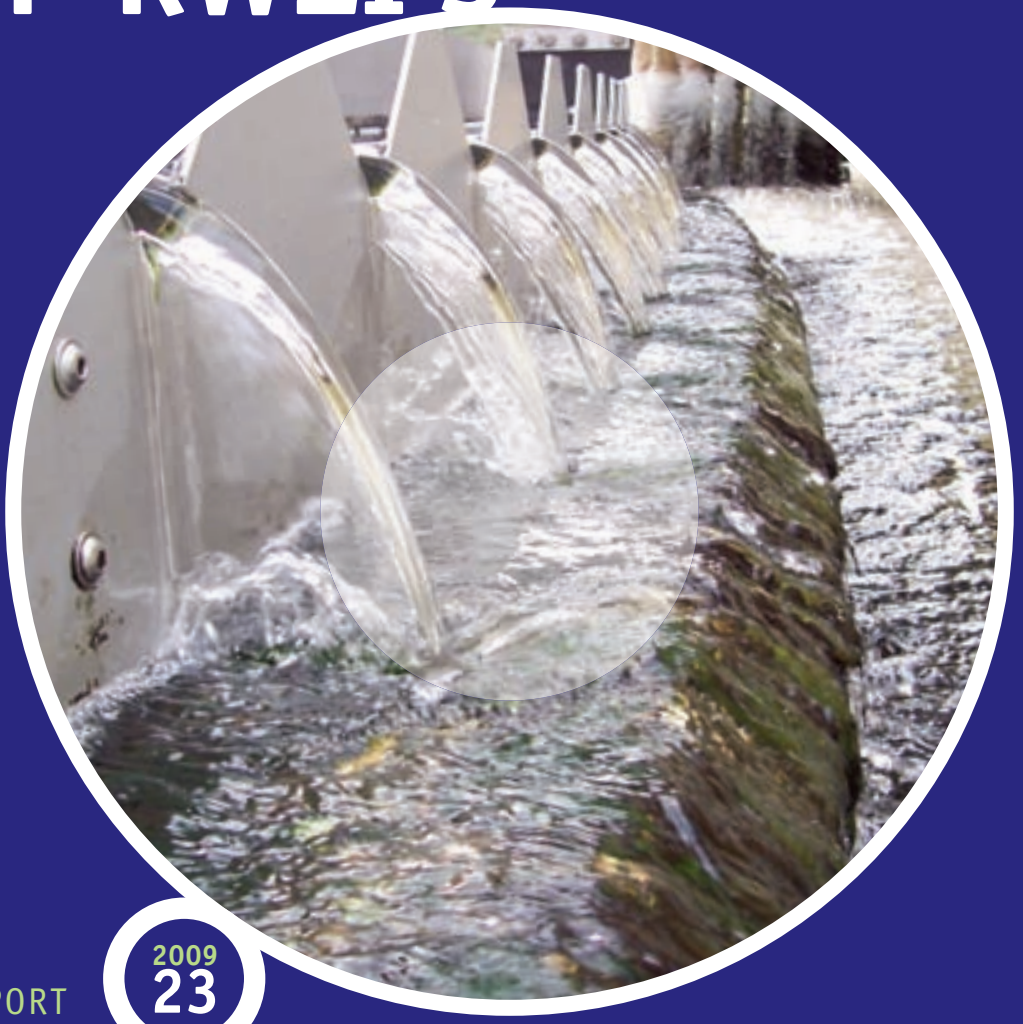
stowa

INVENTARISATIE RICHTLIJNEN EN ERVARINGEN

VOORKOMEN VAN SLIBUITSPOELING OP RWZI'S



RAPPORT 2009 23

stowa

INVENTARISATIE RICHTLIJNEN EN ERVARINGEN

VOORKOMEN VAN SLIBUITSPOELING OP RWZI'S

STOWA 2009 23

ISBN 978.90.5773.442.7

stowa@stowa.nl www.stowa.nl
TEL 030 232 11 99 FAX 030 231 79 80
Arthur van Schendelstraat 816
POSTBUS 8090 3503 RB UTRECHT

Publicaties van de STOWA kunt u bestellen op www.stowa.nl

COLOFON

COLOFON

Utrecht, 2009

UITGAVE STOWA, Utrecht

AUTEURS

Martijn van Leusden (Royal Haskoning)
Jans Kruit (Royal Haskoning, thans Paques BV)

BEGELEIDINGSCOMMISSIE

Marc Augustijn (Waterschap Zeeuwse Eilanden)
Jack Jonk (Waterschap Brabantse Delta)
Elbert Majoor (Waterschap Velt en Vecht)
Dick Marsman (Waterschap Hollandse Delta)
Petra van Otten (Waterschap Regge en Dinkel)
Cora Uijterlinde (STOWA)

FOTO OMSLAG

Nabezinktank 4, rwzi Emmen [bron: Martijn van Leusden]

DRUK

Kruyt Grafisch Adviesbureau

STOWA

Rapportnummer 2009-23
ISBN 978.90.5773.442.7

SAMENVATTING

ALGEMEEN

Vanaf 1970 is veel (inter)nationaal onderzoek verricht naar het bezinkingsgedrag van actief slib op rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi). Met betrekking tot het bezinkingsgedrag van actief slib in nabezinktanks is via praktijkonderzoek de STOWA-richtlijn (Stofkoper 1982) voor nabezinktanks tot stand gekomen. Deze richtlijn is succesvol in Nederland geïmplementeerd.

Nu de meeste rwzi's zijn aangepast en zo goed mogelijk de genoemde richtlijnen in de ontwerpen zijn geïmplementeerd blijkt nog sprake te zijn van incidentele slibuitspoeling. Uit de bedrijfsvergelijking zuiveringsbeheer van 2006 is geconstateerd dat in een niet onaanzienlijk aantal gevallen overschrijdingen van effluenteisen plaatsvinden. Hierbij wordt het criterium "one-out, all-out" gehanteerd. Voor 47% van de gevallen wordt slibuitspoeling als hoofdoorzaak gezien. Uit een enquete uit 2007 blijkt dat op circa 40-50 (van de 390) rwzi's in 2006 niet voldaan werd aan de eis van de zwevende stof concentraties in het effluent (30 mg/l). De meest voor de hand liggende hoofdoorzaken van slibuitspoeling worden de volgende geacht: het ontwerp van de nabezinktanks, bedrijfsvoeringsaspecten, de slibkwaliteit en het proces van regelmatige toetsing van het ontwerp op de afnameverplichting en vergunningseisen (capaciteitsbeheer). Vooral de interacties tussen de verschillende bedrijfsvoeringsaspecten zijn niet adequaat meegenomen in de richtlijnen.

DOEL VAN HET ONDERZOEK

Doel van dit onderzoek is het inventariseren van de toegepaste richtlijnen, het toetsen van de STOWA richtlijnen voor ontwerp en bedrijfsvoering van nabezinktanks ter voorkomen van slibuitspoeling en een beeld krijgen van relaties tussen bedrijfsvoeringsaspecten en slibuitspoeling. Er wordt een strategie opgesteld die kan worden gebruikt om slibuitspoeling zoveel mogelijk te voorkomen.

Hiertoe zijn acht zuiveringsbeheerders geselecteerd waarbij incidentele slibuitspoeling optreedt en het als probleem wordt ervaren. Er zijn 25 rwzi's zowel met en zonder slibuitspoeling geselecteerd. Van in totaal 63 nabezinktanks zijn data verzameld ten behoeve van een analyse van de ontwerpparameters en de bedrijfsvoeringaspecten. In totaal zijn data van 1.730 bemonsteringsdagen geanalyseerd van de periode 2006 en 2007, daar waar wenselijk aangevuld met data uit 2005 en 2008.

VIGERENDE RICHTLIJNEN

De STOWA-richtlijnen uit 1981 zijn gebaseerd op praktijkproeven. Slibuitspoeling hierbij betekende in tegenstelling tot de definitie in dit rapport[1] dat grote hoeveelheden droge stof over de overstortrand(en) stroomden (>> 100 mg/l). De dimensionering van de oppervlakte belasting, retourslibverhouding, minimale kantdiepte, overstortrand en slibruiming liggen vast in grondslagen. Het retourslibdebiet wordt bepaald door een massabalans over de nabezinktank.

1 In deze rapportage wordt slibuitspoeling gedefinieerd als een hoeveelheid onopgeloste bestanddelen in het effluent, waarvan in een 24-uurs debietproportioneel monster de droogrest groter of gelijk is aan 30 mg/l.

De volgende ontwerpparameters van een nabezinktank kunnen per individuele nabezinktank worden toegepast:

- Maximale kantdiepte;
- Oppervlaktebelasting van diepe tanks;
- Vorm en afmeting deflectieschot (modelmatig);
- Omloopsnelheid van de ruimerbrug;
- Configuratie drijflaagafvoer;
- Positie effluentgoot;
- Configuratie slibafvoer.

INVENTARISATIE SLIBUITSPOELINGEN

In de onderzoeksperiode is op 45 dagen van de 1.730 bemonsteringsdata sprake geweest van slibuitspoeling (> 30 mg/l).

- Negen slibuitspoelingen hebben zich voorgedaan tijdens een verbouwing van de rwzi.
- Verkeerde verdeling in verdeelwerken (zowel influentverdeling als verdeling over de nabezinktanks) wordt op vijf rwzi's gezien als oorzaak van slibuitspoeling.
- In 70% van de slibuitspoelingen betrof het een slibuitspoeling met een concentratie lager dan 75 mg/l.
- 80% van de slibuitspoelingen tussen 30 en 75 mg/l hebben plaatsgevonden op dagen met een verhoogd influentdebiet (rwa-dagen).
- Van de rwzi's met slibuitspoeling vindt in een kwart van de gevallen ook slibuitspoeling tijdens dwa plaats.
- Van alle bemonsteringsdagen met slibuitspoeling lag de slibvolume-index (SVI) in 86% van de gevallen onder de ontwerp SVI.
- De meeste slibuitspoelingen (64%) vallen samen met een drogestofgehalte in de aëratietank dat boven de ontwerpwaarde ligt (tot 6 g/l). Doordat bij deze overschrijdingen in 83% van de gevallen de ontwerp SVI niet is overschreden, wordt het drogestofgehalte in de aëratietank als een belangrijke oorzaak van slibuitspoeling gezien.

Nabezinktanks worden qua oppervlaktebelasting en kantdiepte gedimensioneerd volgens de STOWA richtlijnen.

- Van de onderzochte rwzi's voldoet 70% niet aan de grondslagen voor inlooptrommels en deflectieschotten. Dit betreft zowel rwzi's met als zonder slibuitspoeling.
- De STOWA-richtlijn voldoet om slibuitspoeling > 75 mg/l te voorkomen in het werkgebied met oppervlaktebelastingen tussen 0,7 en 1,0 m/h.
- Slibuitspoeling komt voor (ver) onder de STOWA richtlijn ten aanzien van de maximale slibvolumebelasting.

De invloed van enkele specifieke dynamische factoren op slibuitspoeling is als volgt:

- De retourslibregelingen die toegepast worden op rwzi's met slibuitspoeling komen ook voor op rwzi's zonder slibuitspoeling en vice versa. Een aanpassing in de regeling heeft op een aantal rwzi's geleid tot het volledig voorkomen van slibuitspoeling. Dit betreft een verlaging van de afnamecapaciteit tijdens kritische bedrijfssituaties en een introductie van een nalooptijd op de retourslibregeling. De laatstgenoemde maatregel kan worden bestempeld als een verfijning van de retourslibregeling. In de STOWA richtlijnen is het benodigde nabezinkoppervlak niet afhankelijk van de retourslibverhouding. Uit dit onderzoek lijkt deze relatie er wel te zijn.
- Krachtige wind heeft bij rwa een negatieve invloed op de prestatie van (grote ondiepe) nabezinktanks.

- In dit onderzoek is geen relatie gevonden tussen de flocculatietijd van het actief slib en slibuitspoeling bij rwa in het bereik van 1 tot 3 minuten. Flocculatietijden groter dan 5 minuten zijn in dit onderzoek niet voorgekomen.

CONCLUSIES

Uit dit onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De STOWA richtlijn is gevormd vanuit het voorkómen van slibuitspoeling doordat de buffercapaciteit van de nabezinktank overschreden wordt.
- De STOWA richtlijn ten aanzien van de maximale slibvolumebelasting voldoet in alle gevallen ter voorkoming van slibuitspoeling > 75 mg/l.
- In de afgelopen jaren is op meer dan 97% van alle bemonsteringsdagen van de onderzochte rwzi's geen sprake geweest van slibuitspoeling.
- Indien alle bemonsteringsdagen met slibuitspoeling waarop niet voldaan werd aan de geldende STOWA richtlijnen buiten beschouwing worden gelaten, voldoet het effluent in meer dan 99,9% van alle gevallen aan de drogestof norm van 30 mg/l.
- De oorzaken van overschrijdingen van 30 mg/l aan drogestof in het effluent in dit onderzoek zijn onder te verdelen in:
  - Hydraulische overbelasting;
  - Overbelasting op slibvolume;
  - Ombouw / verbouwing van de rwzi;
  - Windinvloeden.
- Het slibgehalte kan niet 'zomaar' verhoogd worden tot boven het ontwerp slibgehalte met handhaving van de toegestane slibvolumebelasting. Er treden slibuitspoelingen op bij verhoogde slibgehalten, ondanks dat de ontwerp slibvolumebelasting niet overschreden wordt.

De maximale slibvolumebelasting is veruit overheersend omtrent het voorkomen van ontoelaatbare slibuitspoelingen. Hierbij dient het drogestofgehalte de ontwerpwaarde niet te overschrijden en dient de SVI zich in de range van 80 tot 120-150 ml/g te bevinden. Deze laatste waarde is afhankelijk van de ontwerpwerpwaarde voor de SVI. De STOWA richtlijn voor slibvolumebelasting voldoet als basis hierbij. Een regeling die het drogestofgehalte stuurt op basis van de actuele SVI zal binnen de gestelde marges dienen te blijven.

STRATEGIE VOORKOMEN SLIBUITSPOELING

Een strategie ter voorkoming van slibuitspoeling kan worden opgesplitst in een strategie tijdens het ontwerpproces en een strategie tijdens de actuele bedrijfsvoering.

Ontwerp

De basis van het voorkomen van slibuitspoeling ligt in het ontwerpen van een configuratie die de SVI goed beheerst (zie STOWA 2001-02). Het ontwerp van het nabezinkproces vindt plaats op basis van de vigerende STOWA richtlijnen met de volgende verfijningen:

- Introduceer een instelbare nalooptijd in de retourslibregeling tijdens RWA.
- Bouw een reserve in tussen het ontwerp drogestofgehalte voor de microbiologische omzettingsprocessen en het ontwerp slibgehalte ten aanzien van de belasting van de nabezinktank. Pas hiervoor een factor van 1,15 toe.
- Zorg voor voldoende reservecapaciteit in de sliblijn.
- Door een on-line zwevendstofmeting op te nemen in de afloop van de nabezinktanks, kan ingegrepen worden indien slibuitspoeling dreigt.
- Lever een grafiek met de relatie tussen SVI en slibgehalte aan bij de bedrijfsvoerder.

Bedrijfsvoering

De bedrijfsvoerder kan in zes stappen de kans op overschrijding van de normen voor zwevend stof in het effluent minimaliseren:

1. Stel de hydraulische belasting per nabezinktank vast.
   Aandachtspunten hierbij zijn dat de maximale aanvoer vanuit de riolering hoger kan zijn dan de ontwerpaanvoer of de afnameverplichting. Tevens lijken verdeelwerken op het eerste gezicht naar de verwachte rato te verdelen. Veel verdeelwerken zijn gevoelig voor de aanstroomrichting. Houdt rekening met de werkelijke verdeling bij de maximale aanvoer of gebruik een veiligheidsmarge.
2. Bepaal het maximale slibvolume.
   Het maximale slibvolume wordt bepaald door uitlezing van de STOWA-richtlijn. Hiertoe dient het 'omgekeerde ontwerpproces' te worden gevolgd.
3. Bepaal het maximale slibgehalte.
   Het maximale slibgehalte dat gehanteerd mag worden is afhankelijk van de mate van slibbuffering in de nabezinktank. Ook deze berekening zal het 'omgekeerde ontwerpproces' moeten volgen.
4. Bepaal het gewenste slibgehalte.
   In bovenstaande benadering is nergens rekening gehouden met reservecapaciteit, fluctuaties en faalmogelijkheden. Bepaal het gewenste slibgehalte op basis van het maximale slibgehalte. Aanbevolen wordt om een veiligheidsfactor van 1,15 te hanteren.
5. Korte termijn maatregelen tijdens slibuitspoeling.
   Indien slibuitspoeling geconstateerd wordt, bijvoorbeeld visueel of door een on-line meting (slibspiegelmeting, troebelheidmeting effluent), kunnen ad-hoc maatregelen genomen worden ter voorkoming van (ergere) slibuitspoeling zoals aanpassing retourslibdebiet, spuislibdebiet, chemicaliëndosering, uitzetten mengapparatuur en beluchting en bijstelling zuurstofsetpoint.
6. Stel feitenrelaas op indien slibuitspoeling voordoet.
   Het is voor de bedrijfsvoering zeer belangrijk om de oorzaak van een slibuitspoeling vast te stellen om herhaling te voorkomen. De bedrijfsvoerder dient bij een slibuitspoeling alle relevante bedrijfsdata vast te leggen.

DE STOWA IN HET KORT

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, kortweg STOWA, is het onderzoeksplatform van Nederlandse waterbeheerders. Deelnemers zijn alle beheerders van grondwater en oppervlaktewater in landelijk en stedelijk gebied, beheerders van installaties voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater en beheerders van waterkeringen. Dat zijn alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringsschappen en de provincies.

De waterbeheerders gebruiken de STOWA voor het realiseren van toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk juridisch en sociaal-wetenschappelijk onderzoek dat voor hen van gemeenschappelijk belang is. Onderzoeksprogramma's komen tot stand op basis van inventarisaties van de behoefte bij de deelnemers. Onderzoekssuggesties van derden, zoals kennisinstituten en adviesbureaus, zijn van harte welkom. Deze suggesties toetst de STOWA aan de behoeften van de deelnemers.

De STOWA verricht zelf geen onderzoek, maar laat dit uitvoeren door gespecialiseerde instanties. De onderzoeken worden begeleid door begeleidingscommissies. Deze zijn samengesteld uit medewerkers van de deelnemers, zonodig aangevuld met andere deskundigen.

Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n zes miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: 030 -2321199.
Ons adres luidt: STOWA, Postbus 8090, 3503 RB Utrecht.
Email: stowa@stowa.nl.

Website: www.stowa.nl

SUMMARY

GENERAL

Since 1970 much (inter)national research has been carried out onto the sedimentation behaviour of activated sludge from municipal wastewater treatment plants (WWTP). With respect to the sedimentation behaviour of activated sludge in sedimentation tanks, practical research has resulted in the STOWA guidelines for the design of final sedimentation tanks (Stofkoper and Trentelman, 1982). A description of this guideline is published elsewhere[2]. This guideline was implemented successfully in The Netherlands.

Now most WWTPs are updated and the guidelines are accommodated as far as possible, nonetheless still some washout of solids incidentally occurs. In a bench mark study on wastewater treatment plant operation, dating from 2006, it was observed that exceeding the effluent standards regularly occurred. In 47% of the cases solids washout was identified as the main cause of non-compliance using the criterion "one-out, all-out". From a survey carried out in 2007, it turned out that approximately 40-50 (of a total of 390) WWTPs the effluent standard for suspended solids (30 mg/l) was not always complied with. Generally, the most commonly indicated causes for solids washout are believed to be: the design of the final sedimentation tanks, the operational aspects, the sludge quality, and the process of regular checking of actually incoming flows against the maximum flow as defined in the design (capacity management). The interactions between various operational aspects have not been adequately addressed in the guidelines.

AIM OF THE INVESTIGATIONS

The aim of the investigations is an inventory of the guidelines used, the checking of the STOWA guidelines for design and operation of final sedimentation tanks with respect to the prevention of solids washout, and to obtain insight on the relations between operational aspects and solids washout. The ultimate goal is to provide a strategy that can be used to prevent solids washout as much as possible.

Eight water boards were selected at which incidental solids washout occurs and which consider this a problem. A total of 25 WWTPs, both with and without solids washout incidents were selected. From a total of 63 final sedimentation tanks data were collected for analysis of the design parameters and operational aspects. Data of 1.730 sampling days were analysed over 2006 and 2007, and whenever considered necessary, extra data were used from 2005 and 2008.

PREVAILING GUIDELINES

The STOWA guidelines from 1981 are based on practical experiments. Solids washout was defined, as opposed to the definition used in this report[3], as carry over of large amounts of sludge (>> 100 mg/l) over the overflow weir of the final sedimentation tanks. The design of the surface loading rate, sludge return ratio, minimum side water depth, overflow weir and

2 The guideline is described in: Ekama G A, J L Barnard, F W Günthert, P Krebs, J A McCorqoudale, D S Parker & E J Wahlberg 1997. Secondary settling tanks - Theory, modelling, design and operation. IAWQ Scientific and technical report no. 6. IAWQ, England, 1997.

3 In this report sludge washout is defined as suspended solids concentration in the effluent (24 h proportional sample) equal to or higher than 30 mg/l.

sludge collection are defined in the design criteria. The return sludge flow is determined by a mass balance over the final sedimentation tank.

The following design parameters can be different for each plant site:

- maximum side water depth;
- surface loading rate of deep tanks;
- shape and dimensions of deflector baffles (in modelling);
- circulation velocity of scraper bridge;
- configuration of scum layer removal;
- position of the effluent weir;
- configuration of sludge removal.

SURVEY OF SLUDGE WASHOUT EVENTS

In the survey period, on 45 out of 1.730 sampling days there was solids washout (effluent solids > 30 mg/l).

- Nine incidents of solids washout occurred during reconstruction activities.
- Wrong distribution in splitter boxes (both of influent as of flow to the final sedimentation tanks) is considered the cause of solids washout at five locations.
- In 70% of the washout incidents solids concentration were below 75 mg/l.
- 80% of the incidents with effluent solids concentration between 30 and 75 mg/l occurred on days with an increased influent flow (rainfall days).
- A quarter of the WWTPs with solids washout also experienced washout during dry weather conditions.
- During all sampling days with solids washout, the sludge volume index (SVI) was in 86% of the cases below the design SVI.
- In most of the incidents (64%) the sludge concentration in the aeration tank was exceeding the design value (which can be up to 6 g/l). Since the design SVI was not exceeded in 83% of these cases, the sludge concentration in the aeration tank is considered as an important cause of solids washout.

The design of surface loading rate and side water depth of final sedimentation tanks is done according to the STOWA guidelines.

- From the investigated WWTPs 70% does not comply with the guidelines for inlet columns and deflector baffles. This holds equally for WWTPs with and without solids washout.
- The STOWA guideline is sufficient to prevent solids washout > 75 mg/l in the working range of maximum surface loading rates between 0.7 and 1.0 m/h.
- Solids washout does occur (far) below the STOWA guideline on the maximum sludge volume loading rate.

The influence of some specific dynamic factors on solids washout is as follows:

- The return sludge control applied on WWTPS with solids washout are also applied on WWTPs without solids washout and vice versa. Adjusting the control has lead to complete prevention of solids washout on a number of WWTP. The adjustment concerns lowering of the maximum flow at critical situations and introduction of a prolonged maximum sludge return flow after a rain event. The latter adjustment can be envisaged as a fine-tuning of the sludge return flow control algorithm.
- At maximum flow conditions, high wind speeds have a negative influence on the functioning of (large and shallow) final sedimentation tanks.
- In this research no relation was found between the flocculation time of the activated

sludge and solids washout at maximum flow conditions in the range of 1 to 3 minutes flocculation time. Flocculation times larger than 5 minutes were not seen in this investigation.

CONCLUSIONS

From the investigations, the following conclusions can de drawn:

- The STOWA guideline is based on the idea to prevent solids washout by exceeding of the buffer capacity of the final sedimentation tank.
- The STOWA guideline concerning the maximum sludge volume loading rate prevents in all cases solids washout exceeding 75 mg/l.
- Over the last years, in more than 97% of all sampling days of the WWTPs investigated there was no solids washout.
- Excluding days with non-compliance of the current guidelines, the effluent was in more than 99.9% of all cases below 30 mg/l.
- Causes of exceeding 30 mg/l of suspended solids in the effluent can be attributed to:
- hydraulic overloading;
- overloading of the sludge volume loading rate;
- reconstruction or updating of the WWTP;
- wind effects.
- The sludge concentration cannot increase just like that to values exceeding the design sludge concentration with continued use of the same sludge volume loading rate. Solids washout incidents can occur at increased sludge concentrations, even if the design sludge volume loading rate is not exceeded.

The maximum sludge volume loading rate is a dominant parameter determining the occurrence of inadmissible solids washout incidents. The sludge concentration should not exceed the design value and the SVI should be in the range of 80 to 120-150 ml/g. This latter value is dependent on the design value for the SVI. The STOWA guideline concerning the sludge volume loading rate can be used as a basis. A control actuating the sludge concentration on basis of the actual SVI should remain within the above ranges.

STRATEGY FOR PREVENTION OF SOLIDS WASHOUT

A strategy to prevent solids washout can be divided into a strategy during the design process and a strategy for the actual operation.

Design

The basis for prevention of solids washout lies in the design of a configuration which leads to good control of the SVI (see STOWA report 2001-02). The design of the final sedimentation can be done on the basis of the current STOWA guidelines with the following improvements:

- Introduce, in the control algorithm, an adjustable period of a prolonged maximum sludge return flow after a rain event.
- Introduce a safety in the design sludge concentration for the microbiological conversion processes and the design sludge concentration for the design of final sedimentation. Use a safety factor of 1.15.
- Make sure there is sufficient spare capacity in the sludge line.
- Using on-line suspended solids measurements in the outflow of the final sedimentation tanks, measures can be taken if solids washout is imminent.
- Prepare a graph with the relation between SVI and sludge concentration for the operators of the plant.

OPERATION

The operator can minimize the chances on exceeding the effluent standards for suspended solids in six steps:

1 *Assess the hydraulic loading rate for each individual final sedimentation tank.*
Point of special interest may be that the maximum flow to the plant may be higher than that the plant has been designed for. Further point is that many splitter boxes seem to divide as per design. Be aware for the fact that splitter boxes are quite sensitive to the direction of flow. In the assessment, keep the real division of the inflow in mind or use a safety margin.

2 *Assess the maximum sludge volume.*
The maximum sludge volume is determined by readout of the STOWA-guideline. To do so, follow the 'reversed design procedure'.

3 *Assess the maximum sludge concentration.*
The maximum sludge concentration that can be applied depends on the required sludge buffering in the final sedimentation tank. This calculation also should follow the 'reversed design procedure'.

4 *Determine the desired sludge concentration.*
In the above approach no allowance is made with reserve capacity, fluctuations and failure events. Determine the desired sludge concentration based on the maximum sludge concentration. It is advised to apply a safety factor of 1.15.

5 *Acute measures during solids washout.*
If solids washout is established, either visually or through on-line measurements (sludge level, turbidity of effluent), ad hoc measures can be taken to prevent (worse) solids washout such as adjustment of return sludge flow, surplus sludge flow, dosing of chemicals, switch off of mixing equipment and aeration or adjustment of oxygen set point.

6 *Keep log of incidents concerning solids washout.*
It is imperative for the operation of the plant to identify the causes of solids washout, to prevent further incidents. The operator should keep a log including all relevant operational data at all solids washout incidents.

STOWA IN BRIEF

The Foundation for Applied Water Research (in short, STOWA) is a research platform for Dutch water controllers. STOWA participants are all ground and surface water managers in rural and urban areas, managers of domestic wastewater treatment installations and dam inspectors.

The water controllers avail themselves of STOWA's facilities for the realisation of all kinds of applied technological, scientific, administrative legal and social scientific research activities that may be of communal importance. Research programmes are developed based on requirement reports generated by the institute's participants. Research suggestions proposed by third parties such as knowledge institutes and consultants, are more than welcome. After having received such suggestions STOWA then consults its participants in order to verify the need for such proposed research.

STOWA does not conduct any research itself, instead it commissions specialised bodies to do the required research. All the studies are supervised by supervisory boards composed of staff from the various participating organisations and, where necessary, experts are brought in.

The money required for research, development, information and other services is raised by the various participating parties. At the moment, this amounts to an annual budget of some 6,5 million euro.

For telephone contact number is: +31 (0)30-2321199.
The postal address is: STOWA, P.O. Box 8090, 3503 RB, Utrecht.
E-mail: stowa@stowa.nl.
Website: www.stowa.nl.

VOORKOMEN VAN SLIBUITSPOELING OP RWZI'S

INHOUD

SAMENVATTING
STOWA IN HET KORT
SUMMARY
STOWA IN BRIEF

1 INLEIDING 1
1.1 Achtergrond 1
1.2 Doel van het onderzoek 4
1.3 Leeswijzer 4

2 WERKWIJZE 5
2.1 Enquête inventarisatie slibuitspoeling 5
2.2 Workshop inventarisatie slibuitspoeling 5
2.3 Instellen kernteam en selectie rwzi's 6
2.4 Verdieping rwzi's – ontwerp en bedrijfsvoering 7
2.4.1 Databewerking 7
2.5 Inventarisatie richtlijnen 9
2.6 Vaststellen knelpunten ontwerp en/of bedrijfsvoering 9
2.7 Toetsing richtlijnen 9

3 ONTWERPRICHTLIJNEN EN LITERATUUR 10
3.1 Begin jaren '80 10
3.1.1 Richtlijn voor de bepaling van het nabezinkoppervlak 10
3.1.2 Retourslibverhouding 12
3.1.3 Kantdiepte 12
3.1.4 Overstortrand 12
3.1.5 Slibruiming 13
3.1.6 Deflectieschot 13
3.1.7 Rechthoekige nabezinktanks 13
3.1.8 Evaluatie 13

3.2 Begin jaren '90 14
3.2.1 Inloopconstructie 15
3.2.2 Deflectieschot 15
3.2.4 Slibruiming 15
3.2.4 Evaluatie 16
3.3 Begin jaren '00 16
3.3.1 Oppervlaktebelasting 16
3.3.2 Kantdiepte 17
3.3.3 Retourslib 17
3.3.4 Evaluatie 18
3.4 Richtlijn voor het ontwerp van nabezinktanks 19
3.4.1 Richtlijnen 19
3.4.2 Vrijheden 20
3.5 Overige –in Nederland toegepaste– richtlijnen 20
3.5.1 Ontwerprichtlijnen voor diepe nabezinktanks 20
3.5.2 Slibruimcapaciteit 21
3.5.3 Bodemhelling 21

4 RESULTATEN INVENTARISATIE SLIBUITSPOELING 22
4.1 Resultaten landelijke enquête en workshop inventarisatie slibuitspoeling 22
4.2 Onderzoek rwzi's 23
4.2.1 Bezoek per rwzi 23
4.2.2 Ontwerpparameters van de nabezinktank 28
4.2.3 Ervaringen bedrijfsvoerders ten aanzien van de oorzaken van slibuitspoeling 31
4.2.4 Regelingen 32
4.2.5 Relaties 37

5 DISCUSSIE EN EVALUATIE 50
5.1 Discussie 50
5.1.1 Richtlijnen 50
5.1.2 Inventarisatie 50
5.1.3 Opvolgen van richtlijnen 51
5.1.4 Databewerking 51
5.1.5 Dynamische factoren 53
5.2 Evaluatie 54

6 CONCLUSIES EN STRATEGIE 55
6.1 Conclusies 55
6.2 Strategie voorkomen slibuitspoeling 55
6.2.1 Ontwerp 55
6.2.2 Bedrijfsvoering 57
6.2.3 Aanbevelingen 61

7 REFERENTIES 62

BIJLAGEN

1 AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN 65
2 INFORMATIEBLADEN RWZI'S 67

1

INLEIDING

1.1 ACHTERGROND

Vanaf 1970 is veel internationaal en nationaal onderzoek verricht naar het flocculatie- en bezinkingsgedrag van actief slib. Met betrekking tot het bezinkingsgedrag van actief slib in nabezinktanks in relatie tot het aanvoerpatroon, de slibkwaliteit, reactorconfiguratie en bufferend vermogen is via praktijkonderzoek de STOWA-richtlijn (Stofkoper en Trentelman, 1982) voor nabezinktanks tot stand gekomen. Deze richtlijn is succesvol in Nederland geïmplementeerd en heeft internationaal aanzien verworven (IWA, 1997). Een belangrijk aspect in de richtlijn is dat de verhouding retourslibdebiet-aanvoerdebiet, in tegenstelling tot buitenlandse richtlijnen geen invloed heeft in de dimensionering van de nabezinktank.

