1983-06_hydraulische-technologische-aspecten-3

stora

Hydraulische en technologische aspecten van het nabezinkproces

3. Rechthoekige nabezinktanks
(Inventarisatie en praktijkonderzoek)

STOWA
Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 8090
3503 RB Utrecht
tel. 030-321199
fax 030-321766

Publikaties en het publikatieoverzicht kunt u uitsluitend bestellen bij:
Hageman Verpakkers BV
Postbus 281
2700 AC Zoetermeer
tel. 079-611188
fax 079-613927
o.v.v. ISBN- of bestelnummer en een duidelijk afleveradres.

83-6

stora

postbus 414, 2280 AK rijswijk 070 - 980.287 stichting toegepast onderzoek reiniging afvalwater

Hydraulische en technologische aspecten

van

het nabezinkproces

3. Rechthoekige nabezinktanks
(Inventarisatie en praktijkonderzoek)

	Inhoud	I - II
	Ten geleide	III
1	SAMENVATTING	1 - 2
2	INLEIDING	3
3	INVENTARISATIE ONTWERPGEGEVENS EN BEDRIJFSERVARINGEN	4 - 12
3.1	Inleiding	4
3.2	Type inrichtingen	4
3.3	Het begrip sliboverstort	4 - 6
3.4	Evaluatie inventarisatiegegevens	6 - 10
3.5	Constructieve vormgeving	10 - 11
3.6	Vergelijking inventarisatieresultaten met de inventarisatie van ronde nabezinktanks	11
3.7	Experimenten en maatregelen ter voorkoming van slibverlies	11 - 12
4	OPZET PRAKTIJKONDERZOEK	13 - 15
4.1	Onderzoekcriteria	13
4.2	Keuze inrichtingen	13
4.3	Proefprogramma	14 - 15
5	ALGEMEEN VERLOOP VAN DE PROEVEN	16 - 18
6	BESPREKING VAN DE MEETRESULTATEN	19 - 32
6.1	Slibopbouw in de nabezinktank	19 - 20
6.2	De aanvoerconcentratie	20
6.3	Retourslibconcentratie en retourslibdebiet	20 - 24
6.4	Slibspiegelhoogte	24 - 27
6.5	Het overstorten van slib en de stromingsverschijnselen nabij de effluentgoot	28 - 29
6.6	Drogestof in het effluent en in de helder-waterlaag	29
6.7	Slibbuffering	30 - 32
7	TOETSING MEETRESULTATEN	33 - 42
7.1	Oppervlaktebelasting	33
7.2	Drogestofbelasting	33 - 34
7.3	Solidflux-theorie	35 - 37
7.3.1	*inleiding*	35
7.3.2	*resultaten Breda*	35 - 37
7.3.3	*beoordeling*	37
7.4	WRC-rekenmodel	37 - 39
7.4.1	*toelaatbare drogestofbelasting*	37 - 38
7.4.2	*beoordeling*	38 - 39

7.5	ATV-richtlijn	39 - 41
7.6	STORA-richtlijn voor ronde nabezinktanks	42
8	HET ONTWERPEN VAN RECHTHOEKIGE NABEZINKTANKS	43 - 45
8.1	De benodigde oppervlakte	43 - 44
8.2	De retourslibverhouding	44 - 45
8.3	Kantdiepte	45
8.4	De mesbelasting	45
9	SLOTBESCHOUWING	46 - 47
10	LITERATUUR	48

BIJLAGEN

1. Metingen en analyseresultaten van de proeven te Breda, te Leiden-ZW en te Malden	49 - 76
2. Drogestofopbouw in de nabezinktanks	77 - 90
3. Bezinkproeven	91 -101
4. Berekeningen	103 -105
5. Gebruikte apparatuur	107
6. Symbolen	109 -110

Ten geleide

De kwaliteit van het effluent van rioolwaterzuiveringsinrichtingen hangt in hoge mate af van het procesgebeuren in de nabezinktanks.
De theorieën en modellen die dit proces voor actief-slibinstallaties beschrijven, voldoen niet in de praktijk.
Dit geldt ook voor de twee meest gebruikte - onderling niet vergelijkbare - ontwerprichtlijnen van het Engelse Water Research Centre en de Duitse Abwassertechnische Verein.

De STORA heeft daarom een serie onderzoeken gewijd aan het bepalen van de maximaal toelaatbare belasting en optimalisering van de werking van nabezinktanks; zowel ronde als rechthoekige tanks werden in dit onderzoek betrokken.

Het resultaat wordt gerapporteerd onder de titel "Hydraulische en technologische aspecten van het nabezinkproces". Inmiddels zijn de volgende delen verschenen:

1. Literatuur
2. Ronde nabezinktanks. Ontwerpgegevens en bedrijfservaring
   idem Praktijkonderzoek
   idem Ruimer- en inloopconstructies.

Tot dusverre leverde het onderzoek, naast een aanzienlijke verdieping van kennis en inzicht, ook betere en meer genuanceerde ontwerpcriteria die uitmondden in de zogenaamde "STORA-ontwerprichtlijn".

In dit deelonderzoek zijn de gegevens over ontwerp en functioneren van rechthoekige nabezinktanks op elf rwzi's geïnventariseerd, terwijl op drie rwzi's met praktijkexperimenten diverse ontwerprichtlijnen, waaronder de STORA-ontwerprichtlijn voor ronde nabezinktanks, zijn getoetst.
De inventarisatiegegevens leveren geen relaties op tussen het functioneren van de tank en ontwerpgegevens. Op basis van de experimenten en de STORA-ontwerprichtlijn voor ronde nabezinktanks blijken richtlijnen te kunnen worden opgesteld voor rechthoekige nabezinktanks.

Het onderzoek werd door het algemeen bestuur van de STORA op voorstel van de Onderzoekadviescommissie* opgedragen aan DHV Raadgevend Ingenieursbureau B.V. en namens de STORA begeleid door ir. E.L.C. Koster (voorzitter), ir. A.H. Dirkzwager, ir. J. Ebbenhorst, ir. L.J.T. de Vreede en ir. T.W.M. Wouda.

De experimenten aan de nabezinktanks werden mede mogelijk gemaakt door de inbreng van de hoogheemraadschappen West-Brabant en Rijnland, het zuiveringsschap Rivierenland en de inzet van het personeel van de rioolwaterzuiveringsinrichtingen te Breda, Leiden en Malden.

Rijswijk, juni 1983.

De directeur van de STORA

drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff

---

* De Onderzoekadviescommissie, die tot dit project adviseerde, bestond uit: prof.ir. A.C.J. Koot (voorzitter), drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff (secretaris) en dr.ir. H.J. Eggink, prof.dr. P.G. Fohr, ir. R. Karper, ir. C.H. Kuggeleijn, ir. J.S. Kuyper, ir. Th.G. Martijn, ir. H.A. Meijer, ir. H.M.J. Scheltinga, dr.ir. D.W. Scholte Ubing, ir. J. van Selm, ir. M. Tiessens, drs. A.A. Wismeijer (leden).

1 SAMENVATTING

Elf van de twaalf inrichtingen in Nederland, die voorzien zijn van een rechthoekige nabezinking, zijn geïnventariseerd. Evenals bij ronde tanks treedt bij een aantal rechthoekige nabezinktanks sliboverstort op bij maximale aanvoer naar de inrichting. Uit de inventarisatiegegevens blijkt geen relatie tussen het functioneren van de tank (wel of geen sliboverstort) en de ontwerpparameters als oppervlaktebelasting, drogestofbelasting, slibvolumebelasting en de getallen van Froude en Reynolds. Hiervoor is onderzoek in de praktijk uitgevoerd.

In het praktijkonderzoek is de maximaal toelaatbare belasting van de rechthoekige nabezinktank bepaald op de inrichtingen Breda en Leiden-ZW (beide met pendelhevelruimers) en Malden (kettingruimer). Daarbij is getracht de nabezinktanks op de grens van overbelasting te belasten, waarvoor gebruik is gemaakt van de STORA-ontwerprichtlijn voor ronde nabezinktanks.
Uit deze experimenten bleek de toelaatbare belasting van een rechthoekige tank goeddeels overeen te komen met die voor ronde tanks.

Daarnaast zijn proeven uitgevoerd over een groot bereik van oppervlaktebelastingen en slibvolumina, waaronder ook hogere belastingen, die bij een ronde tank tot sliboverstort geleid zouden hebben.

Uit de meetresultaten is gebleken dat de slibopbouw in de rechthoekige tank verschilt van die bij ronde tanks. De drogestofconcentratie van de slibzone neemt toe in de richting van de tankbodem. Onafhankelijk van het slibruimsysteem is de retourslibconcentratie lager dan de bodemslibconcentratie. Door kortsluitstromingen tussen de invoerstroom van de tank en de retourslibstroom kan de retourslibconcentratie beduidend lager zijn dan de bodemslibconcentratie.
De oppervlaktebelasting en de drogestofbelasting blijken, evenals bij de ronde tanks, de afloop van de proeven (wel of geen overstort) onvoldoende te voorspellen. Het retourslibdebiet heeft bij tanks met een pendelhevelruimer geen invloed op het al dan niet overstorten.
Bij dit type ruimersysteem hoeft men dus geen rekening te houden met de additionele belasting van de nabezinktank door het retourslibdebiet.

De resultaten zijn getoetst aan de ontwerprichtlijnen voor nabezinktanks volgens ATV en WRC, aan de solidflux-theorie en aan de STORA-richtlijn voor ronde nabezinktanks.

ATV-richtlijn

De ATV-rekenmethode is gebaseerd op de relatie slibvolume - toelaatbare oppervlaktebelasting.
Voor de rechthoekige nabezinktank kan de ATV-grensbelasting worden beschouwd als een te veilige ontwerpbenadering. De toelaatbare slibvolumebelasting is hoger. Bij de proeven geëindigd in evenwicht is bovendien de drogestofconcentratie van het effluent $\leq$ 30 mg/l, ongeacht de belasting. Alleen bij een sliboverstort kan de concentratie oplopen tot enkele grammen per liter.

WRC-rekenmethode

De WRC-rekenmethode is gebaseerd op een empirisch bepaalde relatie tussen de (geroerde) slibindex en de toelaatbare drogestofbelasting. Van de proeven waarbij de geroerde slibindex is bepaald, ligt de belasting van de tank voor het merendeel van de proeven binnen het betrouwbaarheidsinterval van 20% dat door het WRC wordt aangehouden, ongeacht de afloop van de proeven.

Het WRC-model is hierdoor te onbetrouwbaar als ontwerprichtlijn.

Solidflux-theorie

Met de solidflux-theorie wordt de maximaal toelaatbare drogestofbelasting bepaald op basis van een verband tussen de lineaire bezinksnelheid van de slibspiegel en de drogestofconcentratie. Aan de hand van de bezinkproefresultaten te Breda met het slib uit aëratietank 2 blijkt de werkelijk opgetreden drogestofbelasting vele malen hoger te liggen dan de toelaatbare belasting volgens de solidflux-theorie. Deze theorie kan als zodanig niet gehanteerd worden voor een dimensionering.

STORA-richtlijn voor ronde nabezinktank

Op basis van het onderzoek aan ronde nabezinktanks is een ontwerprichtlijn voor dit type tank opgesteld. De toelaatbare oppervlaktebelasting is hierbij gerelateerd aan het slibvolume van de aanvoer naar de nabezinktank. Het praktijkonderzoek aan rechthoekige nabezinktanks heeft aangetoond dat de capaciteit van dit type tank het best kan worden weergegeven door dezelfde relatie. In vergelijking met een ronde tank blijkt de rechthoekige tank bij een slibvolume tussen de 400 en 700 ml/l een gelijke toelaatbare hydraulische belasting te hebben. Bij een slibvolume > 700 ml/l is er sprake van een lagere toelaatbare belasting en bij een slibvolume < 400 ml/l van een grotere belasting.
Op basis van dit praktijkonderzoek is voor rechthoekige nabezinktanks een ontwerprichtlijn opgesteld met de volgende uitgangspunten:

- De hydraulische capaciteit van de tank wordt berekend uit de toelaatbare slibvolumebelasting. De slibvolumebelasting is afhankelijk van het slibvolume van de aanvoer naar de nabezinktank op het moment dat er een evenwicht is ingesteld in de nabezinktank. Tijdens de maximale aanvoer zal een deel van het slib uit de aëratietank in de nabezinktank worden gebufferd. Deze hoeveelheid is gelimiteerd.
- Rekening houdend met de optredende slibbuffering kan met het gegeven maximale debiet het benodigd oppervlak van de nabezinktank worden bepaald.
- De buffering van slib in de nabezinktank en in verband hiermee de toelaatbare oppervlaktebelasting is afhankelijk van de kantdiepte.

2 INLEIDING

Voor het onderzoek aan rechthoekige tanks is een inventarisatie uitgevoerd van ervaringen en ontwerpgrondslagen van elf actief-slibinrichtingen in Nederland voorzien van een rechthoekige nabezinktank.
Uit deze inventarisatie bleek voor het vaststellen van de capaciteit van rechthoekige nabezinktanks een uitgebreid praktijkonderzoek noodzakelijk.

Het praktijkonderzoek aan rechthoekige nabezinktanks is zodanig opgezet dat:

- inzicht wordt verkregen in de (bezink)processen in dit type tank;
- de bestaande procesmodellen[1,3] - de rekenmethode van de ATV, de solidflux-theorie, de op deze theorie gebaseerde WRC-richtlijnen en de STORA-ontwerprichtlijn voor ronde nabezinktanks met slibschrapers - getoetst kunnen worden;
- de invloed wordt gekwantificeerd van het aanvoerdebiet, het retourslibdebiet, de aanvoerconcentratie en de slibbezinkbaarheid op het functioneren van de tank;
- een ontwerprichtlijn voor rechthoekige nabezinktanks wordt verkregen.

In dit rapport is allereerst ingegaan op de inventarisatiegegevens van rechthoekige tanks in Nederland (hoofdstuk 3). Op basis hiervan en de opgestelde onderzoekcriteria zijn de inrichtingen gekozen voor het houden van het praktijkonderzoek (hoofdstuk 4). In hoofdstuk 5 vindt een uitgebreide behandeling plaats van de proefresultaten.
De proefresultaten worden in hoofdstuk 7 getoetst aan de bestaande ontwerprichtlijnen voor nabezinktanks van actief-slibinrichtingen. Op basis van de proefresultaten is in hoofdstuk 8 een ontwerprichtlijn opgesteld voor rechthoekige nabezinktanks.

Hoofdstuk 9 geeft een beschouwingover de invloed van de keuze van de slibindex op het ontwerp van de nabezinktanks en het functioneren hiervan.

In de bijlagen 1, 2, 3 en 4 zijn de uitwerkingen van alle proeven opgenomen. De gebruikte meetapparatuur is in bijlage 5 beschreven. Voor de gebruikte symbolen wordt verwezen naar bijlage 6.

3 INVENTARISATIE ONTWERPGEGEVENS EN BEDRIJFSERVARINGEN

3.1 Inleiding

Van de in totaal twaalf actief-slibinrichtingen in Nederland voorzien van rechthoekige nabezinktanks zijn elf inrichtingen geïnventariseerd. De resterende inrichting is een industriële zuivering waarvan de bedrijfsgevens onvoldoende relevant waren om opgenomen te worden in de inventarisatie.
Van de elf inrichtingen zijn er twee die reeds in een eerdere fase geïnventariseerd zijn[2].
Voor de inventarisatie van rechthoekige nabezinktanks is gebruik gemaakt van een gelijksoortig enquêteformulier als gebruikt is voor de ronde nabezinktanks[2].

In het nu volgende is het functioneren van de geïnventariseerde nabezinktanks gerelateerd aan tien ontwerpgrootheden:
- afmetingen nabezinktank;
- oppervlaktebelasting van de tank;
- drogestofbelasting van de tank;
- slibvolumebelasting van de tank;
- slibvolume-index;
- relatief aëratievolume;
- retourslibcapaciteit;
- mesbelasting;
- kengrootheden Reynolds en Froude;
- slibbelasting.

Het functioneren van de nabezinktank is gekarakteriseerd door het criterium "wel of geen sliboverstort bij een maximum aanvoer naar de nabezinktank".

3.2 Typen inrichtingen

De elf geïnventariseerde inrichtingen betreffen inrichtingen werkend volgens het actief-slibsysteem met een in lengterichting horizontaal doorstroomde rechthoekige nabezinktank.
De dimensioneringsgrondslagen van deze inrichtingen zijn samengevat in tabel 1.

De inrichtingen te Mijdrecht en Hengelo zijn tweetrapsinrichtingen. In de inventarisatie zijn de beide biologische trappen afzonderlijk beschouwd.

3.3 Het begrip sliboverstort

Tijdens de inventarisatie is gebleken dat elke vorm van "slib over de rand", sliboverstort wordt genoemd. Feitelijk zijn twee situaties te onderscheiden waardoor een verhoogde afvoer van slib met het effluent optreedt:
- De capaciteit van de nabezinktank is onvoldoende, waardoor bij een sliboverstortsituatie de tank nagenoeg geheel gevuld is met slib. Ter plaatse van de effluentgoten is geen helder waterlaag meer waarneembaar.

	inrichting nr. 1	2	3	4	5A	5B	6	7	8	9	10	11A	11B
beluchtingsruimte													
- ontwerp slibbelasting (kg BZV/(kg d.s. d))	0,23	laag	0,054	0,05	laag	laag	0,054	0,054	0,054	0,054	laag	hoog	laag
- inhoud (m^3)	2 x 3000	6 x 322	500 + 300	150	2 x 512	2 x 512	1500	2080	4000	375	3 x 5420	930	2400
nabezinktank													
- lengte (m)	83	60	40,2	25	28,2	37,5	50	24	53,4	40,3	86,5	75	75
- breedte (m)	2 x 18,5	2 x 6	2,50	3	2 x 8	2 x 8	4	3,35	5	2,5	2 x 15,2	2 x 15	2 x 15
- diepte (m)	2	2,1	1,5	1,6	3,4	3,4	2	2,5	1,8	1,4	2,3	1,9	1,9
- oppervlak (m^2)	1535	720	100,5	75	225	300	200	80	267	100	1316	1125	1125
- inhoud (m^3)	3070	1521	151	120	767	1020	400	200	481	140	3025	2138	2138
- breedte:lengte	4,5	10	16	8,3	3,5	4,7	12,5	7,2	10,7	16	5,7	5	5
- lengte:diepte	41,5	28,5	26,8	15,6	8,3	11,0	25,0	9,6	29,7	28,8	37,6	39,5	39,5
- ontwerp oppervlaktebelasting bij RWA ($m^3/(m^2.h)$)	1,0	0,8	1,0	1,33	2,0	1,5	1,0	1,0	0,75	0,60	1,5	1,0	1,0
- Ruimsysteem:													
. pendelhevelruimer	*	*	*		*	*		*	*	*		*	*
. kettingruimer				*			*						
relatief aëratievolume													
- V_{at}/V_{nb} (./.)	0,49	0,43	3,33	1,25	0,67	0,50	3,75	10,4	8,3	2,7	0,90	0,22	0,56

Tabel 1. Samenvatting dimensioneringsgrondslagen geïnventariseerde rechthoekige nabezinktanks

1 = Dordrecht
2 = Leiden ZW
3 = Swifterband
4 = Amerstol
5A = Mijdrecht 1e trap
5B = Mijdrecht 2e trap
6 = Malden
7 = Ursum
8 = Druten
9 = Nijkerkerveen
10 = Breda
11A = Hengelo 1e trap
11B = Hengelo 2e trap

- Denitrificatieprocessen in de nabezinktank. Gevormde gasbellen in de sliblaag van de nabezinktank hechten zich aan het slib. Hierdoor wordt slib meegevoerd naar het wateroppervlak. Er vormen zich slibplakkaten die veelal met het effluent worden afgevoerd.
  Bij heftige denitrificatie kan een dikke sliblaag op het wateroppervlak ontstaan. Onder deze laag bevindt zich de eigenlijke helder waterlaag.

In dit rapport is onder sliboverstort verstaan de afvoer van slib met het effluent als gevolg van capaciteitsproblemen van de nabezinktank. Van de geïnventariseerde inrichtingen hebben er vier last van sliboverstort.

3.4 Evaluatie inventarisatiegegevens

Een samenvatting van de actuele procesparameters van de geïnventariseerde nabezinktanks is weergegeven in tabel 2. In het nu volgende zijn de, in par. 3.1 vermelde parameters voor een rechthoekige tank getoetst aan het criterium wel of geen optredende sliboverstort bij maximum aanvoer.

Oppervlaktebelasting

De oppervlaktebelasting van de nabezinktank is voorheen de meest gehanteerde ontwerpgrootheid geweest. Bij het onderzoek naar ronde nabezinktanks is geconstateerd dat aan deze grootheid op zich geen waarde gehecht kan worden. Deze conclusie blijkt eveneens voor rechthoekige tanks te gelden. De toegepaste maximale oppervlaktebelasting van de nabezinktanks varieert tussen de 0,6 en 2,0 $m^3/(m^2.h)$.
Een lage oppervlaktebelasting biedt geen garantie voor het uitblijven van sliboverstort.
Een hoge oppervlaktebelasting behoeft daarentegen niet te resulteren in een sliboverstort.

Relatief aëratievolume

Onder het relatief aëratievolume wordt de dimensieloze grootheid $\frac{\text{volume AT } (m^3)}{\text{volume NB } (m^3)}$ verstaan.
Deze grootheid kan een indicatie geven over de afname van de slibconcentratie in de aëratietank bij maximum aanvoer. Bij een klein relatief aëratievolume zal door een optredende slibbuffering in de nabezinktank het slibgehalte in de aëratietank sterk kunnen afnemen. Hierdoor daalt de slibvolumebelasting en de drogestofbelasting van de nabezinktank.
Het relatief aëratievolume verschilt per inrichting. Zij geeft op zich geen voorspelling omtrent de afloop van de proeven.

Drogestofbelasting en slibvolumebelasting

De drogestofbelastingen vermeld in tabel 2 zijn berekend uit de formule:

$$((Q + Q_r)/A_{NB}).G_A \ (kg/(m^2.h)$$

		inrichting												
		1	2	3	4	5A	5B	6	7	8	9	10	11A	11B
- slibverlies met effluent														
. nee		*		*			*				*		*	*
. nee, vroeger wel										*				
. ja, overbelasting					*	*		*				*		
. ja, denitrificatie			*		*			*	*					
- toegepaste maximale oppervlaktebelasting	($m^3/m^2.h$)	1,0	0,8	1,0	1,3	2,0	1,5	1,0	0,7	0,75	0,6	1,5	1,0	1,0
- slibindex	(ml/g)	140^v	130	240^w	100^v	55	65	230^w	210^w	65	145^v	155	65	170^v
- slibgehalte bij DWA	(g/l)	3,9	2,0	3,5	3,9	6,0	2,7	3,0	4,5	3,0	3,9	2,9	1,3	2,8
- slibvolume	(ml/l)	550	260	840	390	330	175	690	945	195	565	450	85	480
- slibvolumebelasting	($l/m^2.h$)	550	210	840	510	660	260	690	945	150	340	670	85	480
- slibretourverhouding	(./.)	0,69	0,44	0,43	-	0,80	0,75	0,40	0,55	1,17	0,50	0,40	0,4	0,4
- slibretourcapaciteit	(Q_r/A)	0,6	0,35	0,43	-	1,60	1,13	0,40	0,38	0,88	0,30	0,51	0,4	0,4
- drogestofbelasting	$((Q+Q_r)/A).G_a$	6,3	2,3	5,0	-	21,6	6,1	4,2	4,9	4,9	3,5	5,8	1,8	3,9
- relatief aëratievolume	V_{at}/V_{nb}	0,49	0,43	3,33	1,25	0,67	0,50	3,75	10,4	8,3	2,7	0,90	0,22	0,56
- mesbelasting	($m^3/(m^3.h)$)	12,5	10	22	16,7	6,4	4,5	5	2,5	1,8	24	14,5	12,5	12,5
- Reynoldsgetal	($*10^{-6}$)	16,5	6,8	4,4	3,9	7,3	7,3	6,0	2,3	5,6	2,7	24,1	14,5	14,5
- Froudegetal	($x10^{\ }$)	8,2	3,3	8,3	4,4	1,2	1,2	4,9	0,7	3,7	3,5	14,2	8,1	8,1

Tabel 2. Samenvatting inventarisatiegegevens

1 = Dordrecht
2 = Leiden ZW
3 = Swifterband
4 = Amerstol
5A = Mijdrecht 1e trap
5B = Mijdrecht 2e trap
6 = Malden
7 = Ursum
8 = Druten
9 = Nijkerkerveen
10 = Breda
11A = Hengelo 1e trap
11B = Hengelo 2e trap
w = onverdund
v = verdund

De slibvolumebelasting is het produkt van de slibindex, het slibgehalte in de aëratietank en de oppervlaktebelasting:

$$G_a . I_{sv} . v_o \ (l/m^2.h)$$

De berekende drogestofbelastingen en slibvolumebelastingen zoals vermeld in tabel 2 zijn gebaseerd op een slibgehalte in de AT onder dwa-condities. Gegevens bij een rwa-situatie zijn veelal onbekend of onbruikbaar.

Een onderlinge vergelijking van de vermelde waarden voor de drogestofbelasting en de slibvolumebelasting geeft hierdoor een vertekend beeld. Tijdens maximale aanvoer neemt het slibgehalte in de aeratietank af afhankelijk van het relatief aëratievolume V_{AT}/V_{NB}. Een vergelijking tussen de verschillende inrichtingen op basis van de vermelde drogestofbelastingen en slibvolumebelastingen is hierom niet goed mogelijk.

Slibvolume-index en slibbelasting in de beluchtingsruimte

Op drie inrichtingen wordt de onverdunde ongeroerde slibvolume-index bepaald. Bij de overige inrichtingen wordt de slibvolume-index bepaald volgens de NEN-norm. Op basis van de inventarisatiegegevens is een relatie tussen de slibvolume-index en sliboverstort niet te leggen.
De slibbelasting kan invloed hebben op het al dan niet optreden van de nitrificatieprocessen in de nabezinktank. Volgens de inventarisatie hebben zowel laagbelaste als ultra laagbelaste actief-slibsystemen problemen met denitrificatie in de nabezinktank; bij ultra laagbelaste systemen door een onvoldoende denitrificatie in de aëratietank.

Retourslibcapaciteit

Het bezonken slib in de nabezinktank wordt voor het merendeel teruggevoerd naar de beluchtingsruimte. Een klein gedeelte wordt als surplusslib aan het zuiveringssysteem onttrokken. Bij de meeste inrichtingen is het retourslibdebiet constant. De retourslibcapaciteit kan worden weergegeven in de vorm van een hydraulische oppervlaktebelasting van de nabezinktank tengevolge van het retourslibdebiet. Een klein retourslibdebiet kan leiden tot een lange slibverblijftijd in de nabezinktank, met mogelijk denitrificatieverschijnselen in de tank en hierdoor een slibuitspoeling met het effluent.
Een lage slibretourcapaciteit zal niet altijd leiden tot slibverlies met het effluent als gevolg van denitrificatie in de nabezinktank. Een hoge retourslibcapaciteit biedt geen zekerheid over het al of niet optreden van een sliboverstort door een overbelasting van de tank.

Stromingspatroon in rechthoekige tanks

In vele gevallen wordt een rechthoekige nabezinktank zodanig ontworpen dat er een stabiele stroming in de tank zal optreden.
Kengrootheden voor het stromingspatroon in een tank zijn het getal van Reynolds en van Froude.
Het getal van Reynolds is een dimensieloos getal en geeft aan of de stroming in de tank laminair, turbulent of in een overgangsgebied hiertussen verloopt.

Voor een rechthoekige tank met een homogene vloeistofstroom, wordt het getal van Reynolds als volgt bepaald:

$$Re = \frac{Q}{(B+2H)\nu}$$

met:

Q	=	aanvoerdebiet	(m^3/s)
B	=	breedte tank	(m)
H	=	hoogte tank	(m)
ν	=	kinematische viscositeit van de omringende vloeistof voor T=15°C, $\nu=1{,}15.10^{-6}$ m^2/s	(m^2/s)

Indien Re < 500 is er sprake van een laminaire stroming, bij Re > 2300 van een turbulente stroming. Het tussenliggende gebied is het overgangsgebied van laminair naar turbulent. In alle geïnventariseerde nabezinktanks zal een turbulente stroming optreden bij maximum aanvoer. Het optreden van een sliboverstort blijkt niet afhankelijk te zijn van de grootte van het Reynoldsgetal.

Om de invloed van kortsluitstromingen in de tank zoveel mogelijk te beperken is een goede verdeling van de aan- en afvoer van de vloeistof noodzakelijk alsmede een stabiel stromingsbeeld. De stabiliteit van de stroming wordt weergegeven door het getal van Froude. Zij geeft de verhouding weer tussen de optredende traagheidskrachten en de zwaartekracht.
In formule:

$$Fr = \frac{v_h^2}{R.g} = \frac{Q^2(B+2H)}{(BH)^3.g} \qquad (-/-)$$

met:

Q	=	aanvoerdebiet	(m^3/s)
B	=	breedte tank	(m)
v_h	=	horizontale vloeistofsnelheid in de tank	(m/s)
H	=	hoogte tank	(m)
R	=	hydraulische straal $\left(\frac{\text{natte oppervlak tank}}{\text{natte omtrek}}\right)$	(m)
g	=	zwaartekracht (9,81 m/s^2)	

Hoe groter het Froudegetal hoe stabieler de stroming in de tank. Bij de maximale (ontwerp)oppervlaktebelasting van de geïnventariseerde nabezinktanks varieert het Froudegetal tussen de 0,7 en $14{,}2.10^{-6}$. Uit de inventarisatie blijkt dat zowel bij een groot als bij een klein Froudegetal sliboverstorten optreden.

Tenslotte blijken de lengte en de diepte van de tank op zich, de breedte-lengte-verhouding en de lengte-diepte-verhouding geen grootheden te zijn die bepalend zijn voor het wel of niet optreden van een sliboverstort.

Mesbelasting

Veelal is verondersteld dat de mesbelasting, uitgedrukt in $m^3/(m.h)$, een grootheid is die bepalend kan zijn voor het meeslepen van slibdeeltjes nabij de overstortgoot.
De lengte en opstelling van de overstortgoten en de optredende mesbelastingen blijken ver uiteen te liggen. De mesbelasting varieert tussen de 1,8 en 24 $m^3/(m^2.h)$. Uit het onderzoek aan ronde nabezinktanks[3] is gebleken dat bij een lage slibspiegel in de tank de mesbelasting veelal niet kritisch is voor het al of niet optreden van een sliboverstort. Wel kan door een hoge mesbelasting door entrainment de drogestofconcentratie in het effluent toenemen. Uit de inventarisatie volgt dan ook geen verband tussen de mesbelasting en het optreden van sliboverstort. Er zijn geen gegevens bekend inzake de drogestofconcentratie in het effluent bij maximale belasting van de tank.

3.5 Constructieve vormgeving

Inlaatconstructie

De verschillende inlaatconstructies van de nabezinktanks onderscheiden zich in hoofdzaak in het al of niet aanwezig zijn van een duikschot nabij de inlaat. Door de aanwezigheid van een duikschot krijgt de instromende vloeistof een naar de bodem gerichte stroming. Zonder duikschot stroomt het slibwatermengsel ter plaatse van het wateroppervlak in de nabezinktank.

Ruimerconstructie

In hoofdzaak zijn de ruimingssystemen in drie categorieën in te delen:
- kettingruimer;
- pendelhevelruimer;
- schildruimer.

Een schildruimer is een ruimer waarbij het slib op de tankbodem geschoven wordt naar een slibzak. Deze slibzak bevindt zich veelal aan een van de koppen van de tank van waaruit het slib wordt teruggevoerd naar de aëratietank.
De ruimer te Breda is een combinatie van de pendelhevelruimer en de schildruimer. Het slib wordt hierbij allereerst naar een goot geschoven, in het midden van de tank, van waaruit het slib met een hevel verwijderd wordt.

Uit de inventarisatiegegevens is geen relatie te leggen tussen de capaciteit van de nabezinktank en het type slibruimsysteem.

Overstortgoten

De voornaamste typen overstortgoten zijn:
- in de lengterichting van de tank opgestelde goten ongeveer tot de helft van de tank aangebracht;
- aan het eind van de tank één enkele overstortgoot al of niet voorzien van een V-vormige rand;

- meerdere overstortgoten aan het eind van de tank in de breedterichting opgesteld; een en ander ter reducering van de mesbelasting
- combinatie van deze typen.

3.6 Vergelijking inventarisatieresultaten met de inventarisatie van ronde nabezinktanks

Het functioneren van rechthoekige nabezinktanks vertoont duidelijke overeenkomsten met die van ronde nabezinktanks.
Rechthoekige tanks hebben evenals ronde tanks last van sliboverstort bij hoge aanvoeren. Bovendien treedt ook bij dit type tank slibverlies op als gevolg van denitrificatieverschijnselen in de nabezinktank.
Doordat veelal niet bekend is wat het slibgehalte in de aëratietank is geweest tijdens een sliboverstortsituatie, is het niet mogelijk geweest de inventarisatiegegevens te toetsen aan de STORA-ontwerprichtlijn voor ronde nabezinktanks.

3.7 Experimenten en maatregelen ter voorkoming van slibverlies

Op een aantal inrichtingen zijn experimenten uitgevoerd en/of maatregelen genomen om slibverliezen tegen te gaan.
De maatregelen zijn of direct gericht op de nabezinktank of gericht op onderdelen van de zuiveringsinrichting.

Dordrecht

De inrichting te Dordrecht had problemen met een drijflaagvorming in de nabezinktank als gevolg van optredende denitrificatieprocessen.
Door het wateroppervlak te besproeien met effluent via aan de ruimer bevestigde sproeiers werd de drijflaag succesvol bestreden. Ter voorkoming van een drijflaagafvoer met het effluent zijn de afvoergoten van duikschotten voorzien.

Leiden-ZW

Op de inrichting Leiden-ZW trad door denitrificatieprocessen in de nabezinktank slibverlies op met het effluent. Door de verblijftijd van het slib in de nabezinktank te reduceren zou mogelijk opdrijvend slib als gevolg van denitrificatie voorkomen kunnen worden.
Proefnemingen hebben inzicht gegeven in de slibopbouw in de nabezinktanks: een afnemende slibspiegelhoogte naar het einde van de tank.
Experimenten zijn uitgevoerd waarbij de ruimerbrug zodanig gestuurd werd, dat zij alleen ruimde waar zich slib op de bodem bevond. Gebleken is dat door een sturing van de ruimer de slibverblijftijd in de nabezinktank gereduceerd kan worden tot 35% van de oorspronkelijke verblijftijd. Dit resulteerde in een afname van de drijflaagvorming. Aan de hand van deze proefnemingen is besloten over te gaan tot een sturing van de ruimerbrug op de drogestofconcentratie van het retourslib.

Malden

Slibafvoer met het effluent door denitrificatie in de nabezinktank deed zich eveneens voor in Malden. Dit werd eveneens toegeschreven aan de lange slibverblijftijden in de nabezinktank als gevolg van de zeer lage retourslibdebieten. Het installeren van retourslibpompen van een hogere capaciteit heeft een verbetering tot gevolg gehad.

Druten

In het verleden heeft de zuiveringsinrichting van Hendrix' vlees te Druten problemen gehad met een overbelasting van de nabezinktank als gevolg van de hoge slibvolume-index (250-300 ml/g). Sturen van de beluchters op nitrificatie/denitrificatie resulteerde in een duidelijk lagere index (60-40 ml/g) en het opheffen van slibverlies.

4 OPZET PRAKTIJKONDERZOEK

4.1 Onderzoekcriteria

Met betrekking tot de zuiveringsinrichtingen zijn de volgende criteria gesteld voor het houden van de proefnemingen:

- het betreft een zuiveringsinrichting in Nederland;
- een constante aanvoer naar de inrichting gedurende circa 5-8 uren; de voorkeur gaat uit naar inrichtingen met aanvoervijzels in plaats van pompen;
- mogelijkheden tot een wijziging van het aanvoerdebiet en/of slibgehalte in de aëratietank;
- mogelijkheden tot retourslibdebietvariaties.

Aan de constructieve uitvoering van de nabezinktank, het type inlaatconstructie en het type slibruiming zijn gezien het geringe aantal inrichtingen met een rechthoekige nabezinktank geen specifieke eisen gesteld. De invloed van de inlaatconstructie en de slibruimer op het functioneren van de tank is wel in het onderzoek betrokken.

4.2 Keuze inrichtingen

Op basis van de inventarisatiegegevens van de elf inrichtingen voorzien van een rechthoekige nabezinktank en de onderzoekcriteria is voor het houden van het praktijkonderzoek gekozen voor de inrichtingen te Breda, te Leiden-ZW en te Malden.
In tabel 3 zijn de afmetingen van de onderzochte nabezinktanks en enkele gegevens van de beluchtingsruimten gegeven.
Zowel te Breda als te Leiden is het relatief aëratievolume te wijzigen door het aansluiten van tanks.

