hiervan voor de rwzi-dimensionering te onderzoeken, bestond de behoefte aan een ontwerpmodel dat in tegenstelling tot HSA in staat is onderscheid te maken tussen de verschillende BZV- (of CZV-)fracties. Het IAWQ-model en het daarop gebaseerde Simba-pakket bieden deze mogelijkheid. In het vervolg is echter gebleken dat de veelzijdigheid van IAWQ/Simba, namelijk het rekenen met meer CZV- en N-fracties, tevens een beperking oplevert, omdat meer input-gegevens bekend moeten zijn om een betrouwbaar resultaat te kunnen krijgen. Dit onderzoek toont aan dat Simba-simulaties, uitgaand van de gemeten influentsamenstelling en de aanbevolen default procesparameters, zuiveringsprestaties te zien geven die fors achterblijven bij de gebruikelijke praktijk. Dimensionering met Simba volgens de standaard-parameters leidt dus tot overbemeten actief-slibtanks en/of te pessimistische inschattingen van de benodigde dosering van externe CZV-bronnen. Om met IAWQ/Simba wel betrouwbare resultaten te krijgen zal eerst een kalibratie/verificatie moeten worden uitgevoerd, waarbij met het betreffende afvalwater en het betreffende zuiveringssysteem een representatieve modelsituatie wordt verkregen. Het spreekt voor zich dat voor de dimensionering van nieuw te bouwen systemen niet aan deze voorwaarde kan worden voldaan, tenzij een geadapteerd biologisch proefstelsel beschikbaar is voor de kalibratie/verificatie.

Mogelijkheden van HSA

De HSA-dimensioneringsmethode kan door de beperkte input aan influentgegevens (alleen BZV-totaal, zwevende stof, Kj-stikstof) de finesses van het zuiveringsproces

minder goed beschrijven dan het IAWQ-model. Het grote voordeel van HSA is echter dat de methode getoetst is aan Nederlandse praktijkgegevens. Bij vergelijking van praktijksystemen met de door HSA berekende dimensionering (STOWA-rapport 95-19) bleek het HSA-model gemiddeld genomen de praktijkprestaties goed te voorspellen (zij het met een forse spreiding naar boven en beneden). Dit betekent dat binnen het gebruikelijke toepassingsgebied van het HSA-model realistische dimensioneringsresultaten mogen worden verwacht. Daarbij moet echter wel in acht worden genomen dat de toetsing van het HSA-model alleen is uitgevoerd bij rwzi's zonder voorbehandeling, of met alleen voorbezinking. Of HSA ook bij voorprecipitatie realistische waarden oplevert is dus niet bekend. Daarbij geldt tevens dat de subtiele effecten van 'kwaliteitsverschillen' in de BZV- en CZV-fracties niet goed door het wat grovere HSA-model kunnen worden voorspeld (de reden waarom in dit onderzoek het HSA-model in eerste instantie is verlaten en is overgestapt op Simba).

Simba of HSA?

Het uitgevoerde onderzoek onderstreept nogmaals de conclusie van STOWA 95-19 "Evaluatie HSA-model voor toepassing in Nederland".

'Op basis van deze overwegingen wordt geconcludeerd dat statische dimensioneringsmodellen als HSA en Kayser hun beperkingen hebben, maar bruikbaar zijn als algemene ontwerpmethod. Een verfijning van het statische model door het hantieren van meer influentfracties zou een deel van de beperkingen opheffen, maar vergt meer gegevens dan nu in het algemeen beschikbaar zijn. Dynamische simulatie kan de statische modellen bij het ontwerpproces aanvullen, maar zeker nog niet vervangen.'

Hierbij kan worden aangetekend dat zelfs als de influentfracties wel bekend zijn, het ontbreken van betrouwbare default-procesparameters een toepassing van IAWQ/Simba als dimensioneringsmodel zonder voorafgaande kalibratie in de weg staat. De conventionele dimensioneringsmethoden geven in veel minder tijd en inspanning een ontwerp met voldoende mate van betrouwbaarheid. SIMBA kan echter wel uitstekend worden gebruikt om in de ontwerpfase deelaspecten nader te bestuderen in vergelijkende studies.

Geconcludeerd wordt dat voor dit onderzoek noch Simba, noch HSA het gevraagde inzicht in het zuiveringsproces kunnen verschaffen met de beschikbare gegevens: het eerstgenoemde model blijkt met de beschikbare parameters onvoldoende representatief voor de praktijksituatie; het tweede is te grof om het effect te onderscheiden van de verschuivingen in CZV-fracties die door de voorbehandeling zijn ontstaan.

7.5 Voorbezinking versus voorprecipitatie

Het onderzoek heeft veel inzicht opgeleverd in de werking, mogelijkheden en beperkingen van zuiveringsmodellen. Ook is belangrijke informatie verkregen over (de gevarieerdheid van) de CZV-fractionering van het Nederlandse influent. Op de kernvraag van het onderzoek, namelijk de haalbaarheid van voorbezinking versus voorprecipitatie bij N-totaalverwijdering, is geen eenduidig antwoord verkregen. De HSA-methode bleek te grof, het IAWQ-model te onzeker om harde uitspraken te doen. Uit een combinatie van de verkregen informatie ontstaat echter toch het beeld dat de influentsamenstelling van de Nederlandse rwzi's en het effect van de voorbehandelingsmethoden op de verschillende fracties minder gunstig zijn voor N-totaalverwijdering dan in eerste aanzet verwacht. Dit noopt ertoe eerder zuinig te zijn op de aanwezige CZV dan er kwistig mee om te springen. Vanuit deze optiek worden twijfels geplaatst bij het aanvankelijk gunstige beeld van voorprecipitatie in STOWA 96-20. Een indicatieve kostenberekening op basis van de HSA-dimensionering, die ondanks haar beperkingen toch betrouwbaarder wordt geacht dan de default-Simba methode, geeft aan dat zelfs bij de relatief gunstige afvalwatersamenstelling van

rwzi Nijmegen geen kostenvoordeel wordt behaald door de wat kleinere dimensionering bij voorprecipitatie. Daarom wordt 'het voordeel van de twijfel' toegekend aan voorbezinking.

8 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Algemene conclusies:

1. De STOWA-richtlijn 96-08 voor influentkarakterisering vergt op enkele punten aanpassing om representatieve gegevens van de IAWQ-fracties te krijgen (zie verder de aanbevelingen in dit hoofdstuk).
2. De onderlinge verhouding tussen de CZV-fracties S_s , S_i , X_s en X_i in de onderzochte influenten blijkt per rwzi flink te variëren. Daarom kan geen "algemeen Nederlands influent" worden vastgesteld.
3. De CZV-totaalverwijdering is bij voorprecipitatie 54%, tegenover 41% bij voorbezinking. Bij beide technieken zijn de rendementen een derde hoger dan in STOWA 96-20 werd verondersteld. De verwijdering van Kj-N is bij voorprecipitatie en voorbezinking ongeveer gelijk, respectievelijk 19% en 15%. Bij voorprecipitatie verslechtert de CZV/N-verhouding sterker dan bij voorbezinking.
4. De samenstelling van het voorbezonden en voorgeprecipiteerde influent is volgens de praktijkwaarnemingen minder gunstig voor N-totaalverwijdering dan de theoretische watersamenstelling volgens STOWA 96-20. Dit is een combinatie van het minder gunstig samengestelde ruwe influent en afwijkingen in het rendement voor de verschillende fracties, die ten opzichte van 96-20 een verschuiving geven in de richting van minder gunstige CZV-fracties.
5. Volgens de Simba-berekeningen met de praktijk-afvalwatergegevens van de rwzi's Nijmegen en Franeker is (met uitzondering van Franeker met voorbezinking) geen acceptabele dimensionering te krijgen zonder een forse acetaatdosering. Bij voorprecipitatie is de dosering wel beduidend hoger dan bij voorbezinking.
6. Het actief-slibvolume dat volgens de Simba-berekeningen met default-parameters nodig is om bij 10°C een effluentkwaliteit met 10 mg N-totaal/l te bereiken is aanzienlijk groter dan volgens dimensionering met HSA. Omdat HSA met goed resultaat getoetst is aan Nederlandse rwzi's wordt geconcludeerd dat de Simba-berekeningen met defaults in het algemeen een te ongunstig beeld geven. SIMBA is zonder een volledige set (influentkarakteristiek en kinetische parameterwaarden) van invoergegevens niet te gebruiken voor het berekenen van de benodigde volumina.
7. Geconcludeerd wordt dat voor dit onderzoek noch Simba, noch HSA het gevraagde inzicht in het zuiveringsproces kunnen verschaffen met de beschikbare gegevens: het eerstgenoemde model blijkt met de beschikbare parameters onvoldoende representatief voor de praktijksituatie; het tweede is te grof om het effect te onderscheiden van de verschuivingen in CZV-fracties die door de voorbehandeling zijn ontstaan.
8. Hoewel een harde conclusie met betrekking tot een voorkeur voor voorbezinking of voorprecipitatie als voorbehandeling bij N-totaalverwijdering door de beperkingen van de beschikbare modeltoepassingen niet kan worden getrokken, wordt 'het voordeel van de twijfel' toegekend aan voorbezinking. De reden hiervoor is de gebleken beperkte aanwezigheid van biologisch beschikbare CZV-fracties in de onderzochte influenten. Het door HSA berekende volumevoordeel bij voorprecipitatie weegt niet op tegen de kosten van de benodigde CZV-dosering.

Specifieke conclusies met betrekking tot de influentkarakterisering en het gebruik van SIMBA als dimensioneringsmodel.

9. De k-waarde, die de kromming aangeeft van de BZV-curve, blijkt in praktijk flink af te kunnen wijken van de default-waarde van $0,23 \text{ d}^{-1}$. De gevonden k-waarden zijn in het algemeen groter dan $0,23 \text{ d}^{-1}$, waardoor de BZV_∞ sneller wordt benaderd.
10. Gevoeligheidsanalyse met het Simba-model geeft de volgende rangorde van de CZV-fracties met afnemende bruikbaarheid, of toenemende hinder voor N-totaalverwijdering:

$$S_s > X_s > S_i > X_i$$

11. Van alle kinetische parameters hadden de parameters Y_H , i_{XB} , μ_H , b_H , b_A , η_g , μ_A , k_{NH} en $K_{O,A}$ een significante invloed op de effluentkwaliteit in het Simba-model.

Aanbevelingen voor de influentkarakterisering

Bij de influentkarakterisering op basis van STOWA 96-08 dient veel aandacht te worden besteed aan de BZV_∞-bepaling. Voor het verkrijgen van een goede k-waarde dient het BZV bepaald te worden op dag 1, 2, 3, 4, 5, 7 en 10.

Bij het filteren over een $0,45 \mu\text{m}$ filter dient rekening te worden gehouden met een verhoging van het CZV door uitspoeling van het filter. Om dit CZV niet in het te analyseren monster te krijgen, wordt aanbevolen het filter voor te spoelen. Daarnaast wordt aanbevolen gefiltreerd demi-water als blanco mee te nemen.

Om een goed beeld van de S_s -fractie te verkrijgen zoals bedoeld in het IAWQ-model nr. 1 wordt aanbevolen de monsters voor te behandelen met een precipitatiemiddel (Zn(OH)_2 , een driewaardig Fe- of Al-zout) voordat ze gefiltreerd worden over een $0,45 \mu\text{m}$ filter. Het filteren over een $0,1 \mu\text{m}$ filter blijkt in praktijk minder praktisch, door het dichtlopen van het filter.

9 LITERATUUR

- 1 STOWA, Varianten op voorbezinking - een haalbaarheidsstudie (1996) 96-20.
- 2 Henze, M., Grady C.P.L., Gujer W., Marais G.v.R., Matsuo T. (1986), Activated sludge model No. 1, IAWPRC Scientific and Technological reports, No. 1, IAWPRC, London, ISSN 1010-707X.
- 3 STOWA, Methoden voor influentkarakterisering - inventarisatie en richtlijnen (1996) 96-08.
- 4 Henze M., Gujer W., Mino T., Matsuo T., Wentzel M.C., Marais G.v.R. (1995), Activated sludge model No. 2, IAWQ Scientific and Technical report 3.
- 5 Kuipers F., Problemen bij de influentkarakterisering ten behoeve van simulaties met SIMBA, **Klaarmeester** nr. 6, 1996.
- 6 Versteeg P. *Rijnlands afvalwater, water met één karakter?* **Modelkrant** nr. 1 jaargang 4 1998.
- 7 STOWA, Evaluatie van het HSA-model voor toepassing in Nederland (1995) 95-19.
- 8 Curtis, T.P., N.G. Craine, M.G. Milner; The comparison of bacterial diversity in wastewater and mixed liquor in activated sludge. 4th Kollekolle seminar on Activated sludge modelling, modelling and microbiology of activated sludge processes, 16 - 18 march 1998, Denmark.
- 9 Kujawa, K., P.J. Roeleveld, A. Klapwijk, J.H. Rensink; Effect of pre-precipitation on nutrient removal and wastewater composition; Proceedings of the VII Encontro Nacional de Saneamento Basico, Volume 1, 14-16 february 1996, Coimbra, Portugal.



Bijlage I Methodiek voor het bepalen van de influentkarakteristiek

In onderstaand schema is de methodiek weergegeven voor de karakterisering van de organische, stikstof- en fosfaatcomponenten die is gehanteerd in onderhavige studie.

Metingen	
CZV _{tot} , CZV _{inf,mf} , CZV _{eff,mf} , BZV _{4,5,6,8,10,15} , CVZ _{wz} , P _{ortho}	
Omrekening	
$CZV_{susp} = CZV_{tot} - CZV_{mf}$ $BZV_{\infty} = BZV_5 / (1 - e^{-k \cdot 5})$ $\alpha = (BZV_{\infty} / (1 - Y_{H,BZV}) - S_S) / CZV_{susp} \qquad Y_{H,BZV} = 0,20$	
<p><i>Opmerking:</i> Voor een afvalwater kan α worden bepaald door van de verzamelmonsters in het routinematig analyseprogramma de verhouding te bepalen tussen X_S en CZV_{susp} op basis van het BZV₅.</p>	
Influentkarakterisering	
$S_A = CZV_{wz}$ $S_I = CZV_{eff,mf} \cdot 0,9 \quad \text{voor laagbelaste installatie met hoog zuiveringsrendement}$ $S_I = CZV_{eff,mf} \cdot 0,9 - BZV_{eff} \quad \text{voor hoogbelaste installatie met laag zuiveringsrendement}$ $S_S = CZV_{inf,mf} - S_I$ $S_F = S_S - S_A$ $X_S = \alpha \cdot CZV_{susp}$ $X_I = CZV_{susp} - X_S$ $X_{H^+}, X_{PHA} = 0$ $X_{AUT}, X_{PAO} = 0,1 \text{ tot } 1$ $S_{NH_4} = NH_4\text{-N}$ $S_{NO_3} = 0$ $S_{PO_4} = P_{ortho}$ $X_{PP} = 0$	
<p><i>Opmerking:</i> De N- en P-fracties in de verschillende organische componenten dienen te worden bepaald op basis van STOWA 96-08 tabel 13 en eventueel gecontroleerd met behulp van vergelijking 53 tot en met 56.</p> <p>Voor het IAWQ-model nr. 1 kan voor S_{ND} en X_{ND} worden uitgegaan van:</p>	
$S_{ND} = 0,03 \cdot CZV_{mf}$ $X_{ND} = 0,04 \cdot CZV_{susp}$	

- Volgens aanbevelingen van dit rapport BZV_{1,2,3,4,5,7,10}

Bijlage II Bemonsterings- en analyseprogramma

stroom	parameter
Influent	CZV _{tot}
	CZV _{mf}
	BZV ₅
	Kj-N
	P _{tot} PO ₄ -P
Afloop voorbezinktank voorgeprecipiteerd	CZV _{tot}
	CZV _{mf}
	BZV ₅
	Kj-N
	P _{tot} PO ₄ -P
Interne stroom praktijk	CZV _{tot}
	CZV _{mf}
	BZV ₅
	Kj-N
	P _{tot} PO ₄ -P
Bezinkproef in maatcilinder influent na bezinking interne stroom na bezinking	CZV _{tot}
	CZV _{mf}
	BZV ₅
	Kj-N
	P _{tot} PO ₄ -P
Effluent	CZV _{mf}
Blanco demi-water	CZV _{tot}
	CZV _{mf}
K-waarde	BZV ₄
	BZV ₅
	BZV ₆
	BZV ₈
	BZV ₁₀ BZV ₁₅
vetzuren	
ruw influent (gefiltreerd + aangezuurd)	
voorprecipitatie (gefiltreerd + aangezuurd)	
voorbezonden (gefiltreerd + aangezuurd)	
interne stroom (gefiltreerd + aangezuurd)	

