



Jans Kruit, Royal Haskoning, thans Paques
Martijn van Leusden, Royal Haskoning
Cora Uijterlinde, STOWA

Voorkomen van slibuitspoeling op rwzi's vereist goed drogestofbeheer

Uit de bedrijfsvergelijking zuiveringsbeheer van 2006 bleek dat regelmatig overschrijdingen van lozingsvergunningen plaatsvinden. Hierbij wordt het criterium 'one-out, all-out' gehanteerd voor fosfaat, stikstof, BZV en zwevende stof. Voor 47 procent van de incidentele gevallen wordt slibuitspoeling als hoofdoorzaak gezien. Zo'n 40 tot 50 rwzi's zijn hiervoor verantwoordelijk. In STOWA-verband is in 2008 een gedetailleerde inventarisatie van richtlijnen en ervaringen van de nabezinktanks uitgevoerd op 25 rwzi's. Daaruit blijkt dat de basis van de STOWA-richtlijn voor nabezinktanks van 1981 als basis nog steeds goed voldoet. Wel werd voorgesteld de richtlijn toe te passen in een kleiner bereik met het drogestofbeheer op rwzi's als meest kritische parameter om slibuitspoeling te voorkomen.

Vanaf 1970 is veel (inter)nationaal onderzoek verricht naar het bezinkingsgedrag van actief slib op rioolwaterzuiveringsinrichtingen. Via praktijkonderzoek kwam de STOWA-richtlijn³⁾ tot stand. Deze richtlijn is succesvol in Nederland geïmplementeerd.

Nu de meeste rwzi's zijn aangepast en de genoemde richtlijnen zo goed mogelijk in de ontwerpen zijn geïmplementeerd, blijkt nog sprake te zijn van incidentele slibuitspoeling. Uit de bedrijfsvergelijking zuiveringsbeheer van 2006 bleek dat regelmatig overschrijdingen van lozingsvergunningen plaats-

vinden. Hierbij wordt het criterium 'one-out, all-out' gehanteerd voor fosfaat, stikstof, BZV en zwevende stof. Voor 47 procent van de incidentele gevallen wordt slibuitspoeling als hoofdoorzaak gezien. Uit een enquête uit 2007 blijkt dat op 40 tot 50 (van de 390) rwzi's aan de eis van de concentratie zwevende stof in het effluent in 2006 niet altijd werd voldaan.

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).

In STOWA-verband is in 2008 een gedetailleerde inventarisatie van richtlijnen en ervaringen uitgevoerd op diverse rwzi's. Het doel is het toetsen van de STOWA-richtlijnen voor ontwerp van nabezinktanks en het in beeld brengen van relaties tussen bedrijfsvoeringsaspecten en slibuitspoeling.

In dit artikel wordt slibuitspoeling gedefinieerd als een hoeveelheid onopgeloste bestanddelen in het effluent, waarvan in een 24-uurs debietproportioneel monster het drogestofgehalte groter of gelijk is aan 30 mg/l. Deze definitie komt overeen met de grenswaarde voor onopgeloste bestanddelen, zoals opgenomen in het Lozingenbesluit Wvo stedelijk afvalwater.



Een goed werkende nabezinktank.

Werkwijze

Acht van de 15 waterbeheerders zijn geselecteerd, waarbij incidentele slibuitspoeling optreedt en het als probleem wordt ervaren. Verder werden 25 rwzi's zowel met (17) als zonder slibuitspoeling (8) geselecteerd voor een nadere analyse. Dit betekende dat 30 procent van alle rwzi's met incidentele slibuitspoeling in het onderzoek zijn opgenomen. De verzamelde data bestaat uit ontwerpgegevens van 25 rwzi's en 63 nabezinktanks en bedrijfsdata (influent-debiet, slibgehalte aerietank (actuele of afgeleide waarde tijdens een RWA-periode), SVI (actuele waarde), drogestofgehalte effluent (24-uurs proportioneel monster) en de retourslibregeling).

