

stowa

SLIBUITTSPOELING OP RWZI'S; COLD CASES



RAPPORT

2012
W11

SLIBUITSPOELING OP RWZI'S;
COLD CASES

RAPPORT

2012
W11



COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

PROJECTUITVOERING

Ir. A.G.N. van Bentem, DHV B.V.
Ir. O. Icke, DHV B.V.
Ir. J. Krijgsman, DHV B.V.
Ir. E.J.H. van Dijk, DHV B.V.

BIJDRAGE

Edward van Dijk (DHV)

BEGELEIDINGSCOMMISSIE

Ing. J.J. Jonk, Waterschap Brabantse Delta
Ir. M. Augustijn, Waterschap Scheldestromen
Ir. P.G. Piekema, Waternet
Ir. H. van der Spoel, Waterschap Rivierenland
Ir. C.A. Uijterlinde, STOWA

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau

STOWA STOWA 2012-W11

COPYRIGHT De informatie uit dit rapport mag worden overgenomen, mits met bronvermelding. De in het rapport ontwikkelde, dan wel verzamelde kennis is om niet verkrijgbaar. De eventuele kosten die STOWA voor publicaties in rekening brengt, zijn uitsluitend kosten voor het vormgeven, vermenigvuldigen en verzenden.

DISCLAIMER Dit rapport is gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteurs en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit dit rapport.

SAMENVATTING

In het STOWA onderzoek “Voorkomen van slibuitspoeling op rwzi's” [ref.1] is geïnventariseerd op welke rwzi's slibuitspoeling plaatsvindt. Hierbij is de periode 2006-2007 in beschouwing genomen. Opvallend is dat de grote slibuitspoelingen (> 75 mg SS/l) altijd voorkomen onder omstandigheden waarbij de nabezinktanks boven de STOWA-richtlijn zijn belast. De lichtere uitspoelingen (30-75 mg SS/l) vinden plaats onder allerlei verschillende omstandigheden. Op basis van het onderzoek is voor een aantal van deze slibuitspoelingen een duidelijke verklaring gevonden. Dit varieert van een veel te hoog drogestofgehalte tot een scheve verdeling waardoor één of meer nabezinktanks overbelast zijn geweest. Voor een aantal rwzi's is echter geen waterdichte verklaring gevonden voor (een deel van) de opgetreden slibuitspoelingen.

Een groot aantal rwzi's vertoont “slibuitspoeling” bij RWA onder condities waarbij dit volgens de richtlijnen niet zou mogen voorkomen. De slibuitspoeling betreft slibvlokjes / pinpoints die leiden tot een effluentgehalte van >20-30 mg SS/l. Hoewel dit niet persé tot problemen met de effluenteisen voor zwevendstof hoeft te leiden, kan het wel leiden tot ongewenst hoge stikstof- en fosfaatconcentraties. Bovendien kan het leiden tot een ongewenst hoge belasting van de nageschakelde zandfilters. In het kader van dit project is besloten om dit fenomeen verder te onderzoeken.

Voor een aantal van de “onbegrepen cases” van verhoogde slibuitspoeling is nader onderzoek gedaan naar de oorzaken hiervan. Dit betreft de rwzi's Oldenzaal, Druten, en Baarle-Nassau. Het onderzoek is gebaseerd op een combinatie van data-analyse en expert judgement. Voor de case Oldenzaal is het FAST2D model gebruikt voor de probleemanalyse. De wijze waarop FAST2D in dergelijke onderzoekstrajecten kan worden toegepast is in een apart hoofdstuk toegelicht.

De belangrijkste kenmerken en onderzoeksresultaten van de “onbegrepen cases” zijn hieronder kort toegelicht.