BIJLAGE III Analyseresultaten van de bemonsteringen

BIJLAGE III-A analysesresultaten rwzi De Bilt

Bijlage III Analysesresultaten bemonsteringen rwzi De Bilt

Dag/datum Neerslag	maandag 0 mm	dinsdag 0 mm	10-jun mm	11-jun mm	woensdag 0 mm	12-jun mm	donderdag 0 mm	13-jun mm	vrijdag 0 mm	14-jun mm	zaterdag 0 mm	15-jun mm	zondag 0 mm	16-jun mm
Influentiegebied Debiet interne stroom	11.313 1.052 m ³ /dag	10.735 1.062 m ³ /dag	10-jun m ³ /dag	11-jun m ³ /dag	woensdag 17.808 979 m ³ /dag	12-jun m ³ /dag	13-jun m ³ /dag	13-jun m ³ /dag	14-jun m ³ /dag	14-jun m ³ /dag	15-jun m ³ /dag	15-jun m ³ /dag	16-jun m ³ /dag	
mg/l	ongefiltreerd gefiltreerd	ongefiltreerd gefiltreerd	ongefiltreerd gefiltreerd	ongefiltreerd gefiltreerd	ongefiltreerd gefiltreerd	ongefiltreerd gefiltreerd	ongefiltreerd gefiltreerd	ongefiltreerd gefiltreerd	ongefiltreerd gefiltreerd	ongefiltreerd gefiltreerd	ongefiltreerd gefiltreerd	ongefiltreerd gefiltreerd	ongefiltreerd gefiltreerd	
Influent														
CZV	555	470	181	168	388	96	406	114	477	151	457	167	504	186
BZV	218	177	181	177	170	170	200	148	240	148	220	148	148	148
N-Kjeldahl	50	38	50	38	37	45	45	54	48	54	52	54	54	54
P-totaal	9,2	6,8	9,2	6,8	6,4	6,4	6,8	8,4	7,9	8,4	8	8,4	8,4	8,4
ortho-P	6,6	5	6,6	5	6,4	6,4	6,8	8,4	7,9	8,4	8	8,4	8,4	8,4
Voorgeprecipiteerd														
CZV	271	226	152	125	203	87	230	115	274	128	226	100	250	116
BZV	104	90	104	90	87	120	120	115	145	128	110	100	89	116
N-Kjeldahl	52	43	52	43	44	49	45	49	49	49	51	49	49	49
P-totaal	3,8	2,9	3,8	2,9	2,2	2,2	2,8	3,2	3,8	3,2	3	3,2	3,2	3,2
ortho-P	2,6	1,8	2,6	1,8	2,2	2,2	2,8	3,2	3,8	3,2	3	3,2	3,2	3,2
Bezonken Influent + Intern														
CZV	362	307	362	307	285	307	337	367	367	367	348	367	351	367
BZV	145	136	145	136	130	175	175	185	185	185	160	185	108	185
N-Kjeldahl	76	46	76	46	58	64	62	64	64	64	76	64	57	64
P-totaal	7,8	6,6	7,8	6,6	5,5	6,3	6,3	7,6	7,6	7,6	7,1	7,6	7,1	7,6
ortho-P	5,9	5,1	5,9	5,1	5,5	6,3	6,3	7,6	7,6	7,6	7,1	7,6	7,1	7,6
Bezonken Intern														
CZV	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
BZV	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
N-Kjeldahl	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
P-totaal	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
ortho-P	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Interne stroom + Influent														
CZV	584	537	133	126	651	156,6	506	118	512	153	526	156	481	156
BZV	180	188	180	188	227	227	220	118	250	153	215	132	132	132
N-Kjeldahl	78	51	78	51	65	67	67	67	67	67	81	58	58	58
P-totaal	8,7	7,8	8,7	7,8	7,8	7,4	7,4	7,4	8,7	7,4	9	7,6	7,6	7,6
ortho-P	6,4	5,7	6,4	5,7	7,4	7,4	7,4	7,4	8,7	7,4	9	7,6	7,6	7,6
Effluent														
CZV	nvt	nvt	30	42	nvt	43	nvt	35	nvt	32	nvt	21	nvt	29

Concentratie aan lagere vezuren in het oorspronkelijke monster in mg/l (13-6-'97)

monsteromschrijving	C2	C3	I-C4	n-C4	b-C5	n-C5
influent	17,5	3,3	0	0	0	0
afloop VBT	19,4	3,8	0	0	2,5	0
influent + interne stroom	20,6	3,8	0	0,7	1,8	0

BIJLAGE III-B analyseresultaten rwzi Deventer

Bijlage III Analyseresultaten bemonsteringen rwzi Deventer

Dag/datum	woensdag	donderdag	5-jun	vrijdag	6-jun	zaterdag	7-jun	zondag	8-jun	maandag	9-jun	dinsdag	10-jun
Neerslag	0	0	mm	0	mm	3,1	mm	15,5	mm	0	mm	0	mm
Influentiebiet	17.600	17.440	m ³ /dag	17.000	m ³ /dag	28.620	m ³ /dag	54.500	m ³ /dag	22.140	m ³ /dag	18.370	m ³ /dag
Debiet interne stroom	1.480	2.070	m ³ /dag	2.760	m ³ /dag	2.820	m ³ /dag	2.620	m ³ /dag	2.460	m ³ /dag	1.990	m ³ /dag
Influent													
CZV	828	981	180	960	122	1030	151	511	59	788	134	966	162
BZV	300	290	nvt	290	nvt	470	nvt	125	nvt	225	nvt	250	nvt
N-Kjeldahl	71,5	76,1	nvt	68,1	nvt	53	nvt	26	nvt	54,3	nvt	66,7	nvt
P-totaal	12	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	10	nvt	nvt	nvt
ortho-P	7,5	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	4	nvt	nvt	nvt
Voorprecipiteerd													
CZV	324	317	130	323	141	306	126	198	48	209	77	283	124
BZV	110	110	nvt	130	nvt	105	nvt	47	nvt	50	nvt	96	nvt
N-Kjeldahl	80	67,7	nvt	58,2	nvt	43,3	nvt	27,4	nvt	20,9	nvt	63,9	nvt
P-totaal	3,9	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	2,7	nvt	nvt	nvt
ortho-P	1,4	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	0,36	nvt	nvt	nvt
Bezouken Influent													
CZV	462	434	nvt	457	nvt	416	nvt	137	nvt	337	nvt	400	nvt
BZV	200	220	nvt	185	nvt	150	nvt	58	nvt	110	nvt	175	nvt
N-Kjeldahl	64	60,3	nvt	58,8	nvt	39,4	nvt	18,5	nvt	12,7	nvt	56,7	nvt
P-totaal	8,9	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	6,2	nvt	nvt	nvt
ortho-P	6,7	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	3,8	nvt	nvt	nvt
Bezouken Intern													
CZV	451	436	nvt	460	nvt	431	nvt	193	nvt	322	nvt	340	nvt
BZV	190	180	nvt	185	nvt	160	nvt	55	nvt	105	nvt	160	nvt
N-Kjeldahl	81,8	72,9	nvt	60,8	nvt	54	nvt	30,6	nvt	68,4	nvt	71,6	nvt
P-totaal	8	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	5	nvt	nvt	nvt
ortho-P	5,4	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	2,3	nvt	nvt	nvt
Interne stroom													
CZV	722	620	154	638	122	637	160	415	63	588	123	527	143
BZV	265	255	nvt	265	nvt	240	nvt	110	nvt	155	nvt	195	nvt
N-Kjeldahl	91,5	80,3	nvt	63,1	nvt	58,8	nvt	37	nvt	76,3	nvt	76,7	nvt
P-totaal	14	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	10	nvt	nvt	nvt
ortho-P	5,2	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	2,4	nvt	nvt	nvt
Effluent													
CZV	nvt	nvt	38	nvt	36	nvt	41	nvt	36	nvt	21	nvt	11

Concentratie aan lagere vezuren in het oorspronkelijke monster in mg/l (6-9-97)

monsterschrijving	C2	C3	i-C4	n-C4	n-C5
influent (ruw)					
steekmonster	55,2	10,7	1,5	2,1	0
voorbezoukenwater (steek)	60,3	11,3	1,5	1,9	0
influent interne stroom	55,7	9,5	1,3	2,1	0

Bijlage III Analysesresultaten bemonsteringen rwzi Nijmegen

Dag/datum	dinsdag	3-jun	woensdag	4-jun	donderdag	5-jun	vrijdag	6-jun	zaterdag	7-jun	zondag	8-jun	maandag	9-jun
Neerslag	0	mm	0	mm	0	mm	0	mm	0	mm	7	mm	7	mm
Influentdebit	50.446	m3/dag	53.245	m3/dag	53.644	m ³ /dag	50.737	m ³ /dag	36.677	m ³ /dag	105.050	m ³ /dag	124.253	m ³ /dag
Debiet interne stroom	4.000	m3/dag	4.800	m3/dag	3.600	m ³ /dag	4.400	m ³ /dag	3.600	m ³ /dag	4.000	m ³ /dag	4.800	m ³ /dag
mg/l	ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd
Influent														
CZV	570	143	545	181	560	164	650	196	490	165	590	169	430	110
BZV	265	nvt	255	nvt	255	nvt	330	nvt	240	nvt	250	nvt	165	nvt
N-Kjeldahl	58	nvt	57	nvt	53	nvt	57	nvt	56	nvt	52	nvt	38	nvt
P-totaal	8,7	nvt	8,8	nvt	8,8	nvt	9,9	nvt	8,6	nvt	8,7	nvt	6,4	nvt
ortho-P	4,7	nvt	5,3	nvt	5,2	nvt	5,5	nvt	5	nvt	4,9	nvt	3,3	nvt
Voorgeprecipiteerd														
CZV	410	113	375	143	265	121	345	140	315	132	335	127	160	66
BZV	130	nvt	145	nvt	125	nvt	165	nvt	120	nvt	120	nvt	57	nvt
N-Kjeldahl	57	nvt	57	nvt	53	nvt	53	nvt	53	nvt	39	nvt	25	nvt
P-totaal	3,6	nvt	3,5	nvt	3,4	nvt	3,6	nvt	4,2	nvt	4,1	nvt	6,1	nvt
ortho-P	0,17	nvt	0,46	nvt	0,66	nvt	0,54	nvt	0,88	nvt	1,2	nvt	0,44	nvt
Bezonken influent														
CZV	355	158	370	175	365	171	405	181	355	169	360	176	235	99
BZV	170	nvt	190	nvt	170	nvt	220	nvt	145	nvt	140	nvt	82	nvt
N-Kjeldahl	53	nvt	53	nvt	48	nvt	51	nvt	51	nvt	50	nvt	32	nvt
P-totaal	7,4	nvt	7,7	nvt	7,6	nvt	8,2	nvt	7,2	nvt	7,2	nvt	4,8	nvt
ortho-P	4,6	nvt	5,4	nvt	5,1	nvt	5	nvt	5,2	nvt	5,1	nvt	3,2	nvt
Bezonken intern														
CZV	505	166	495	265	490	198	420	173	575	215	370	91	500	185
BZV	175	nvt	205	nvt	195	nvt	195	nvt	140	nvt	92	nvt	155	nvt
N-Kjeldahl	138	nvt	140	nvt	125	nvt	117	nvt	115	nvt	82	nvt	121	nvt
P-totaal	7,1	nvt	7,9	nvt	7,6	nvt	60	nvt	8,1	nvt	7,1	nvt	8,9	nvt
ortho-P	0,29	nvt	0,38	nvt	0,68	nvt	0,22	nvt	0,6	nvt	1,1	nvt	0,76	nvt
Interne stroom														
CZV	4110	158	2960	250	4170	198	840	257	2390	149	410	84	695	187
BZV	1250	nvt	1000	nvt	2350	nvt	340	nvt	450	nvt	159	nvt	230	nvt
N-Kjeldahl	263	nvt	222	nvt	260	nvt	135	nvt	143	nvt	78	nvt	124	nvt
P-totaal	86	nvt	52	nvt	65	nvt	10	nvt	23	nvt	8,9	nvt	13	nvt
ortho-P	0,47	nvt	0,59	nvt	0,75	nvt	0,36	nvt	0,74	nvt	0,95	nvt	0,85	nvt
Effluent														
CZV	nvt	23	nvt	28	nvt	23	nvt	23	nvt	24	nvt	31	nvt	33

Concentratie aan lagere vetzuren in het oorspronkelijke monster in mg/l (16-6-'97)

monsteromschrijving	C2	C3	i-C4	n-C4	b-C5
influent 1	14,2	0	0	0	0
afloop VBT 1	37,8	5,2	0	0	2,3
influent + interne stroom 1	49,1	8,9	1,3	2,7	0

BIJLAGE III-D analysesresultaten rwzi Walcheren

Bijlage III Analysesresultaten bemonsteringen rwzi Walcheren

Dag/tatum	maandag	2-jun	dinsdag	3-jun	woensdag	4-jun	donderdag	vrijdag	6-jun	zaterdag	7-jun	zondag	8-jun
Neerslag	0	mm	0	mm	0	mm	0	mm	124	?	66	?	31
Influentdebiet	24,350	m ³ /dag	24,150	m ³ /dag	23,900	m ³ /dag	25,100	m ³ /dag	26,100	91,800	m ³ /dag	88,150	m ³ /dag
Debiet interne	4,999	m ³ /dag	4,752	m ³ /dag	5,407	m ³ /dag	5,407	m ³ /dag	5,331	5,597	m ³ /dag	5,427	m ³ /dag
mg/l	ongefilteerd	gefilteerd	ongefilteerd	gefilteerd	ongefilteerd	gefilteerd	ongefilteerd	gefilteerd	ongefilteerd	ongefilteerd	gefilteerd	ongefilteerd	gefilteerd
Influent													
CZV	611	104	541	106	472	123	540	495	124	456	66	130	31
BZV5	255	nvt	230	nvt	210	nvt	290	210	nvt	175	nvt	41	nvt
N-Kjeldahl	59	nvt	64	nvt	60	nvt	54	50	nvt	33	nvt	7,6	nvt
P-totaal	9,4	nvt	7,5	nvt	7,5	nvt	8,1	6,4	nvt	4	nvt	0,9	nvt
ortho-P	6,5	nvt	6	nvt	7	nvt	6,4	5,3	nvt	2,5	nvt	0,6	nvt
Voorgeprecipiteerd													
CZV	219	93	377	108	245	131	249	204	107	216	56	64	30
BZV5	135	nvt	97	nvt	73	nvt	120	82	nvt	57	nvt	14	nvt
N-Kjeldahl	58	nvt	59	nvt	61	nvt	49	45	nvt	27	nvt	9,4	nvt
P-totaal	5,7	nvt	5,2	nvt	5,2	nvt	2,92	3,1	nvt	2,1	nvt	0,4	nvt
ortho-P	1,3	nvt	2,2	nvt	2,3	nvt	2,9	1,3	nvt	0,3	nvt	0	nvt
Bezonden Influent													
CZV	471	nvt	410	nvt	351	nvt	347	346	nvt	231	nvt	79	nvt
BZV5	225	nvt	190	nvt	155	nvt	235	150	nvt	82	nvt	11	nvt
N-Kjeldahl	60	nvt	62	nvt	57	nvt	53	42	nvt	16	nvt	7,5	nvt
P-totaal	8,8	nvt	6,4	nvt	7	nvt	7,3	5,5	nvt	3,8	nvt	0,7	nvt
ortho-P	6,4	nvt	5,7	nvt	6,2	nvt	6,3	5,3	nvt	2,5	nvt	0,6	nvt
Bezonden Intern													
CZV	92	nvt	87	nvt	107	nvt	94	117	nvt	144	nvt	94	nvt
BZV5	35	nvt	32	nvt	33	nvt	30	37	nvt	41	nvt	30	nvt
N-Kjeldahl	75	nvt	62	nvt	75	nvt	47	38	nvt	41	nvt	35	nvt
P-totaal	2,5	nvt	2,5	nvt	2,2	nvt	0,8	0,7	nvt	1,1	nvt	0,4	nvt
ortho-P	0,5	nvt	1,8	nvt	1,2	nvt	0,7	0,5	nvt	0,5	nvt	0	nvt
Interne stroom													
CZV	236	66	205	nvt	259	62	293	292	70	408	63	757	46
BZV5	71	nvt	62	nvt	53	nvt	80	54	nvt	115	nvt	175	nvt
N-Kjeldahl	81	nvt	68	nvt	72	nvt	58	61	nvt	58	nvt	50	nvt
P-totaal	4,6	nvt	4,3	nvt	3,4	nvt	2,5	3,7	nvt	4,8	nvt	5,6	nvt
ortho-P	0,7	nvt	1,6	nvt	0,9	nvt	0,8	0,3	nvt	0,4	nvt	0	nvt
Effluent													
CZV	nvt	52	nvt	47	nvt	44	nvt	nvt	48	nvt	53	nvt	24

Concentratie aan lagere vetzuren in het oorspronkelijke monster in mg/l (9-6-97)

monstierschrijving	C2	C3	I-C4	n-C4	b-C5
Influent	20,7	2,1	0	0	0
precipitatie	17,2	2,1	0	0	0
Interne stroom	7,9	1,2	0	0,7	1,8

Bijlage III Analyseresultaten bemonsteringen rwzi Franeker

Dag/datum	maandag	2-jun	dinsdag	3-jun	woensdag	4-jun	donderdag	5-jun	vrijdag	6-jun	zaterdag	7-jun	zondag	8-jun
Neerslag	<1	mm	<1	mm	<1	mm	<1	mm	<1	mm	<1	mm	2	mm
Influentdebiet	5.264	m ³ /dag	5.803	m ³ /dag	5.430	m ³ /dag	5.667	m ³ /dag	5.558	m ³ /dag	5.479	m ³ /dag	6.474	m ³ /dag
Debiet interne stroom	3.926	m ³ /dag	3.917	m ³ /dag	3.934	m ³ /dag	3.900	m ³ /dag	3.958	m ³ /dag	4.018	m ³ /dag	3.947	m ³ /dag
mg/l	ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd
influent														
CZV	464	143	518	155	570	198	539	186	673	233	618	254	826	298
BZV	170	nvt	219	nvt	257	nvt	185	nvt	282	nvt	286	nvt	340	nvt
N-Kjeldahl	61,8	nvt	44,5	nvt	55,9	nvt	54,4	nvt	61,8	nvt	56,1	nvt	58,6	nvt
P-totaal	10	nvt		nvt		nvt	12	nvt		nvt		nvt		nvt
ortho-P	6,88	nvt		nvt		nvt	6,62	nvt		nvt		nvt		nvt
Voorgeprecipiteerd														
CZV	233	87,8	240	90	280	118	273	100	323	143	313	104	339	145
BZV	70	nvt	77	nvt	101	nvt	95	nvt	108	nvt	117	nvt	148	nvt
N-Kjeldahl	43,1	nvt	44,7	nvt	40,9	nvt	43,2	nvt	46,6	nvt	43	nvt	44	nvt
P-totaal	4,3	nvt		nvt		nvt	5,5	nvt		nvt		nvt		nvt
ortho-P	1	nvt		nvt		nvt	1,3	nvt		nvt		nvt		nvt
Bezonken influent														
CZV	389		452		495		607		572		550		602	
BZV	144	nvt	183	nvt	229	nvt	203	nvt	267	nvt	253	nvt	283	nvt
N-Kjeldahl	58	nvt	52,5	nvt	30,9	nvt	57,8	nvt	58,7	nvt	55,4	nvt	59,3	nvt
P-totaal	9,6	nvt		nvt		nvt	11	nvt		nvt		nvt		nvt
ortho-P	7,18	nvt		nvt		nvt	6,09	nvt		nvt		nvt		nvt
Bezonken intern														
CZV	143		205		203		217		242		247		239	
BZV	39	nvt	44	nvt	53	nvt	42	nvt	68	nvt	87	nvt	80	nvt
N-Kjeldahl	26,5	nvt	24,5	nvt	43,4	nvt	26,2	nvt	35,1	nvt	30	nvt	29,6	nvt
P-totaal	3,9	nvt		nvt		nvt	5,2	nvt		nvt		nvt		nvt
ortho-P	0,91	nvt		nvt		nvt	1,09	nvt		nvt		nvt		nvt
Interne stroom														
CZV	302	65,8	343	79	333	92	327	82	389	91	403	77	447	80
BZV	83	nvt	93	nvt	103	nvt	88	nvt	111	nvt	170	nvt	125	nvt
N-Kjeldahl	30,8	nvt	32,2	nvt	36,3	nvt	35,1	nvt	40,4	nvt	35,1	nvt	33	nvt
P-totaal	7,4	nvt		nvt		nvt	9,4	nvt		nvt		nvt		nvt
ortho-P	0,95	nvt		nvt		nvt	1,02	nvt		nvt		nvt		nvt
Effluent														
CZV	nvt	43,8	nvt	50	nvt	57	nvt	56	nvt	54	nvt	51	nvt	58