In totaal zijn data van 1.730 bemonsteringsdagen geanalyseerd uit 2006 en 2007, daar waar wenselijk aangevuld met data uit 2005 en 2008. De omvang van dit onderzoek komt overeen met het onderzoek dat geleid heeft tot de STOWA-richtlijn voor ontwerp van nabezinktanks. Met deze dataset is het ontwerp van de nabezinktanks getoetst aan de vigerende richtlijnen en is het functioneren van de nabezinktanks onderzocht aan de hand van bedrijfsdata.

Vigerende richtlijnen

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

De actuele richtlijnen voor het ontwerpen van een nabezinktank zijn gebaseerd op de STOWA-richtlijn in 1981 en aanvullende inzichten afkomstig uit diverse STOWA-onderzoeken uit de periode 1992-2002. Ze zijn samengevat in afbeelding 1. Het retour-slibdebiet is variabel en wordt gestuurd op basis van het influentdebiet. De berekening van de retourslibconcentratie geschiedt op basis van de SVI.

Resultaten

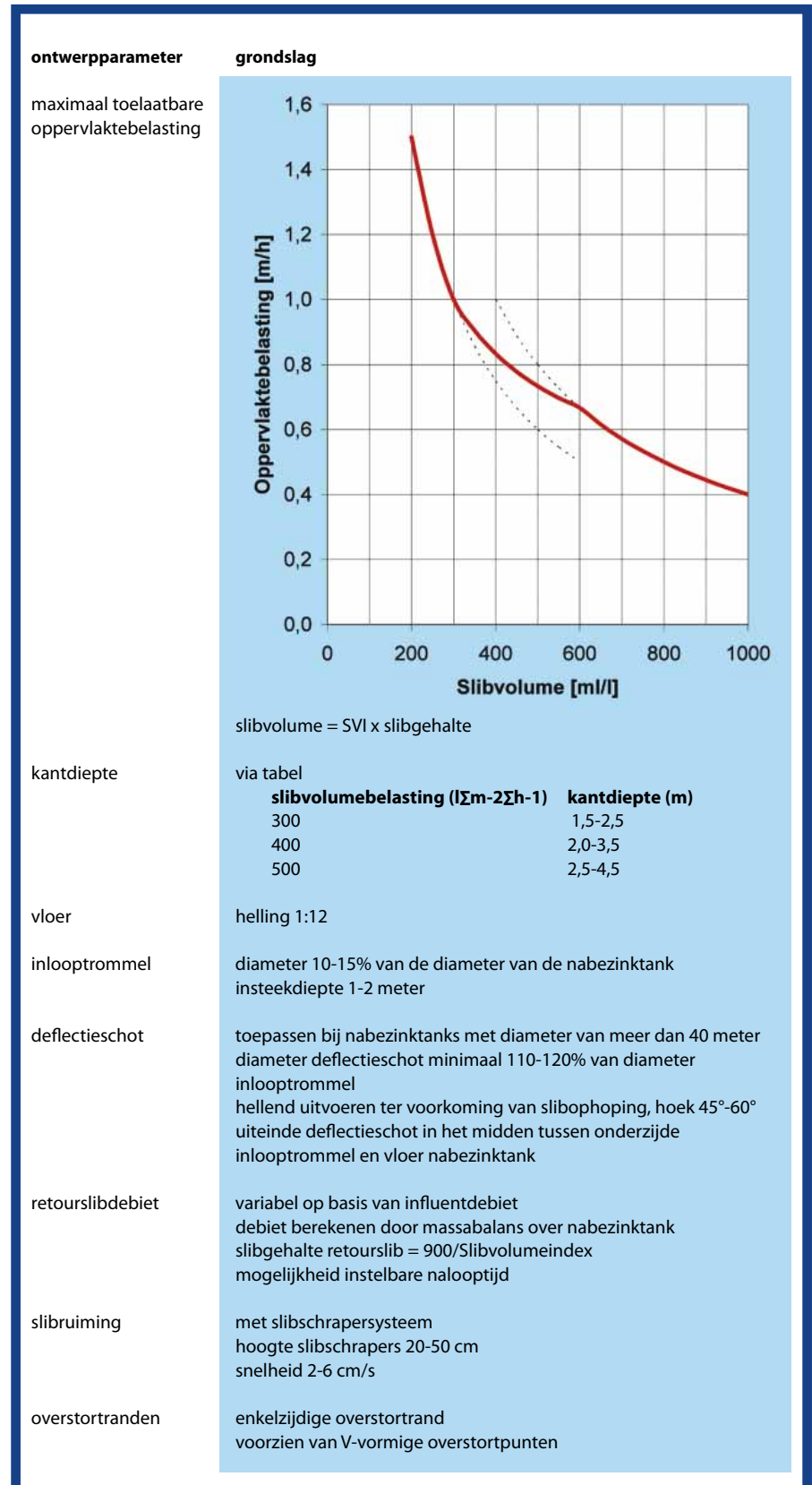
Inventarisatie slibuitspoeling en opvolgen van richtlijnen