RWZI DRUTEN

De rwzi Druten bestaat uit twee straten, waarvan op één straat (type Schreiber) verhoogde slibuitspoeling wordt waargenomen. Op de rwzi Dodewaard, min of meer een kopie van de betreffende straat op Druten, vindt geen slibuitspoeling plaats. Uit een nadere analyse van de data van beide straten van Druten en de rwzi Dodewaard blijkt dat het slibvolume (DS-gehalte x SVI) op de betreffende straat in Druten relatief laag is. Er is daarnaast ook een relatie gevonden tussen een laag slibvolume en een hoog effluent zwevendestofgehalte. Eenmalig microscopisch onderzoek toonde aan dat (op dat moment) het aandeel pinpoints in het betreffende slib relatief hoog was. De slibuitspoeling kan worden verklaard door de aanwezigheid van pinpoints in combinatie met het lage slibvolume. Het lage slibvolume leidt tot het optreden van ongehinderde bezinking, waardoor de pinpoints minder goed in de slibdeken worden afgevangen. Dit leidt tot een verhoogde uitspoeling van slibdeeltjes.

RWZI OLDENZAAL

Op de rwzi Oldenzaal zijn twee straten met vier nabezinktanks. De twee oudere nabezinktanks zijn diep, vlak en voorzien van hevelruiming. De nieuwere tanks zijn ondiep en voorzien van slibuimers met centrale retourslibonttrekking. Vanuit de nieuwe nabezinktanks vindt uitspoeling van verhoogde zwevendstofgehaltes plaats. Er wordt hierbij ook een verhoogde slibdeken waargenomen. In de oudere nabezinktanks wordt dit fenomeen niet waargenomen. Omdat het slib van beide straten hetzelfde is en ook de regeling van de retourslibonttrekking hetzelfde is, wordt dit verschil veroorzaakt door de configuratie van de nabezinktanks.

Op basis van de meetdata is te zien dat de concentratie zwevendstof toeneemt naarmate de slibvolumebelasting toeneemt. Met FAST2D berekeningen is aangetoond dat bij verslechtering van de slibeigenschappen (slechte indikking, hoge SVI), de slibspiegel sterk kan stijgen. Daarnaast is waargenomen dat bij RWA de inlooptrommel onder het waterniveau hangt, waardoor slib vanuit de inlooptrommel direct de helderwaterzone van de nabezinktank instroomt. Op basis van waarnemingen van de bedrijfsvoerders lijkt ook de wind invloed te hebben op de werking van de nabezinktanks. Dit is niet aan te tonen op basis van de beschikbare gegevens.

De verhoogde slibuitspoeling in de nieuwe nabezinktanks is naar verwachting een gevolg van de relatief hoge slibdeken, in combinatie met de aanwezigheid van een verhoogde concentratie slibdeeltjes in de helderwaterzone. Mogelijk dat ook de wind hierbij een rol speelt. Op basis van FAST2D berekeningen is aangetoond dat het toepassen van een deflectieschot en het aanpassen van de inlooptrommel zal leiden tot een verlaging van de slibspiegel.

RWZI BAARLE-NASSAU

Op de rwzi Baarle-Nassau vindt in 2006-2007 tweemaal een slibuitspoeling (> 30 mg SS/l) plaats. Uit de data van de periode 2008 tot 2011 blijkt echter dat dit niet meer voorkomt. Gedurende een half jaar is een troebelheidsmeting in het effluent geplaatst. Ook in deze periode bleef het slibgehalte lager dan 30 mg SS/l en konden geen relaties worden gelegd tussen de procesomstandigheden en het zwevendstofgehalte in het effluent.

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 kennisinstututen 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 6,5 miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: 033 - 460 32 00.

Ons adres luidt: STOWA, Postbus 2180, 3800 CD Amersfoort.

Email: stowa@stowa.nl.