BIJLAGE III-E analyseresultaten rwzi Franeker

Concentratie aan lagere vezuren in het oorspronkelijke monster in mg/l (6-9-'97)

monsteromschrijving	C2	C3	i-C4	n-C4	b-C5
influent	0	0	0	0	0
alloop VBT	1,8	0	0	0	0
interne stroom	24,3	1,8	0	0,7	1,8

BIJLAGE III-F analysesresultaten rwzi Gouda

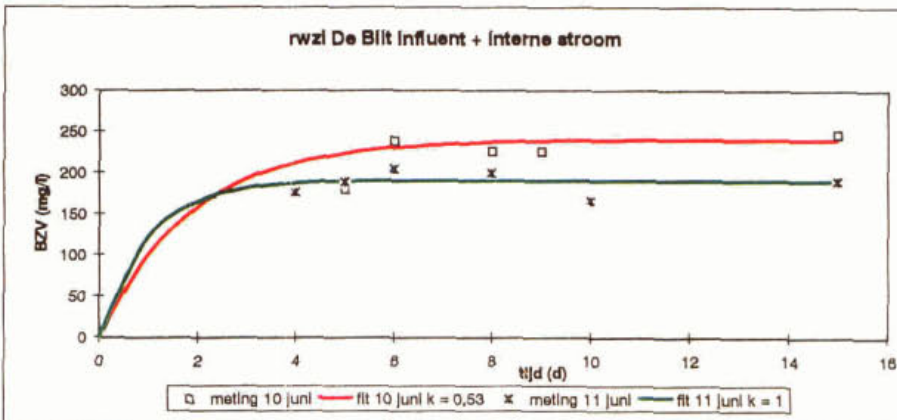
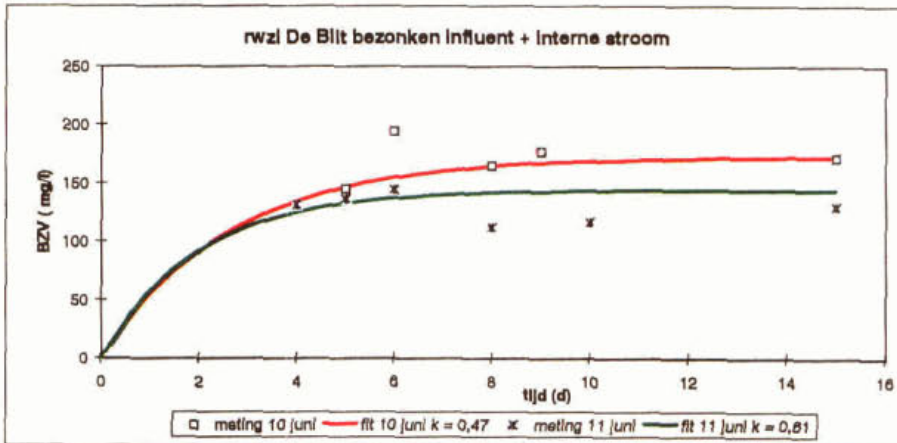
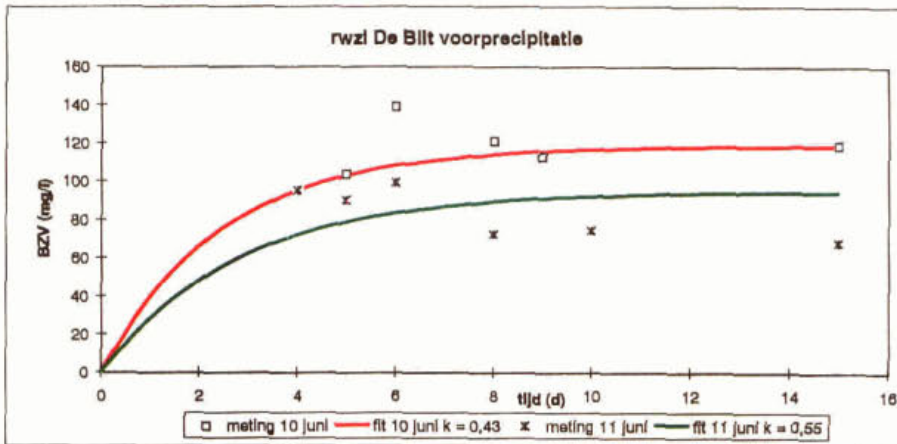
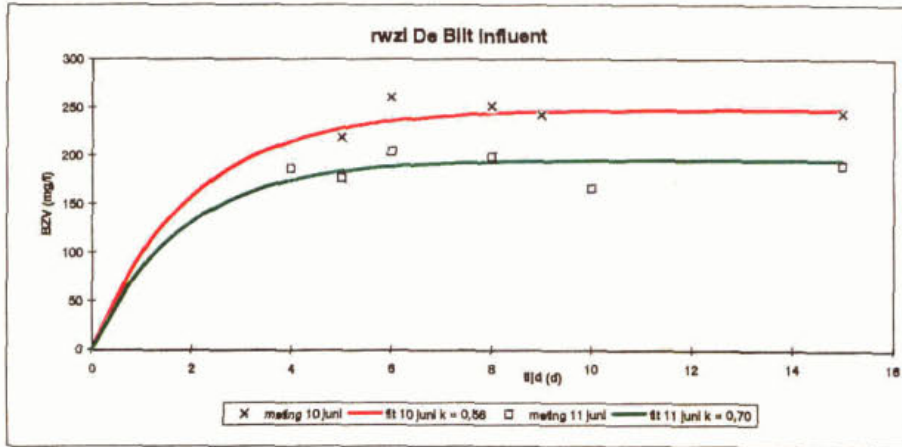
Bijlage III Analysesresultaten bemonsteringen rwzi Gouda

Dag/datum	woensdag	11-jun	donderdag	12-jun	vrijdag	13-jun	zaterdag	14-jun	zondag	15-jun	maandag	16-jun	dinsdag	17-jun
Neerslag	20.420	mm	0	mm	13.122	mm	0,5	mm	0	mm	0	mm	0	mm
Influendebiet	10.690	m³/dag	16.440	m³/dag	16.796	m³/dag	10.373	m³/dag	13.335	m³/dag	15.080	m³/dag	16.160	m³/dag
Debiet interne stroom	10.690	m³/dag	11.850	m³/dag	16.796	m³/dag	17.053	m³/dag	15.485	m³/dag	15.080	m³/dag	12.720	m³/dag
mg/l	ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd	ongefiltreerd	gefiltreerd
Influent														
CZV	765	188	635	147	720	194	465	178	415	184	850	188	670	180
BZV	285	nvt	285	nvt	285	nvt	185	nvt	180	nvt	330	nvt	225	nvt
N-Kjeldahl	61	nvt	56	nvt	61	nvt	55	nvt	62	nvt	69	nvt	65	nvt
P-totaal		nvt	8,5	nvt		nvt		nvt		nvt		nvt	11	nvt
ortho-P		nvt	1,3	nvt		nvt		nvt		nvt		nvt	2,7	nvt
Voorprecipiteerd														
CZV	89	54	73	40	76	45	77	45	70	39	76	46	81	47
BZV	22	nvt	19	nvt	13	nvt	13	nvt	14	nvt	17	nvt	17	nvt
N-Kjeldahl	22	nvt	17	nvt	18	nvt	16	nvt	19	nvt	22	nvt	20	nvt
P-totaal		nvt	0,8	nvt		nvt		nvt		nvt		nvt	1	nvt
ortho-P		nvt	0,05	nvt		nvt		nvt		nvt		nvt	0,1	nvt
Bezonken Influent														
CZV	485	nvt	390	141	480	191	365	176	380	182	530	192	405	171
BZV	195	nvt	155	nvt	210	nvt	145	nvt	160	nvt	220	nvt	135	nvt
N-Kjeldahl	54	nvt	49	nvt	57	nvt	53	nvt	60	nvt	61	nvt	59	nvt
P-totaal		nvt	5,6	nvt		nvt		nvt		nvt		nvt	6,9	nvt
ortho-P		nvt	1,2	nvt		nvt		nvt		nvt		nvt	2,2	nvt
Bezonken Intern														
CZV	41,8	36	41	30	46	31	46	34	46	29	47	33	43	37
BZV	5	nvt	4	nvt	4	nvt	5	nvt	4	nvt	4	nvt	4	nvt
N-Kjeldahl	5,8	nvt	2,9	nvt	4,1	nvt	2,9	nvt	3,2	nvt	4,5	nvt	3,4	nvt
P-totaal		nvt	0,36	nvt		nvt		nvt		nvt		nvt	0,34	nvt
ortho-P		nvt	0,09	nvt		nvt		nvt		nvt		nvt	0,12	nvt
Interne stroom														
CZV	81,1	34	62	29	70	29	71	33	80	30	80	33	91	34
BZV	12	nvt	9	nvt	6	nvt	7	nvt	9	nvt	11	nvt	10	nvt
N-Kjeldahl	8,7	nvt	4	nvt	5,7	nvt	4,6	nvt	4,8	nvt	6,7	nvt	6,5	nvt
P-totaal		nvt	1,5	nvt		nvt		nvt		nvt		nvt	2,2	nvt
ortho-P		nvt	0,12	nvt		nvt		nvt		nvt		nvt	0,15	nvt
Effluent														
CZV	nvt	36	nvt	34	nvt	33	nvt	34	nvt	35	nvt	32	nvt	34
Influent + Intern														
CZV	530		395		355		220		235		465		415	

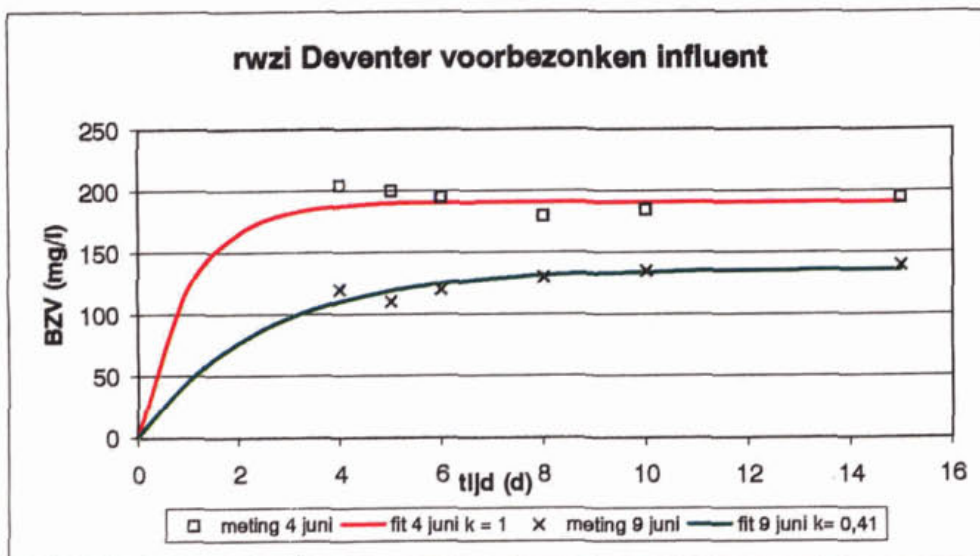
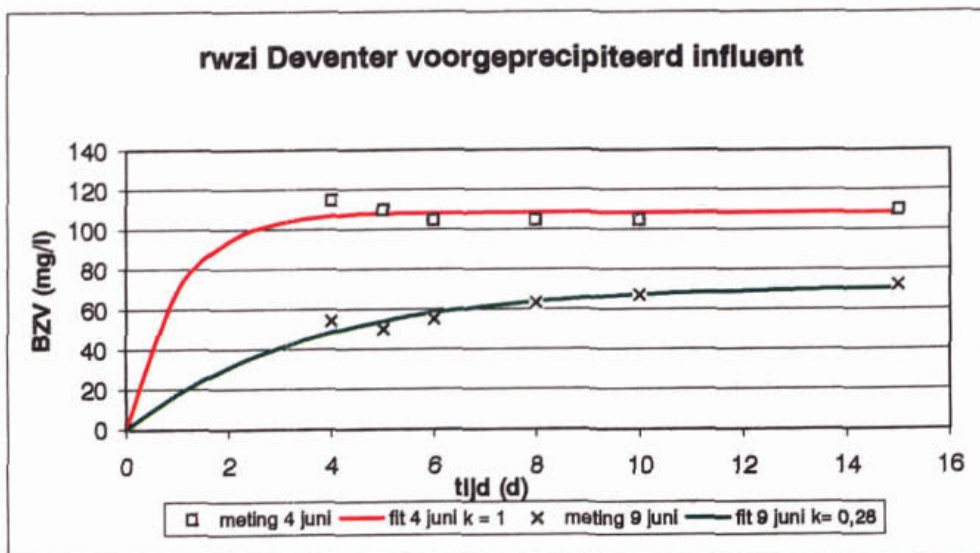
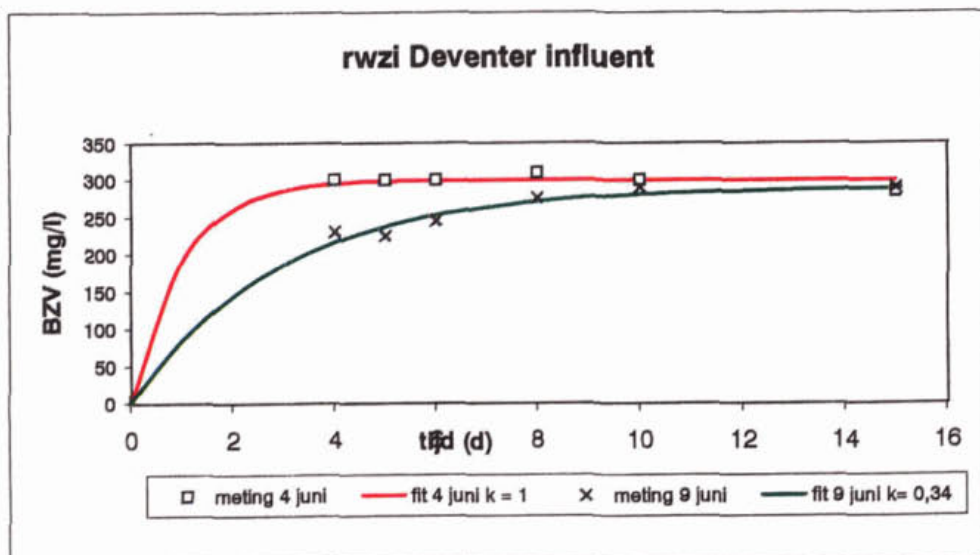
Concentratie aan lagere vezuren in het oorspronkelijke monster in mg/l (20-6-97)

monsteromschrijving	C2	C3	I-C4	n-C4	b-C5
awzi Gouda 15/6	50,5	6,4	1,8	1,9	0
awzi Gouda 17/6	48,3	4,7	0	0	0