	Breda	Leiden	Malden
beluchtingsruimte			
. ontwerpslibbelasting kg BZV/(kg d.s..d)	-	-	0,05
. ruimtebelasting (i.e/m^3)	40	37,5	4
. inhoud (m^3)	5.420	644	1500
relatief aëratievolume			
. Vat/Vnb	1,80/0,90	0,42	3,75
nabezinktank			
. lengte (m)	86,5	60	50
. breedte (m)	15,22	6	4
. diepte (m)	2,30	2,1	2
. oppervlak (m^2)	1316	360	200
. inhoud (m^3)	3025	1510	400
ruimsysteem			
. pendelhevelruimer	*	*	
. kettingruimer			*

Tabel 3. Gegevens inrichtingen te Breda, Leiden en Malden

4.3 Proefprogramma

Het praktijkonderzoek is met name gericht op het onderzoek naar de capaciteit van rechthoekige nabezinktanks. De eerste proeven zijn uitgevoerd op de nabezinktanks te Breda. Getracht is de nabezinktank(s) op de grens van overbelasting te belasten. Wegens de onbekendheid van de toelaatbare belasting, is de tank allereerst belast met een belasting overeenkomend met de toelaatbare belasting voor ronde nabezinktanks volgens de STORA-ontwerprichtlijn[3]. Vervolgens zijn proeven uitgevoerd met een enigszins hogere belasting, waarbij aangenomen mocht worden dat bij ronde tanks een sliboverstort zou optreden. Uit deze eerste proeven bleek dat de toelaatbare belasting van de rechthoekige tank grotendeels overeenkomt met de belasting voor ronde tanks. Bij volgende proeven is een wijde range van oppervlaktebelastingen en slibvolumina onderzocht.

Om de invloed van het retourslibdebiet op de capaciteit van de nabezinktank te onderzoeken zijn te Breda vijf metingen verricht met een gewijzigde retourslibcapaciteit. Bij de overige metingen te Breda is deze constant gehouden.
De proeven te Leiden-ZW en te Malden zijn gehouden om de invloeden van de slibruimsystemen en het type inrichting onderling te kunnen vergelijken.
Op de inrichtingen te Breda en te Leiden is het mogelijk geweest het relatief aëratievolume te wijzigen. Te Breda kon de afvoer van één aëratietank over één of twee nabezinktanks verdeeld worden. Te Leiden is de combinatie aëratietanks-nabezinktanks zodanig ingesteld dat voor de nauwkeurigheid van de meting één stel nabezinktanks in bedrijf zijn genomen en een relatief aëratievolume is verkregen overeenkomend met een aantal meetsituaties te Breda.

In totaal zijn er 27 proeven uitgevoerd op de drie inrichtingen: 22 te Breda, 3 te Leiden-ZW en 2 te Malden. De meetcondities van alle proeven zijn samengevat in tabel 4.

proefnr.		oppervlakte-belasting	retourslib-verhouding	drogestof-concentratie van de aanvoer	slibindex	relatief aëratie-volume	drogestof-belasting	slibvolume
		q_A	R	G_a	I_{sv}	V_{AT}/V_{NB}	g_A	vs_A
		$m^3/(m^2.h)$		kg/m^3	ml/g		$kg/(m^2.h)$	ml/l
Breda	1Δ	0,63	0,81	4,3-3,8	160	1,79	4,3	610
	2*	0,84	0,61	5,0-3,5-2,9	170	1,79	4,7	600
	3*	1,01	0,61	5,1-3,5	140	1,79	5,3	490
	4°	0,51	1,02	5,7-4,8	160	1,79	3,9	770
	5°	0,63	0,81	4,7-3,9	140	1,79	4,5	550
	6Δ	0,63	0,81	5,2-3,7	185	1,79	4,2	680
	7*	0,63	0,81	4,9-3,6	170	0,90	4,1	610
	8*	1,01	0,51	5,1-3,4	170	1,79	5,2	580
	9°	0,51	1,02	5,4-3,7	170	0,90	3,8	630
	10°	0,42	1,22	7,5-4,5	165	0,90	4,2	740
	11*	0,84	1,05	5,2-3,0	160	0,90	5,2	480
	12°	0,84	0,61	3,7-3,1	160	0,90	4,2	500
	13Δ	0,42	2,09	7,1-5,4	150	0,90	7,0	810
	14Δ	0,42	1,06	7,6-5,1	150	0,90	4,4	770
	15°	0,84	0,38	5,4-2,7	150	0,90	3,1	400
	16Δ	0,54	0,95	2,8-2,6	210	0,90	2,7	550
	17°	0,68	0,47	3,2-2,3	200	1,79	2,3	460
	18°	0,65	0,78	3,6-2,5	235	1,79	2,9	590
	19°	0,54	0,96	3,5-2,0	235	0,90	2,1	470
	20°	0,54	0,95	3,4-2,3	240	0,90	2,4	550
	21°	0,93	0,55	2,1-1,8	185	1,79	2,6	330
	22°	0,91	0,56	3,2-2,3	210	1,79	3,3	480
Leiden	23°	1,06	0,32	6,4-3,6	105	0,85	5,0	380
	24°	1,00	0,34	7,6-4,4	100	0,85	5,9	440
	25°	2,06	0,17	4,8-2,5	100	0,85	6,0	250
Malden	26*	1,18	0,74	4,4-3,6	140	3,75	7,4	500
	27°	1,00	0,88	3,8-2,4	125	3,75	4,5	300

Tabel 4. Meetcondities van de proeven te Breda, Leiden en Malden

° = evenwicht
Δ = geen evenwicht
* = sliboverstort

5 ALGEMEEN VERLOOP VAN DE PROEVEN

Het verloop van de proeven is voor de inrichtingen te Breda, Leiden en Malden nagenoeg gelijk. Verschillen in het systeem van slibruiming beïnvloedden het algemeen verloop van de proeven niet. Het ruimsysteem heeft wel invloed op veranderingen van de retourslibconcentratie, de slibspiegel en de bezinkprocessen in de nabezinktank.
Hieronder is als voorbeeld de beschrijving gegeven van een proef uitgevoerd op de inrichting te Breda. De proef verloopt in drie fasen (figuur 1):

- De aanvoer naar de inrichting wordt stopgezet.
  Hierdoor wordt afvalwater in het rioleringsstelsel gebufferd teneinde over voldoende aanvoer gedurende de proef te beschikken. De retourslibvijzels blijven draaien waardoor zoveel mogelijk slib uit de nabezinktank teruggevoerd wordt naar de aëratietank. Aan het begin van de proef bevindt zich hierdoor weinig slib in de nabezinktank.
  Na een daling verandert de slibspiegelhoogte nauwelijks meer. Er is een evenwichtssituatie opgetreden.
  De retourslibconcentratie is sterk afhankelijk van de plaats waar de ruimer zich bevindt: aan het begin van de tank is de concentratie nagenoeg gelijk aan de aanvoerconcentratie, in het midden van de tank is zij maximaal en aan het einde van de tank nul (= helder water).
  De gemiddelde retourslibconcentratie is nagenoeg gelijk aan de aanvoerconcentratie: $Q_r.G_a \cong Q_r.G_r$.

- Start aanvoer.
  Het begin van de proef is het moment waarop de aanvoervijzels zijn aangezet of, indien eerst de voorbezinktank gevuld moet worden, het moment waarop de afvoer van de voorbezinktanks naar de aëratietank is gestart. Na het starten van de proef treedt er een groot verschil op tussen de aangevoerde slibhoeveelheid $(Q+Q_r).G_a$ en de afgevoerde hoeveelheid $(Q_r.G_r)$. Evenals bij de ronde tanks neemt dit verschil in de loop van de proef af. Het netto slibtransport naar de nabezinktanks beïnvloedt de slibspiegelhoogte in de tank, de retourslibconcentratie en het slibgehalte in de aëratietank.

  Slibgehalte in de AT

  Na de start van de aanvoer naar de nabezinktanks treedt er een daling op van het slibgehalte in de aëratietank. Dit is het gevolg van een verschil in slibtransport naar de nabezinktank en de terugvoer (met het retourslibdebiet) naar de aëratietank. Bij de proeven eindigend in een evenwichtssituatie blijft, zodra er een evenwichtssituatie is ingesteld, het slibgehalte in de AT vrijwel constant. Dit slibgehalte is echter lager dan aan het begin van de proef.
  Het drogestoftransport naar de nabezinktank is dan nagenoeg gelijk aan het transport naar de aëratietank met het retourslibdebiet.

Slibspiegelhoogte

Doordat meer slib naar de nabezintank stroomt dan er teruggevoerd wordt naar de aëratietank treedt een slibaccumulatie (buffering) op in de nabezinktank. De slibspiegel zal over de volle lengte van de tank stijgen. Na een zekere tijd ligt de slibspiegel nagenoeg horizontaal. Na de start van de aanvoer is de stijgsnelheid van de slibspiegel het grootst, vervolgens neemt deze snelheid langzaam af.
Tijdens de proef zal de hoeveelheid gebufferde slib niet afnemen. Bij de proeven die geëindigd zijn in een evenwicht blijft de slibbuffering na een zekere tijd constant. De hoogte van de slibspiegel zal niet meer veranderen. Bij de proeven geëindigd in een sliboverstort blijft de hoeveelheid te bufferen slib toenemen en stijgt hierdoor de slibspiegel tot een sliboverstort optreedt.

Retourslibconcentratie

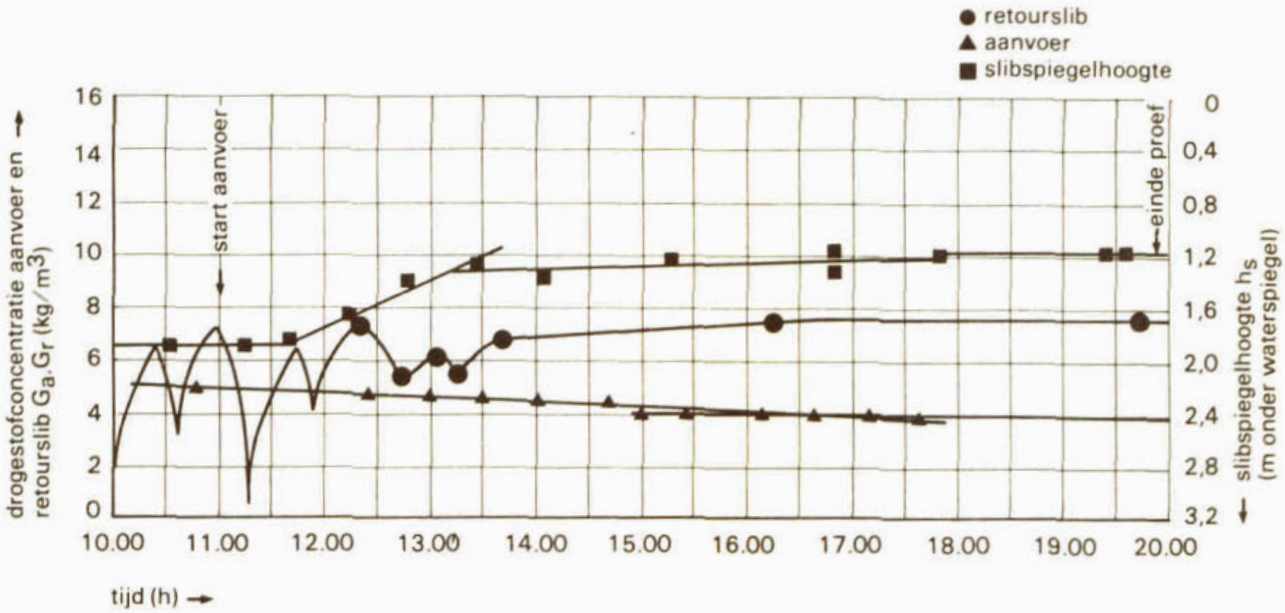
De drogestofconcentratie van het retourslib is gedurende de gehele proef afhankelijk van de plaats waar de ruimerbrug zich in de tank bevindt. De (gemiddelde) drogestofconcentratie van het retourslib zal blijven toenemen zolang de slibspiegel blijft stijgen. De invloed van de plaats van slibruiming in de tank op de retourslibconcentratie neemt af bij een toename van de slibspiegelhoogte. Zodra de slibspiegel niet meer stijgt, blijft de gemiddelde retourslibconcentratie nagenoeg constant.

- Einde proef.
  De proef is beëindigd wanneer:
  . gedurende enkele uren geen verandering meer optreedt in de slibspiegelhoogte en de drogestofconcentraties (evenwicht);
  . slib over de rand van de effluentgoot begint te stromen (overstortsituatie);
  . nog geen evenwicht is bereikt, doch de slibspiegel dermate langzaam stijgt, dat slechts na zeer lange tijd ofwel een evenwicht is bereikt of een overstort optreedt;
  . watertekort optreedt.

Op de inrichting te Breda zijn zowel evenwichtssituaties als sliboverstorten verkregen en situaties waarbij nog geen evenwicht was ingesteld.

Het verloop van de proeven te Leiden verschillen met die te Breda voor wat betreft de veranderingen in de slibspiegelhoogte.
Bij de proef met de zeer hoge oppervlaktebelasting steeg na de start van de aanvoer de slibspiegelhoogte en begon vervolgens langzaam weer te dalen. Het slibgehalte in de aëratietank nam hierdoor weer enigszins toe.
De proeven te Leiden zijn allen geëindigd in een evenwichtssituatie.

Te Malden is een gelijk verloop van de proeven verkregen als te Breda. De eerste proef is geëindigd in een sliboverstort, de tweede in een evenwichtssituatie.



Figuur 1. Verloop van een proef te Breda (proef nr. 5)

6 BESPREKING VAN DE MEETRESULTATEN

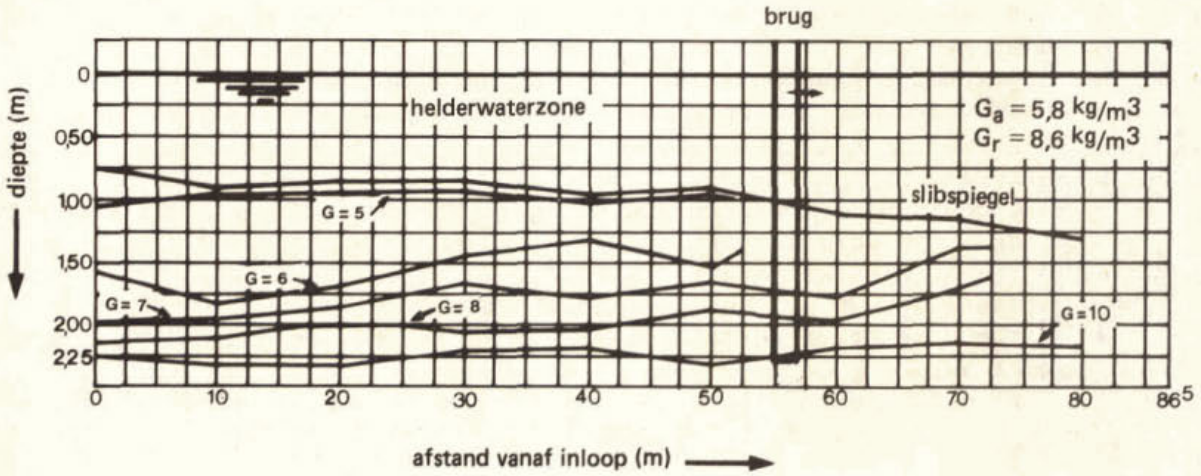
In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken van de 27 uitgevoerde experimenten. Met name wordt ingegaan op de veranderingen in de drogestofconcentratie van de aanvoer naar de nabezinktank en het retourslib, en op het proces van slibbuffering in de nabezinktank.
In bijlage 1 zijn de metingen en analyseresultaten van alle proeven opgenomen. Het verloop van de aanvoerconcentratie, de retourslibconcentratie en de slibspiegelhoogte is in deze bijlage grafisch weergegeven. Het verloop is benaderd door rechte lijnen welke in bijlage 4 zijn uitgewerkt. De resultaten van alle bezinkproeven zijn in bijlage 3 opgenomen. De gebruikte meetapparatuur is beschreven in bijlage 5.

6.1 Slibopbouw in de nabezinktank

Bij een (maximum) aanvoer naar de nabezinktank zal gedurende de eerste tijd een droge stoftransport naar de nabezinktank optreden dat groter is dan met het retourslibdebiet naar de aëratietank wordt teruggevoerd. Dit geeft een accumulatie (buffering) van slib in de nabezinktank.

In tegenstelling tot bij ronde nabezinktanks neemt de drogestofconcentratie van het gebufferde slib in de nabezinktank gelijkmatig toe in de richting van de tankbodem. Gedurende de proeven veranderen de omvang van de slibbuffering in de tank en de drogestofconcentraties.

De drogestofverdeling in de nabezinktank is door het nemen van slibprofielen onderzocht. Deze profielen geven de drogestofverdeling weer over de hoogte en de lengte van de tank op een bepaald tijdstip. De gemeten profielen zijn in bijlage 2 opgenomen.
Als voorbeeld is in figuur 2 een slibprofiel weergegeven voor de nabezinktank te Breda, proef 14. De slibopbouw in de nabezinktanks te Leiden-ZW en Malden is nagenoeg gelijk.



Figuur 2. Lengteprofiel slibopbouw NB-Breda; t = 16.45 h, proef 14; G in kg/m^3

Een duidelijke bufferzone en indikzone zoals bij de ronde tanks is niet aan te geven. Bij de rechthoekige tank blijkt bovendien de drogestofconcentratie in de tank afhankelijk te zijn van de afstand vanaf de inlaat.
In hoofdzaak kunnen hierom drie zones onderscheiden worden: de helder waterzone, de scheidingszone en de slibzone.

- Helder waterzone

  De drogestofconcentratie in deze zone is zeer laag, gelijk aan die van het effluent.

- Scheidingszone

  Bij de slibspiegel begint een overgangsgebied waarin de drogestofconcentratie oploopt. Dit gebied, de scheidingszone, heeft een dikte van enkele decimeters.
  Onder de scheidingszone begint de slibzone.
  De slibspiegel neemt naar het einde van de tank in hoogte af, ongeacht het slibruimsysteem.

- Slibzone

  Door de buffering van slib in de nabezinktank treedt er een slibspiegelstijging op in de tank. De zone tussen de scheidingszone en de bodem van de tank wordt de slibzone genoemd. De drogestofconcentratie van het slib neemt toe in de richting van de tankbodem. De bodemslibconcentratie is hoger dan de retourslibconcentratie.

6.2 De aanvoerconcentratie

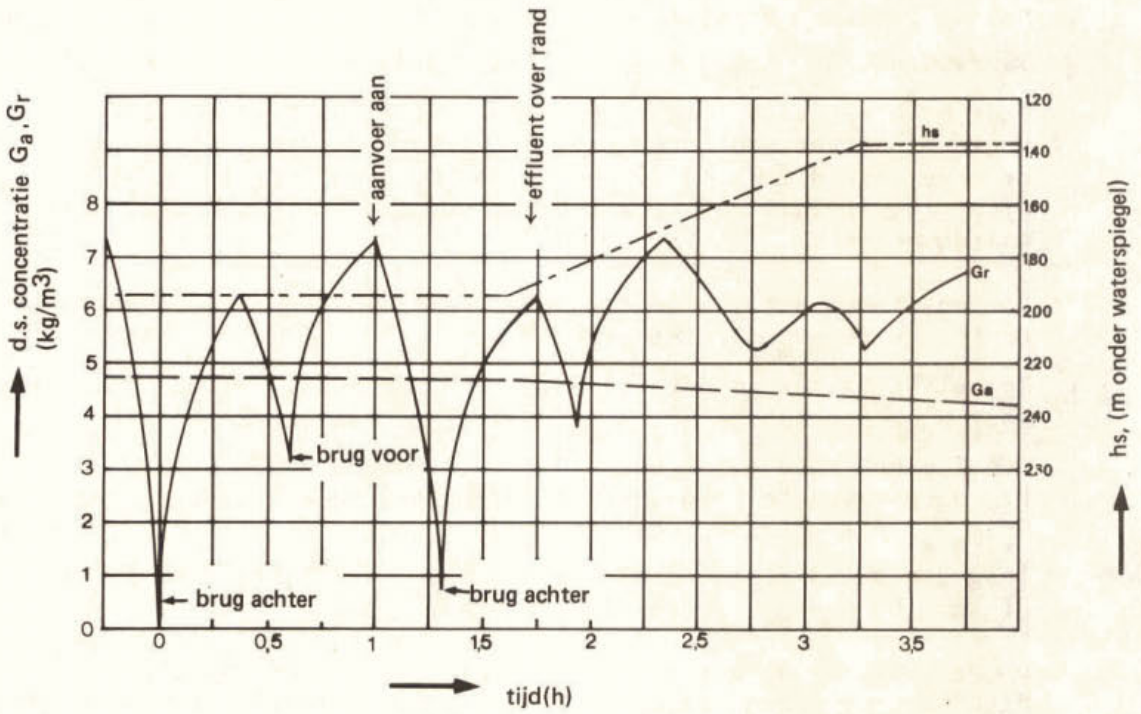
Als gevolg van een optredende slibbuffering in de nabezinktank daalt gedurende de proef de drogestofconcentratie van de aanvoer naar de nabezinktank.
Bij sommige proeven is deze daling aanzienlijk (50%).
De invloed van het relatief aëratievolume (= verhouding volume aëratietank/volume nabezinktank) blijkt uit de procentuele afname van het slibgehalte.
Bij een relatief grote beluchtingsruimte is de drogestofconcentratiedaling in de aëratietank lager dan bij een kleine beluchtingsruimte.
Bij een relatief aëratievolume $\geq$ 1,79 (Breda en Malden) is de maximale afname 33% van de aanvangsconcentratie.
Bij een relatief aëratievolume $\leq$ 0,90 (Breda, Leiden-ZW) is zij maximaal 50%.
Deze procentuele afname is gebaseerd op de begin- en eindconcentratie in de aëratietank op het moment van evenwicht of van sliboverstort.

6.3 Retourslibconcentratie en retourslibdebiet

Het verloop van de retourslibconcentratie gedurende de proef heeft eenzelfde karakter als die bij de ronde tanks: een sterke toename van de concentratie aan het begin van de proef, waarna de stijging afneemt.
Bij een aantal proeven is de retourslibconcentratie na enige uren constant geworden. Bij de andere proeven treedt ofwel een blijvende, lichte toename op van de retourslibconcentratie ofwel een afname.

Bij een pendelhevelruimer (Breda, Leiden) is het drogestofgehalte van het retourslib sterk afhankelijk van de plaats van de brug in de nabezinktank. Zij wordt in mindere mate beïnvloed door de plaats van de schraperbladen bij het kettingruimsysteem (Malden). De invloed van de plaats van de ruimer op de retourslibconcentratie is het duidelijkst te zien als er geen aanvoer naar de installatie is (vóór de aanvang van de proef). Voor Breda is dit geïllustreerd in figuur 3.
Na de start van de aanvoer worden de sterke stijgingen en dalingen van de retourslibconcentratie aan het begin en einde van de tank gereduceerd. Aan het begin van de tank is de retourslibconcentratie nagenoeg gelijk aan de aanvoerconcentratie. Dit wijst op een kortsluiting tussen de aanvoer en de slibverwijdering. Aan het einde van de tank treedt een daling van de retourslibconcentratie op o.a. door het even stilstaan van de brug bij de verandering van de looprichting. Het reeds verwijderde bodemslib maakt plaats voor het slib uit de bovenliggende lagen met een lagere concentratie. Verder is de gemiddelde retourslibconcentratie van een heengaande ruiming (begin → einde tank) enigszins hoger dan van de teruggaande ruiming. In alle gevallen is de retourslibconcentratie lager dan de bodemslibconcentratie.

In Leiden is de retourslibconcentratie eveneens afhankelijk van de plaats van de ruimer. Het concentratieverloop over de lengte van de tank vertoont echter een grilliger patroon. Dit wordt toegeschreven aan de goede bezinkeigenschappen van het slib. Te Leiden is geen kortsluitstroming waargenomen tussen de aanvoer en de slibverwijdering. Het ontbreken van een duikschot nabij de inlaat zal hiervan de reden zijn.



Figuur 3. Plaatsafhankelijkheid ruimerbrug op G_r, proef 5 te Breda

Bij de nabezinktank te Malden, met een kettingruimer, wordt het slib naar het begin van de tank geschoven. Uit twee verdiept gelegen slibzakken wordt het retourslib verpompt naar de aëratietank. De retourslibconcentratie fluctueert vrij weinig. Evenwel is zij afhankelijk van de plaats van de ruimerbalken. Zodra een ruimerbalk nabij de slibzak aangekomen is, stijgt de retourslibconcentratie om vervolgens weer af te nemen als de balk omhoog komt. Een soortgelijk beeld is verkregen op de inrichting te Emschermündung[4] (Duitsland).
Te Malden treedt door de aanwezigheid van een duikschot aan het begin van de nabezinktank een duidelijke kortsluitstroming op tussen de aanvoer en de beide slibzakken. De retourslibconcentratie is dan ook beduidend lager dan de bodemslibconcentratie.
Een stopzetting van de aanvoer aan het eind van de proef resulteerde in een directe stijging van de retourslibconcentratie met 26%, grotendeels door het wegvallen van de aanvoer.

De invloed van het retourslibdebiet op het functioneren van de nabezinktank is onderzocht door enkele proeven uit te voeren met een verschillend retourslibdebiet doch een gelijke oppervlaktebelasting.
In tabel 5 is voor iedere proef het retourslibdebiet, de gemeten retourslibconcentraties aan het eind van de proef ($G_{r,meting}$) en de afloop van de proef weergegeven.
In tabel 5 is tevens vermeld de retourslibconcentratie volgend uit de drogestofbalans over de nabezinktank (volgens $G_{r,\ balans} = (Q+Q_r).G_a/Q_r$) en de maximaal te verwachten concentratie $G_{r,\ max}$ bepaald volgens de formule van Kalbskopf[1] ($G_{r,\ max} = 1200/I_{sv}$).

Bij de proeven eindigend in een evenwichtssituatie is het verschil tussen de gemeten retourslibconcentratie ($G_{r,\ meting}$) en de berekende balanswaarde ($G_{r,\ balans}$) gering (tussen de 0 en 16% van de balanswaarde). Er heeft zich immers een evenwichtssituatie ingesteld.
Voor de proeven geëindigd met een sliboverstort en bij kort durende proeven ligt dit verschil tussen de 10 en 42%. Er is (nog) geen evenwicht ingesteld; de retourslibconcentratie heeft nog niet haar maximum waarde bereikt.

Volgens tabel 5 blijkt dat in veel gevallen de maximale retourslibconcentratie ($G_{r,\ max}$) niet gehaald wordt.
Kennelijk is het retourslibdebiet dermate hoog, dat de balanswaarde voor G_r lager is dan $G_{r,\ max}$. De $G_{r,\ max}$ zal alleen bereikt kunnen worden als het retourslibdebiet daarop is afgestemd.
Bij de proeven te Leiden-ZW is de gemeten waarde voor G_r hoger dan de $G_{r,\ max}$. Het retourslibdebiet op deze installatie is dan ook dermate laag dat het slib in de nabezinktank de mogelijkheid heeft ver in te dikken. De $G_{r,\ balans}$ is dan ook hoger dan $G_{r,\ max}$.

Om de invloed van het retourslibdebiet op de retourslibconcentratie zichtbaar te maken, zijn in tabel 6 de proefresultaten op de rwzi te Breda gegroepeerd voor de metingen met een gelijke oppervlaktebelasting en nagenoeg dezelfde proefcondities. Alleen het retourslibdebiet is duidelijk verschillend.

proefnr.		Q (m^3/h)	Q_r (m^3/h)	G_a (kg/m^3)	G_r, balans (kg/m^3)	G_r, meting (kg/m^3)	verschil (kg/m^3)	(%)	G_r, max. (kg/m^3)
Breda	1Δ	830	675	3,8	8,5	6,9	1,6	19	7,5
	2*	1110	675	3,5	9,3	7,2	2,1	22	7,1
	3*	1330	675	3,5	10,4	6,6	3,8	37	8,6
	4°	665	675	4,8	9,5	6,9	2,6	27	7,5
	5°	835	675	3,9	8,7	7,4	1,3	15	8,6
	6Δ	835	675	3,7	8,3	7,0	1,3	16	6,5
	7*	835	675	3,6	8,0	-	-	-	7,1
	8*	1330	675	3,4	10,0	6,7	3,3	33	7,1
	9°	665	675	3,7	7,3	6,6	0,7	10	7,1
	10°	555	675	4,5	8,2	8,2	0	0	7,3
	11*	1110	1160	3,0	5,9	5,3	0,6	10	7,5
	12°	1110	675	3,1	8,2	7,2	1,0	12	7,5
	13Δ	555	1160	5,4	8,0	7,4	0,6	8	8,0
	14Δ	555	590	5,1	9,9	9,1	0,8	8	8,0
	15°	1110	420	2,7	9,8	8,6	1,2	12	8,0
	16Δ	710	675	2,6	5,3	4,8	0,5	9	5,7
	17°	900	420	2,3	7,2	7,1	0,1	0	6,0
	18°	860	675	2,5	5,7	6,0	-0,3	-5	5,1
	19°	705	675	2,0	4,1	4,8	-0,7	-17	5,1
	20Δ	710	675	2,3	4,7	4,2	0,5	11	5,0
	21°	1220	675	1,8	5,0	4,3	0,7	14	6,5
	22°	1195	675	2,3	6,4	6,2	0,2	3	5,7
Leiden	23°	380	120	3,6	14,9	13,5	1,4	10	11,4
	24°	360	120	4,4	17,3	15,4	1,9	11	12,0
	25°	745	120	2,5	17,2	15,6	1,6	9	12,0
Malden	26*	235	175	3,6	8,4	4,9	3,5	42	8,6
	27°	200	175	2,4	5,1	4,3	0,8	16	9,6

Tabel 5. De retourslibconcentraties in (kg/m^3) volgens de drogestofbalans vergeleken met de gemeten waarde en de volgens Kalbskopf maximaal toelaatbare waarde

* de proef is met sliboverstort geëindigd
° de proef heeft tot evenwicht geleid
Δ er is geen evenwicht bereikt tijdens de proef

Bij proef 13 is na lange tijd nog geen evenwicht bereikt. Vermoedelijk eindigt de proef in een overstort. De $G_{r,\ max}$ is niet bereikt. De $G_{r,\ meting}$ ligt in de buurt van de $G_{r,\ balans}$.

Bij proef 14, met een lager retourslibdebiet wordt de $G_{r,\ max}$ overschreden. Een gelijke situatie is gekregen bij de proeven 5 en 17.

Geconcludeerd kan worden dat door de proeven bevestigd wordt dat de drogestofconcentratie van het retourslibdebiet afhankelijk is van de drogestofbalans over de nabezinktank, tenzij een sliboverstort optreedt. Afhankelijk van het retourslibdebiet kan de $G_{r,\ meting}$ groter of kleiner dan de $G_{r,\ max}$ zijn. Gezien de proefresultaten is de $G_{r,\ max}$, berekend volgens Kalbskopf, een redelijke aanname voor de te verwachten retourslibconcentratie.

Uit het verloop van de proeven, zoals vermeld in tabel 6, blijkt verder dat de grootte van het retourslibdebiet niet bepalend is voor het al dan niet optreden van een sliboverstort. Het retourslibdebiet vormt geen substantiële belasting van de nabezinktank.

proef-nr.	v_o $m^3/(m^2.h)$	R	sv (ml/l)	$G_{r,meting}$ (kg/m^3)	$G_{r,balans}$ (kg/m^3)	verschil %	$G_{r,max}$ (kg/m^3)
5°	0,63	0,81	550	7,4	8,7	15	8,6
17°	0,68	0,47	460	7,1	7,2	0	6,0
2*	0,84	0,61	490	7,2	9,3	22	7,1
12°	0,84	0,61	500	7,2	8,2	12	7,5
11*	0,84	1,05	480	5,3	5,9	10	7,5
15°	0,84	0,38	400	8,6	9,8	12	8,0
9°	0,51	1,02	630	6,6	7,3	10	7,1
20Δ	0,54	0,95	550	4,2	4,7	11	5,0
13Δ	0,42	2,09	810	7,4	8,0	8	8,0
14Δ	0,42	1,06	770	9,1	9,9	8	8,0

Tabel 6. Groepering proeven met nagenoeg gelijke proefcondities met uitzondering van het retourslibdebiet

° proef geëindigd in een evenwicht
* proef geëindigd in een overstort
Δ nog geen evenwicht bereikt

6.4 Slibspiegelhoogte

De ligging van de slibspiegel is bepalend voor de afloop van de proeven. Bij een lage slibspiegel wordt het water uit de helder waterzone als effluent afgevoerd.
Bij een zeer hoge slibspiegel wordt eveneens slib uit de slibzone met het effluent afgevoerd en verliest de inrichting veel slib.

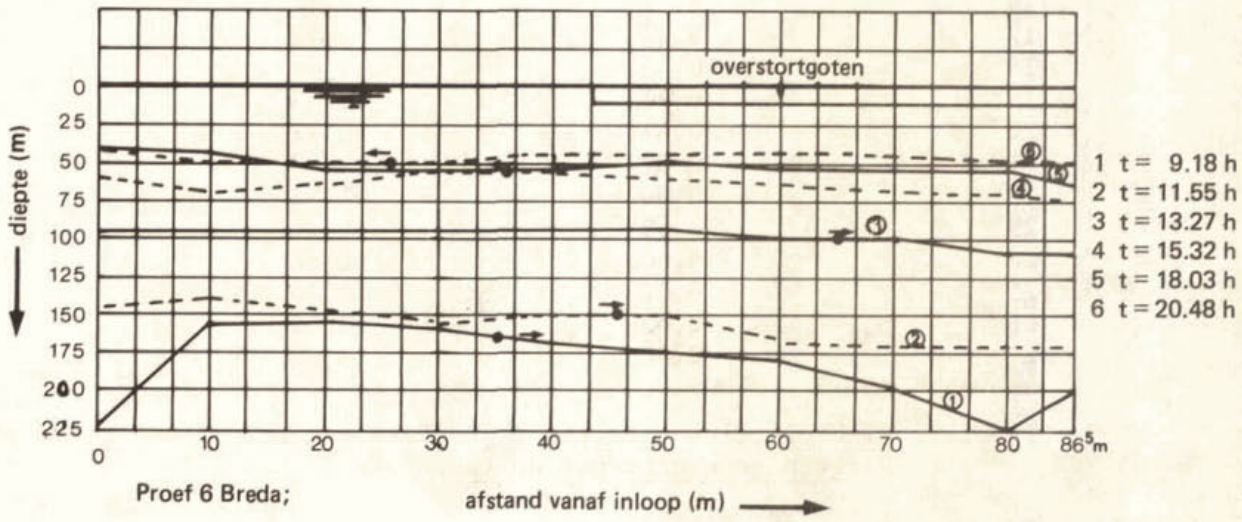
In het eerste geval is het drogestofgehalte van het effluent laag (tot maximaal enkele tientallen mg/l) in het tweede geval is zij hoog (oplopend tot enkele g/l).
In het nu volgende is ingegaan op de veranderingen in de slibspiegelhoogte tijdens de proeven.

Verloop van de slibspiegelhoogte tijdens de proeven

Als voorbeeld is in figuur 4 het verloop van de slibspiegel bij proef 6 te Breda weergegeven. Dit verloop is in hoofdzaak in drie fasen weer te geven:

- Voor de start van de aanvoer ligt de slibspiegel zeer laag. Aan het einde van de tank bevindt zich nauwelijks slib op de bodem. De slibspiegelhoogte heeft een dalend verloop naar het eind van de tank.
  Door het enige tijd stopzetten van de aanvoer heeft zich in de nabezinktank een evenwicht ingesteld.
  De gemiddelde slibspiegelhoogte (= de som van de slibspiegelhoogten op verschillende over de tank gelijkmatig verdeelde plaatsen gedeeld door het aantal plaatsen) verandert niet meer. In tegenstelling tot bij ronde tanks blijft er altijd slib achter in de nabezinktank. De gemiddelde dikte van de sliblaag bedroeg minimaal 25 cm. Voor alle proeven is zij vermeld in tabel 7.

- Zodra de aanvoer is aangezet stijgt de slibspiegel in de tijd. Het einde van de nabezinktank wordt opgevuld met slib waarna de slibspiegel vrij horizontaal komt te liggen. Aanvankelijk is de stijgsnelheid erg hoog. Dit wordt veroorzaakt door de grote slibaanvoer naar de nabezinktank, doordat het slib tijd nodig heeft om in te dikken en tenslotte door het in onvoldoende mate verwijderen van het bezonken slib.



Figuur 4. Slibspiegelverandering in de tijd: proef 6 Breda; • = plaats ruimerbrug

- Na een sterke stijging neemt de stijgsnelheid van de slibspiegel af bij de proeven die geëindigd zijn in een evenwichtssituatie. De slibspiegel komt nagenoeg horizontaal te liggen.
  Bij de proeven eindigend in een sliboverstort blijft de stijgsnelheid veelal constant.
  Er is sprake van een evenwichtssituatie indien de slibspiegelhoogte niet meer verandert. De slibspiegelhoogte in een evenwichtssituatie ligt niet eenduidig vast zoals bij de ronde tanks.
  Zij varieerde tussen de 50 en 190 cm kantdiepte (tabel 7).