In Nederland lag in de jaren tachtig en negentig van de vorige eeuw vanwege het lichtslibprobleem het accent vooral op de invloed van draadvormende bacteriën op de structuur en bezinking van actiefslibvlokken. Een overzicht van typen draadvormige bacteriën en de wijze van beheersing ervan is ter illustratie gegeven in tabel 1-1.

TABEL 1-1 **VOORGESTELDE GROEPEN DRAADVORMERS EN DE MANIEREN OM ZE TE BEHEERSEN [MARTINS, 2004]**

Microorganisms	Features	Control
Group I - Low DO aerobic zone growers:		
Sphaerotilus natans, type 1701, *Haliscomenobacter hydrossis*	Use readily biodegradable substrates; grow well at low DO concentrations; grow over wide range of SRT's.	Aerobic, anoxic or anaerobic plug-flow selectors; increase SRT; increase DO concentration in the aeration basin (> 1.5 mg O_2L^{-1}).
Group II – Mixotrophic aerobic zone growers:		
Thiothrix spp., Type 021N [2]	Use readily biodegradable substrates, especially low molecular weight organic acids; present at moderate to high SRT; capable of sulphide oxidising to stored sulphur granules; rapid nutrients uptake rates under nutrient deficiency.	Aerobic, anoxic or anaerobic plug-flow selectors; nutrient addition; eliminate sulphide an/or high organic acid concentrations (eliminate septic conditions).
Group III - Other aerobic zone growers:		
Type 1851, *Nostocoida limicola spp.*	Use readily biodegradable substrates; present at moderate to high SRT's.	Aerobic, anoxic or anaerobic plug-flow selectors; reduce SRT.
Group IV - Aerobic, Anoxic, Anaerobic Zone Growers:		
Microthrix parvicella, type 0092, type 0041, type 0675	Abundant in anaerobic-anoxic-aerobic systems; present at high SRT's; possible growth on hydrolysis of particulate substrates.	Still uncertainty but the most recommended solutions are: install a skimmer to remove particulate substrate; maintain a plug-flow regime in all the system; the several stages (anaerobic/anoxic/aerobic) should be well defined; maintain a relatively high oxygen concentration in the aerobic phase (1.5 mg O2 L^{-1}) and a low ammonium concentration (<1mgN L^{-1})[3].

Door (in eerste instantie) implementatie van selectoren en (later) gescheiden functionele reactoren met eigen specifieke procescondities en regelingen, is veel vooruitgang geboekt ten aanzien van de lichtslibproblematiek. In Nederland is op de meeste RWZI's van de derde generatie (vergaande N- en P-verwijdering) licht slib goed onder controle; andere rwzi's gebruiken additioneel een dosering van chemicaliën. Met het STOWA-rapport over het onderzoek

(STOWA, 2001-02) is een einde gekomen aan structureel onderzoek en is het onderwerp van de agenda verdwenen. De praktische richtlijnen voor het voorkomen van licht slib worden internationaal hoog aangeschreven (Martins, 2004). In tabel 1-2 is ter illustratie een overzicht gegeven van enige richtlijnen voor aërobe, anoxische en anaërobe selectoren.

TABEL 1-2 **RICHTLIJNEN VOOR SELECTOREN [MARTINS, 2004]**

Parameter	Value	Reference
Aerobic selector		
number of compartments	≥ 3	Jenkins *et al.* (1993)
contact time	10 – 15 min., but it depends on load, temperature and wastewater composition (i.e., fraction of RBCOD).	Eikelboom (1983), Daigger *et al.* (1985); van Niekerk *et al.* (1987), Chapter 3
sludge loading rate	12 (1st comp.), 6 (2nd comp.) and 3 (3rd comp.) kgCOD kg^{-1}MLSS d^{-1}	Jenkins *et al.* (1993)
floc loading	50 to 150 gCOD $kgTSS^{-1}$ (1st comp.)	Heide and Pasveer (1974), Eikelboom (1982), Kruit *et al.* (1994)
DO concentration	≥ 2 mgO_2 L^{-1}, but it depends on the sludge loading rate, floc loading rate and/or substrate uptake rate. Sensor should be placed in the 1st comp.	Casey *et al.* (1975), Sezgin *et al.* (1978), Palm *et al.* (1980), Albertson (1987), Chapter 4
Anoxic selector		
number of compartments	≥ 3	Jenkins *et al.* (1993)
sludge loading rate	6 (1st comp.), 3 (2nd comp.) and 1.5 (3rd comp.) kgCOD kg^{-1}MLSS d^{-1}	Daigger and Nicholson (1990), Albertson (1991), Jenkins *et al.* (1993)
contact time	45 – 60 min.	Kruit *et al.* (2002)
$(RBCOD / NO_3\text{-}N)_{consumed}$	Usually higher than 7-9 mgRBCOD $mgNO_3\text{-}N^{-1}$ due to storage.	Randall *et al.* (1992), Jenkins *et al.* (1993), Wanner (1994), van Loosdrecht *et al.* (1997), WEF (1998), Beun *et al.* (2000)
Anaerobic selector		
number of compartments	≥ 3, long channels (length-to-width ratio larger than 10:1)	Albertson (1987); Kruit *et al.* (2002)
contact time	1 - 2 h	WEF (1998), Kruit *et al.* (2002)
$(COD_{VFA+fermentable} / PO_4 - P)_{in}$	9 - 20 gCOD gP^{-1}	Wentzel *et al.* (1990); Smolders *et al.* (1996)

Tevens is in de jaren negentig in STOWA-verband veel model- en praktijkonderzoek verricht aan het bezinkingsgedrag van actief slib in grote nabezinktanks. Er is een voorstel gedaan om de STOWA-richlijn te vervangen door een richtlijn die een hogere slibvolumebelasting toestaat, er is een hydrodynamisch model FAST2D ontwikkeld en er is aandacht besteed aan de toepassing van deflectieschotten (STOWA, 2001-21, 23 en W01). In 2004 is door Reitsma en Kramer een voorstel gedaan om de STOWA-richtlijn ook progressief aan te passen voor diepe nabezinktanks (Reitsma en Kramer, 2004). Deze voorgestelde richtlijn heeft veel karakteristieken van de Duitse ATV-richtlijn (ATV, 2000).

In de huidige ontwerpen van nabezinktanks wordt tot op heden de vertrouwde STOWA-richtlijn nog steeds gebruikt. Alleen daar waar sprake is van ruimtegebrek is de Reitsma en Kramer-richtlijn toegepast (bijvoorbeeld in de rwzi's Amsterdam-West, Noordwijk en St. Oedenrode).

De verschillende onderzoeken hebben in Nederland geleid tot vier richtlijnenpakketten voor het ontwerp van actiefslibreactoren en nabezinktanks ten behoeve van de waterbeheerders, te weten:

- Richtlijnen voor nabezinktanks van de STOWA (STOWA, 1993-03);
- Handboek *Voorkomen en bestrijden van licht slib* (STOWA, 1988-03), met richtlijnen voor basisvoorwaarden voor actief slib met goede flocculatie en bezinkingseigenschappen;
- *Beheersing van licht slib bij de behandeling van stedelijk afvalwater met biologische nutriëntenverwijdering* (STOWA, 2001-02), met richtlijnen voor actief slib met goede bezinkingseigenschappen in reactoren voor vergaande N- en P-verwijdering;
- *Optimalisatie van ronde nabezinktanks* (STOWA, 2002-21); met daarin handvatten voor het ontwerp van grote nabezinktanks en verbetering van het bezinkingsgedrag met behulp van deflectieschotten. Hiertoe is het sofware pakket FAST2D ontwikkeld.

In deze richtlijnen zijn beslisbomen of stappenplannen opgenomen, waarmee systematisch flocculatie- en bezinkingseigenschappen van actief slib kunnen worden verbeterd.

Nu de meeste rwzi's zijn aangepast en zo goed mogelijk genoemde richtlijnen in de ontwerpen zijn geïmplementeerd blijkt toch nog sprake te zijn van incidentele slibuitspoeling. Dit is geconstateerd in het kader van een inventarisatie voor de bedrijfsvergelijking van de vereniging van zuiveringsbeheerders. Uit de bedrijfsvergelijking bleek dat op circa 40 (van de 390) rwzi's de eis van de zwevende stof concentraties in het effluent in 2006 overschreden zijn. De meest voor de hand liggende hoofdoorzaken van slibuitspoeling worden de volgende geacht: (i): het ontwerp van de nabezinktanks, (ii) bedrijfsvoeringaspecten, (iii): de slibkwaliteit en (iv) het capaciteitsbeheer.

Vooral de interacties met bedrijfsvoeringaspecten zijn niet adequaat meegenomen in de richtlijnen. Er werd immers altijd uitgegaan van een aantal statische goede randvoorwaarden voor laatstgenoemde aspecten. De gevoeligheid en de dynamica van deze aspecten zijn nooit integraal verwerkt in de richtlijnenpakketten, omdat het aantal factoren die invloed hebben relatief groot is. In de praktijk blijkt derhalve dat een bedrijfsvoerder of technoloog met één bepaalde ingreep, die invloed heeft op slechts één bepaalde factor, al succes kan hebben in het voorkómen van slibuitspoeling, terwijl bij een andere rwzi in het beheersgebied of bij andere waterbeheerders andere factoren het succes bepalen. Welke factoren of groepen van factoren het zwaarst wegen is nog nooit in kaart gebracht. Mogelijke oorzaken van slibuitspoeling zijn [Janssen, 2008]:

- Te hoge hydraulische belasting
- Kortsluitstroming
- Foutief ontwerp inlooptrommel
- Een te lage of te hoge SVI
- Foutief ontwerp en plaatsing deflectieschot
- Slibbezinking in actiefslib tank
- Vuilprop uit de riolering
- Een te hoge concentratie slib in de aëratietank
- Frequent schakelen aanvoer
- Asymmetrische onttrekking retourslib
- Asymmetrische onttrekking effluent
- Slechte indikbaarheid slib
- Te hoge of te lage retourslibcapaciteit
- Beschadiging slibvlok

- Luchtinsluiting
- Denitrificatie in de nabezinktank
- Lage ruimerbrugsnelheid
- Onjuist ontwerp schrapers van ruimerbrug
- Tweezijdige overstort
- Onjuiste drijflaagafvoer

Tevens is met de opkomst van verdergaande zuivering (zuiveringstechnieken volgend op het actiefslibproces) een groeiende interesse om een nabezinktank te kunnen dimensioneren op basis van een maximale concentratie aan zwevend stof in het effluent.

1.2 DOEL VAN HET ONDERZOEK

Doel van dit onderzoek is het inventariseren van de toegepaste richtlijnen, het toetsen van de STOWA richtlijnen voor ontwerp en bedrijfsvoering van nabezinktanks ter voorkomen van slibuitspoeling en een beeld krijgen van relaties tussen bedrijfsvoeringsaspecten en slibuitspoeling. Er wordt een strategie opgesteld die kan worden gebruikt om slibuitspoeling zoveel mogelijk te voorkomen.

1.3 LEESWIJZER

De werkwijze van dit onderzoek is uitgeschreven in hoofdstuk 2. Daarna volgen in het derde hoofdstuk alle ontwerprichtlijnen voor nabezinktanks die worden toegepast. Hierbij ligt de focus op de Nederlandse situatie en worden alle STOWA richtlijnen chronologisch besproken en geëvalueerd. De resultaten van de grootschalige inventarisatie is in het kader van dit onderzoek is uitgevoerd is beschreven in hoofdstuk 4. Hierin komen tevens alle regelingen rondom het nabezinkproces aan bod. De rapportage wordt afgesloten met de evaluatie en discussie in hoofdstuk 5 en de conclusies, aanbevelingen en een praktische beslisboom in hoofdstuk 6.

In deze rapportage worden hoofdzakelijk in het tweede hoofdstuk formules weergegeven. De symbolen die in de formules worden gebruikt staan toegelicht in bijlage 1.

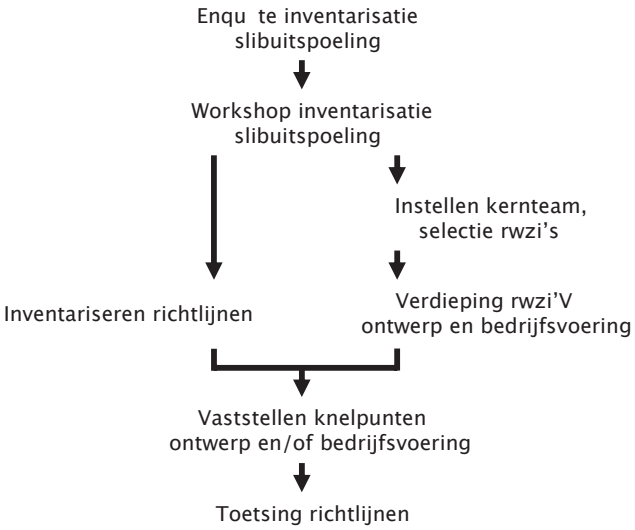
In deze rapportage wordt slibuitspoeling gedefinieerd, als een hoeveelheid onopgeloste bestanddelen in het effluent, waarvan in een 24-uurs debietproportioneel monster de droogrest groter of gelijk is aan 30 mg/l.

2

WERKWIJZE

De hoeveelheid factoren die een rol spelen bij de dimensionering en de bedrijfsvoering van de nabezinktanks maakt het onderzoek complex. Dit behoeft een stapsgewijze werkwijze. De stappen staan schematisch weergegeven in figuur 2-1. In dit hoofdstuk wordt per paragraaf een stap uit de werkwijze beschreven

FIGUUR 2-1 **SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN DE GEVOLGDE WERKWIJZE**



2.1 ENQUÊTE INVENTARISATIE SLIBUITSPOELING

Om te komen tot een goede invulling van het project zijn alle waterschappen geënquêteerd. De enquête dient aan te geven wat de omvang van de slibuitspoeling in Nederland is, welke (geautomatiseerde) bedrijfsvoering gevoerd wordt en dient antwoord te geven op de vraag of een protocol gevolgd wordt na een slibuitspoeling. Tevens zijn de geënquêteerden uitgenodigd om plaats te nemen in het kernteam en deel te nemen aan de workshop (zie paragraaf 2.2). De resultaten van deze enquête staan weergegeven in paragraaf 4.1.

2.2 WORKSHOP INVENTARISATIE SLIBUITSPOELING

Vanuit de enquête is een eerste overzicht gegenereerd ten aanzien van de grootte van de slibuitspoelingsproblematiek. Daarop is een workshop georganiseerd om de gewenste inhoud van dit project te inventariseren. Op basis van de resultaten van deze workshop is gekozen voor een integraal onderzoek met accent op de bedrijfsvoeringaspecten van zowel rwzi's met als zonder slibuitspoeling. Het onderzoek wordt uitgevoerd in de fases: inventarisatie, analyse en (indien noodzakelijk) model- en praktijkproeven.

2.3 INSTELLEN KERNTEAM EN SELECTIE RWZI'S

Er is een kernteam samengesteld, bestaande uit 8 technologen van verschillende waterschappen. De kernteamleden hebben van 25 rwzi's met in totaal 63 nabezinktanks data verzameld ten behoeve van een analyse van de ontwerpparameters en de bedrijfsvoeringaspecten (zie tabel 2-1). De verzamelde data bestaan uit:

- Ontwerpgegevens rwzi;
- Tekeningen nabezinktanks;
- Bedrijfsdata – periode 2006 en 2007 (soms aangevuld met 2005 of 2008):
- debiet [m^3/d];
- slibgehalte aëratietank [actuele waarde];
- SVI [actuele waarde];
- drogestofgehalte effluent [24-uurs proportioneel monster];
- retourslibregeling;
- in totaal is data van 1.730 bemonsteringsdagen geanalyseerd.

TABEL 2-1 **OVERZICHT RWZI'S IN ONDERZOE**

Waterschap	RWZI	Referentie
Brabantse Delta	Chaam	JA
	Lage Zwaluwe	JA
	Baarle-Nassau	NEE
	Bath	NEE
Fryslân	Drachten	NEE
	Warns	NEE
Hollandse Delta	Oud-Beijerland	JA
	Ridderkerk	JA
	Piershil	NEE
Hunze en Aas	Vriescheloo	JA
	Gieten	NEE
	Ter Apel	NEE
	Veendam	NEE
Regge en Dinkel	Almelo-Sumpel	JA
	Rijssen	JA
	Almelo-Vissedijk	NEE
	Oldenzaal	NEE
Rivierenland	Dodewaard	NEE
	Druten	NEE
Velt en Vecht	Dedemsvaart	JA
	Emmen	NEE
	Hardenberg	NEE
	Ommen	NEE
Zeeuwse Eilanden	Walcheren	NEE
	Willem Annapolder	NEE

Van deze 25 rwzi's zijn op vier rwzi's deflectieschotten in één of meerdere nabezinktanks geïnstalleerd. In totaal is van negen nabezinktanks aangegeven dat er deflectieschotten aanwezig zijn.

De gegevens zijn geüniformeerd weergegeven in de vorm van een informatieblad per rwzi. Deze infobladen zijn opgenomen in bijlage 2.

2.4 VERDIEPING RWZI'S – ONTWERP EN BEDRIJFSVOERING

Van de in paragraaf 2.3 benoemde nabezinktanks is een selectie gemaakt van nabezinktanks die nader zijn geanalyseerd. De selectie is gebaseerd op de rwzi's, waarbij in de jaren 2006 en 2007 op één of meerdere dagen slibuitspoeling is geconstateerd. De selectie bestond uit 17 rwzi's. Van deze groep zijn 15 rwzi's bezocht om de opgegeven data te verifiëren en de ervaringen van de bedrijfsvoerders te ontsluiten.

Met deze dataset wordt het ontwerp van de nabezinktanks getoetst aan de heersende richtlijnen (statische data) en is het functioneren van de nabezinktank onderzocht aan de hand van bedrijfsdata (dynamische data).

2.4.1 DATABEWERKING

Zoals bij alle grote hoeveelheden data dienen ook hier bepaalde data gefilterd, gecategoriseerd of gecorrigeerd te worden.

VERBOUWINGSPERIODEN

Een zevental bemonsteringsdagen waarop het drogestofgehalte in het effluent de 30 mg/l overschreed zijn uit de dataset verwijderd omdat op het moment van de "overschrijding" (een deel van) de rwzi zich in een grootschalige verbouwing bevond. Bij verbouwingen wordt vaak gebruik gemaakt van tijdelijke voorzieningen. Hierdoor zijn veelal niet alle ontwerpparameters van toepassing (volumina, verdeelwerken, ...), wat zou leiden tot verkeerde conclusies.

DWA OF RWA

De bedrijfsgegevens die opgestuurd zijn bevatten het debiet per dag. Echter, richtlijnen gaan uit van debieten per uur. Om de richtlijnen te toetsen is ervoor gekozen om een onderscheid te maken tussen de dagen waarop rwa heeft plaatsgevonden en dagen waarop dit niet het geval is.

Een dag wordt als dag met regenval gedefinieerd als deze voldoet aan formule 1.

$$Q > 16 * DWA \qquad (1)$$

Dit betekent dat alle overige dagen worden gedefinieerd als dagen zonder regenval.

OPPERVLAKTEBELASTING

De oppervlaktebelasting die toegekend wordt aan een bemonsteringsdag wordt als volgt berekend:

Voor dagen zonder regenval:

$$Q_A = \frac{Q}{24 * \sum_{n=1}^{N} \pi * r_n^2} \qquad (2)$$

Voor dagen met regenval:

$$Q_A = \frac{RWA}{\sum_{n=1}^{N} \pi * r_n^2} \qquad (3)$$

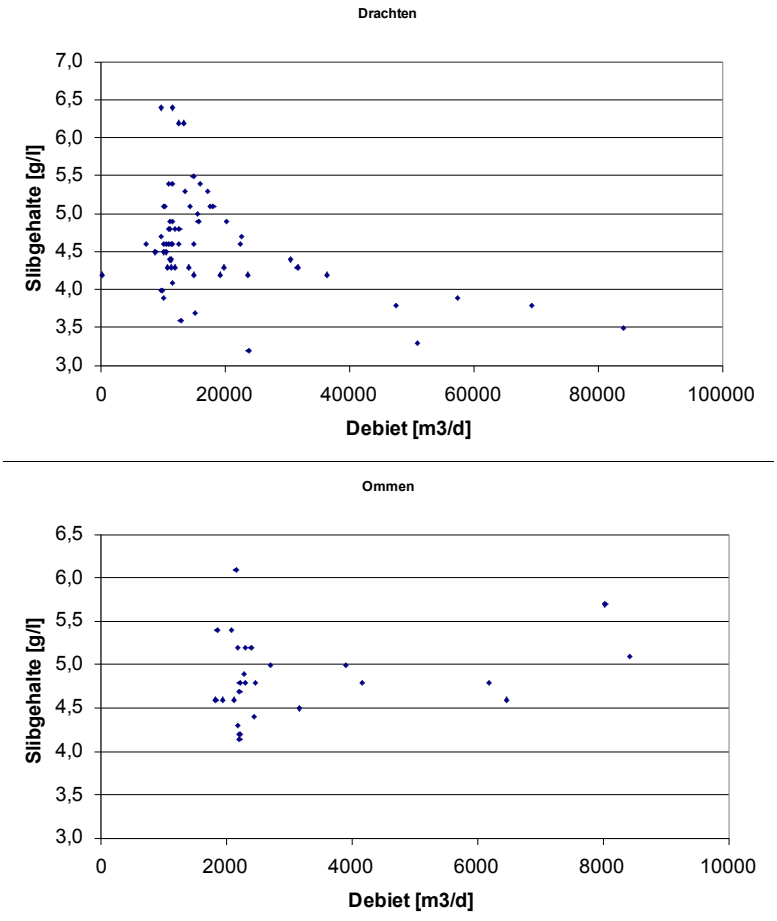
Noot:
Bij deze bepaling van de oppervlaktebelasting wordt uitgegaan van:

- Op een dag zonder regenval wordt het debiet gemiddeld over de gehele dag.
- Op een dag met regenval heeft rwa aanvoer plaatsgevonden,
- De rwa aanvoer is het bepalende debiet geweest voor het functioneren van de nabezinktank.
- Het debiet is evenredig verdeeld naar rato van het oppervlak van de nabezinktanks.

SLIBVOLUMEBELASTING

De maatgevende slibvolumebelasting is het drogestofgehalte in de aëratietank tijdens een evenwichtsituatie vermenigvuldigd met de SVI. Of de opgegeven drogestofconcentraties in het actiefslibsysteem de concentraties zijn die tijdens dwa gemeten zijn (voorafgaand aan de bui) of dat de opgegeven concentraties al het verdunde slib tijdens de bui is, is terug te zien door de drogestofconcentraties uit te zetten tegen het debiet. In figuur 2-2 is als voorbeeld voor de rwzi Drachten duidelijk de relatie tussen het gemeten drogestofgehalte en het debiet zichtbaar, terwijl deze bij Ommen niet zichtbaar is.

FIGUUR 2-2 RELATIE SLIBGEHALTE EN DEBIET



De slibgehalten van het actiefslibsysteem zijn gecorrigeerd indien:

- er geen verband is tussen slibgehalte en debiet (voorbeeld: Ommen)
- er sprake is van een dag met regenval

Deze slibgehalten zijn gecorrigeerd volgens formules 4 – 6.

$$SG_{nbt,rwa} = MAX(SG_{at}, (\frac{480}{SVI})) \quad (4)$$

$$SM_{nbt,rwa} = SG_{nbt,rwa} * \sum_{n=1}^{N} \pi * r_n^2 * (1/3 * r_n * \alpha + kd - 1,2) \quad (5)$$

$$SG_{at,cor} = SG_{at} - \frac{SM_{nbt,rwa}}{V_{at}} \quad (6)$$

2.5 INVENTARISATIE RICHTLIJNEN

Gelijktijdig met het verzamelen van de bedrijfsdata van de rwzi's en de daaropvolgende verdiepingsslag (paragraaf 2.3 en 2.4) zijn de vigerende richtlijnen en grondslagen voor het ontwerpen van nabezinktanks geëxtraheerd uit de literatuur.

2.6 VASTSTELLEN KNELPUNTEN ONTWERP EN/OF BEDRIJFSVOERING

Aan de hand van de in paragraaf 2.3 tot en met paragraaf 2.5 verzamelde kennis zijn knelpunten voor het ontwerp en de bedrijfsvoering onderzocht. Zowel in Nederlandse als in Duitse literatuur (Janssen en Dijk, 2008, Korrespondenz Abwasser-Abfall, 2007) zijn recentelijk artikelen gepubliceerd van de mogelijke oorzaken van slibuitspoeling. De mogelijke oorzaken van de slibuitspoeling zijn per rwzi met de bedrijfsvoerder besproken. De relaties zijn benoemd op basis van de ervaringen van de bedrijfsvoerders.

2.7 TOETSING RICHTLIJNEN

Gebaseerd op de verzamelde gegevens heeft een toetsing van vigerende ontwerprichtlijnen plaatsgevonden. Vanuit dit startpunt is een beslisboom ten aanzien van het ontwerp en de bedrijfsvoering uitgewerkt.

3

ONTWERPRICHTLIJNEN EN LITERATUUR

De richtlijnen voor het ontwerpen van nabezinktanks, zoals deze gepubliceerd zijn in 1981 (STORA, 1981-12) (in deze rapportage zal alleen STOWA gebruikt worden), zijn algemeen toegepast bij het ontwerpen van (ronde) nabezinktanks voor actiefslibsystemen. Aanpassingen op deze richtlijn, zoals gepubliceerd in 2002 (STOWA, 2002-23), zijn gedeeltelijk als concrete richtlijn toepasbaar gebleken. In dit hoofdstuk worden de door STOWA gepubliceerde richtlijnen chronologisch in beknopte vorm uiteengezet.

3.1 BEGIN JAREN '80

Aan het begin van de jaren '80 is een uitgebreid praktijkonderzoek uitgevoerd op een tweetal rwzi's (Rijen en Oss) op het gebied van nabezinktanks. Dit heeft geleid tot een voorstel voor een ontwerprichtlijn voor ronde nabezinktanks. Dit voorstel is vervolgens geverifieerd door praktijkmetingen uit te voeren aan nabezinktanks van 19 andere rwzi's. Dit heeft geleidt tot de STOWA-1981 richtlijnen voor het dimensioneren van ronde nabezinktanks. Het onderzoek is in STOWA verband gepubliceerd onder de titel "Hydraulische en technologische aspecten van het nabezinkproces". Dit onderzoek heeft geleidt tot een vijftal publicaties:

- 1981-10: literatuur;
- 1981-11: ronde nabezinktanks (ontwerpgegevens en bedrijfservaring);
- 1981-12: ronde nabezinktanks (praktijkonderzoek);
- 1983-03: ronde nabezinktanks (ruimer- en inloopconstructies);
- 1983-06: rechthoekige nabezinktanks (inventarisatie en praktijkonderzoek).

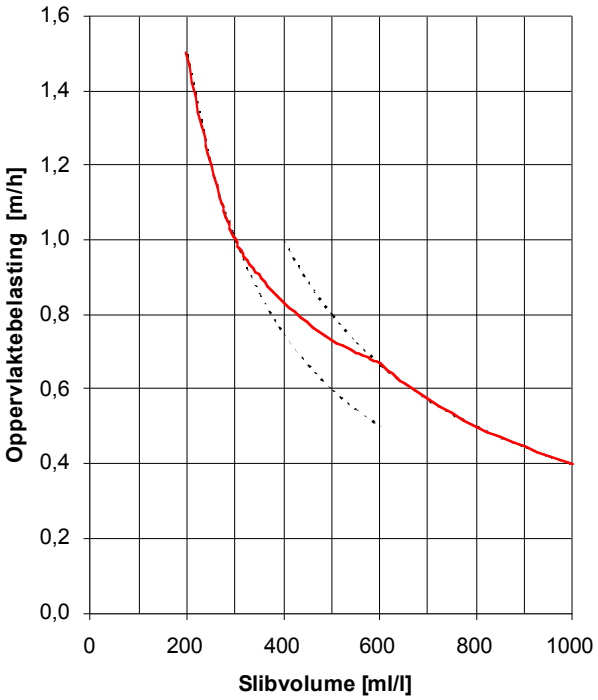
3.1.1 RICHTLIJN VOOR DE BEPALING VAN HET NABEZINKOPPERVLAK

De kern van de richtlijn is de berekening voor de bepaling van het nabezinkoppervlak op basis van de slibvolumebelasting. De toelaatbare slibvolumebelasting is afhankelijk van het slibvolume. Deze relatie is weergegeven in tabel 3-1 en grafisch gevisualiseerd in figuur 3-1.

TABEL 3-1 **TOELAATBARE SLIBVOLUMEBELASTING ALS FUNCTIE VAN HET SLIBVOLUME**

Slibvolume [ml/l]	Toelaatbare slibvolumebelasting [$l \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$]
< 300	300
300 – 600	200 + 1/3 * slibvolume
> 600	400

FIGUUR 3-1 MAXIMALE OPPERVLAKTEBELASTING ALS FUNCTIE VAN HET SLIBVOLUME VOLGENS STOWA 1981-12



Voor de bepaling van het slibvolume dient de waarde gekozen te worden die optreedt in de evenwichtssituatie tijdens rwa. Tijdens rwa is het slibgehalte van de afloop van het voorliggende actiefslibsysteem veelal lager (wel bij gemengde reactoren, niet bij propstroomreactoren) doordat een deel van het actiefslib in de nabezinktank gebufferd wordt.

De schatting van de afname van het slibgehalte mag gebaseerd worden op de volgende aannamen:

- in de nabezinktank(s) bevindt zich een verwaarloosbare hoeveelheid actiefslib tijdens dwa;
- de slibspiegel mag tijdens rwa tot maximaal 0,3 meter boven de kantdiepte stijgen, zonder dat hierbij slibuitspoeling op zal treden;
- de gemiddelde concentratie van slib in de nabezinktank is het maximum van de concentratie van het aangevoerde slib en de concentratie berekend via de empirische formule 480/SVI [g/l].

De gebufferde hoeveelheid dient ten minste het verschil tussen de slibhoeveelheid in de actiefslibreactoren tijdens dwa en rwa te bedragen, waarbij tevens geldt dat de drogestofconcentratie in de actiefslibreactor niet lager dan 2 g/l mag bedragen en dat de nabezinktank niet meer dan 30% van het totale drogestof mag bufferen.

De berekeningen vinden iteratief plaats via formules 7 t/m 10 en de randvoorwaarden 11 en 12.

$$SV = SG_{at,rwa} * SVI \tag{7}$$

$$SG_{at,rwa} = SG_{at,dwa} - \frac{SM_{nbt,rwa}}{V_{at}} \tag{8}$$

$$SM_{nbt,rwa} = SG_{nbt,rwa} * \pi * r^2 * (0{,}3 + 1/3 * r * \alpha) \tag{9}$$

$$SG_{nbt,rwa} = MAX(SG_{at}, (\frac{480}{SVI})) \tag{10}$$

$$SG_{at,\,rwa} > 0{,}7 * SG_{at,dwa} \tag{11}$$

$$SG_{at,\,rwa} > 2\ g/l \tag{12}$$

3.1.2 RETOURSLIBVERHOUDING

De retourslibverhouding wordt bepaald door een massabalans over de nabezinktank op te stellen. Hierbij wordt voor het maximale drogestofgehalte in het retourslib tijdens dwa 1200/SVI [ml/g] aangenomen. Bij rwa mag als maximum 2+(1200/SVI [ml/g]) worden aangenomen. De retourslibverhouding kent geen relatie met de oppervlaktebelasting.

3.1.3 KANTDIEPTE

Slibbuffering in de nabezinktank mag plaatsvinden tot 0,3 meter boven de kantdiepte om slibuitspoeling te voorkomen. Een kantdiepte van 1,5 meter is voldoende voor nabezinktanks met een enkelvoudige overstortrand. Voor nabezinktanks met een dubbele overstort dient een grotere kantdiepte te worden gehanteerd, omdat het effluent dan ook onder deze goot door moet stromen. In geval van een dubbele overstortrand dient een kantdiepte van 2,0 meter aangehouden te worden.