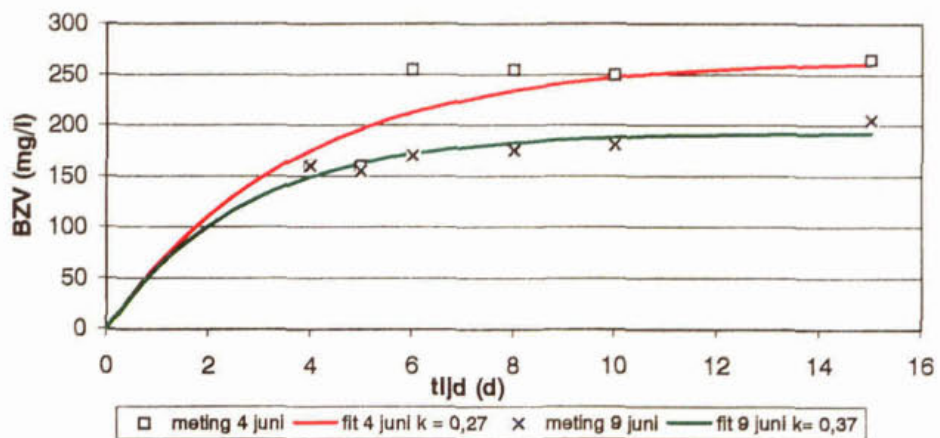
BIJLAGE IV BZV-curve



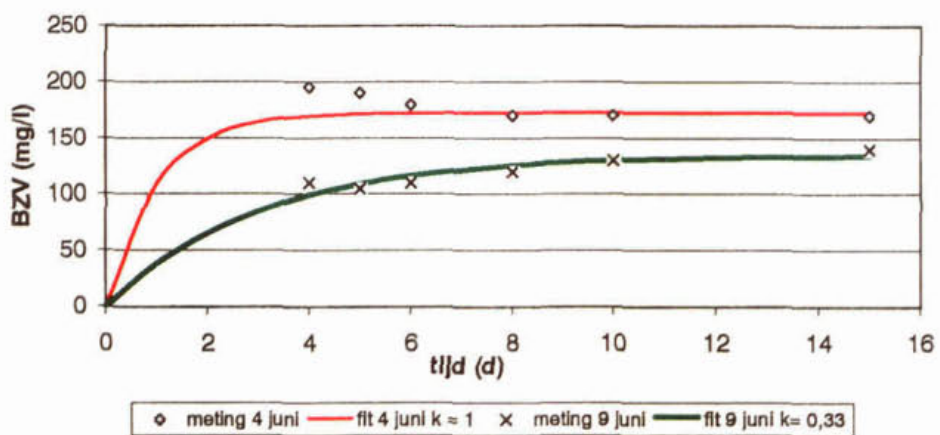
Bijlage IV-B rwzi Deventer BZV-curven



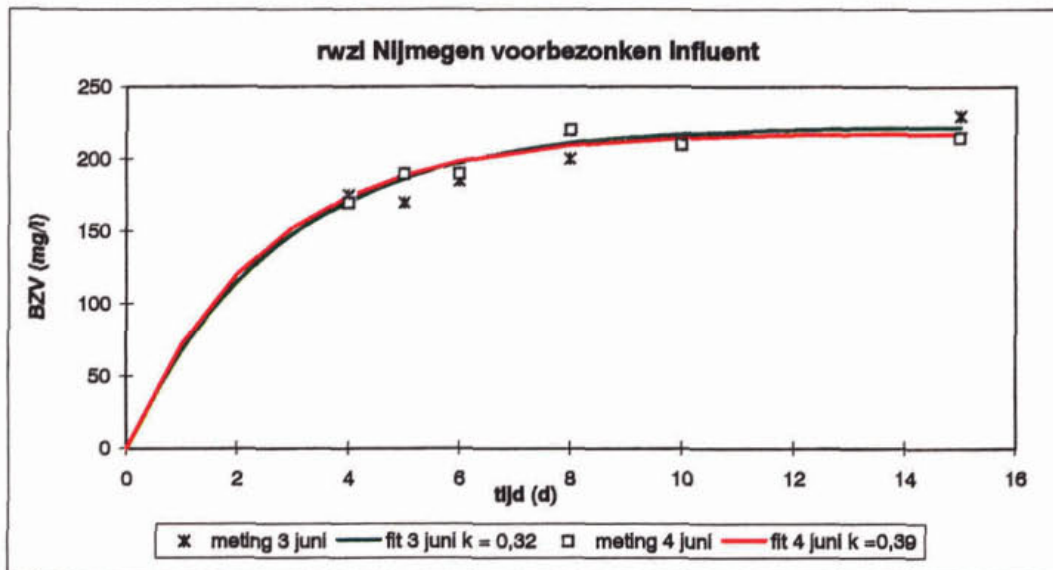
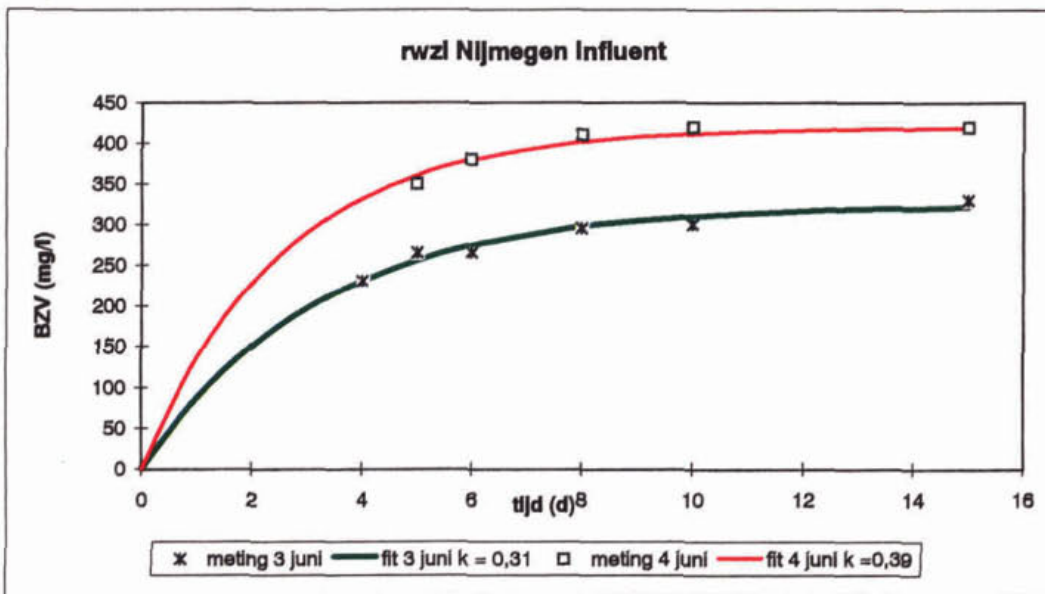
rwzi Deventer interne stroom



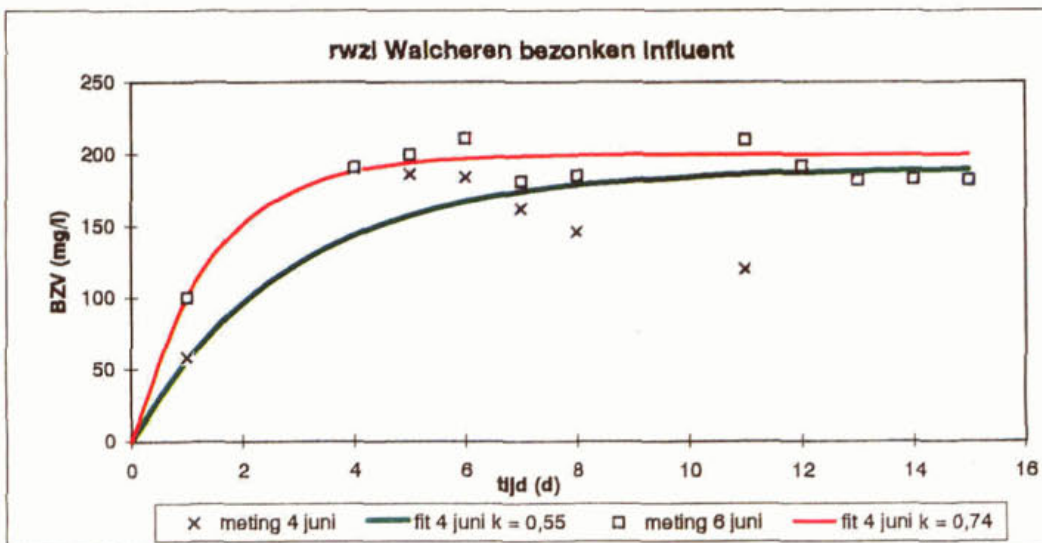
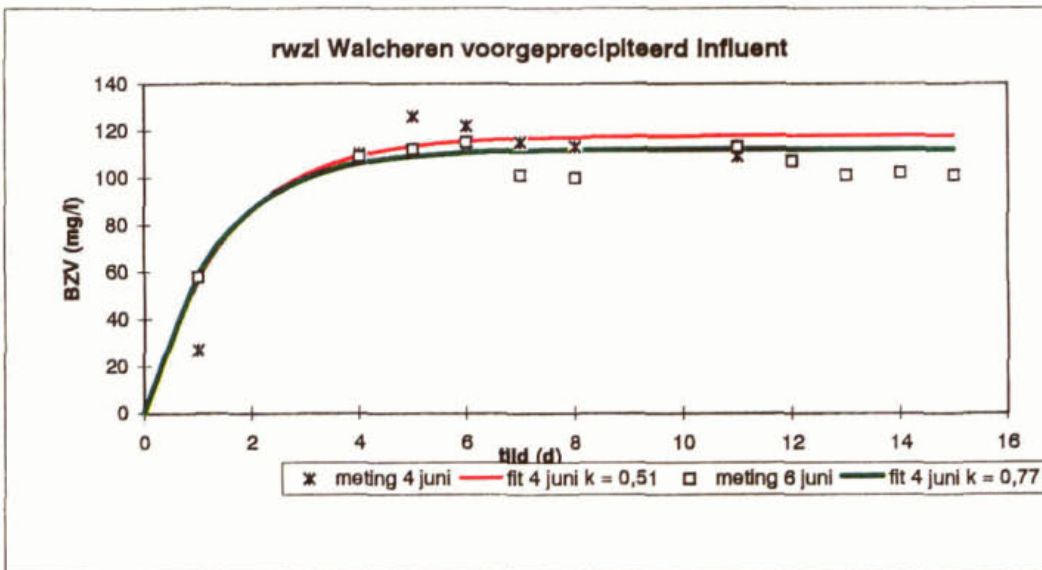
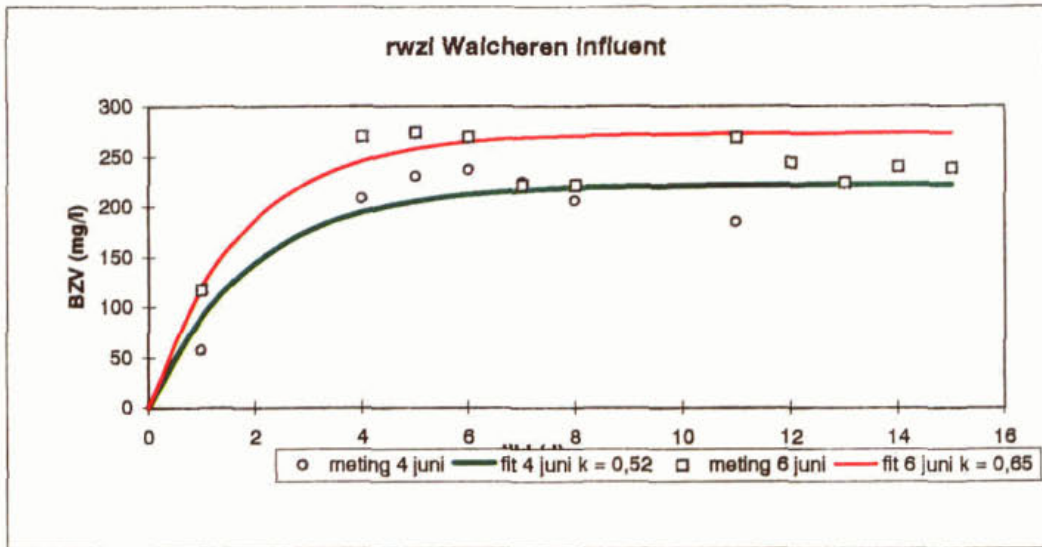
rwzi Deventer bezonken interne stroom



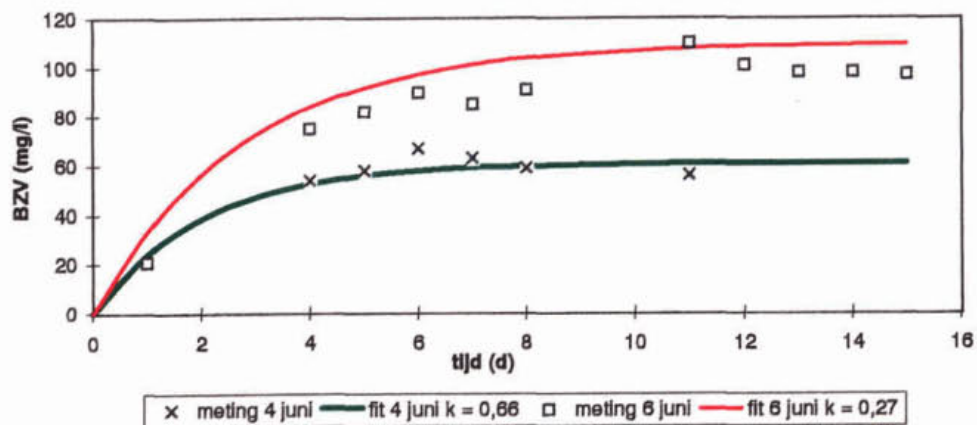
Bijlage IV-C rwzi Nijmegen BZV-curven



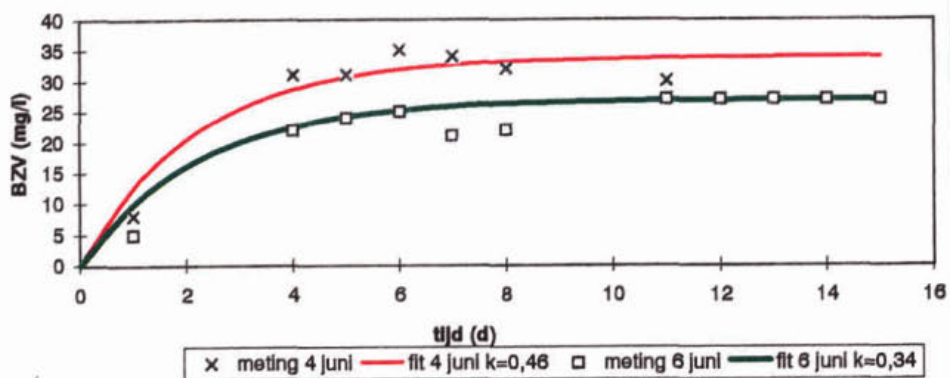
Bijlage IV-D rwzi Walcheren BZV-curve



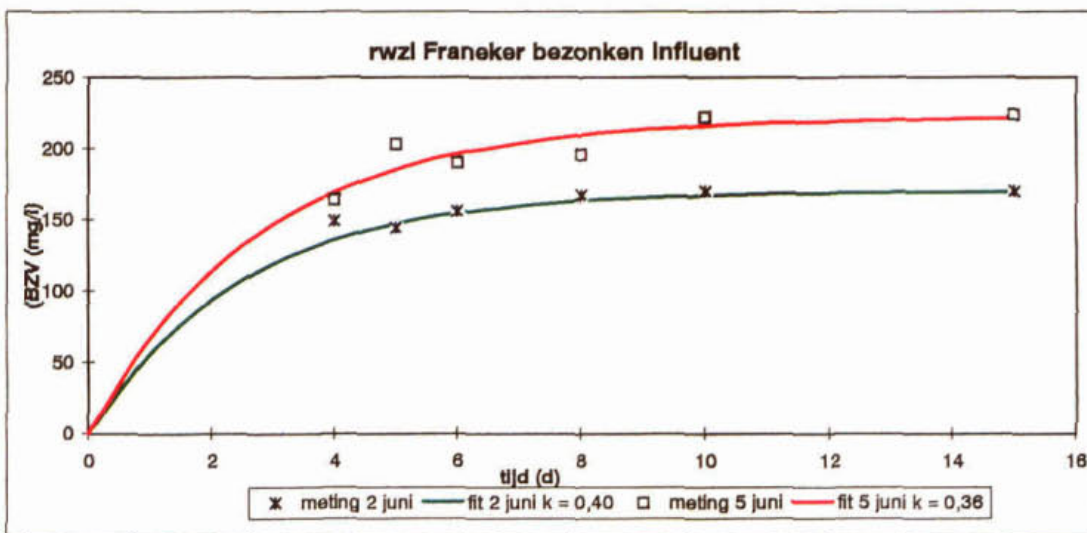
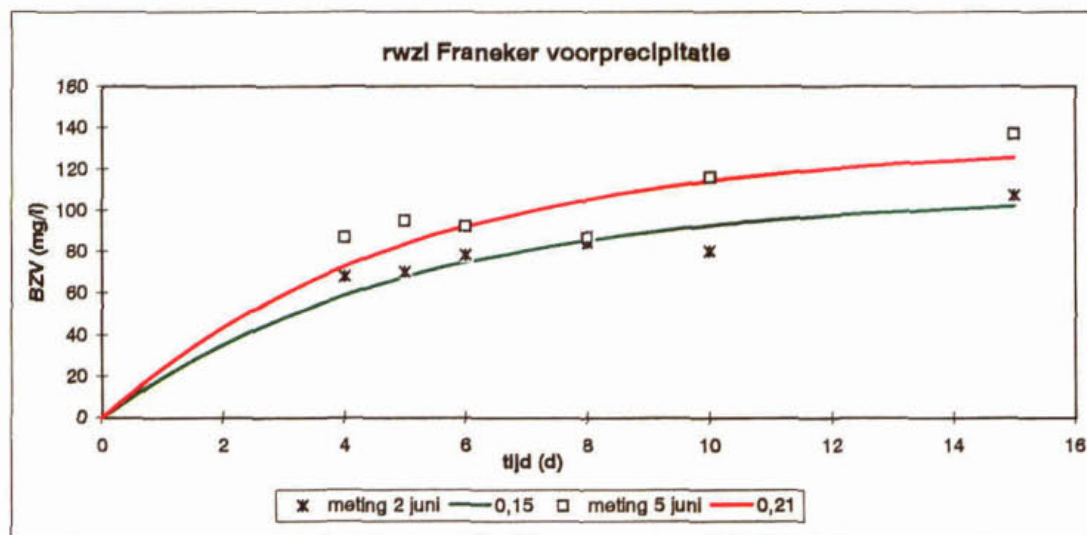
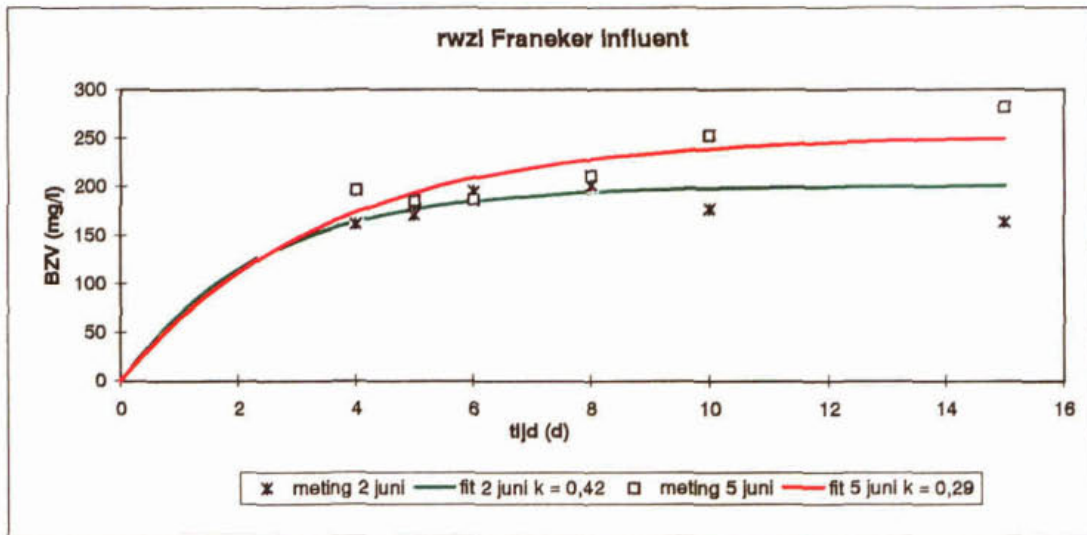
rwzi Walcheren Interne stroom