  Bij de proeven die geëindigd zijn in een sliboverstort is de slibspiegelhoogte waarbij sliboverstort optreedt afhankelijk van de vorm en de plaats van de effluentgo(o)t(en).

proef-nr.	hs t=o	hs eind proef	Δh
1Δ	1,07	1,68	0,61
2*	1,02	1,87	0,85
3*	0,30	1,87	1,57
4°	0,30	0,80	0,50
5°	0,38	1,10	0,72
6Δ	0,48	1,80	1,32
7*	-	-	-
8*	0,45	1,90	1,45
9°	0,45	0,92	0,47
10°	0,66	1,67	1,01
11*	0,65	1,86	1,21
12°	0,46	1,43	0,97
13Δ	0,85	1,90	1,05
14Δ	0,70	1,97	1,27
15°	0,35	1,04	0,69
16Δ	0,42	1,10	0,68
17°	0,21	0,72	0,51
18°	0,42	1,42	1,00
19°	0,27	1,03	0,76
20Δ	0,47	0,77	0,30
21°	0,37	0,53	0,16
22°	0,60	1,52	0,92
23°	0,63	0,76	0,33
24°	0,60	0,88	0,48
25°	0,52	1,14	0,82
26*	0,62	1,52	1,20
27°	0,46	1,23	1,07

Tabel 7. Slibspiegelhoogten ten tijde "start aanvoer" en "einde proef". Hoogten gemeten vanaf de tankbodem

° evenwicht
Δ geen evenwicht
* sliboverstort

Zowel te Breda als te Malden is geconstateerd dat bij een sliboverstort de slibspiegel op gemiddeld 40-50 cm onder de waterspiegel ligt. De slibspiegel ter plaatse van de overstortgoten te Breda ligt bij een sliboverstort op ± 30 cm onder de waterspiegel. Als gevolg van entrainment-verschijnselen bij de effluentgoten te Malden is de slibspiegel bij deze inrichting gelijk aan de waterspiegel.

Invloed van het slibruimsysteem op het verloop van de slibspiegel

Het verloop van de slibspiegel wordt in geringe mate beïnvloed door het systeem van slibruiming.
Te Breda treedt een maximum verschil op van ± 25 cm tussen de plaats waar geruimd is en waar nog geruimd moet worden.
Bij een hoge slibspiegel is dit verschil minimaal. In de dwarsrichting van de tank, ter plaatse van de ruimer, ligt de slibspiegel nagenoeg horizontaal. De hevelbuizen veroorzaken een lichte daling.

Te Leiden ligt de slibspiegel in dwarsrichting van de tank niet horizontaal. Vermoedelijk wordt dit veroorzaakt door de wijze waarop de aanvoer bij de inlaat verdeeld wordt over de breedte van de tank. Ongelijke wrijvingsverliezen zullen hierbij een belangrijke rol spelen. Het tankdeel dat geruimd is, heeft daarentegen weer wel een horizontale slibspiegel in de dwarsrichting. Dit zal worden veroorzaakt door een ongelijke slibonttrekking over de breedte van de tank, eveneens door ongelijke wrijvingsverliezen in de hevelbuizen.
De nabezinktank te Malden vertoont een in breedterichting vlak verlopende slibspiegel. De kettingruimer veroorzaakt een afvlakking van de slibspiegel.

Invloed van de stijgsnelheid van de slibspiegel op het functioneren van de tank

De stijgsnelheid van de slibspiegel bepaalt hoelang een belasting kan aanhouden voordat een sliboverstort optreedt.
Bij een stijgsnelheid gelijk aan nul speelt de duur van de belasting geen rol. De slibspiegel verandert immers niet.
Bij een stijgsnelheid van 50 cm/h en een tankdiepte van 2,00 m zal het slib daarentegen binnen 4 h over de rand gaan.
Het is evenwel mogelijk dat een nabezinktank met een hoge stijgsnelheid van de slibspiegel niet tot een overstort leidt, mits de belasting van de nabezinktank korter duurt dan deze 4 h. Deze situatie kan bijvoorbeeld optreden bij een gemengd rioolstelsel in hellende gebieden. Bij een kortdurende regenbui zal de rwzi slechts kortstondig een hoge hydraulische belasting te verwerken krijgen. Bij een maximale belasting van de tank korter dan 4 uur zal er geen sliboverstort optreden. De nabezinktank zal in dit geval goed functioneren. Bij een lang aanhoudende belasting zal alsnog sliboverstort optreden.
De stijgsnelheid van de slibspiegel is voor alle proeven in bijlage 4 vermeld. De variatie in de snelheden is groot. Evenals bij de proeven aan ronde nabezinktanks is er geen verband te leggen tussen de stijgsnelheid van de slibspiegel en de oppervlakte- en slibvolumebelasting van de tank.

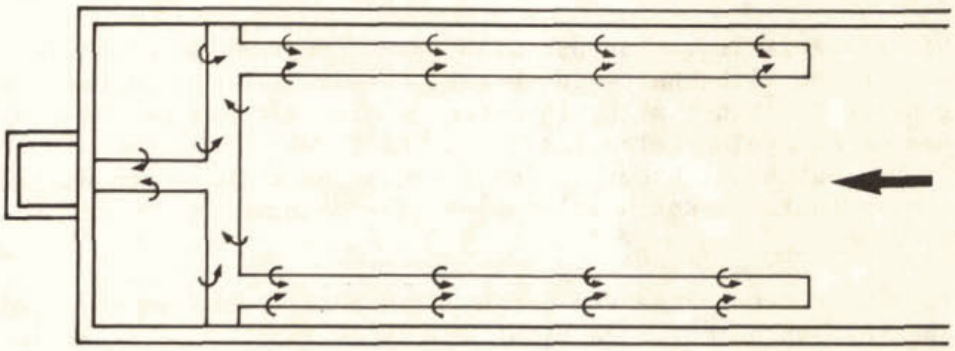
6.5 Het overstorten van slib en de stromingsverschijnselen nabij de effluentgoot

Een aantal proeven te Breda en één te Malden is geëindigd met een sliboverstort. De slibspiegel is zover gestegen dat zij van bovenaf zichtbaar is over het gehele oppervlak van de nabezinktank. Het overstorten van slib en de stromingsverschijnselen nabij de effluentgoot kunnen voor de nabezinktank te Breda als volgt worden beschreven.

- Het optreden van een sliboverstortsituatie wordt voorafgegaan door het ontstaan van drijvende slibdeeltjes nabij de inlaatconstructie. De omvang breidt zich langzaam uit resulterend in de vorming van een drijflaag.
- De slibspiegel blijft in de tijd stijgen. Nabij de hevelpijpen van de slibruimer wordt de slibspiegel verstoord. Dit geeft opdwarrelende slibvlokjes in de helder-waterzone die weer bezinken.
- Bij een hoge slibspiegel nabij de inlaat, wordt door de aanvoerstroming de sliblaag bij de inlaat verstoord. In de helder waterzone bevinden zich veel slibvlokken. Deze verstoring breidt zich uit tot ongeveer 20-25 m gerekend vanaf de inlaat.
- Intussen is de slibspiegel ter plaatse van de effluentgoten dermate hoog komen te liggen, dat er slibvlokjes uit de sliblaag te zamen met het drijvend slib met het effluent afgevoerd worden.
- Vervolgens treedt een begin van sliboverstort op nabij de kop van de middelste effluentgoot. Bezonken slib wordt met het effluent afgevoerd. Dit is het gevolg van het bereiken van de kritische sleepsnelheid van het bezonken slib enerzijds door de hoge slibspiegel en anderzijds door de stroomsnelheid in de tank die het grootst is ter plaatse van de kop van de effluentgoot.
  Bovendien speelt de waterverdeling over de in totaal vier overstortranden hierbij een rol.
- De intensiteit van de sliboverstort breidt zich uit over de volle lengte van de overstortgoten. Zij het dat niet alle goten tegelijkertijd overstorten. Ter plaatse van de ruimerbrug treedt een verhoogde sliboverstort op. De intensiteit van de sliboverstort blijft evenwel het grootst aan het begin van de goten en neemt af in de richting van het einde van de tank.
- Bij een zeer hoge slibspiegel (± 25-30 cm beneden de waterspiegel) ontstaan golven in de slibspiegel. Zij hebben een voortplantingssnelheid die gelijk is aan de ruimersnelheid.
- Indien de ruimerbrug zich bevindt ter plaatse van de effluentgoten treedt een extra verstoring op van de sliblaag.
  Daar waar geen slib over de rand gaat, zal door de aanwezigheid van de ruimer wel een slibuitspoeling optreden.

De proeven te Leiden zijn geëindigd met een evenwichtssituatie. Daarentegen werd bij proef 25 als gevolg van de uitzonderlijke hoge mesbelasting wel slib uit de sliblaag met het effluent meegevoerd ter plaatse van de beide hoeken van de tank.
De nabezinktank is voorzien van één enkele overstortrand aan het tankeinde. De slibspiegel ter plaatse van de rand lag op 75 cm onder de waterspiegel en de mesbelasting bedroeg 124 $m^3/(m\ .h)$.

De effluentgoten van de nabezinktank te Malden bestaan uit in breedte- en lengterichting opgestelde goten. Hier treedt dezelfde overstortsituatie op als bij ronde nabezinktanks voorzien van een tweezijdige overstortrand. Bij een hoge slibspiegel worden slibvlokken uit de stagnante sliblaag meegesleurd met het water dat onder de effluentgoten stroomt (entrainment). Enige tijd later treedt ook een slibuitspoeling op bij de andere overstortranden (figuur 5).



Figuur 5. Situering overstortgoten rwzi Malden

6.6 Drogestof in het effluent en in de helder-waterlaag

Bij een aantal proeven te Breda lag de drogestofconcentratie in het effluent tussen de 50 en 80 mg/l, ondanks het feit dat er geen sliboverstort is opgetreden of dat er sprake was van een drijflaagvorming en een drijflaagafvoer.
Vermoedelijk is de hoge slibvolume-index hiervan de oorzaak.
Bij proef 18 te Leiden bedroeg de drogestofconcentratie in het effluent 120 mg/l. Dit was het gevolg van de uitzonderlijk hoge mesbelasting van 124 $m^3/(m.h)$. Door de zeer hoge stroomsnelheden nabij de overstortrand werd reeds bezonken slib meegevoerd.
Bij de overige proeven die niet in een overstortsituatie eindigden, bevatte het effluent nauwelijks slibdeeltjes (droge stofgehalte in het effluent < 10 mg/l).
Bij de sliboverstortsituaties kan het droge stofgehalte in het effluent oplopen tot enkele g/l.
Tijdens alle proeven ontstond aan het begin van de tank een steeds groter wordende drijflaag die zich langzaam in omvang en dikte uitbreidde tot halverwege de tank.
Bij de proef te Malden (nr. 27) vormde zich opdrijvend slib nabij de effluentgoten als gevolg van denitrificatieprocessen in de tank. Dit slib werd met het effluent afgevoerd.
Een onvoldoende verwijdering van het bezonken slib ter plaatse van de goten door de kettingruimer is hiervan onder andere de oorzaak.
Aan het eind van de tank is sprake van een dode hoek.

In Leiden vindt de aanvoer plaats ter hoogte van de waterspiegel. In Breda en Malden is er door plaatsing van een duikschot sprake van een directe dekenfiltratie. Het type inlaatconstructie blijkt geen invloed te hebben op de effluentkwaliteit.

6.7 Slibbuffering

Door een daling van het slibgehalte tijdens de proeven treedt een toename van de slibbuffering op in de nabezinktank. Er zijn twee processen te onderscheiden: een stijging van de slibspiegel en een toename van de drogestofconcentratie van de slibzone in de tank.
Een goed functionerende nabezinktank heeft de grootste buffercapaciteit bij een hoge slibspiegel en een hoge drogestofconcentratie van de slibzone.
De buffercapaciteit van de nabezinktank kan worden gerelateerd aan de afname van het slibgehalte in de aëratietank. Door een afname van het slibgehalte daalt het slibvolume van de aanvoer naar de nabezinktank en hiermee de slibvolumebelasting van de tank.
In dit hoofdstuk zal nader worden ingegaan op de buffercapaciteit van de nabezinktanks. Gekeken zal worden naar de drogestofconcentratie van de slibzone.

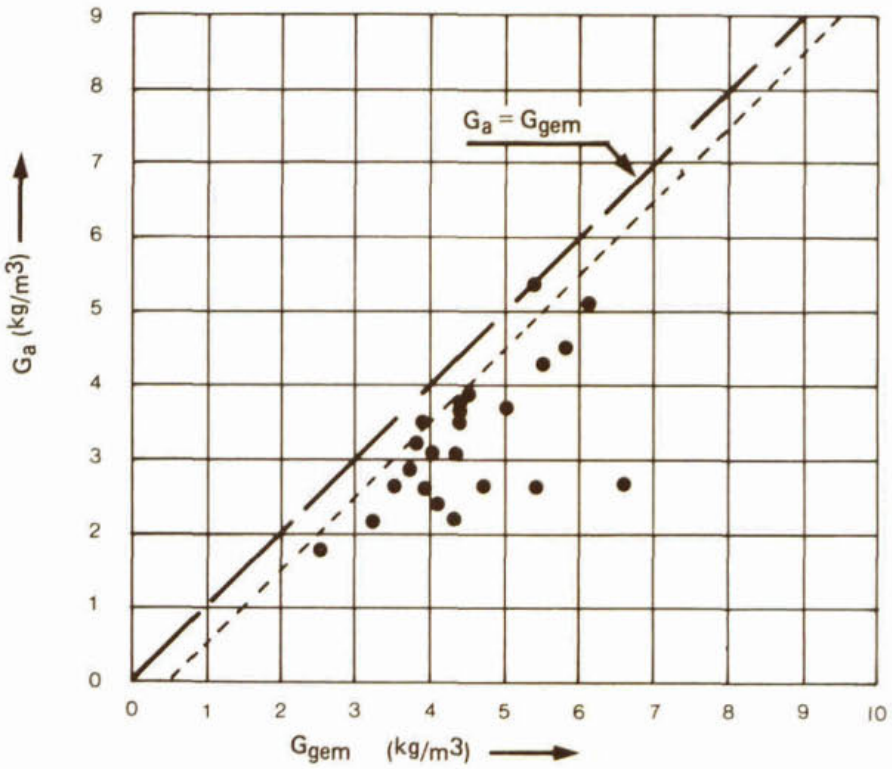
De drogestofconcentratie van het slib in de slibzone in een rechthoekige nabezinktank neemt in de richting van de tankbodem gelijkmatig toe. Er is geen sprake van een bufferzone met een nagenoeg gelijke drogestofconcentratie, zoals bij ronde nabezinktanks met slibschrapers.
Ter bepaling van de gebufferde hoeveelheid slib in een rechthoekige tank dient hierom de gehele slibopbouw in de tank beschouwd te worden. Er wordt echter een vertekend beeld verkregen indien hierin ook het bodemslib wordt betrokken. Bij een normale aanvoer naar de nabezinktank (dwa-situatie) is immers permanent een bodemsliblaag aanwezig.
Voor de bepaling van de buffercapaciteit van de tank zal hierom gekeken dienen te worden naar dat deel van de slibzone waar tijdens een rwa-situatie slib gebufferd wordt (de slib(buffer)zone).
De gemiddelde drogestofconcentratie in de slib(buffer)zone zal daarom worden gebaseerd op de drogestofconcentraties in de gehele slibzone exclusief het bodemslib van de permanent aanwezige bodemsliblaag. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de dikte van de bodemsliblaag ∿ 30 cm bedraagt, volgend uit de gemeten drogestofprofielen.
Hierbij zij aangetekend dat de drogestofconcentratie van de bodemsliblaag gedurende de proef enigszins toeneemt. Doordat deze extra buffering niet meegenomen wordt in de bepaling van de buffercapaciteit van de tank, wordt een veilige benadering voor de drogestofconcentratie in de slibzone verkregen.

In tabel 8 is weergegeven de gemiddelde slibconcentratie in de slib(buffer)zone. Volgens Merkel[5] zou de concentratie in deze slibzone overeenkomen met de grootste van de twee concentraties: de knikpuntconcentratie (volgens $G_c = 480/I_{sv}$) óf de aanvoerconcentratie G_a.
Ter vergelijking zijn beide concentraties in deze tabel weergegeven. De G_c geeft in de meeste gevallen een te lage drogestofconcentratie. Een gelijkstelling van de slibbufferconcentratie aan de aanvoerconcentratie voldoet veel beter.
In een aantal situaties is de slibbufferconcentratie hoger.

proefnr.	G_a kg/m³	$G_c = 480/I_{sv}$ kg/m³	G_{gem} kg/m³
1	3,8	3,0	4,4
2	3,1	2,8	4,0
3	3,5	3,4	3,9
4	4,8	3,0	5,4
5	3,9	3,4	4,5
6	3,7	2,6	4,4
7	3,6	2,8	-
8	3,2	2,8	3,8
9	3,7	2,8	5,0
10	4,5	2,9	5,8
11	2,9	3,0	3,7
12	3,1	3,0	4,3
13	5,4	3,2	5,4
14	5,1	3,2	6,1
15	2,6	3,2	5,4
16	-	2,3	-
17	2,4	2,4	4,1
18	2,6	2,0	4,7
19	2,2	2,0	-
20	-	2,0	-
21	1,8	2,6	2,5
22	2,6	2,3	3,5
23	3,5	4,6	4,4
24	4,3	4,8	5,5
25	2,6	4,8	3,9
26	2,2	3,4	4,3
27	2,7	3,8	6,6

Tabel 8. Vergelijking van de drogestofconcentratie in de slib(buffer)-zone (G_{gem}) met de aanvoerconcentratie (G_a) en de knikpunts-concentratie (G_c) volgens Merkel

De gemiddelde drogestofconcentratie (G_{gem}) van de slibzone exclusief de bodemsliblaag is minimaal 0,5 kg/m³ hoger dan de aanvoerconcentratie (figuur 6).



Figuur 6. Relatie aanvoerconcentratie (G_a) en drogestofconcentratie in de slibzone exclusief de bodemslibconcentratie ($G_{gem.}$)

7 TOETSING MEETRESULTATEN

De meetresultaten van de proeven zijn in dit hoofdstuk vergeleken met de bestaande ontwerptheoriënvoor nabezinktanks, zoals vermeld in par. 2. Allereerst zullen de mogelijke ontwerpparameters als de oppervlaktebelasting en de drogestofbelasting nader beschouwd worden.

7.1 Oppervlaktebelasting

De oppervlaktebelasting van de nabezinktanks is tot voor kort de meest gehanteerde ontwerpgrootheid geweest.
Het onderzoek aan ronde nabezinktanks heeft reeds aangetoond dat de oppervlaktebelasting op zich geen ontwerpgrootheid kan zijn. Dit is eveneens voor de rechthoekige nabezinktanks gebleken. Er bestaat geen relatie tussen de oppervlaktebelasting en het al dan niet leiden tot een sliboverstort. Een oppervlaktebelasting van 0,63 $m^3/(m^2.h)$ leidde tot een overstort, van 2,06 $m^3/(m^2.h)$ tot een evenwicht (proef 10 respectievelijk 25).

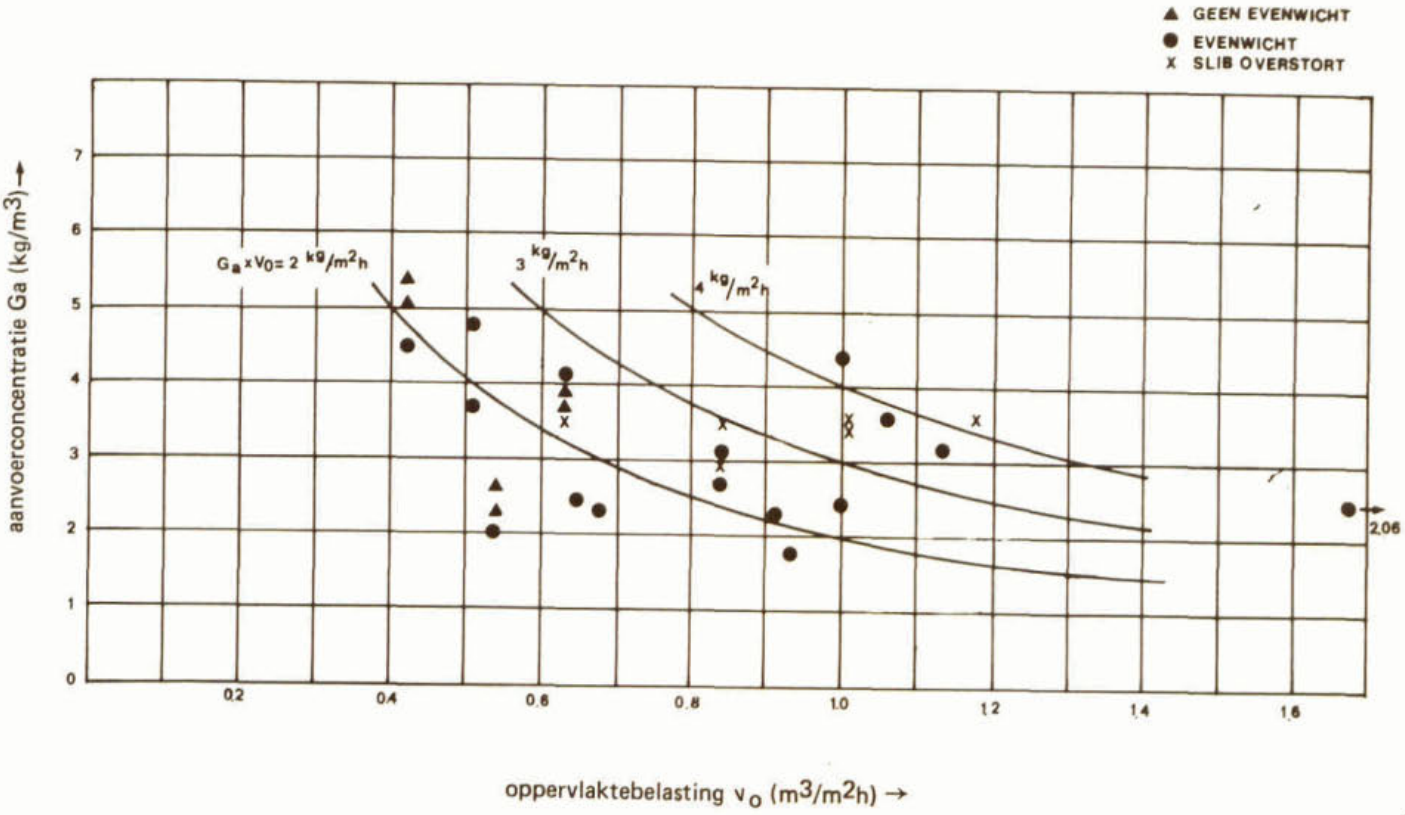
7.2 Drogestofbelasting

In de drogestofbelasting, g_A, wordt de invloed van zowel de oppervlaktebelasting als de aanvoerconcentratie verdisconteerd. In de literatuur[1] wordt een onderscheid gemaakt tussen de drogestofbelasting bepaald inclusief en exclusief de belasting door het retourslibdebiet: volgens Pflanz, $G_A = q_A.G_a$ $(kg/m^2.h)$ en die volgens de WRC, $G_A = (1+R).q_A.G_a$ $(kg/(m^2.h))$.

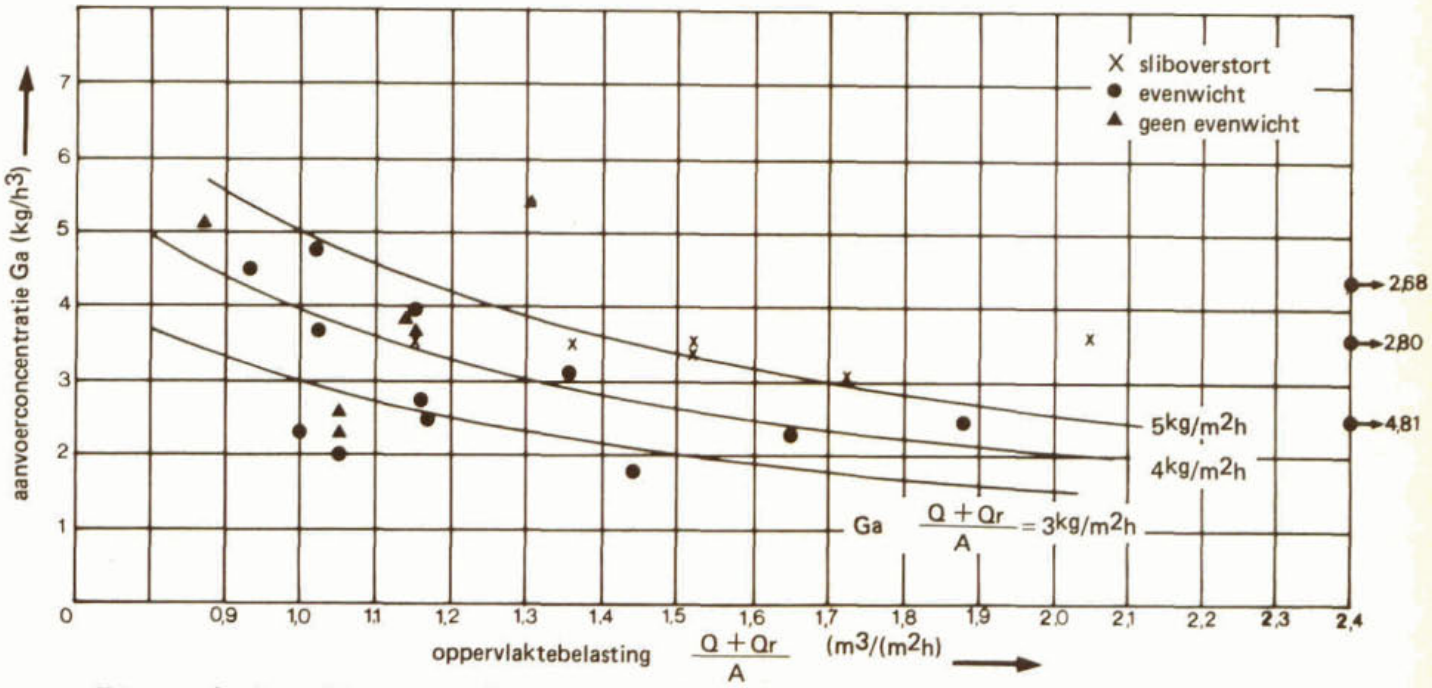
In figuur 7 is voor alle proefnemingen de relatie $(q_A.G_a)$ weergegeven, met een onderscheid naar het al dan niet optreden van een sliboverstort.
De in deze figuur ingetekende hyperbolen corresponderen met een drogestofbelasting van respectievelijk 2, 3 en 4 $(kg/(m^2.h))$.
De drogestofbelasting volgens de WRC (inclusief de belasting door het retourslibdebiet) is in figuur 8 weergegeven. Hier zijn dezelfde hyperbolen ingetekend.

Een drogestofbelasting, bepaald volgens Pflanz, groter dan 2 $kg/(m^2.h)$ kan volgens figuur 7 tot een sliboverstort leiden. Daarentegen is het beeld niet consistent. Een grotere belasting heeft bij een aantal proeven geleid tot een evenwichtssituatie. Hetzelfde geldt voor een beschouwing van de drogestofbelasting volgens de WRC (figuur 8). Als zodanig is op basis van de meetresultaten geen duidelijke grens voor de toelaatbare drogestofbelasting aan te geven. Ook de slibbezinkeigenschappen zullen een rol spelen bij de capaciteit van de nabezinktank.

Gezien de resultaten kan worden geconcludeerd dat beide uitdrukkingen voor de drogestofbelasting geen duidelijk beeld geven betreffende de afloop van de proeven.



Figuur 7. De afloop van de proeven als functie van de oppervlaktebelasting en de aanvoerconcentratie getoetst volgens Pflanz



Figuur 8. De afloop van de proeven als functie van de oppervlaktebelasting en de aanvoerconcentratie getoetst volgens de WRC

7.3 Solidflux-theorie

7.3.1 *inleiding*

De grondslag voor het WRC-rekenmodel is de solidflux-theorie[1]. Met deze theorie wordt de maximaal toelaatbare drogestofbelasting van een nabezinktank bepaald.
Hiervoor wordt uitgegaan van een tweetal aannamen:

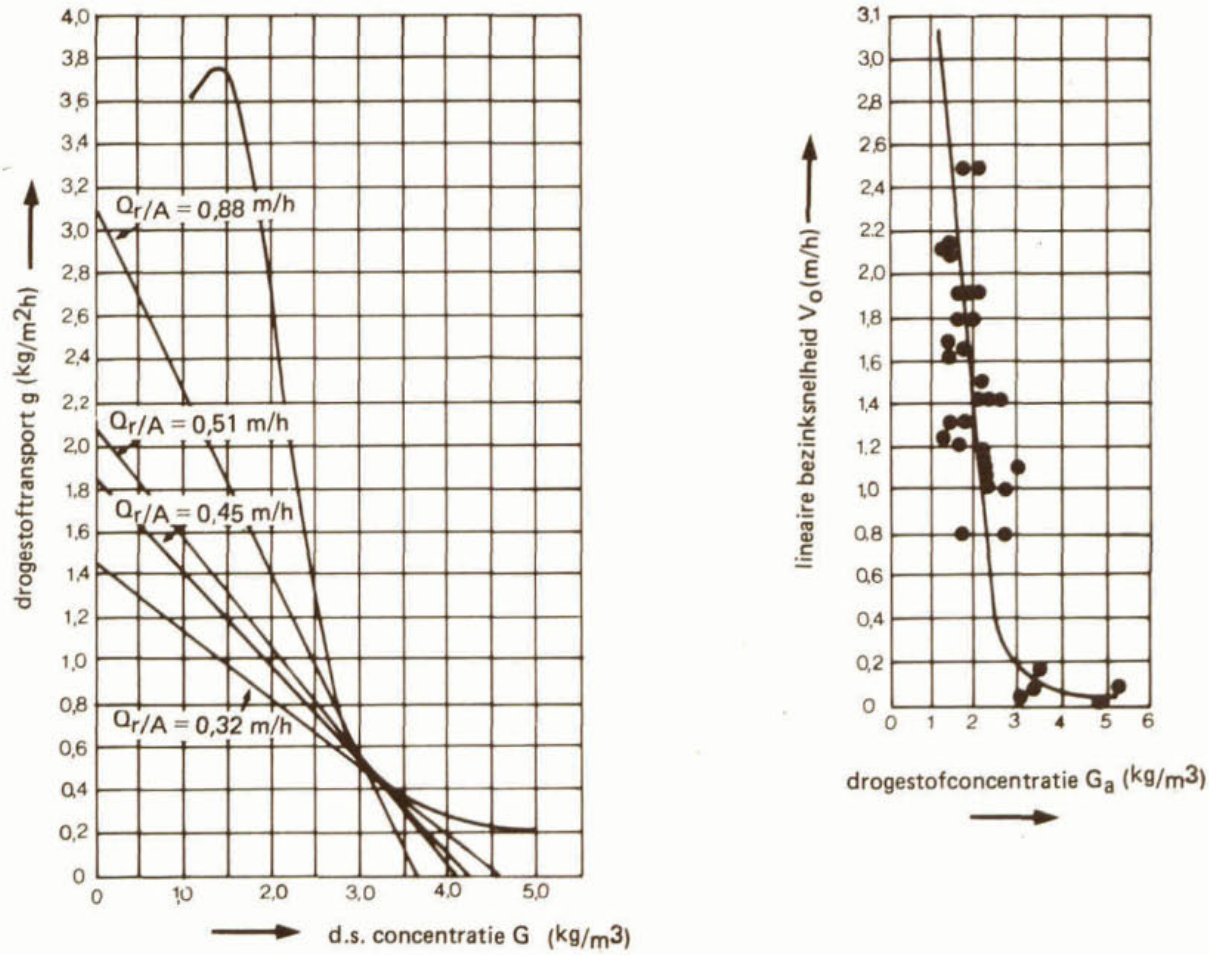
- de invloed van de retourslibstroom is over het gehele tankoppervlak gelijk;
- de bezinksnelheid van het slib is een functie van de drogestofconcentratie: $v_{slib} = v(G)$.

De solidflux-theorie beschouwt het verticale drogestoftransport in de nabezinktank. Het totale drogestoftransport bestaat uit het drogestoftransport naar beneden tengevolge van de zwaartekracht en het transport tengevolge van het retourslibdebiet.
Zolang er een evenwicht heerst in de nabezinktank, gaat er door iedere laag (met concentratie G) evenveel drogestof als dat er aangevoerd wordt.
Bij een toename van het drogestoftransport zal op een zeker moment in een laag de maximaal toelaatbare drogestofbelasting worden bereikt. Bij een verdere toename zal in deze laag drogestof achterblijven en de laag dikker worden. Aldus vormt zich een bufferzone. Het maximale drogestoftransport door de bufferzone is bepalend voor de maximaal toelaatbare belasting van de nabezinktank.
Voor het kunnen bepalen van de maximaal toelaatbare drogestofbelasting (limiting flux g_L) is een groot aantal metingen van de slibbezinksnelheid (als functie van het drogestofgehalte) nodig. Deze zijn alleen van de proeven te Breda beschikbaar.

Voor een toetsing van de meetresultaten aan de solidflux-theorie zijn die metingen te Breda gebruikt die in een korte periode na elkaar zijn uitgevoerd. Bovendien is het slib uit één aëratietank beschouwd (AT 2), voor een zo representatief mogelijke vergelijking.

7.3.2 *resultaten Breda*

De bezinksnelheden van het slib bij diverse drogestofconcentraties zijn bepaald uit de gegevens van de niet geroerde bezinkproeven.
Deze gegevens zijn verwerkt in figuur 9, overeenkomstig de procedure van de solidflux-theorie[1].
Volgens deze theorie bedraagt de beperkende flux (g_L) bij Q_r = 420, 590, 675 en 1160 m^3/h respectievelijk 1,5, 1,9, 2,0 en 3,1 $kg/m^2.h$.



Figuur 9. Lineaire bezinksnelheid en drogestofbelasting volgens de solidflux-theorie (proeven te Breda, AT 2)

In tabel 9 zijn de toegepaste drogestofbelastingen $(Q+Q_r).G_A/A$ weergegeven naast de volgens de solidflux-theorie bepaalde toelaatbare belastingen (g_L).

proefnr.	toegepast $\frac{(Q+Q_r).G_a}{A}$	drogestofbelasting toelaatbaar g_L	verschil	situatie
	(kg/m².h)	(kg/m².h)	(kg/m².h)	
Breda 2	4,9	2,0	2,9	overstort
3	4,9	2,1	2,9	overstort
7	5,1	2,0	3,1	overstort
8	5,3	2,0	3,3	overstort
9	3,9	2,0	2,2	evenwicht
10	4,4	2,0	2,2	evenwicht
13	7,0	3,2	3,8	nog geen evenwicht
14	4,4	1,9	2,5	nog geen evenwicht

Tabel 9. De toegepaste drogestofbelasting en de volgens de solidflux-theorie toelaatbare belasting (metingen te Breda, AT 2)

7.3.3 *beoordeling*

Tabel 9 toont aan dat de werkelijk opgetreden drogestofbelasting bij alle proeven vele malen hoger is dan de toelaatbare belasting volgens de solidflux-theorie.
Dit geldt zowel voor de proeven geëindigd in een overstort als voor degene geëindigd in een evenwicht.

Bij deze laatste categorie zijn de verschillen dermate groot, dat geconcludeerd kan worden dat de solidflux-theorie erg onnauwkeurig is en als zodanig niet gehanteerd kan worden voor een dimensionering.

7.4 WRC-rekenmodel

De WRC gebruikt als theoretische achtergrond de solidflux-theorie.
Voor de beschrijving van de bezinkbaarheid van het slib wordt gebruik gemaakt van een empirisch bepaalde relatie tussen de slibindex en het maximale drogestofmassatransport.
Hierbij wordt de geroerde slibindex gehanteerd, $SSVI_{3,5}$.
Voor een uitvoerige beschouwing van dit rekenmodel en de hiervoor als basis gebruikte solidflux-theorie wordt verwezen naar het rapport "Praktijkonderzoek aan ronde nabezinktanks"[3].
Hier wordt volstaan met een toetsing van de proefresultaten aan het WRC-rekenmodel.