3.1.4 OVERSTORTRAND

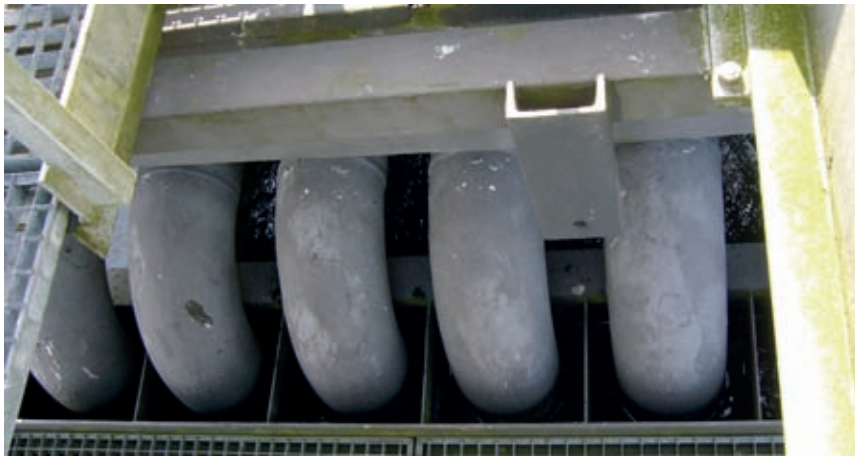
Er wordt een enkelzijdige overstortrand geadviseerd.

FIGUUR 3-2: **DUBBELE OVERSTORTRAND (LINKS) OF ENKELE OVERSTORTRAND (RECHTS)**

3.1.5 SLIBRUIMING

Naast slibschrapers worden ook hevelruimsystemen toegepast. Er is een onderzoek uitgevoerd op zes nabezinktanks met hevelruiming. Geconcludeerd is dat hevelruimsystemen in evenwichtssituaties een hogere slibspiegel kennen, doch dat de maximaal toelaatbare slibvolumebelasting gelijk is aan nabezinktanks met een schrapersysteem. De richtlijnen voor slibschrapersystemen kunnen daarmee tevens worden toegepast op hevelruimsystemen.

FIGUUR 3-3 **DETAIL HEVELSYSTEEM**



3.1.6 DEFLECTIESCHOT

Op de rwzi Rijen zijn een viertal proeven uitgevoerd (STOWA, 1983-03) met een plaatconstructie onder de inlooptrommel (verder deflectieschot genoemd). De nabezinktank heeft een diameter van 45,5 meter. Het deflectieschot heft de kortsluitstroom tussen de invoer en de retourslibonttrekking op. Uit overbelastingsproeven blijkt ook dat slibuitspoeling wel plaatsvindt, maar op een later tijdstip. Desalniettemin werd geconcludeerd dat een deflectieschot niet tot een hogere maximaal toelaatbare hydraulische belasting van de nabezinktank zal leiden. De richtlijn dient onveranderd toegepast te worden voor nabezinktanks met een deflectieschot.

3.1.7 RECHTHOEKIGE NABEZINKTANKS

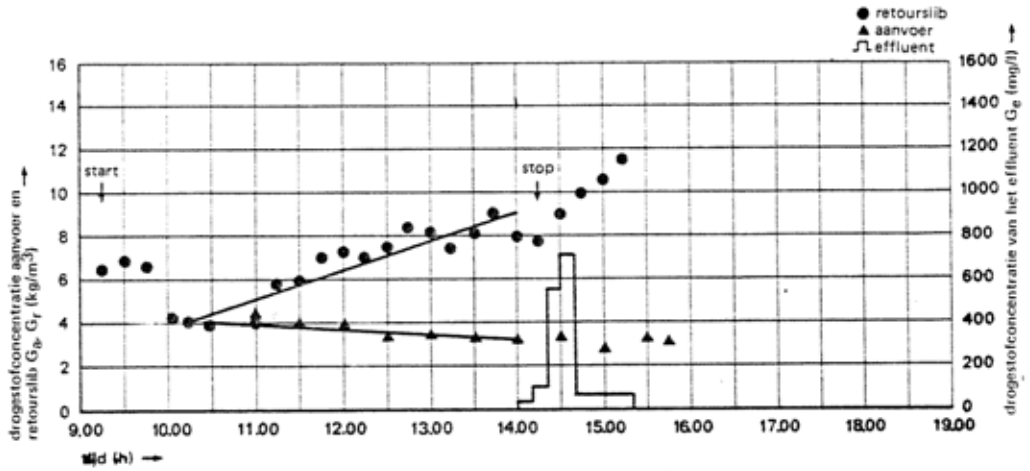
Elf inrichtingen met rechthoekige nabezinktanks zijn geïnventariseerd (STOWA, 1983-06). Tevens is via praktijkonderzoek op de rwzi's Breda, Leiden Zuidwest en Malden de grens van overbelasting vastgesteld. Uit dit onderzoek is gebleken dat de toelaatbare slibvolumebelasting van rechthoekige tanks grotendeels overeenkomt met deze voor ronde nabezinktanks. Wel dient de berekening van de slibbuffering in de rechthoekige nabezinktank aangepast te worden ten opzichte van de ronde tank. Voor de buffering wordt een slibconcentratie aangehouden, gelijk aan de concentratie in de aëratietank verhoogd met 0,5 g/l. Het maximale buffervolume wordt berekend door het oppervlak te vermenigvuldigen met het maximaal toelaatbare slibniveau. Het maximaal toelaatbare slibniveau bevindt zich op 1 meter van de overstortrand.

3.1.8 EVALUATIE

Met het verschijnen van de publicaties in het begin van de jaren '80 is een eenduidige set aan richtlijnen verschenen, waarmee een ronde nabezinktank ontworpen kan worden met een centrale invoer (inlooptrommel), een centrale retourslibaflaat en een perifere aflaat van

effluent. Tevens is een bodemhelling van 1:12 aangenomen als randvoorwaarde. De richtlijnen zijn in beginsel bedoeld voor nabezinktanks met een diameter tussen 30 en 48 meter. De richtlijnen hebben als doel om slibuitspoeling te voorkomen. Hierbij is in de publicaties nooit benoemd dat het voorkomen van slibuitspoeling voldoende zou zijn om aan de geldende effluentnormen (drogestof in effluent < 30 mg/l) te voldoen. Bij overschrijding van de richtlijn is sprake van plotselinge slibuitspoelingen (drogestof >> 100 mg/l) tijdens de praktijkproeven (zie figuur 3-4). De met de richtlijnen berekende oppervlaktebelasting is tevens geldig voor rechthoekige nabezinktanks.

FIGUUR 3-4 **SLIBUITSPOELING OP RWZI RIJEN, UIT STOWA 1981-12**



3.2 BEGIN JAREN '90

In de jaren '80 zijn nabezinktanks gebouwd met diameters boven de in de richtlijnen aangegeven range van 30 – 48 meter. Aangezien de destijds beschikbare richtlijnen niet voorzagen in grotere diameters (50 – 60 meter), is aan het begin van de jaren '90 een reeks publicaties over de nabezinktanks gepubliceerd onder de titel "Optimalisering van grote nabezinktanks". De volgende publicaties zijn verschenen:

- 1992-13: literatuurstudie modellen;
- 1992-14: modellering van de fysische processen;
- 1993-18: bedrijfservaringen en literatuur;
- 1993-19: metingen aan ruimer deflectieschot;
- 1994-W-01: Vooronderzoek naar de mogelijkheden van modellering van de stromingsprocessen.

Om inzicht te krijgen in het functioneren van de grotere nabezinktanks is een tweeledig onderzoek opgezet. Een theoretische (fundamentele) route en een praktische route.

De fundamentele route heeft geleidt tot een overzicht van mathematische en fysische modellering van water- en sedimentbewegingen in nabezinktanks. De voor de mathematische modellering benodigde theorie omvat de Navier-Stokes vergelijkingen en een k-ε-turbulentiemodel. Het fysisch model is gedimensioneerd volgens het getal van Reynolds. Het inzicht dat hiermee verkregen is heeft geleid tot nader onderzoek van de constructie van de nabezinktank.

Uit het praktijkonderzoek bleek slibverlies op te treden door:

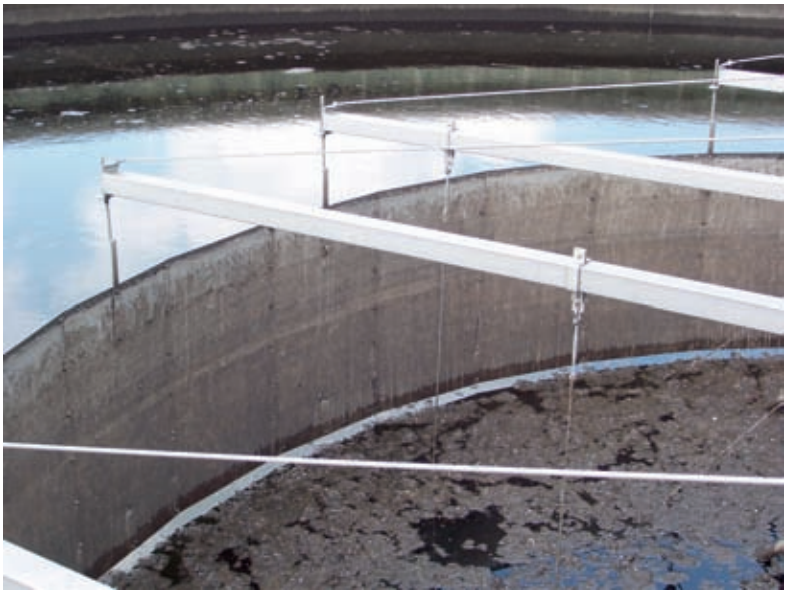
- hoge SVI;
- opdrijvend slib ten gevolge van denitrificatie;
- windinvloeden op grote ondiepe nabezinktanks.

De publicatie 1993-18 bevat een schat aan informatie ten aanzien van dimensioneringsgetallen die wereldwijd toegepast worden voor de verschillende elementen binnen de nabezinktank (denk aan: inloopconstructie, deflectieschot, slibruiming, tankdiepte, bodemhelling, effluentgoten, stromingsgeleiders, keerschotten en retourslibverhoudingen, oppervlakte- en drogestofbelasting en windinvloeden). Deze getallen zijn een waardevolle toevoeging op de richtlijnen uit 1981.

3.2.1 INLOOPCONSTRUCTIE

Een inlooptrommel wordt toegepast op alle ronde nabezinktanks. In de praktijk wordt voor de inlooptrommel veelal een diameter toegepast van 10 – 20% van de diameter van de nabezinktank. De insteekdiepte is dusdanig dat de inlooptrommel niet in de indik- en ruimzone komt en zover mogelijk van de helderwaterzone afblijft. In de regel leidt dit tot insteekdieptes van 1,0 – 1,5 meter. Hiermee wordt een verblijftijd gecreëerd van 5 tot 10 minuten.

FIGUUR 3-5 INLOOPTROMMEL (ZICHTBAAR DOOR VERLAGING WATERNIVEAU)



3.2.2 DEFLECTIESCHOT

Een deflectieschot lijkt een positief effect te hebben bij nabezinktanks vanaf 40 meter. De diameter van het deflectieschot is veelal 10 – 20% groter dan de diameter van de inlooptrommel. Het uiteinde van het schot dient de ruimte tussen de inlooptrommel en de vloer ongeveer in twee gelijke delen te scheiden. Tevens dient het ophopen van slib op de plaat voorkomen te worden door deze deels aflopend te construeren (45° – 60°).

3.2.3 SLIBRUIMING

De slibruimer wordt voorzien van ruimerbladen met een hoogte tussen 20 – 50 cm. Hierboven treedt bij de in Nederland frequent toegepaste kantdiepte van 1,5 meter verstoring op van de stroming. Een lagere hoogte zorgt voor onvoldoende ruimcapaciteit. Ruimsnelheden liggen in de orde grootte van 2 – 6 cm/s.

3.2.4 EVALUATIE

De rapportages begin jaren '90 hebben een waardevolle bijdrage geleverd aan de kennis, voornamelijk op het gebied van nabezinktanks met een grote diameter. Met deze reeks publicaties is een duidelijke richting naar het toepassen van modellen voor de dimensionering van de nabezinktank ingezet.

3.3 BEGIN JAREN '00

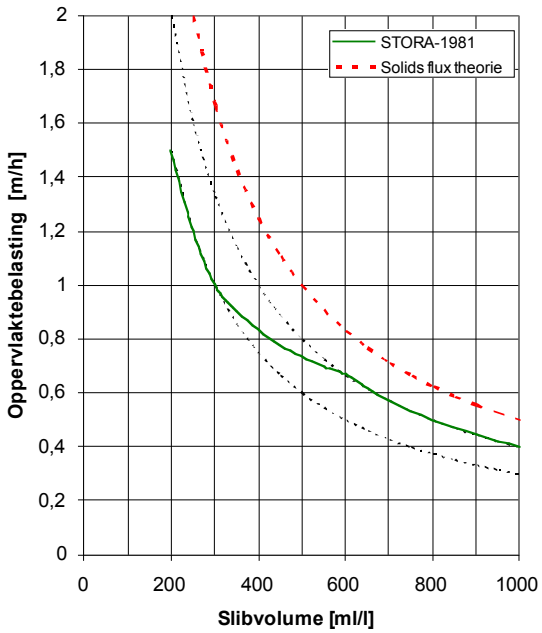
In 2002 wordt duidelijk de weg ingeslagen om nabezinktanks te modelleren. Hierbij wordt gekozen voor het model Fast2D van de universiteit van Karlsruhe in Duitsland. Tevens wordt een controleslag uitgevoerd ten aanzien van de toepassing van de STOWA richtlijnen voor de sterk afwijkende afmetingen en toegepaste configuraties die toegepast worden. Een drietal publicaties worden uitgegeven onder de titel "Optimalisatie van ronde nabezinktanks":

- 2002-W-01: modelproeven;
- 2002-21: ontwikkeling nabezinktankmodel en evaluatie STORA-ontwerprichtlijn;
- 2002-23: ontwerprichtlijnen en toepassing van het nabezinktankmodel – *ontwerpen tussen STORA-1981 en solids flux theorie.*

3.3.1 OPPERVLAKTEBELASTING

Uit de evaluatie van de STOWA-1981 richtlijn volgt dat de richtlijn aan de conservatieve kant is. De nieuwe richtlijn wordt om de ruimte tussen de STOWA-1981 richtlijn en de solids flux theorie te gebruiken voor optimalisaties aan de nabezinktank. Deze optimalisaties dienen uitgevoerd te worden met de software Fast2D. De ruimte tussen de STOWA richtlijn en de solids flux theorie wordt aangegeven in figuur 3-5.

FIGUUR 3-6 ONTWERP OPPERVLAKTEBELASTING ALS FUNCTIE VAN HET SLIBVOLUME VOLGENS STOWA 2002-23. TUSSEN DE GROENE EN DE RODE LIJN IS OPTIMALISATIE VAN HET ONTWERP MOGELIJK



De berekening van het slibvolume tijdens rwa blijft de basis voor het bepalen van de oppervlaktebelasting. Dit vindt plaats via formules 13 t/m 16 en de randvoorwaarden 17 en 18. Ten opzichte van de STOWA-1981 richtlijn is de slibbuffering aangepast (zie formule 15) zodat een grotere kantdiepte 'beloond' wordt met meer buffering.

$$SV = SG_{at,rwa} * SVI \quad (13)$$

$$SG_{at,rwa} = SG_{at,dwa} - \frac{SM_{nbt,rwa}}{V_{at}} \quad (14)$$

$$SM_{nbt,rwa} = SG_{nbt,rwa} * \pi * r^2 * (kd - 1{,}2 + 1/3 * r * \alpha) \quad (15)$$

$$SG_{nbt,rwa} = \frac{480}{SVI} \quad (16)$$

$$SG_{at,rwa} > 0{,}7 * SG_{at,dwa} \quad (17)$$

$$SG_{at,rwa} > 2\ g/l \quad (18)$$

De STOWA-1981 richtlijn dient gevolgd te worden voor ondiepe tanks, terwijl de *"solids flux theorie"* als richtlijn geldt voor diepere tanks.

De keuze om te optimaliseren tussen beide richtlijnen hangt af van:

- een bekend gebied: ondiepe tanks, diameter kleiner dan 40 meter en ondergrens slibvolumebelasting → advies is om de STOWA-1981 richtlijn toe te passen.
- een grijs gebied: tanks met diameter tussen 40 en 50 meter en een slibvolumebelasting tot 400 $l \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$ → advies is om een bestaand ontwerp dat voldoet bij een identieke belasting te kopiëren.
- een te ontginnen gebied: tanks met een diameter groter dan 50 meter of met een slibvolumebelasting van 400 – 500 $l \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$ → het nabezinktankmodel Fast2D dient toegepast te worden om tot een geoptimaliseerd ontwerp te komen.

3.3.2 KANTDIEPTE

De kantdiepte is afhankelijk van de slibvolumebelasting en de diameter van de nabezinktank, zie tabel 3-2.

TABEL 3-2 **GRONDSLAG KANTDIEPTE [STOWA 2002-23]**

Slibvolumebelasting [$l \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$]	Kantdiepte [m]
300	1,5 – 2,5
400	2,0 – 3,5
500	2,5 – 4,5

De kantdiepte kan bij een slibvolumebelasting van 300 $l \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$ tevens berekend worden als zijnde 5% van de diameter van de nabezinktank.

3.3.3 RETOURSLIB

Voor slib met een SVI tussen 90 en 150 ml/g dient het maximale retourslibgehalte te worden in geschat met formule 19. Voor de retourslibverhouding dient echter een veiligheid te worden ingebouwd volgens formule 20.

$$SG_{rs,max} = \frac{1200}{SVI} \quad (19)$$

$$SG_{rs} = \frac{900}{SVI} \quad (20)$$

De retourslibverhouding wordt aangehouden volgens tabel 3-3.

TABEL 3-3 **MINIMALE RETOURSLIBVERHOUDING ALS FUNCTIE VAN DE SVI EN HET SLIBVOLUME**

SVI [ml/g]	Slibvolume [ml/l]					
	200	300	400	500	600	700
90 – 150	0,29	0,50	0,80	1,25	2,00	3,50
60 – 90	0,31	0,56	0,91	1,47	2,50	5,00

3.3.4 EVALUATIE

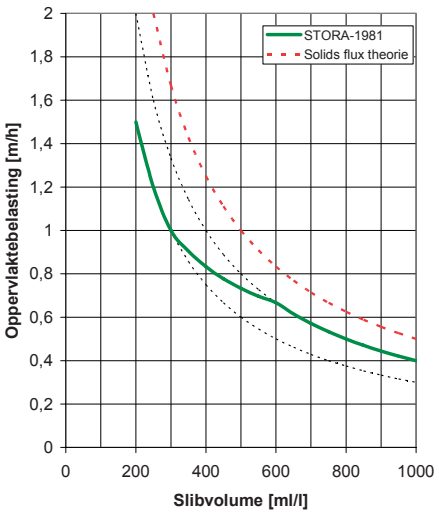
Als resultaat van de onderzoeken in 2002 is de STOWA-1981 richtlijn ten aanzien van de maximaal toelaatbare oppervlaktebelasting afhankelijk gemaakt van de kantdiepte. Door de aanpassing is ruimte gecreëerd voor nabezinktanks met grotere kantdiepten die hoger belast mogen worden. De optimalisatie van het ontwerp van de nabezinktank dient gemodelleerd te worden. Enige onduidelijkheid treedt hierbij op aangezien de resultaten van de modellering alleen kwalitatief beschouwd mogen worden.

3.4 RICHTLIJN VOOR HET ONTWERP VAN NABEZINKTANKS

3.4.1 RICHTLIJNEN

De actuele richtlijnen voor het ontwerpen van een nabezinktank zijn samengevat in tabel 3-4.

TABEL 3-4 ACTUELE ONTWERPRICHTLIJNEN VOOR NABEZINKTANK

Ontwerpparameter	Grondslag
Maximaal toelaatbare oppervlaktebelasting	
Kantdiepte	• Via tabel **Slibvolumebelasting [l · m^{-2} · h^{-1}]** — **Kantdiepte [m]** 300 — 1,5 – 2,5 400 — 2,0 – 3,5 500 — 2,5 – 4,5
Vloer	• helling 1:12 • vlakke bodem kan in combinatie met hevelruimsysteem
Inlooptrommel	• Diameter is 10 – 20% van de diameter van de nabezinktank • Insteekdiepte 1,0 – 2,0 meter • Verblijftijd minimaal 5 – 10 minuten tijdens dwa
Deflectieschot	• Toepassen bij nabezinktanks met diameter > 40 meter • Diameter deflectieschot bedraagt minimaal 110 – 120% van de diameter van de inlooptrommel • Hellend uitvoeren ter voorkoming van slibophoping, hoek 45° – 60° • Uiteinde deflectieschot circa midden tussen onderzijde inlooptrommel en vloer nabezinktank
Retourslibdebiet	• Variabel op basis van influentdebiet. • Debiet berekenen door massabalans over nabezinktank. • $SG_{rs} = \frac{900}{SVI}$
Slibruiming	• Met slibschrapersysteem • Hoogte slibschrapers 20 – 50 cm • Snelheid 2 – 6 cm/s • Alternatief is een hevelruimsysteem
Overstortranden	• Enkelzijdige overstortrand • Voorzien van V-vormige overstortpunten

3.4.2 VRIJHEDEN

De in paragraaf 3.4.1 weergegeven richtlijnen laten enkele vrijheden ten aanzien van het ontwerp van de nabezinktank:

- De maximale (ontwerp)oppervlaktebelasting en kantdiepte worden beschouwd op basis van de slibvolumebelasting. Deze kent een grote bandbreedte, waarbij optimalisatie uitgevoerd wordt door een modellering met Fast2D. Bij deze modellering zijn vele vrijheden aanwezig ten aanzien van de geometrie. Tevens zal een belangrijke parameter (de slibkarakteristiek) bij ontwerpsituaties vaak niet gemeten kunnen worden en leidt het inschatten hiervan tot ontwerpvrijheden.
- Het al dan niet toepassen van een deflectieschot is beschreven (tanks > 40 m). De optimale afmeting en vorm dienen via modelleringstudies afgeleid te worden.
- Lengte van de ruimer (ATV: ∅ < 30 m → 0,5 D; ∅ > 40 m → 1,0 D, overig tussen 0,5 en 0,75 D.).
- Inliggende effluentgoot of effluentgoot buiten de nabezinktank.
- Centrale slibafvoer.
- Duikschot en drijflaagafvoer.

In de navolgende hoofdstukken worden de ervaringen van de ronde nabezinktanks op Nederlandse rwzi's onderzocht en vergeleken met de besproken ontwerprichtlijnen.

3.5 OVERIGE –IN NEDERLAND TOEGEPASTE– RICHTLIJNEN

Naast de STOWA richtlijnen zijn er een tweetal richtlijnen die in Nederland ook worden toegepast.

- Ontwerprichtlijnen voor diepe nabezinktanks (Reitsma en Kramer, 2004).
- Omloopsnelheid van de ruimerbrug (ATV, 2000).

3.5.1 ONTWERPRICHTLIJNEN VOOR DIEPE NABEZINKTANKS

In 2004 is in een artikel (Reitsma en Kramer, 2004) een methodiek voorgesteld voor het ontwerpen van diepere nabezinktanks en met een hogere oppervlaktebelasting dan dat in de STOWA richtlijnen beschreven staat. Uitgangspunten van deze methode is dat de oppervlakte van de nabezinktank ontworpen wordt tot een maximale slibvolumebelasting van 500 $l \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$. Om de diepte van de nabezinktank te berekenen worden 4 verschillende zones onderscheden.

- Helder waterzone (H1 [m]).
- Scheidingszone (H2 [m]).
- Bufferzone (H3 [m]).
- Indikzone (H4 [m]).

$$H1 = 0{,}5 \tag{21}$$

$$H2 = \frac{0{,}5 * Q_a * (1+R)}{(1 - SG_{at} * (SVI/1000))} \tag{22}$$

$$H3 = \frac{1{,}5 * 0{,}43 * SVB * (1+R)}{500} \tag{23}$$

$$H4 = \frac{SG_{at} * q_a * (1+R) * t_c}{SG_{nbt,\,max}} \tag{24}$$

Deze richtlijn is afgeleid van de in Duitsland toegepaste ATV-richtlijnen (ATV, 2000). Aangezien in de STOWA methodiek gerekend wordt met het slibgehalte tijdens RWA is een aanpassing verricht in de berekening van de bufferzone.

De berekende diepte van de nabezinktank is voor horizontaal doorstroomde tanks berekend op 2/3 van de straal van de nabezinktank en zal op zijn minst 3 meter bedragen.

Gesteld wordt dat bij het handhaven van deze richtlijn het maximale gehalte aan zwevendestof in het effluent 20 mg/l zal bedragen. De onderbouwing van deze stelling is tot op heden niet gepubliceerd.

3.5.2 SLIBRUIMCAPACITEIT

De omloopsnelheid van de slibruimer in de nabezinktank kan worden berekend volgens de richtlijn omschreven in ATV-DVWK-A 131 (ATV, 2000).

De slibruimcapaciteit is afhankelijk van:
- de snelheid van de ruimerbrug (gemeten op de buitenste rand);
- de hoogte van de slibruimer;
- de lengte van de slibruimer.

De berekening voor de slibruimcapaciteit is als volgt:

$$Q_{sr} = \frac{h_{sr} \quad a \quad v_{sr} \quad D}{4 \quad f_{sr}} \tag{25}$$

Het aantal slibruimers dient gekozen te worden afhankelijk van de diameter. Bij een hele brug is dit 2, bij 3/4 brug is dit 1,5 en bij een halve brug is dit 1. De ruimerfactor is afhankelijk van het type ruimer. Voor de in Nederland toegepaste ruimerbruggen met bodemschrapers wordt een ruimerfactor van 1,5 genomen.

3.5.3 BODEMHELLING

Naast een bodemhelling van 1:12 zijn in Nederland ook vlakkere bodems toegepast. Uit een inventarisatie in 2002 (Royal Haskoning, 2002) is gebleken dat de Waterschappen Groot Salland en Velt en Vecht nabezinktanks geconstrueerd hebben met bodemhellingen van 1:40, 1:50 en zelfs vlakke vloeren. De inventarisatie betreft de volgende rwzi's: rwzi Dalfsen (2 tanks), Olst (1 tank), Genemuiden (1 tank), Ommen (1 tank) en Hardenberg (2 tanks)[4]. De procestechnologische ervaringen van beide waterschappen ten aanzien van de inzet van nabezinktanks met een vlakke bodem zijn goed: de werking is te vergelijken met nabezinktanks met een helling van 1:12.

4 Wat opvalt is dat de nabezinktanks van zowel Ommen als Hardenberg wel deel uitmaken van dit onderzoek en hierbij geen referentie zijn. De uitspoelingen die zich op deze rwzi's hebben voorgedaan waren tijdens RWA momenten, waarbij zowel het ontwerp slibgehalte als de ontwerp SVI overschreden waren.

4

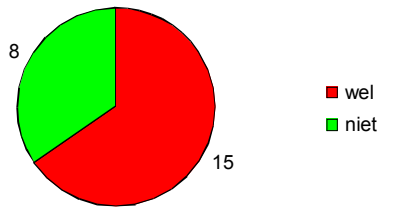
RESULTATEN INVENTARISATIE SLIBUITSPOELING

4.1 RESULTATEN LANDELIJKE ENQUÊTE EN WORKSHOP INVENTARISATIE SLIBUITSPOELING

Er is een enquête onder de technologen van de Nederlandse waterschappen uitgevoerd met betrekking tot het fenomeen slibuitspoeling en het voorkomen hiervan. De enquête had een inventariserend karakter met als hoofddoel de kwantiteit van het probleem te verifiëren. De belangrijkste resultaten van de inventarisatie zijn:

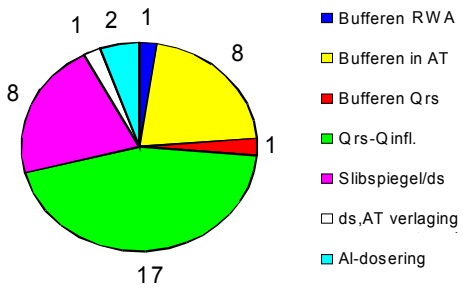
- Alle waterschappen hebben eisen conform Lozingen Besluit stedelijk afvalwater of strenger.
- Slibuitspoeling in het beheersgebied wordt bij 9 waterschappen als een belangrijk probleem ervaren.
- Slibuitspoeling op een rwzi wordt bij 15 waterschappen als een belangrijk probleem ervaren

FIGUUR 4-1 WORDT SLIBUITSPOELING VOOR UW WATERSCHAP ALS EEN BELANGRIJK PROBLEEM ERVAREN?



- Slibuitspoeling treedt op bij 56 rwzi's van de circa 390 rwzi's. Sommige waterschappen hebben beduidend meer problemen dan de overige.
- Met betrekking tot regelingen maken de meeste waterschappen gebruik van de retourslibregeling op het influentdebiet, buffering van slib in de beluchting en droge stofregeling gekoppeld met slibspiegelmeting in de nabezinktank.

FIGUUR 4-2 WELKE REGELING WORDT TOEGEPAST TER VOORKOMING VAN SLIBUITSPOELING?



- Meer dan de helft van de waterschappen hebben geen eenduidig protocol dat gevolgd dient te worden na het signaleren van slibuitspoeling.

Tijdens de workshop is een prioritering van hoofdoorzaken vastgelegd, zie tabel 4-1.

TABEL 4-1 **OORZAKEN EN PRIORITERING VAN SLIBUITSPOELING**

Hoofdoorzaken	Prioritering
Ontwerp nabezinktank	1
Hydraulische factoren (rwa > ontwerp; verdeelwerken)	2
Bedrijfsvoering aspecten (drogestof beheer; regelingen)	2
Slibkwaliteit	3

4.2 ONDERZOEK RWZI'S

4.2.1 BEZOEK PER RWZI

Van 17 rwzi's die aangegeven hebben problemen te ondervinden ten aanzien van slibuitspoeling zijn onderstaand de bevindingen rondom de slibuitspoelingen weergegeven.

ALMELO-VISSEDIJK

De nabezinktanks van de rwzi Almelo-Vissedijk zijn ontworpen op basis van inmiddels verouderde ontwerprichtlijnen (oppervlaktebelasting 1 m/h). Een van de nabezinktanks is uitgerust met een slibspiegelmeting. Indien sprake is van slibdetectie wordt de innamecapaciteit tijdelijk gereduceerd door één van de drie aanvoervijzel uit te schakelen. Indien dit onvoldoende resultaat geeft, wordt tevens een tweede aanvoervijzel terug geregeld tot maximaal de helft van de capaciteit. Tevens wordt in de wintermaanden het belucht volume in het actief slibsysteem vergroot. De innamecapaciteit wordt als gevolg van deze maatregelen zo min mogelijk beperkt. De regeling wordt gezien als een adhoc-maatregel, waaraan een bewuste afweging ten grondslag ligt: het incidenteel overstorten van verdund rioolwater wordt namelijk als minder schadelijk voor het betreffende watersysteem gezien, dan wanneer grote hoeveelheden actief slib worden geloosd. *De rwzi zal de komende jaren worden aangepast c.q. gerenoveerd. Structurele oplossing van het hydraulische knelpunt zal hiervan onderdeel uit maken.*

Het verdeelwerk dat het inkomende afvalwater gelijkmatig over de drie staten moet verdelen, heeft geen gelijke verdeling. In één van de overstortopeningen is een hulpschot geplaatst om deze stroom (gedeeltelijk) dicht te kunnen zetten. Hierdoor wordt straat drie lager belast dan het ontwerp.

FIGUUR 4-3 **VERDEELWERK ZOU GELIJKE OPENINGEN MOETEN HEBBEN**

In de periode 2006 – 2007 is tien maal de reductie van influent in werking getreden. De enige geregistreerde slibuitspoeling die plaats heeft gevonden is tijdens rwa, waarbij de slibvolumebelasting volgens STOWA-1981 niet overschreden werd.