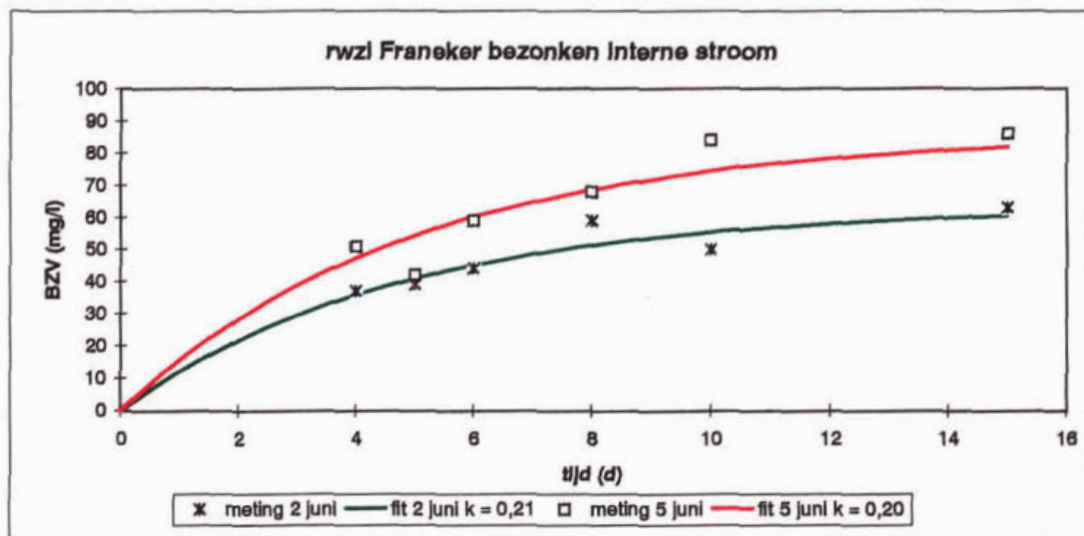
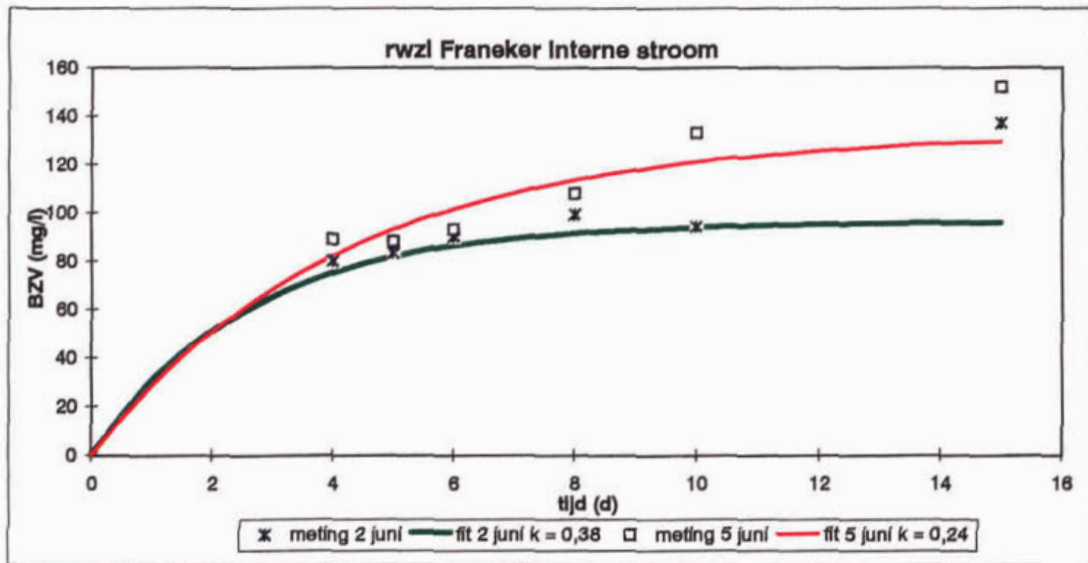


rwzi Walcheren bezonken Interne stroom

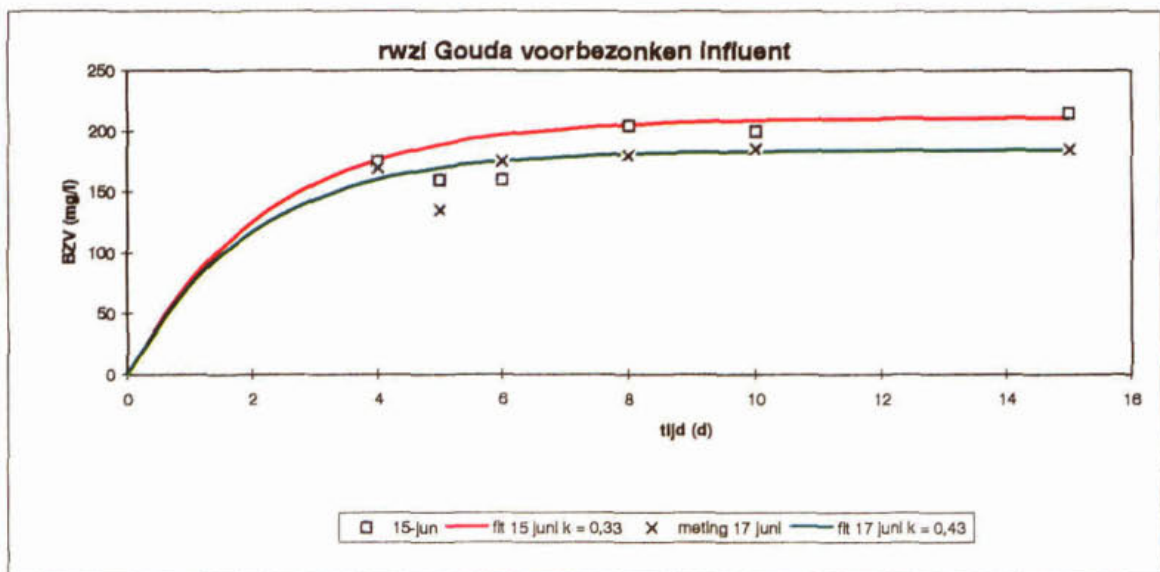
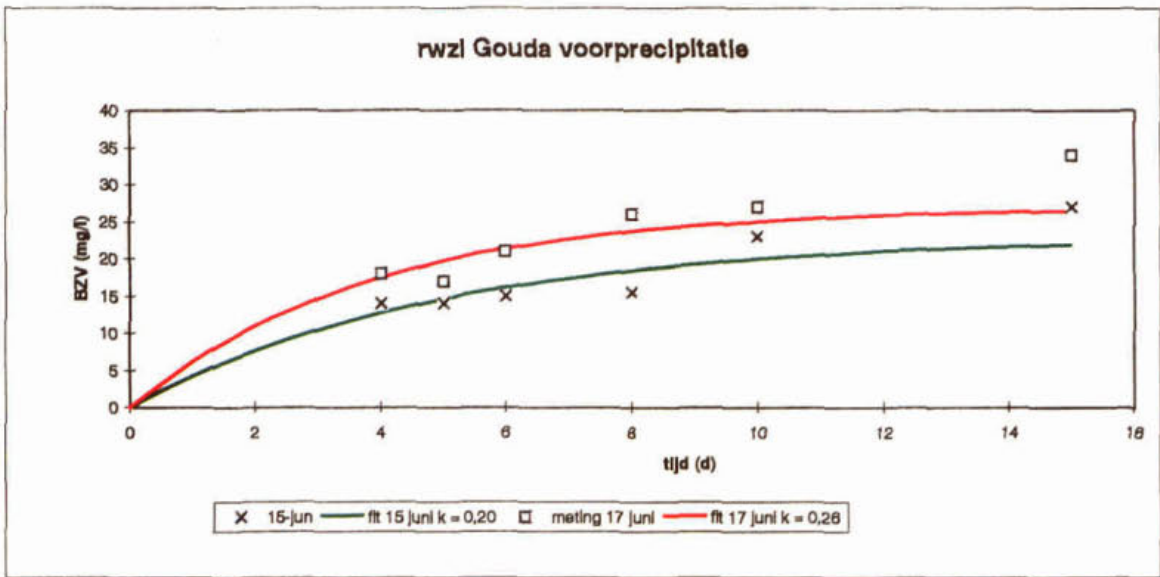
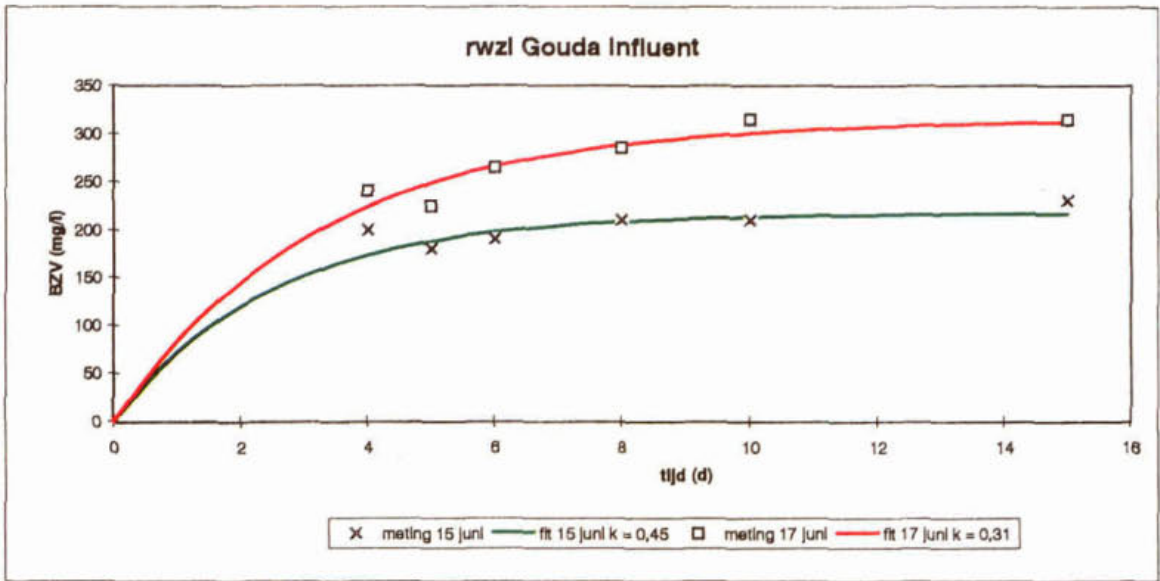


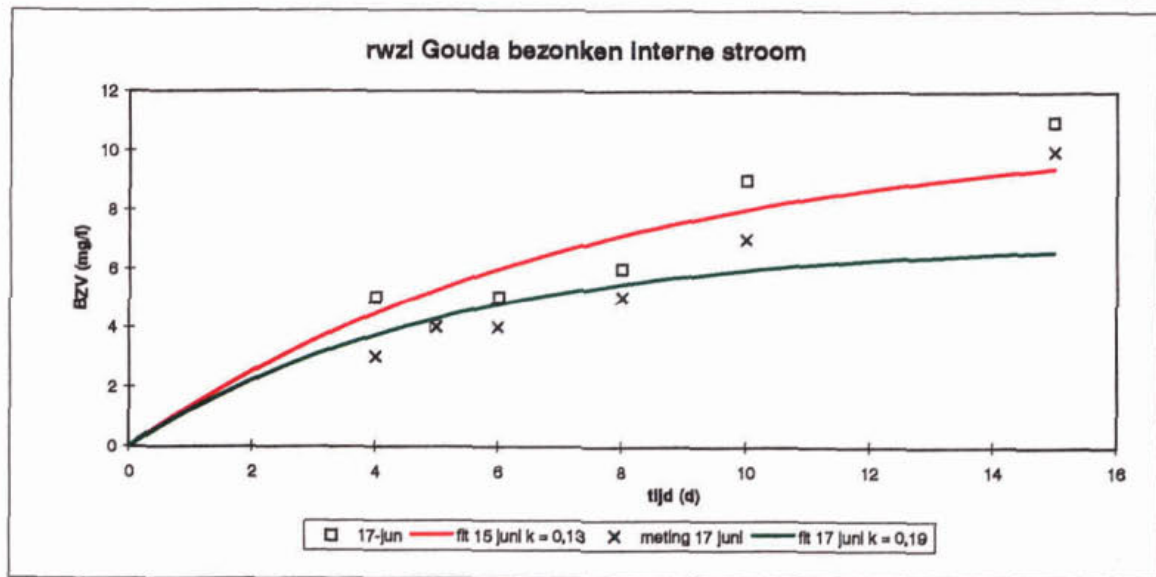
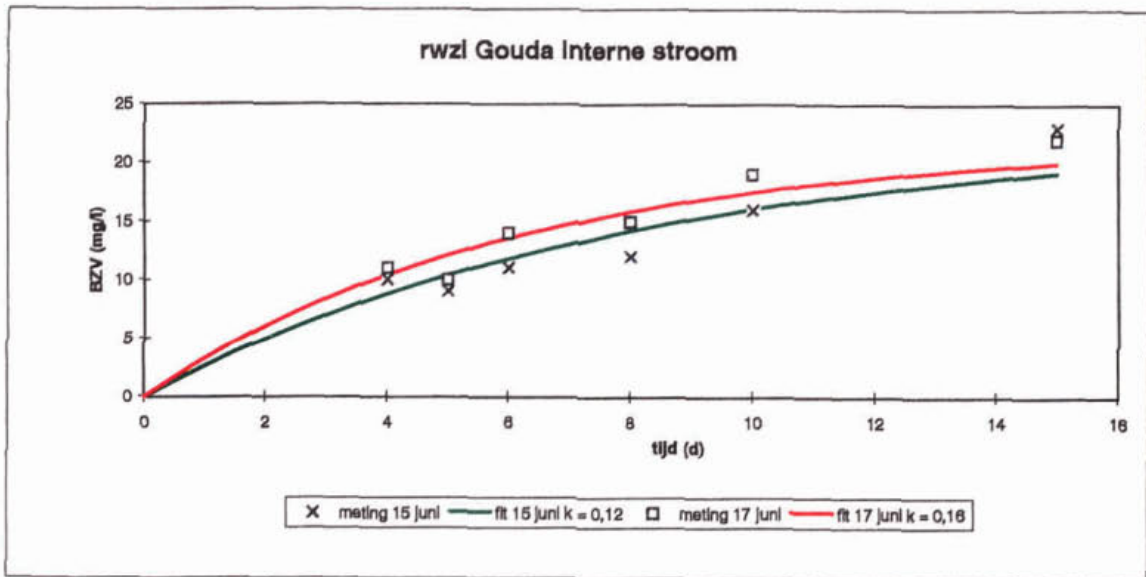
Bijlage IV-E rwzi Franeker BZV-curven





Bijlage IV-F rwzi Gouda BZV-curven





BIJLAGE V Afvalwaterkarakteristieken

Bijlage V-A Afvalwaterkarakteristieken rwzi De Bilt

Karakterisering op basis van gewogen gemiddelden

Influent					mg/l		%	
CZVtot	457 mg/l		mg/l	%	Kj-N =	45		
CZVmf	146 mg/l	Si =	31	6,7	Sno=	0	0,0	
BZV5	196 mg/l	Ss=	115	25,2	Snh4=	32	70,0	
CZVsusp	311 mg/l	Xi=	171	37,5	Snd=	5	10,0	
BZV on	204 mg/l	Xs=	140	30,6	Xnd=	9	20,0	
alfa	0,45	Xbh=	0	0,0				totaal
		Xba=	0,1	0,0				
k =	0,63	Xp=	0	0,0				
			totaal	100,0				

Voorprecipitatie afloop VBT					mg/l		%	
CZVtot	237 mg/l		mg/l	%	Kj-Ntot	47		
CZVmf	115 mg/l	Si =	31	12,9	Sno=	0,6	1,3	
BZV5	104 mg/l	Ss=	85	35,8	Snh=	38,3	81,1	
CZVsusp	122 mg/l	Xi=	67,2	28,3	Snd=	3,5	7,3	
BZV on	112 mg/l	Xs=	54,6	23,0	Xnd=	4,9	10,3	
alfa	0,45	Xbh=	0	0,0				100,0
		Xba=	0	0,0				
k =	0,53	Xp=	0	0,0				
			totaal	100,0				

Bezonken influent+intern

					mg/l		%	
CZVtot	333 mg/l		mg/l	%	Kj-Ntot	63		
BZV5	149 mg/l	Si =	31	9,2	Sno=	0	0,0	
CZVmf	146 mg/l	Ss=	115	34,7	Snh=	51	81,0	
CZVsusp	187 mg/l	Xi=	103	30,9	Snd=	4	7,0	
BZV on	159 mg/l	Xs=	84	25,2	Xnd=	7	12,0	
alfa	0,45 mg/l	Xbh=	0	0,0				totaal
		Xba=	0	0,0				
k =	0,54	Xp=	0	0,0				
			totaal	99,9				

Bezonken intern

			mg/l		%		mg/l		%	
CZVtot	0 mg/l	Si =	nvt		Kj-Ntot	0				
CZVmf	0 mg/l	Ss=	nvt		Sno=	nvt				
BZV5	0 mg/l	Xi=	nvt		Snh=	nvt				
CZVsusp	0 mg/l	Xs=	nvt		Snd=	nvt				
BZV on	0 mg/l	Xbh=	nvt		Xnd=	nvt				
alfa		Xba=	nvt					totaal		
		Xp=	nvt							
			totaal							

interne stroom + influent

			mg/l		%		mg/l		%	
CZVtot	550 mg/l	Si =	31	5,5	Kj-Ntot	67				
CZVmf	143 mg/l	Ss=	112	20,4	Sno=	0	0,0			
BZV5	206 mg/l	Xi=	243	44,2	Snh=	47	70,0			
CZVsusp	408 mg/l	Xs=	164	29,8	Snd=	7	10,0			
BZV on	221 mg/l	Xbh=	0	0,0	Xnd=	13	20,0			
alfa	0,40 mg/l	Xba=	0	0,0				totaal		100,0
		Xp=	0	0,0						
k =	0,53		totaal	100,0						