7.4.1 *toelaatbare drogestofbelasting*

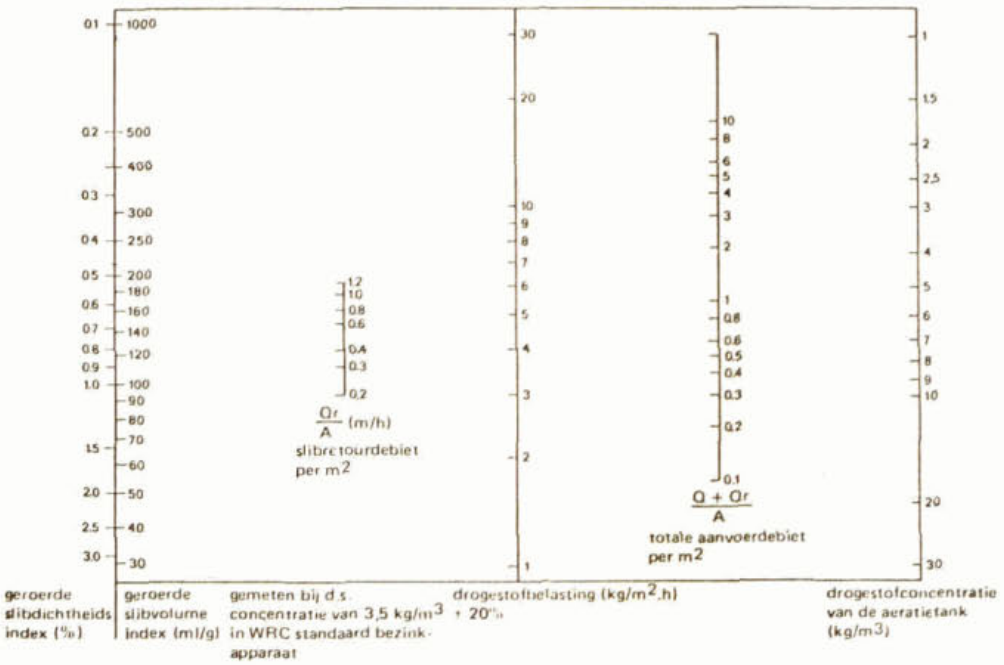
De meetgevevens zijn gebruikt ter bepaling van de toelaatbare drogestofbelasting van de nabezinktanks volgens het WRC-rekenmodel.

Deze toelaatbare belasting wordt afgeleid uit het daarvoor opgestelde nomogram, figuur 10. Vervolgens is zij vergeleken met de werkelijk opgetreden drogestofbelasting en het criterium wel of geen sliboverstort. De WRC stelt dat op deze wijze de toelaatbare drogestofbelasting op 20% nauwkeurig kan worden bepaald.

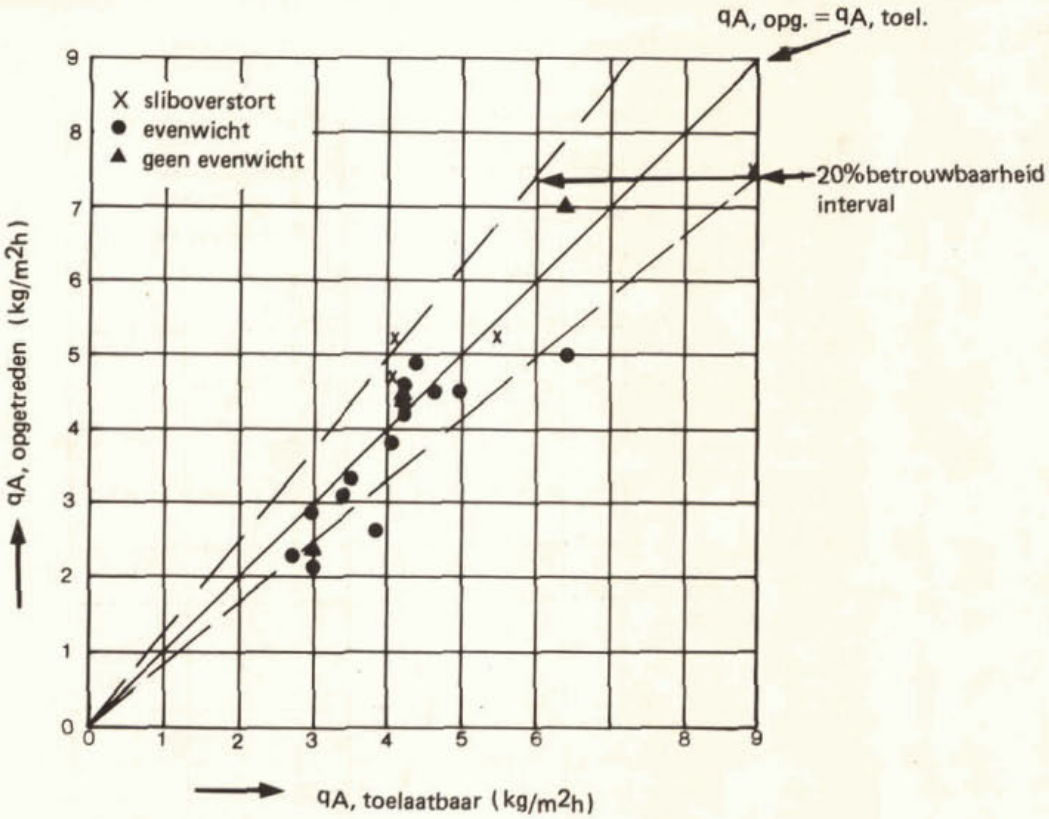
In figuur 11 wordt de toelaatbare drogestofbelasting gerelateerd aan de werkelijk opgetreden drogestofbelasting. Tevens is in deze figuur het 20%-betrouwbaarheidsinterval getekend.

7.4.2 *beoordeling*

Van de proeven waarbij de geroerde index is bepaald, liggen de proefresultaten voor het merendeel binnen het betrouwbaarheidsgebied van 20% dat door de WRC wordt aangehouden. Zowel de proeven geëindigd in een sliboverstort als in een evenwicht liggen binnen dit betrouwbaarheidsgebied.
De 20% grenzen blijken enerzijds aan de ruime kant te zijn en anderzijds niet geheel te voldoen. Vier proefresultaten, met sliboverstort, liggen eveneens binnen deze grenzen.
Als zodanig is het WRC-model te onbetrouwbaar als ontwerprichtlijn.



Figuur 10. Nomogram ter bepaling van de maximaal toelaatbare drogestofbelasting volgens het WRC



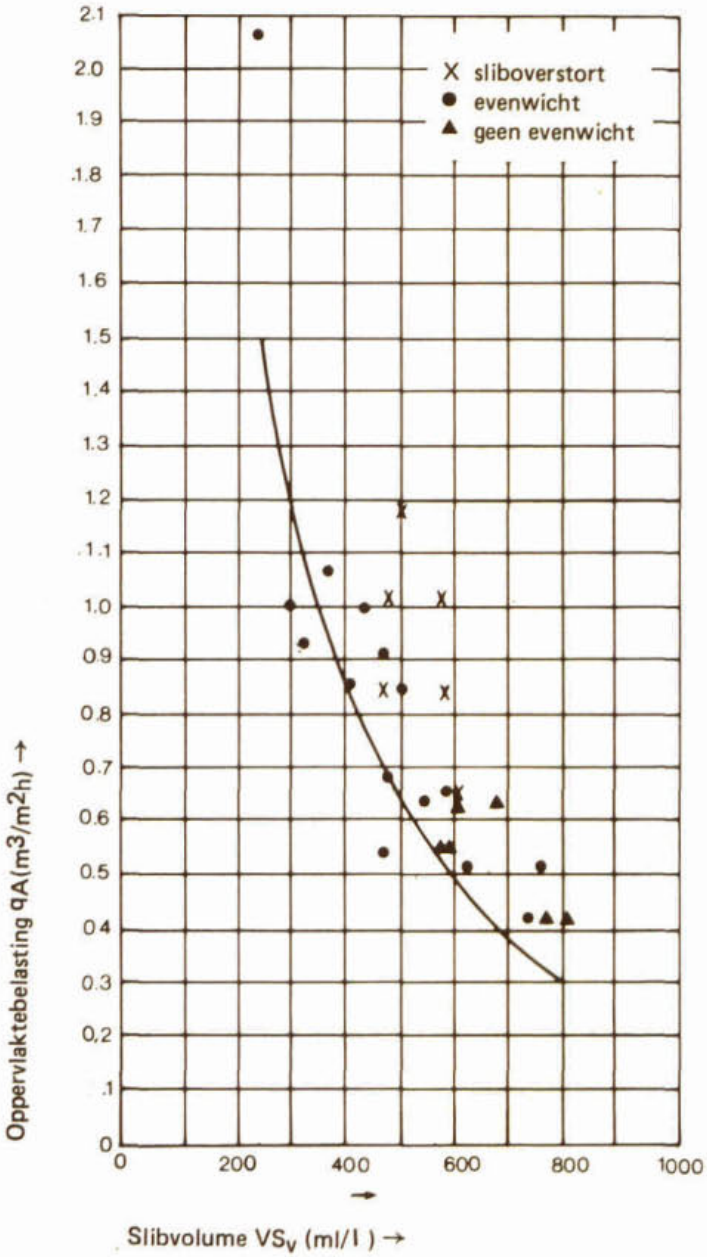
Figuur 11. Toelaatbare drogestofbelasting volgens het WRC ($q_{A,\ toel}$) versus werkelijke belasting ($q_{A,\ opg}$)

7.5 ATV-richtlijn

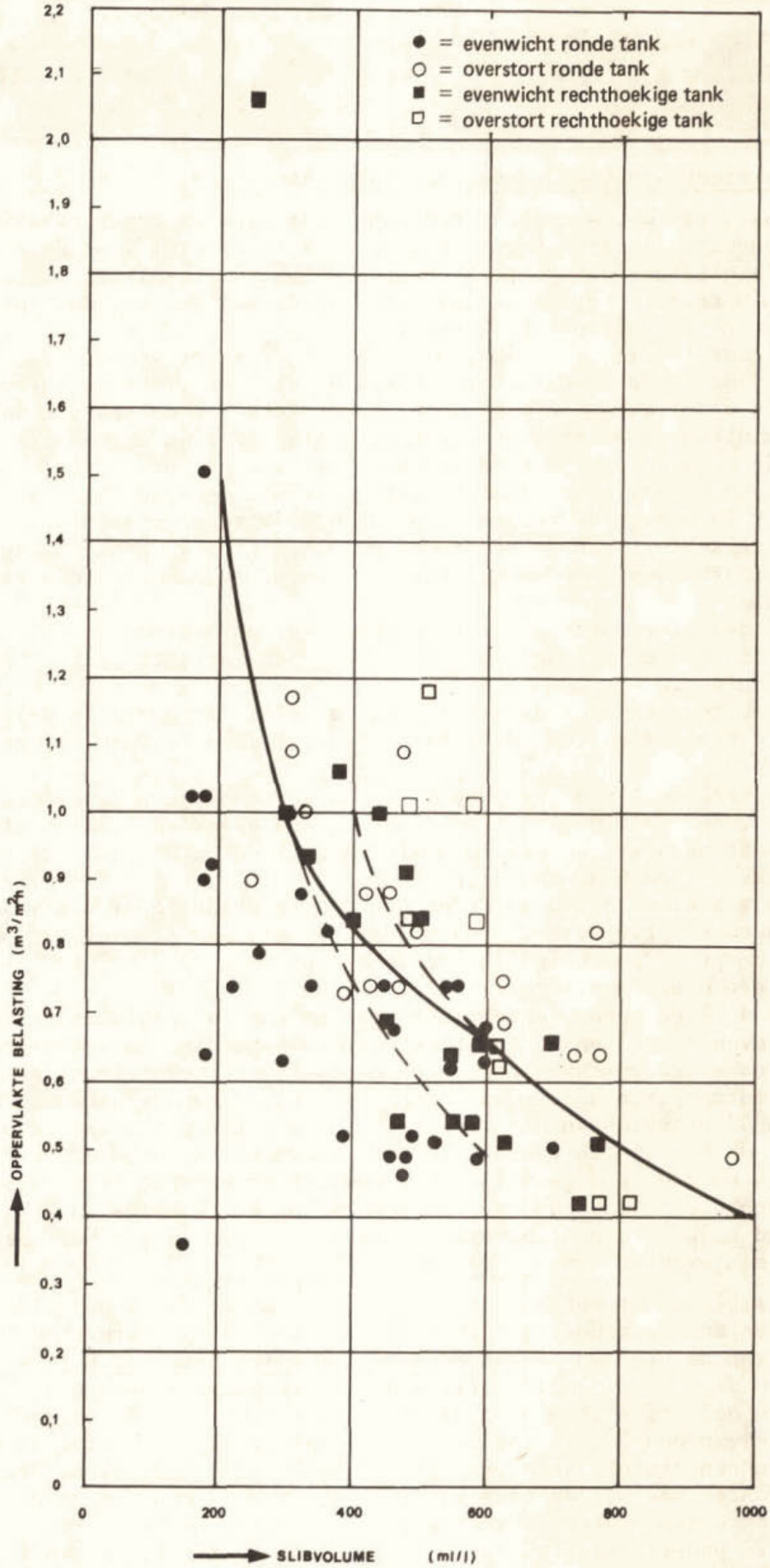
Bij het onderzoek aan ronde nabezinktanks is komen vast te staan dat het produkt van de drogestofbelasting en de slibindex, de slibvolumebelasting ($vs_a = q_A.G_a.I_{sv}$ (l/m²/h)) de belangrijkste dimensioneringsparameter voor dit type tank blijkt te zijn.
De ATV-richtlijn[6] hanteert de slibvolumebelasting als ontwerpgrootheid. Bij de ronde tanks is gebleken dat de ATV-richtlijn een veilige benadering geeft voor de toelaatbare slibvolumebelasting van de tank. Een toetsing van de meetresultaten aan rechthoekige tanks aan de ATV-richtlijn levert eenzelfde beeld op (figuur 12).

Voor de uiteindelijke slibvolumebelasting is uitgegaan van het slibgehalte in de aanvoer naar de nabezinktank op het moment van evenwicht (G_a blijft vrijwel constant) en het slibgehalte op het moment van slibovèrstort.
Indien geen evenwicht is opgetreden is uitgegaan van het slibgehalte aan het einde van de proef.

Voor de slibvolume-index is het gemiddelde van de middels de verdunningsmethode bepaalde indices genomen. Indien sprake was van een reële afname of toename van de index tijdens de proef is zij door extrapolatie bepaald.
De ATV-lijn als grenslijn blijkt als zodanig niet te voldoen.
Evenals voor de ronde tanks kan zij worden beschouwd als een veilige ontwerpbenadering.



Figuur 12. ATV-richtlijn en de afloop van de proeven als functie van de oppervlaktebelasting en het slibvolume



Figuur 13. STORA-richtlijn voor ronde nabezinktanks en de afloop van alle proeven op zowel ronde als rechthoekige nabezinktanks

7.6 STORA-richtlijn voor ronde nabezinktanks

Op basis van de meetresultaten van de proeven op ronde nabezinktanks is een ontwerprichtlijn voor dit type tank opgesteld. Voor deze richtlijn is als uitgangspunt gebruikt de toelaatbare slibvolumebelasting van de tank in relatie tot het slibvolume van de aanvoer bij een maximaal optredende hydraulische belasting.
In figuur 13 zijn de slibvolumebelastingen ingetekend in de ontwerpgrafiek voor ronde nabezinktanks voorzien van een slibschrapersysteem. Hierin zijn tevens de meetpunten ingetekend van de proeven aan ronde nabezinktanks. De proeven die niet geëindigd zijn in een evenwichtssituatie doch duidelijk tenderen naar een sliboverstort of een evenwicht zijn onder deze beide laatste categorieën ingedeeld. Naar aanleiding van figuur 13 kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt:

- De capaciteit van de rechthoekige nabezinktanks komt op basis van de toelaatbare slibvolumebelasting nagenoeg overeen met die van de ronde tanks.
- Bij de interpretatie van de ligging van de meetpunten moet een onderscheid worden gemaakt naar de drie typen inrichtingen: Breda, Leiden en Malden.
  De meetpunten voor de inrichting te Leiden liggen alle drie ruim boven de ontwerplijn. Voor de inrichting te Malden voldoen zij aan de richtlijn.
- Het verloop van de proeven te Breda vertoont geen consistent beeld. Bij twee experimenten eindigend met een evenwicht, is de slibvolumebelasting hoger geweest dan die volgens de ontwerpgrafiek voor ronde tanks toelaatbaar zou zijn.
- Een wisselend beeld geven de proeven te Breda te zien bij een oppervlaktebelasting van $\sim 0{,}85\ m^3/(m^2.h)$. Bij een slibvolume van 500 ml/l is de proef geëindigd in een evenwicht (nr. 12), bij 490 en 480 ml/l in een overstort (nrs. 2, 11).
- Bij de lage oppervlaktebelastingen en hoge slibvolumina blijken de proeven nr. 13 en 14 te Breda te resulteren in een overstort. Bij ronde nabezinktanks zou een evenwichtssituatie bereikt worden.
- De ontwerplijn voor ronde tanks is bepaald aan de hand van het verloop van 48 proeven aan dit type tank. Deze ontwerplijn is zodanig bepaald, dat de meetpunten van de proeven eindigend in een overstort boven deze lijn en die eindigend in een evenwicht onder deze lijn zijn gelegen. Slechts vijf meetpunten van proeven op rechthoekige tanks, die geëindigd zijn in een sliboverstort liggen in een gebied waar een ronde tank in een evenwicht zou zijn geëindigd.

Op basis van het vorenstaande kan worden gesteld dat de afloop van de proeven aan rechthoekige nabezinktanks zeer goed overeenkomt met de afloop van de proeven op ronde tanks met slibschrapers. Bij een slibvolume tussen de 400 en 700 ml/l blijkt de rechthoekige tank een gelijke hydraulische belasting te hebben als een ronde tank. Gezien de meetpunten is sprake van een lagere toelaatbare belasting bij slibvolumina > 700 ml/l en van een grotere belasting bij slibvolumina < 400 ml/l. Van de vijf meetpunten waarbij de tank hoger belast zou kunnen worden dan ronde tanks zijn drie meetpunten afkomstig van de proeven te Leiden-ZW. Op grond van deze 27 proefresultaten van rechthoekige nabezinktanks kan worden geconcludeerd dat voor de toelaatbare slibvolumebelasting dezelfde ontwerprichtlijn kan worden gehanteerd als voor ronde tanks.

8 HET ONTWERPEN VAN RECHTHOEKIGE NABEZINKTANKS

In dit hoofdstuk worden richtlijnen gegeven voor het ontwerpen van rechthoekige nabezinktanks van actief-slibinrichtingen. Deze richtlijnen zijn gebaseerd op de resultaten van 22 experimenten te Breda, 3 te Leiden en 2 te Malden.

De richtlijnen hebben betrekking op:
- de benodigde oppervlakte;
- de retourslibverhouding;
- de kantdiepte;
- de mesbelasting.

8.1 De benodigde oppervlakte

Voor het vaststellen van het oppervlak van de nabezinktank wordt de slibvolumebelasting VS_A als maat gebruikt. Dit is het produkt van de oppervlaktebelasting (q_A) en het slibvolume (VS_V). Het slibvolume is het produkt van de drogestofconcentratie van de aanvoer naar de nabezinktank (G_a) en de slibindex (I_{SV}). Voor de dimensionering is maatgevend het maximaal toelaatbare debiet waarbij de nabezinktank nog goed moet functioneren. De toelaatbare slibvolumebelasting is, zoals in figuur 13 is weergegeven, afhankelijk van het slibvolume. Voor de rechthoekige nabezinktank wordt zij vooralsnog gelijk gesteld aan de toelaatbare belasting voor ronde nabezinktanks.

Voor het slibvolume (VS_V) moet die waarde worden genomen welke in de evenwichtssituatie bij een maximum aanvoer (rwa) optreedt. Door de buffering van het slib in de nabezinktank wordt het slibgehalte in de aanvoer naar de tank minder geconcentreerd en is derhalve het slibvolume lager dan bij dwa.
Een schatting van de afname van G_a tijdens maximum aanvoer (rwa) is gebaseerd op de volgende vier aannamen.

1. Bij dwa blijft er altijd een zekere hoeveelheid slib achter in de nabezinktank. Deze situatie is onafhankelijk van het type slibruimsysteem. Er wordt uitgegaan van een gemiddeld over de tank genomen sliblaag van 0,50 m kantdiepte. Deze hoogte wordt onafhankelijk gesteld van het al of niet aanwezig zijn van een in dwarsrichting uitgevoerde hellende bodem van de tank.

2. De gemiddelde drogestofconcentratie van het gebufferde slib in de nabezinktank wordt berekend uit de volgende vergelijking:

$$G_{buffering} = G_a + 0,5 \qquad (kg/m^3) \qquad (1)$$

3. De slibspiegel mag ten hoogste tot 0,50 m onder de waterspiegel stijgen, onafhankelijk van de gootuitvoering.

4. Om de tank niet op de grens van overbelasting te bedrijven, is een veiligheidsmarge noodzakelijk; men kan daarbij denken aan een extra helderwaterzone van 0,50 m.

De hoeveelheid slib die tijdens rwa gebufferd kan worden, wordt berekend door de inhoud van de tank onder de slibspiegel te vermenigvuldigen met de drogestofconcentratie volgens (1). Deze toelaatbare slibhoeveelheid bedraagt:

$$TD_{s,\ max.} = A_{NB} \cdot H_{buffer} \cdot G_{buffering} \qquad (kg)$$

waarin:

$TD_{s,\ max.}$	=	totale drogestofhoeveelheid die gebufferd kan worden in de nabezinktank	(kg)
A_{NB}	=	oppervlak nabezinktank	(m^2)
H_{buffer}	=	de maximaal toelaatbare bufferhoogte (= totale kantdiepte minus 1,50 m)	(m)

De gebufferde hoeveelheid voldoet aan de formule

$$TD_s = V_{AT} \cdot (G_{a,\ dwa} - G_{a,\ rwa}) \qquad (kg)$$

Bij de berekening van de hoeveelheid slib die in de nabezinktank kan worden gebufferd is rekening gehouden met een bodemsliblaag tijdens dwa van 50 cm. Bij een maximum aanvoer naar de tank treedt een toename van de bodemslibconcentratie op, wat feitelijk een extra buffering van slib geeft. In de berekening van de buffercapaciteit van de nabezinktank zal gezien de geringe bijdrage van deze extra buffering op de totale buffering hiermee geen rekening worden gehouden.

Het bufferen van slib in de nabezinktank is gebonden aan twee restricties:

1. De drogestofconcentratie in de aëratietank mag niet kleiner worden dan 2 kg/m^3 om te voorkomen dat als gevolg van een minder goede flocculatie, veel kleine slibvlokjes met het effluent worden afgevoerd.
2. Er mag niet meer dan 30% van de totale hoeveelheid drogestof in de nabezinktank(s) worden gebufferd om het zuiveringsrendement niet te veel te laten afnemen (conform de ATV-richtlijn).

De berekening van het tankoppervlak en de tankdiepte verloopt iteratief.

8.2 De retourslibverhouding

De vereiste retourslibverhouding ($R = Q_r/Q$) wordt bepaald door de bezinkbaarheid van het slib en de drogestofbalans over de nabezinktank. De bezinkbaarheid van het slib uitgedrukt in de verdunde slibindex (I_{sv}) bepaalt tot hoever het retourslib kan indikken in de nabezinktank.
Het bereikbare drogestofgehalte in het retourslib volgt uit (2):

$$G_{rs,\ max.} = \frac{1200}{I_{sv}} \qquad (kg/m^3) \qquad (2)$$

De drogestofbalans over de nabezinktank in een evenwichtssituatie wordt bepaald volgens (3):

$$Q_r \cdot G_{rs} = (Q+Q_r) \cdot G_a \qquad (kg/h) \qquad (3)$$

R wordt bepaald door:

$$R = \frac{G_a}{G_{rs} - G_a} \qquad (-/-)$$

Deze drogestofbalans geldt zowel bij een dwa- als bij een rwa-situatie. R kan zowel bij dwa als bij rwa worden berekend door de substitutie van G_{rs}, max. en G_a. Hierbij wordt rekening gehouden met de slibbuffering in de nabezinktank bij rwa.

8.3 Kantdiepte

De totale kantdiepte van een rechthoekige nabezinktank is de som van de volgende laaghoogten:

h_1 = de zone waar bij dwa altijd slib zal blijven liggen en bij rwa de indikzone is (0,50 m).

h_2 = bufferzone, hoogte afhankelijk van de benodigde slibbuffering in de tank.

h_3 = hoogte van de helderwaterlaag gelegen tussen de overstortrand en het niveau van de slibspiegel in geval van een sliboverstort, gesteld op 0,50 m.

h_4 = helderwaterlaag veiligheidsmarge, gesteld op 0,50 m.

De totale kantdiepte bedraagt dan:

$$h_{tot} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = h_2 + 1{,}50 \qquad (m)$$

8.4 De mesbelasting

Bij de rechthoekige nabezinktank te Leidengaf een mesbelasting van 124 $m^3/(m.h)$ aanleiding tot een geringe slibuitspoeling van bezonken slib nabij de overstortrand.
De maximaal toelaatbare mesbelasting dient weliswaar afzonderlijk onderzocht te worden, maar is toch globaal af te leiden uit de kritische sleepsnelheid van het slib. Bij het onderzoek aan ronde nabezinktanks[3] is een gemiddelde kritische sleepsnelheid berekend van 21 m/h. Indien uitgegaan wordt van een totale helderwaterzone van 1.00 m betekent dit een maximaal toelaatbare mesbelasting van 21 $m^3/(m.h)$.
Op basis van deze globale benadering is het aantal strekkende meters overstortgoot te bepalen. De overstortgoten dienen zodanig in de tank gesitueerd te worden, dat er geen entrainment kan optreden.

9 SLOTBESCHOUWING

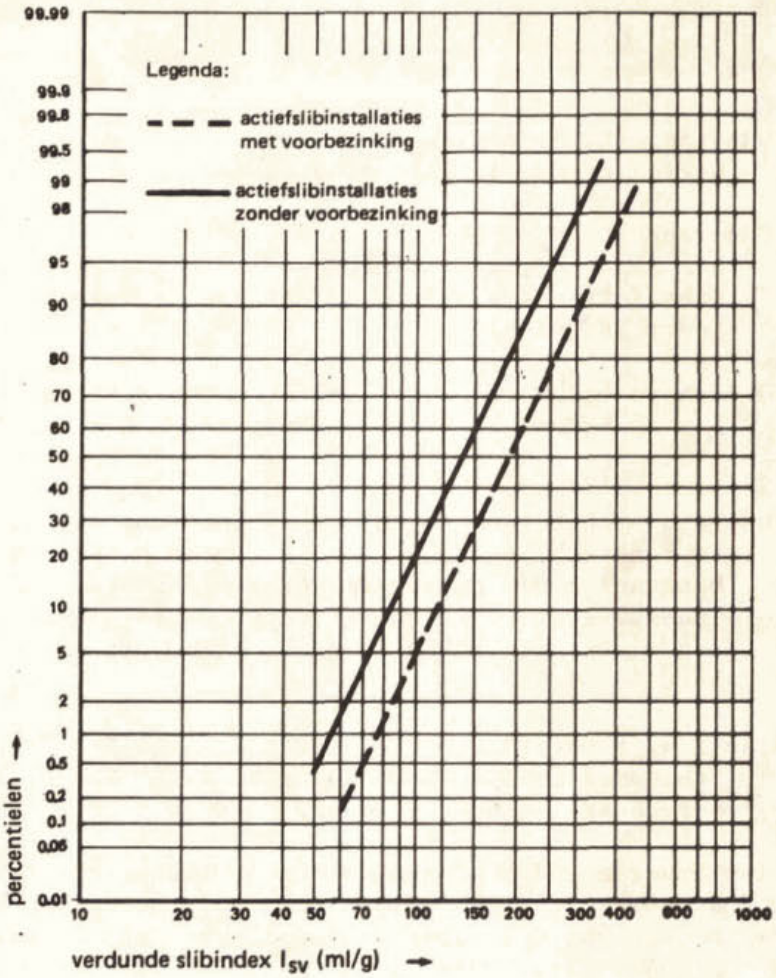
In hoofdstuk 8 is een richtlijn gepresenteerd voor het ontwerpen van horizontaal doorstroomde rechthoekige nabezinktanks voor actief slibinrichtingen. Deze richtlijn, gebaseerd op 27 praktijkmetingen, kan worden gebruikt voor de bepaling van het minimaal benodigde nabezinktankoppervlak, de kantdiepte, de overstortlengte en het retourslibdebiet.
De hiervoor bedoelde richtlijn heeft grote overeenkomsten met die voor ronde nabezinktanks. Het verschil met het ontwerp van ronde tanks is de bepaling van de kantdiepte. Zij is afhankelijk van de benodigde buffering in de nabezinktank als gevolg van een maximaal toelaatbare drogestofafname in de aëratietank.

Voor het bepalen van het minimaal benodigde oppervlak van de nabezinktank kan met behulp van de richtlijn een afweging gemaakt worden tussen de twee parameters oppervlaktebelasting v_o en het slibgehalte in de beluchtingsruimte G_a, en zal er een verwachting moeten worden uitgesproken over de slibbezinkingseigenschappen.
Door een afweging tussen het slibgehalte en de oppervlaktebelasting kan een optimalisatie tussen het volume van de beluchtingsruimte en het nabezinktankoppervlak worden uitgevoerd.

De grootste onzekerheid bij het ontwerpen van zowel rechthoekige als ronde nabezinktanks ligt in de keuze van de slibindex. Een ogenschijnlijk grote nauwkeurigheid van de ontwerplijn voor nabezinktanks wordt teniet gedaan door de moeilijk in te schatten te verwachten slibindex. Er treedt een grote spreiding op in de gemiddelde I_{sv} bij verschillende inrichtingen en tevens kan de I_{sv} op een inrichting in de loop van de tijd soms aanzienlijk variëren (tabel 4, indices rwzi Breda). Een goede inschatting van de te verwachten index is daarom essentieel voor het ontwerp van een nabezinktank.

Om enig inzicht te krijgen in de te verwachten slibindices zijn van een aantal Nederlandse rwzi's de jaargemiddelden van de slibindex (volgens NEN) verzameld en statistisch bewerkt. Omdat verwacht mag worden dat de aanwezigheid van primair slib in het actiefslib de bezinkbaarheid van het laatste beïnvloedt, zijn de inrichtingen in twee groepen verdeeld, namelijk inrichtingen zonder voorbezinking (oxydatiesloten en carrousels; n = 53) en inrichtingen met voorbezinking (n = 27). In totaal zijn 124 jaargemiddelden gebruikt waarvan 86 van oxydatiesloten en 38 van rwzi's met voorbezinking. In figuur 14 is de frequentieverdeling weergegeven.
De 50-percentiel van de oxydatiesloten ligt bij 140 ml/g en van de rwzi's met voorbezinking bij 190 ml/g.
De 80-percentielen bedragen respectievelijk 190 en 260 ml/g. (De X-percentiel is die waarde waaronder zich X% van de waarnemingen bevinden).

De moeilijkheid is nu, welke slibindex als uitgangspunt moet worden gekozen voor de dimensionering van de nabezinktank. Wordt de 50-percentiel genomen, dan zal er rekening mee moeten worden gehouden dat 50% van de inrichtingen een gemiddelde index heeft die hoger is dan de gekozen waarde. Het kiezen voor meer veiligheid, door bijvoorbeeld uit te gaan van een 80-percentiel zal tot grotere nabezinktanks en dus hogere investeringen leiden.



Figuur 14. Cumulatieve frequentieverdeling van de slibindex van actiefslibinrichtingen met en zonder voorbezinking

In figuur 14 zijn jaargemiddelden verwerkt. Een inrichting met een gemiddelde slibindex van 140 ml/g zal gedurende een aanzienlijk deel van de tijd een slibindex > 140 ml/g hebben, hetgeen inhoudt dat ook op een inrichting die ontworpen is op een slibindex van 140 ml/g en in de praktijk een gemiddelde index van 140 ml/g heeft toch incidenteel een sliboverstorting kan plaatsvinden.

Indien de slibindex van de te ontwerpen zuiveringsinrichting niet bekend is, blijft ook bij een voorzichtige aanname van de index, zoals de 80-percentiel uit figuur 14, de mogelijkheid van sliboverstorting aanwezig. De hier gepresenteerde richtlijn kan dus geen garantie geven op het niet meer overstorten van slib uit de nabezinktank. Wel kan het verkleinen van de kans op sliboverstorting worden vertaald in de extra investeringskosten voor nabezinkfaciliteiten.
De in figuur 14 gepresenteerde data zijn afkomstig van inrichtingen, waar geen speciale voorzieningen tegen licht slibbestrijding zijn ingebouwd. Het verdient daarom aanbeveling om de kosten van maatregelen, gericht op de verbetering van de slibindex, af te wegen tegen de bouw van nabezinktanks met een lage(re) hydraulische belasting.

10 LITERATUUR

1 STORA-rapport, Hydraulische en technologische aspecten van het nabezinkproces, 1. Literatuuronderzoek, 1981.

2 STORA-rapport, Hydraulische en technologische aspecten van het nabezinkproces, 2. Ontwerpgegevens en bedrijfservaringen van nabezinktanks van 23 rioolwaterzuiveringsinrichtingen in Nederland, 1981.

3 STORA-rapport, Hydraulische en technologische aspecten van het nabezinkproces, 3. Praktijkonderzoek aan ronde nabezinktanks, 1981.

4 Renner, H. - Untersuchungen zur diskontinuierlichen Schlammräuming in rechteckigen, langsdurchströmten Nachklärbecken von Belebungsanlagen, Veröffentlichungen Institut für Siedlungs- und Industriewasserwirtschaft, Grundwasserhydraulik, Schutz- und Landwirtschaftlichen Wasserbau, Technische Universität Graz, heft 4: 60-90.

5 Merkel, W. - Untersuchungen über das Verhalten des belebten Schlammes im System Belebungsbecken - Nachklärbecken, Gewässerschutz. Wasser, Abwasser, Aachen, 1971.

6 Erläuterungen und Ergänzungen zum Arbeisbericht des ATV-Fachausschusses 2.5. Absetzverfahren: Die Bemessung der Nachklärbecken von Belebungsanlagen, Korrespondenz Abwasser, 8/1976, 23e jaargang: 231-235.