Website: www.stowa.nl

SLIBUITSCOELING OP RWZI'S; COLD CASES

INHOUD

	SAMENVATTING	
	STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
2	AANPAK	2
2.1	Inleiding	2
2.2	Onbegrepen fenomenen	2
2.2.1	Inleiding	2
2.2.2	Uitspoeling slibvlokken	2
2.2.3	Windinvloed	3
2.2.4	Drogestofgehalte bij RWA	3
2.2.5	Retourslibonttrekking	4
2.2.6	Ongelijke verdeling	4
2.3	Onbegrepen cases	4
2.4	Onderzoeksopzet	4
3	RWZI DRUTEN	6
3.1	Inleiding	6
3.2	Beschrijving rwzi's	7
3.3	Analyse gegevens	8
3.4	Analyse problematiek	8
3.4.1	Inleiding	8
3.4.2	Microscopische analyse	8
3.4.3	Data analyse	9
3.5	Conclusies	11

4	RWZI OLDENZAAL	12
4.1	Inleiding	12
4.2	Beschrijving rwzi	12
4.3	Analyse gegevens	14
4.4	Analyse problematiek	15
	4.4.1 Inleiding	15
	4.4.2 FAST2D berekeningen	17
	4.4.3 Analyse meetgegevens	17
4.5	Conclusies	21
5	RWZI BAARLE-NASSAU	22
5.1	Inleiding	22
5.2	Beschrijving	22
5.3	Analyse gegevens	23
5.4	Analyse problematiek	23
5.5	Conclusies	27
6	TOEPASSING FAST2D	28
6.1	Inleiding	28
6.2	Aanpak FAST2D onderzoek	28
6.3	Uitgangspunten	29
	6.3.1 Geometrie	29
	6.3.2 Slibkarakteristieken	30
	6.3.3 Belasting	31
	6.3.4 Beluchtingscircuit	31
6.4	Resultaten	31
6.5	Conclusies	32
7	CONCLUSIES	34
8	REFERENTIES	35
	BIJLAGEN	
1	FAST2D RWZI OLDENZAAL - INVOERSCHERMEN	37
2	FAST2D RWZI OLDENZAAL – BEREKENINGRESULTATEN	41

1

INLEIDING

In het STOWA onderzoek “Voorkomen van slibuitspoeling op rwzi’s” [STOWA 2009-23] is geïnventariseerd op welke rwzi’s slibuitspoeling plaatsvindt. Hierbij is de periode 2006-2007 in beschouwing genomen. Opvallend is dat de grote slibuitspoelingen (> 75 mg SS/l) altijd voorkomen onder omstandigheden waarbij de nabezinktanks boven de STOWA-richtlijn zijn belast. De lichtere uitspoelingen (30-75 mg SS/l) vinden plaats onder allerlei verschillende omstandigheden. Op basis van het onderzoek is voor een aantal van deze slibuitspoelingen een duidelijke verklaring gevonden. Dit varieert van een veel te hoog drogestofgehalte (rwzi Warns) tot een scheve verdeling waardoor één of meer nabezinktanks overbelast zijn geweest (rwzi Emmen). Voor een aantal rwzi’s is echter geen waterdichte verklaring gevonden voor (een deel van) de opgetreden slibuitspoelingen.

In dit rapport is een drietal van deze onbegrepen cases nader geanalyseerd. Dit betreft de rwzi’s Oldenzaal, Druten en Baarle-Nassau. De aanpak van het onderzoek is beschreven in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 tot en met 5 zijn vervolgens de drie onbegrepen cases beschreven. In hoofdstuk 6 is ingegaan op de toepassing van FAST2D in één van de onderzochte cases. De conclusies en aanbevelingen zijn tenslotte in hoofdstuk 7 gepresenteerd.

AFBEELDING 1

EEN NABEZINKTANK OP DE RWZI OLDENZAAL



2

AANPAK

2.1 INLEIDING

Om de onbegrepen cases te kunnen vaststellen is contact opgenomen met de uitvoerders van het STOWA-onderzoek en de betrokken technologen van de waterschappen. Op basis van het rapport en de informatie uit deze telefoongesprekken is per rwzi vastgesteld of de problemen onbegrepen zijn. Vervolgens is een overzicht gemaakt van de onbegrepen fenomenen die hierbij kunnen worden onderscheiden (zie paragraaf 2.2). In paragraaf 2.3 is de selectie van de onbegrepen cases toegelicht. De wijze waarop deze onbegrepen cases zijn onderzocht is beschreven in paragraaf 2.4.