BAARLE-NASSAU

De rwzi Baarle-Nassau is een kleine rwzi met een fors aandeel agrarisch afvalwater. In de beschouwde periode is tweemaal een slibuitspoeling geregistreerd. Beide keren was het drogestofgehalte van het actiefslibsysteem hoger dan het ontwerpslibgehalte en was er sprake van rwa. De SVI is altijd lager dan 75 ml/g, mede door de aluminiumdosering. Bij beide slibuitspoelingen is de slibvolumebelasting volgens STOWA-1981 niet overschreden.

BATH

De rwzi Bath heeft 10 nabezinktanks, waarvan 2 met een deflectieschot zijn uitgerust. De twee slibuitspoelingen hebben zich beide voorgedaan tijdens rwa. Eén hiervan heeft zich voorgedaan boven de STOWA-1981 richtlijn ten aanzien van de maximale slibvolumebelasting. Door de grote diameters en door de open ligging in het veld, wordt een invloed van wind op het nabezinkproces verwacht. Ook wordt aangegeven dat het meten / schatten van de slibhoeveelheid tijdens en direct na afloop van rwa moeilijk is. Ook zorgt een storing in de sliblijn direct voor verlaging van de spuislibcapaciteit.

FIGUUR 4-4 **DUBBELE RUIMERBRUG RWZI BATH**

DODEWAARD

Een effluent drogestofconcentratie van 33 mg/l tijdens rwa, is de enige slibuitspoeling die op de rwzi Dodewaard is geregistreerd. Deze vond plaats bij een slibgehalte dat boven de ontwerpwaarde lag (5,4 g/l in plaats van 4,0 g/l), terwijl de SVI zeer laag was (50 ml/g terwijl ontwerp 50 ml/g is). Deze slibuitspoeling vond wel plaats binnen de STOWA-1981 richtlijn ten aanzien van de maximale slibvolumebelasting.

DRACHTEN

Tijdens verbouwingswerkzaamheden (tijdens dwa) zijn twee van de vijf slibuitspoelingen op rwzi Drachten voorgekomen. De overgebleven drie slibuitspoelingen hebben plaatsgevonden vanuit de nieuwe nabezinktanks. Deze tanks zijn hydraulisch hoger belast geweest dan waarvoor ze ontworpen waren doordat het voorliggende verdeelwerk de aanvoer niet evenredig verdeelde over de vier nabezinktanks. De rwzi Drachten heeft verschillende groottes van inlooptrommels toegepast.

DRUTEN

Verhoging van de drogestofconcentratie in het effluent (zonder de 30 mg/l te overschrijden) treedt bij de rwzi Druten tijdens dwa op. Eén overschrijding is opgetreden bij rwa. De rwzi kent een zeer lage SVI (maximum = 90 ml/g) en wordt bedreven boven het ontwerpslibgehalte. Desondanks blijft het slibvolume laag (altijd lager dan 350 ml/l).

FIGUUR 4-5 **PROFIEL DREIGENDE SLIBUITSPOELING (LINKS) RWZI DRUTEN**

EMMEN

De rwzi Emmen registreerde circa drie maal per jaar een overschrijding. De overschrijdingen in 2005 en 2006 zijn (mede) veroorzaakt door een onevenredige verdeling van het actiefslib over de nabezinktanks doordat lucht ingesloten werd in de aanvoerleidingen. In 2007 en 2008 zijn vervolgens slibuitspoelingen voorgekomen tijdens ombouw van de rwzi. De slibuitspoelingen van 2007 en 2008 worden derhalve niet meegenomen in de nadere beschouwing.

GIETEN

De rwzi Gieten heeft twee slibuitspoelingen gehad ten tijde van de ombouw. Deze worden niet nader in beschouwing genomen.

HARDENBERG

Hardenberg heeft eenmaal een forse slibuitspoeling gehad. Dit heeft plaatsgevonden tijdens rwa, waarbij zowel de SVI als het ontwerpslibgehalte is overschreden.

OLDENZAAL

De rwzi Oldenzaal heeft twee nabezinktanks met een hevelruimsysteem en twee nabezinktanks met een slibschrapersysteem. De rwzi is uitgerust met een drogestofmeting in de effluentgoot om indien nodig de retourslibpompen naar maximaal te sturen en de influentaanvoer te beperken. Deze regeling is in de beschouwde periode niet aangesproken. Tijdens rwa heeft zich drie maal een slibuitspoeling voorgedaan. Dit is gebeurd bij de drie hoogste dagdebieten. Zowel de SVI als het slibgehalte overschreden de ontwerpwaarden niet. Het technologische functioneren van de nabezinktanks met het hevelsysteem wordt op basis van de (visuele) ervaring van de bedrijfsvoerder beter beoordeeld dan de tanks met de slibschrapers.

OMMEN

De rwzi Ommen heeft tweemaal een slibuitspoeling tijdens rwa gehad. In beide gevallen waren zowel het ontwerp SVI als het ontwerp slibgehalte overschreden.

PIERSHIL

De rwzi Piershil is een Schreiber[5] systeem (recentelijk uitgerust met plaatbeluchting) met de nabezinktank in het midden. Deze rwzi heeft viermaal tijdens rwa een slibuitspoeling gehad. Bij al deze gevallen is sprake geweest van een belasting groter dan de ontwerpbelasting van de nabezinktank op basis van de slibvolumebelasting. De rwzi heeft last van agrarische lozers, waarbij de SVI oploopt en waarbij onvoldoende zuurstof ingebracht kan worden.

FIGUUR 4-6 DRIJFLAAGAFVOERPOMP IN WERKING OP RWZI PIERSHIL

TER APEL

De rwzi Ter Apel heeft in een ombouwperiode, waarbij een hoog drogestofgehalte is gevoerd een slibuitspoeling tijdens dwa gehad. Deze slibuitspoeling wordt niet nader beschouwd. Een tweede slibuitspoeling heeft plaatsgevonden tijdens rwa. Hierbij waren zowel de SVI als het drogestofgehalte in het actiefslibsysteem op orde (onder of gelijk aan ontwerp).

VEENDAM

De rwzi Veendam heeft negen overschrijdingen gemeld in de beschouwde periode. Hiervan hebben acht overschrijdingen plaatsgevonden tijdens rwa. Het verdeelwerk dat het actiefslib over de drie nabezinktanks moet verdelen werkt niet correct. De hogere oppervlaktebelasting van de nabezinktanks kan niet worden ingeschat. De acht overschrijdingen tijdens rwa worden daarom niet meegenomen in het onderzoek. De slibuitspoeling tijdens dwa die wel meegenomen wordt, heeft plaats gevonden bij een lage SVI (65 ml/g).

WALCHEREN

De rwzi Walcheren heeft een drogestofsensor in het effluent van de nabezinktanks 3, 4, 5 en 6. Op basis van de troebelheid wordt het influentdebiet beperkt tot 5.000 m^3/h (ontwerp rwa bedraagt 7.800 m^3/h). Het verdeelwerk zou mogelijk niet geheel naar de gewenste verhouding kunnen verdelen, waardoor straat 1 meer afvalwater te verwerken krijgt. Er wordt vermoed dat ook de wind invloed heeft op de prestaties van de nabezinktanks.

5 Een Schreiber systeem is een ronde beluchtingstanks met een roterende brug waaraan de beluchtingselemelenten zijn bevestigd.

FIGUUR 4-7 GOLFJES OP DE NABEZINKTANK VAN WALCHEREN

WARNS

De rwzi Warns heeft tweemaal een grote slibuitspoeling tijdens rwa gehad. In beide gevallen is het drogestofgehalte van het actiefslibsysteem veel te hoog (tot 150% van de ontwerpslibgehalte) geweest. Aangezien slechts van 1 slibuitspoeling voldoende data aanwezig is, wordt de andere niet nader beschouwd.

WILLEM ANNAPOLDER

De rwzi Willem Annapolder heeft zeven slibuitspoelingen geregistreerd in de beschouwde periode. Zes slibuitspoelingen hebben plaatsgevonden tijdens rwa, waarvan vier ook in combinatie met een forse wind. In zes van de zeven gevallen voldeed de SVI aan de ontwerpwaarden, doch overschreed het slibgehalte het ontwerpslibgehalte. Dit leidde tot slibvolumebelastingen boven de STOWA-1981 richtlijn. De dwa slibuitspoeling heeft plaatsgevonden bij een lage SVI. Aangegeven wordt dat door de wind voornamelijk aan de loefzijde slibvlokjes zichtbaar zijn in het effluent.

FIGUUR 4-8 SLIBVLOKJES IN EFFLUENT RWZI WILLEM ANNAPOLDER – LOEFZIJDE NABEZINKTANK

4.2.2 ONTWERPPARAMETERS VAN DE NABEZINKTANK

Het ontwerp van de rwzi's met en zonder slibuitspoeling wordt getoetst aan de richtlijnen en grondslagen zoals deze in tabel 3-4 zijn weergegeven.

TABEL 4-2 **CONTROLE ONTWERPPARAMETERS RWZI'S MET SLIBUITSPOELING**

Ontwerpparameter		opp. bel.	kantdiepte	vloer	inlooptrommel	deflectieschot	retourslibdebiet	slibruiming	effluentgoot
Almelo-Vissedijk	nbt 1, 2								
	nbt 3								
Baarle-Nassau	nbt 1								
Bath	nbt 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9								
	nbt 5, 10								
Dodewaard	nbt 1								
Drachten	nbt 1, 2								
	nbt 3								
	nbt 4								
Druten	nbt 1								
	nbt 2								
Emmen	nbt 1, 2								
	nbt 3, 4, 5								
Gieten	nbt 1								
	nbt 2								
Hardenberg	nbt 1			nb	nb	nb		nb	nb
	nbt 2								
Oldenzaal	nbt 1, 2								
	nbt 3, 4								
Ommen	nbt 1								
Piershil	nbt 1								
Ter Apel	nbt 1								
Veendam	nbt 1, 2, 3								
Walcheren	nbt 1, 2, 3, 4								
	nbt 5, 6								
Warns	nbt 1								
Willem Annapolder	nbt 1, 2								
	nbt 3, 4								

rood = voldoet niet
oranje = voldoet niet aan STOWA-1981, valt wel binnen solids flux theorie
groen = voldoet
nb = geen data beschikbaar

TABEL 4-3 **CONTROLE ONTWERPPARAMETERS RWZI'S ZONDER SLIBUITSPOELING**

Ontwerpparameter		opp. bel.	kantdiepte	vloer	inlooptrommel	deflectieschot	retourslibdebiet	slibruiming	effluentgoot
Almelo-Sumpel	nbt 1, 2, 3, 4				nb			nb	
Chaam	nbt 1								
Dedemsvaart	nbt 1	nb							
Lage Zwaluwe	nbt 1								
Oud-Beijerland	nbt 1, 2								
Ridderkerk	nbt 1, 2, 3				nb			nb	
Rijssen	nbt 1								
	nbt 2, 3								
Vriescheloo	nbt 1								

rood = voldoet niet
oranje = voldoet niet aan STOWA-1981, valt wel binnen solids flux theorie
groen = voldoet
nb = geen data beschikbaar

Zowel bij de rwzi's met slibuitspoeling als bij de referentie rwzi's wordt geconstateerd dat deze niet ontworpen zijn volgens alle geldende richtlijnen. Uit de data blijkt geen eenduidige relatie tussen de diverse ontwerpparameters en het voorkomen van slibuitspoeling. Onderstaand wordt per parameter een toelichting gegeven ten aanzien van de beoordeling.

OPPERVLAKTEBELASTING

Bij de score ten aanzien van de maximaal toelaatbare oppervlaktebelasting is onderscheid gemaakt tussen het voldoen aan de STOWA-1981 richtlijn en voldoen aan de verhoogde solids flux theorie (zie tabel 3-4). Dit is gedaan, omdat het uit de gevraagde gegevens niet duidelijk is of de oppervlaktebelasting is geoptimaliseerd met Fast2D. Ervan uitgaande dat deze optimalisatie heeft plaatsgevonden in de ontwerpfase, voldoen alle nabezinktanks aan de richtlijnen ten aanzien van de oppervlaktebelasting.

KANTDIEPTE

Alle nabezinktanks voldoen aan de richtlijnen ten aanzien van de benodigde kantdiepte.

VLOER

Een vijftal nabezinktanks zijn uitgerust met vlakkere vloeren dan de in de richtlijn opgenomen 1:12. Hiervan is één rwzi een referentie rwzi. Bij zowel de rwzi Hardenberg als de rwzi Willem Annapolder wordt de vlakkere vloer gezien als een oorzaak van slibuitspoeling, hetgeen in tegenspraak is met paragraaf 3.5.3.

INLOOPTROMMEL

De inlooptrommels die niet voldoen aan de richtlijn, hebben een diameter die kleiner is dan 10% van de diameter van de nabezinktank. Uitzondering hierop is nabezinktank 4 van de rwzi Drachten die een diameter heeft die groter is dan 20% van de diameter van de nabezinktank.

DEFLECTIESCHOT

De rwzi Veendam en Hardenberg voldoen niet aan de richtlijn, omdat hier deflectieschotten zijn opgenomen bij nabezinktanks met diameters onder de 40 meter. De overige nabezinktanks zijn nabezinktanks met diameters groter dan 40 meter, terwijl er geen deflectieschotten zijn toegepast.

RETOURSLIBDEBIET

Vele rwzi's hebben retourslibpompen (of –vijzels) die minder capaciteit hebben dan voorgeschreven wordt op basis van de richtlijnen. Dit komt grotendeels doordat in de aanbevolen retourslibverhouding sinds 2002 een veiligheidsfactor is opgenomen (zie paragraaf 3.3.3). Daarnaast zijn de rwzi's Chaam en Lage-Zwaluwe niet regelbaar op basis van het influentdebiet.

SLIBRUIMING

In de richtlijn is aangegeven dat de slibruiming een snelheid dient te hebben tussen 2 en 6 cm/s. Op de rwzi Oldenzaal (nbt 1 en 2) is de snelheid langzamer, terwijl op de rwzi's Dedemsvaart, Emmen (nbt 1 en 2) en Gieten (nbt 1) de slibschraper zich sneller voortbeweegt.

EFFLUENTGOOT

De rwzi's Almelo-Vissedijk, Almelo-Sumpel en Gieten zijn uitgerust met dubbele overstortranden en voldoen daarmee niet aan de richtlijn.

4.2.3 ERVARINGEN BEDRIJFSVOERDERS TEN AANZIEN VAN DE OORZAKEN VAN SLIBUITSPOELING

De oorzaken van slibuitspoeling zijn per onderzochte rwzi op basis van de ervaringen van de bedrijfsvoerder ingevuld. Tabel 4-4 geeft een samenvatting van deze oorzaken. De oorzaken van slibuitspoeling worden hierna besproken.

TABEL 4-4 OORZAKEN VAN SLIBUITSPOELING PER TYPE VERSTORING

Categorie	Deeloorzaak	Verstoring: Voortdurende verhoging van ZS in effluent	Plotselinge slibuitspoeling	Slibvlokken in effluent	Drijflagen	Schuimvorming	Licht slib	Retourslibgehalte te laag	Verhoogde slibspiegel
Slibeigenschappen	Slibgehalte in aëratietank	-	---	--					-
	Gasvorming (flotatie)			-					
	Onvoldoende vlokking	--		-					
	Onvoldoende indikking								
	Bezinkeigenschappen (SVI)	--	--	--	-		--	-	-
	Draadvorming	-	--	-	---	-	--	-	
Influent	Vuilprop uit riolering		--		--		-		-
	Grote fluctuaties in debiet		--	-	-				-
	Specifiek (industrieel) influent	-					-		
	Temperatuur (seizoen)	-		-	-				
Stroming / hydrauliek	Ongelijkmatige invoer / verdeling	-	---	-					-
	Windinvloeden	-	-	---					-
	Stromingspatroon		--	-					-
	Kortsluitstroming							-	
	Aanvoer	-		-					
Constructie	Inloop(trommel)	-	-	-					
	Deflectieschot	-	-					-	
	Afvoer - overstort		-	-					
	Slibruiming	-		-					
	Drijflaagafvoer	-			-				
Bedrijfsvoering	Besproeien nabezinktank	-		-					
	Chemicaliëndosering	-		-	+	+	+	+	
	Retourslibdebiet	-	--	-				-	-
	Sturing / regeling	-	--	-					
	Surplusslibafvoer		-	-					
	Verstoppingen		-						
Ontwerp	Oppervlaktebelasting te hoog	-	---	--					-
	Slibvolumebelasting te hoog		---	--					-
	Geringe diepte		-						-

Verklaring: (op totaal van 15 bezochte rwzi's, kleur dient ter ondersteuning)

+ [groen] werkt positief op voorkomen slibuitspoeling
- [geel] op 1 – 2 rwzi's is deze relatie ingebracht
– [oranje] op 3 – 4 rwzi's is deze relatie ingebracht
— [rood] op meer dan 4 rwzi's is deze relatie ingebracht

ONTWERP NABEZINKTANK

- Een te hoge oppervlaktebelasting en/of slibvolumebelasting worden als hoofdoorzaken gezien van slibuitspoeling. Tevens is aangegeven dat de totale hoeveelheid drogestof in het systeem tijdens rwa niet eenvoudig te bepalen is.
- Een geringe diepte van de nabezinktank wordt door een enkeling als oorzaak van slibuitspoeling gezien.
- De constructie wordt ook gezien als oorzaak van slibuitspoeling. De diverse constructieonderdelen (zoals in tabel 4-2 benoemd) worden alle genoemd als oorzaak, zonder dat een bepaald onderdeel er uitspringt in aantal.

HYDRAULISCHE FACTOREN

- Een ongelijkmatige verdeling over de nabezinktanks wordt als hoofdoorzaak gezien voor slibuitspoeling ten aanzien van hydraulische factoren.
- Windinvloeden worden op hydraulisch vlak als tweede oorzaak gezien.

LOKALE OMSTANDIGHEDEN / BEDRIJFSVOERINGASPECTEN

- Het slibgehalte in het actiefslibsysteem wordt als hoofdoorzaak benoemd. Daaraan gerelateerd zijn een tweetal fenomenen benoemd:
- De spuislibafvoer-capaciteit is een belangrijk aspect. Indien geen slib gespuid kan worden (bijvoorbeeld door storingen in de sliblijn) ontstaan in combinatie met een natte periode snel kritieke bedrijfssituaties.
- De hoeveelheid slib in het systeem kan moeilijk beheerst worden rondom rwa-situaties. De totale hoeveelheid drogestof in de rwzi stijgt door een verhoogde (drogestof) aanvoer, terwijl door buffering van slib in de nabezinktank(s) het gemeten slibgehalte in de aëratietank daalt.
- De vuilprop uit de riolering wordt tevens aangemerkt als oorzaak, doordat deze zorgt voor een (niet controleerbare) verhoging van de hoeveelheid drogestof in het systeem.

SLIBKWALITEIT

- De bezinkeigenschappen van het slib worden als oorzaak genoemd. Daarbij wordt draadvorming *(Microtrix parvicella)* als belangrijkste oorzaak genoemd.
- Ten aanzien van de drijflaagvorming wordt aangegeven dat deze geen belangrijke oorzaak zijn van slibuitspoeling vanwege voldoende drijflaagafvoer capaciteit. Indien er onvoldoende drijflaagafvoercapaciteit is, speelt deze wel een rol in slibdoorslag.

4.2.4 REGELINGEN

De retourslibregeling bepaalt samen met de bezinkeigenschappen van het slib de verdeling van de actiefslibmassa over de actiefslibreactor en de nabezinktank. Om slibuitspoeling te voorkomen worden ook andere maatregelen getroffen die invloed hebben op de verdeling van het actiefslib. De volgende regelingen en maatregelen komen voor:

RETOURSLIBREGELING

De retourslibregeling heeft de grootste en de meest directe invloed op de verdeling van het slib over de waterlijn. Het slib wordt hierbij vanuit de nabezinktank terug gevoerd naar de actiefslibtank. Bij alle rwzi's die een variabele hoeveelheid actiefslib kunnen retourneren (middels frequentie gestuurde opvoerwerktuigen, laag toeren / hoog toeren of het bij- en afschakelen van opvoerwerktuigen), wordt een afgeleide van de afvoer van de nabezinktank toegepast als input voor de retourslibregeling. Hiervoor worden parameters als influentdebiet, effluentdebiet, niveaumeting (opstuwing door hoger debiet) toegepast.

Variabelen zijn:

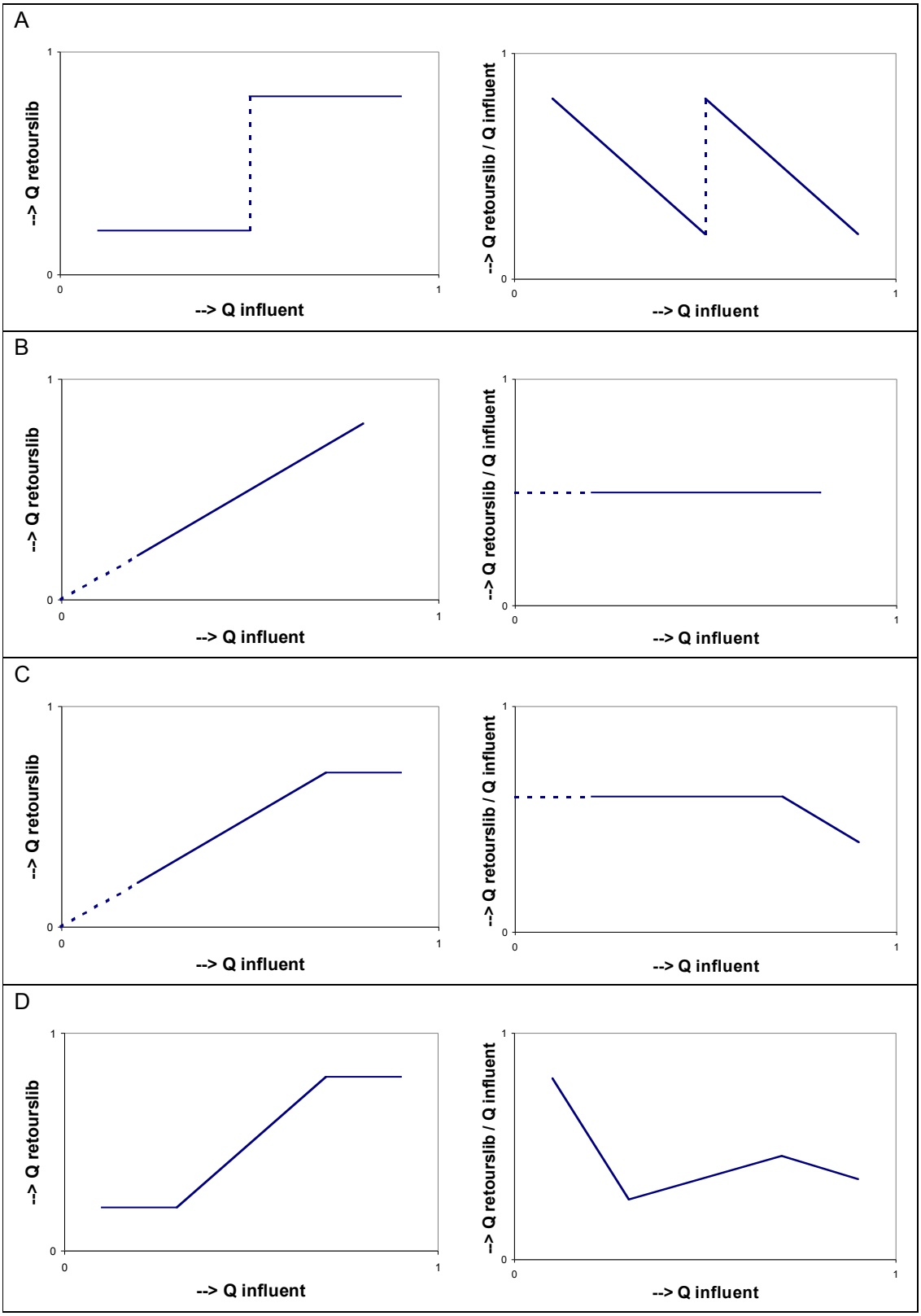
- het minimale retourslibdebiet;
- het maximale retourslibdebiet;
- de verhouding tussen retourslibdebiet en effluentdebiet (of influentdebiet);
- startvertraging en nalooptijd.

In figuur 4-9 worden de verschillende typen retourslibregelingen, die worden toegepast in de onderzochte rwzi's, weergegeven. Links staat de regeling weergegeven, terwijl rechts als afgeleide daarvan de ratio tussen het retourslibdebiet en het influentdebiet staat weergegeven. Er wordt onderscheid gemaakt tussen vier typen:

A Regeling gebaseerd op laag toeren / hoog toeren: er treden grote schommelingen op in de ratio Q_{rs} / Q_{inf}.
B Regeling gebaseerd op een vaste verhouding ten opzichte van het influentdebiet. Het onderbereik wordt vaak bepaald door het minimale pompdebiet.
C Idem aan "B". Het bovenbereik wordt echter afgetopt op een maximale hoeveelheid. De ratio Q_{rs} / Q_{inf} loopt daardoor terug bij grotere influentdebieten.
D Idem aan "C" met daarbij instelbare punten voor het boven- en onderbereik. De ratio Q_{rs} / Q_{inf} varieert per lijnstuk.

Hierbij dient opgemerkt te worden dat door het veranderen van de instellingen in de besturingssoftware er op een rwzi gewisseld kan worden tussen de typen B, C en D.

FIGUUR 4-9 RETOURSLIBREGELINGEN MET DE BIJBEHORENDE RATIO Q_{RS} / Q_{INF}



CHEMICALIËNDOSERING

Door dosering van chemicaliën (aluminium- en ijzerzouten) die de bezinkbaarheid (SVI) van het slib verbeteren, wordt de effectiviteit van de retourslibvoorziening vergroot.

BUFFEREN VAN ACTIEFSLIB IN AËRATIETANK

Een maatregel om het transport van actiefslib naar de nabezinktank te verlagen is het bufferen van actiefslib in de aëratietank. Deze maatregel wordt actief bij dreigende slibuitspoeling. Het bepalen van een dreiging van slibuitspoeling vindt plaats op basis van een slibspiegelmeting in de nabezinktank of een troebelheidsmeting in het effluent. De maatregel omvat het tijdelijk uit bedrijf nemen van apparatuur die actiefslib in suspensie houdt (beluchting en voortstuwers).

BUFFEREN VAN RETOURSLIB

Een tweede maatregel om het transport van actiefslib naar de nabezinktank te verlagen is het bufferen van retourslib. Door de extra buffering, treedt een (extra) daling op van het slibgehalte in de aëratietank. De buffering kan in een externe buffer plaatsvinden, waarbij het slib na afloop van een regenbui wordt geretourneerd. Daarnaast is er een methode waarbij een deel van de actiefslibreactor worden gebruikt voor de slibbuffering. Hierbij wordt (een deel van) het influent deels gebypassed over de reactor, waardoor een zone ontstaat met een verhoogd drogestofgehalte.

VERLAGING HOEVEELHEID BEHANDELD AFVALWATER

De hoeveelheid afvalwater die behandeld wordt kan worden beperkt indien slibuitspoeling dreigt. Dit kan door een beperking van:

- het influentdebiet (verlaging afname - bij het reduceren van het influentdebiet wordt de buffercapaciteit van het rioolsysteem eerst benut, voordat het afvalwater zal overstorten; een gedoogsituatie is hiervoor noodzakelijk).
- een deel van het influent wel in te nemen, maar te bypassen over het actiefslibsysteem (hierbij dient wel aan de effluenteisen voldaan te worden).

VERLAGING SLIBVOLUMEBELASTING *("KRITISCH BEZINKSEL")*

Een maatregel die geen directe invloed heeft op de verdeling van het actiefslib over de waterlijn, maar wel de belasting van de nabezinktank verlaagt, betreft het systematisch verlagen van de slibvolumebelasting na een slibuitspoeling. De maximale slibvolumebelasting wordt vastgesteld met een methode die bekend staat als *"kritisch bezinksel"*. Bij deze methode wordt ervan uitgegaan dat iedere rwzi haar eigen kritische bezinksel kent. Wanneer een slibuitspoeling plaatsvindt, verliest het systeem een deel van het drogestof (tevens slibvolume). Het slibvolume dat overblijft, is gelijk aan de maximale capaciteit van het systeem (=kritisch bezinksel). Door te corrigeren voor de slibbuffercapaciteit van de nabezinktanks, wordt vervolgens het maximale slibvolume tijdens DWA bepaald. Aan de hand van de actuele SVI kan de bedrijfsvoerder vervolgens de maximale drogestofconcentratie van het actiefslib bepalen.

TOEGEPASTE REGELINGEN OP DE ONDERZOCHTE RWZI'S

In tabel 4-5 en tabel 4-6 zijn de regelingen opgenomen van de rwzi's met respectievelijk zonder slibuitspoeling.

TABEL 4-5 REGELINGEN OP RWZI'S MET SLIBUITSPOELI

RWZI	Type*	Basisregeling	Minimale recirculatie	Additionele maatregelen
Almelo-Vissedijk	C	$Q_{rs} = x * Q_{inf}$; max = 0,6 * RWA	0,6**	Verlaging hoeveelheid behandeld water
Baarle-Nassau	A	Q_{rs} = 110 of 240; max = 0,65 * RWA	0,65**	Verlaagde slibvolumebelasting Chemicaliëndosering
Bath	C	$Q_{rs} = x*(Q_{inf}+Q_{rs}+Q_{rc})$; max = 0,7 * RWA	0,7**	Verlaagde slibvolumebelasting Chemicaliëndosering
Dodewaard	B	$Q_{rs} = 0,7 * Q_{inf}$	0,7	
Drachten	B	$Q_{rs} = 1,0 * Q_{inf}$	1,0	
Druten	B	$Q_{rs} = 0,7 * Q_{inf}$	0,7	
Emmen	C	$Q_{rs} = 1,0 * Q_{inf}$; max = 0,6 * RWA	0,6	Chemicaliëndosering
Gieten	B	$Q_{rs} = 0,7 * Q_{inf}$	0,7	
Hardenberg	D	$Q_{rs} = 4,0 * Q_{inf} - 500$; max = 1,7 * RWA	1,7	
Oldenzaal	D	$Q_{rs} = 0,4 * Q_{inf} + 330$; max = 0,6 * RWA	0,5	Verlaging hoeveelheid behandeld water
Ommen	D	$Q_{rs} = 1,9 * Q_{inf} - 470$; max = 1,0 * RWA	0,75	
Piershil	A	Q_{rs} = 90 of 180; max = 0,75 * RWA	0,75**	Chemicaliëndosering
Ter Apel	B	$Q_{rs} = 0,7 * Q_{inf}$	0,7	Bufferen van actief slib in aëratietank
Veendam	C	Q_{rs} = 885 of 1770; max = 0,75 * RWA	0,75	
Walcheren	C	$Q_{rs} = 1,0 * Q_{inf}$; max = 0,68 * RWA	0,68	Verlaging hoeveelheid behandeld water Chemicaliëndosering
Warns	C	Q_{rs} = 175 of 350; max = 0,78 * RWA	0,78	Bufferen van actief slib in aëratietank Chemicaliëndosering
Willem Annapolder	C	$Q_{rs} = 1,0 * Q_{inf}$; max = 0,6 * RWA	0,6	Verlaging hoeveelheid behandeld water Chemicaliëndosering

* Voor type: zie figuur 4-9

** Geschatte waarde

TABEL 4-6 **REGELINGEN OP RWZI'S ZONDER SLIBUITSPOELING**

RWZI	Type*	Basisregeling	Minimale recirculatie	Additionele maatregelen
Almelo-Sumpel	A	Q_{rs} = 0 (intermitterend), 2400 of 3600; max = 0,7 * RWA	0,7**	Verlaging hoeveelheid behandeld water Chemicaliëndosering
Chaam	A	Q_{rs} = 140; max = 0,64 * RWA	0,64**	Verlaagde slibvolumebelasting
Dedemsvaart	B	Q_{rs} = 0,8 * Q_{inf} + 225; max = 0,8 * RWA	0,8	
Lage Zwaluwe	A	Q_{rs} = 160; max = 0,52 * RWA	0,52	Verlaagde slibvolumebelasting
Oud-Beijerland	C	Q_{rs} = x * Q_{inf}; max = 0,9 * RWA	0,9**	
Ridderkerk	B	Q_{rs} = 1,0 * Q_{inf}	1,0	Bufferen van retourslib
Rijssen	C	Q_{rs} = x * Q_{inf}; max = 0,44 * RWA	0,44**	
Vriescheloo	C	Q_{rs} = 0,67 * Q_{inf}; max = 0,5 * RWA	0,5	

* Voor type: zie figuur 4-9

** Geschatte waarde

Opmerkingen:

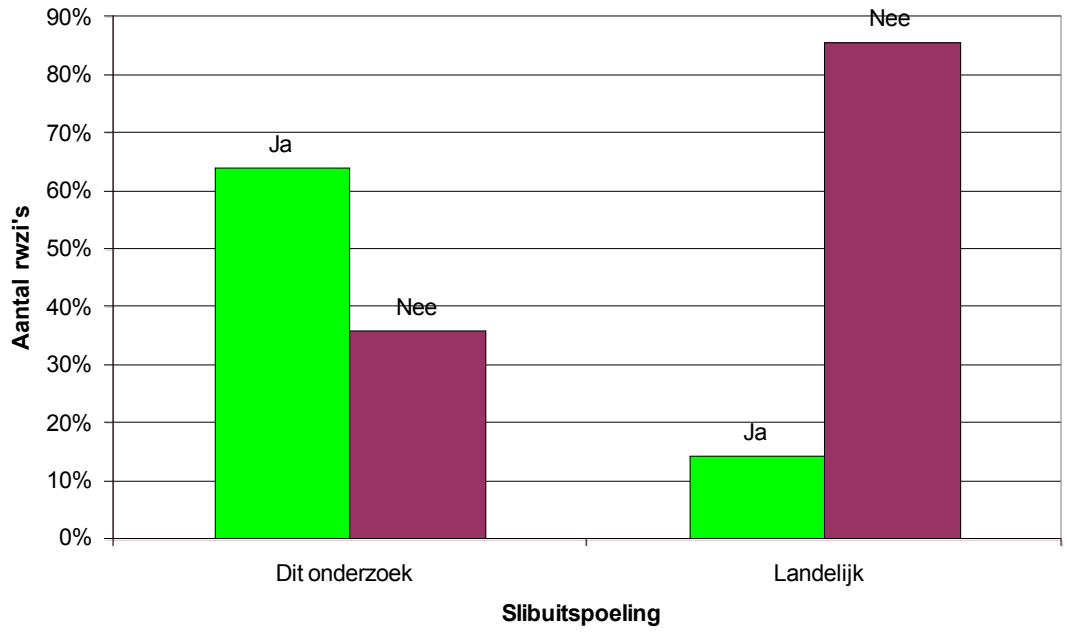
- op rwzi Gieten is naar aanleiding van slibuitspoelingen de nalooptijd van de retourslibpompen aangepast. Na invoering van deze maatregel heeft zich geen slibuitspoeling meer voorgedaan.
- Op de rwzi Almelo-Sumpel heeft na het invoeren van het verlagen van de hoeveelheid behandeld afvalwater geen overschrijding meer voorgedaan. Dit betreft een tijdelijke regeling die gedoogd wordt. Tevens wordt de SVI door dosering van polyaluminiumchloride de SVI structureel verlaagd tot beneden 150 ml/g.