Bijlagen

BIJLAGE 1

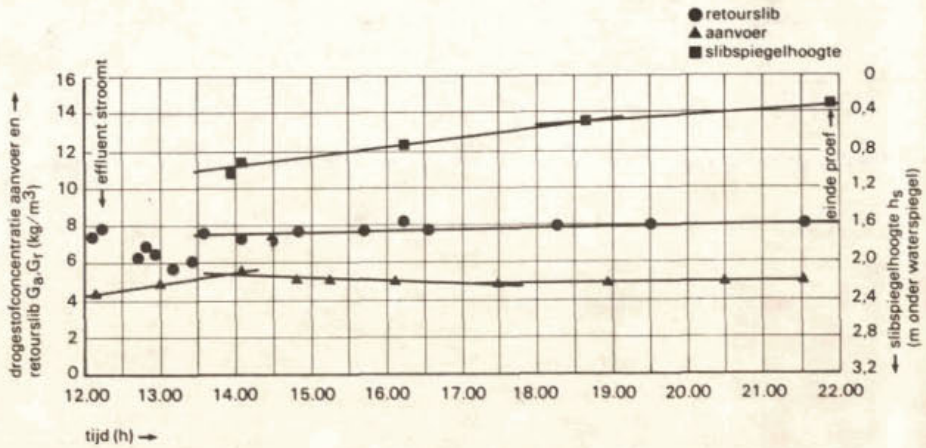
Metingen en analyseresultaten van de proeven te Breda, te Leiden-ZW en te Malden

proef: Breda 1, NB 2
datum: 22 april 1981
$Q = 830\ m^3/h$
$Q_r = 675\ m^3/h$

begin proef: 11.30 uur
einde proef: 22.00 uur

proef	:	Breda 1	
oppervlaktebelasting	:	q_A	= 0,63 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$	= 4,3 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	= 385 $l/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	= 0,81
verdunde slibindex	:	I_{sv}	= 160 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVVI_{3,5}$	= 146 ml/g

tijd	drogestofconcentratie		slib-spiegelhoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retourslib (G_r)		
h	kg/m^3	kg/m^3	m	
11.30		5,4		start aanvoer
11.45	3,0			
11.58		5,9		
12.08	3,3	6,4		effluent begint te stromen
12.11		6,5		
12.42		5,2		
12.50		5,6		
12.55		5,5		
13.00	3,8			
13.11		4,5		
13.25		5,0		
13.35		6,4		
13,55			1,25	
14.05	4,4	6,1	1,20	
14.30		6,0		
14.48	4,0	6,6		
14.50		6,5		
15.15	4,1			
15.40		6,6		
16.07	3,9			
16.13		7,0	1,00	
16.33		6,6		
17.26	3,8			
18.15		6,8		
18.37			0,75	
18.55	3,8			
19.28		6,6		
20.30	3,8			
21.30	3,8	6,8		
21.50			0,60	
22.00				proef beëindigd

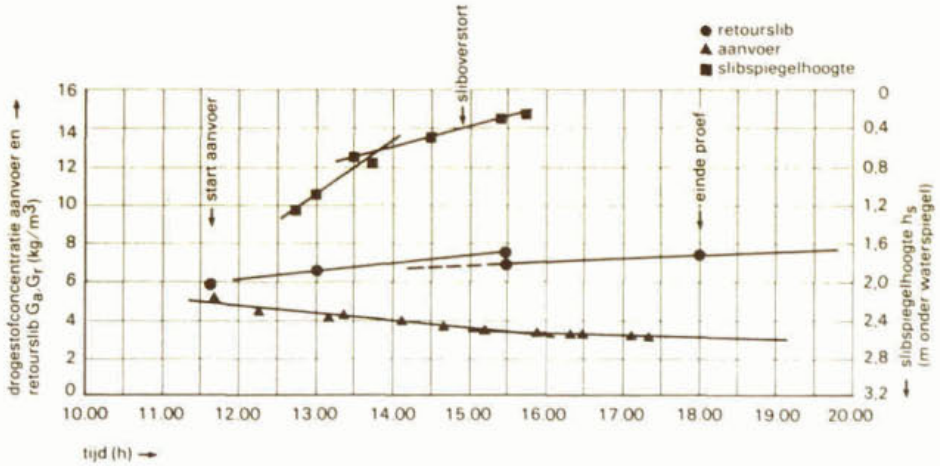


proef: Breda 2, NB 3
datum: 23 april 1981
Q_o = 1110 m^3/h
Q_r = 675 m^3/h

begin proef: 11.40 uur
einde proef: 18.09 uur

tijd	drogestofconcentratie			slib-spiegel-hoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retour-slib (G_r)	effluent (G_e)		
h	kg/m³	kg/m³	mg/l	m	
11.40	5,0	5,7			aanvoervijzel aangezet
12.17	4,4				
12.45				1,30	
13.00		6,4			
13.13	4,0		15		
13.24	4,2				
13.30				0,75	
13.45				0,80	
14.10	3,9				
14.30				0,55	
14.40	3,5				14.54, sliboverstort
15.10	3,4		470		
15.25				0,37	
15.30		7,4			
15.31		6,8			
15.45				0,35	
15.55	3,4				
16.22	3,2				
16.32	3,3		630		sliboverstort iets verminderd
17.11	3,1				
17.25	3,2				
18.09		7,2	510		einde meting

proef	:	Breda 2		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	0,84 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$	=	4,7 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	495 $l/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	0,61
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	170 ml/g
geroerde slibindex	:	$S\bar{V}\bar{V}I_{3,5}$	=	149 ml/g

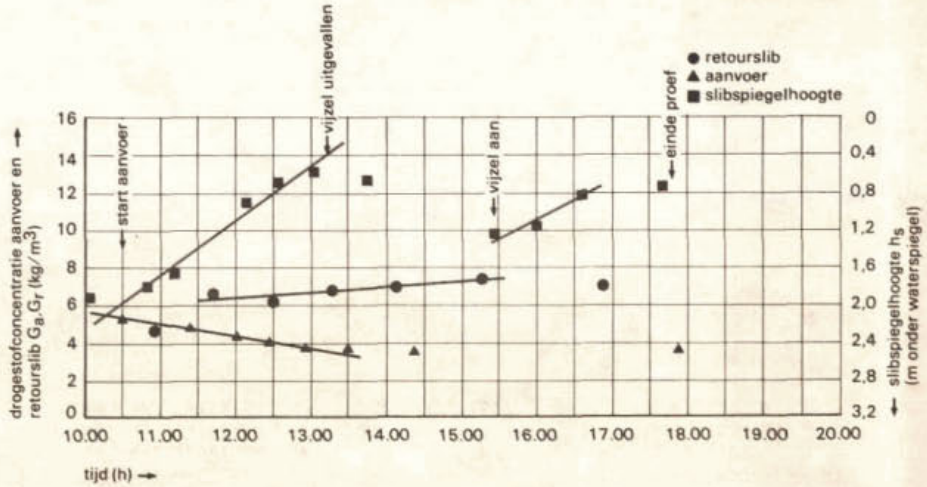


proef: Breda 3, NB 4
datum: 28 april 1981
$Q = 1330\ m^3/h$
$Q_r = 675\ m^3/h$

begin proef: 10.50 uur
einde proef: 17.55 uur

tijd	drogestofconcentratie		slib-spiegelhoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retourslib (G_r)		
h	kg/m^3	kg/m^3	m	
10.03			2,00	
10.30	5,1			aanvoer aangezet
10.50			1,85	
10.56		4,5		effluent begint te stromen
11.13			1,70	
11.23	4,6			
11.43		6,3		
12.02	4,1			
12.10			1,00	
12.27	3,8			
12.30		6,1		
12.35			0,80	
12.53	3,6			
13.02			0,65	13.10 vijzel uitgevallen
13.18		6,6		13.15 vijzel op hand
13.30	3,5			
13.45			0,75	
14.20		6,7		14.15 vijzel uitgevallen
14.25	3,5			
15.18		7,2		
15.30			1,35	15.30 vijzel weer aan
16.00			1,20	15.42 effluent stroomt weer
16.36			0,90	
16.53		6,8		
17.40			0,80	17.45 vijzel uitgevallen
17.55	3,5			einde proef

proef	:	Breda 3		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	1,01 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$	=	5,3 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	495 $1/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	0,61
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	140 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVVI_{3,5}$	=	- ml/g

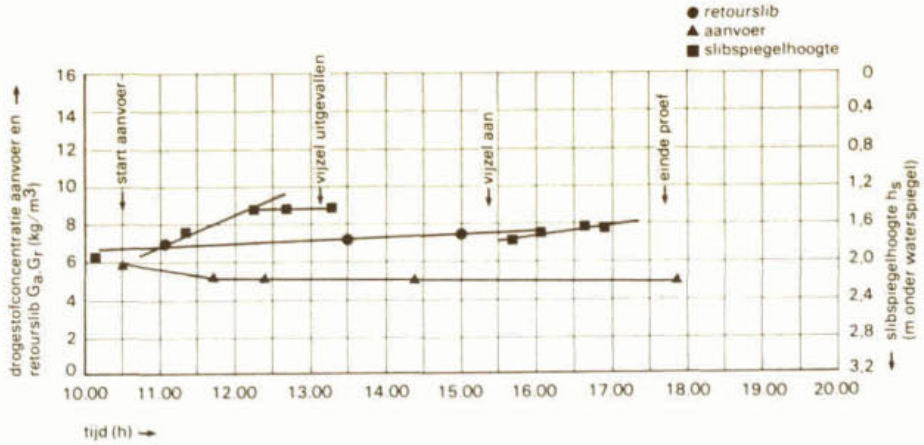


proef: Breda 4, NB 5
datum: 28 april 1981
$Q = 665\ m^3/h$
$Q_r = 675\ m^3/h$

begin proef: 10.30 uur
einde proef: 17.55 uur

tijd	drogestofconcentratie		slib-spiegelhoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retourslib (G_r)		
h	kg/m^3	kg/m^3	m	
10.08			2,00	
10.25				start aanvoer
10.30	5,7			effluent begint te stromen
10.56			1,95	
11.00		6,5		
11.17			1,75	
11.23	5,0			
12.15			1,50	
12.24	4,9			
12.40			1,50	13.10 vijzel uitgevallen
13.15			1,50	vijzel op hand
13.30		6,9		
14.10			1,90	14.15 vijzel uitgevallen
14.25	4,8			
15.00		7,2		
				15.30 vijzel weer aan
15.40			185	15.42 effluent stroomt weer
16.05			175	
16.39			170	
16.55			170	
				17.45 vijzel uitgevallen
17.55	4,8			einde proef

proef	:	Breda 4		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	0,51 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$	=	3,9 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	390 $1/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	1,02
verdunde slibindex	:	I_{SV}	=	160 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVVI_{3,5}$	=	135 ml/g

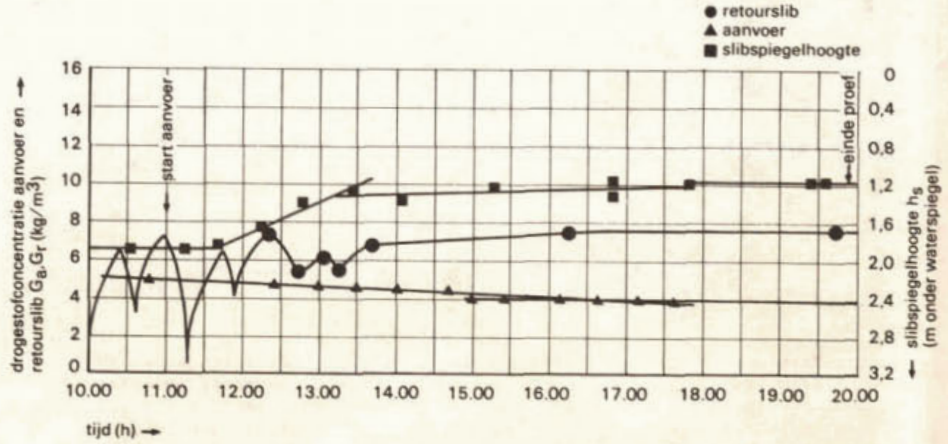


proef: Breda 5, NB 5
datum: 29 april 1981
$Q = 835\ m^3/h$
$Q_r = 675\ m^3/h$

begin proef: 11.15 uur
einde proef: 20.45 uur

tijd	drogestofconcentratie		slib-spiegelhoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retourslib (G_r)		
h	kg/m³	kg/m³	m	
09.13			190	
09.45	3,9			
10.45			195	
11.00	4,7			
11.15		5,4		start aanvoer
11.29			195	
12.00		5,4	190	effluent begint te stromen
12.30			170	
12.45	4,7			
13.07			145	
13.15	4,5			
13.38			135	
13.45	4,2			
14.00		6,7		
14.20	4,5		140	
15.00	4,5			
15.20	3,9			
15.36			125	
15.45	3,9			
16.30	3,8			
16.52		7,5		
17.00	3,8			
17.11			133	
17.30	3,9			
18.08			120	
18.45	3,9			
19.30	3,8			
19.48			120	
19.55			125	
20.45		7,5	120	einde proef

proef	:	Breda 5		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	0,63 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(I+R)q_A.G_a$	=	4,5 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	345 $l/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	0,81
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	140 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVVI_{3,5}$	=	128 ml/g

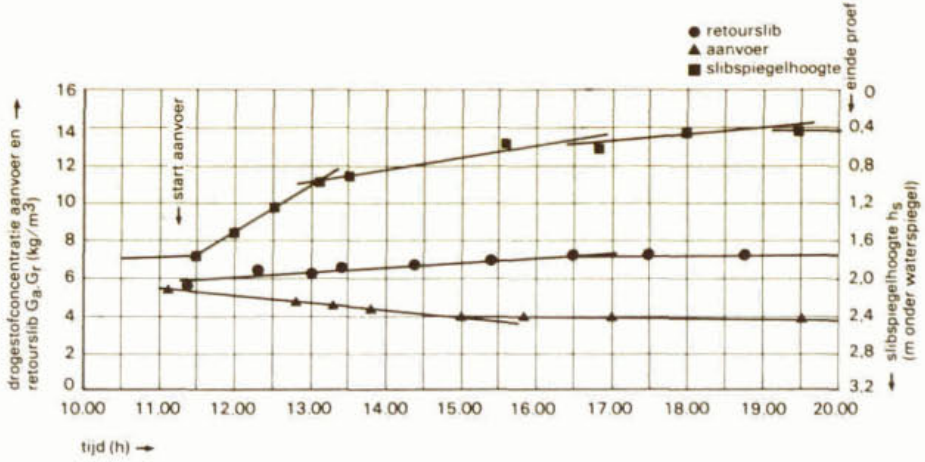


proef: Breda 6, NB 4
datum: 29 april 1981
$Q = 835\ m^3/h$
$Q_r = 675\ m^3/h$

begin proef: 11.15 uur
einde proef: 20.45 uur

tijd	drogestofconcentratie		slib-spiegelhoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retourslib (G_r)		
h	kg/m³	kg/m³	m	
09.18			1,85	
10.00		6,2		
10.40			1,85	
11.00	5,2			
11.12		5,5		
11.15				start aanvoer
11.25			1,80	effluent over goot
11.55			1,60	
12.15		6,2		
12.26			1,30	
12.45	4,6			
13.02		6,0	1,05	
13.15	4,3	6,2		
13.27			1,00	
13.45	4,2			
13.57			1,00	
14.20		6,6		
15.00	3,9			
15.20		6,7		
15.32			0,65	
15.45	4,0			
16.30		7,0		overstort
16.45			0,65	
17.00	3,8			
17.30		7,0		
18.03			0,55	
18.45		7,0		
19.30	3,7			
19.43			0,50	
20.15			0,60	
20.48			0,50	einde proef

proef	:	Breda 6		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	0,63 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$	=	4,2 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	430 $l/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	0,81
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	185 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVVI_{3,5}$	=	- ml/g

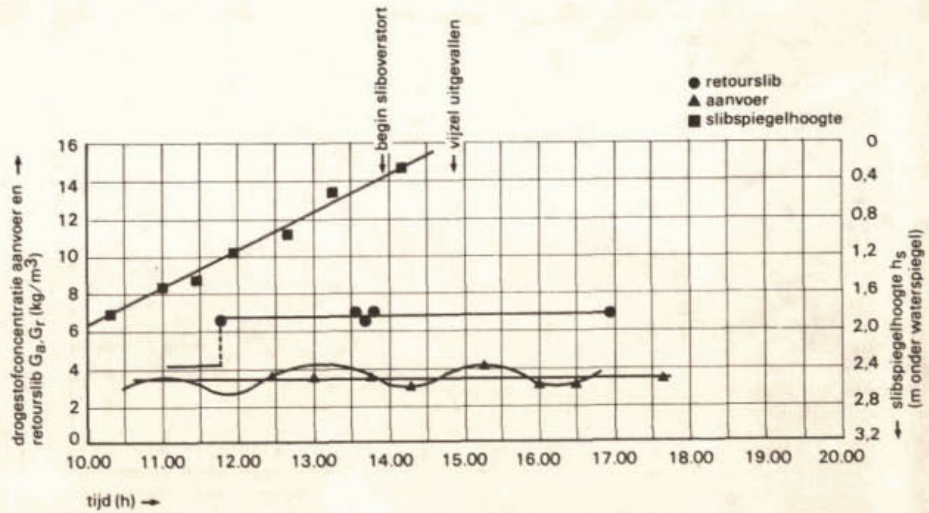


proef: Breda 8, NB 2
datum: 6 mei 1981
$Q = 1330\ m^3/h$
$Q_r = 675\ m^3/h$

begin proef: 09.45 uur
einde proef: 16.17 uur

tijd	drogestofconcentratie		slib-spiegelhoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retourslib (G_r)		
h	kg/m^3	kg/m^3	m	
09.45	5,1		1,85	start vijzel
10.18			1,85	debiet ½Q over rand
10.30				
10.56			1,55	
11.06		4,1		brug staat stil
11.26			1,50	
11.42				
11.47		4,1/6,6		brug rijdt weer
11.56			1,20	
12.33	3,7			
12.38			1,02	
13.02	3,5			
13.15			0,60	
13.30		6,6/6,7		
13.38	3,7			
14.09			0,35	licht sliboverstort
14.23	3,1			
14.48			0,45	aanvoervijzel uitgevallen
15.14	3,95			
16.01	3,2			
16.17	3,3	6,7		einde proef

proef	:	Breda 8		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	1,01 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$	=	5,2 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	585 $1/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	0,51
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	170 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVVI_{3,5}$	=	150 ml/g

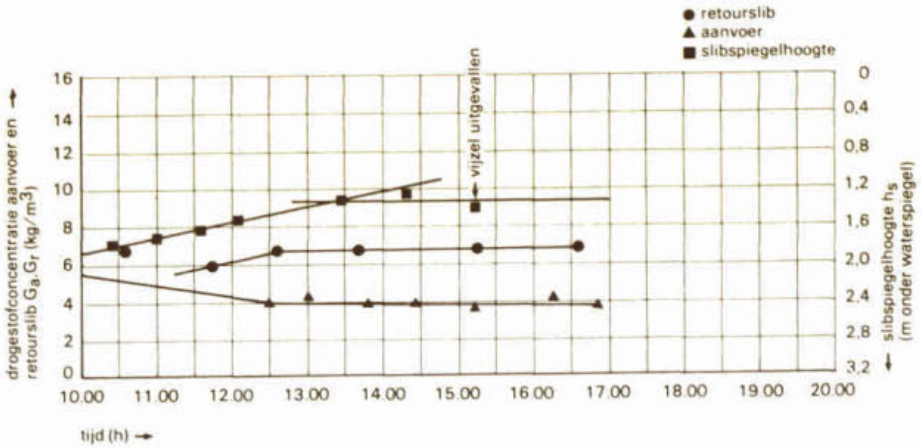


proef: Breda 9, NB 3, 4
datum: 6 mei 1981
$Q = 665\ m^3/h$
$Q_r = 675\ m^3/h$

begin proef: 09.45 uur
einde proef: 16.17 uur

tijd	drogestofconcentratie		slib-spiegelhoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retourslib (G_r)		
h	kg/m³	kg/m³	m	
09.45	5,4			start aanvoervijzel halve aanvoer
09.51			1,85	
10.23			1,85	
10.32		6,7		
11.00			1,78	
11.34			1,70	totale aanvoer
11.41		5,8		
12.03			1,55	
12.19			1,60	
12.33	3,7	6,6		
13.03	4,0			
13.24			1,35	
13.38	3,8	6,6		
14.15			1,325	
14.24	3,8			
15.12	3,4	6,6,	1,45	aanvoer uitgevallen
15.45			1,65	
16.08	4,0			
16.17				einde proef

proef	:	Breda 9		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	0,51 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$	=	3,8 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	320 $l/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	1,02
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	170 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVI_{3,5}$	=	150 ml/g

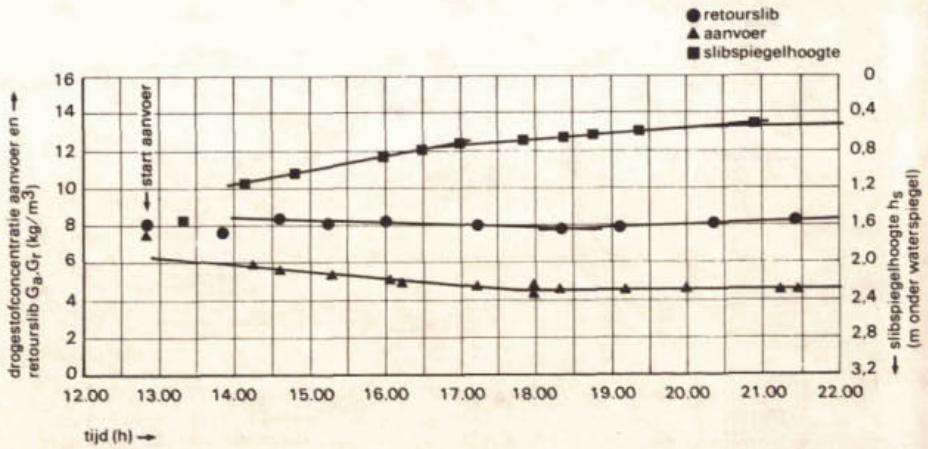


proef: Breda 10, NB 3
datum: 18 mei 1981
$Q = 555\ m^3/h$
$Q_r = 675\ m^3/h$

begin proef: 12.57 uur
einde proef: 22.12 uur

tijd	drogestofconcentratie		slib-spiegelhoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retourslib (G_r)		
h	kg/m³	kg/m³	m	
10.00	7,6			
10.30			1,65	
10.42				
11.26	7,4			
11.40		8,2	1,65	
11.55	7,6			
11.56				
12.43			1,65	
12.52		7,7		12.51 aanvoer aan
12.57	6,1			13.15 effluent over rand
13.20			1,60	
13.50	5,7	7,5		
14.10			1,20	
14.15	6,0			
14.30			1,14	
14.37	5,8	8,2		
14.50			1,10	
15.18	5,4	8,0		
16.03	5,1	8,1	0,90	
16.15	4,8			
16.46			0,83	
17.14	4,7	7,9		
17.52			0,72	
18.00	4,5			
18.20	4,5	7,7	0,72	
18.46			0,67	
19.08	4,6	7,7		
19.25			0,66	
20.03			0,65	
20.21	4,6	8,0		
20.54			0,60	
21.09	4,5			
21.26	4,6	8,0		
21.57			0,63	
22.12			0,63	einde proef

proef	:	Breda 10		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	0,42 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(I+R)q_A.G_a$	=	4,2 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	310 $l/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	1,22
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	165 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVVI_{3,5}$	=	125 ml/g

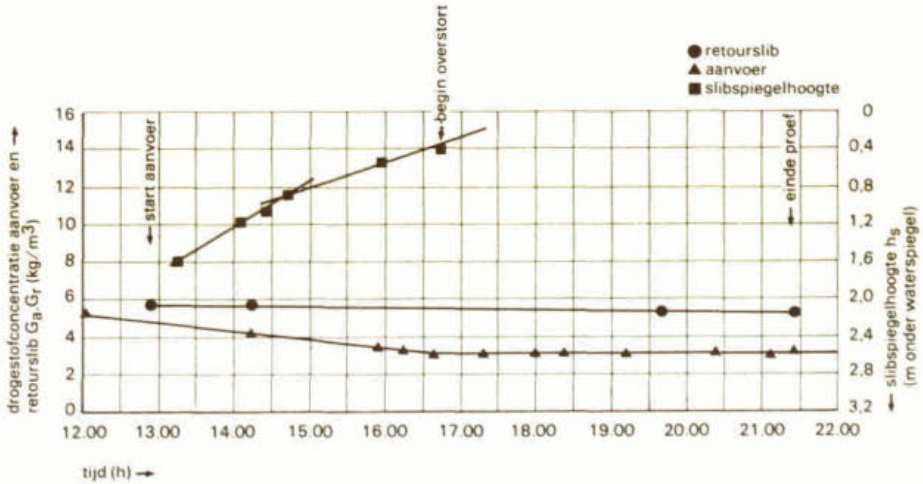


proef: Breda 11, NB 2
datum: 18 mei 1981
$Q = 1110\ m^3/h$
$Q_r = 1160\ m^3/h$

begin proef: 13.15 uur
einde proef: 21.26 uur

tijd	drogestofconcentratie		slib-spiegelhoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retourslib (G_r)		
h	kg/m^3	kg/m^3	m	
10.00	5,4			
10.20			1,81	
10.42				
11.26	5,2			
11.35			1,80	
11.54				
11.55	5,2			
12.37			1,62	
				12.51 aanvoer aan
12.55		5,5		
13.15			1,64	
				13.33 effluent over rand
14.05			1,27	
14.14				
14.15	4,2	5,5		
14.25			1,10	
14.45			0,95	
15.55	3,3		0,61	
16.15	3,0			
16.37	3,0		0,48	
				16.42 begin van licht overstort
17.17	3,1			
				17.05 echte overstort
18.00	2,8			
18.20	2,9			
19.11	2,9			
19.40		5,15		
20.21	2,9			
21.08	2,8			
21.26	3,0	5,15		einde proef

proef	:	Breda 11		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	0,84 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$	=	5,2 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	405 $1/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	1,05
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	160 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVI_{3,5}$	=	170 ml/g

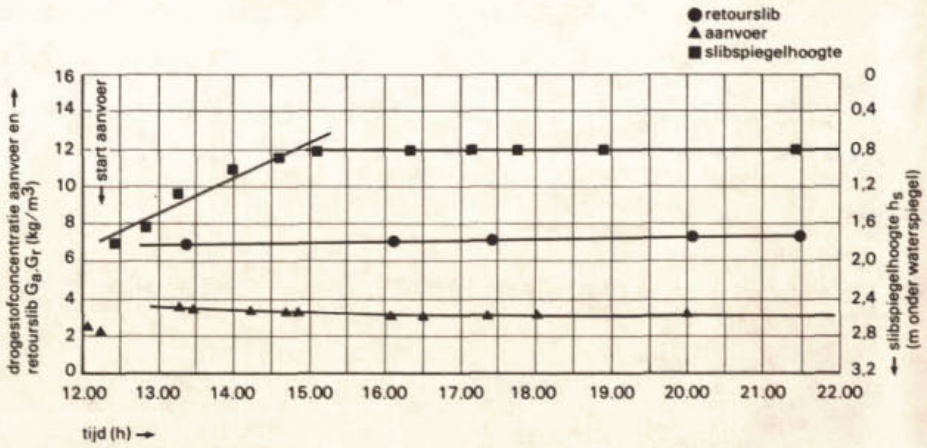


proef: Breda 12, NB 2
datum: 19 mei 1981
$Q = 1110\ m^3/h$
$Q_r = 675\ m^3/h$

begin proef: 13.00 uur
einde proef: 23.30 uur

tijd	drogestofconcentratie			slib-spiegel-hoogte	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retour-slib (G_r)	effluent (G_e)	(h_s)	
h	kg/m³	kg/m³	mg/l	m	
11.12	1,9				
11.36	2,5				
11.47				1,61	
12.48	2,2			1,67	
13.00	2,0				vijzel aangezet 13.20 effluent stroomt over rand
13.26				1,84	
13.51				1,65	
14.16	3,7			1,32	
14.24	3,2	6,7			
15.00				1,11	
15.15	3,4				
15.36				0,95	
15.54	3,1				
16.00	3,1				
16.04				0,90	
17.10	3,0	6,8			
17.23				0,88	
17.33	3,1				
18.12				0,87	
18.25	3,0	6,9			
18.48				0,86	
19.03	3,1				
19.58	3,1			0,86	
21.08	3,1	7,0			
22.30		7,2		0,85	
22.50	3,2				
22.53	3,2				
23.30			80	0,90	einde proef

proef	:	Breda 12		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	0,84 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(I+R)q_A.G_a$	=	4,2 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	420 $l/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	0,61
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	160 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVVI_{3,5}$	=	150 ml/g

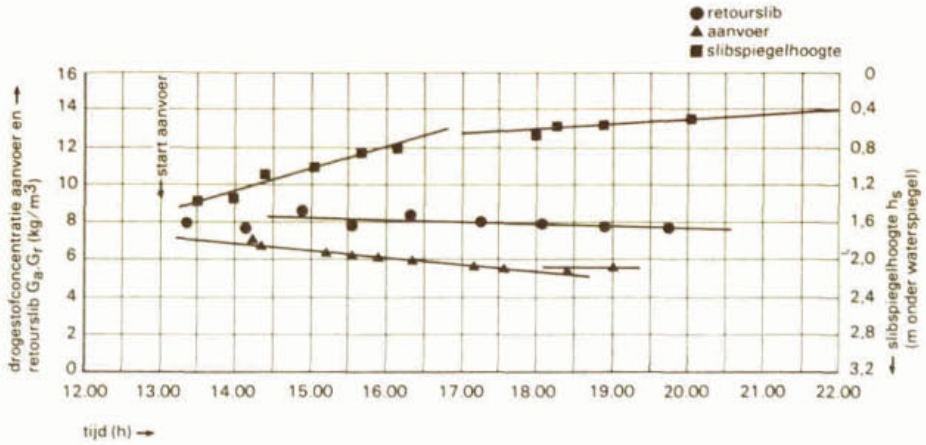


proef: Breda 13, NB 3
datum: 19 mei 1981
$Q = 555\ m^3/h$
$Q_r = 1160\ m^3/h$

begin proef: 13.00 uur
einde proef: 23.35 uur

tijd	drogestofconcentratie			slib-spiegel-hoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retour-slib (G_r)	effluent (G_e)		
h	kg/m³	kg/m³	mg/l	m	
11.12	7,6				
11.36	6,7	8,0			
11.52				1,43	
12.30		8,3			
12.48	6,5			1,45	
13.00	7,1				vijzel aangezet
13.28		7,7		1,46	effluent over rand
13.56				1,40	
14.10	6,8	7,3			
14.22	6,6			1,18	
14.55		8,3			
15.04				1,07	
15.15	6,2				
15.35	6,0	7,7		0,92	
15.54	5,8				
16.08				0,85	
16.20	5,7	8,0			
17.10	5,5				
17.15		7,8			
17.32	5,6				
17.58				0,70	
18.05		7,7			
18.14				0,64	
18.25	5,4				
18.52		7,6		0,60	
19.02	5,4				
19.47		7,6			
20.03				0,54	
22.50	5,3				
22.35				0,45	
22.53	5,5	8,0			
23.10	5,4				
23.35			47	0,40	einde proef

proef	:	Breda 13		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	0,42 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$	=	7,0 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	340 $l/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	2,09
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	150 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVI_{3,5}$	=	135 ml/g

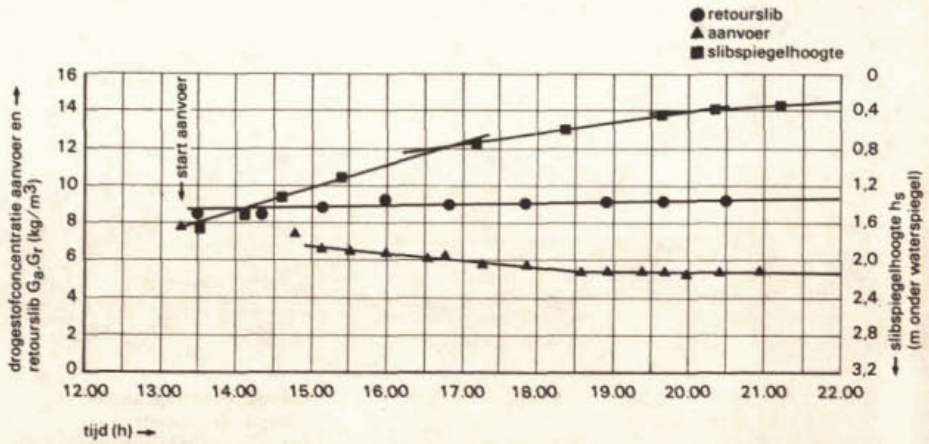


proef: Breda 14, NB 3
datum: 20 mei 1981
$Q = 555\ m^3/h$
$Q_r = 590\ m^3/h$

begin proef: 13.20 uur
einde proef: 24.00 uur

tijd	drogestofconcentratie		slib-spiegelhoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retourslib (G_r)		
h	kg/m³	kg/m³	m	
11.24	7,3			
11.37			1,42	
11.52	5,9	8,2		
12.45	5,7	8,6		
12.52	7,6			
13.00			1.51	
13.20				vijzel aangezet
13.33		8,2	1,65	
14.00				effluent over rand
14.10			1,55	
14.21		8,4		
14.46	7,0			
14.37			1,38	
15.08	6,5	8,5		
15.26			1,16	
15.33	6,3			
16.00	6,2	8,8		
16.35	5,7		0,91	
16.51	5,8	8,6		
17.11			0,82	
17.18	5,5			
17.52	5,5	8,8		
18.23			0,67	
18.36	5,2			
18.55	5,4	8,8		
19.24	5,1			
19.32			0,59	
19.43	5,2	8,9		
20.02	5,1			
20.16			0,46	
20.30	5,2	8,9		
21.02	5,1			
21.11			0,44	
23.15	5,2	9,0	0,34	
23.23	5,1			
24.00	5,1			einde proef

proef	:	Breda 14		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	0,42 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$	=	4,4 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	335 $l/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	1,06
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	150 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVI_{3,5}$	=	130 ml/g

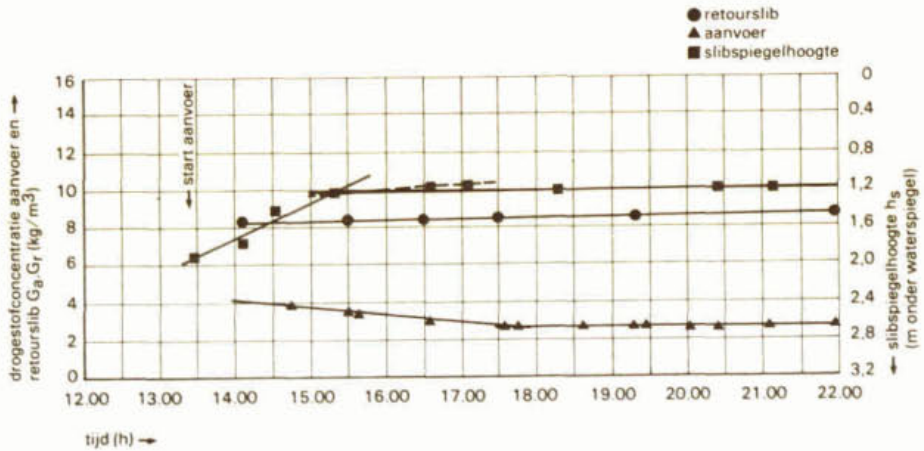


proef: Breda 15, NB 2
datum: 20 mei 1981
$Q = 1110\ m^3/h$
$Q_r = 420\ m^3/h$

begin proef: 13.20 uur
einde proef: 24.00 uur

tijd	drogestofconcentratie		slib-spiegelhoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retourslib (G_r)		
h	kg/m³	kg/m³	m	
11.25	5,1			
11.33			1,86	
12.54	5,4		1,88	
13.20				vijzel aangezet
13.27			1,95	
13.38				effluent over rand
14.00				volle debiet
14.06		8,0	1,77	
14.35			1,47	
14.46	4,0			
15.22		8,1	1,27	
15.33	3,3			
15.38	3,1			
16.30		8,2	1,22	
16.38	2,9			
17.08			1,22	
17.18	2,7			
17.29	2,7	8,3		
18.17			1,24	
18.36	2,6			
19.18	2,6	8,4		
19.24	2,7			
20.02	2,7			
20.24	2,6		1,25	
21.07	2,7		1,29	
21.59	2,6	8,4		
23.06			1,31	
23.23	2,9			
24.00	2,9	8,6		einde proef

proef	:	Breda 15		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	0,84 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$	=	3,1 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	335 $l/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	0,38
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	150 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVVI_{3,5}$	=	120 ml/g

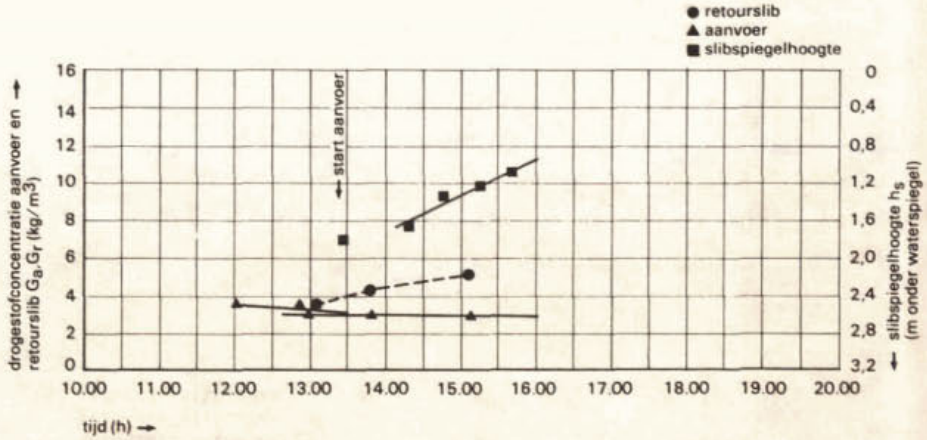


proef: Breda 16, NB 5
datum: 6 oktober 1981
$Q = 710\ m^3/h$
$Q_r = 675\ m^3/h$

begin proef: 13.24 uur
einde proef: 16.30 uur

tijd	drogestofconcentratie		slib-spiegelhoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retourslib (G_r)		
h	kg/m^3	kg/m^3	m	
12.00	3,2			
12.50	3,2			start aanvoer
12.56	2,8			
13.00		3,2		
13.24			1,88	goot stort over
13.46	2,7	4,1		
14.14			1,73	
14.43			1,45	
15.00	2,7	4,8		
15.09			1,33	
15.34			1,20	2e vijzel bij
16.30				einde proef

proef	:	Breda 16		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	0,54 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$	=	2,7 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	295 $1/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	0,95
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	210 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVVI_{3,5}$	=	- ml/g

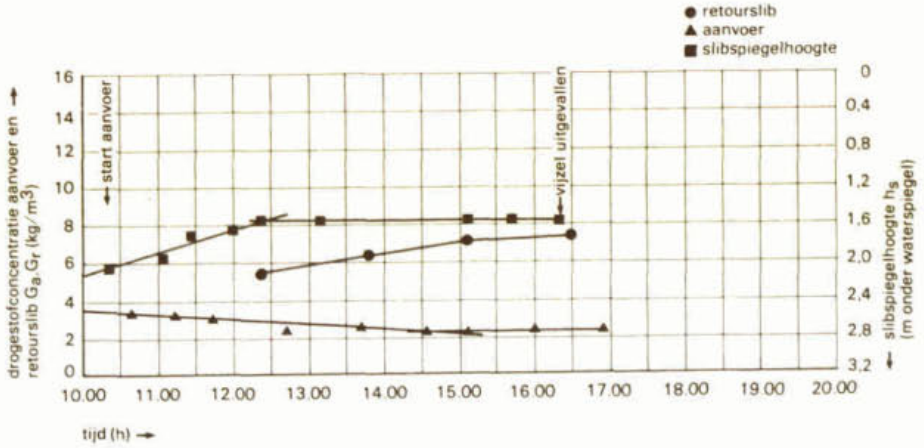


proef: Breda 17, NB 3
datum: 8 oktober 1981
$Q = 900\ m^3/h$
$Q_r = 420\ m^3/h$

begin proef: 10.20 uur
einde proef: 16.45 uur

tijd	drogestofconcentratie		slib-spiegelhoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retourslib (G_r)		
h	kg/m^3	kg/m^3	m	
09.00	3,2			
10.20			2,09	aanvoer aangezet
10.39	3,2			
10.50				effluent over rand
11.01			1,97	
11.12	3,1			
11.23			1,78	
11.41	2,9			
11.56			1,70	
12.15			1,63	
12.18		5,3		
12.39	2,3			
13.03			1.59	
13.33	2,4			
13.43		6,1		
14.26	2,3			
14.55	2,1			
14.58		6,9	1,57	
15.32			1,59	
15.50	2,3			
16.10			1,63	vijzel uitgevallen
16.21		7,0		
16.45	2,3			einde proef

proef	:	Breda 17		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	0,68 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$	=	2,3 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	310 $l/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	0,47
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	200 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVVI_{3,5}$	=	170 ml/g