Effluent			mg/l		%		mg/l	
CZVtot		Si=	30,5		Ntot			
CZVmf	34 mg/l	Ss=			Kj-N			
BZV5		Xi=			Sno=			
CZVsusp		Xs=			Snh=			
		Xbh=			Snd=			
		Xba=			Xnd=			
		Xp=					totaal	

interne stroom berekend

influent		12.253 m3/d		influent +		13.208 m3/d		intern		955 m3/d	
	influent	vracht	intern	concent	vracht	vracht	concent	vracht	concent	vracht	concent
		kg/d	kg/d	mg/l	kg/d	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l
Si=	31	374	Si=	31	403	Si=	29	31			
Ss=	115	1.414	Ss=	112	1.484	Ss=	69	73			
Xi=	171	2.099	Xi=	243	3.216	Xi=	1.117	1.169			
Xs=	140	1.715	Xs=	164	2.168	Xs=	453	474			
Xbh=	0	0	Xbh=	0	0	Xbh=	0	0			
Xba=	0	1	Xba=	0	0	Xba=	-1	-1			
Xp=	0	0	Xp=	0	0	Xp=	0	0			
So=	0	0	So=	0	0	So=	0	0			
Sno=	0	0	Sno=	0	0	Sno=	0	0			
Snh=	31,8	390	Snh=	47	618	Snh=	228	239			
Snd=	4,5	56	Snd=	7	88	Snd=	33	34			
Xnd=	9,1	111	Xnd=	13	177	Xnd=	65	68			

Bijlage V-B Afvalwaterkarakteristieken rwzi Deventer

Karakterisering op basis van gewogen gemiddelden

Influent			mg/l	%	Kj-N =	mg/l	%
CZVtot	799 mg/l					52	
CZVmf	125 mg/l	Si =	28	3,5	Sno =	0	0,0
BZV5	257 mg/l	Ss =	97	12,1	Snh =	36	70,0
CZVsusp	674 mg/l	Xi =	378	47,3	Snd =	5	10,0
BZV on	314 mg/l	Xs =	296	37,0	Xnd =	10	20,0
alfa	0,44	Xbh =	0	0,0			
		Xba =	0,1	0,0			
k =	0,34	Xp =	0	0,0			
			totaal	100,0			

Voorprecipitatie afloop VBT			mg/l	%	Kj-Ntot	mg/l	%
CZVtot	262 mg/l					45	
CZVmf	98 mg/l	Si =	28	10,8	Sno =	0	0,0
BZV5	83 mg/l	Ss =	70	26,7	Snh =	32	70,0
CZVsusp	164 mg/l	Xi =	97,2	37,0	Snd =	5	10,0
BZV on	110 mg/l	Xs =	66,9	25,5	Xnd =	9	20,0
alfa	0,41	Xbh =	0	0,0			
		Xba =	0	0,0			
k =	0,28	Xp =	0	0,0			
			totaal	100,0			

Bezonken influent			mg/l	%	Kj-Ntot	mg/l	%
CZVtot	328 mg/l					38	
BZV5	134 mg/l	Si =	28	8,6	Sno =	0	0,0
CZVmf	125 mg/l	Ss =	97	29,5	Snh =	26	70,0
CZVsusp	203 mg/l	Xi =	107	32,5	Snd =	4	10,0
BZV on	154 mg/l	Xs =	96	29,3	Xnd =	8	20,0
alfa	0,47 mg/l	Xbh =	0	0,0			
		Xba =	0	0,0			
k =	0,41	Xp =	0	0,0			
			totaal	99,9			

Bezonken intern			mg/l	%	Kj-Ntot	mg/l	%
CZVtot	339 mg/l	Si =	28	8,3		55	
CZVmf	132 mg/l	Ss =	104	30,6	Sno =	0	0,0
BZV5	127 mg/l	Xi =	115	33,8	Snh =	44	80,0
CZVsusp	207 mg/l	Xs =	93	27,3	Snd =	4	6,7
BZV on	157 mg/l	Xbh =	0	0,0	Xnd =	7	13,3
alfa	0,45	Xba =	0	0,0			
		Xp =	0	0,0			
k =	0,33		totaal	100,0			

interne stroom			mg/l	%	Kj-Ntot	mg/l	%
CZVtot	586 mg/l	Si =	28	4,8		67	
CZVmf	132 mg/l	Ss =	104	17,7	Sno =	0	0,0
BZV5	209 mg/l	Xi =	230	39,3	Snh =	53	80,0
CZVsusp	454 mg/l	Xs =	224	38,2	Snd =	4	6,7
BZV on	262 mg/l	Xbh =	0	0,0	Xnd =	9	13,3
alfa	0,49	Xba =	0	0,0			
		Xp =	0	0,0			
k =	0,32		totaal	100,0			

Effluent			mg/l	%	Ntot	mg/l
CZVtot		Si =	28,3			
CZVmf	31 mg/l	Ss =			Kj-N	
BZV5		Xi =			Sno =	
CZVsusp		Xs =			Snh =	
		Xbh =			Snd =	
		Xba =			Xnd =	
		Xp =				
						totaal

Influent + interne stroom

influent 25096 m³/d
intern 2314 m³/d

	influent		intern		TOTAAL	
	concent	vracht	concent	vracht	vracht	concent
	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	kg/d	mg/l
Si =	28	709	27	62	771	28
Ss =	97	2.429	132	306	2.734	100
Xi =	378	9.484	245	566	10.050	367
Xs =	296	7.426	189	437	7.863	287
Xbh =	0	0	0	0	0	0,0
Xba =	0	3	0	0	3	0,1
Xp =	0	0	0	0	0	0,0
Sno =	0,0	0	0	0	0	0,0
Snh =	36,3	910	39	90	1.000	36,5
Snd =	5,2	130	13	30	160	5,8
Xnd =	10,4	260	17	40	300	11,0

	bezonken influent		intern bezonken		bezonken influent + intern	
	concent	vracht	concent	vracht	vracht	concent
	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	kg/d	mg/l
Si =	28	709	28	65	775	28
Ss =	97	2.429	104	240	2.669	97
Xi =	107	2.688	115	265	2.954	108
Xs =	96	2.409	93	214	2.624	96
Xbh =	0	0	0	0	0	0
Xba =	0	0	0	0	0	0
Xp =	0	0	0	0	0	0
Sno =	0	0	0	0	0	0
Snh =	26,4	664	44,4	103	766	28
Snd =	3,8	95	3,7	9	103	4
Xnd =	7,6	190	7,4	17	207	8

Bijlage V-C Afvalwaterkarakteristieken rwzi Nijmegen

Karakterisering op basis van gewogen gemiddelden

Influent		mg/l		%		mg/l		%	
CZVtot	536 mg/l					Kj-N =	50		
CZVmf	154 mg/l	Si =	25	4,7		Sno =	0	0,0	
BZVS	239 mg/l	Ss =	129	24,0		Snh =	35	70,0	
CZVsusp	382 mg/l	Xi =	151	28,1		Snd =	5	10,0	
BZV on	288 mg/l	Xs =	232	43,2		Xnd =	10	20,0	
alfa	0,61	Xbh =	0	0,0					
		Xba =	0,1	0,0					
k =	0,35	Xp =	0	0,0					
			totaal	100,0					

Voorprecipitatie afloop VBT		mg/l		%		mg/l		%	
CZVtot	293 mg/l					Kj-Ntot	43		
CZVmf	112 mg/l	Si =	25	8,6		Sno =	0,6	1,4	
BZVS	113 mg/l	Ss =	87	29,7		Snh =	32,2	74,2	
CZVsusp	181 mg/l	Xi =	97,4	33,2		Snd =	3,4	7,8	
BZV on	136 mg/l	Xs =	83,4	28,4		Xnd =	7,2	16,6	
alfa	0,46	Xbh =	0	0,0					
		Xba =	0	0,0					
k =	0,35	Xp =	0	0,0					
			totaal	100,0					

Bezonken influent

Bezonken influent		mg/l		%		mg/l		%	
CZVtot	333					Kj-Ntot	46		
BZVS	146	Si =	25	7,6		Sno =	0	0,0	
CZVmf	153	Ss =	128	38,5		Snh =	34	74,3	
CZVsusp	180	Xi =	87	26,0		Snd =	5	10,0	
BZV on	177	Xs =	93	27,9		Xnd =	7	15,7	
alfa	0,52	Xbh =	0	0,0					
		Xba =	0	0,0					
k =	0,35	Xp =	0	0,0					
			totaal	99,9					

Bezonken intern

Bezonken intern		mg/l		%		mg/l		%	
CZVtot	467					Kj-Ntot	116		
CZVmf	174	Si =	25	5,4		Sno =	0	0,0	
BZVS	156	Ss =	148	31,8		Snh =	95	82,3	
CZVsusp	294	Xi =	205	44,0		Snd =	9	7,6	
BZV on	189	Xs =	88	18,9		Xnd =	12	10,1	
alfa	0,30	Xbh =	0	0,0					
		Xba =	0	0,0					
k =	0,35	Xp =	0	0,0					
			totaal	100,0					

interne stroom

interne stroom		mg/l		%		mg/l		%	
CZVtot	2.155					Kj-Ntot	174		
CZVmf	186	Si =	25	1,2		Sno =	0	0,0	
BZVS	792	Ss =	161	7,5		Snh =	122	70,0	
CZVsusp	1.969	Xi =	932	43,3		Snd =	17	10,0	
BZV on	958	Xs =	1.036	48,1		Xnd =	35	20,0	
alfa	0,53	Xbh =	0	0,0					
		Xba =	0	0,0					
k =	0,35	Xp =	0	0,0					
			totaal	100,0					

Effluent		mg/l		%		mg/l	
CZVtot		Si =	25,2			Ntot	
CZVmf	28	Ss =				Kj-N	
BZVS		Xi =				Sno =	
CZVsusp		Xs =				Snh =	
		Xbh =				Snd =	
		Xba =				Xnd =	
		Xp =					
							totaal

influent + interne stroom

influent + interne stroom		mg/l		%		TOTAAL	
influent	67722 m ³ /d						
intern	4171 m ³ /d						
		concent	vracht	concent	vracht	vracht	concent
		mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	kg/d	mg/l
Si =		25	1709	25	105	1814	25
Ss =		129	8729	161	673	9402	131
Xi =		151	10193	932	3890	14083	196
Xs =		232	15679	1.036	4323	20002	278
Xbh =		0	0	0	0	0	0
Xba =		0	7	0	0	7	0
Xp =		0	0	0	0	0	0
Sno =		0,0	0	0	0	0	0
Snh =		35,3	2393	122	507	2900	40
Snd =		5,0	342	17	72	414	6
Xnd =		10,1	684	35	145	829	12

bezonken influent			intern			bezonken influent + intern		
concent		vracht	concent		vracht	vracht		concent
mg/l	kg/d	kg/d	mg/l	kg/d	kg/d	kg/d	mg/l	
Si =	25	1709	25	105	1814	25		
Ss =	128	8668	148	619	9287	129		
Xi =	87	5877	205	857	6734	94		
Xs =	93	6286	88	368	6654	93		
Xbh =	0	0	0	0	0	0		
Xba =	0	0	0	0	0	0		
Xp =	0	0	0	0	0	0		
Sno =	0	0	0	0	0	0		
Snh =	34,11559	2310	95	398	2708	38		
Snd =	4,596529	311	9	37	348	5		
Xnd =	7,184207	487	12	49	536	7		

Bijlage V-D Afvalwater karakteristieken rwzi Walcheren

Karakterisering op basis van gewogen gemiddelden

Influent						mg/l	%
CZVtot	392 mg/l		mg/l	%	Kj-N =	35	
CZVmf	81 mg/l	Si =	38	9,7	Sno =	0	0,0
BZV5	162 mg/l	Ss =	43	11,0	Snh =	25	70,0
CZVsusp	311 mg/l	Xi =	140	35,7	Snd =	4	10,0
BZV on	171 mg/l	Xs =	171	43,6	Xnd =	7	20,0
alfa	0,55	Xbh =	0	0,0	totaal		100,0
		Xba =	0,1	0,0			
k =	0,59	Xp =	0	0,0			
		totaal		100,0			

Voorprecipitatie afloop VBT						mg/l	%
CZVtot	189 mg/l		mg/l	%	Kj-Ntot	33	
CZVmf	73 mg/l	Si =	38	20,2	Sno =	0,6	1,8
BZV5	63 mg/l	Ss =	35	18,4	Snh =	25,5	77,5
CZVsusp	116 mg/l	Xi =	69,3	36,7	Snd =	2,2	6,6
BZV on	65 mg/l	Xs =	46,8	24,8	Xnd =	4,6	14,1
alfa	0,40	Xbh =	0	0,0			100,0
		Xba =	0	0,0			
k =	0,64	Xp =	0	0,0			
		totaal		100,0			

Bezonken influent

Bezonken influent						mg/l	%
CZVtot	249 mg/l		mg/l	%	Kj-Ntot	28	
BZV5	106 mg/l	Si =	38	15,3	Sno =	0	0,0
CZVmf	81 mg/l	Ss =	43	17,2	Snh =	20	70,0
CZVsusp	168 mg/l	Xi =	73	29,2	Snd =	3	10,0
BZV on	111 mg/l	Xs =	95	38,2	Xnd =	6	20,0
alfa	0,57 mg/l	Xbh =	0	0,0	totaal		100,0
		Xba =	0	0,0			
k =	0,63	Xp =	0	0,0			
		totaal		99,9			

Bezonken intern

Bezonken intern						mg/l	%
CZVtot	111 mg/l	Si =	38	34,2	Kj-Ntot	47	
CZVmf	63 mg/l	Ss =	25	22,4	Sno =	0	0,0
BZV5	35 mg/l	Xi =	23	20,8	Snh =	33	70,0
CZVsusp	48 mg/l	Xs =	25	22,7	Snd =	5	10,0
BZV on	40 mg/l	Xbh =	0	0,0	Xnd =	9	20,0
alfa	0,52	Xba =	0	0,0	totaal		100,0
		Xp =	0	0,0			
k =	0,40	totaal		100,0			

interne stroom

interne stroom						mg/l	%
CZVtot	354 mg/l	Si =	38	10,7	Kj-Ntot	64	
CZVmf	55 mg/l	Ss =	17	4,8	Sno =	0	0,0
BZV5	88 mg/l	Xi =	194	54,9	Snh =	45	70,0
CZVsusp	299 mg/l	Xs =	105	29,6	Snd =	6	10,0
BZV on	98 mg/l	Xbh =	0	0,0	Xnd =	13	20,0
alfa	0,35	Xba =	0	0,0	totaal		100,0
		Xp =	0	0,0			
k =	0,47	totaal		100,0			

Effluent						mg/l
CZVtot		Si =	38,1	%	Ntot	
CZVmf	42 mg/l	Ss =			Kj-N	
BZV5		Xi =			Sno =	
CZVsusp		Xs =			Snh =	
		Xbh =			Snd =	
		Xba =			Xnd =	
		Xp =			totaal	

influent + interne stroom

influent		intern		TOTAAL	
concent	vracht	concent	vracht	vracht	concent
mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	kg/d	mg/l
Si =	38 1.651	38 201		1.852	38
Ss =	43 1.874	17 89		1.964	40
Xi =	140 6.063	194 1026		7.089	146
Xs =	171 7.414	105 554		7.968	164
Xbh =	0 0	0 0		0 0	
Xba =	0 4	0 0		4 0	
Xp =	0 0	0 0		0 0	
Sno =	0,0 0	0 0		0 0	
Snh =	24,8 1.078	45 235		1.313	27
Snd =	3,5 154	6 34		188	4
Xnd =	7,1 308	13 67		375	8

bezonken influent		intern		bezonken influent + intern	
concent	vracht	concent	vracht	vracht	concent
mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	kg/d	mg/l
Si =	38 1651	38 201		1852	38
Ss =	43 1861	25 131		1993	41
Xi =	73 3167	23 122		3289	68
Xs =	95 4131	25 133		4264	88
Xbh =	0 0	0 0		0 0	
Xba =	0 0	0 0		0 0	
Xp =	0 0	0 0		0 0	
Sno =	0 0	0 0		0 0	
Snh =	19,9 864	32,6 172		1035	21
Snd =	2,8 123	4,7 25		148	3
Xnd =	5,7 247	9,3 49		296	6

BijlageV-E Afvalwaterkarakteristieken rwzi Franeker

Karakterisering op basis van gewogen gemiddelden

Influent						mg/l		%	
CZVtot	607 mg/l					Kj-N	56		
CZVmf	212 mg/l	Si =	48	7,9		Sn0=	0	0,0	
BZV5	251 mg/l	Ssa=	164	27,0		SnH4=	39	70,0	
CZVsusp	395 mg/l	Xi=	182	30,0		Snd=	6	10,0	
BZV on	302 mg/l	Xsa=	213	35,2		Xnd=	11	20,0	
alfa	0,54	Xbha=	0	0,0		totaal		100,0	
		Xba=	0,1	0,0					
k =	0,36	Xp=	0	0,0					
		totaal		100,0					

Voorprecipitatie afloop VBT						mg/l		%	
CZVtot	287 mg/l					Kj-Ntot	44		
CZVmf	113 mg/l	Si =	48	16,6		Sn0=	0,6	1,4	
BZV5	103 mg/l	Ssa=	66	22,8		SnH4=	32,7	74,9	
CZVsusp	174 mg/l	Xi=	75,4	26,3		Snd=	3,4	7,8	
BZV on	131 mg/l	Xsa=	98,4	34,3		Xnd=	7,0	15,9	
alfa	0,57	Xbha=	0	0,0				100,0	
		Xba=	0	0,0					
k =	0,31	Xp=	0	0,0					
		totaal		100,0					

Bezonken influent						mg/l		%	
CZVtot	526 mg/l					Kj-Ntot	53		
BZV5	225 mg/l	Si =	48	9,1		Sn0=	0	0,0	
CZVmf	212 mg/l	Ssa=	164	31,2		SnH4=	37	70,0	
CZVsusp	314 mg/l	Xi=	156	29,6		Snd=	5	10,0	
BZV on	258 mg/l	Xsa=	158	30,0		Xnd=	11	20,0	
alfa	0,50 mg/l	Xbha=	0	0,0		totaal		100,0	
		Xba=	0	0,0					
k =	0,41	Xp=	0	0,0					
		totaal		99,9					

Bezonken intern						mg/l		%	
CZVtot	215 mg/l	Si =	48	22,2		Kj-Ntot	31		
CZVmf	81 mg/l	Ssa=	33	15,5		Sn0=	0	0,0	
BZV5	59 mg/l	Xi=	53	24,5		SnH4=	21	70,0	
CZVsusp	134 mg/l	Xsa=	81	37,7		Snd=	3	10,0	
BZV on	91 mg/l	Xbha=	0	0,0		Xnd=	6	20,0	
alfa	0,61 mg/l	Xba=	0	0,0		totaal		100,0	
		Xp=	0	0,0					
k =	0,21	totaal		100,0					

interne stroom						mg/l		%	
CZVtot	366 mg/l	Si =	48	13,0		Kj-Ntot	35		
CZVmf	81 mg/l	Ssa=	33	9,1		Sn0=	0	0,0	
BZV5	111 mg/l	Xi=	142	38,9		SnH4=	24	70,0	
CZVsusp	285 mg/l	Xsa=	142	38,9		Snd=	3	10,0	
BZV on	141 mg/l	Xbha=	0	0,0		Xnd=	7	20,0	
alfa	0,50 mg/l	Xba=	0	0,0		totaal		100,0	
		Xp=	0	0,0					
k =	0,31	totaal		100,0					