4.2.5 RELATIES

Op basis van de verzamelde data zijn diverse relaties onderzocht. Eerst volgen enkele relaties om een beeld te krijgen van de aantallen rwzi's, bemonsteringsdata en ernst van de slibuitspoelingen. Vervolgens komen bedrijfsvoeringaspecten (slibgehalte en SVI) aan de orde. Als laatste volgt toetsing aan de STOWA-1981 richtlijn.

Op hoeveel rwzi's heeft er op de aangeleverde bemonsteringsdagen in de beschouwde periode slibuitspoeling plaatsgevonden?

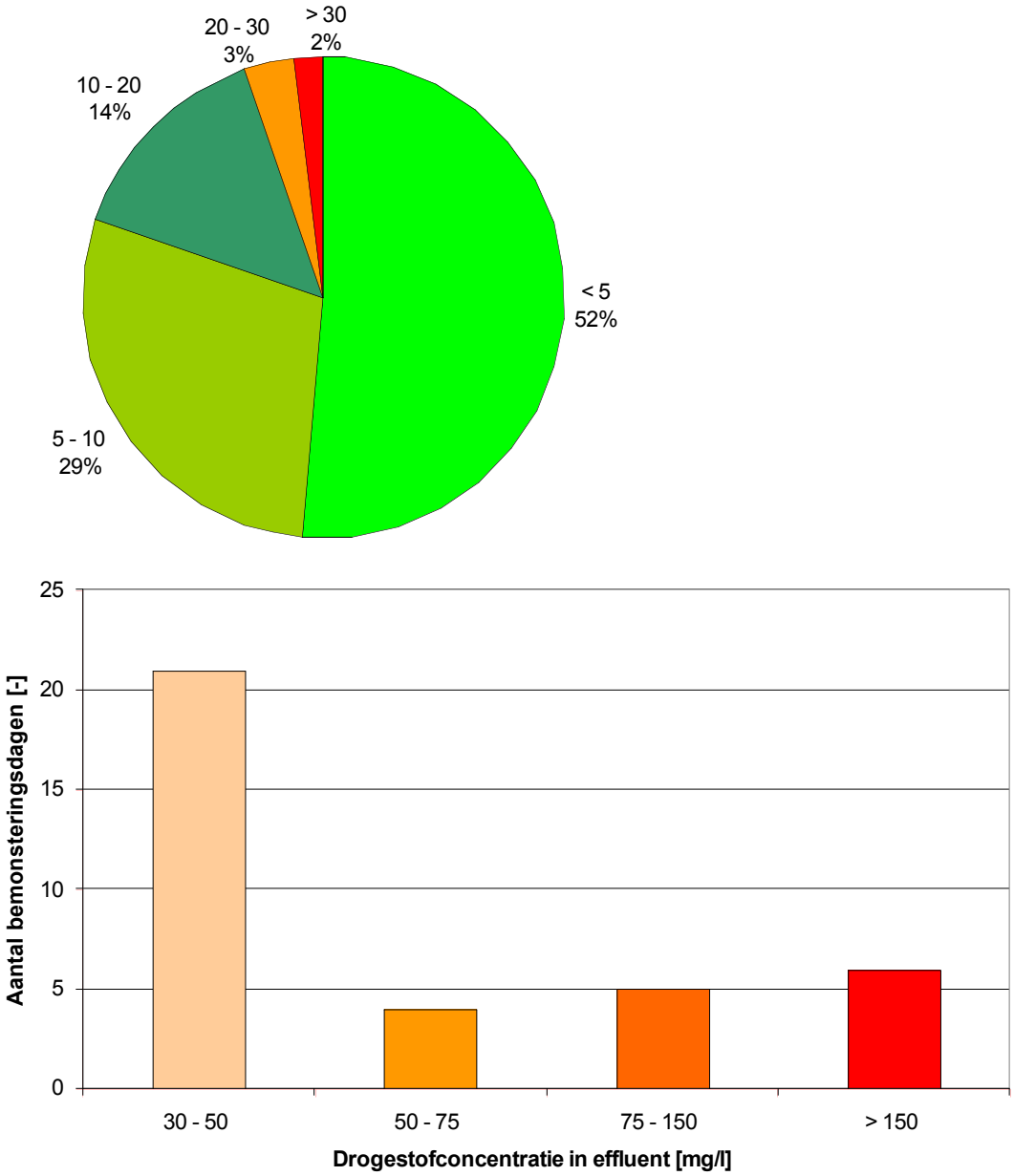
FIGUUR 4-10 **HEEFT SLIBUITSPOELING OPGETREDEN?**



In het onderzoek zijn 17 rwzi's opgenomen die slibuitspoeling hebben gerapporteerd. Acht rwzi's zijn meegenomen als referentie.

Welke effluent drogestofconcentratie is gerapporteerd op de bemonsteringsdagen?

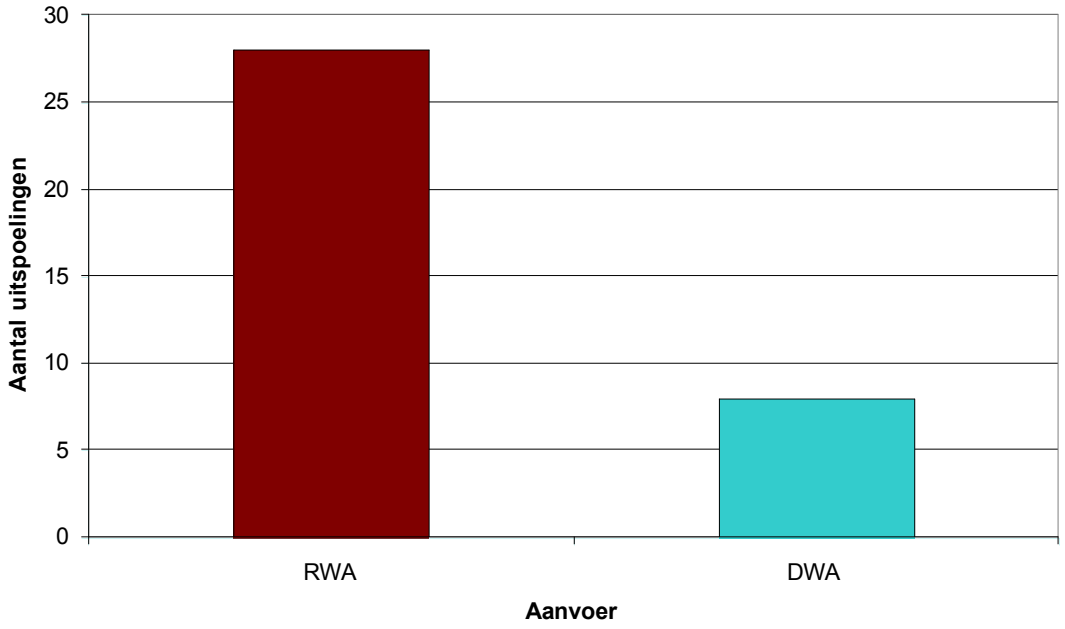
FIGUUR 4-11 WELKE EFFLUENT DROGESTOFCONCENTRATIE [MG/L] IS GERAPPORTEERD OP DE BEMONSTERINGSDAGEN?



In meer dan 80% van de gevallen is de drogestofconcentratie kleiner dan 10 mg/l. In maar 2,1% van de aangeleverde data is een drogestofconcentratie in het effluent van 30 mg/l of hoger gerapporteerd. Hiervan zit 70% in de categorie van 30 – 75 mg/l. De overige 30% van de slibuitspoelingen zijn gelijk verdeeld over de categorieën 75 – 150 mg/l en groter dan 150 mg/l.

Hebben de slibuitspoelingen plaatsgevonden tijdens "dwa-dagen" of "rwa-dagen"?

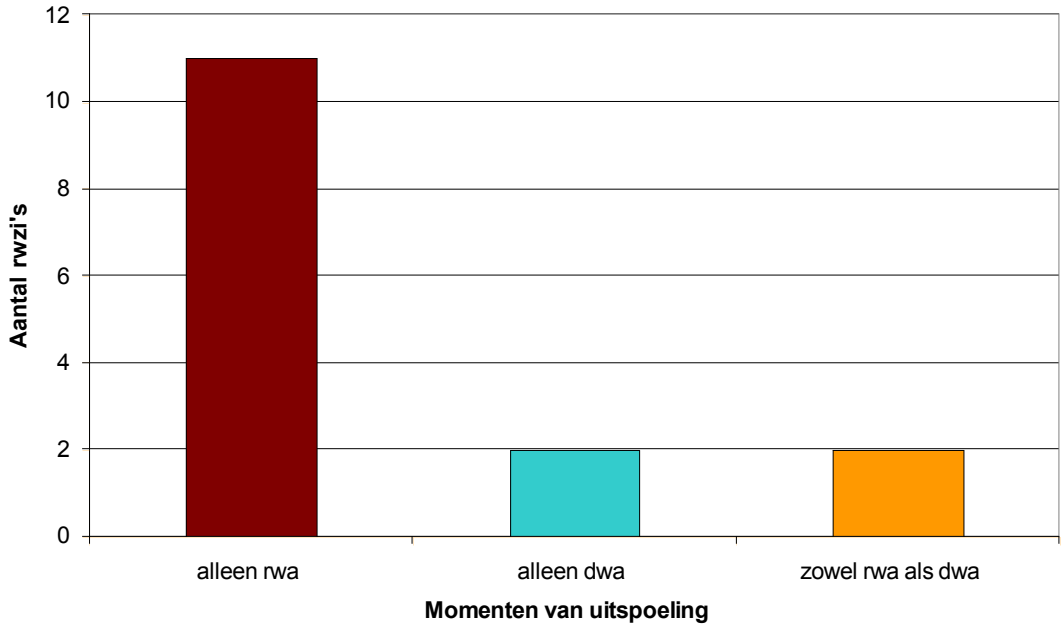
FIGUUR 4-12 **HEBBEN DE SLIBUITSPOELINGEN PLAATSGEVONDEN TIJDENS "DWA-DAGEN" OF "RWA-DAGEN"?**



Naar verwachting vinden veruit de meeste slibuitspoelingen plaats tijdens dagen met een verhoogd dagdebiet (ca 80%). De acht gerapporteerde slibuitspoelingen tijdens dwa zijn zeker niet minder interessant.

Hebben de slibuitspoelingen per rwzi plaatsgevonden tijdens "dwa-dagen" of "rwa-dagen"?

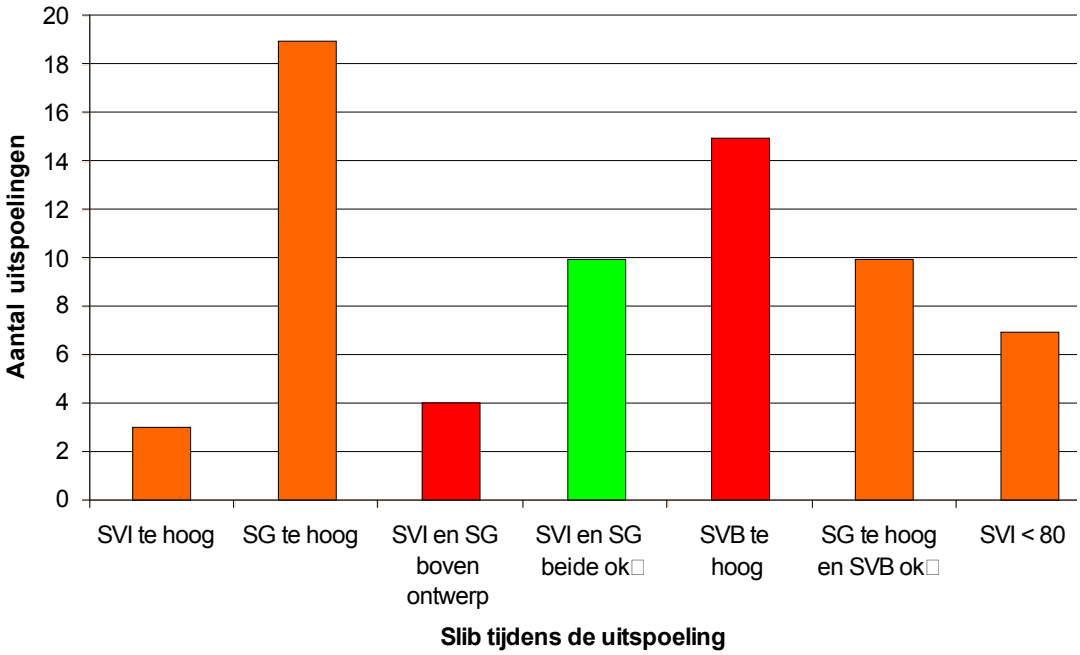
FIGUUR 4-13 **HEBBEN DE SLIBUITSPOELINGEN PLAATSGEVONDEN TIJDENS "DWA-DAGEN" OF "RWA-DAGEN"?**



De rwzi's Emmen en Veendam hebben (ombouwperioden uitgesloten) slibuitspoeling gerapporteerd enkel tijdens DWA. De overige rwzi's kennen veelal problemen enkel met rwa (ca tweederde). De rwzi's Drachten en Willem Annapolder hebben zowel slibuitspoelingen gerapporteerd tijdens dwa als rwa.

Is het ontwerp slibgehalte of SVI overschreden op de dagen dat slibuitspoeling heeft plaatsgevonden?

FIGUUR 4-14 **IS HET ONTWERP SLIBGEHALTE OF SVI OVERSCHREDEN OP DE DAGEN DAT SLIBUITSPOELING HEEFT PLAATSGEVONDEN?**



In 64% van de gevallen is het ontwerp slibgehalte overschreden op de dag(en) dat slibuitspoeling heeft plaatsgevonden, tegen 20% voor de SVI. Doordat mogelijk een deel van het slib gebufferd is in de nabezinktank, zal het aantal gevallen waarin het slibgehalte hoger is dan het ontwerp slibgehalte nog hoger uitvallen.

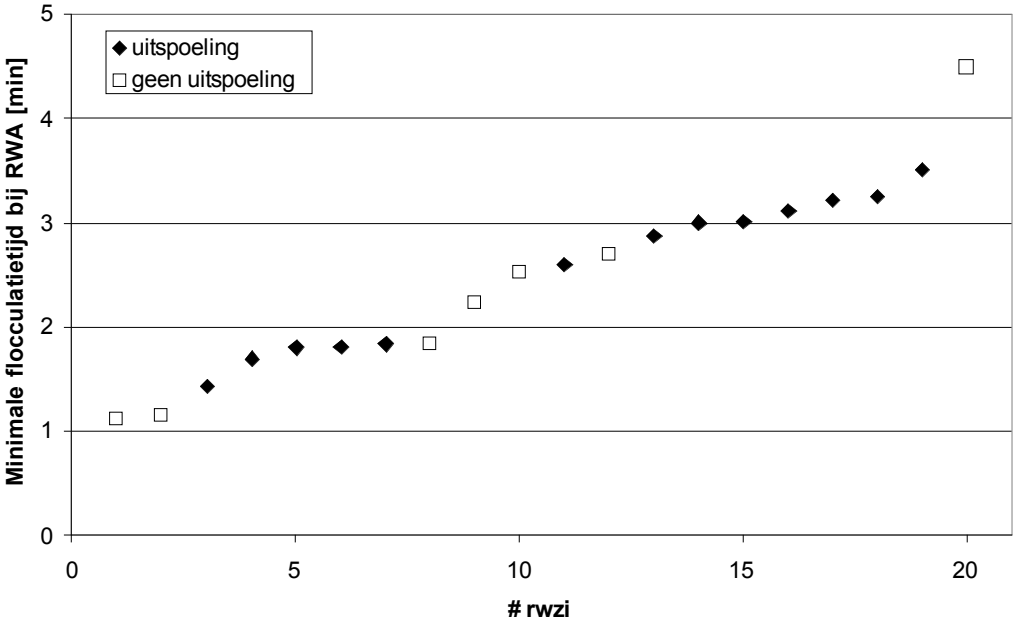
Vanuit de optiek dat de slibvolumebelasting maatgevend is voor de maximaal toelaatbare oppervlaktebelasting van de nabezinktank zou dit niet direct hoeven te leiden tot slibuitspoeling. Deze relatie wordt vanaf figuur 4-16 behandeld.

In 28% van de gevallen voldoet de slibvolumebelasting aan de norm en wordt het ontwerp slibgehalte overschreden. Dit lijkt er op te duiden dat bij handhaving van de toelaatbare slibvolumebelasting bij een SVI onder de ontwerpwaarde (120 – 150 ml/g) niet altijd zonder meer het actuele slibgehalte mag worden verhoogd tot boven de ontwerpwaarde.

In 28% van de gevallen trad slibuitspoeling op waarbij de SVI en het slibgehalte beiden onder de ontwerpwaarden liggen. Slibuitspoeling treedt ook op als de SVI kleiner dan 80 ml/g is. Dit is een reeds eerder gerapporteerd fenomeen en is te wijten aan een matige flocculatie in de inlooptrommel van de nabezinktank of een slechte slibdekenfiltratie. In paragraaf 5.1.5 wordt hier nader op ingegaan. Tevens wordt wind als invloedsfactor benoemd. Relatie tussen wind en slibuitspoeling is in figuur 4-20 weergegeven.

Zorgt een hogere flocculatietijd voor minder slibuitspoeling?

FIGUUR 4-15 **ZORGT EEN HOGERE FLOCCULATIETIJD VOOR MINDER SLIBUITSPOELING?**

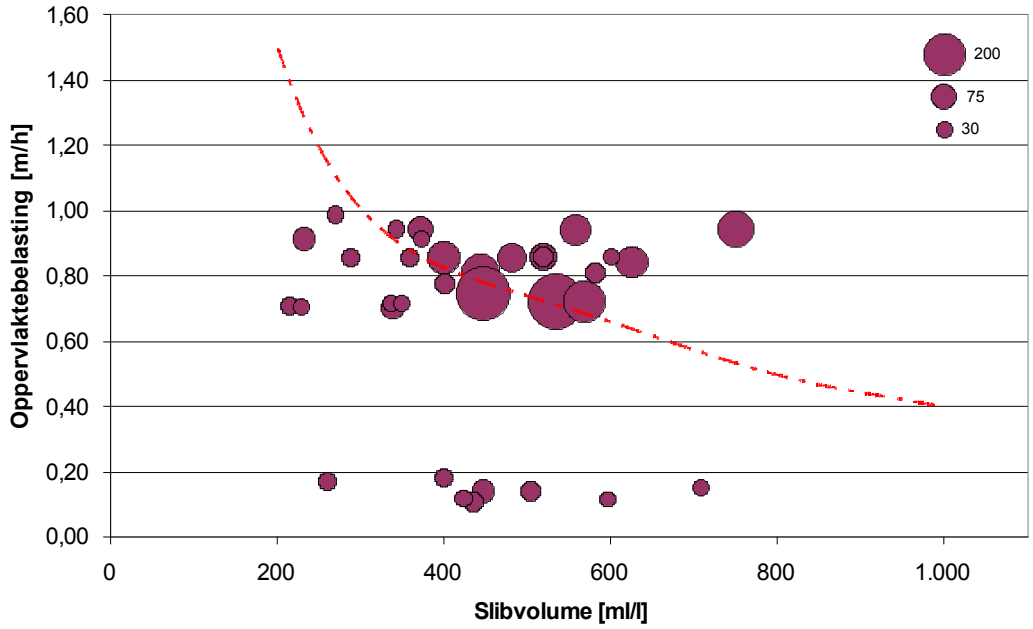


In de figuur 4-15 is de minimale flocculatietijd tijdens regenweeraanvoer weergegeven. Hierbij is rekening gehouden met het volume van de aanvoerleiding naar de nabezinktank en het volume van de inlooptrommel.

Uit de figuur blijkt geen duidelijke scheiding tussen de referentie rwzi's en de rwzi's met slibuitspoeling. De kortste flocculatietijden zijn zelfs berekend bij de referentie rwzi's.

Bij welke slibvolume en oppervlaktebelasting treed slibuitspoeling op?

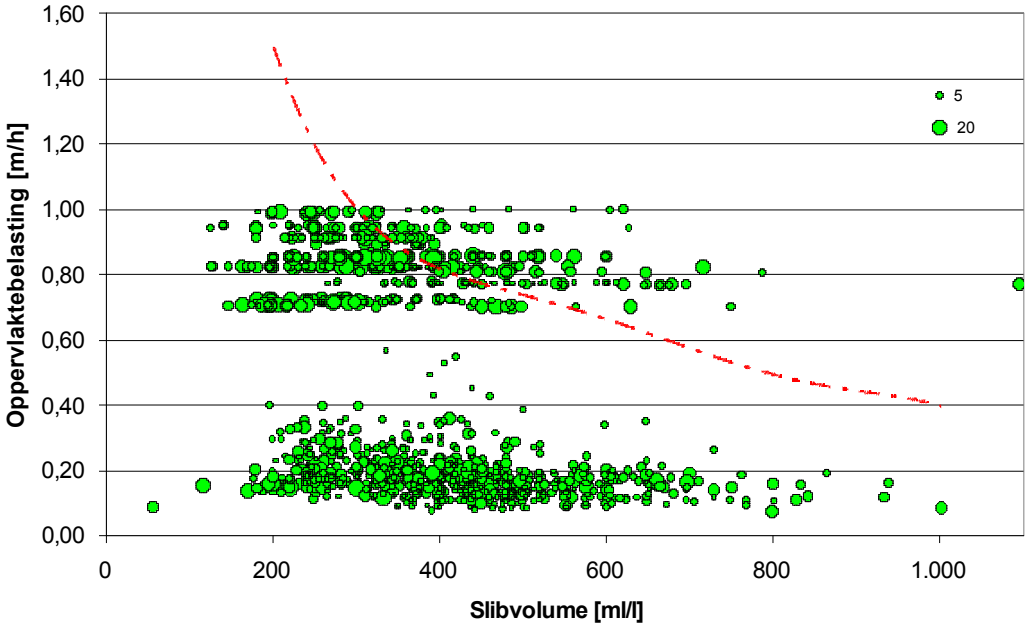
FIGUUR 4-16 **BIJ WELKE SLIBVOLUME EN OPPERVLAKTEBELASTING TREEDT SLIBUITSPOELING OP?**



In de figuur staat met een rode lijn de STOWA-1981 richtlijn weergegeven. In de figuur is de oppervlakte van de bel een maat voor de drogestofconcentratie gemeten in het dagmonster. Wat direct opvalt, is dat slibuitspoeling zowel boven als onder de richtlijn voorkomen. Een achttal punten bevinden zich bij lage oppervlaktebelastingen. Dit zijn slibuitspoelingen die zich hebben voorgedaan op dagen zonder rwa. Drie van deze slibuitspoelingen vallen samen met een lage SVI (< 80 ml/g). Bij de overige vijf is sprake van een normale SVI (80 - 120 ml/g). Op de rwa-dagen hebben zich 11 slibuitspoelingen voorgedaan onder de STOWA-1981 richtlijn en 15 boven deze richtlijn.

Wat zijn slibvolumebelastingen en oppervlaktebelastingen waarbij geen slibuitspoeling optreed?

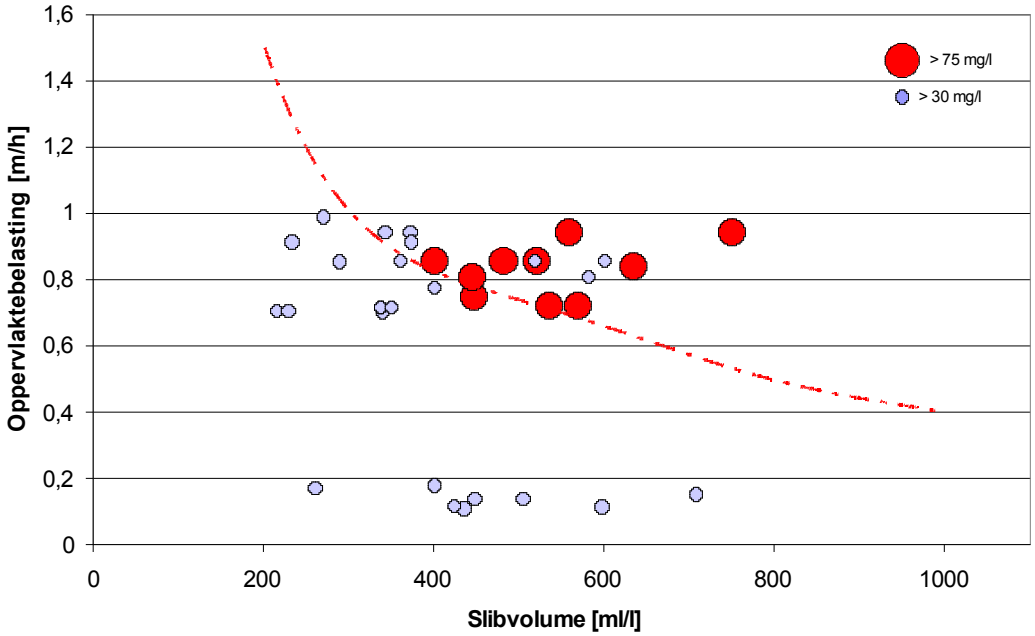
FIGUUR 4-17 **WAT ZIJN SLIBVOLUMEBELASTINGEN EN OPPERVLAKTEBELASTINGEN WAARBIJ GEEN SLIBUITSPOELING OPTREED?**



De figuur bestaat grofweg uit twee puntenwolken. De punten onderin zijn meetdagen waarop geen rwa heeft plaatsgevonden. Bij dergelijke lage oppervlaktebelastingen treedt geen overbelasting op. De punten bovenin zijn meetdagen waarop wel rwa heeft plaatsgevonden. Van de datapunten van de bovenste wolk valt 25% boven de STOWA richtlijn. Aangezien regenbuien over twee bemonsteringsdagen kunnen vallen en aangezien ook kortstondige regenval mogelijk is waarbij nog niet de volledige buffercapaciteit van de nabezinktank(s) aangesproken wordt, hoeft een dergelijk datapunt niet per se tot slibuitspoeling te leiden. Er is derhalve geen directe aanwijzing dat de richtlijn verruimd zou kunnen worden.

Past de STOWA richtlijn bij de verzamelde data?

FIGUUR 4-18 **PAST DE STOWA RICHTLIJN BIJ DE VERZAMELDE DATA?**



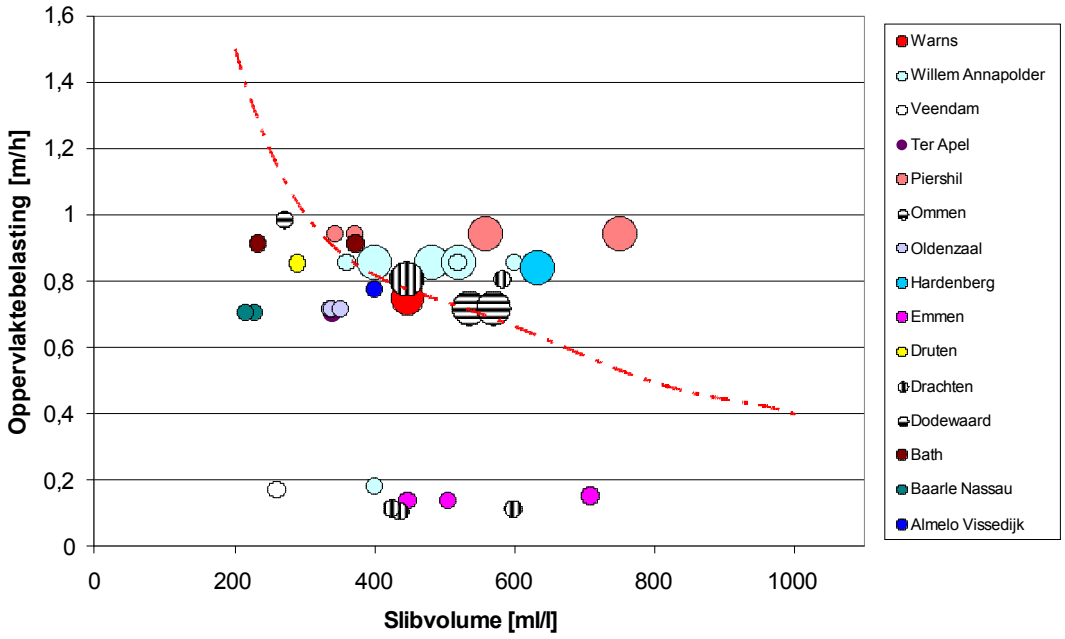
Indien een onderscheid wordt gemaakt tussen slibuitspoelingen van 30 tot 75 mg/l en slibuitspoeling groter dan 75 mg/l, dan blijkt uit figuur 4-18 dat:

- de STOWA-1981 richtlijn de scheiding aangeeft voor de waarden > 75 mg/l.
- alleen de slibvolumebelasting via de STOWA-1981 richtlijn niet geschikt is om alle slibuitspoelingen te voorkomen.

Hierbij wordt aangetekend dat dit alleen getoetst is bij ontwerp oppervlaktebelastingen tussen 0,7 en 1,0 m/h.

Zijn er overeenkomsten tussen de ontwerpgrondslagen en slibuitspoeling?

FIGUUR 4-19 ZIJN ER OVEREENKOMSTEN TUSSEN DE ONTWERPGRONDSLAGEN EN HET OPTREDEN VAN SLIBUITSPOELING?