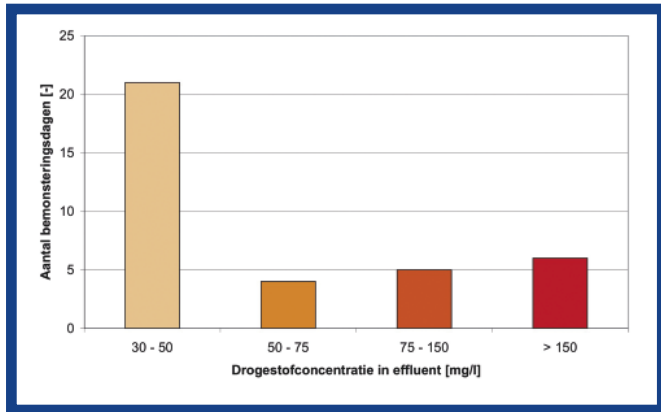
In de onderzoeksperiode is op 45 dagen (circa 2,5 procent) sprake geweest van slibuitspoeling (> 30 mg/l). Negen slibuitspoelingen hebben zich voorgedaan tijdens een verbouwing van de rwzi. Een niet adequate verdeling in verdeelwerken (zowel influentverdeling als verdeling over de nabezinktanks) wordt op vijf rwzi's gezien als oorzaak van slibuitspoeling. In 70 procent van de slibuitspoelingen betrof het een slibuitspoeling tot 75 mg/l. 80 procent van de slibuitspoelingen tussen 30 en 75 mg/l hebben plaatsgevonden op regendagen en van de rwzi's met slibuitspoeling vindt in een kwart van de gevallen ook slibuitspoeling tijdens droogweerdagen plaats. De verdeling van de gerapporteerde concentratie drogestof in het effluent is weergegeven in afbeelding 2.

De relatie van de actuele slibkarakteristiek en de voorkomende slibuitspoelingen is weergegeven in afbeelding 3. Hieruit blijkt dat van alle bemonsteringsdagen de SVI in 86 procent onder de ontwerp-SVI lag; de meeste slibuitspoelingen (64 procent) samen vallen met een drogestofgehalte in de aerietank dat boven de ontwerpwaarde ligt (tot 6 g/l).