Effluent						mg/l		%	
CZVtot		Si=		47,7		Ntot			
CZVmf	53 mg/l	Ssa=				Kj-N			
BZV5		Xi=				Sn0=			
CZVsusp		Xsa=				SnH4=			
		Xbha=				Snd=			
		Xba=				Xnd=			
		Xp=				totaal			

influent + interne stroom

influent 5.668 m3/d

intern 3.943 m3/d

	influent		intern		TOTAAL		concent
	concent	vracht	concent	vracht	vracht	concent	
	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	kg/d	mg/l	
Si =	48	270	48	188	458	48	
Ssa=	164	929	33	131	1.061	110	
Xi=	182	1.030	142	561	1.591	166	
Xsa=	213	1.209	142	561	1.770	184	
Xbha=	0	0	0	0	0	0	
Xba=	0	1	0	0	0	1	0
Xp=	0	0	0	0	0	0	0
	607		366				
Sn0=	0,0	0	0	0	0	0	0
SnH4=	39,3	223	24	96	318	33	
Snd=	5,6	32	3	14	45	5	
Xnd=	11,2	64	7	27	91	9	

	bezonken influent		bezonken intern		bezonken influent + intern	
	concent	vracht	concent	vracht	vracht	concent
	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	kg/d	mg/l
Si =	48	270	48	188	458	48
Ssa=	164	931	33	131	1.063	111
Xi=	156	886	53	208	1.094	114
Xsa=	158	896	81	319	1.216	126
Xbha=	0	0	0	0	0	0
Xba=	0	0	0	0	0	0
Xp=	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
Sn0=	0	0	0	0	0	0
SnH4=	37	212	21	85	297	31
Snd=	5	30	3	12	42	4
Xnd=	11	61	6	24	85	9

Bijlage V-F Afvalwaterkarakteristieken rwzi Gouda

Karakterisering op basis van gewogen gemiddelden

Influent			mg/l	%	Kj-N =	mg/l	%
CZVtot	662 mg/l				Kj-N =	62	
CZVmf	180 mg/l	Si =	31	4,6	Sno =	0	0,0
BZV5	254 mg/l	Ss =	149	22,5	Snh =	43	70,0
CZVsusp	483 mg/l	Xi =	258	38,9	Snd =	6	10,0
BZV on	296 mg/l	Xs =	225	33,9	Xnd =	12	20,0
alfa	0,47	Xbh =	0	0,0			
		Xba =	0,1	0,0			
k	0,38	Xp =	0	0,0			
					totaal		100,0
			totaal	100,0			

Voorprecipitatie afloop VBT			mg/l	%	Kj-Ntot	mg/l	%
CZVtot	78 mg/l				Kj-Ntot	19	
CZVmf	46 mg/l	Si =	31	39,3	Sno =	0,6	3,1
BZV5	17 mg/l	Ss =	15	19,1	Snh =	16,2	83,2
CZVsusp	33 mg/l	Xi =	16,4	20,9	Snd =	1,4	7,0
BZV on	25 mg/l	Xs =	16,1	20,7	Xnd =	1,3	6,7
alfa	0,50	Xbh =	0	0,0			
		Xba =	0	0,0			
k	0,23	Xp =	0	0,0			
					totaal		100,0
			totaal	100,0			

Bezonken influent

			mg/l	%	Kj-Ntot	mg/l	%
CZVtot	438 mg/l				Kj-Ntot	56	
BZV5	176 mg/l	Si =	31	7,0	Sno =	0	0,0
CZVmf	140 mg/l	Ss =	110	25,0	Snh =	40	71,2
CZVsusp	298 mg/l	Xi =	150	34,0	Snd =	4	7,5
BZV on	206 mg/l	Xs =	148	33,8	Xnd =	12	21,3
alfa	0,50 mg/l	Xbh =	0	0,0			
		Xba =	0	0,0			
k	0,38	Xp =	0	0,0			
					totaal		100,0
			totaal	99,9			

Bezonken intern

			mg/l	%	Kj-Ntot	mg/l	%
CZVtot	44 mg/l	Si =	31	69,6	Kj-Ntot	4	
CZVmf	33 mg/l	Ss =	2	5,4	Sno =	0	0,0
BZV5	4 mg/l	Xi =	4	8,3	Snh =	2,8	70,0
CZVsusp	11 mg/l	Xs =	7	16,7	Snd =	0,5	12,3
BZV on	8 mg/l	Xbh =	0	0,0	Xnd =	0,7	17,7
alfa	0,67 mg/l	Xba =	0	0,0			
		Xp =	0	0,0			
k	0,16				totaal		100,0
			totaal	100,0			

interne stroom

			mg/l	%	Kj-Ntot	mg/l	%
CZVtot	76 mg/l	Si =	31	40,3	Kj-Ntot	5,7	
CZVmf	32 mg/l	Ss =	1	1,2	Sno =	0	0,0
BZV5	9 mg/l	Xi =	23	30,7	Snh =	4,0	70,0
CZVsusp	45 mg/l	Xs =	21	27,8	Snd =	0,7	12,6
BZV on	18 mg/l	Xbh =	0	0,0	Xnd =	1,0	17,4
alfa	0,48 mg/l	Xba =	0	0,0			
		Xp =	0	0,0			
k	0,14				totaal		100,0
			totaal	100,0			

Effluent

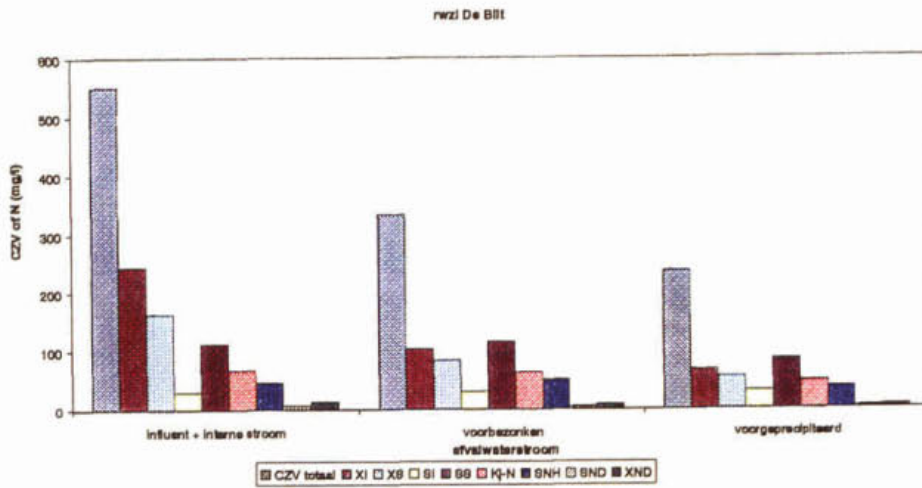
			mg/l	%	Ntot	mg/l
CZVtot		Si =	30,7		Ntot	
CZVmf	34 mg/l	Ss =			Kj-N	
BZV5		Xi =			Sno =	
CZVsusp		Xs =			Snh =	
		Xbh =			Snd =	
		Xba =			Xnd =	
		Xp =				
					totaal	

influent + interne stroom

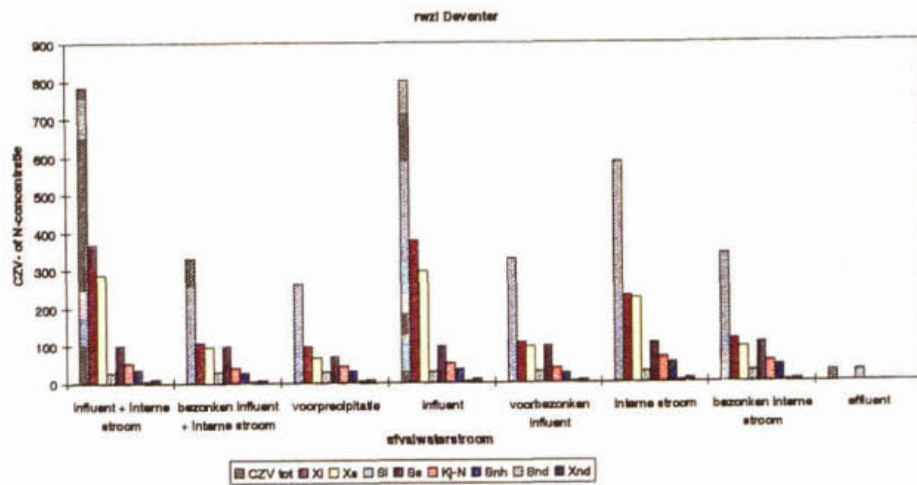
influent	14.990	intern		TOTAAL	
intern	14.239	concent	vracht	concent	vracht
influent	concent	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d
Si =	31	31	460	897	31
Ss =	149	1	2.232	2.245	77
Xi =	258	23	3.867	4.200	144
Xs =	225	21	3.371	3.672	126
Xbh =	0	0	0	0	0
Xba =	0	0	1	1	0
Xp =	0	0	0	0	0
Sno =	0,0	0	0	0	0
Snh =	43,1	4	645	703	24
Snd =	6,2	1	92	103	4
Xnd =	12,3	1	184	199	7
CZVtot	662	76	9.930	11.015	377

bezonken influent		bezonken intern		bezonken influent + intern	
concent	vracht	concent	vracht	vracht	concent
mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	kg/d	mg/l
Si =	31	31	437	897	31
Ss =	110	2	34	1.679	57
Xi =	150	4	52	2.295	79
Xs =	148	7	105	2.328	80
Xbh =	0	0	0	0	0
Xba =	0	0	0	0	0
Xp =	0	0	0	0	0
Sno =	0,0	0	0	0	0
Snh =	39,9	3	39	638	22
Snd =	4,2	0	7	70	2
Xnd =	11,9	1	10	189	6

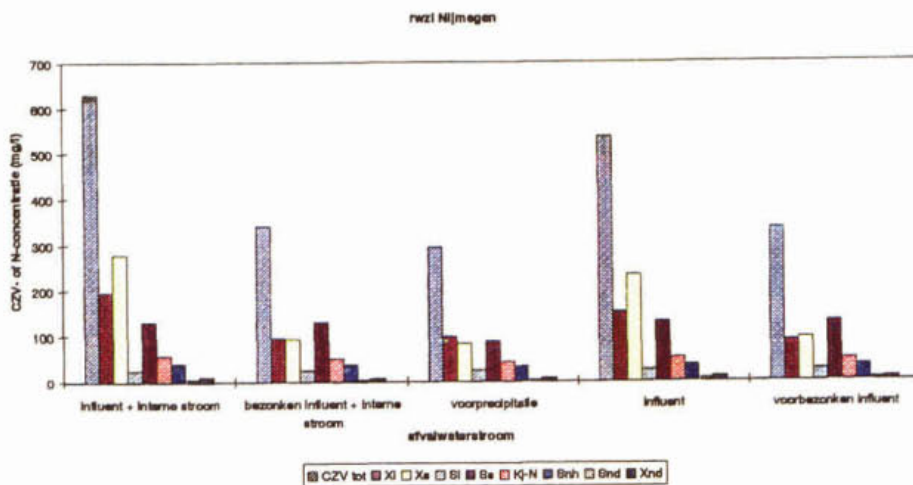
Bijlage VI Samenstelling waterstromen van de onderzochte rwzi's



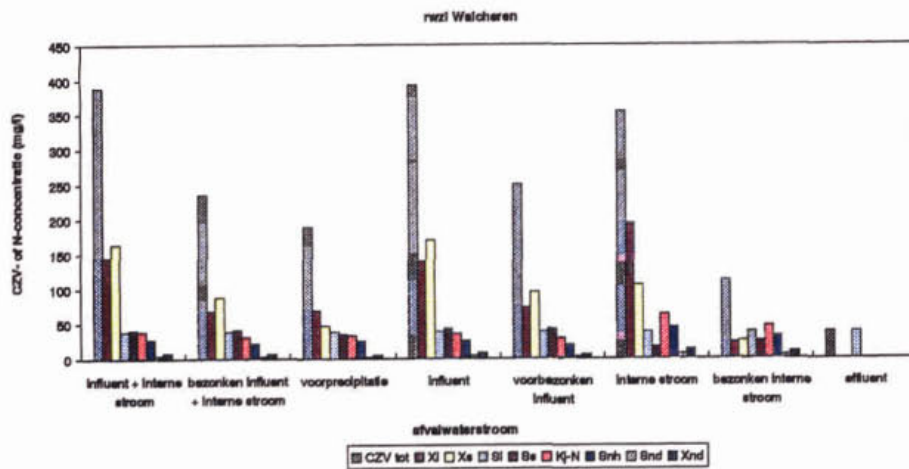
Figuur 12: Afvalwatersamenstelling verschillende waterstromen rwzi De Bilt



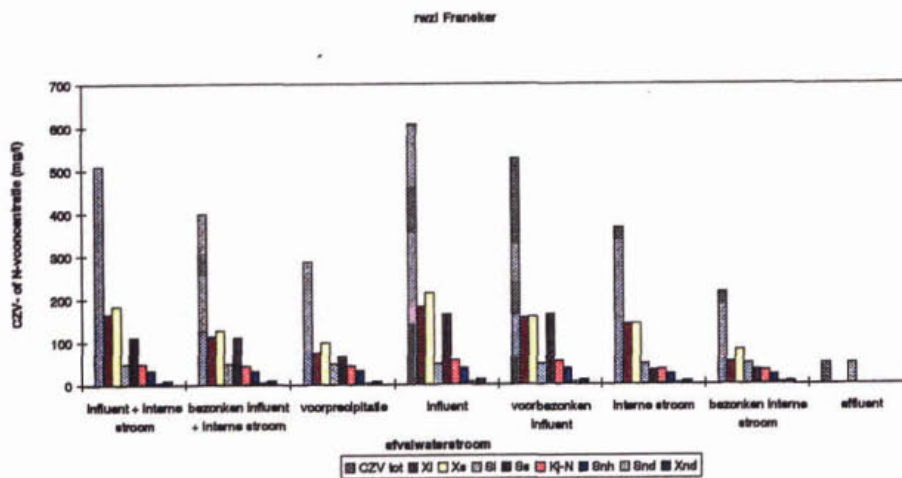
Figuur 13: Afvalwatersamenstelling verschillende waterstromen rwzi Deventer



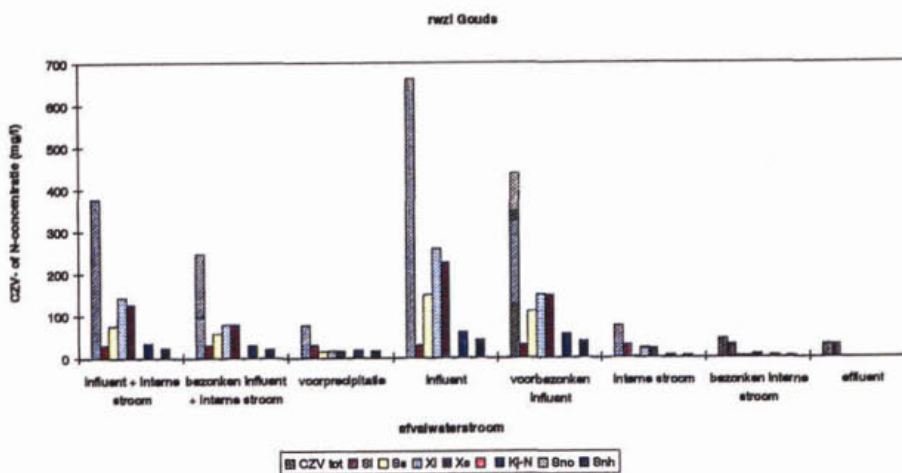
Figuur 14: Afvalwatersamenstelling verschillende waterstromen rwzi Nijmegen