TABEL 4-7 VOLDOEN VAN RWZI'S AAN DE ONTWERPRICHTLIJNEN EN GRONDSLAGE

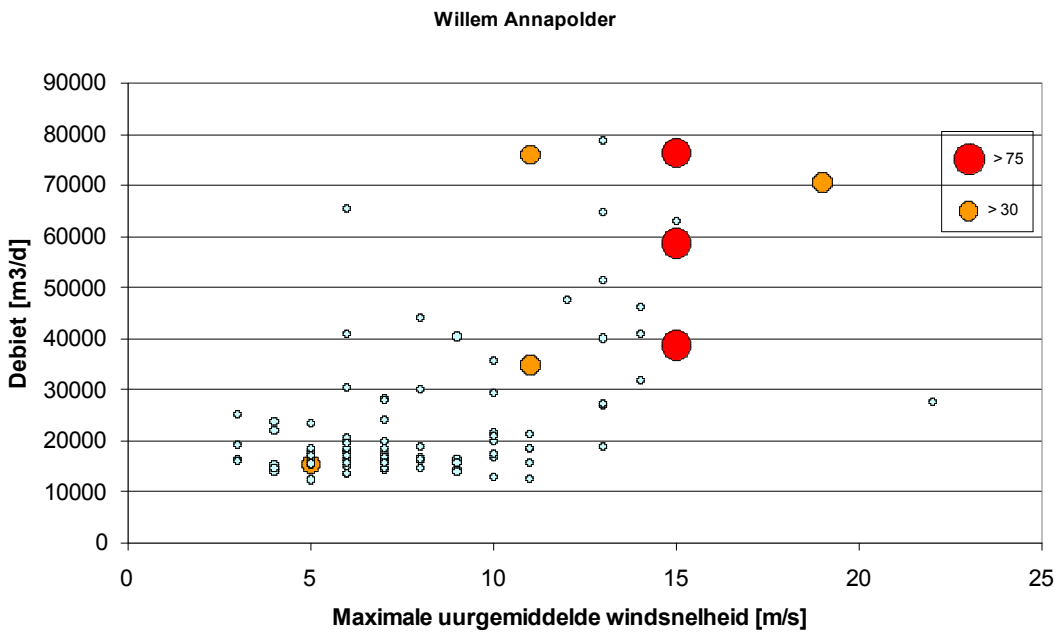
Ontwerpparameter	opp. bel.	kantdiepte	vloer	inlooptrommel	deflectieschot	retourslibdebiet	slibruiming	effluentgoot
Willem Annapolder								
Warns								
Veendam								
Ter Apel								
Piershil								
Ommen								
Oldenzaal								
Hardenberg		nb		nb			nb	nb
Gieten								
Emmen								
Druten								
Drachten								
Dodewaard								
Bath								
Baarle-Nassau								
Almelo-Vissedijk								

De tabel 4-7 is vormgegeven vanuit tabel 4-2. Hierbij zijn de punten waarop een nabezinktank niet voldoet aan ontwerpgrondslagen toegekend aan de rwzi (immers, één slecht functionerende nabezinktank kan voldoende zijn om slibuitspoeling te veroorzaken).

Een analyse op de slibuitspoelingen in combinatie met een controle van de ontwerpparameters levert geen eenduidige relatie op. Wel kan gesteld worden dat de statische ontwerpparameters ondergeschikt lijken te zijn aan de dynamische procesparameters.

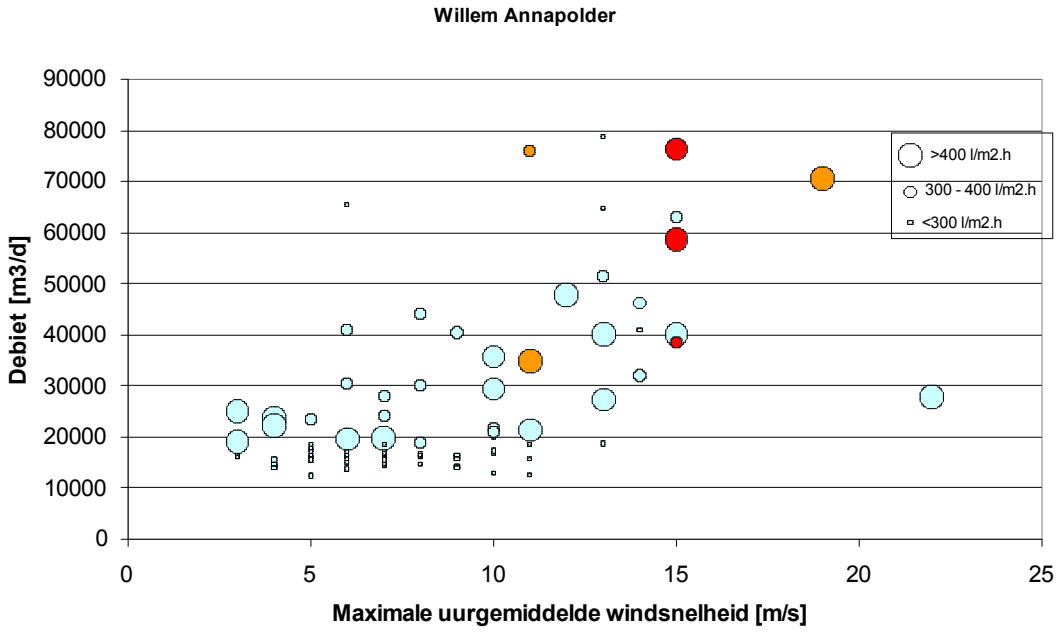
Heeft de wind invloed op het functioneren van de nabezinktank?

A



FIGUUR 4-20 HEEFT DE WIND INVLOED OP HET FUNCTIONEREN VAN DE NABEZINKTANK? A: UITGEZET TEGEN DE DROGESTOFCONCENTRATIE IN HET EFFLUENT; B UITGEZET TEGEN DE SLIBVOLUMEBELASTING. DE KLEUREN VAN A ZIJN OVERGENOMEN IN FIGUUR B

B



Van de rwzi Willem Annapolder is de maximale uurgemiddelde windsnelheid en de etmaalsom van de neerslag uitgezet tegen het drogestofconcentratie in het effluent en de slibvolumebelasting. Hierbij zijn de waarden groter dan 30 mg/l oranje gemarkeerd en de waarden > 75 mg/l rood gemarkeerd. De rwzi Willem Annapolder is uitgekozen vanwege:

- ervaring: de bedrijfsvoerder geeft aan een positief verband waar te nemen tussen sterke wind en slibuitspoeling;
- aantal datapunten > 30 mg/l;
- windgevoelige locatie;
- nabijheid van een weerstation (Vlissingen).

Uit de figuur A blijkt dat de combinatie van wind en regen (rwa) een negatief resultaat te hebben op het functioneren van de nabezinktank. Om uit te sluiten dat dit veroorzaakt wordt door een overschrijding van de slibvolumebelasting is in figuur B aangegeven dat een slibvolumebelasting van gelijke orde bij weinig wind en aanvoer niet leidt tot slibuitspoeling, terwijl dit bij hoge dagdebieten en de combinatie met hogere windsnelheden vaker tot slibuitspoeling leidt.

5

DISCUSSIE EN EVALUATIE

5.1 DISCUSSIE

5.1.1 RICHTLIJNEN

De STOWA-richtlijnen uit 1981 zijn gebaseerd op praktijkproeven. Slibuitspoeling hierbij betekende in tegenstelling tot de definitie in dit rapport dat grote hoeveelheden drogestof over de overstortrand(en) stroomden (>> 100 mg/l). De dimensionering van de oppervlakte belasting, retourslibverhouding, minimale kantdiepte, overstortrand en slibruiming liggen vast in grondslagen. Het retourslibdebiet wordt bepaald door een massabalans over de nabezinktank.

De volgende ontwerpparameters van een nabezinktank mogen locatiespecifiek worden ontworpen:

- Maximale kantdiepte;
- Oppervlaktebelasting van diepe tanks;
- Vorm en afmeting deflectieschot (modelmatig);
- Omloopsnelheid van de ruimerbrug;
- Configuratie drijflaagafvoer;
- Positie effluentgoot;
- Configuratie slibafvoer.

5.1.2 INVENTARISATIE

In de afgelopen 3 jaar is slibuitspoeling opgetreden bij 56 van de circa 390 rwzi's in Nederland. Er is een brede inventarisatie gehouden onder 25 (vooraf geselecteerde) rwzi's met 63 nabezinktanks. Hiervan hebben 17 rwzi's last gehad van slibuitspoeling en acht rwzi's zijn meegenomen als referentie. In dit onderzoek zijn 1.730 bemonsteringsdagen geanalyseerd van de periode 2007 en 2008, daar waar wenselijk aangevuld met data uit 2005 en 2008. In deze periode is op 45 dagen sprake geweest van slibuitspoeling (> 30 mg/l).

- Negen slibuitspoelingen hebben zich voorgedaan tijdens een verbouwing van de rwzi.
- Verkeerde verdeling in verdeelwerken (zowel influentverdeling als verdeling over de nabezinktanks) wordt op vijf rwzi's gezien als oorzaak van slibuitspoeling.
- In 70% van de slibuitspoelingen betrof het een slibuitspoeling tot 75 mg/l.
- 80% van de slibuitspoelingen tussen 30 en 75 mg/l hebben plaatsgevonden op dagen met een verhoogd influentdebiet (rwa-dagen).
- Van de rwzi's met slibuitspoeling vindt in een kwart van de gevallen ook slibuitspoeling tijdens dwa plaats.
- Van alle bemonsteringsdagen lag de SVI in 86% onder de ontwerp SVI.
- De meeste slibuitspoelingen (64%) vallen samen met een drogestofgehalte in de aëratietank dat boven de ontwerpwaarde ligt (tot 6 g/l). Doordat bij deze overschrijdingen in 83% van de gevallen de ontwerp SVI niet is overschreden, wordt het drogestofgehalte in de aëratietank als een belangrijke oorzaak van slibuitspoeling gezien.

- In 28% van de gevallen voldoet de slibvolumebelasting aan de norm maar wordt het ontwerp slibgehalte overschreden. Dit lijkt er op te duiden dat bij handhaving van de toelaatbare slibvolumebelasting bij een SVI onder de ontwerpwaarde (120 – 150 ml/g) niet altijd zonder meer het actuele slibgehalte mag worden verhoogd tot boven de ontwerpwaarde.

5.1.3 OPVOLGEN VAN RICHTLIJNEN

Nabezinktanks worden qua oppervlaktebelasting en kantdiepte gedimensioneerd volgens de STOWA richtlijnen.

- Bij de onderzochte rwzi's voldeden 70% niet aan de grondslagen voor inlooptrommels en deflectieschotten. Dit betreft zowel rwzi's met slibuitspoeling als referentie rwzi's.
- Boven de STOWA-1981 richtlijn heeft slibuitspoeling > 75 mgl plaatsgevonden, onder de richtlijn vindt ook slibuitspoeling met drogestofconcentraties van 30 tot 75 mg/l plaats. De richtlijn voldoet om slibuitspoeling > 75 mg/l te voorkomen in het werkgebied met oppervlaktebelastingen tussen 0,7 en 1,0 m/h.
- Slibuitspoeling komt voor (ver) onder de STOWA richtlijn ten aanzien van de maximale slibvolumebelasting.

Vanuit de ervaring van de beheerders zijn de hoofdoorzaken van slibuitspoeling als volgt benoemd: ontwerp nabezinktank, handhaven slibgehalte in aëratietank, windinvloeden en foutieve verdeling bij verdeelwerken. De analyse van de slibuitspoelingen in dit onderzoek komt, afgezien van de prioritering, goed overeen met de ervaringen van de bedrijfsvoerders.

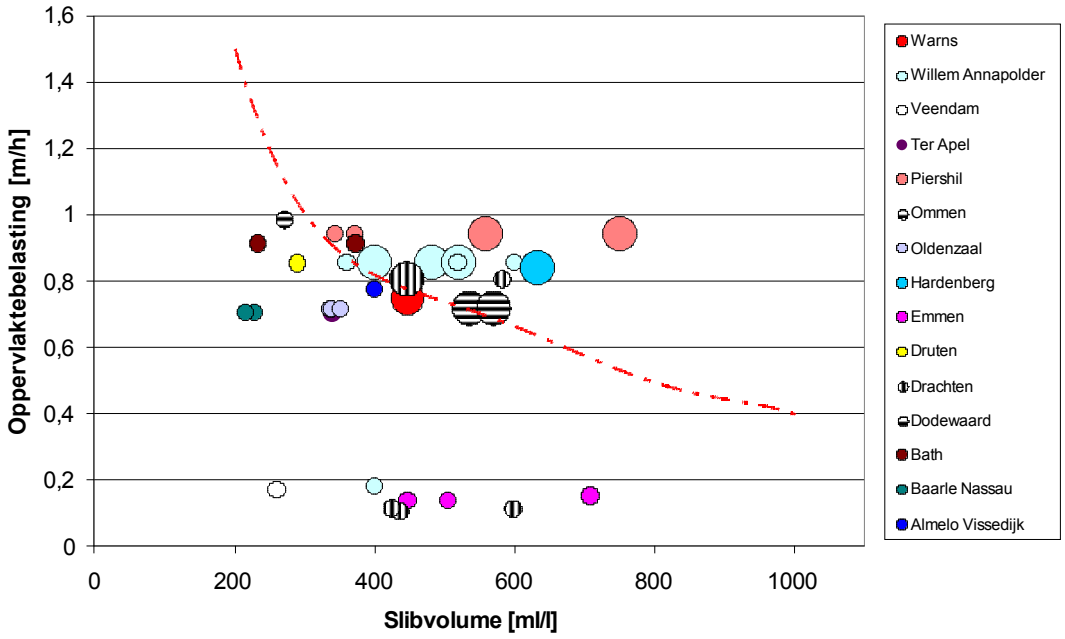
Op basis van de gegevens uit dit onderzoek wordt het, uitgezonderd voor diepere nabezinktanks, niet aanbevolen om de maximaal toelaatbare slibvolumebelasting progressief aan te passen; dat wil zeggen dat voor een bepaald slibvolume geen hogere oppervlaktebelasting toegestaan kan worden.

5.1.4 DATABEWERKING

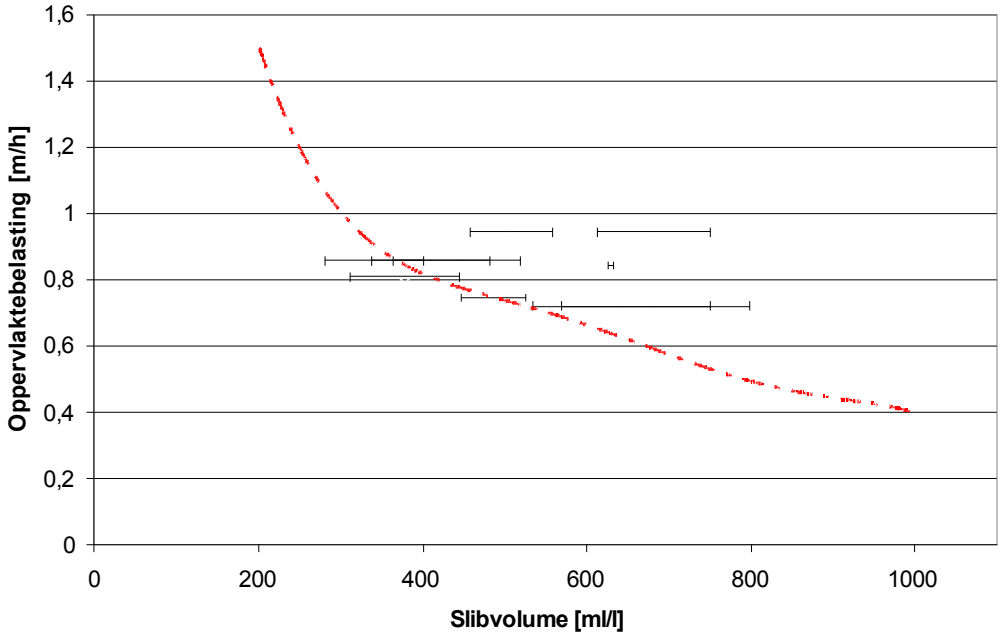
In paragraaf 2.4.1 is de methode van databewerking weergegeven. Discussiepunt hierbij is het vaststellen van het slibvolume. Het slibvolume dient bepaald te worden op basis van het slibgehalte dat zich tijdens RWA in de aëratietank bevindt. Alle onderzochte rwzi's nemen op dag "X" een 24-uurs debietproportioneel effluentmonster. Het bijbehorende geanalyseerde drogestofgehalte van de actiefslibreactor betreft altijd een steekmonster. Dit steekmonster wordt veelal kort na het beëindigen van het 24-uurs monster genomen. In een enkel geval (rwzi's van Waterschap Zeeuwse Eilanden en Regge & Dinkel) wordt het drogestofgehalte in de monsternameperiode genomen of op de dag voorafgaand eraan.

Het is niet in alle gevallen mogelijk gebleken om exact na te gaan welk slibgehalte gehanteerd dient te worden voor alle rwa situaties. Daarom wordt figuur 4-18 nogmaals gepresenteerd (zie figuur 5-1), doch nu met de afwijking die op kan treden doordat het slibgehalte tijdens rwa niet nauwkeurig bekend is (zie figuur 5-2). Tevens is hier rekening gehouden met het slib dat uitgespoeld is, aangezien dit feitelijk bij de slibvolumebelasting opgeteld dient te worden. Ten behoeve van het overzicht zijn alleen de afwijkingen van de slibuitspoelingen groter dan 75 mg/l tijdens rwa weergegeven.

FIGUUR 5-1 OPGETREDEN SLIBUITSPOELINGEN PER RWZI. DE GROTERE MARKERINGEN ZIJN SLIBUITSPOELINGEN > 75 MG/L, DE KLEINERE MARKERINGEN BETREFFEN SLIBUITSPOELINGEN TUSSEN 30 – 75 MG/L. DE RODE LIJN IS DE STOWA RICHTLIJN TEN AANZIEN VAN HET MAXIMAAL TOELAATBARE SLIBVOLUMEBELASTING



FIGUUR 5-2 MAXIMALE AFWIJKING DOOR ONNAUWKEURIGHEID IN HET VASTSTELLEN VAN HET SLIBGEHALTE. DE RODE LIJN IS DE STOWA RICHTLIJN



Uit figuur 5-2 blijkt dat de afwijking die op kan treden (door een niet bekende hoeveelheid slibbuffering in de nabezinktanks) aanzienlijk is, doch dat de spreiding dusdanig is dat gesteld wordt dat er onvoldoende grond is om de STOWA richtlijn conservatief aan te passen; dat wil zeggen dat voor een bepaald slibvolume geen lagere oppervlaktebelasting geëist hoeft te worden.

5.1.5 DYNAMISCHE FACTOREN

REGELINGEN

De retourslibregelingen die toegepast worden op rwzi's met slibuitspoeling komen ook voor op rwzi's zonder slibuitspoeling en vice versa. Een aanpassing in de regeling heeft op een aantal rwzi's geleid tot het volledig voorkomen van slibuitspoeling. Dit betreft een verlaging van de afnamecapaciteit of retourslibdebiet tijdens kritische bedrijfssituaties en een introductie van een nalooptijd op de retourslibregeling. De laatstgenoemde maatregel kan worden bestempeld als een verfijning van de retourslibregeling.

WINDINVLOEDEN

Krachtige wind heeft bij rwa een negatieve invloed op de prestatie van (grote ondiepe) nabezinktanks. Deze waarneming is reeds eerder vermeld in STOWA 1993-18 en TNO-MEP 1999.

FLOCCULATIE

In dit onderzoek is geen relatie gevonden tussen de flocculatietijd van het actief slib en slibuitspoeling bij rwa in het bereik van 1 tot 3 minuten. Hierbij is rekening gehouden met het volume van de aanvoerleiding naar de nabezinktank en het virtuele volume van de inlooptrommel. Diverse publicaties (Das et al., 1993; Parker et al., 2000) laten wel duidelijke relaties zien, waarbij een minimale flocculatietijd van 5 minuten wordt aanbevolen. Deze publicaties beschrijven de Amerikaanse situatie, waarbij sprake is van lage ontwerp drogestofgehaltes (2,5 – 3,0 g/l) en diepe nabezinktanks. De slibdekenfiltratie is daar minder van belang, terwijl de flocculatie daar belangrijker is ten opzichte van de Nederlandse situatie. Blijkbaar is de algemene slibkwaliteit in dit onderzoek zodanig dat lagere flocculatietijden geen negatieve invloed hebben voor de uiteindelijke drogestofconcentratie in het effluent. De slibdekenfiltratie lijkt de belangrijkste factor.

Bij een lage SVI en een hoog drogestofgehalte treedt eerder uitspoeling op. Voor een goede slibdekenfiltratie is een normale SVI (range 80 – 150 ml/g) en een niet te hoog drogestofgehalte (maximaal 4,5 – 5,0 g/l) in de aëratietank noodzakelijk.

Als het drogestofgehalte te hoog is, dan kan de slibdekenfiltratie verstoord worden ten gevolge van differentiaties in dichtheidsstroming. De instroming van het actiefslib in de nabezinktank wordt hierbij van groot belang.

Een te grote inlooptrommel kan leiden tot een lage snelheidsgradiënt, waardoor slibbezinking reeds in de trommel optreedt. Dit heeft een negatieve invloed op de werking van de nabezinktank.

Slibuitspoeling tijdens dwa condities kan worden veroorzaakt door een verstoring van het filtratie-effect van de slibdeken in de nabezinktank. De combinatie van weinig slib en een lage SVI (< 70 – 80 ml/g) kan hieraan ten grondslag liggen (STOWA, 1988; TNO-MEP, 1999). De rwzi's met uitspoeling tijdens dwa hadden gedurende de helft van de dwa-analysedagen een SVI lager dan 80 ml/g.
Samenvattend kan worden gesteld dat slibuitspoelingen, waarbij het bufferende vermogen van de nabezinktank wordt overschreden, voorkomen kunnen worden door het opvolgen van de STOWA richtlijnen ten aanzien van de maximaal toelaatbare slibvolumebelasting. Bij alle overige slibuitspoelingen zijn plausibele verklaringen gevonden, variërend van tijdelijke

situaties (ombouw), foutieve verdeelwerken tot het handhaven van de slibvolumebelasting bij zeer lage SVI (< 80 ml/g).

5.2 EVALUATIE

Uit de inventarisatie om te komen tot de selectie van de rwzi's voor dit onderzoek is gebleken dat bij 14% van de rwzi's in de afgelopen jaren één of meerdere slibuitspoelingen (> 30 mg/l) hebben voorgedaan. Uit dit onderzoek is gebleken dat deze slibuitspoelingen zich zowel boven als onder de STOWA richtlijn ten aanzien van de maximale slibvolumebelasting voordoen. Alle slibuitspoelingen boven de lijn zijn per definitie te wijten aan "onjuist" ontwerp- en/of bedrijfsvoering (slibvolume hoger dan ontwerp). Hiermee wordt duidelijk niet gesteld dat als op de betreffende dag het slibvolume wél op orde was er gegarandeerd géén slibuitspoeling had plaatsgevonden.

Alle slibuitspoelingen die zich onder deze richtlijn bevinden bestaan uit slibuitspoelingen met drogestofconcentraties in de range van 30 tot 75 mg/l.

Van alle geanalyseerde bemonsteringsdagen (1.730 stuks) zijn er 45 dagen waarop slibuitspoeling heeft plaatsgevonden. Aangezien in dit onderzoek een focus is gelegd op rwzi's die niet goed hebben gepresteerd (17 uit 25), dient deze verhouding gecorrigeerd te worden voor de Nederlandse situatie (56 uit 390). Hiermee komt het aantal overschrijdingen van 30 mg/l, bezien op alle bemonsteringsdagen uit op 0,6%. Dit betekent dat met de huidige richtlijnen, manier van ontwerpen en wijze van bedrijfsvoering een 99,4% zekerheid is gecreëerd ter voorkoming van slibuitspoeling.

Indien alle bemonsteringsdagen met slibuitspoeling waarop niet voldaan werd aan de geldende richtlijnen buiten beschouwing worden gelaten, voldoet het effluent in meer dan 99,9% van alle gevallen aan de drogestof norm van 30 mg/l. In meer dan 80% van de gevallen is de drogestofconcentratie kleiner dan 10 mg/l

6

CONCLUSIES EN STRATEGIE

6.1 CONCLUSIES

Uit dit praktijkonderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De STOWA richtlijn is gevormd vanuit het voorkómen van slibuitspoeling doordat de buffercapaciteit van de nabezinktank overschreden wordt.
- De STOWA richtlijn ten aanzien van de maximale slibvolumebelasting voldoet in alle gevallen ter voorkoming van slibuitspoeling > 75 mg/l.
- In de afgelopen jaren is op meer dan 97% van alle bemonsteringsdagen van de onderzochte rwzi's geen sprake geweest van slibuitspoeling.
- Indien alle bemonsteringsdagen met slibuitspoeling waarop niet voldaan werd aan de geldende STOWA richtlijnen buiten beschouwing worden gelaten, voldoet het effluent in meer dan 99,9% van alle gevallen aan de drogestof norm van 30 mg/l.
- In meer dan 80% van de gevallen is de drogestofconcentratie kleiner dan 10 mg/l.
- De oorzaken van overschrijdingen van 30 mg/l aan drogestof in het effluent in dit onderzoek zijn onder te verdelen in:
- Hydraulische overbelasting;
- Overbelasting op slibvolume;
- Ombouw / verbouwing van de rwzi;
- Windinvloeden.
- Het slibgehalte kan niet 'zomaar' verhoogd worden tot boven het ontwerp slibgehalte met handhaving van de toegestane slibvolumebelasting. Er treden slibuitspoelingen op bij verhoogde slibgehalten, ondanks dat de ontwerp slibvolumebelasting niet overschreden wordt.

De maximale slibvolumebelasting is veruit overheersend omtrent het voorkomen van ontoelaatbare slibuitspoelingen. Hierbij dient het drogestofgehalte de ontwerpwaarde niet te overschrijden en dient de SVI zich in de range van 80 tot 120-150 ml/g te bevinden. Deze laatste waarde is afhankelijk van de ontwerpwerpwaarde voor de SVI. De STOWA richtlijn voor slibvolumebelasting voldoet als basis hierbij. Een regeling die het drogestofgehalte stuurt op basis van de actuele SVI zal binnen de gestelde marges dienen te blijven.

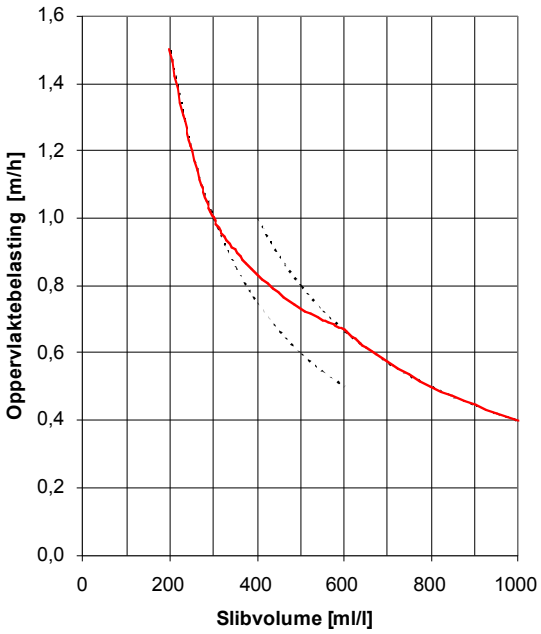
6.2 STRATEGIE VOORKOMEN SLIBUITSPOELING

Een strategie ter voorkoming van slibuitspoeling gebaseerd op de resultaten van dit onderzoek en het vermijden van alle mogelijke risico's kan worden opgesplitst in een strategie tijdens het ontwerpproces en een strategie tijdens de actuele bedrijfsvoering.

6.2.1 ONTWERP

De basis van het voorkomen van slibuitspoeling ligt in het ontwerpen van een configuratie die de SVI goed beheerst (zie STOWA, 2001-02). Het ontwerp van het nabezinkproces vindt plaats op basis van de geldende STOWA richtlijnen met een verfijning (onder andere ten aanzien van de retourslibregeling), zie tabel 6-1.

TABEL 6-1 **ONTWERPRICHTLIJNEN VOOR NABEZINKTANK**

Ontwerpparameter	Grondslag
Maximaal toelaatbare oppervlaktebelasting	
Kantdiepte	• Via tabel **Slibvolumebelasting [$l \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$]** — **Kantdiepte [m]** 300 — 1,5 – 2,5 400 — 2,0 – 3,5 500 — 2,5 – 4,5 • Extra kantdiepte bij windgevoelige locatie van 0,5 m
	• helling 1:12
Inlooptrommel	• Diameter is 10 – 15% van de diameter van de nabezinktank • Insteekdiepte 1,0 – 2,0 meter
Deflectieschot	• Toepassen bij nabezinktanks met diameter > 40 meter • Diameter deflectieschot bedraagt minimaal 110 – 120% van de diameter van de inlooptrommel • Hellend uitvoeren ter voorkoming van slibophoping, hoek 45° – 60° • Uiteinde deflectieschot circa midden tussen onderzijde inlooptrommel en vloer nabezinktank
Retourslibdebiet	• Variabel op basis van influentdebiet. • Debiet berekenen door massabalans over nabezinktank. • $SG_{rs} = \frac{900}{SVI}$ • Mogelijkheid voor instelbare nalooptijd
Slibruiming	• Met slibschrapersysteem • Hoogte slibschrapers 20 – 50 cm • Snelheid 2 – 6 cm/s
Overstortranden	• Enkelzijdige overstortrand • Voorzien van V-vormige overstortpunten

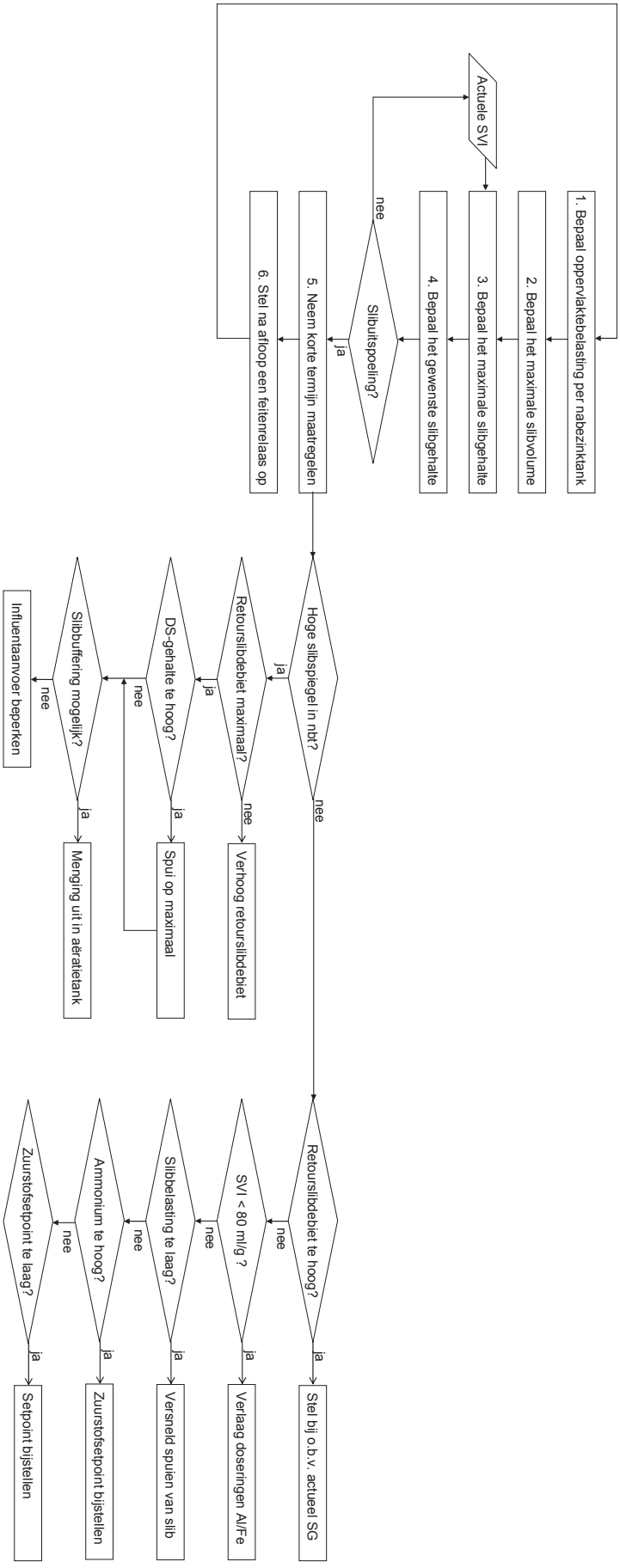
Daarnaast zijn de volgende maatregelen aan te bevelen:

- Bouw een reserve in tussen het ontwerp drogestofgehalte voor de microbiologische omzettingsprocessen en het ontwerp slibgehalte ten aanzien van de belasting van de nabezinktank. Pas hiervoor een factor van 1,15 toe.
- Zorg voor voldoende reservecapaciteit in de sliblijn.
- Door een on-line zwevendstofmeting op te nemen in de afloop van de nabezinktanks, kan ingegrepen worden indien slibuitspoeling dreigt.
- Lever een grafiek met de relatie tussen SVI en slibgehalte aan bij de bedrijfsvoerder.