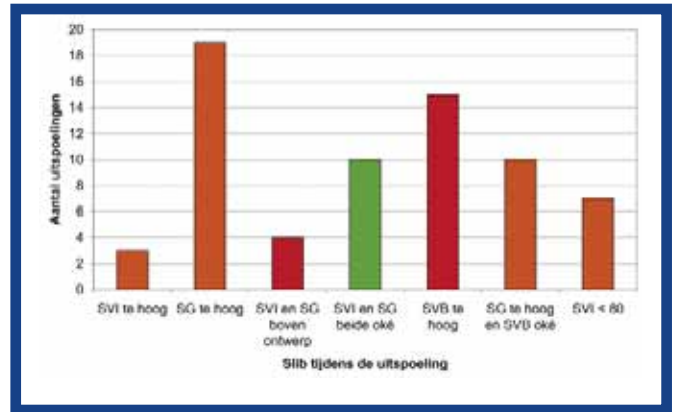
Doordat bij deze overschrijdingen in 83 procent van de gevallen de ontwerp-SVI en de slibvolumebelasting niet is overschreden, wordt het drogestofgehalte in de aerietank als een belangrijke oorzaak van slibuitspoeling gezien. In meer dan 30 procent van de gevallen voldoet de slibvolumebelasting aan de norm maar wordt het ontwerp-slibgehalte overschreden. Dit lijkt

Afb. 1: Actuele ontwerprijlijnen voor nabezinktanks.





Afb. 2: Verdeling van concentratie drogestof in het effluent (mg/l) op de bemonsteringsdagen.



Afb. 3: Is het ontwerp-slibgehalte, SVI of slibvolumebelasting (SVL) overschreden op de dagen dat slibuitspoeling plaatsvond?

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. Er blijkt ook in 30 procent van de gevallen slibuitspoeling op te treden indien de SVI en het slibgehalte beiden onder de ontwerpwaarden liggen. Uit nadere analyse blijkt dat onder andere de wind hierin een belangrijke factor speelt.

Indien alle bemonsteringsdagen worden bekeken, blijkt dat op 45 procent van de dagen het slibgehalte hoger was dan de ontwerpwaarde. In 14 procent van alle gevallen was de SVI hoger dan hetgeen waarop ontworpen was. Door deze getallen te vergelijken met de eerder genoemde 64 procent en 20 procent tijdens de slibuitspoelingen blijkt duidelijk een positieve relatie tussen een verhoogde kans op slibuitspoeling bij een hoger drogestofgehalte in de aeratietank, terwijl dit niet gezegd kan worden ten aanzien van de SVI.

De meeste nabezinktanks in het onderzoek zijn ontworpen volgens de STOWA-richtlijnen met de nadruk op de oppervlaktebelasting,

kantdiepte en vloerhelling. Hierbij kunnen de volgende kanttekeningen worden geplaatst:

- Bij de onderzochte rwzi's voldeed 70 procent niet aan de grondslagen voor inlooptrommels en deflectieschotten. Dit betreft zowel rwzi's met als zonder slibuitspoeling;
- Met betrekking tot de richtlijn voor het retour-slibdebet kan vermeld worden dat vele rwzi's minder capaciteit hebben dan voorgeschreven. Dit komt grotendeels doordat in de aanbevolen retour-slibverhouding sinds 2002 een veiligheidsfactor is opgenomen;
- Uit de data-analyse blijkt dat geen enkele eenduidige relatie tussen de diverse ontwerpparameters en het voorkomen van slibuitspoeling bestaat. Wel kan gesteld worden dat de statische ontwerpparameters ondergeschikt lijken te zijn aan de dynamische bedrijfsvoeringsaspecten, zoals het drogestofbeheer;
- Boven de STOWA 1981-richtlijn heeft slibuitspoeling boven 75 mg/l plaatsgevonden (zie afbeelding 4), onder de

richtlijn vindt ook slibuitspoeling met drogestofconcentraties van 30 tot 75 mg/l plaats. De richtlijn voldoet om slibuitspoeling van meer dan 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. 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 (minder dan 70 a 80 ml/g) kan hieraan ten grondslag liggen.