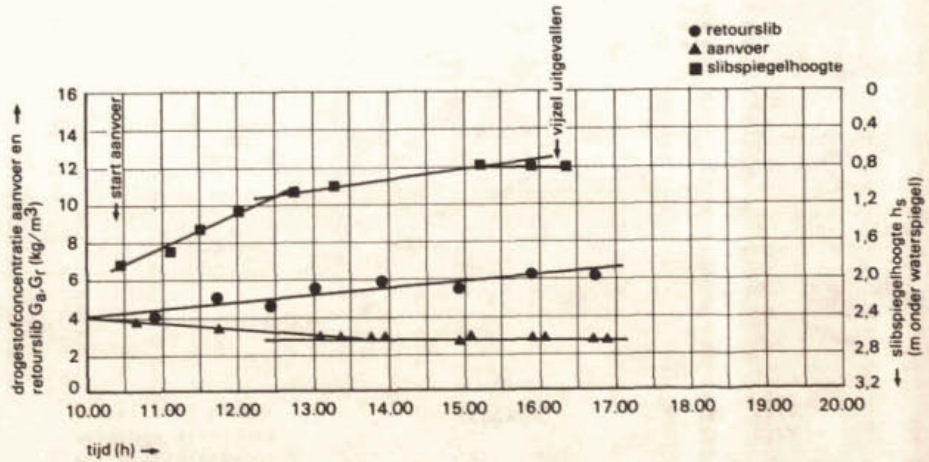


proef: Breda 18, NB 5
datum: 8 oktober 1981
$Q = 860\ m^3/h$
$Q_r = 675\ m^3/h$

begin proef: 10.20 uur
einde proef: 16.45 uur

tijd	drogestofconcentratie		slib-spiegelhoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retourslib (G_r)		
h	kg/m³	kg/m³	m	
09.00	3,6			
09.10		3,7		
10.20				aanvoer aan
10.25			1,88	
10.39	3,6			
10.50				effluent over rand
10.52		3,7		
11.04			1,76	
11.28			1,52	
11.41	3,2			
11.42		4,8		
11.58			1,32	
12.22		4,4		
12.30			1,19	
12.39	2,9			
12.57	2,8	5,2		
13.12			1,12	
13.33	2,7			
13.47	2,8	5,6		
14.47	2,5	5,3		
14.55	2,6			
15.05			0,88	
15.37			0,88	
15.45	2,5	6,0		
15.50	2,5			
16.15			0,91	
16.32	2,5	6,0		
16.45	2,6			einde proef

proef	:	Breda 18		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	0,65 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$	=	2,9 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	385 $l/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	0,78
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	235 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVVI_{3,5}$	=	220 ml/g

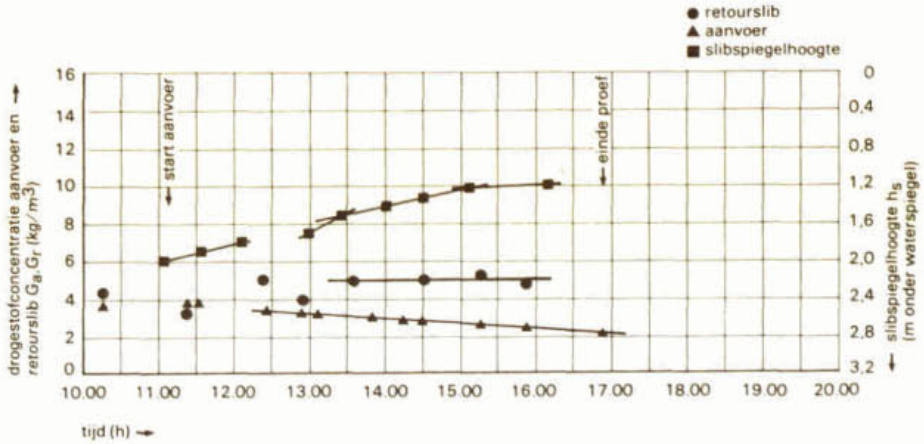


proef: Breda 19, NB 5
datum: 12 oktober 1981
$Q = 705\ m^3/h$
$Q_r = 675\ m^3/h$

begin proef: 11.04 uur
einde proef: 16.48 uur

tijd	drogestofconcentratie		slib-spiegelhoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retourslib (G_r)		
h	kg/m³	kg/m³	m	
10.15	3,5	4,1		
11.04			2,04	aanvoer aangezet
11.21	3,5	3,2		
11.25	3,5			
11.32			1,94	effluent ½Q over goot
12.04			1,86	
12.20	3,3	4,8		
12.51	3,1	3,7		effluent Q over goot
12.54			1,78	
13.02	3,0			
13.19			1,59	
13.30	2,8	4,8	1,49	
13.55				
14.08	2,6			
14.21			1,44	
14.25	2,6	4,7		
15.00			1,30	
15.10	2,4	4,9		
15.30			1,29	
15.45	2,4	4,6		
16.00			1,27	
16.48	2,0			2e aanvoervijzel bij, einde proef

proef	:	Breda 19		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	0,54 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$	=	2,1 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	255 $l/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	0,96
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	235 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVVI_{3,5}$	=	260 ml/g

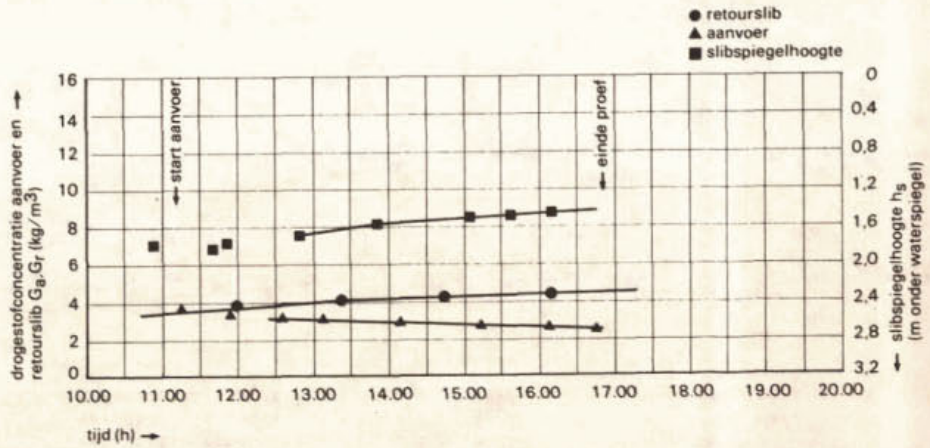


proef: Breda 20, NB 2
datum: 12 oktober 1981
$Q = 710\ m^3/h$
$Q_r = 675\ m^3/h$

begin proef: 11.04 uur
einde proef: 16.48 uur

tijd	drogestofconcentratie		slib-spiegelhoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retourslib (G_r)		
h	kg/m³	kg/m³	m	
10.52			1,83	
11.04				aanvoer aangezet
11.15	3,4			
11.40			1,88	effluent over rand ½Q
11.52	3,2		1,83	
11.57		3,5		
12.32	2,9			
12.48			1,76	
12.52				effluent Q over goot
13.02	2,9			
13.18		3,9		
13.47			1,63	
14.08	2,6			
14.40		4,0		
15.00			1,60	
15.10	2,6			
15.35			1,57	
16.03	2,4	4,1	1,53	
16.42	2,2			
16.48				2e vijzel bij, einde proef

proef	:	Breda 20		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	0,54 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$	=	2,4 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	300 $l/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	0,95
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	240 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVVI_{3,5}$	=	225 ml/g

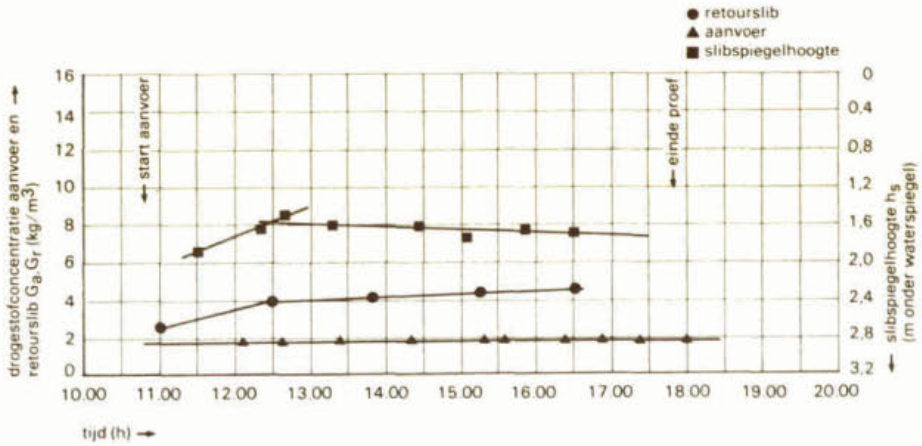


proef: Breda 21, NB 4
datum: 14 oktober 1981
$Q = 1220\ m^3/h$
$Q_r = 675\ m^3/h$

begin proef: 10.45 uur
einde proef: 18.00 uur

tijd	drogestofconcentratie		slib-spiegelhoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retourslib (G_r)		
h	kg/m^3	kg/m^3	m	
09.00	2,1			
10.45				aanvoervijzel aan
11.00		2,4		
11.30			1,93	belasting 100%
12.06	1,7			
12.25		3,8	1,66	
12.36	1,7			
12.38			1,57	
13.14			1,66	
13.22	1,6			
13.45		4,1		
14.17	1,7			
14.21			1,65	
14.58			1,78	
15.00		4,2		
15.12	1,65			
15.27	1,75			
15.42			1,70	
16.15	1,7			
16.28		4,3	1,74	
16.41	1,8			
17.00			1,77	
17.11	1,8			
17.48				vijzel beneden vulpunt
18.00	1,8			einde proef

proef	:	Breda 21		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	0,93 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$	=	2,6 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	310 $1/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	0,55
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	185 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVVI_{3,s}$	=	160 ml/g

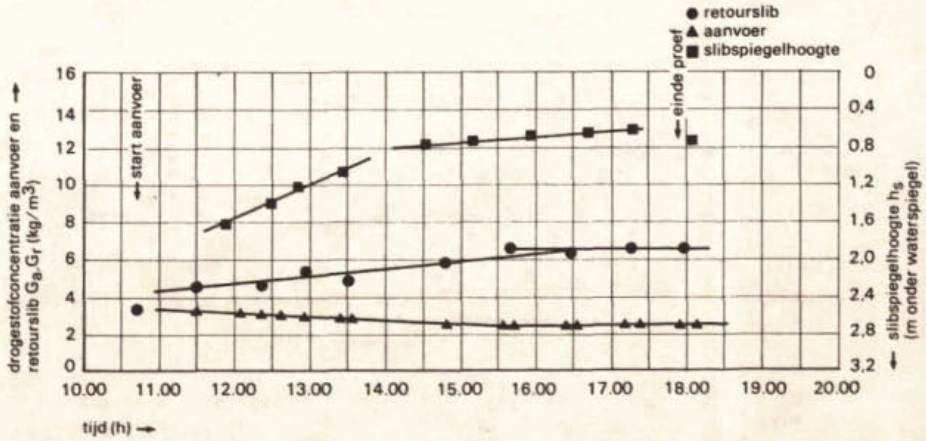


proef: Breda 22, NB 5
datum: 14 oktober 1981
$Q = 1195\ m^3/h$
$Q_r = 675\ m^3/h$

begin proef: 10.45 uur
einde proef: 17.48 uur

tijd	drogestofconcentratie		slib-spiegelhoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retourslib (G_r)		
h	kg/m^3	kg/m^3	m	
09.00	3,1			
09.45	3,2	4,3		
10.45	3,2	3,2		aanvoervijzel aan
11.30	3,0	4,4		
11.53			1,70	
12.06	3,0			
12.21	2,3	4,5		
12.29			1,47	belasting voor 100%
12.36	2,9			
12.48			1,31	
12.53	2,8	5,1		
13.22	2,7		1,18	
13.26	2,7	4,6		
14.25			0,92	
14.42	2,4	5,4		
15.00			0,86	
15.27	2,3			
15.32	2,25	6,2		
15.47			0,81	
16.13	2,3	5,9		
16.15	2,25			
16.32			0,80	
17.00	2,25	6,3		
17.05			0,77	
17.11	2,25			
17.45	2,25	6,1		vijzel beneden vulpunt
17.48				
17.51			0,87	
18.00	2,25			einde proef

proef	:	Breda 22		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	0,91 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$	=	3,3 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	435 $l/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	0,56
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	210 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVVI_{3,5}$	=	185 ml/g

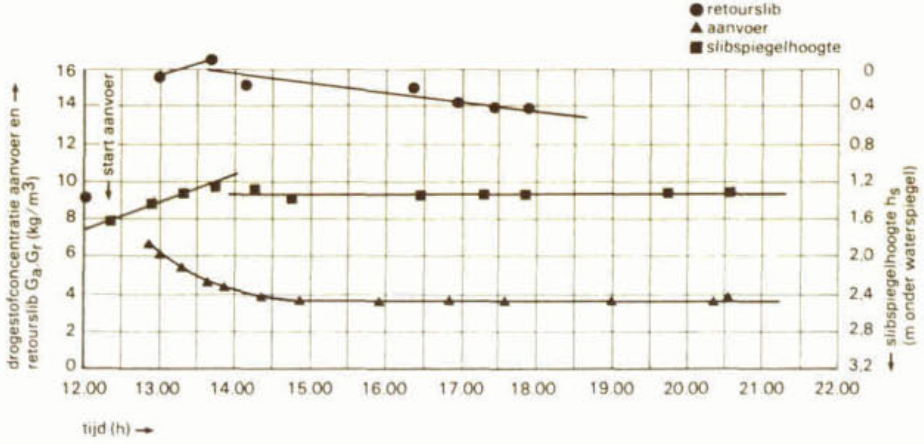


proef: Leiden 23
datum: 25 mei 1981
$Q = 380\ m^3/h$
$Q_r = 120\ m^3/h$

begin proef: 12.20 uur
einde proef: 21.30 uur

tijd	drogestofconcentratie		slib-spiegelhoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retourslib (G_r)		
h	kg/m³	kg/m³	m	
11.44			1,57	
12.00		9,0		
12.20			1,67	start aanvoer
12.30	6,0			
12.52	6,4		1,46	
13.00	6,0	15,3		
13.15	5,3		1,35	
13.38	4,5	16,1	1,29	
13.50	4,2			
14.06		14,8		
14.15			1,34	
14.20	3,8			
14.43			1,37	
14.50	3,6			
15.55	3,5		1,48	
16.20		14,7		
16.26			1,37	
16.50	3,5			
16.55		14,0		
17.19			1,36	
17.24		13,7		
17.33	3,7			
17.52		13,7	1,35	
18.57	3,7			
19.42			1,35	
20.20	3,5			
20.35	3,9		1,35	
21.05			1,35	
21.20	3,6			
21.30			1,33	einde proef

proef	:	Leiden 23		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	1,06 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$	=	5,0 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	400 $l/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	0,32
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	105 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVVI_{3,5}$	=	60 ml/g

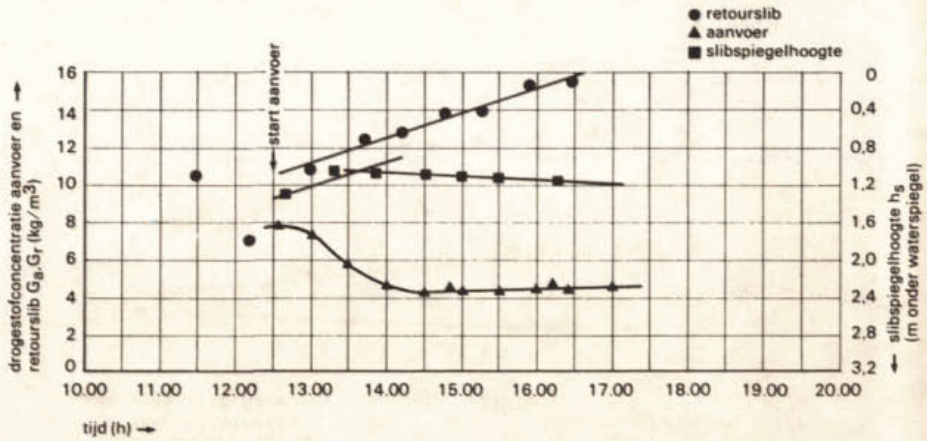


proef: Leiden 24
datum: 26 mei 1981
$Q = 360\ m^3/h$
$Q_r = 120\ m^3/h$

begin proef: 12.30 uur
einde proef: 17.00 uur

tijd	drogestofconcentratie		slib-spiegelhoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retourslib (G_r)		
h	kg/m^3	kg/m^3	m	
10.52			1,95	
11.27		10,2		
12.11		6,9		
12.24			1,71	
12.30	7,7			aanvoer aan
12.41			1,39	
13.01	7,1	10,6		
13.14	6,6			
13.20			1,13	
13.30	5,6			
13.43		12,0		
13.48			1,11	
14.00	4,5			
14.12		12,5		
14.30	4,1		1,12	
14.45		13,4		
14.50	4,3			
15.00	4,1		1,15	
15.15		13,6		
15.30	4,1		1,20	
15.50		14,9		
16.00	4,2			
16.11	4,4		1,22	
16.25		15,1		
16.30	4,3			
17.00	4,4			einde proef

proef	:	Leiden 24		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	1,00 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$	=	5,9 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	440 $l/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	0,34
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	100 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVVI_{3,5}$	=	- ml/g

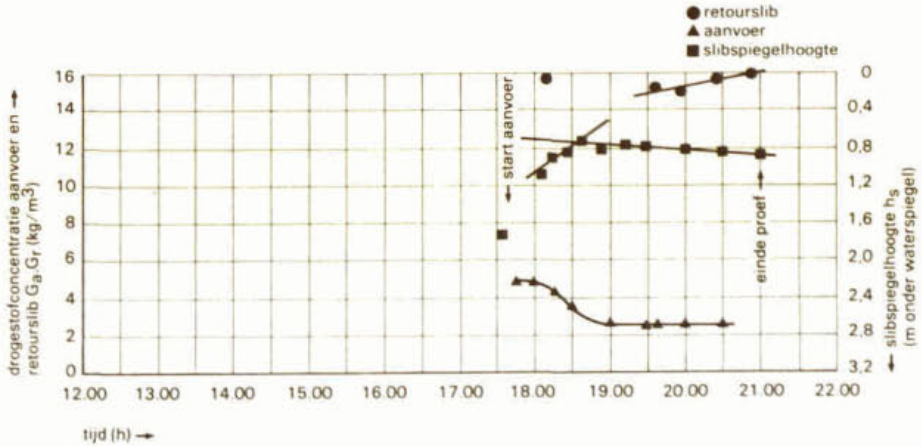


proef: Leiden 25
datum: 26 mei 1981
$Q = 745\ m^3/h$
$Q_r = 120\ m^3/h$

begin proef: 17.45 uur
einde proef: 21.00 uur

tijd	drogestofconcentratie			slib-spiegel-hoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retour-slib (G_r)	effluent (G_e)		
h	kg/m^3	kg/m^3	mg/l	m	
17.35				1,78	
17.45	4,8				aanvoer stroomt
18.00	4,7				
18.04				1,13	
18.10		15,2			
18.14				0,97	
18.19	4,0				
18.25				0,89	
18.30	3,2				
18.38				0,80	
18.54				0,88	
19.00	2,6				
19.14				0,84	
19.30	2,4			0,88	
19.38	2,5	14,7			
19.57		14,7			
20.00	2,4			0,90	
20.23		15,1	120		
20.31	2,5			0,95	
20.52		15,6			
21.00				0,95	einde proef

proef	:	Leiden 25		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	2,06 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$	=	6,0 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	515 $1/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	0,17
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	100 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVVI_{3,5}$	=	- ml/g



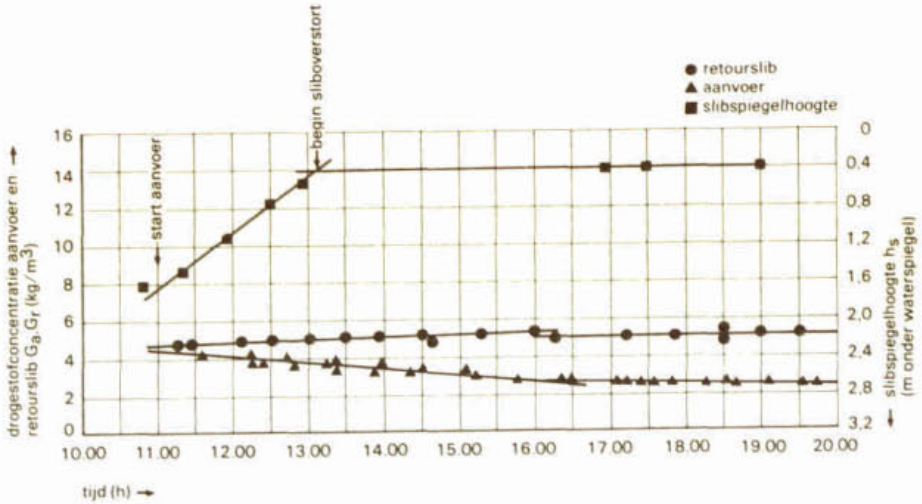
proef: Malden, 26
datum: 22 mei 1981
$Q = 235\ m^3/h$
$Q_r = 175\ m^3/h$

begin proef: 11.00 uur
einde proef: 21.30 uur

tijd	drogestofconcentratie			slib-spiegel-hoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retour-slib (G_r)	effluent (G_e)		
h	kg/m³	kg/m³	mg/l	m	
10.48				1,69	
11.00	4,4	4,45			vijzel aan
11.13	4,6				
11.21		4,6		1,52	
11.34	4,1				
11.55				1,20	
12.07		4,8			
12.14	4,1				
12.19	3,8				
12.30		4,8		0,82	
12.41	3,8				
12.47	3,65				
12.55				0,62	
13.00		4,9			
13.16	3,5				
13.20	3,4				
13.30		4,9			
13.55	3,5	4,8			
13.52	3,2	5,0			
14.20	3,2				
14.33	3,2	5,1	1100		
14.38		4,9	870		
15.04	3,1				
15.18	2,9	5,2			
15.40	2,7				
15.45	2,8		500		
16.00		5,1			
16.16		4,9			
16.20	2,7				
16.22	2,6		600		
16.55				0,48	
17.05	2,5		500		
17.10	2,5				
17.12		4,9			

tijd	drogestofconcentratie			slib-spiegel-hoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retour-slib (G_r)	effluent (G_e)		
h	kg/m³	kg/m³	mg/l	m	
17.28	2,6		700	0,47	
17.42	2,5				
17.51		4,8			
18.17	2,4				
18.30		5,0	300		
18.32	2,5	4,8			
18.41	2,4				
19.00		4,9		0,47	
19.07	2,4				
19.35	2,3	4,8	300		
19.46	2,4				
20.00		4,8			
20.24	2,4				
20.30		4,8			
20.48	2,3	4,8			
20.58	2,3				
21.27	2,2				
21.31	2,2				einde proef

proef	:	Malden 26		
oppervlaktebelasting	:	q_A	=	1,18 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$	=	7,4 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A	=	600 $l/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R	=	0,74
verdunde slibindex	:	I_{sv}	=	140 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVVI_{3,5}$	=	90 ml/g



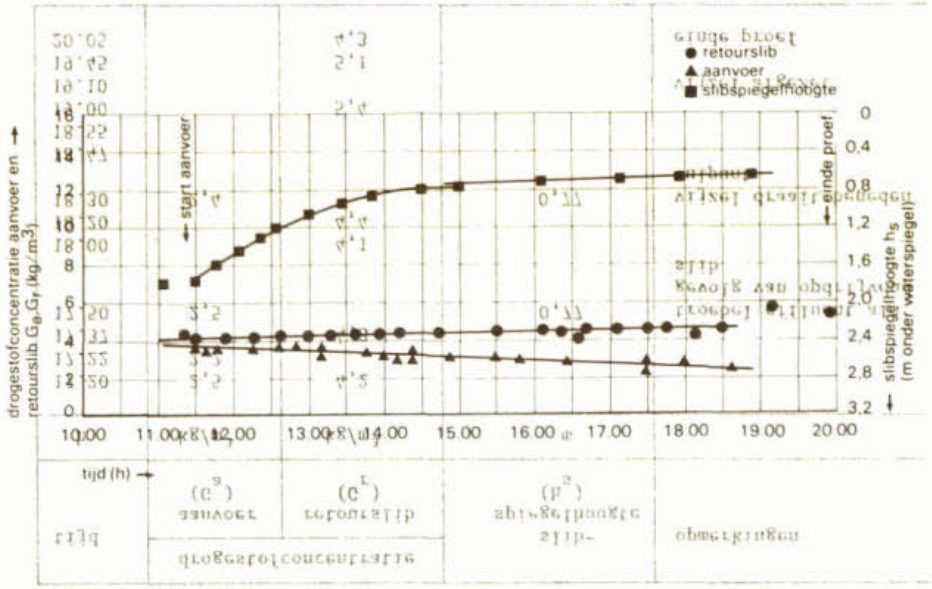
proef: Malden, 27
datum: 3 juli 1981
$Q = 200\ m^3/h$
$Q_r = 175\ m^3/h$

begin proef: 11.25 uur
einde proef: 20.15 uur

tijd	drogestofconcentratie		slib-spiegelhoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retourslib (G_r)		
h	kg/m³	kg/m³	m	
11.05			1,85	
11.19	4,0			
11.25	3,5	3,9		aanvoer aangezet
11.35	3,4		1,82	
11.45	3,5		1,65	
11.53		3,9		
12.03			1,48	
12.15	3,7	3,9	1,36	
12.35	3,5	4,0	1,27	
12.50	3,5			
12.57		3,9	1,14	
13.10	3,5			
13.11	3,2			
13.16		4,0		
13.23			1,03	
13.36		4,2		
13.45	3,2			
13.54		4,1	0,97	
14.00	3,0			
14.10	2,8	4,1		
14.20	3,0			
14.28			0,91	
14.39		4,1		
14.50	3,0			
15.05			0,82	
15.25	2,9	4,3		
15.40	2,7			
16.01		4,2	0,80	
16.15		4,1		
16.20	2,7			
16.32		4,3		
17.00	2,5	4,3	0,79	denitrificatieprocessen achterin de tank
17.10	2,5			

tijd	drogestofconcentratie		slib-spiegelhoogte (h_s)	opmerkingen
	aanvoer (G_a)	retourslib (G_r)		
h	kg/m³	kg/m³	m	
17.20	2,5	4,2		
17.22	2,2			
17.37		4,3		
17.50	2,5		0,77	troebel effluent als gevolg van opdrijvend slib
18.00		4,1		
18.20		4,4		
18.30	2,4		0,77	vijzel draait beneden vulpunt
18.47				
18.55				
19.00		5,4		
19.10				vijzel afgezet
19.45		5,1		
20.05		4,3		einde proef

proef	:	Malden 27
oppervlaktebelasting	:	q_A = 1,00 $m^3/(m^2.h)$
drogestofbelasting	:	$(1+R)q_A.G_a$ = 4,5 $kg/(m^2.h)$
slibvolumebelasting	:	vs_A = 300 $l/m^2.h)$
retourslibverhouding	:	R = 0,88
verdunde slibindex	:	I_{sv} = 125 ml/g
geroerde slibindex	:	$SVVI_{3,5}$ = 170 ml/g



BIJLAGE 2

Drogestofopbouw in de nabezinktanks

proef: rwzi Breda 1
datum: 22 april 1981
tijdstip 14.01 - 14.23 uur

begin proef: 11.30 uur
einde proef: 22.00 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	4,3	7,5	7,3	11,8	11,0	11,2	11,5	7,9	7,7	13,6
5	4,1	7,3	6,3	7,3	7,3	6,2	6,1	6,1	7,3	13,6
30	4,1	4,1	5,2	5,7	4,6	4,3	5,2	5,2	5,7	7,0
55	3,6	4,1	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,8	5,0	5,2
80	3,6	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,3	4,3	4,3	4,3
105	3,6	3,6	4,3		4,3	4,3	3,6	3,9	3,4	3,6

proef: rwzi Breda 1
datum: 22 april 1981
tijdstip 16.15 uur

begin proef: 11.30 uur
einde proef: 22.00 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	4,1	9,8	12,1	13,6	9,4	11,5	10,3	8,4	9,6	-
5	4,1	7,7	7,3	6,8	7,5	7,9	8,4	8,1	8,4	-
30	4,1	5,3	5,2	5,5	5,7	5,7	6,1	6,6	6,6	6,1
55	3,9	4,3	4,6	4,6	5,2	4,8	4,6	5,9	5,9	5,7
80	3,9	3,9	3,9	4,3	3,9	4,6	4,8	5,0	5,5	5,7
105	3,9	3,2	3,9	4,3	4,2	4,3	4,3	4,8	5,2	4,3
130	3,9	3,6	3,6	3,6	4,1	4,1	3,9		4,6	
155	3,9									

proef: rwzi Breda 1
datum: 22 april 1981
tijdstip 18.37 uur

begin proef: 11.30 uur
einde proef: 22.00 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	3,9	9,0	9,6	15,0	9,4	9,6	12,1	9,4	9,2	14,3
5	3,9	7,0	7,3	7,5	7,7	7,5	7,5	8,4	8,4	7,8
30	3,9	3,9	4,3	5,9	5,2	6,8	6,3	6,6	6,3	6,8
55	3,9	3,6	4,1	4,6	5,0	5,0	6,1	5,5	5,2	5,7
80	3,6	3,4	3,9	3,9	4,1	3,9	4,3	4,8	5,2	5,2
105	3,9	3,6	3,6	3,9	3,6	3,6	4,3	4,6	4,6	4,6
130	3,6	3,6	3,6	3,6	3,9	3,6	4,3	4,3	4,3	4,1
155		2,8	3,0		3,4	3,6	3,6	3,4		

proef: rwzi Breda 1
datum: 22 april 1981
tijdstip 21.50 uur

begin proef: 11.30 uur
einde proef: 22.00 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	3,9	11,8	9,4	11,5	11,2	9,6	9,6	9,2	8,4	16,0
5	3,6	7,0	7,3	7,9	7,9	7,7	7,9	7,5	7,5	7,7
30	3,9	5,2	5,5	5,9	6,1	6,1	6,1	6,6	5,9	7,0
55	3,9	3,9	4,6	4,8	5,0	4,3	4,8	5,0	5,7	6,8
80	3,9	3,6	3,6	4,1	3,9	4,3	4,6	4,1	4,3	4,6
105	3,9	3,9	3,9	3,2	3,9	3,4	3,9	4,3	3,9	4,6
130	3,9	4,3	3,9	3,9	3,9	3,9	3,6	3,2	3,2	4,1
155	3,9	4,1	3,9	3,6	3,6	3,6	3,9	3,6	3,4	3,6

proef: rwzi Breda 2
datum: 23 april 1981
tijdstip 13.45 uur

begin proef: 11.40 uur
einde proef: 18.09 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	11,5	8,6	7,3	9,8	9,8	9,6	9,0	8,4	8,8	-
5	5,5	6,6	4,6	6,1	7,9	7,0	7,7	7,7	7,0	-
30	3,6	4,1	4,3	5,0	5,2	4,6	5,9	6,8	6,3	-
55	3,6	3,9	3,9	4,1	4,1	4,6	4,6	5,5	5,2	16,0
80	3,6	3,9	3,4	4,1	4,1	4,1	4,3	4,6	5,0	5,9
105	3,6	3,9	3,6	3,9	3,6	4,1	3,9	4,1	4,6	5,5
130	3,6	3,6	3,2	3,6	3,6	4,1	3,9	3,9	4,1	3,9
155				3,0	3,2	3,4	3,6	3,2		

proef: rwzi Breda 2
datum: 23 april 1981
tijdstip 15.25 uur

begin proef: 11.40 uur
einde proef: 18.09 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	8,4	7,7	10,1	10,1	11,2	11,5	9,2	10,3	9,0	14,3
5	7,5	5,2	5,9	5,9	7,5	6,6	7,0	8,4	7,5	10,3
30	3,9	3,4	4,8	4,8	6,3	5,7	6,1	5,9	6,1	5,7
55	3,2	3,9	3,4	3,9	4,1	4,8	5,5	4,8	4,8	4,6
80	3,6	3,4	3,4	3,6	4,3	3,9	4,3	4,1	4,3	3,6
105	3,9	3,6	3,6	3,4	3,4	3,4	3,4	4,1	3,9	3,9
130	3,2	3,6	3,0	3,4	3,2	3,4	3,6	3,4	3,6	3,4
155	3,2	3,0	3,2	3,0	3,0	3,6	3,2	3,2	3,2	3,0
180			2,5	3,0	2,8	3,2	3,2	3,0	3,4	2,8

proef: rwzi Breda 2
datum: 23 april 1981
tijdstip 15.45 uur

begin proef: 11.40 uur
einde proef: 18.09 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	13,3	9,4	9,4	9,0	10,3	12,7	9,4	9,2	8,1	13,3
5	8,6	6,1	8,1	7,5	8,4	8,6	7,3	6,1	6,3	14,3
30	4,1	6,1	6,8	5,0	5,9	6,1	6,6	5,9	5,2	5,5
55	3,6	4,3	5,5	3,9	3,9	4,6	4,6	5,2	4,8	5,0
80	3,6	3,4	3,4	3,6	3,9	4,3	4,1	4,6	4,6	4,3
105	3,6	3,6	3,4	3,6	3,2	3,4	3,9	3,9	4,3	3,9
130	3,6	3,2	3,4	3,2	3,2	3,4	3,9	3,0	3,9	3,6
155	3,0	3,2	3,2	3,2	3,2	3,0	3,2	3,4	3,0	3,2
180	3,2			3,4	3,2	3,0	3,0	3,2	2,8	3,0

proef: rwzi Breda 3
datum: 28 april 1981
tijdstip 13.45 uur

begin proef: 10.50 uur
einde proef: 17.55 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	3,2	5,7	7,9	10,1	9,6	9,6	8,8	8,6	8,6	9,6
5	3,2	4,3	5,2	7,0	7,9	8,4	6,6	6,8	6,6	7,5
30	3,2	3,4	3,4	5,2	5,5	6,1	5,5	5,9	5,9	7,5
55	3,2	3,2	3,6	3,9	4,1	5,0	4,3	5,2	5,0	5,0
80	3,2	3,4	3,6	3,9	3,6	3,9	4,3	4,8	4,8	4,6
105	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,9	3,9	4,3	4,1	4,3
130	3,6	3,4	3,2	3,4	3,4	3,6	3,4	3,4	4,1	3,9
155	2,8	3,4	3,4	3,2	2,5	2,5	2,5	3,4	2,5	

proef: rwzi Breda 3
datum: 28 april 1981
tijdstip 17.40 uur

begin proef: 10.50 uur
einde proef: 17.55 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	3,6	8,8	8,1	11,8	9,2	9,6	11,2	9,2	9,0	9,2
5	3,4	5,7	7,0	7,9	9,0	7,5	7,9	7,5	7,3	8,1
30	3,4	3,6	4,6	5,0	5,2	6,1	5,7	6,1	5,7	6,8
55	3,6	3,6	3,4	3,6	4,1	4,3	4,8	5,2	5,7	5,0
80	3,6	3,2	3,9	3,4	3,6	4,3	4,1	4,6	4,6	4,6
105	3,4	3,2	3,4	3,4	3,4	4,1	3,9	3,9	4,3	4,1
130	3,4	3,2	3,4	3,0		2,5	3,9	3,4	3,9	3,6
155		2,8				1,7	2,5	2,1	3,4	1,5

proef: rwzi Breda 4
datum: 28 april 1981
tijdstip 14.10 uur

begin proef: 10.30 uur
einde proef: 17.55 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	13,6	14,0	16,0		17,0		7,7	15,5	14,7	17,5
5	10,1	6,6	12,6	7,7	6,3	7,7	8,6	9,8	3,1	5,9
30	4,1	5,5	5,7	5,7	5,9	5,2	4,8	5,5	4,6	4,3
55	3,6	3,9	4,3	3,4	4,6					4,3
80	3,0									