6.2.2 BEDRIJFSVOERING

De bedrijfsvoerder kan in zes stappen de kans op overschrijding van de normen voor zwevend stof in het effluent minimaliseren. Dit stappenplan is weergegeven in figuur 6-1.

FIGUUR 6-1 **STRATEGIE TER VOORKOMING EN BEPERKING VAN SLIBUITSPOELING VOOR BEDRIJFSVOERDERS**



1. BEPAAL OPPERVLAKTEBELASTING PER NABEZINKTANK.

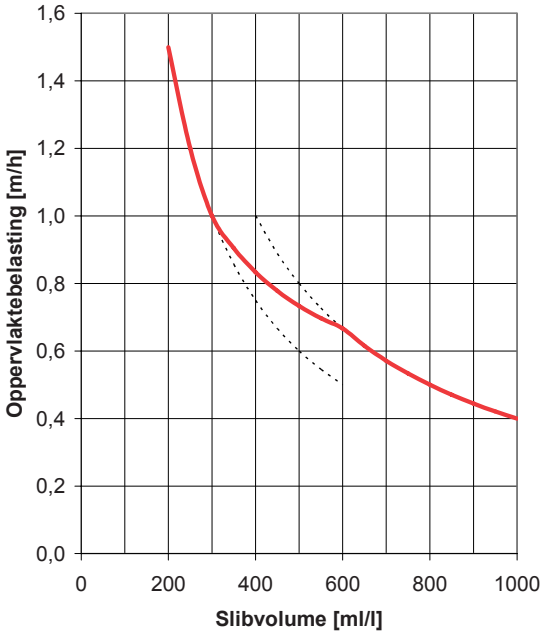
Bereken de maximale hydraulische belasting per nabezinktank. Houdt hierbij rekening met de maximale totale aanvoer per nabezinktank. Aandachtspunten hierbij zijn:

- Maximale aanvoer vanuit riolering kan hoger zijn dan de ontwerpaanvoer of de afnameverplichting
- Verdeelwerken lijken op het eerste gezicht naar de verwachte rato te verdelen. Veel verdeelwerken zijn gevoelig voor de aanstroomrichting. Houdt rekening met de werkelijke verdeling bij de maximale aanvoer of gebruik een veiligheidsmarge.

2. BEPAAL HET MAXIMALE SLIBVOLUME

Het maximale slibvolume (tijdens rwa) wordt bepaald door uitlezing van figuur 6-2 zijnde het 'omgekeerde ontwerpproces'. Op basis van de maximale hydraulische belasting, kan het maximale slibvolume worden bepaald.

FIGUUR 6-2 BEPALING VAN HET MAXIMALE SLIBVOLUME OP BASIS VAN DE OPPERVLAKTEBELASTING



3. BEPAAL HET MAXIMALE SLIBGEHALTE

Het maximale slibgehalte dat gehanteerd mag worden is afhankelijk van de mate van slibbuffering in het systeem. Ook deze berekening zal het 'omgekeerde ontwerpproces' moeten volgen. Aangezien de ontwerpberekeningen iteratief van aard zijn, geldt dit tevens voor de terugberekening, zie formule 26 - 29. Door gebruik te maken van de actuele SVI in plaats van de ontwerpwaarde, kan de stikstofverwijdering geoptimaliseerd worden. Voor de beheersing van de SVI wordt verwezen naar STOWA 2001-02.

$$SG_{at,rwa} = \frac{SVI}{SV} \quad (26)$$

$$SG_{at,dwa} = SG_{at,rwa} + \frac{SM_{nbt,rwa}}{V_{at}} \quad (27)$$

$$SM_{nbt,rwa} = SG_{nbt,rwa} * \pi * r^2 * (0{,}3 + 1/3 * r * \alpha) \quad (28)$$

$$SG_{nbt,rwa} = MAX(SG_{at}, (\frac{480}{SVI})) \quad (29)$$

4. BEPAAL HET GEWENSTE SLIBGEHALTE

In bovenstaande benadering is nergens rekening gehouden met reservecapaciteit, fluctuaties en faalmogelijkheden. Bepaal het gewenste slibgehalte op basis van het maximale slibgehalte, waarbij rekening wordt gehouden met de optredende fluctuaties in het slibgehalte door:

- Meet- en analyseonnauwkeurigheden;
- Extra aanvoer van drogestof tijdens rwa;
- Onnauwkeurigheid in de spuislibregeling;
- Tijdelijke beperking van de capaciteit van de sliblijn door onderhoud en storingen in combinatie met afwezigheid van redundantie.

Op basis van bovenstaande wordt aanbevolen om voor het te hanteren slibgehalte van de nabezinktank een veiligheidfactor van 1,15 te hanteren.

5. NEEM KORTE TERMIJN MAATREGELEN

Indien slibuitspoeling geconstateerd wordt, bijvoorbeeld visueel of door een on-line meting (slibspiegelmeting, troebelheidmeting effluent), kunnen ad-hoc maatregelen genomen worden ter voorkoming van (ergere) slibuitspoeling. Volg het schema van figuur 6-1 om direct tot een determinatie te komen van de oorzaak van de slibuitspoeling en de daarbij best passende korte termijn actie.

6. STEL NA AFLOOP EEN FEITENRELAAS OP

Het is voor de bedrijfsvoering zeer belangrijk om de oorzaak van een slibuitspoeling vast te stellen om herhaling te voorkomen. De bedrijfsvoerder dient bij een slibuitspoeling alle relevante bedrijfsdata vast te leggen. Dit omvat de data van de dag voorafgaand aan de slibuitspoeling tot en met de data van de dag volgend op de slibuitspoeling. Voor alle data geldt dat bij voorkeur on-line gemeten waarden worden genomen, aangevuld met de meest recente (voor en na de uitspoeling) ijkrapportage van de meetapparatuur. Leg minimaal de volgende data vast:

- Influentdebiet;
- Slibgehalte;
- SVI;
- On-line kwaliteitsmetingen: zuurstof, ammonium en nitraat;
- Slibretourdebiet;
- Overzicht van de voorliggende rwa momenten;
- Overige waarnemingen:
- Drijflagen aanwezig;
- Weerscondities (krachtige wind);
- Onderdelen uit bedrijf / in storing.

6.2.3 AANBEVELINGEN

De volgende punten worden aanbevolen:

- De STOWA richtlijnen zijn bijna sluitend voor het ontwerp van een nabezinktank. Stel richtlijnen op die de overgebleven vrijheden beperken. Dit betreffen vrijheden ten aanzien van:
  - Diepe tanks
  - Configuratie deflectieschot
  - Slibruiming en -afvoer
- Het ontbreekt tot op heden aan een duidelijke relatie tussen het effect van de wind op de werking van het nabezinkproces. Bestudeer het exacte effect van wind op de nabezinktank.
- Onderzoek de mogelijkheid voor aanpassen van de richtlijnen zodanig dat in het kader van verscherpte lozingseisen en implementatie van tertiaire zuivering het nabezinkproces ontworpen kan worden op strengere zwevendstof-eisen (bijvoorbeeld 10 mg/l).
- Geef bedrijfsvoerders een tool, meetmethode of instrument om de drogestofhoeveelheid tijdens rwa te blijven monitoren. Dit, omdat de spui al dient te worden verhoogd tijdens rwa, terwijl dit niet met de huidige wijze van regelen gebeurd. Dit onderzoek kan via dynamische modellering van het zuiveringsproces (SIMBA) worden aangepakt.
- Uit dit onderzoek is niet gebleken dat de mate van flocculatie in de aanvoerleiding en inlooptrommel heeft bijgedragen aan het voorkomen van slibuitspoeling. De specifieke kennis hiervan dient nader te worden onderzocht. In het buitenland (Duitsland, USA) wordt geëxperimenteerd met diverse trommelconfiguraties, waarbij positieve effecten worden ondervonden ten aanzien van het tegengaan van slibuitspoeling.
- Onderzoek de dynamica van slibuitspoeling over de dag op enkele rwzi's tijden rwa. Hierdoor kunnen de effecten van intensieve regenbuien beter worden bestudeerd en mogelijke effecten van klimaatverandering op de huidige dimensionering van nabezinktanks beter in beeld worden gebracht.

7

REFERENTIES

ATV-DVWK 2000. Arbeitsblatt -A 131 - Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen, Mai 2000, GFA, Hennef, Duitsland, 2000

Das, D., Keinath, T.M., Parker, D.S., Wahlberg, E.J., Floc breakup in activated sludge plants. Water Environment Research, Vol. 65 (1993) No. 2, p. 138-145.

IWA 1997. Secundary Setling tanks: theory, modelling, design and operation. IWA report no.6, 1997

Janssen, P. en Dijk, E. van, Slibuitspoeling uit nabezinktanks: top 20 van oorzaken. Neerslag 1-2008.

Martins, A. Bulking Sludge Control: kinetics, substrate storage and process design aspects. Proefschrift, TUD Delft, 2004

Korrespondenz Abwasser · Abfall, Betriebsempfehlungen bei Problemen mit Nachklärbecken von Belebungsanlagen – Teil 1: Problembedeutung und Betriebsbeobachtungen. Korrespondenz Abwasser · Abfall 9-2007

Parker, D.S., Wahlberg, E.J., Gerges, H.Z., Improving secondary clarifier performance and capacity using a structured diagnostic approach. Water Science and Technology, Vol. 41 (2000), No. 9, p. 201-208.

Reitsma B & F Kramer 2004. Nieuwe richtlijnen voor diepe nabezintanks. H_2O 31: (11): 30-33

Royal Haskoning, Inventarisatie werking nabezinktanks met vlakke bodem. (4L2530.A0/M0008/JHU/KKA/Nijm), 2002.

Stofkoper J A & C C M Trentelman 1982. Richtlijnen voor het dimensioneren van ronde nabezinktanks voor actiefslibinstallaties. H2O 15: 344-353; STOWA-rapport 81-11

STORA 1981. Hydraulische en technologische aspecten van het nabezinkproces – literatuur. STORA, Utrecht, rapport 1981-10

STORA 1981. Hydraulische en technologische aspecten van het nabezinkproces – ronde nabezinktanks (ontwerpgegevens en bedrijfservaring). STORA, Utrecht, rapport 1981-11

STORA 1981. Hydraulische en technologische aspecten van het nabezinkproces – ronde nabezinktanks (praktijkonderzoek). STORA, Utrecht, rapport 1981-12

STORA 1983. Hydraulische en technologische aspecten van het nabezinkproces – ronde nabezinktanks (ruimer- en inloopconstructies). STORA, Utrecht, rapport 1983-03

STORA 1983. Hydraulische en technologische aspecten van het nabezinkproces – rechthoekige nabezinktanks (inventarisatie en praktijkonderzoek). STORA, Utrecht, rapport 1983-06
STOWA 1988. Handboek Voorkomen en bestrijden van licht slib. STOWA, Utrecht, rapport 1988-03

STOWA 1992. Optimalisering van grote nabezinktanks – Literatuurstudie modellen. STOWA, utrecht, 1992-13

STOWA 1992. Optimalisering van grote nabezinktanks – modellering van de fysische processen. STOWA, utrecht, 1992-14

STOWA 1993. Hydraulische en technologische aspecten van het nabezinkproces - Ronde nabezinktanks. STOWA, utrecht, 1993-03

STOWA 1993. Optimalisering van grote nabezinktanks – bedrijfservaringen en literatuur. STOWA, utrecht, 1993-18

STOWA 1993. Optimalisering van grote nabezinktanks – metingen aan ruimer en deflectieschot. STOWA, utrecht, 1993-19

STOWA 1994. Optimalisering van grote nabezinktanks – Vooronderzoek naar de mogelijkheden van modellering van de stromingsprocessen. STOWA, utrecht, 1994-W-01

STOWA 2001. Beheersing van licht slib bij de behandeling van stedelijk afvalwater met biologische nutriëntenverwijdering. STOWA, Utrecht, rapport 2001-02

STOWA 2002. Optimalisatie van ronde nabezinktanks. Modelproeven. STOWA, Utrecht, rapport 2002-W-01

STOWA 2002. Optimalisatie van ronde nabezinktanks. Ontwerprichtlijnen en toepassing van het nabezinktankmodel. Ontwerpen tussen STORA-1981 en solids flux theorie. STOWA, Utrecht, rapport 2002-23

STOWA 2002. Optimalisatie van ronde nabezinktanks. Ontwikkeling nabezinktankmodel en evaluatie STORA-ontwerprichtlijn. STOWA, Utrecht, rapport 2002-21

TNO-MEP 1999. Procesbewaking door microscopisch slibonderzoek TNO, Apeldoorn, rapport R99-057.

BIJLAGE 1

AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN

AFKORTINGEN

a	=	bodemhelling (typisch 1:12) [-]
a	=	aantal slibruimers
D	=	diameter nabezinktank [m]
DWA	=	ontwerp droogweeraanvoer [m^3/h]
f_{sr}	=	ruimerfactor [-]
h_{sr}	=	slibruimerhoogte [m]
kd	=	kantdiepte nabezinktank [m]
N	=	aantal nabezinktanks [-]
Q	=	dagdebiet [m^3/d]
Q_A	=	oppervlaktebelasting [$m^3 \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$]
Q_{sr}	=	slibruimcapaciteit [m^3/h]
R	=	retourslibverhouding [-]
r	=	straal van de nabezinktank [m]
RWA	=	ontwerp regenweeraanvoer [m^3/h]
SG_{at}	=	slibgehalte in het actiefslibsysteem [g/l]
$SG_{at,cor}$	=	slibgehalte in het actiefslibsysteem wanneer slibbuffering in de nabezinktank plaatsvindt [g/l]
$SG_{at,dwa}$	=	slibgehalte in actiefslibreactor tijdens dwa [g/l]
$SG_{at,rwa}$	=	slibgehalte in actiefslibreactor tijdens rwa [g/l]
$SG_{nbt,max}$	=	maximaal slibgehalte in de nabezinktank tijdens rwa [g/l]
$SG_{nbt,rwa}$	=	gemiddelde slibgehalte van gebufferd slib in de nabezinktank tijdens rwa [g/l]
SG_{rs}	=	retourslibgehalte [g/l]
$SG_{rs,max}$	=	maximaal retourslibgehalte [g/l]
$SM_{nbt,rwa}$	=	totale slibhoeveelheid van gebufferd slib in nabezinktank(s) tijdens rwa [kg]
SV	=	slibvolume [ml/l]
SVB	=	maximale slibvolumebelasting [$l \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$]
SVI	=	slibvolume-index [ml/g]
t_e	=	indiktijd [h]
V_{at}	=	volume actiefslibreactor [m^3]
v_{sr}	=	slibruimersnelheid (op looprand) [m/h]

BIJLAGE 2

INFORMATIEBLADEN RWZI'S

Naam		**Almelo-Sumpel**		
Referentie	ja/nee	JA		
Ontwerpgegevens RWZI				
DWA	m3/h	1.530		
RWA	m3/h	5.200		
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	10.000		
SVI	ml/g	150		
Slibgehalte	g/l	4		
Configuratie		carrousel		
Volume anaërobe tank	m3			
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	28.750		
Aantal NBT's	stuks	4		
Ontwerpgegevens NBT's				
Nummer	[-]	NBT 1	NBT 2	NBT 3
Percentage aanvoer	[%]	25	25	25
Diameter NBT	[m]	40,7	40,7	40,7
Kantdiepte	[m]	1,5	1,5	1,5
Helling bodem	[1:...]	12	12	12
Inlooptrommel				
diameter	[m]	4	4	4
insteekdiepte	[m]	1,8	1,8	1,8
Deflectieschot		nee	nee	nee
diameter	[m]			
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]			
Aanvoerleiding NBT				
totale lengte	[m]	30	84	84
diameter	[mm]	1000	1000	1000
Effluentgoot				
enkel / dubbel	[enk/dub]	dub	dub	dub
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi	bi	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	1	1	1,1
Slibruimer				
snelheid	[omw/h]	1,13	1,13	1,13
hoogte ruimerbladen	[cm]	35	35	35
lengte	[t.o.v. straal]	1	1	1
Slibzak / slibgoot				
diepte	[m]	2,5	2,5	2,5
Retourslibregeling				
omschrijf de retourslibregeling		hoog toeren / laag toeren		
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	*[factor]*			
minimaal debiet	*[m3/h]*	600	600	600
maximaal debiet	*[m3/h]*	900	900	900

Naam		**Almelo-Sumpel (vervolg)**
Referentie	ja/nee	JA
Ontwerpgegevens RWZI		
DWA	m3/h	
RWA	m3/h	
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	
SVI	ml/g	
Slibgehalte	g/l	
Configuratie		
Volume anaërobe tank	m3	
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	
Aantal NBT's	stuks	
Ontwerpgegevens NBT's		
Nummer	[-]	NBT 4
Percentage aanvoer	[%]	25
Diameter NBT	[m]	40,7
Kantdiepte	[m]	1,5
Helling bodem	[1:...]	12
Inlooptrommel		
diameter	[m]	4
insteekdiepte	[m]	1,8
Deflectieschot		nee
diameter	[m]	
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]	
Aanvoerleiding NBT		
totale lengte	[m]	32
diameter	[mm]	1000
Effluentgoot		
enkel / dubbel	[enk/dub]	dub
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	1,1
Slibruimer		
snelheid	[omw/h]	1,13
hoogte ruimerbladen	[cm]	35
lengte	[t.o.v. straal]	1
Slibzak / slibgoot		
diepte	[m]	2,5
Retourslibregeling		
omschrijf de retourslibregeling		
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	[factor]	
minimaal debiet	*[m3/h]*	600
maximaal debiet	*[m3/h]*	900

Naam		**Almelo-Vissedijk**		
Referentie	ja/nee	NEE		
Ontwerpgegevens RWZI				
DWA	m3/h	750		
RWA	m3/h	3.900		
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	0		
SVI	ml/g	150		
Slibgehalte	g/l	4,2		
Configuratie		phoredox		
Volume anaërobe tank	m3	2.000		
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	13.000		
Aantal NBT's	stuks	2		
Ontwerpgegevens NBT's				
Nummer	[-]	NBT 1	NBT 2	NBT 3
Percentage aanvoer	[%]	36,5	36,5	27,0
Diameter NBT	[m]	39,9	39,9	33,0
Kantdiepte	[m]	2	2	3
Helling bodem	[1:...]	12	12	12
Inlooptrommel				
diameter	[m]	3,5	3,5	3,5
insteekdiepte	[m]	1,9	1,9	2,35
Deflectieschot		nee	nee	nee
diameter	[m]			
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]			
Aanvoerleiding NBT				
totale lengte	[m]	135	135	30
diameter	[mm]	800	800	800
Effluentgoot				
enkel / dubbel	[enk/dub]	dub	dub	dub
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]			
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	1,5	1,5	2,5
Slibruimer				
snelheid	[omw/h]	1,29	1,26	1,35
hoogte ruimerbladen	[cm]	30	30	25
lengte	[t.o.v. straal]	1	1	1
Slibzak / slibgoot				
diepte	[m]	1	1	1,1
Retourslibregeling		o.b.v. Qinf		
omschrijf de retourslibregeling		frequentie geregelde retourslibvijzels		
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	[factor]			
minimaal debiet	*[m3/h]*	323	323	323
maximaal debiet	*[m3/h]*	523	523	523

Naam		**Baarle-Nassau**
Referentie	ja/nee	NEE
Ontwerpgegevens RWZI		
DWA	m3/h	180
RWA	m3/h	365
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	2.860
SVI	ml/g	120
Slibgehalte	g/l	4
Configuratie		carrousel
Volume anaërobe tank	m3	0
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	2.740
Aantal NBT's	stuks	1
Ontwerpgegevens NBT's		
Nummer	[-]	NBT 1
Percentage aanvoer	[%]	100
Diameter NBT	[m]	25,65
Kantdiepte	[m]	1,5
Helling bodem	[1:...]	10,5
Inlooptrommel		
diameter	[m]	3
insteekdiepte	[m]	1,4
Deflectieschot		nee
diameter	[m]	
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]	
Aanvoerleiding NBT		
totale lengte	[m]	30
diameter	[mm]	600
Effluentgoot		
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	0,8
Slibruimer		
snelheid	[omw/h]	1,54
hoogte ruimerbladen	[cm]	20
lengte	[t.o.v. straal]	1
Slibzak / slibgoot		
diepte	[m]	0,6
Retourslibregeling		
omschrijf de retourslibregeling		LT/HT-regeling zonder nadraaitijd
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	[factor]	
minimaal debiet	*[m3/h]*	110
maximaal debiet	*[m3/h]*	240

Naam		**Bath**		
Referentie	ja/nee	NEE		
Ontwerpgegevens RWZI				
DWA	m3/h	5.000		
RWA	m3/h	20.000		
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	116.000		
SVI	ml/g	120		
Slibgehalte	g/l	3,2		
Configuratie		chem.defosf (Fe of Al)		
Volume anaërobe tank	m3	0		
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	55.120		
Aantal NBT's	stuks	10		
Ontwerpgegevens NBT's				
Nummer	[-]	NBT 1	NBT 2	NBT 3
Percentage aanvoer	[%]	10	10	10
Diameter NBT	[m]	52,8	52,8	52,8
Kantdiepte	[m]	2	2	2
Helling bodem	[1:...]	12	12	12
Inlooptrommel				
diameter	[m]	5	5	5
insteekdiepte	[m]	1,75	1,75	1,75
Deflectieschot		nee	nee	nee
diameter	[m]			
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]			
Aanvoerleiding NBT				
totale lengte	[m]	67	85	110
diameter	[mm]	1000	1000	1000
Effluentgoot				
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk	enk	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi	bi	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	1,45	1,45	1,45
Slibruimer				
snelheid	[omw/h]	0,8	0,8	0,8
hoogte ruimerbladen	[cm]	30	30	30
lengte	[t.o.v. straal]	1,33	1,33	1,33
Slibzak / slibgoot				
diepte	[m]	1,1	1,1	1,1
Retourslibregeling				
omschrijf de retourslibregeling		proportioneel op basis van som infuent-, retour en effluentrecirculatiedebiet		
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	[factor]			
minimaal debiet	[m3/h]	400		
maximaal debiet	*[m3/h]*	1.460		

Naam		**Bath (vervolg)**		
Referentie	ja/nee			
Ontwerpgegevens RWZI				
DWA	m3/h			
RWA	m3/h			
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d			
SVI	ml/g			
Slibgehalte	g/l			
Configuratie				
Volume anaërobe tank	m3			
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3			
Aantal NBT's	stuks			
Ontwerpgegevens NBT's				
Nummer	[-]	NBT 4	NBT 5	NBT 6
Percentage aanvoer	[%]	10	10	10
Diameter NBT	[m]	52,8	52,8	52,8
Kantdiepte	[m]	2	2	2
Helling bodem	[1:...]	12	12	12
Inlooptrommel				
diameter	[m]	5	11	5
insteekdiepte	[m]	1,75	1,35	1,75
Deflectieschot		nee	ja	nee
diameter	[m]		12	
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]		1,2	
Aanvoerleiding NBT				
totale lengte	[m]	95	71	67
diameter	[mm]	1000	1000	1000
Effluentgoot				
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk	enk	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi	bi	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	1,45	1,1	1,45
Slibruimer				
snelheid	[omw/h]	0,8	0,8	0,8
hoogte ruimerbladen	[cm]	30	30	30
lengte	[t.o.v. straal]	1,33	2	1,33
Slibzak / slibgoot				
diepte	[m]	1,1	1,1	1,1
Retourslibregeling				
omschrijf de retourslibregeling				
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	[factor]			
minimaal debiet	[m3/h]			
maximaal debiet	[m3/h]			

Naam		**Bath (vervolg)**		
Referentie	ja/nee			
Ontwerpgegevens RWZI				
DWA	m3/h			
RWA	m3/h			
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d			
SVI	ml/g			
Slibgehalte	g/l			
Configuratie				
Volume anaërobe tank	m3			
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3			
Aantal NBT's	stuks			
Ontwerpgegevens NBT's				
Nummer	[-]	NBT 7	NBT 8	NBT 9
Percentage aanvoer	[%]	10	10	10
Diameter NBT	[m]	52,8	52,8	52,8
Kantdiepte	[m]	2	2	2
Helling bodem	[1:...]	12	12	12
Inlooptrommel				
diameter	[m]	5	5	5
insteekdiepte	[m]	1,75	1,75	1,75
Deflectieschot		nee	nee	nee
diameter	[m]			
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]			
Aanvoerleiding NBT				
totale lengte	[m]	85	110	95
diameter	[mm]	1000	1000	1000
Effluentgoot				
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk	enk	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi	bi	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	1,45	1,45	1,45
Slibruimer				
snelheid	[omw/h]	0,8	0,8	0,8
hoogte ruimerbladen	[cm]	30	30	30
lengte	[t.o.v. straal]	1,33	1,33	1,33
Slibzak / slibgoot				
diepte	[m]	1,1	1,1	1,1
Retourslibregeling				
omschrijf de retourslibregeling				
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	[factor]			
minimaal debiet	[m3/h]			
maximaal debiet	[m3/h]			

Naam		**Bath (vervolg)**
Referentie	ja/nee	
Ontwerpgegevens RWZI		
DWA	m3/h	
RWA	m3/h	
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	
SVI	ml/g	
Slibgehalte	g/l	
Configuratie		
Volume anaërobe tank	m3	
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	
Aantal NBT's	stuks	
Ontwerpgegevens NBT's		
Nummer	[-]	NBT 10
Percentage aanvoer	[%]	10
Diameter NBT	[m]	52,8
Kantdiepte	[m]	2
Helling bodem	[1:...]	12
Inlooptrommel		
diameter	[m]	11
insteekdiepte	[m]	1,35
Deflectieschot		ja
diameter	[m]	12
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]	1,2
Aanvoerleiding NBT		
totale lengte	[m]	71
diameter	[mm]	1000
Effluentgoot		
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	1,1
Slibruimer		
snelheid	[omw/h]	0,8
hoogte ruimerbladen	[cm]	30
lengte	[t.o.v. straal]	2
Slibzak / slibgoot		
diepte	[m]	1,1
Retourslibregeling		
omschrijf de retourslibregeling		
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	[factor]	
minimaal debiet	[m3/h]	
maximaal debiet	[m3/h]	

Naam		**Chaam**
Referentie	ja/nee	NEE
Ontwerpgegevens RWZI		
DWA	m3/h	90
RWA	m3/h	220
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	1.570
SVI	ml/g	150 (aanname)
Slibgehalte	g/l	3
Configuratie		chem. defosfatering (Al. zout)
Volume anaërobe tank	m3	0
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	1.715
Aantal NBT's	stuks	1
Ontwerpgegevens NBT's		
Nummer	[-]	NBT 1
Percentage aanvoer	[%]	100
Diameter NBT	[m]	16,80
Kantdiepte	[m]	1,5
Helling bodem	[1:...]	12
Inlooptrommel		
diameter	[m]	1
insteekdiepte	[m]	2,2
Deflectieschot		
diameter	[m]	nee
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]	
Aanvoerleiding NBT		
totale lengte	[m]	40
diameter	[mm]	400
Effluentgoot		
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bu
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	-
Slibruimer		
snelheid	[omw/h]	2,5
hoogte ruimerbladen	[cm]	
lengte	[t.o.v. straal]	1
Slibzak / slibgoot		
diepte	[m]	0,65
Retourslibregeling		
omschrijf de retourslibregeling		vijzel draait continu, een toerental
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	[factor]	
minimaal debiet	[m3/h]	
maximaal debiet	*[m3/h]*	140

Naam		**Dedemsvaart**
Referentie	ja/nee	JA
Ontwerpgegevens RWZI		
DWA	m3/h	560
RWA	m3/h	1.500
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	
SVI	ml/g	120
Slibgehalte	g/l	
Configuratie		BCFS
Volume anaërobe tank	m3	1.746
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	7.368
Aantal NBT's	stuks	1
Ontwerpgegevens NBT's		
Nummer	[-]	NBT 1
Percentage aanvoer	[%]	100
Diameter NBT	[m]	49,5
Kantdiepte	[m]	2
Helling bodem	[1:...]	12
Inlooptrommel		
diameter	[m]	5
insteekdiepte	[m]	1,5
Deflectieschot		ja
diameter	[m]	5,6
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]	1,2
Aanvoerleiding NBT		
totale lengte	[m]	60
diameter	[mm]	900
Effluentgoot		
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	1,14
Slibruimer		
snelheid	[omw/h]	1,54
hoogte ruimerbladen	[cm]	
lengte	[t.o.v. straal]	1,3
Slibzak / slibgoot		
diepte	[m]	0,9
Retourslibregeling		
omschrijf de retourslibregeling		o.b.v. influentdebiet
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	*[factor]*	0,8
minimaal debiet	*[m3/h]*	420
maximaal debiet	*[m3/h]*	1.200

Naam		**Dodewaard**
Referentie	ja/nee	NEE
Ontwerpgegevens RWZI		
DWA	m3/h	400
RWA	m3/h	1.120
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	5.200
SVI	ml/g	150
Slibgehalte	g/l	4
Configuratie		Phoredox
Volume anaërobe tank	m3	300
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	5.200
Aantal NBT's	stuks	1
Ontwerpgegevens NBT's		
Nummer	[-]	NBT 1
Percentage aanvoer	[%]	100
Diameter NBT	[m]	38
Kantdiepte	[m]	2
Helling bodem	[1:...]	12
Inlooptrommel		
diameter	[m]	3,5
insteekdiepte	[m]	1
Deflectieschot		nee
diameter	[m]	
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]	
Aanvoerleiding NBT		
totale lengte	[m]	39
diameter	[mm]	900
Effluentgoot		
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	1,2
Slibruimer		spiraalruimer met loopwielen
snelheid	[omw/h]	0,97
hoogte ruimerbladen	[cm]	0,3
lengte	[t.o.v. straal]	1
Slibzak / slibgoot		
diepte	[m]	0,8
Retourslibregeling		
omschrijf de retourslibregeling		traploos op basis influentdebiet
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	*[factor]*	0,7
minimaal debiet	*[m3/h]*	100
maximaal debiet	*[m3/h]*	1.300

Naam		**Drachten**		
Referentie	ja/nee	NEE		
Ontwerpgegevens RWZI				
DWA	m3/h	1.100		
RWA	m3/h	4.500		
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	22.400		
SVI	ml/g	120		
Slibgehalte	g/l	5		
Configuratie		BCFS		
Volume anaërobe tank	m3	2.380		
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	9.620		
Aantal NBT's	stuks	4		
Ontwerpgegevens NBT's				
Nummer	[-]	NBT 1	NBT 2	NBT 3
Percentage aanvoer	[%]	20	20	30
Diameter NBT	[m]	40,4	40,4	43,7
Kantdiepte	[m]	1,5	1,5	2,5
Helling bodem	[1:...]	12	12	12
Inlooptrommel				
diameter	[m]	4,5	4,5	5,8
insteekdiepte	[m]	1,5	1,5	1,5
Deflectieschot		nee	nee	nee
diameter	[m]			
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]			
Aanvoerleiding NBT				
totale lengte	[m]	116	116	25
diameter	[mm]	800	800	900
Effluentgoot				
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk	enk	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bu	bu	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	-	-	1,8
Slibruimer				
snelheid	[omw/h]	1,22	1,22	0,89
hoogte ruimerbladen	[cm]	40	40	50
lengte	[t.o.v. straal]	1	1	1,4
Slibzak / slibgoot				
diepte	[m]	2,6	2,6	0,95
Retourslibregeling				
omschrijf de retourslibregeling		op basis van het influentdebiet		
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	*[factor]*	1	1	1
minimaal debiet	*[m3/h]*	361	246	425
maximaal debiet	*[m3/h]*	943	882	1.228