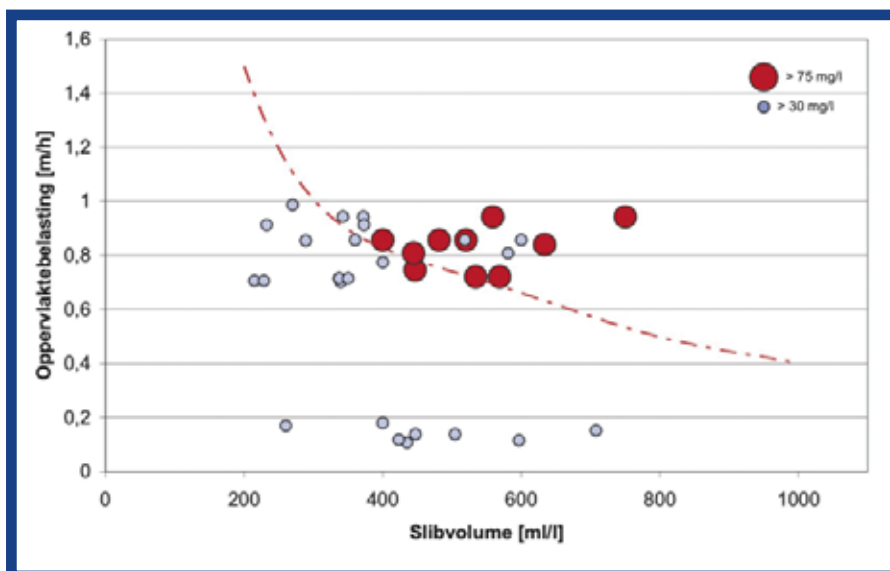
In dit onderzoek is geen relatie gevonden tussen de flocculatie-tijd van het actief slib en slibuitspoeling bij rwa in het bereik van één tot drie minuten. Diverse publicaties^{1),2)} laten wel duidelijke relaties zien, waarbij een minimale flocculatie-tijd van vijf minuten wordt aanbevolen. Deze publicaties beschrijven de Amerikaanse situatie, waarbij sprake is van lage ontwerp-drogestofgehaltes (2,5 tot 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 flocculatie-tijden geen negatieve invloed hebben voor de uiteindelijke drogestofconcentratie in het effluent. De slibdekenfiltratie lijkt voor de Nederlandse situatie de belangrijkste factor.

Regelingen

De retour-slibregeling 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: retour-slibregeling, chemicaliëndosering, bufferen van actiefslib in aeratietank, bufferen van retour-slib, verlaging hoeveelheid behandeld afvalwater en verlaging van de maximale slibvolumebelasting. De retour-slibregeling heeft de grootste en de meest directe invloed op de verdeling van het slib over de waterlijn.

Afb. 4: Opgetreden slibuitspoelingen per rwzi. De grotere markeringen zijn slibuitspoelingen van meer dan 75 mg/l; de kleinere markeringen betreffen slibuitspoelingen tussen 30 en 75 mg/l. De rode lijn is de STOWA-richtlijn ten aanzien van het maximaal toelaatbare slibvolumebelasting.





Profiel dreigende slibuitspoeling.

De meest toegepaste retourslibregelingen zijn:

- regeling gebaseerd op laag / hoog toerental, met grote schommelingen in de ratio Q_{rs}/Q_{inf} ;
- regeling gebaseerd op een vaste verhouding ten opzichte van het influent-debiet, waarbij het onderbereik vaak wordt bepaald door het minimale pompdebiet;
- idem aan de vorige, waarbij het bovenbereik echter wordt afgetoet op een maximale hoeveelheid. De ratio Q_{rs}/Q_{inf} loopt daardoor terug bij grotere influent-debieten (zie afbeelding 5);
- idem aan de vorige 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 drie laatste 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 tijdens kritische bedrijfssituaties en een introductie van een nalooptijd op de retour-slibregeling. 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.