proef: rwzi Breda 4
datum: 28 april 1981
tijdstip 16.55 uur

begin proef: 10.30 uur
einde proef: 17.55 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	12,6	12,3	17,0	12,3	13,3	13,0	13,6	8,4	7,7	16,5
5	5,2	7,0	8,6	9,0	6,1	7,3	6,3	6,8	5,9	
30	3,4	3,4	5,2	3,4	4,6	4,6	4,8	4,3	5,0	4,6
55	3,9	3,2	3,9		3,2	3,0	2,5	3,2		
80		2,8								

proef: rwzi Breda 6
datum: 29 april 1981
tijdstip 13.57 uur

begin proef: 11.15 uur
einde proef: 20.45 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	3,9	8,1	7,5	7,7	8,8	8,6	7,7	7,7	7,5	
5	3,9	6,8	5,9	6,1	6,6	7,5	7,0	7,0	6,6	10,3
30	3,9	4,3	4,1	4,3	5,0	5,0	5,5	5,2	5,5	5,9
55	3,9	3,9	4,3	4,1	4,3	4,6	4,3	5,0	4,8	5,7
80	3,9	3,9	3,9	4,1	3,9	4,1	4,8	4,6	5,0	4,3
105	4,1	4,3	3,9	3,9	3,4	3,9	4,6	4,1	4,6	4,6
130	3,9	3,6	3,9	3,6	3,0	3,9	3,6	3,6		
155			3,4							

proef: rwzi Breda 6
datum: 29 april 1981
tijdstip 16.45 uur

begin proef: 11.15 uur
einde proef: 20.45 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	3,6	9,2	9,4	8,4	9,0	9,6	9,6	9,0	7,9	10,1
5	3,6	8,4	6,6	7,7	6,8	6,8	7,5	6,3	7,0	7,5
30	3,6	5,2	5,0	5,7	5,5	6,1	6,1	6,1	5,9	5,9
55	3,6	3,9	4,1	5,0	4,6	5,2	5,0	5,0	4,8	4,8
80	3,6	3,9	3,4	4,3	4,1	4,6	4,3	4,8	5,2	4,3
105	3,6	3,9	3,4	3,6	3,9	3,6	4,1	4,3	3,6	4,6
130	3,9	3,6	3,9	3,6	3,9	3,9	3,9	3,4	3,9	4,6
155	3,6	3,6	3,9	2,5	3,2	3,6	3,0	2,8	2,5	3,0
180		3,2								

proef: rwzi Breda 6
datum: 29 april 1981
tijdstip 20.15 uur

begin proef: 11.15 uur
einde proef: 20.45 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	3,9	9,0	8,8	9,2	9,8	9,6	9,4	9,2	9,2	14,0
5	3,6	6,8	7,0	6,3	7,5	7,5	8,4	8,1	7,5	8,1
30	3,6	4,8	3,5	5,5	5,9	5,7	5,9	6,3	6,1	7,2
55	3,9	4,1	4,8	4,6	4,3	5,2	4,8	5,9	5,7	5,9
80	3,6	4,3	3,6	3,6	4,3	5,2	4,8	5,5	5,7	5,9
105	3,4	3,9	3,9	3,6	3,6	4,1	4,6	5,0	5,7	5,2
130	3,6	3,6	3,9	3,9	3,9	3,6	3,6	3,9	4,8	5,0
155	3,6	3,9	3,4	3,9	3,6	3,6	2,8	1,4	4,6	3,0
180	3,2	3,6	3,0							

proef: rwzi Breda 7
datum: 29 april 1981
tijdstip 15.05 uur

begin proef: 11.15 uur
einde proef: 20.45 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	30	50	70	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)					
0	3,9	9,4	7,7	10,3	9,4	14,3
5	3,6	7,0	6,1	8,4	7,7	9,4
30	2,6	4,8	4,6	6,6	7,3	6,6
55	3,6	3,6	3,9	4,6	4,8	5,5
80	3,6	3,9	3,9	4,3	4,8	4,3
105	3,6	3,4	3,6	3,6	4,3	4,1
130	3,6	3,6	3,6	3,4	3,6	3,4
155	3,4	4,1	3,4	3,0	3,2	3,2
180	3,4	2,8				

proef: rwzi Breda 8
datum: 6 mei 1981
tijdstip 12.38 uur

begin proef: 09.45 uur
einde proef: 16.17 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	3,7	5,2	11,5	11,0	9,4	10,7	10,1	9,6	9,9	10,4
5	3,7	4,5	8,5	8,5	8,0	8,2	8,7	8,0	8,2	7,5
30	3,7	4,0	4,7	5,7	5,2	5,9	5,9	6,6	6,8	7,5
55	3,7	3,7	4,2	4,0	4,2	4,7	5,0	5,4	6,1	6,1
80	3,7	3,7	4,4	3,5	4,0	4,2	4,2	5,0	5,7	5,7
105	3,5	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,5	4,2	4,2	
130	3,7	4,0	3,5	4,0	3,5					
155	3,5	3,5								

proef: rwzi Breda 8
datum: 6 mei 1981
tijdstip 14.48 uur

begin proef: 09.45 uur
einde proef: 16.17 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	8,2	9,2	11,5	11,5	11,3	12,1	11,0	8,9	10,1	
5	6,6	8,2	7,3	9,0	6,6	7,1	9,9	8,0	8,0	10,7
30	3,2	4,0	5,4	5,7	6,1	6,3	5,7	5,9	6,1	5,7
55	3,2	3,5	4,2	4,2	5,0	4,5	4,7	4,7	4,5	3,5
80	3,2	3,4	3,7	3,7	4,0	3,7	3,2	3,7	4,2	3,5
105	3,2	3,4	3,7	3,2	3,7	3,2	3,5	3,7	3,2	3,7
130	3,2	3,4	3,5	3,2	3,2	3,2	3,5	2,7		3,2
155	3,2	3,4	3,4	3,2	4,0	2,7				2,7
180	3,2	3,2	3,4	3,5	3,3	2,0				
205	3,0	3,4	2,7	3,2						

proef: rwzi Breda 9
datum: 6 mei 1981
tijdstip 12.19 uur

begin proef: 09.45 uur
einde proef: 16.17 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	11,0	9,9	9,4	11,0	12,1	9,2	9,4	8,7	8,5	15,5
5	7,5	5,2	7,8	8,7	7,3	8,0	7,5	7,3	7,5	9,6
30	4,5	4,5	5,4	5,0	4,5	4,7	4,2	6,8	5,7	6,6
55	3,5	3,5	4,2	3,7	3,5	4,0	3,5	3,7		
80	3,2	3,2	3,2	3,7						

proef: rwzi Breda 9
datum: 6 mei 1981
tijdstip 15.39 uur

begin proef: 09.45 uur
einde proef: 16.17 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	10,1	10,7	9,6	9,4	10,7	10,7	9,6	10,1	9,4	10,1
5	6,1	7,1	8,2	8,2	9,0	9,4	9,2	9,4	8,5	8,5
30	3,0	4,2	4,7	5,7	5,7	6,3	6,1	6,6	6,1	7,1
55		3,0	3,7	4,5	4,5	4,2	4,7	5,0		5,0

proef: rwzi Breda 10
datum: 18 mei 1981
tijdstip 17.05 uur

begin proef: 12.57 uur
einde proef: 22.12 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	14,3	8,9	10,0	10,0	10,9	9,7	9,5	10,6	10,6	9,5
5	11,0	7,9	8,2	8,5	9,7	8,9	8,5	9,2	9,7	9,7
30	5,3	6,2	6,2	6,4	6,9	6,4	6,9	7,7	7,9	8,9
55	5,1	4,9	5,3	5,3	5,9	6,4	6,2	6,2	7,7	7,1
80	4,7	4,9	4,9	4,4	5,1	5,9	5,9	5,9	6,2	7,4
105	4,9	4,7	4,9	4,7	4,7	4,9	5,3	4,7	5,3	5,9
130	4,7	4,4	4,4	4,7	4,9	4,7	4,4		3,8	

proef: rwzi Breda 10
datum: 18 mei 1981
tijdstip 21.20 uur

begin proef: 12.57 uur
einde proef: 22.12 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0		11,1	11,4	11,7	12,0	12,0	11,4	11,4	10,9	
5	14,3	10,6	10,0	10,0	8,7	10,3	11,4	8,9	10,3	11,1
30	5,3	7,1	7,9	7,1	7,4	7,7	7,9	7,4	8,5	9,2
55	4,9	6,2	5,9	5,9	5,9	6,9	6,2	7,7	9,2	7,9
80	5,3	5,3	5,6	5,1	6,2	4,9	6,2	5,9	5,6	7,4
105	4,9	4,7	4,9	4,9	5,1	4,9	5,3	5,9	6,7	7,1
130	4,9	4,4	5,1	5,6	5,1	4,7	5,1	4,9	4,9	5,3
155	4,4	3,8	4,7	4,1	5,1	3,1	3,1			

proef: rwzi Breda 11
datum: 18 mei 1981
tijdstip 15.15 uur

begin proef: 13.15 uur
einde proef: 21.26 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0		4,9	6,7	7,9	9,7	9,2	10,3	9,2	11,0	
5	3,6	3,6	5,9	5,1	6,4	8,9	8,7	9,2	7,4	15,3
30	3,6	3,3	4,7	3,3	3,8	5,9	6,2	6,4	6,4	6,7
55	3,6	3,3	3,8	3,8	4,1	4,4	4,4	4,7	5,1	5,9
80	3,3	3,3	3,6	3,8	3,6	4,1	4,4	4,4	4,4	4,7
105	3,3	3,3	3,8	3,3	3,8	3,8	3,8	4,1	4,7	4,9
130	2,3	3,3	3,8	3,6	3,6	3,1	3,3	3,1	3,8	3,3

proef: rwzi Breda 11
datum: 18 mei 1981
tijdstip 17.35 uur

begin proef: 13.15 uur
einde proef: 21.26 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	3,8	8,2	7,4	8,9	9,5	9,5	9,7	9,2	9,5	
5	3,6	4,9	6,2	5,3	8,7	8,9	6,9	6,7	7,7	15,0
30	3,6	3,8	4,7	4,4	4,7	4,9	4,4	4,9	5,1	5,3
55	3,6	3,8	4,1	4,1	3,8	3,8	3,3	3,8	4,1	4,1
80	3,6	3,8	4,1	3,6	3,6	3,8	3,8	3,3	3,8	3,8
105	3,6	3,8	4,1	3,8	3,6	3,3	3,6	3,6	3,8	4,7
130	3,6	3,8	3,8	3,8	2,8	3,3	3,8	3,3	3,6	3,3
155	3,6	3,8	3,7	3,8	3,3	3,1	3,1	3,6	3,6	3,3
180	3,1	3,8	2,3	3,8	3,1	3,3	3,1	3,1	3,1	3,3
205		2,8				2,8	2,8	2,8	2,5	

proef: rwzi Breda 12
datum: 19 mei 1981
tijdstip 16.25 uur

begin proef: 13.00 uur
einde proef: 23.35 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	3,1	9,2	9,5	10,6	13,0	12,3	12,0	9,7	11,0	
5	3,1	5,6	7,1	8,7	8,5	7,9	10,0	8,5	8,5	8,7
30	3,1	3,8	5,1	5,3	4,9	4,9	5,1	6,9	6,9	6,9
55	2,8	3,1	3,8	3,6	3,8	4,1	3,8	5,3	5,6	5,9
80	3,1	2,3	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3	4,7	5,6	4,9
105	3,1	2,1	2,5	3,3	3,1	3,3	3,3	2,8	3,8	4,9
130	2,1	2,1								

proef: rwzi Breda 12
datum: 19 mei 1981
tijdstip 19.25 uur

begin proef: 13.00 uur
einde proef: 23.35 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	4,4	8,9	11,7	10,6	10,6	11,4	11,1	11,4	8,7	
5	3,6	7,4	8,2	8,7	8,5	9,7	8,9	8,7	6,9	14,3
30	3,6	3,8	5,3	6,2	6,2	5,9	6,7	6,4	4,9	4,9
55	3,6	3,6	5,3	5,1	5,6	4,9	5,3	5,6	4,1	4,7
80	3,6	3,6	4,4	4,1	4,4	4,1	4,4	4,9	3,8	4,4
105	3,3	3,1	3,3	3,8	3,8	4,1	3,8	4,4	3,8	4,7
130	2,8	3,1	3,3			3,6	3,1			3,8
155	2,5	3,3								

proef: rwzi Breda 13
datum: 19 mei 1981
tijdstip 16.51 uur

begin proef: 13.00 uur
einde proef: 23.35 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	10,3	11,7	11,4	10,0	10,0	13,3	11,4	9,7	11,4	11,4
5	6,4	10,9	9,5	8,2	8,7	10,9	9,5	8,5	9,2	9,2
30	5,9	6,4	6,4	6,9	7,4	7,9	7,4	7,7	7,4	7,4
55	5,6	5,3	5,9	5,6	6,4	6,2	6,7	6,7	6,9	7,7
80	5,9	5,6	5,9	5,3	5,6	6,2	6,4	6,7	6,4	6,7
105	5,1	5,1	5,3	5,3	6,4	5,9	5,9	4,9	6,7	6,4
130		5,1	5,3	4,4	5,3	5,6	5,9		5,6	6,2

proef: rwzi Breda 13
datum: 19 mei 1981
tijdstip 19.01 uur

begin proef: 13.00 uur
einde proef: 23.35 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0		8,9	9,7	8,2	10,0	10,6	9,2	8,9	8,9	11,4
5	5,9	8,5	8,5	8,2	8,5	8,2	8,9	8,2	7,9	10,0
30	5,1	6,2	6,4	6,2	6,9	6,4	7,9	6,2	5,9	6,4
55	5,1	5,3	5,3	5,6	6,4	6,2	6,7	5,1	5,6	5,9
80	4,9	5,1	5,3	5,3	5,6	5,6	5,9	5,3	5,6	5,6
105	5,3	5,6	5,1	5,6	5,1	4,9	5,6	5,1	5,9	5,6
130	4,7	4,9	4,9	5,1	5,6	5,1	5,1	5,3	5,3	5,1
155		4,9	5,1	4,9	5,1	5,1	4,7	4,1	4,7	
180						2,3				

proef: rwzi Breda 14
datum: 20 mei 1981
tijdstip 16.45 uur

begin proef: 13.20 uur
einde proef: 24.00 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	12,7	10,9	10,9	11,4	12,0	11,7	11,7	11,7	10,9	
5	10,0	9,2	9,2	10,6	10,9	9,7	10,6	11,4	10,6	
30	7,1	7,4	8,2	7,9	7,9	8,5	8,2	8,5	8,9	
55	6,2	5,6	6,4	7,4	6,9	7,4	6,9	8,2	8,7	
80	5,9	5,6	5,1	6,2	6,4	5,9	7,4	7,4	8,5	
105	5,6	4,9	5,1	5,3	5,9	5,1	6,9	6,4		
130	4,9	5,6	5,3	5,1	4,9	5,6				
155	3,1									

proef: rwzi Breda 14
datum: 20 mei 1981
tijdstip 18.43 uur

begin proef: 13.20 uur
einde proef: 24.00 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	15,0	11,7	11,4	11,7	12,0	12,0	10,9	10,9	10,9	
5	11,7	10,0	10,6	10,9	9,2	8,9	9,2	9,5	10,6	
30	9,2	7,9	7,9	7,9	7,7	7,9	8,9	8,2	8,5	
55	6,7	6,7	7,1	7,1	7,1	6,7	7,1	7,9	7,9	
80	5,3	6,2	6,2	6,9	6,7	6,7	6,4	6,7	6,9	
105	5,3	4,9	6,2	6,4	4,9	5,9	5,9	6,2	6,4	
130	5,1	5,3	5,1	4,9	5,3	4,7	5,6	6,2	6,4	
155	5,3	4,9	4,9	4,9	4,9		4,9	3,3	3,8	

proef: rwzi Breda 15
datum: 20 mei 1981
tijdstip 16.10 uur

begin proef: 13.20 uur
einde proef: 24.00 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	2,8	10,0	11,4	12,0	12,7	11,0	11,0	11,1		
5	2,5	8,9	10,0	11,7	8,5	8,7	7,9	8,2		
30	2,3	5,1	5,6	6,7	5,6	6,2	6,7	6,9		
55	2,3	3,1	3,1	4,1	4,7	4,9	5,3	5,9		
80	2,3	2,5	2,8	3,3	3,1	3,3	4,4	5,3		
105	2,1									

proef: rwzi Breda 15
datum: 20 mei 1981
tijdstip 19.45 uur

begin proef: 13.20 uur
einde proef: 24.00 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	2,5	11,7	13,0	13,0	12,7	12,0	12,3	11,4	11,7	
5	2,5	8,9	10,9	11,1	11,4	10,9	10,6	9,7	10,0	
30	2,5	3,3	8,9	8,2	7,9	8,2	8,5	8,9	8,2	
55	2,1	2,3	4,7	6,2	6,4	5,9	6,9	5,9	5,9	
80	2,1	2,3	3,6	2,8	3,8	4,4	3,8	4,1	1,9	
105	2,1	2,3								
130	2,1									

proef: rwzi Breda 17
datum: 8 oktober 1981
tijdstip 13.51 uur

begin proef: 10.20 uur
einde proef: 16.45 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	15,0	10,9	13,0	13,2	14,8	10,9	12,3	11,2	10,9	
5	14,0	10,0	8,8	10,7	8,4	9,3	9,5	9,3	7,7	
30	2,4	3,8	5,9	5,5	5,8	6,3	5,4	6,3	3,9	
55	2,4	2,8	3,5	2,8	2,6	3,2	2,4	2,5		
80	2,4	2,4	2,4		2,4					
105		1,3	2,4							

proef: rwzi Breda 18
datum: 8 oktober 1981
tijdstip 14.31 uur

begin proef: 10.20 uur
einde proef: 16.45 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	12,2	13,0	10,7	10,0	8,9	11,2	10,5	10,7	10,9	
5	11,6	8,4	9,8	7,4	7,7	13,0	6,8	8,8	8,1	
30	3,5	5,3	5,8	5,7	4,5	4,5	5,1	5,3	5,8	
55	3,0	3,4	3,9	4,5	3,7	3,8	3,8	4,0	4,5	
80	2,6	3,1	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,9	2,6	
105	2,6	2,9	2,6	2,8	3,0	2,8	3,2	3,5		
130			2,6			2,2	2,5			

proef: rwzi Breda 19
datum: 12 oktober 1981
tijdstip 16.14 uur

begin proef: 11.04 uur
einde proef: 16.48 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	2,5	9,5	7,1	8,5	8,0	8,0	9,5	8,5		
5	2,3	5,4	5,6	6,7	5,6	5,6	5,2	6,4		
30	2,3	2,9	2,5	3,1	3,3	3,7	4,1	4,3		
55	2,3	2,8	2,5	2,5	2,8	2,8	2,8	4,1		
80	2,2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,8	2,8	3,5		
105	2,2	2,5	2,2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,8		
130		2,2	1,6	2,3	1,6					

proef: rwzi Breda 21
datum: 14 oktober 1981
tijdstip 17.25 uur

begin proef: 10.45 uur
einde proef: 18.00 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	1,7	2,9	3,4	7,0	8,0	9,0	8,0	8,5		
5	1,7	1,8	2,8	5,0	5,5	4,3	5,4	5,7		
30	1,5	1,8	2,2	1,9	2,8	2,5	5,1	4,4		
55	1,5	1,5	1,7	1,7	1,7	1,9	2,9			
80		1,3	1,3	1,2	1,6	1,3	2,3			
105		1,0	1,0							

proef: rwzi Breda 22
datum: 14 oktober 1981
tijdstip 13.44 uur

begin proef: 10.45 uur
einde proef: 17.48 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	87
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	4,1	8,1	7,7	8,5	9,7	9,1	9,0	8,5		
5	2,7	5,1	5,1	7,0	3,9	5,8	7,0	5,1		
30	2,7	3,4	3,2	3,6	3,2	5,1	4,1	3,4		
55	2,7	2,9	2,9	2,9	3,0	3,9	3,9	2,4		
80	2,7	2,7	2,7	2,9	3,0	3,6	3,6	1,8		
105	2,6	2,3	2,9	2,9	2,6	2,9	3,4			
130			2,7	2,7	2,1					

proef: rwzi Leiden 23
datum: 25 mei 1981
tijdstip 14.02 uur

begin proef: 12.20 uur
einde proef: 21.30 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)						
0	>16,0	>16,0	>16,0	15,9	>16,0	15,9	15,1
5	15,1	15,9	15,1	14,8	14,8	12,7	11,4
30	9,5	13,2	11,1	15,1	9,5	10,3	9,7
55	5,1	9,5	9,3	10,1			
80	5,4	5,6	5,6				
105	5,4	3,2					
130	0,4						

proef: rwzi Leiden 23
datum: 25 mei 1981
tijdstip 16.55 uur

begin proef: 12.20 uur
einde proef: 21.30 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)						
0	>16,0	12,0	12,9	11,4	10,9	11,6	10,1
5	>16,0	11,9	12,9	10,1	10,6	8,5	2,4
30	3,0	9,5	10,1	10,1	6,7		
55	3,0	5,6	6,4	6,1			
80	3,2	3,2					
105	3,2	1,4					
130	2,4						

proef: rwzi Leiden 24
datum: 26 mei 1981
tijdstip 14.17 uur

begin proef: 12.30 uur
einde proef: 17.00 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)						
0	13,5	12,9	11,6	15,6	>16,0	>16,0	15,6
5	10,9	11,6	11,6	12,9	12,9	14,8	12,9
30	7,9	9,7	9,0	12,9	12,4	9,3	10,2
55	4,3	7,4	8,2	10,6	10,6	7,2	10,3
80	4,3	3,8	5,1	4,8			
105	4,3	3,0	3,8				
130	0,6						

proef: rwzi Leiden 24
datum: 26 mei 1981
tijdstip 16.20 uur

begin proef: 12.30 uur
einde proef: 17.00 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)						
0	>16,0	>16,0	15,6	>16,0	>16,0	>16,0	>16,0
5	>16,0	>16,0	12,9	14,3	>16,0	>16,0	>16,0
30	10,3	>16,0	11,6	15,6	11,1	7,7	8,7
55	5,9	11,6	10,3	9,7	7,4		
80	4,0	6,4	6,4				
105	4,3	3,2	3,0				
130	3,8						
155	1,1						

proef: rwzi Leiden 25
datum: 26 mei 1981
tijdstip 20.20 uur

begin proef: 17.45 uur
einde proef: 21.00 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	0	10	20	30	40	50	60
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)						
0	>16,0	12,7	14,3	14,0	12,2	14,3	12,9
5	12,7	10,3	12,9	13,5	10,9	12,2	13,7
30	4,0	7,7	9,3	10,9	10,3	10,3	11,1
55	2,7	3,5	6,7	8,5	10,3	9,7	11,1
80	3,0	2,4	3,2	5,6	6,9	6,4	6,4
105	3,0	2,2	2,7				
130	3,0	1,6					
155	3,0						
180	3,0						

proef: rwzi Malden 26
datum: 22 mei 1981
tijdstip 13.00 uur

begin proef: 11.00 uur
einde proef: 21.30 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	15,0	14,8	12,8	13,3	13,3	14,3	13,3	12,3	13,3	9,6
25	6,5	6,2	6,9	7,6	8,0	8,4	9,2	8,0	8,4	7,2
50	5,9	5,2	4,9	5,2	5,9	5,5	6,9	6,9	7,2	6,9
75	3,7	4,3	4,0	4,9	4,9	5,2	6,2	6,9	6,2	6,9
100	4,0	3,7	3,4	3,7	4,3	4,9	5,2	4,3	5,5	5,2
125	3,7	3,7	3,4	3,7	3,1	2,5	4,0	3,7	3,7	4,6
150									2,2	
175									2,2	

proef: rwzi Malden 26
datum: 22 mei 1981
tijdstip 14.55 uur

begin proef: 11.00 uur
einde proef: 21.30 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	13,8	>15,0	8,4	>15,0	15,8	15,8	>16,0	15,3	13,3	10,9
25	11,3	8,4	8,0	7,6	10,4	9,6	8,4	9,2	9,2	8,4
50	3,7	7,2	8,4	7,2	6,9	6,9	8,0	8,0	7,6	7,2
75	4,9	4,9	4,9	5,2	5,2	5,9	6,2	7,6	5,9	7,6
100	3,7	5,5	4,6	4,6	4,6	5,2	5,5	4,9	5,9	6,5
125	4,0	3,7	3,7	4,3	3,7	3,7	4,3	4,6	5,5	4,6
150	3,7	3,1	2,8	3,4						
175	3,7	2,5	2,5	2,5						

proef: rwzi Malden 26
datum: 22 mei 1981
tijdstip 19.35 uur

begin proef: 11.00 uur
einde proef: 21.30 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	>15,0	>15,0	8,0	>15,0	>15,0	>15,0	>15,0	>15,0	14,8	14,3
25	7,6	7,6	8,4	10,0	12,3	8,8	8,4	7,2	9,6	9,6
50	4,3	6,5	6,5	11,3	7,2	8,8	8,0	7,6	10,0	7,6
75	3,7	4,9	4,9	5,9	5,2	7,6	6,9	6,9	6,9	8,0
100	3,1	4,0	4,6	4,6	4,3	4,9	5,5	5,5	6,5	7,6
125	3,4	4,0	3,1	2,8	3,1	3,1	4,0	4,3	4,9	5,2
150	3,4	2,8	2,5	2,8						
175		3,1	2,8	2,2						

proef: rwzi Malden 26
datum: 22 mei 1981
tijdstip 21.05 uur

begin proef: 11.00 uur
einde proef: 21.30 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	12,3	>15,0	10,9	14,8	>15,0	>15,0	>15,0	>15,0	>15,0	13,3
25	10,0	8,0	8,4	9,6	7,6	12,3	8,4	8,4	9,6	8,8
50	7,6	8,4	7,6	8,8	5,5	7,6	8,4	8,4	9,6	8,4
75	4,3	4,9	4,9	5,2	4,6	7,6	6,9	6,5	8,8	7,6
100	3,1	4,0	3,7	4,9	4,0	4,6	5,5	5,5	6,9	8,0
125	3,1	3,1	3,1	4,0	2,5	4,3	2,2	3,1	2,2	5,2
150	2,5	2,8	2,5	2,5						
175	2,2	2,0	2,2							

proef: rwzi Malden 27
datum: 3 juli 1981
tijdstip 15.30 uur

begin proef: 11.25 uur
einde proef: 20.15 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	12,8	11,5	17,0	17,0	16,0	14,5	16,0	14,7	14,0	
25	9,0	6,3	9,6	7,3	8,2	9,6	9,3	9,0	9,6	
50	5,5	4,7	4,9	5,5	8,2	9,3	8,2	8,2	9,9	
75	4,7	3,8	3,8	5,2	6,6	6,8	6,6	7,6	7,9	
100	4,7	3,3	3,3	2,2	3,5	4,3	3,0	3,8		
125	2,6	2,8								

proef: rwzi Malden 27
datum: 3 juli 1981
tijdstip 16.18 uur

begin proef: 11.25 uur
einde proef: 20.15 uur

afstand vanaf inloop NB (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
diepte (cm vanaf bodem	drogestofconcentratie (kg/m³)									
0	14,0	11,8	16,3	18,0	18,0	>..,.	18,0	>..,.	14,5	
25	7,6	5,5	9,0	9,9	8,7	9,3	11,8	11,2	10,5	
50	4,0	5,2	5,2	9,9	8,5	9,3	9,3	8,7	8,2	
75	3,0	4,3	4,7	5,5	7,0	9,0	7,9	8,5	8,2	
100	3,0	3,0	4,0	3,8	3,8	3,8	5,5			
125	2,8	2,8	2,8							

BIJLAGE 3

Bezinkproeven

bezinkproef	drogestof-concentratie kg/m³	bezinkvolume ml/l				
		na 5 min.	na 10 min.	na 15 min.	na 20 min.	na 30 min.
Breda 1 13.00	1,80	540	400	330*	300**	290
	2,25	910	760	490*	440**	420
	2,70	940	885	780*	700**	680
* na 19 min.						
** na 25 min.						
	1,80 geroerd	460	380*	320	280	220
	3,60 geroerd	910	850*	740	660	540
* na 12 min.						
14.49	1,60	430	350	300	285	250
	2,00	620	460	390	360	330
	2,40	950	880	600	-	440
	1,60 geroerd	620	380	280	250	200
	2,40 geroerd	790	580	450	400	320
	3,20 geroerd	940	810	640	560	450
Breda 2 11.40	5,10	990	980	970	970	960
	2,55	950	790	580	530	470
	2,00	880	540	460	420	380
13.13	4,00					890*
	2,00					350*
	1,60					260*
* na 32 min.						
14.40	3,50	980	960	940	920	880
	1,75	630	420	360	320	280
	1,40	480	330	280	260	220
16.22	3,25	980	960	960	940	770
	1,95	940	520	430	390	340
	1,60	740	400	340	320	280
	6,70 geroerd	1000	992	986	972	928
	3,25 geroerd	980	884	730	610	488
	4,60 geroerd	1000	986	980	968	872
17.09	1,55					250
	1,25					200
Breda 3 12.30	4,90	980	980	980	970	950
	2,00	700	380	320	280	250
	1,50	600	285	230	205	185
14.25	1,40	560	320*	290	260	220
	3,50	970	970*	960	950	935
* na 11 min.						
Breda 4 12.30	3,80	990	980	975	965	950
	1,50	720	400	340	305	275
	1,10	600	300	250	200	190
14.25	4,75	980	980*	970	960	950
	1,90	580	360*	330	300	270
* na 11 min.	4,75 geroerd	980*	930**	880***	830	700
	2,40 geroerd	820*	520**	430***	390	300
* na 6 min.						
** na 12 min.						
*** na 16 min.						

bezinkproef	drogestof-concentratie kg/m³	bezinkvolume ml/l				
		na 5 min.	na 10 min.	na 15 min.	na 20 min.	na 30 min.
Breda 5 08.57	1,50					210
	2,00					280
11.00	1,41	350	270*	240	225	200
	1,88	560	380*	340	310	270
* na 13 min.						
12.48	1,41	500	280	210	200	180
	1,88	400	390	320	290	250
	4,70 geroerd	990	960	910	830	660
	2,35 geroerd	880	770	430	370	280
	6,00 geroerd	990	980	960	930	830
17.00	1,52	650	340	280	260	210
	1,90	800	430	380	330	290
Breda 6 08.57	1,40					260
11.00	1,56	480	360*	330	310	280
* na 13 min.						
12.45	1,84	950	600	430	380	340
17.00	1,52	800	410	340	320	280
Breda 7 08.57	1,80					300
11.00	1,86	560	410*	380	345	310
* na 13 min.						
12.48	1,96	860	480	400	360	320
17.00	1,48	600	370	320	300	260
Breda 8 09.45	1,53					230
	2,04					340
	2,04 geroerd					250
	3,06 geroerd					430
	4,08 geroerd					630
14.30	0,93	250	200			140
	1,24	330	270			195
	1,24 geroerd	480	290			145
	1,86	600	450			245
	2,48	850	650			345
16.17	1,65		360		305	280
	1,98		460		380	340
Breda 9 09.45	1,62					265
	2,16					440
	2,16 geroerd					280
	3,24 geroerd					460
	4,32 geroerd					640
14.30	1,52 geroerd	450	340			250
	1,52 geroerd		330		240	180
	2,28 geroerd		540		400	320
	3,04 geroerd		760		570	445
	1,90		500		400	360
	2,28		870		560	460

bezinkproef	drogestof-concentratie kg/m³	bezinkvolume ml/l				
		na 5 min.	na 10 min.	na 15 min.	na 20 min.	na 30 min.
Breda 10 09.30	1,50	480	300	260	230	210
	2,30	680	450	380	340	300
11.50	1,90	440	380	320	290	260
	2,30	760	480	400	360	310
	2,30 geroerd	820	510	400	350	270
	3,80 geroerd	950	790	660	580	460
	5,30 geroerd	970	940	860	780	640
14.15	1,80		360	290	280	250
	2,10		440	350	340	300
16.15	1,40	480	280*	260	240	210
	1,70	560	330*	280	265	230
* na 12 min.						
18.00	1,80	680	410	340*	310	280
	2,30	820	520	410*	380	340
	2,30 geroerd	890	610	420*	370	290
	3,20 geroerd	940	800	600*	540	430
* na 17 min.						
21.09	1,80					290
	2,30					390
Breda 11 09.30	2,70	900	730	600	520	450
	2,20	760	470	410	360	320
11.50	1,60	480	360	300	270	240
	2,10	700	480	410	370	320
14.15	1,50		340	270*	260	230
	1,90		400	360*	350	300
* na 18 min.						
16.15	1,10	340	220*	200	180	160
	1,40	440	290*	260	240	210
* na 12 min.						
16.37	1,20 geroerd	640	290	210	180	140
	2,10 geroerd	820	580	440	380	300
	3,00 geroerd	970	840	670	580	470
18.00	1,70	660	430	360*	330	290
	2,00	740	500	400*	370	330
	2,00 geroerd	840	560	400*	350	280
* na 17 min.						
12.09	1,70					290
	2,00					360
Breda 12 10.30	1,08	340	250	210*	200	180
	1,26	400	300	260*	240	220
* na 14 min.						
13.00	1,40	540	400	340*	320	280
* na 17 min.						
13.45	2,07 geroerd	720	530	440	360	290
	4,14 geroerd	970	930	850	760	630
	6,90 geroerd	970	970	970	960	900
15.15	2,31	840	550	500	460	450
	2,64	970	710	610	540	480

bezinkproef	drogestof-concentratie kg/m³	bezinkvolume ml/l				
		na 5 min.	na 10 min.	na 15 min.	na 20 min.	na 30 min.
17.10	1,20	440		240	220	185
	1,80	640		360	320	290
	3,00 geroerd		820	650	550	430
	1,50 geroerd		410	310	260	200
	6,60 geroerd		990	970	950	900
19.52	1,86			380	360	300
	2,33			500	450	380
Breda 13 10.30	1,90	560	400	340*	310	270
	2,66	840	580	480*	430	390
* na 14 min.						
13.00	1,78	560	390	330*	210	270
	2,49	900	630	480*	440	390
* na 17 min.						
15.15	1,83 geroerd	820	440	360	300	230
	3,66 geroerd	980	860	770	660	530
	6,10 geroerd	970	970	960	940	860
	1,53	400	310	280	260	230
	2,14	660	430	400	360	320
17.10	1,65	580		300	280	240
	2,20	920		470	420	370
Breda 14 11.15	1,46	480	310*		260	230
	2,19	730	460*		390	340
* na 12 min.						
12.50	1,90	550	370	330	280*	260
	2,28	690	470	400	350*	320
* na 25 min.						
	2,28 geroerd	840		440	380	300
	4,56 geroerd	960		890	760	640
	7,60 geroerd	1000		970	960	910
15.35	1,89	500				280
	2,21	640				320
	1,89 geroerd	690				230
	3,78 geroerd					530
	6,30 geroerd	990				810
17.20	1,93					280
	2,20					320
20.00	1,79				320	280
	2,30				420	370
Breda 15 11.15	2,04	640	420*		360	310
	2,55	850	570*		460	400
* na 12 min.						
	1,53 geroerd	460*		280		160
	3,06 geroerd	900*		670		450
	5,10 geroerd	980*		880		650
* na 7 min.						
12.50	1,89	520	390	340	290*	280
	2,43	740	520	440	380*	360
* na 25 min.						