Figuur 15: Afvalwatersamenstelling verschillende waterstromen rwzi Walcheren

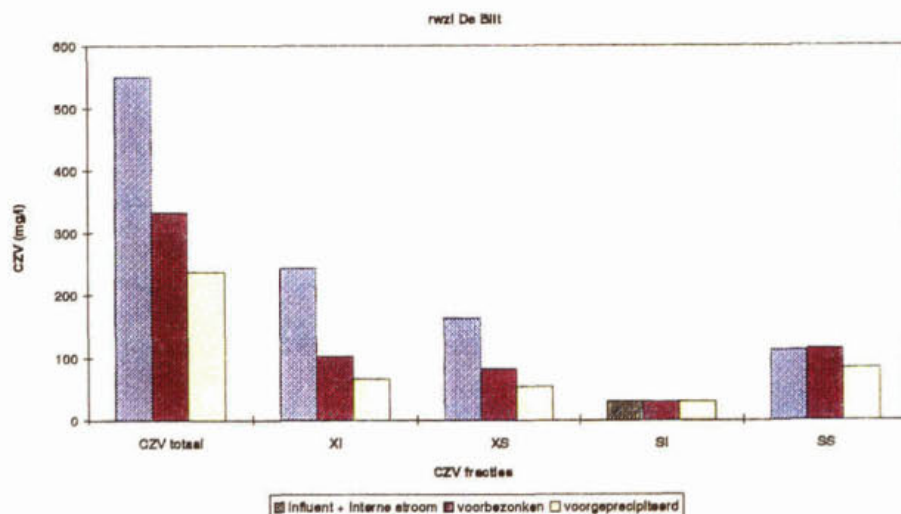


Figuur 16: Afvalwatersamenstelling verschillende waterstromen rwzi Franeker

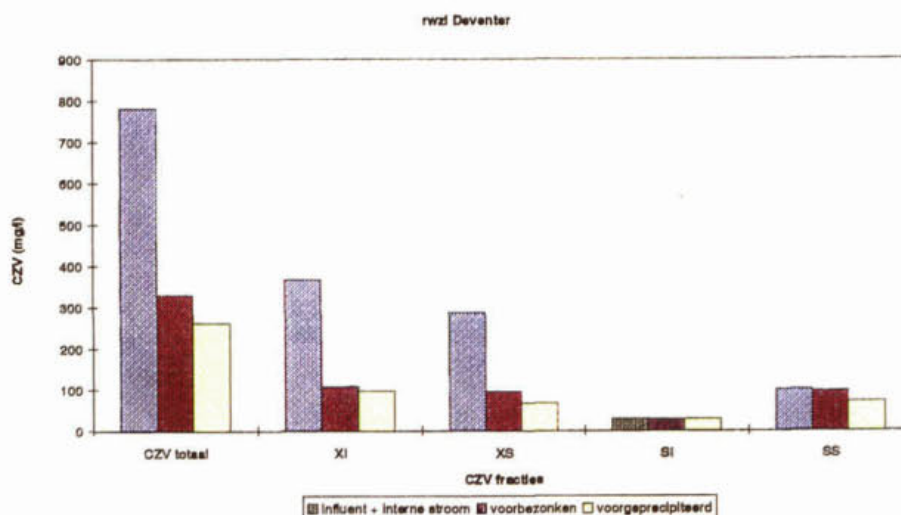


Figuur 17: Afvalwatersamenstelling verschillende waterstromen rwzi Gouda

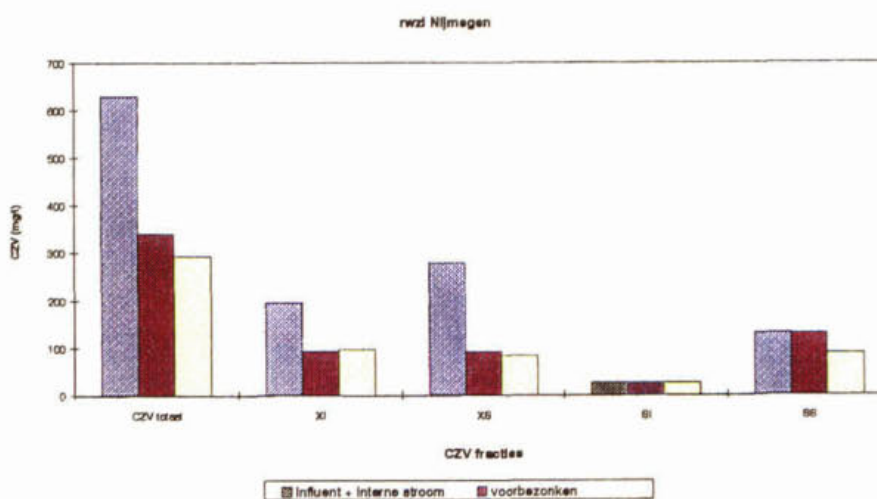
Bijlage VII CZV-fractieverdeling per rwzi



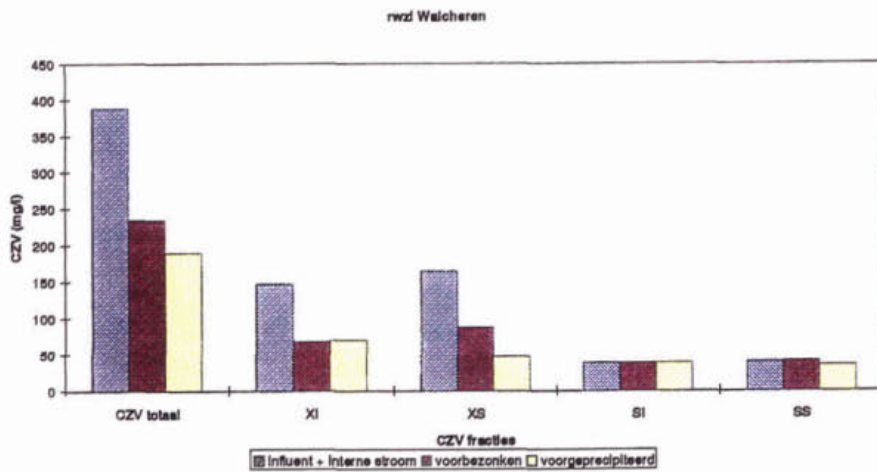
Figuur 18: Invloed van voorbehandeling op CZV_{totaal} en de CZV-fracties X_I, X_S, S_I en S_S rwzi De Bilt.



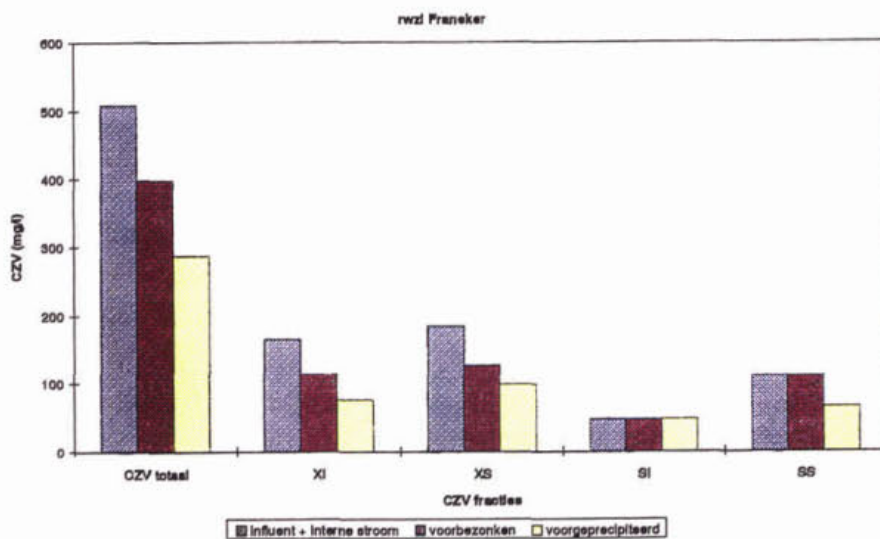
Figuur 19: Invloed van voorbehandeling op CZV_{totaal} en de CZV-fracties X_I, X_S, S_I en S_S rwzi Deventer.



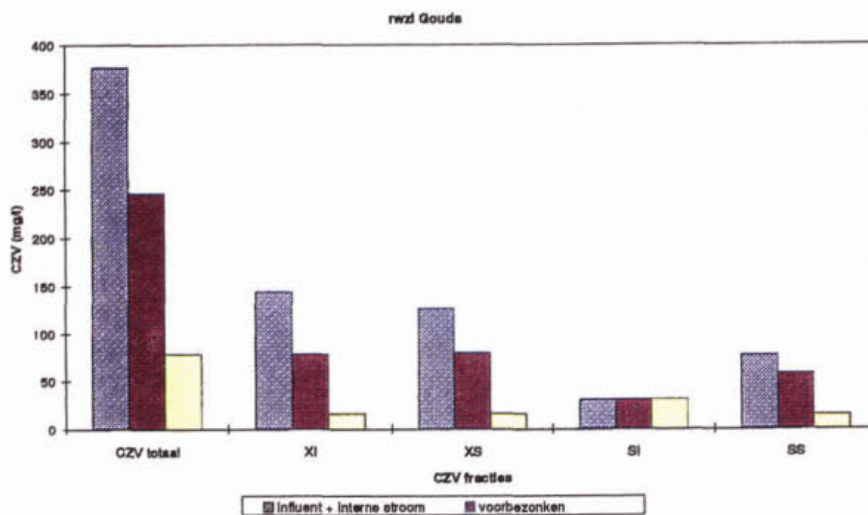
Figuur 20: Invloed van voorbehandeling op CZV_{totaal} en de CZV-fracties X_I, X_S, S_I en S_S rwzi Nijmegen.



Figuur 21: Invloed van voorbehandeling op CZV_{totaal} en de CZV-fracties X_i, X_s, S_i en S_B rwz Walcheren.



Figuur 22: Invloed van voorbehandeling op CZV_{totaal} en de CZV-fracties X_i, X_s, S_i en S_B rwz Franeker.



Figuur 23: Invloed van voorbehandeling op CZV_{totaal} en de CZV-fracties X_i, X_s, S_i en S_B rwz Gouda.

BIJLAGE VIII Resultaten van de gevoeligheidsanalyse

Tabel 17. CZV-totaal 10% omhoog door verhoging van één CZV-fractie bezonken afvalwater Nijmegen.

	S _i	S _s	X _i	X _s	X _{BH}	X _{BA}	X _p	S _o	S _{NO}	S _{NH}	S _{ND}	X _{ND}	Salk	slibproductie
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mmol/l	kg ds/d
basis influent	25	1,0	2.121	3,7	1.206	85	587	0,7	6,0	2,0	0,5	0,3	5,0	12.200
S _i + 10%	68	1,0	2.121	3,7	1.206	85	587	0,7	6,0	2,0	0,5	0,3	5,0	12.200
S _s + 10%	25	1,1	1.971	4,5	1.342	79	606	0,7	3,4	2,7	0,5	0,4	5,2	13.180
X _i + 10%	25	1,0	2.376	3,5	1.116	73	434	0,7	5,4	3,9	0,5	0,3	5,2	15.430
X _s + 10%	25	1,2	1.969	4,6	1.344	79	605	0,7	3,9	2,7	0,5	0,4	5,2	13.190

Tabel 18. Slibsamenstelling van rwzi Franeker bij CZV-totaal 10% omhoog door verhoging van één CZV-fractie bezonken afvalwater.

	S _i	S _s	X _i	X _s	X _{BH}	X _{BA}	X _p	S _o	S _{NO}	S _{NH}	S _{ND}	X _{ND}	alk	slibproductie
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	kg/d
S _i + 10%	88	1,0	2.369	3,4	1.075	71	483	0,7	6,0	2,0	0,5	0,3	5,5	1.800
S _s + 10%	48	1,2	2.214	4,3	1.221	65	498	0,7	3,1	2,8	0,6	0,4	5,7	1.940
X _i + 10%	48	1,1	2.575	3,2	997	61	366	0,7	5,4	3,8	0,5	0,3	5,7	2.240
X _s + 10%	48	1,2	2.207	4,3	1.222	65	502	0,7	3,7	2,7	0,6	0,4	5,7	1.940

Tabel 19. CZV-totaal 10% omhoog door verhoging van één CZV-fractie voorgeprecipiteerd afvalwater rwzi Nijmegen.

	S _i	S _s	X _i	X _s	X _{BH}	X _{BA}	X _p	S _o	S _{NO}	S _{NH}	S _{ND}	X _{ND}	Salk	slibproductie
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mmol/l	kg ds/d
basis influent	25	1,0	2.274	3,5	1.132	79	514	0,7	6,0	2,0	0,5	0,3	5,4	11.760
S _i + 10%	62	1,0	2.274	3,5	1.132	79	514	0,7	6,0	2,0	0,5	0,3	5,4	11.760
S _s + 10%	25	1,1	2.127	4,2	1.268	73	530	0,7	3,4	2,7	0,5	0,4	5,6	12.560
X _i + 10%	25	1,1	2.499	3,3	1.050	68	383	0,7	5,3	3,8	0,5	0,3	5,6	14.510
X _s + 10%	25	1,1	2.126	4,3	1.270	73	529	0,7	3,9	2,7	0,5	0,4	5,6	12.570

Tabel 20. Slibsamenstelling bij rwzi Franeker met CZV-totaal 10% omhoog door verhoging één fractie voorgeprecipiteerd afvalwater.

	S _i	S _s	X _i	X _s	X _{BH}	X _{BA}	X _p	S _o	S _{NO}	S _{NH}	S _{ND}	X _{ND}	alk	slibproductie
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	kg ds/d
S _i + 10%	82	1,1	2.143	3,6	1.124	84	646	0,7	6,0	2,0	0,5	0,3	5,3	1.290
S _s + 10%	48	1,2	1.950	4,7	1.332	79	635	0,7	3,3	2,8	0,6	0,4	5,6	1.440
X _i + 10%	48	1,1	2.348	3,5	1.096	74	480	0,7	5,4	3,7	0,5	0,3	5,5	1.710
X _s + 10%	48	1,2	1.950	4,8	1.333	79	634	0,7	3,9	2,7	0,5	0,4	5,5	1.440

Tabel 21. Slibsamenstelling voor rwzi Nijmegen met voorbezinking bij CZV-totaal gelijk.

	S _i	S _s	X _i	X _s	X _{NH}	X _{BA}	X _P	S _O	S _{NO}	S _{NH}	S _{ND}	X _{ND}	Salk	slibproductie
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mmol/l	kg ds/d
basis influent	25	1,0	2.121	3,7	1.206	85	560	0,7	6,0	2,0	0,5	0,3	5,0	12.200
S _i + 10%, S _s - 10%	68	1,0	2.288	3,2	1.059	92	560	0,7	10,3	1,3	0,5	0,3	4,6	11.250
S _i + 10%, X _i - 10%	68	1,0	1.733	4,1	1.315	99	851	0,7	6,1	1,1	0,5	0,4	4,9	8.840
S _s + 10%, X _s - 10%	25	1,0	2.121	3,7	1.205	85	587	0,7	5,2	2,1	0,5	0,3	5,0	12.190
X _i + 10%, X _s - 10%	25	1,0	2.532	2,9	978	80	409	0,7	8,7	2,7	0,5	0,3	4,8	14.430
X _s + 10%, S _s - 10%	25	1,0	2.119	3,8	1.207	86	586	0,7	7,0	1,9	0,5	0,3	4,9	12.210
X _s + 10%, X _i - 10%	25	1,1	1.578	5,0	1.464	92	863	0,7	4,1	1,5	0,5	0,4	5,1	9.770

Tabel 22. Slibsamenstelling bij rwzi Franeker met voorbezinking en CZV-totaal gelijk.

	S _i	S _s	X _i	X _s	X _{NH}	X _{BA}	X _P	S _O	S _{NO}	S _{NH}	S _{ND}	X _{ND}	alk	slibproductie
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	kg ds/d
basis influent	48	1,0	2.369	3,4	1.075	71	483	0,7	6,0	2,0	0,5	0,3	5,5	1.800
S _s + 10%, S _i - 10%	8	1,2	2.214	4,3	1.221	65	498	0,7	3,1	2,8	0,6	0,4	5,7	1.940
S _s + 10%, X _s - 10%	48	1,0	2.313	3,3	1.078	72	536	0,7	5,0	2,0	0,5	0,3	5,5	1.800
X _i + 10%, S _i - 10%	8	1,1	2.575	3,2	997	61	366	0,7	5,4	3,8	0,5	0,3	5,7	2.240
X _i + 10%, X _s - 10%	48	1,0	2.746	2,5	851	67	335	0,7	9,0	2,6	0,5	0,2	5,3	2.100
X _s + 10%, S _s - 10%	48	1,0	2.368	3,4	1.077	71	482	0,7	7,4	1,9	0,5	0,3	5,4	1.800
X _s + 10%, X _i - 10%	48	1,2	1.942	4,6	1.328	76	651	0,7	3,9	1,6	0,5	0,4	5,6	1.480
S _i + 10%, S _s - 10%	88	1,0	2.537	2,8	922	77	462	0,7	10,2	1,3	0,5	0,2	5,1	1.660
S _i + 10%, X _i - 10%	88	1,0	2.100	3,7	1.171	82	644	0,7	6,1	1,1	0,5	0,3	5,4	1.340

Tabel 23. Slibsamenstelling bij rwzi Nijmegen met voorprecipitatie bij CZV-totaal gelijk.

	S _i	S _s	X _i	X _s	X _{NH}	X _{BA}	X _P	S _O	S _{NO}	S _{NH}	S _{ND}	X _{ND}	Salk	slibproductie
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mm-	kg ds/d
basis influent	25	1,0	2.274	3,5	1.132	79	514	0,7	6,0	2,0	0,5	0,3	5,4	11.760
S _i + 10%, S _s - 10%	62	1,0	2.472	2,9	967	86	474	0,7	10,8	1,3	0,4	0,3	5,0	10.720
S _i + 10%, X _i - 10%	62	1,0	1.981	3,7	1.212	92	713	0,7	6,5	1,1	0,5	0,3	5,3	8.630
S _s + 10%, X _s - 10%	25	1,0	2.540	3,4	1.114	80	505	0,7	5,6	2,0	0,5	0,3	5,4	11.570
X _i + 10%, X _s - 10%	25	1,0	2.677	2,6	895	75	353	0,7	9,1	2,5	0,5	0,2	5,2	13.510
X _s + 10%, S _s - 10%	25	1,0	2.298	3,5	1.116	80	504	0,7	7,5	1,8	0,5	0,3	5,3	11.580
X _s + 10%, X _i - 10%	25	1,1	1.817	1,5	1.362	86	733	0,7	4,4	1,5	0,5	0,3	5,5	9.480

Tabel 24. Slibsamenstelling bij rwzi Franeker met voorprecipitatie bij CZV-totaal gelijk.

	S ₁	S ₂	X ₁	X ₂	X _{BH}	X _{BK}	X _p	S _O	S _{NO}	S _{NH}	S _{ND}	X _{ND}	alk	slibproductie
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	kg ds/d
basis influent	48	1,1	2.143	3,6	1.124	84	646	0,7	6,0	2,0	0,5	0,3	5,3	1.290
S ₂ + 10%, S ₁ -10%	14	1,2	1.950	4,7	1.332	79	635	0,7	3,3	2,8	0,6	0,4	5,6	1.440
S ₂ + 10%, X ₂ -10%	48	1,1	2.096	3,7	1.186	86	629	0,7	5,2	2,1	0,5	0,3	5,4	1.320
X ₁ + 10%, S ₁ -10%	14	1,1	2.348	3,5	1.096	74	480	0,7	5,4	3,7	0,5	0,3	5,5	1.710
X ₁ + 10%, X ₂ -10%	48	1,0	2.499	2,8	951	81	468	0,7	8,6	2,6	0,5	0,3	5,2	1.590
X ₂ + 10%, S ₂ -10%	48	1,1	2.095	3,8	1.188	86	628	0,7	7,0	1,9	0,5	0,3	5,3	1.320
X ₂ + 10%, X ₁ -10%	48	1,2	1.681	5,1	1.451	92	772	0,7	4,1	1,6	0,5	0,4	5,4	1.040
S ₁ + 10%, S ₂ -10%	82	1,0	2.182	3,2	1.047	93	675	0,7	10,1	1,3	0,5	0,3	5,0	1.200
S ₁ + 10%, X ₁ -10%	82	1,1	1.756	4,1	1.297	100	843	0,7	6,1	1,1	0,5	0,4	5,3	920