Naam		**Drachten (vervolg)**
Referentie	ja/nee	
Ontwerpgegevens RWZI		
DWA	m3/h	
RWA	m3/h	
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	
SVI	ml/g	
Slibgehalte	g/l	
Configuratie		
Volume anaërobe tank	m3	
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	
Aantal NBT's	stuks	
Ontwerpgegevens NBT's		
Nummer	[-]	NBT 4
Percentage aanvoer	[%]	30
Diameter NBT	[m]	43,7
Kantdiepte	[m]	2,5
Helling bodem	[1:...]	12
Inlooptrommel		
diameter	[m]	10
insteekdiepte	[m]	1,5
Deflectieschot		nee
diameter	[m]	
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]	
Aanvoerleiding NBT		
totale lengte	[m]	94
diameter	[mm]	900
Effluentgoot		
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	1,8
Slibruimer		
snelheid	[omw/h]	0,89
hoogte ruimerbladen	[cm]	50
lengte	[t.o.v. straal]	1,4
Slibzak / slibgoot		
diepte	[m]	0,95
Retourslibregeling		
omschrijf de retourslibregeling		
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	*[factor]*	1
minimaal debiet	*[m3/h]*	423
maximaal debiet	[m3/h]	1.347

Naam		**Druten**	
Referentie	ja/nee	NEE	
Ontwerpgegevens RWZI			
DWA	m3/h	400	
RWA	m3/h	1.700	
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	8.200	
SVI	ml/g	150	
Slibgehalte	g/l	3,5	
Configuratie			
Volume anaërobe tank	m3	600	
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	8.900	
Aantal NBT's	stuks	1	
Ontwerpgegevens NBT's			
Nummer	[-]	NBT 1	NBT 2
Percentage aanvoer	[%]	40	60
Diameter NBT	[m]	33	38
Kantdiepte	[m]	1,5	2
Helling bodem	[1:...]	12	12
Inlooptrommel			
diameter	[m]	3,6	3,5
insteekdiepte	[m]	1,16	0,88
Deflectieschot		nee	nee
diameter	[m]		
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]		
Aanvoerleiding NBT			
totale lengte	[m]	35	35
diameter	[mm]	700	900
Effluentgoot			
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	0,8	1,26
Slibruimer		vrijhangende ruimer	spiraalruimer met loopwielen
snelheid	[omw/h]	1	1
hoogte ruimerbladen	[cm]	30	30
lengte	[t.o.v. straal]	1	1
Slibzak / slibgoot			
diepte	[m]	0,9	0,8
Retourslibregeling			
omschrijf de retourslibregeling		traploos op basis influentdebiet	
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	[factor]	0,7	0,7
minimaal debiet	*[m3/h]*	170	200
maximaal debiet	*[m3/h]*	500	900

Naam		**Emmen**		
Referentie	ja/nee	NEE		
Ontwerpgegevens RWZI				
DWA	m3/h	1.500		
RWA	m3/h	6.180		
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	38.000		
SVI	ml/g	130		
Slibgehalte	g/l	5		
Configuratie				
Volume anaërobe tank	m3	3.200		
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	14.400		
Aantal NBT's	stuks	5		
Ontwerpgegevens NBT's				
Nummer	[-]	NBT 1	NBT 2	NBT 3
Percentage aanvoer	[%]	9,4	9,4	27,1
Diameter NBT	[m]	31	31	52,6
Kantdiepte	[m]	2	2	2
Helling bodem	[1:...]	12	12	12
Inlooptrommel				
diameter	[m]	2,5	2,5	6,6
insteekdiepte	[m]	1	1	2
Deflectieschot		nee	nee	ja
diameter	[m]			
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]			
Aanvoerleiding NBT				
totale lengte	[m]	33	33	66
diameter	[mm]	700	700	1250
Effluentgoot				
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk	enk	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi	bi	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	1,3	1,3	1,3
Slibruimer				
snelheid	[omw/h]	2,31	2,31	0,78
hoogte ruimerbladen	[cm]	15	15	20
lengte	[t.o.v. straal]	1	1	1,25
Slibzak / slibgoot				
diepte	[m]	0,5	0,5	1,2
Retourslibregeling				
omschrijf de retourslibregeling		o.b.v. Qinf		
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	*[factor]*	1,0	1,0	1,0
minimaal debiet	*[m3/h]*	136	136	420
maximaal debiet	*[m3/h]*	340	340	1050

Naam		**Emmen (vervolg)**	
Referentie	ja/nee		
Ontwerpgegevens RWZI			
DWA	m3/h		
RWA	m3/h		
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d		
SVI	ml/g		
Slibgehalte	g/l		
Configuratie			
Volume anaërobe tank	m3		
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3		
Aantal NBT's	stuks		
Ontwerpgegevens NBT's			
Nummer	[-]	NBT 4	NBT 5
Percentage aanvoer	[%]	27,1	27,1
Diameter NBT	[m]	52,6	52,6
Kantdiepte	[m]	2	2
Helling bodem	[1:...]	12	12
Inlooptrommel			
diameter	[m]	6,6	6,6
insteekdiepte	[m]	2	2
Deflectieschot		ja	ja
diameter	[m]		
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]		
Aanvoerleiding NBT			
totale lengte	[m]	36	66
diameter	[mm]	1250	1250
Effluentgoot			
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	1,3	1,3
Slibruimer			
snelheid	[omw/h]	0,75	0,73
hoogte ruimerbladen	[cm]	20	20
lengte	[t.o.v. straal]	1,25	1,25
Slibzak / slibgoot			
diepte	[m]	1,2	1,2
Retourslibregeling			
omschrijf de retourslibregeling			
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	*[factor]*	1,0	1,0
minimaal debiet	*[m3/h]*	420	420
maximaal debiet	*[m3/h]*	1.050	1.050

Naam		**Gieten**	
Referentie	ja/nee	NEE	
Ontwerpgegevens RWZI			
DWA	m3/h	435	
RWA	m3/h	1.970	
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	12.000	
SVI	ml/g	120	
Slibgehalte	g/l	4	
Configuratie		BCFS	
Volume anaërobe tank	m3	1.305	
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	11.100	
Aantal NBT's	stuks	2	
Ontwerpgegevens NBT's			
Nummer	[-]	NBT 1	NBT 2
Percentage aanvoer	[%]	50	50
Diameter NBT	[m]	39	39
Kantdiepte	[m]	1,5	1,5
Helling bodem	[1:...]	12	12
Inlooptrommel			
diameter	[m]	2,2	2,2
insteekdiepte	[m]	1,5	1,5
Deflectieschot		nee	nee
diameter	[m]		
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]		
Aanvoerleiding NBT			
totale lengte	[m]	35	75
diameter	[mm]	900	800
Effluentgoot			
enkel / dubbel	[enk/dub]	dub	dub
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	1	1
Slibruimer			
snelheid	[omw/h]	1,63	1,96
hoogte ruimerbladen	[cm]	0,3	0,3
lengte	[t.o.v. straal]	1,15	1,15
Slibzak / slibgoot			
diepte	[m]	0,9	0,9
Retourslibregeling			
omschrijf de retourslibregeling			
		proportioneel o.b.v. influentdebiet	
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	*[factor]*	0,7	0,7
minimaal debiet	[m3/h]	220	220
maximaal debiet	*[m3/h]*	690	690

Naam		**Hardenberg**	
Referentie	ja/nee	JA	
Ontwerpgegevens RWZI			
DWA	m3/h	740	
RWA	m3/h	1.715	
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d		
SVI	ml/g	120	
Slibgehalte	g/l	4,3	
Configuratie		BCFS	
Volume anaërobe tank	m3	2.220	
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	10.390	
Aantal NBT's	stuks	2	
Ontwerpgegevens NBT's			
Nummer	[-]	NBT 1	NBT 2
Percentage aanvoer	[%]	50	50
Diameter NBT	[m]	36	36
Kantdiepte	[m]		2,4
Helling bodem	[1:...]		40
Inlooptrommel			
diameter	[m]		5,5
insteekdiepte	[m]		1,25
Deflectieschot			nee
diameter	[m]		
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]		
Aanvoerleiding NBT			
totale lengte	[m]	126	45
diameter	[mm]	800	800
Effluentgoot			
enkel / dubbel	[enk/dub]		enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]		bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]		1,3
Slibruimer			
snelheid	[omw/h]	0,91	0,72
hoogte ruimerbladen	[cm]		30
lengte	[t.o.v. straal]	2	2
Slibzak / slibgoot			
diepte	[m]		1,2
Retourslibregeling			
omschrijf de retourslibregeling		o.b.v. influentdebiet	
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	[factor]		
minimaal debiet	*[m3/h]*	250	
maximaal debiet	*[m3/h]*	750	

Naam		**Lage Zwaluwe**
Referentie	ja/nee	JA
Ontwerpgegevens RWZI		
DWA	m3/h	200
RWA	m3/h	310
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	2.250
SVI	ml/g	150
Slibgehalte	g/l	4
Configuratie		
Volume anaërobe tank	m3	0
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	1.500
Aantal NBT's	stuks	1
Ontwerpgegevens NBT's		
Nummer	[-]	NBT 1
Percentage aanvoer	[%]	100
Diameter NBT	[m]	21
Kantdiepte	[m]	1,5
Helling bodem	[1:...]	12
Inlooptrommel		
diameter	[m]	1,75
insteekdiepte	[m]	1,4
Deflectieschot		nee
diameter	[m]	
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]	
Aanvoerleiding NBT		
totale lengte	[m]	19
diameter	[mm]	400
Effluentgoot		
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	0,9
Slibruimer		
snelheid	[omw/h]	1,6
hoogte ruimerbladen	[cm]	40
lengte	[t.o.v. straal]	1
Slibzak / slibgoot		
diepte	[m]	0,6
Retourslibregeling		
omschrijf de retourslibregeling		RSV draait continu, een toerental
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	[factor]	
minimaal debiet	[m3/h]	
maximaal debiet	*[m3/h]*	160

Naam		**Oldenzaal**		
Referentie	ja/nee	NEE		
Ontwerpgegevens RWZI				
DWA	m3/h	875		
RWA	m3/h	3.730		
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	10.500		
SVI	ml/g	150		
Slibgehalte	g/l	4		
Configuratie				
Volume anaërobe tank	m3	700		
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	11.785		
Aantal NBT's	stuks	4		
Ontwerpgegevens NBT's				
Nummer	[-]	NBT 1	NBT 2	NBT 3
Percentage aanvoer	[%]	22,9	22,9	27,1
Diameter NBT	[m]	39,0	39,0	42,4
Kantdiepte	[m]	2,6	2,6	1,5
Helling bodem	[1:...]	vlak	vlak	12
Inlooptrommel				
diameter	[m]	4,04	4,04	8
insteekdiepte	[m]	0,1	0,1	1,5
Deflectieschot		nee	nee	nee
diameter	[m]			
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]			
Aanvoerleiding NBT				
totale lengte	[m]	105	105	65
diameter	[mm]	900	900	900
Effluentgoot				
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk	enk	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bu	bu	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]			0,7
Slibruimer				
snelheid	[omw/h]	0,49	0,49	0,9
hoogte ruimerbladen	[cm]	30	30	30
lengte	[t.o.v. straal]	1	1	1,3
Slibzak / slibgoot				
diepte	[m]	hevel	hevel	0,8
Retourslibregeling				
omschrijf de retourslibregeling		debiet gestuurd op basis van influentdebiet		
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	*[factor]*	rs = 0,4 * Qinf + 330		
minimaal debiet	*[m3/h]*	253	253	282
maximaal debiet	*[m3/h]*	511	511	570

Naam		**Oldenzaal (vervolg)**
Referentie	ja/nee	NEE
Ontwerpgegevens RWZI		
DWA	m3/h	
RWA	m3/h	
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	
SVI	ml/g	
Slibgehalte	g/l	
Configuratie		
Volume anaërobe tank	m3	
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	
Aantal NBT's	stuks	
Ontwerpgegevens NBT's		
Nummer	[-]	NBT 4
Percentage aanvoer	[%]	27,1
Diameter NBT	[m]	42,4
Kantdiepte	[m]	1,5
Helling bodem	[1:...]	12
Inlooptrommel		
diameter	[m]	8
insteekdiepte	[m]	1,5
Deflectieschot		nee
diameter	[m]	
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]	
Aanvoerleiding NBT		
totale lengte	[m]	65
diameter	[mm]	900
Effluentgoot		
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	0,7
Slibruimer		
snelheid	[omw/h]	0,9
hoogte ruimerbladen	[cm]	30
lengte	[t.o.v. straal]	1,3
Slibzak / slibgoot		
diepte	[m]	0,8
Retourslibregeling		
omschrijf de retourslibregeling		
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	[factor]	
minimaal debiet	*[m3/h]*	282
maximaal debiet	*[m3/h]*	570

Naam		**Ommen**
Referentie	ja/nee	NEE
Ontwerpgegevens RWZI		
DWA	m3/h	360
RWA	m3/h	875
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	
SVI	ml/g	120
Slibgehalte	g/l	4,3
Configuratie		BCFS
Volume anaërobe tank	m3	720
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	5.680
Aantal NBT's	stuks	1
Ontwerpgegevens NBT's		
Nummer	[-]	NBT 1
Percentage aanvoer	[%]	100
Diameter NBT	[m]	39,3
Kantdiepte	[m]	2,5
Helling bodem	[1:...]	50
Inlooptrommel		
diameter	[m]	5,5
insteekdiepte	[m]	1,3
Deflectieschot		nee
diameter	[m]	
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]	
Aanvoerleiding NBT		
totale lengte	[m]	29
diameter	[mm]	800
Effluentgoot		
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	1,5
Slibruimer		
snelheid	[omw/h]	1
hoogte ruimerbladen	[cm]	30
lengte	[t.o.v. straal]	2
Slibzak / slibgoot		
diepte	[m]	1,25
Retourslibregeling		
omschrijf de retourslibregeling		o.b.v. influentdebiet
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	[factor]	
minimaal debiet	*[m3/h]*	300
maximaal debiet	*[m3/h]*	875

Naam		**Oud-Beijerland**	
Referentie	ja/nee	JA	
Ontwerpgegevens RWZI			
DWA	m3/h	750	
RWA	m3/h	2.500	
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	13.630	
SVI	ml/g	175	
Slibgehalte	g/l	4	
Configuratie		carrousel	
Volume anaërobe tank	m3	2.700	
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	1.471	
Aantal NBT's	stuks	2	
Ontwerpgegevens NBT's			
Nummer	[-]	NBT 1	NBT 2
Percentage aanvoer	[%]	50	50
Diameter NBT	[m]	48,5	48,5
Kantdiepte	[m]	2	2
Helling bodem	[1:...]	12	12
Inlooptrommel			
diameter	[m]	5	5
insteekdiepte	[m]	1,35	1,35
Deflectieschot		ja	ja
diameter	[m]	7	7
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]	1,5	1,5
Aanvoerleiding NBT			
totale lengte	[m]	48	40
diameter	[mm]	800	800
Effluentgoot			
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	1,25	1,25
Slibruimer			
snelheid	[omw/h]	0,95	0,95
hoogte ruimerbladen	[cm]	36	36
lengte	[t.o.v. straal]	1,3	1,3
Slibzak / slibgoot			
diepte	[m]	1,08	1,08
Retourslibregeling			
omschrijf de retourslibregeling		O.b.v. effluentdebiet	
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	[factor]		
minimaal debiet	*[m3/h]*	375	
maximaal debiet	*[m3/h]*	2.200	

Naam		**Piershil**
Referentie	ja/nee	NEE
Ontwerpgegevens RWZI		
DWA	m3/h	55
RWA	m3/h	240
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	1.880
SVI	ml/g	nb
Slibgehalte	g/l	4
Configuratie		Schreiber
Volume anaërobe tank	m3	0
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	1.471
Aantal NBT's	stuks	1
Ontwerpgegevens NBT's		
Nummer	[-]	NBT 1
Percentage aanvoer	[%]	100
Diameter NBT	[m]	18,0
Kantdiepte	[m]	2
Helling bodem	[1:...]	12
Inlooptrommel		
diameter	[m]	2,15
insteekdiepte	[m]	1,06
Deflectieschot		nee
diameter	[m]	
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]	
Aanvoerleiding NBT		
totale lengte	[m]	15
diameter	[mm]	400
Effluentgoot		
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	1,2
Slibruimer		
snelheid	[omw/h]	1,5
hoogte ruimerbladen	[cm]	25
lengte	[t.o.v. straal]	1
Slibzak / slibgoot		
diepte	[m]	0,75
Retourslibregeling		Regeling op basis van debiet
omschrijf de retourslibregeling		d.m.v. een vlotter in het ontvangwerk wordt retourslibvijzel op toeren (L/H) geschakeld
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	*[factor]*	
minimaal debiet	*[m3/h]*	90
maximaal debiet	*[m3/h]*	180

Naam		**Ridderkerk**		
Referentie	ja/nee	JA		
Ontwerpgegevens RWZI				
DWA	m3/h	1.400		
RWA	m3/h	3.900		
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	24.077		
SVI	ml/g	125		
Slibgehalte	g/l	4		
Configuratie		Schreiber		
Volume anaërobe tank	m3	2.000		
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	20.000		
Aantal NBT's	stuks	1		
Ontwerpgegevens NBT's				
Nummer	[-]	NBT 1	NBT 2	NBT 3
Percentage aanvoer	[%]	33	33	33
Diameter NBT	[m]	41,7	41,7	41,7
Kantdiepte	[m]	1,5	1,5	1,5
Helling bodem	[1:...]	12	12	12
Inlooptrommel				
diameter	[m]			
insteekdiepte	[m]			
Deflectieschot		nee	nee	nee
diameter	[m]			
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]			
Aanvoerleiding NBT				
totale lengte	[m]	35	35	47
diameter	[mm]	600	600	600
Effluentgoot				
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk	enk	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi	bi	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	0,6	0,6	0,6
Slibruimer				
snelheid	[omw/h]	1,21	1,21	1,21
hoogte ruimerbladen	[cm]			
lengte	[t.o.v. straal]			
Slibzak / slibgoot				
diepte	[m]	0,8	0,8	0,8
Retourslibregeling				
omschrijf de retourslibregeling		Regeling op basis van influentdebiet met selector slibbuffer		
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	[factor]			
minimaal debiet	*[m3/h]*	450		
maximaal debiet	*[m3/h]*	1.350		

Naam		**Rijssen**		
Referentie	ja/nee	JA		
Ontwerpgegevens RWZI				
DWA	m3/h	400		
RWA	m3/h	3.450		
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d			
SVI	ml/g	150		
Slibgehalte	g/l	4		
Configuratie				
Volume anaërobe tank	m3	570		
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	14.910		
Aantal NBT's	stuks	3		
Ontwerpgegevens NBT's				
Nummer	[-]	NBT 1	NBT 2	NBT 3
Percentage aanvoer	[%]	24	38	38
Diameter NBT	[m]	41,0	47,2	47,2
Kantdiepte	[m]	1,5	2	2
Helling bodem	[1:...]	16	12	12
Inlooptrommel				
diameter	[m]	3,5	8	8
insteekdiepte	[m]	1,7	1,5	1,5
Deflectieschot		nee	nee	nee
diameter	[m]			
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]			
Aanvoerleiding NBT				
totale lengte	[m]	48	74	132
diameter	[mm]	700	900	900
Effluentgoot				
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk	enk	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi	bi	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	0,7	1,1	1,1
Slibruimer				
snelheid	[omw/h]	0,92	0,8	0,7
hoogte ruimerbladen	[cm]	20	20	20
lengte	[t.o.v. straal]	1,3	1,3	1,3
Slibzak / slibgoot				
diepte	[m]	0,9	0,8	0,8
Retourslibregeling				
omschrijf de retourslibregeling		O.b.v. influentdebiet		
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	[factor]			
minimaal debiet	*[m3/h]*	570		
maximaal debiet	*[m3/h]*	1.518		

Naam		**Ter Apel**
Referentie	ja/nee	NEE
Ontwerpgegevens RWZI		
DWA	m3/h	195
RWA	m3/h	695
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	4.438
SVI	ml/g	120
Slibgehalte	g/l	3,7
Configuratie		m-UCT
Volume anaërobe tank	m3	630
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	5.550
Aantal NBT's	stuks	1
Ontwerpgegevens NBT's		
Nummer	[-]	NBT 1
Percentage aanvoer	[%]	100
Diameter NBT	[m]	35,5
Kantdiepte	[m]	1,5
Helling bodem	[1:...]	12
Inlooptrommel		
diameter	[m]	3,5
insteekdiepte	[m]	1,2
Deflectieschot		nee
diameter	[m]	
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]	
Aanvoerleiding NBT		
totale lengte	[m]	52
diameter	[mm]	800
Effluentgoot		
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	0,8
Slibruimer		
snelheid	[omw/h]	1,11
hoogte ruimerbladen	[cm]	20
lengte	[t.o.v. straal]	1
Slibzak / slibgoot		
diepte	[m]	2,2
Retourslibregeling		
omschrijf de retourslibregeling		O.b.v. influentdebiet
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	*[factor]*	0,7
minimaal debiet	*[m3/h]*	195
maximaal debiet	*[m3/h]*	490

Naam		**Veendam**		
Referentie	ja/nee	NEE		
Ontwerpgegevens RWZI				
DWA	m3/h	690		
RWA	m3/h	2.626		
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	12.220		
SVI	ml/g	150		
Slibgehalte	g/l	4		
Configuratie		Voordenitrificatie + Carroussel		
Volume anaërobe tank	m3	0		
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	12.830		
Aantal NBT's	stuks	3		
Ontwerpgegevens NBT's				
Nummer	[-]	NBT 1	NBT 2	NBT 3
Percentage aanvoer	[%]	33,3	33,3	33,3
Diameter NBT	[m]	39,2	39,2	39,2
Kantdiepte	[m]	1,5	1,5	1,5
Helling bodem	[1:...]	12	12	12
Inlooptrommel				
diameter	[m]	5	5	5
insteekdiepte	[m]	1,1	1,1	1,1
Deflectieschot				
diameter	[m]	4,9	4,9	4,9
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]	1,1	1,1	1,1
Aanvoerleiding NBT				
totale lengte	[m]	92	59	73
diameter	[mm]	800	800	800
Effluentgoot				
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk	enk	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi	bi	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	0,7	0,7	0,7
Slibruimer				
snelheid	[omw/h]	1,32	1,32	1,22
hoogte ruimerbladen	[cm]	30	30	30
lengte	[t.o.v. straal]	1,33	1,33	1,33
Slibzak / slibgoot				
diepte	[m]	2,2	2,2	2,2
Retourslibregeling				
omschrijf de retourslibregeling				
		hoog / laagtoerenvijzels. Naar hoogtoeren bij Qinf > 2000 m3/h		
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	*[factor]*			
minimaal debiet	*[m3/h]*	295	295	295
maximaal debiet	*[m3/h]*	590	590	590

Naam		**Vriescheloo**
Referentie	ja/nee	JA
Ontwerpgegevens RWZI		
DWA	m3/h	145
RWA	m3/h	470
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	2.800
SVI	ml/g	120
Slibgehalte	g/l	4,0
Configuratie		m-UCT
Volume anaërobe tank	m3	290
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	3.152
Aantal NBT's	stuks	1
Ontwerpgegevens NBT's		
Nummer	[-]	NBT 1
Percentage aanvoer	[%]	100
Diameter NBT	[m]	26,5
Kantdiepte	[m]	2
Helling bodem	[1:...]	12
Inlooptrommel		
diameter	[m]	3
insteekdiepte	[m]	0,8
Deflectieschot		nee
diameter	[m]	
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]	
Aanvoerleiding NBT		
totale lengte	[m]	17
diameter	[mm]	500
Effluentgoot		
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	1,4
Slibruimer		
snelheid	[omw/h]	1,88
hoogte ruimerbladen	[cm]	25
lengte	[t.o.v. straal]	1,33
Slibzak / slibgoot		
diepte	[m]	0,61
Retourslibregeling		
omschrijf de retourslibregeling		O.b.v. influentdebiet
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	*[factor]*	0,67
minimaal debiet	*[m3/h]*	97
maximaal debiet	*[m3/h]*	226

Naam		**Walcheren**		
Referentie	ja/nee	NEE		
Ontwerpgegevens RWZI				
DWA	m3/h	2012		
RWA	m3/h	7.800		
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	36.000		
SVI	ml/g	120		
Slibgehalte	g/l	4,5		
Configuratie		Phoredox		
Volume anaërobe tank	m3	6.000		
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	19.000		
Aantal NBT's	stuks	6		
Ontwerpgegevens NBT's				
Nummer	[-]	NBT 1	NBT 2	NBT 3
Percentage aanvoer	[%]	15,8	15,8	15,8
Diameter NBT	[m]	43,7	43,7	43,7
Kantdiepte	[m]	1,5	1,5	1,5
Helling bodem	[1:...]	12	12	12
Inlooptrommel				
diameter	[m]	4,5	4,5	4,5
insteekdiepte	[m]	1,5	1,5	1,5
Deflectieschot		nee	nee	nee
diameter	[m]			
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]			
Aanvoerleiding NBT				
totale lengte	[m]	215	195	140
diameter	[mm]	1000	1000	1000
Effluentgoot				
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk	enk	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bu	bu	bu
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]			
Slibruimer				
snelheid	[omw/h]	0,83	0,83	0,83
hoogte ruimerbladen	[cm]	40	40	40
lengte	[t.o.v. straal]	1,3	1,3	1,3
Slibzak / slibgoot				
diepte	[m]	2,85	2,85	2,85
Retourslibregeling				
omschrijf de retourslibregeling		O.b.v. influentdebiet		
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	*[factor]*	1	1	1
minimaal debiet	*[m3/h]*	395	395	395
maximaal debiet	*[m3/h]*	839	839	839

Naam		**Walcheren (vervolg)**		
Referentie	ja/nee			
Ontwerpgegevens RWZI				
DWA	m3/h			
RWA	m3/h			
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d			
SVI	ml/g			
Slibgehalte	g/l			
Configuratie				
Volume anaërobe tank	m3			
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3			
Aantal NBT's	stuks			
Ontwerpgegevens NBT's				
Nummer	[-]	NBT 4	NBT 5	NBT 6
Percentage aanvoer	[%]	15,8	18,4	18,4
Diameter NBT	[m]	43,7	47,1	47,1
Kantdiepte	[m]	1,5	2	2
Helling bodem	[1:...]	12	12	12
Inlooptrommel				
diameter	[m]	4,5	6,7	6,7
insteekdiepte	[m]	1,5	1,8	1,8
Deflectieschot		nee	nee	nee
diameter	[m]			
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]			
Aanvoerleiding NBT				
totale lengte	[m]	165	87,5	140
diameter	[mm]	1000	800	800
Effluentgoot				
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk	enk	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bu	bi	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]		1	1
Slibruimer				
snelheid	[omw/h]	0,83	0,91	0,91
hoogte ruimerbladen	[cm]	40	15	15
lengte	[t.o.v. straal]	1,3	2	2
Slibzak / slibgoot				
diepte	[m]	2,85	2,3	2,3
Retourslibregeling				
omschrijf de retourslibregeling				
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	*[factor]*	1	1	1
minimaal debiet	*[m3/h]*	395	459	459
maximaal debiet	*[m3/h]*	839	974	974

Naam		**Warns**
Referentie	ja/nee	NEE
Ontwerpgegevens RWZI		
DWA	m3/h	100
RWA	m3/h	415
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	2.000
SVI	ml/g	150
Slibgehalte	g/l	4
Configuratie		Caroussel
Volume anaërobe tank	m3	0
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	2.500
Aantal NBT's	stuks	1
Ontwerpgegevens NBT's		
Nummer	[-]	NBT 1
Percentage aanvoer	[%]	100
Diameter NBT	[m]	26,6
Kantdiepte	[m]	1,5
Helling bodem	[1:...]	12
Inlooptrommel		
diameter	[m]	3,4
insteekdiepte	[m]	1,2
Deflectieschot		nee
diameter	[m]	
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]	
Aanvoerleiding NBT		
totale lengte	[m]	32
diameter	[mm]	600
Effluentgoot		
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	0,85
Slibruimer		
snelheid	[omw/h]	1,4
hoogte ruimerbladen	[cm]	20
lengte	[t.o.v. straal]	1
Slibzak / slibgoot		
diepte	[m]	0,84
Retourslibregeling		
omschrijf de retourslibregeling		H/L toeren vijzel en beluchting uit bij hoog slibdeken
		schakelt bij 280 m^3/h aan influent, beluchting uit bij slibhoogte > 0,6 meter vanaf bodem nbt, beluchting weer aan bij slibhoogte < 0,2 m vanaf bodem
minimaal debiet	*[m3/h]*	173
maximaal debiet	*[m3/h]*	350

Naam		**Willem Annapolder**		
Referentie	ja/nee	NEE		
Ontwerpgegevens RWZI				
DWA	m3/h	1.175		
RWA	m3/h	4.593		
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	22.622		
SVI	ml/g	120		
Slibgehalte	g/l	4,5		
Configuratie		phoredox		
Volume anaërobe tank	m3	2.700		
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	9.300		
Aantal NBT's	stuks	4		
Ontwerpgegevens NBT's				
Nummer	[-]	NBT 1	NBT 2	NBT 3
Percentage aanvoer	[%]	21,2	21,2	21,2
Diameter NBT	[m]	38	38	38
Kantdiepte	[m]	1,5	1,5	2,5
Helling bodem	[1:...]	12	12	40
Inlooptrommel				
diameter	[m]	6,3	6,3	6,4
insteekdiepte	[m]	1,5	1,5	1,05
Deflectieschot		nee	nee	nee
diameter	[m]			
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]			
Aanvoerleiding NBT				
totale lengte	[m]	84	103	137
diameter	[mm]	800	800	700
Effluentgoot				
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk	enk	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi	bi	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	0,57	0,57	1,5
Slibruimer				
snelheid	[omw/h]	1,11	1,11	0,77
hoogte ruimerbladen	[cm]	0,25	0,25	0,3
lengte	[t.o.v. straal]	1	1	1,5
Slibzak / slibgoot				
diepte	[m]	0,7	0,7	0,7
Retourslibregeling				
omschrijf de retourslibregeling		O.b.v. influentdebiet		
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	*[factor]*	1	1	1
minimaal debiet	*[m3/h]*	175	175	175
maximaal debiet	*[m3/h]*	597	582	610

Naam		**Willem Annapolder (vervolg)**
Referentie	ja/nee	
Ontwerpgegevens RWZI		
DWA	m3/h	
RWA	m3/h	
Dagaanvoer - gemiddeld	m3/d	
SVI	ml/g	
Slibgehalte	g/l	
Configuratie		
Volume anaërobe tank	m3	
Volume biologische ruimten (excl. anaëroob)	m3	
Aantal NBT's	stuks	
Ontwerpgegevens NBT's		
Nummer	[-]	NBT 4
Percentage aanvoer	[%]	36,5
Diameter NBT	[m]	49,9
Kantdiepte	[m]	2,5
Helling bodem	[1:...]	40
Inlooptrommel		
diameter	[m]	8,1
insteekdiepte	[m]	1,05
Deflectieschot		ja
diameter	[m]	11,1
afstand tot onderzijde inlooptrommel	[m]	1
Aanvoerleiding NBT		
totale lengte	[m]	47
diameter	[mm]	900
Effluentgoot		
enkel / dubbel	[enk/dub]	enk
binnenzijde NBT / buiten NBT	[bi/bu]	bi
afstand onderkant goot tot vloer NBT	[m]	1,6
Slibruimer		
snelheid	[omw/h]	0,59
hoogte ruimerbladen	[cm]	0,3
lengte	[t.o.v. straal]	2
Slibzak / slibgoot		
diepte	[m]	0,8
Retourslibregeling		
omschrijf de retourslibregeling		
factor t.o.v. debiet (infl/effl)	*[factor]*	1
minimaal debiet	*[m3/h]*	425
maximaal debiet	*[m3/h]*	1.000