bezinkproef	drogestof-concentratie kg/m³	bezinkvolume ml/l				
		na 5 min.	na 10 min.	na 15 min.	na 20 min.	na 30 min.
15.35	1,35	350				190
	1,65	440				240
17.20	1,62					240
	1,89					290
	1,35 geroerd					140
	2,70 geroerd					330
	8,10 geroerd					780
20.00	1,89				360	300
	2,16				400	350
Breda 16 11.45	1,15					240
	0,81					160
	0,69					125
12.50	3,20					960
	1,60					740
	1,28					350
Breda 17 09.00	1,60					300
10.44	1,60	960	560		370	320
	1,28	740	380		280	245
11.44	1,45			360	300*	260
	1,16			270	240*	210
* na 21 min.						
12.39	1,38	860	470		330*	300
	1,15	580	360		260*	240
* na 22 min.						
	2,30 geroerd	960	850		500	400
	1,84 geroerd	920	730		460	396
13.33	1,44					320
	1,20					225
14.55	1,26					260
	1,05					220
15.50	1,61	760		390	350*	310
	1,38	580		330	300*	270
	2,30 geroerd	970		560	460*	350
	5,2 geroerd	1000		950	920*	830
* na 21 min.						
16.45	1,31	830	420		320*	280
* na 21 min.						
Breda 18 09.00	1,80					460
10.44	1,44	960	600		400	345
	1,08	670	380		280	240
11.44	1,28			380	340	290
	0,96			280	240	210
	3,20 geroerd			950	890	790
	2,56 geroerd			880	750	620
12.39	1,45	940	860		500	410
	1,16	660	380		290	260
13.33	1,24					300
	0,95					240

bezinkproef	drogestof-concentratie kg/m³	bezinkvolume ml/l				
		na 5 min.	na 10 min.	na 15 min.	na 20 min.	na 30 min.
14.55	1,30					320
	1,04					240
15.50	1,25	830		380	350*	310
	1,00	480		290	260*	235
* na 21 min.						
16.45	1,04					
	2,60 geroerd	990	950		760*	620
	4,10 geroerd	1000	980		930*	860
* na 21 min.						
Breda 19 11.29	1,05			310*	290	250
	1,40			430*	400	345
* na 17 min.						
13.02	0,90	450			240	210
	1,20	620			330	290
14.05	2,60 geroerd	980	900*		740**	620
	2,08 geroerd	960	720*		760**	470
	0,91	470	280*		240**	210
	1,17	710	370*		310**	280
* na 13 min.						
** na 22 min.						
Breda 20 11.29	1,02			310*	290	250
	1,36			430*	400	345
* na 17 min.						
13.02	2,90 geroerd	990			790	640
	2,32 geroerd	980			640	500
	0,87	450			250	210
	1,16	620			330	290
14.05	0,91	520	290*		240**	210
	1,17	660	380*		320**	280
* na 13 min.						
** na 22 min.						
Breda 21						
AT 2 12.07	1,26					230
	1,47					270
	1,36					260
	1,19					220
12.30	1,70 geroerd		490	390	360	250
	4,60 geroerd		970	930	900	780
13.22	1,44		390		300	280
	1,28		340		260	240
15.27	1,75 geroerd		520	390	320	240
	4,40 geroerd		970	940	880	750
	1,75		460	400	360	320
	1,58		420	360	330	290
16.15	1,70		440	380	350	310
	1,53		390	335	300	270
17.11	1,62					280
	1,44					240

bezinkproef	drogestof-concentratie kg/m³	bezinkvolume ml/l				
		na 5 min.	na 10 min.	na 15 min.	na 20 min.	na 30 min.
Breda 22						
AT 3 12.07	1,55					360
	1,80		860	660	590	490
	1,50		520	450	420	370
13.22	1,22		360			240
	0,95		280			190
	2,70 geroerd		910			510
	4,50 geroerd		980			840
15.27	1,27		410	350	320	280
	1,04		310	260	240	210
16.15	2,25 geroerd		820	650	560	440
	5,90 geroerd		980	960	940	880
	1,35		460	390	360	310
	1,13		360	310	280	250
17.11	2,25 geroerd					470
	1,24					260
	1,01					210

bezinkproef	drogestof-concentratie kg/m³	bezinkvolume ml/l				
		na 5 min.	na 10 min.	na 15 min.	na 20 min.	na 30 min.
Leiden 23 13.00	2,40	600	350		260	230
	2,70	880	460		320	280
	3,00	920	540		360	320
13.00	2,40 geroerd	480		190		130
	4,80 geroerd	870		440		300
16.09	1,98	380	260		200	180
	2,34	520	440		260	220
	2,88	920	790		480	370
17.22	2,31	530	340	280	250	220
	2,48	830	440	370	320	270
	2,64	850	480	380	350	280
17.22	3,30 geroerd	700	370	280	240	200
20.05	2,74	900	780	620	520	370
	2,92	940	840	700	580	420
	3,29	940	860	760	680	520
21.25	2,43		380		280	240
	2,63		770		480	360
	2,84		460		330	290
Leiden 24 11.39	0,77	90	60	-	-	-
	1,54	220	160	140	130	120
	2,31	340	260	220	200	180
	3,08	840	620	460	370	300
11.39	2,70	440	310	260		220
	3,08	680	430	360		280
	3,47	900	710	560		360
	3,85	910	740	600		410
13.20	2,16	320	240	200	180	170
	2,43	360	270	230	210	190
	2,70	550	380	340	260	230
	2,97	720	500	380	320	270
14.40	2,34	400		260	220	200
	2,54	480		280	240	220
	2,73	680		340	300	240
	2,93	690		340	300	260
Leiden 25 18.04	2,76		510	380	330	270
	2,99		670	440	370	300
	3,22		770	590	500	370
	3,45		820	670	580	430
18.48	2,47	600	340	300	260	220
	2,61	740	380	320	280	240
	2,76	880	500	370		280
	2,90	900	760	500		340
19.50	2,28		280	240	220	200
	2,40		380	280	250	220

bezinkproef	drogestof-concentratie kg/m³	bezinkvolume ml/l				
		na 5 min.	na 10 min.	na 15 min.	na 20 min.	na 30 min.
Malden 26 11.00	2,20	420	400	340*		290
	2,64	860	600	520*		420
11.00	2,30	720	520	430*		350
	2,76	920	790	630*		500
* na 17 min.						
11.00	4,60 geroerd	900*			560	430
	3,22 geroerd	720*			370	280
	1,84 geroerd	400*			190	150
* na 7 min.						
12.14	1,52	350	290	250	230	200
	1,90	470	380	330	300	270
12.14	1,64	380	310	280	250	220
	2,05	560	440	390	350	320
	3,80 geroerd	920	760			360
	3,04 geroerd	840	590			250
	1,90 geroerd	560	300			140
13.20	1,70	400		260*	240**	220
	2,04	500		350*	310**	280
	2,38	680		480*	450**	400
* na 17 min.						
** na 21 min.						
13.20	1,80	420		280*	260**	240
	2,16	540		370*	340**	310
	2,52	880		670*	570**	480
* na 17 min.						
** na 21 min.						
15.50	1,62					220
	1,76					240
	1,89					260
	1,68					225
	1,82					245
	1,96					260
17.00	1,88	520	400	340	300	280
	2,13	770	550	440	400	360
	1,88	510	390	330	290	260
	2,13	650	480	400	360	320
Malden 27 11.35	2,70	840	750	680	610	520
	2,00	460	380	340	305	270
	1,70	360	300	265	240	215
	1,40	280	215	200	180	160
11.35	3,40 geroerd	83	62	46	38	29
	2,40 geroerd	64	42	30	24	18
12.50	2,80	900*	860	740**	705	600
	2,10	420*	380	320**	300	270
	1,80	330*	300	250**	240	210
	1,40	260*	240	200**	190	170
* na 7 min.						
** na 17 min.						
	3,50 geroerd	80*	66	46**	41	32
	2,50 geroerd	59*	49	35**	32	24

bezinkproef	drogestof-concentratie kg/m³	bezinkvolume ml/l				
		na 5 min.	na 10 min.	na 15 min.	na 20 min.	na 30 min.
14.00	3,00	900*	840	750	640**	560
	2,40	560*	480	420	360**	330
	1,80	350*	310	270	230**	220
	1,50	280*	240	210	180**	170
	3,00 geroerd	68*	52	39	29**	24
	2,70 geroerd	64*	50	39	30**	26
* na 7 min.						
** na 22 min.						
15.40	2,70	910	720	620	540	460
	2,20	530	390	350	310	280
	1,60	360	280	250	215	200
	1,40	290	220	200	180	160
	2,70 geroerd	82	50	38	29	22
	2,40 geroerd	72	44	34	27	21
17.18	1,90					250
	1,70					200
	2,00					260
	1,80					220

bezink-proef	drogestof-gehalte G (kg/m³)	slibindex I (ml/g)	verdunde index Isv (ml/g)	geroerde index SSV (ml/g)	standaard geroerde index $SSVI_{3,5}$ (ml/g)
Breda 1	1,80		161	122	148
AT 1 13.00	2,25	187			
	2,70	253		156	
	3,60			180	
14.49	1,60		156	125	144
	2,00	165			
	2,40	183		133	
	3,20			141	
Breda 2	5,10	188			
AT 2 11.40	2,55	184			
	2,00	190			
13.13	4,00	223			
	2,00	175			
	1,60		163		
14.40	3,50	251			
	1,75		160		
	1,40		157		
16.22	3,25	237		150	149
	1,95	174			
	1,60		175		
	6,70			139	
	4,60			190	
17.09	1,55		161		
	1,25		160		
Breda 2/3					
AT 3 15.35	1,60		119		
	2,00		120		
AT 1 15.35	1,36		154		
	1,70		159		
AT 1 17.09	1,55		161		
AT 3 17.09	1,90		132		
Breda 3	4,90	194			
AT 2 12.30	2,00		125		
	1,50		123		
14.25	1,40		157		
	3,50	267			
Breda 4					
AT 3 12.30	3,80	250			
	1,50		183		
	1,10		173		
14.25	4,75	200			
	1,90		142		
	4,75			147	
	2,40			125	

bezink-proef	drogestof-gehalte G (kg/m³)	slibindex I (ml/g)	verdunde index Isv (ml/g)	geroerde index SSV (ml/g)	standaard geroerde index $SSVI_{3,5}$ (ml/g)
Breda 5					
AT 3 08.57	1,50		140		
	2,00		140		
11.00	1,41		142		
	1,88		144		
12.48	1,41		128		
	1,88		133		
	4,70			140	128
	2.35			119	
	6,00			138	
17.00	1,52		138		
	1,90		153		
Breda 6					
AT 2 08.57	1,40		186		
11.00	1,56		180		
12.48	1,84	185			
17.00	1,52		185		
Breda 7					
AT 1 08.57	1,80		167		
11.00	1,86		167		
12.48	1,96		163		
17.00	1,48		176		
Breda 8					
AT 1 09.45	1,53		150		
	2,04	167		123	146
	3,06			141	
	4,08			154	
14.30	0,93	151			
	1,24		157	117	159
	1,86			132	
	2,48			139	
16.17	1,65		170		
	1,98		172		
Breda 9					
AT 2 09.45	1,62		164		
	2,16	204		130	142
	3,24			142	
	4,32			148	
14.30	1,52		164	118	159
	2,28		202	140	
	3,04			146	
	1,90	189			
Breda 8/9					
AT 3 14.30	1,44		132		

bezink-proef	drogestof-gehalte G (kg/m³)	slibindex I (ml/g)	verdunde index Isv (ml/g)	geroerde index SSV (ml/g)	standaard geroerde index $SSVI_{3,5}$ (ml/g)
Breda 10					
AT 2 09.30	1,50		140		
	2,30		130		
11.50	1,90		137		
	2,30		135	117	119
	3,80			121	
	5,30			121	
14.15	1,80		139		
	2,10		143		
16.15	1,40		150		
	1,70		135		
18.00	1,80		156		
	2,30		148	126	137
	3,20			134	
21.09	1,80		161		
	2,30		170		
Breda 11	2,70	167			
AT 1 09.30	2,20		145		
11.50	1,60		150		
	2,10		152		
14.15	1,50		153		
	1,90		158		
16.15	1,10		145		
	1,40		150		
16.37	1,20			117	171
	2,10			143	
	3,00			157	
18.00	1,70		171		
	2,00		165	140	
21.09	1,70		171		
	2,00	180			
Breda 12					
AT 1 10.30	1,08		167		
	1,26		175		
13.00	1,40		200		
13.45	2,07			140	148
	4,14			152	
	6,90			130	
15.15	2,31	195			
	2,64	182			
17.10	1,20		154		
	1,80		161		
	3,00			143	137
	1,50			133	
	6,60			136	
19.52	1,86		161		
	2,33	163			

bezink-proef	drogestof-gehalte G (kg/m³)	slibindex I (ml/g)	verdunde index Isv (ml/g)	geroerde index SSV (ml/g)	standaard geroerde index $SSVI_{3,5}$ (ml/g)
Breda 13					
AT 2 10.30	1,90		142		
	2,66	147			
13.00	1,78		152		
	2,49	157			
15.15	1,83			126	135
	3,66			145	
	6,10			141	
	1,53		150		
	2,14		150		
17.10	1,65		145		
	2,20	168			
Breda 14					
AT 2 11.15	1,46		158		
	2,19		155		
12.50	1,90		137		
	2,28		140	132	134
	4,56			140	
	7,60			120	
15.35	1,89		148	122	130
	2,21		145		
	3,78			140	
	6,30			128	
17.20	1,93		145		
	2,20		145		
20.00	1,79		156		
	2,30	161			
Breda 15					
AT 1 11.15	2,04		152		
	2,55	157			
	1,53			105	126
	3,06			147	
	5,10			127	
12.50	1,89		148		
	2,43	148			
15.35	1,32		144		
	1,65		145		
17.20	1,62		148		
	1,89		153		
	1,35			104	109
	2,70			122	
	8,10			96	
10.00	1,89		158		
	2,16	162			

bezink-proef	drogestof-gehalte G (kg/m³)	slibindex I (ml/g)	verdunde index Isv (ml/g)	geroerde index SSV (ml/g)	standaard geroerde index $SSVI_{3,5}$ (ml/g)
Breda 16					
AT 3 11.45	1,15		209		
	0,81		198		
	0,69		181		
12.50	3,20	300			
	1,60	460			
	1,28	273			
Breda 17					
AT 2 09.00	1,60		188		
10.44	1,60		200		
	1,28		191		
11.44	1,45		179		
	1,16		181		
12.39	1,38		217		
	1,15		209		
	2,30			174	170
	1,84			215	
13.33	1,44		222		
	1,20		187		
14.55	1,26		206		
	1,05		210		
15.50	1,61		193		
	1,38		196		
	2,30			152	
	5,20			160	
16.45	1,38		203		
Breda 18					
AT 3 09.00	1,80	255			
10.44	1,44		240		
	1,08		222		
11.44	1,28		226		
	0,96		219		
	3,20		247		
	2,56		242		
12.39	1,45	283			
	1,16		224		
13.33	1,24		242		
	0,95		253		
14.55	1,30		246		
	1,04		231		
15.50	1,25		248		
	1,00		235		
16.45	1,04		240		
	2,60			238	221
	4,10			210	

bezink-proef	drogestof-gehalte G (kg/m³)	slibindex I (ml/g)	verdunde index Isv (ml/g)	geroerde index SSV (ml/g)	standaard geroerde index $SSVI_{3,5}$ (ml/g)
Breda 17/18					
AT 1 09.00	2,22	405			
	1,85	405			
16.45	1,44	278			
	1,20		250		
Breda 19					
AT 3 11.29	1,05		238		
	1,40	246			
13.02	0,90		233		
	1,20		242		
14.05	2,60			238	259
	2,08			226	
	0,91		231		
	1,17		239		
Breda 20					
AT 1 11.29	1,02		245		
	1,36	257			
13.02	2,90			221	226
	2,32			216	
	0,87		241		
	1,16		250		
14.05	0,91		231		
	1,17		239		
Breda 21					
AT 2 12.07	1,26		183		
	1,47		184		
	1,36		191		
	1,19		185		
12.30	1,70			147	161
	4,60			170	
13.22	1,44		194		
	1,28		188		
15.27	1,75			137	159
	4,40			170	
	1,75		183		
	1,58		184		
16.15	1,70		182		
	1,53		176		
17.11	1,62		173		
	1,44		167		

bezink-proef	drogestof-gehalte G (kg/m³)	slibindex I (ml/g)	verdunde index Isv (ml/g)	geroerde index SSV (ml/g)	standaard geroerde index $SSVI_{3,5}$ (ml/g)
Breda 22					
AT 3 12.07	1,55	232			
	1,80	272			
	1,50	247			
13.22	1,22		197		
	0,95		200		
	2,70			189	188
	4,50			187	
15.27	1,27		220		
	1,04		202		
16.15	2,25			196	180
	5,90			150	
	1,35		230		
	1,13		221		
17.11	2,25			210	
	1,24		210		
	1,01		208		

bezink-proef	drogestof-gehalte G (kg/m³)	slibindex I (ml/g)	verdunde index Isv (ml/g)	geroerde index SSV (ml/g)	standaard geroerde index $SSVI_{3,5}$ (ml/g)
Leiden 23					
13.00	2,40		96	54	59
	2,70		104		
	3,00		107		
	4,80			63	
16.09	1,98		91		
	2,34		94		
	2,88	128			
17.22	2,31		95		
	2,48		109		
	2,64		106		
	3,30			61	
20.05	2,74	135			
	2,92	144			
	3,29	158			
21.25	2,43				
	2,63	137	99		
	2,84		102		
Leiden 24					
11.39	1,54	78			
	2,31	78			
	3,08		97		
	2,70		81		
	3,47	104			
	3,85	106			
13.30	2,16		79		
	2,43		78		
	2,70		85		
	2,97		91		
14.40	2,34		85		
	2,54		87		
	2,73		88		
	2,93		89		
Leiden 25					
18.04	2,76		98		
	2,99		100		
	3,22	115			
	3,45	125			
18.48	2,47		89		
	2,61		92		
	2,76		101		
	2,90	117			
19.50	2,28		88		
	2,40		92		

bezink-proef	drogestof-gehalte G (kg/m³)	slibindex I (ml/g)	verdunde index Isv (ml/g)	geroerde index SSV (ml/g)	standaard geroerde index $SSVI_{3,5}$ (ml/g)
Malden 26					
11.00	2,20		132		
	2,64	159			
	2,30	152			
	2,76	181			
	4,60			93	88
	3,22			87	
	1,84			82	
12.14	1,52		132		
	1,90		142		
	1,64		134		
	2,05	156			
	3,80			95	90
	3,04			82	
	1,90			74	
13.20	1,70		129		
	2,04		137		
	2,38	168			
	1,80		133		
	2,16	144			
	2,52		190		
15.50	1,62		136		
	1,76		136		
	1,89		138		
	1,68		134		
	1,82		135		
	1,96		133		
17.00	1,88		149		
	2,13	169			
	1,88		138		
	2,13	150			
Malden 27					
11.35	2,70	193			
	2,00		135		
	1,70		126		
	1,40	114			
	3,40			177	173
	2,40			150	
12.50	2,80	214			
	2,10		129		
	1,80		117		
	1,40	121			
	3,50			183	183
	2,50			192	
14.00	3,00	187			
	2,40	138			
	1,80		122		
	1,50	112			153
	3,00			160	
	2,70			193	

bezink-proef	drogestof-gehalte G (kg/m³)	slibindex I (ml/g)	verdunde index Isv (ml/g)	geroerde index SSV (ml/g)	standaard geroerde index $SSVI_{3,5}$ (ml/g)
15.40	2,70	170			
	2,20		127		
	1,60		125		
	1,40	114			
	2,70			163	
	2,40			175	
17.18	1,90		132		
	1,70		118		
	2,00		130		
	1,80		122		

Bepaling van de lineaire bezinksnelheden

De meetresultaten van de bezinkproeven te Breda voor het slib uit aëratietank 2 zijn grafisch uitgezet. Uit de grafieken van de ongeroerde proeven zijn lineaire bezinksnelheden afgelezen.
Deze zijn in tabel 1 te zamen met de bijbehorende drogestofconcentraties verzameld.

proefnummer	drogestofconcentratie G (kg/m³)	lineaire bezinksnelheid V_s (m/h)
2	2,00	1,40
	2,55	0,88
	5,10	<< 0,03
	1,40	2,10
	1,75	1,30
	3,50	<< 0,08
3	4,90	<< 0,03
	2,00	1,30
	1,50	1,60
	3,50	0,15
	1,40	1,80
6	1,56	2,20
	1,84	1,65
	1,52	1,70
9	1,52	2,10
10	1,50	2,10
	2,30	1,15
	1,90	2,50
	2,30	1,10
	1,70	1,80
	1,40	2,30
	2,30	1,05
	1,80	1,20
13	1,90	1,80
	2,66	1,05
	1,78	1,90
	2,49	1,00
14	1,53	1,40
	2,14	2,50
	1,46	2,10
	2,19	1,00
	2,28	1,15
	1,90	1,90

BIJLAGE 4

Berekeningen

Proeven op de inrichtingen te Breda, Leiden ZW en Malden

1 De aanvoerconcentratie

De meetresultaten van de drogestofconcentratie van de aanvoer tussen begin en einde van de proef zijn met behulp van de methode van de kleinste kwadraten benaderd. Voor die proeven waarbij het drogestofgehalte geen continu verloop vertoont, is de gemiddelde waarde ($\bar{x}$) bepaald. Voor de andere proeven is een lineaire benadering gehanteerd. Deze heeft de vorm:

$$G_a = A + B.t \qquad (kg/m^3)$$

Bij deze formule wordt correlatiecoëfficiënt r aangegeven.
Voor enkele proeven is het verloop van G_a weergegeven door twee lineaire functies.

De concentratie (G_a) is in kg/m³ en de tijd (t) in minuten uitgedrukt.
De waarden van A, B, r en $\bar{x}$ zijn in tabel 1 verzameld.

Deze gegevens zijn in de figuren van bijlage 1 verwerkt.

proef	A	B	r	A	B	r
Breda 1	2,89	$9,8 \cdot 10^{-3}$	0,998	4,67	$-2,6 \cdot 10^{-3}$	- 0,881
Breda 2	4,83	$-7,0 \cdot 10^{-3}$	- 0,966	3,85	$-2,1 \cdot 10^{-3}$	- 0,840
Breda 3	4,90	$-10,9 \cdot 10^{-3}$	- 0,998			
Breda 4	5,70	$-9,6 \cdot 10^{-3}$	1	4,97	$-0,5 \cdot 10^{-3}$	- 0,814
Breda 5	4,81	$-2,9 \cdot 10^{-3}$	- 0,866		$\bar{x} = 3,9$	
Breda 6	5,13	$-5,9 \cdot 10^{-3}$	- 0,984	4,16	$-0,95 \cdot 10^{-3}$	- 0,867
Breda 8		$\bar{x} = 3,4$				
Breda 9		$\bar{x} = 3,7$				
Breda 10	6,21	$-6,0 \cdot 10^{-3}$	- 0,948		$\bar{x} = 4,57$	
Breda 11	4,72	$-9,0 \cdot 10^{-3}$	- 0,989		$\bar{x} = 2,90$	
Breda 12	3,71	$-3,7 \cdot 10^{-3}$	- 0,71		$\bar{x} = 3,10$	
Breda 13	6,86	$-5,7 \cdot 10^{-3}$	- 0,960		$\bar{x} = 5,40$	
Breda 14	7,12	$-6,3 \cdot 10^{-3}$	- 0,973		$\bar{x} = 5,14$	
Breda 15	4,33	$-7,0 \cdot 10^{-3}$	- 0,927		$\bar{x} = 2,66$	
Breda 16	2,76	$-0,7 \cdot 10^{-3}$	- 0,805			
Breda 17	3,22	$-4,2 \cdot 10^{-3}$	- 0,938		$\bar{x} = 2,25$	
Breda 18	3,66	$-5,3 \cdot 10^{-3}$	- 0,993	2,78	$-0,8 \cdot 10^{-3}$	- 0,475
Breda 19	3,54	$-4,5 \cdot 10^{-3}$	- 0,981			
Breda 20	3,17	$-2,7 \cdot 10^{-3}$	- 0,970			
Breda 21	1,62	$+0,4 \cdot 10^{-3}$	+ 0,695			
Breda 22	3,22	$-3,3 \cdot 10^{-3}$	- 0,992		$\bar{x} = 2,25$	
Leiden 23		$\bar{x} = 3,6$				
Leiden 24	3,90	$\pm 1,7 \cdot 10^{-3}$	0,705			
Leiden 25		$\bar{x} = 2,5$				
Malden 26	+ 4,36	$-5,6 \cdot 10^{-3}$	- 0,977	3,07	$-1,4 \cdot 10^{-3}$	- 0,939
Malden 27	3,62	$-3,3 \cdot 10^{-3}$	- 0,920	3,42	$-2,8 \cdot 10^{-3}$	- 0,726

Tabel 1. De coëfficiënten voor de lineaire functies voor G_a

2 De retourslibconcentratie

De meetresultaten van het drogestofgehalte van het retourslib zijn, voor zover zij tussen het minimum kort na de start van de proeven en het einde van de proef liggen, op dezelfde wijze bewerkt als de aanvoerconcentraties. In sommige gevallen is gekozen voor een benadering door twee lineaire functies, elkaar in de tijd opvolgend.
De vorm van de functie is:

$$G_r = C + D.t \qquad (kg/m^3)$$

Bij een aantal proeven is geconstateerd dat G_r nauwelijks veranderd is; in die gevallen zijn de meetwaarden gemiddeld.
De waarden voor C, D; $\bar{x}$ en de correlatiecoëfficiënt r zijn in tabel 2 verzameld. De tijd is uitgedrukt in minuten.
Deze gegevens zijn in de figuren van bijlage 1 weergegeven.

proef	C	D	r	C	D	r
Breda 1	6,21	$1,17 . 10^{-3}$	0,59			
Breda 2	5,87	$6,70 . 10^{-3}$	1			
Breda 3	5,87	$4,61 . 10^{-3}$	0,92			
Breda 4	6,40	$2,90 . 10^{-3}$	1	6,22	$2,50 . 10^{-3}$	1
Breda 5	5,40	$7,88 . 10^{-3}$	1	5,93	$4,65 . 10^{-3}$	1
Breda 6	5,67	$4,37 . 10^{-3}$	0,952		$\bar{x} = 7,0$	
Breda 7						
Breda 8		$\bar{x} = 6,7$				
Breda 9		$\bar{x} = 6,6$				
Breda 10	8,36	$- 1,85 . 10^{-3}$	- 0,946	7,05	$+ 1,94 . 10^{-3}$	0,915
Breda 11	5,56	$- 1,08 . 10^{-3}$	1		$\bar{x} = 5,15$	
Breda 12	6,62	$+ 0,95 . 10^{-3}$	1			
Breda 13	8,24	$- 1,86 . 10^{-3}$	- 0,776			
Breda 14	8,37	$+ 1,26 . 10^{-3}$	0,897			
Breda 15	8,01	$+ 0,90 . 10^{-3}$	0,962			
Breda 16	3,89	$9,50 . 10^{-3}$	1			
Breda 17	4,11	$10,00 . 10^{-3}$	0,999	6,57	$1,20 . 10^{-3}$	1
Breda 18	3,94	$6,10 . 10^{-3}$	0,909			
Breda 19		$\bar{x} = 4,75$				
Breda 20	3,24	$4,9 . 10^{-3}$	1	3,74	$1,20 . 10^{-3}$	1
Breda 21	3,88	$1,2 . 10^{-3}$	1			
Breda 22	4,01	$6,3 . 10^{-3}$	0,918		$\bar{x} = 6,13$	
Leiden 23	16,25	$- 7,87 . 10^{-3}$	- 0,907			
Leiden 24	10,20	$+ 22,03 . 10^{-3}$	- 0,987			
Leiden 25	13,13	$+ 12,82 . 10^{-3}$	+ 0,965			
Malden 26	4,57	$2,07 . 10^{-3}$	+ 0,90	5,03	$- 0,39 . 10^{-3}$	- 0,491
Malden 27	3,91	$+ 1,00 . 10^{-3}$	+ 0,832			

Tabel 2. De coëfficiënt voor de lineaire functies voor G_r

3 De slibspiegelhoogte

De meetresultaten van de slibspiegelhoogte, die liggen tussen begin en einde van de proef, zijn op dezelfde wijze bewerkt als die voor de retourslibconcentratie. Dit geeft ook voor de slibspiegelhoogte de beste benadering. De vorm van de functie is:

$$h_s = E + F.t \qquad (m)$$

h_s en t worden uitgedrukt in m-onder-de-waterspiegel, respectievelijk minuten.

De waarden van E, F en de correlatiecoëfficiënt zijn verzameld in tabel 3.

Deze gegevens zijn in de figuren van bijlage 1 weergegeven.

proef	E	F	r	E	F	r
Breda 1	1,47	$-1,60 \cdot 10^{-3}$	- 0,998	1,16	$-0,09 \cdot 10^{-3}$	- 1
Breda 2	1,87	$-9,23 \cdot 10^{-3}$	- 0,948	1,16	$-3,41 \cdot 10^{-3}$	- 0,978
Breda 3	1,86	$-9,70 \cdot 10^{-3}$	- 0,992	3,29	$-6,90 \cdot 10^{-3}$	- 0,991
Breda 4	2,05	$-5,40 \cdot 10^{-3}$	- 0,980	2,43	$-2,00 \cdot 10^{-3}$	- 0,940
Breda 5	2,14	$-5,80 \cdot 10^{-3}$	- 0,990	1,44	$-0,51 \cdot 10^{-3}$	- 0,720
Breda 6	1,88	$-7,90 \cdot 10^{-3}$	- 0,997	1,26	$-2,10 \cdot 10$	- 0,980
Breda 7						
Breda 8	2,08	$-6,60 \cdot 10^{-3}$	- 0,992			
Breda 9	1,98	$-2,78 \cdot 10^{-3}$	- 0,981		$\bar{x} = 1,38$	
Breda 10	1,37	$-2,42 \cdot 10^{-3}$	- 0,997	0,99	$-0,85 \cdot 10^{-3}$	- 0,957
Breda 11	1,64	$-7,69 \cdot 10^{-3}$	- 0,999	1,32	$-4,26 \cdot 10^{-3}$	- 0,994
Breda 12	1,79	$-6,02 \cdot 10^{-3}$	- 0,970		$\bar{x} = 0,874$	
Breda 13	1,46	$-3,99 \cdot 10^{-3}$	- 0,987	0,88	$-0,79 \cdot 10^{-3}$	- 0,981
Breda 14	1,70	$-3,97 \cdot 10^{-3}$	- 0,995	1,27	$-1,92 \cdot 10^{-3}$	- 0,992
Breda 15	2,00	$-6,17 \cdot 10^{-3}$	- 0,985	1,33	$-0,50 \cdot 10^{-3}$	- 0,935
Breda 16	2,02	$-6,50 \cdot 10^{-3}$	- 0,982			
Breda 17	2,09	$-4,10 \cdot 10^{-3}$	- 0,981		$\bar{x} = 1,60$	
Breda 18	1,94	$-5,90 \cdot 10^{-3}$	- 0,986	1,43	$-1,80 \cdot 10^{-3}$	- 0,989
Breda 19	1,98	$-2,80 \cdot 10^{-3}$	- 0,994	1,42	$-0,50 \cdot 10^{-3}$	- 0,982
Breda 20	1,99	$-2,20 \cdot 10^{-3}$	- 1	1,75	$-0,70 \cdot 10^{-3}$	- 0,957
Breda 21	2,17	$-5,20 \cdot 10^{-3}$	- 0,998	1,57	$+0,50 \cdot 10^{-3}$	+ 0,7937
Breda 22	2,09	$-6,0 \cdot 10^{-3}$	- 0,990	1,09	$-0,90 \cdot 10^{-3}$	- 0,963
Leiden 23	1,65	$-4,90 \cdot 10^{-3}$	- 0,983		$\bar{x} = 1,37$	
Leiden 24	1,41	$-4,34 \cdot 10^{-3}$	- 0,934	1,03	$+0,85 \cdot 10^{-3}$	+ 0,965
Leiden 25	1,28	$-9,36 \cdot 10^{-3}$	- 0,976	0,77	$+1,01 \cdot 10^{-3}$	- 0,917
Malden 26	1,73	$-9,75 \cdot 10^{-3}$	- 0,999		$\bar{x} = 0,47$	
Malden 27	0,87	$-0,30 \cdot 10^{-3}$	- 0,980			

Tabel 3. De coëfficiënt voor de lineaire functies voor h_s

BIJLAGE 5

Gebruikte apparatuur

1 De slibspiegelhoogte

De slibspiegelhoogte wordt met een sonde bepaald.
Deze sonde bevat een lampje en een daar tegenoverliggende foto-elektrische cel. De kabel waaraan de sonde vanaf de ruimerbrug in het water gelaten wordt, heeft een maatverdeling. Zodra de sonde in de sliblaag terechtkomt ontvangt de fotocel te weinig licht en wordt een signaal gegeven.
De methode voldoet goed. De slibspiegel is op enkele cm nauwkeurig te bepalen.

2 Drogestofbemonstering

Voor de bemonstering van aanvoer en retourslib is gebruik gemaakt van vacuüm bemonsteringsapparaten.
Op gezette tijden zijn mengmonsters genomen.
De retourslibconcentratie is niet alleen bepaald door bemonstering doch bovendien door gebruik te maken van een drogestofconcentratiemeter (merk Eur-Control, type MEX 2) en een recorder. Deze concentratiemeter werkt volgens hetzelfde principe als de slibspiegeldetector.
Alleen geeft de concentratiemeter een continu verlopend signaal dat omgerekend kan worden in drogestofconcentratie.
Voor iedere slibsoort (dus voor iedere rwzi) moet deze omrekening - ijking - opnieuw gedaan worden.
Deze methode voldoet goed. Met deze drogestofconcentratiemeter is eveneens de drogestofconcentratie van de aanvoer bepaald. Het effluent is ofwel met een slangenpomp bemonsterd of als steekmonster genomen.

3 Slibprofielen

Tijdens vrijwel alle proeven zijn slibprofielen genomen. Hiervoor is gebruik gemaakt van eenzelfde drogestofconcentratiemeter als hierboven beschreven. De sonde van de drogestofconcentratiemeter (merk Eur-Control, type MEX 2) wordt neergelaten in de tank. Op de kabel van de sonde is een afstandschaal aangebracht. Na ijking van de meteruitslag is de drogestofconcentratie direct te bepalen uit de aflezing.
Deze methode voldoet goed voor het meten van de drogestofconcentraties onder de slibspiegel.
Voor de gebruikte sonde is een minimum concentratie van ∿ 1 g/l vereist.

4 Bezinkproeven

Voor de bepaling van de ongecorrigeerde en de verdunde slibvolume-index en van de lineaire bezinksnelheid is gebruik gemaakt van glazen standaard één-liter cilinders (Ø 6 cm, vulhoogte 36 cm). Voor de bepaling van de geroerde slibvolume-index is het door het WRC ontwikkelde apparaat gebruikt: een perspex cilinder met een inwendige diameter 10 cm en een vulhoogte 50 cm, waarin tijdens de proef een stel roerstaven met één omwenteling per minuut ronddraait.
Het slib wordt met verschillende verdunningen (met effluent) in een aantal cilinders naast elkaar bezonken.
De verdunde index is volgens de betreffende NEN-norm vastgesteld, de geroerde index volgens de WRC-richtlijn.

BIJLAGE 6

Symbolen

Symbool	betekenis	eenheid
A_{NB}	oppervlakte nabezinktank	m^2
B	breedte nabezinktank	m
Fr	getal van Froude	
G	drogestofconcentratie	kg/m^3
G_a	drogestofconcentratie in de nabezinktank	kg/m^3
$G_{a,\ dwa}$	idem, bij dwa	kg/m^3
$G_{a,\ rwa}$	idem, bij rwa	kg/m^3
G_{gem}	drogestofconcentratie van de slib-(buffer)zone exclusief de bodemsliblaag	kg/m^3
$G_{buffering}$	drogestofconcentratie in de bufferzone	kg/m^3
G_c	knikpuntsconcentratie volgens Merkel	kg/m^3
G_e	drogestofgehalte van het effluent	mg/l
G_r	drogestofgehalte van het retourslib	kg/m^3
$G_{r,\ balans}$	idem volgend uit de drogestofbalans	kg/m^3
$G_{r,\ max}$	idem volgens Kalbskopf	kg/m^3
$G_{r,\ meting}$	idem gemeten waarde	kg/m^3
g	zwaartekracht	m/s^2
g_A	drogestofbelasting, berekend volgens $g_A = \frac{Q.G_a}{A}$ of $g_A = \frac{Q+Q_r}{A}.G_a$	$kg/(m^2.h)$
g_L	beperkende drogestofbelasting volgens de solidflux-theorie	$kg/(m^2.h)$
H	hoogte nabezinktank	m
H_{buffer}	maximaal toelaatbare bufferhoogte	m
h_1	hoogte van de slibzone waar bij dwa altijd slib blijft liggen	m
h_2	hoogte bufferzone	m
h_3	hoogte helder-waterlaag	m
h_4	hoogte extra waterniveau	m
h_s	slibspiegelhoogte	m
h_{tot}	totale kantdiepte tank	m
Δh	verschil tussen maximale en minimale slibspiegelhoogte	m
I_{sv}	slibvolume-index bepaald volgens NEN-norm	ml/g
Q	aanvoerdebiet	m^3/h
Q_r	retourslibdebiet	m^3/h
q_A	oppervlaktebelasting tank	$m^3/(m^2.h)$
R	retourslibverhouding $R = Q_r/Q$	
R	hydraulische straal	m
Re	Reynolds getal	
SV	slibvolume ($= I_{sv} \times G_a$)	ml/l
$SVVI_{3,5}$	geroerde slibvolume-index, bepaald volgens de WRC-richtlijn	ml/g
t	tijd	

Symbool	betekenis	eenheid
TD_s	totale hoeveelheid slibdrogestof die tijdens rwa in de nabezinktank gebufferd wordt	kg
$TD_{s,\ max}$	idem, de toelaatbare hoeveelheid	kg
V_{AT}	volume van de aëratietank	m^3
V_h	horizontale vloeistofsnelheid in de tank	m/s
V_{NB}	volume van de nabezinktank	m^3
v_o	oppervlaktebelasting nabezinktank	$m^3/(m^2.h)$
v_s	stijgsnelheid van de slibspiegel	m/h
v_{sleep}	sleepsnelheid van het actief slib	m/h
v_{slib}	lineaire slibbezinksnelheid	m/s
vs_A	slibvolumebelasting, berekend volgens $vs_A = q_A.G_a.I_{sv}$	$l/(m^2.h)$
VS_v	slibvolume, berekend volgens $VS_v = G_a.I_{sv}$	ml/l
ν	kinematische viscositeit van de omringende vloeistof	m^2/s