Conclusies

- 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

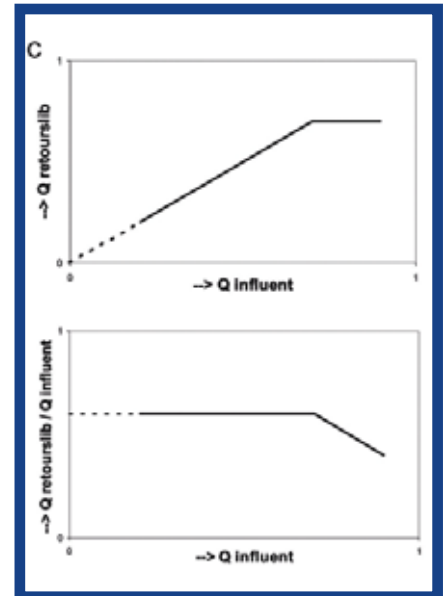
alle gevallen ter voorkoming van slibuitspoeling van meer dan 75 mg/l;

- In de afgelopen jaren is op meer dan 97 procent van alle bemonsteringsdagen van de onderzochte rwzi's geen sprake geweest van slibuitspoeling. Slibuitspoeling kan derhalve heden als een incidenteel fenomeen worden beschouwd;
- 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 procent van alle gevallen aan de drogestofnorm van 30 mg/l;
- Op meer dan 80 procent van de bemonsteringsdagen 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 slechte verdeelwerken, hydraulische overbelasting, overbelasting op slibvolume, verbouwing van de rwzi, windinvloeden en lage SVI;
- Het slibgehalte kan niet 'zomaar' verhoogd worden tot boven het ontwerp-slibgehalte met handhaving van de toegestane slibvolumebelasting.

De maximale slibvolumebelasting is veruit overheersend omtrent het voorkomen van ontoelaatbare slibuitspoelingen. Hierbij dient het drogestofgehalte het maximum van 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 ontwerpwaarde 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.

Aanbevelingen

Indien in het kader van de vergunnings-eisen dient altijd te worden voldaan aan



Afb. 5: Retourslibregelingen met de bijbehorende ratio Q_{rs}/Q_{inf} . Links de regeling, rechts als afgeleide daarvan de ratio tussen het retourslibdebiet en het influentdebiet.

een drogestofgehalte kleiner of gelijk aan 30 mg/l, wordt het volgende aanbevolen:

- Hanteer op basis van heersende fluctuaties in het slibgehalte in de aerietank en meet- en analyse-nauwkeurigheden voor het ontwerp-slibgehalte voor de dimensionering van de nabezinktank een veiligheidsfactor van 1,15;
- Implementeer een halve meter extra kandiptepte voor nabezink tanks op windgevoelige locaties.

Dit betekent in feite grotere nabezink tanks. De vraag dient gesteld te worden of dit in relatie tot de conclusies van dit onderzoek economisch aanvaardbaar is. Binnen de heersende ontwerpgrondslagen van een rwzi kan gesteld worden dat een goed drogestofbeheer essentieel is om slibuitspoeling in de dagelijkse praktijk te voorkomen. In het kader van het energiebeleid op rwzi's past drogestofverlaging in de zomerperiode in de strategie ter voorkoming van slibuitspoeling.

LITERATUUR

- 1) Das D., T. Keinath, D. Parker en E. Wahlberg (1993). Floc breakup in activated sludge plants. Water Environment Research jaargang 65, nummer 2, pag. 138-145.
- 2) Parker D., E. Wahlberg en H. Gerges (2000). Improving secondary clarifier performance and capacity using a structured diagnostic approach. Water Science and Technology jaargang 41, nr. 9, pag. 201-208.
- 3) Stofkoper J. en C. Trentelman (1982). Richtlijnen voor het dimensioneren van ronde nabezink tanks voor actiefslibinstallaties. H₂O pag. 344-353;
- 4) STORA/STOWA (1981/2002). Rapporten aangaande de hydraulische en technologische aspecten van het nabezinkproces en optimalisering van grote en ronde nabezink tanks, literatuur, praktijk, modellen en richtlijnen.