2.2 ONBEGREPEN FENOMENEN

2.2.1 INLEIDING

Het grootste onbegrepen probleem van nabezinktanks is de uitspoeling van slibvlokken (> 20-30 mg SS/l) bij RWA. In het kader van dit project is besloten om dit fenomeen (zie paragraaf 2.2.2) verder te onderzoeken. Daarnaast is een aantal andere fenomenen waargenomen die tot problemen op nabezinktanks leiden. De verschillende fenomenen zijn in de volgende paragrafen (2.2.3 tot en met 2.2.6) kort beschreven. Deze problemen zijn echter niet verder in dit onderzoek meegenomen.

2.2.2 UITSCOELING SLIBVLOKKEN

Een groot aantal rwzi's vertoont "slibuitspoeling" bij RWA onder condities die onder de STOWA richtlijn liggen. De slibuitspoeling betreft slibvlokjes / pinpoints die leiden tot een effluentgehalte van >20-30 mg SS/l. Dit leidt niet altijd tot problemen met de effluenteisen maar leidt wel tot onwenselijke slibuitspoeling. Een verhoogde concentratie slibdeeltjes leidt daarnaast tot ongewenst hoge stikstof- en fosfaatconcentraties en kan tot een ongewenst hoge belasting van de nageschakelde zandfilters leiden.

AFBEELDING 2

SLIBUITSCOELING OP EEN RWZI



Bij DWA omstandigheden zijn veel minder vaak problemen met slibuitspoeling. De DWA problemen uit de STOWA rapportage (Emmen, Willem-Annapolder, Veendam, Drachten) worden door de betrokken technologen afgedaan als technisch probleem en doen zich nu niet meer voor.

Voor de verdere bestudering van dit fenomeen is een aantal interessante cases te onderscheiden (zie paragraaf 2.3) die gezamenlijk tot een beter inzicht in de problematiek kunnen leiden.

2.2.3 WINDINVLOED

Op verschillende rwzi's (Walcheren, Willem-Annapolder, Bath) is de wind van invloed op de slibuitspoeling. De slibuitspoelingen op deze rwzi's zijn niet onbegrepen maar de wijze waarop de wind de bezinking beïnvloedt wel. Het is een belangrijk fenomeen aangezien nabezinktanks in Nederland telkens groter worden. Meer begrip over deze invloed kan tot een beter ontwerp van nabezinktanks leiden en tot gerichte maatregelen bij bestaande nabezinktanks. Op de rwzi Willem Annapolder wordt het aanplanten van bomen aan de westzijde van de nabezinktanks overwogen.

Uit de inventarisatie blijkt dat er verschillende theorieën zijn over de windinvloed op de nabezinking. Enkele theorieën zijn:

- De wind duwt het water van de loefzijde naar de lijzijde van de nabezinktank. Hierdoor ontstaat aan de loefzijde een opwaartse stroming (om het weggeduwde water te vervangen), waarbij slibdeeltjes mee worden gevoerd. De uitspoeling vindt dus plaats aan de loefzijde.
- De uitspoeling vindt plaats aan de lijzijde omdat daar het waterniveau wordt opgestuwd en daar dus een hogere mesbelasting is.
- Er ontstaat een soort golfbeweging waardoor het wateroppervlak "turbulent" is en de aflat de ene keer aan de loefzijde en de andere keer aan de lijzijde plaatsvindt. Dit leidt tot een verhoogde mesbelasting en verstoorde bezinking en daardoor tot uitspoeling van slibvlokken.
- De wind oefent aan het wateroppervlak een schuifspanning uit die opwaaiing veroorzaakt: het wateroppervlak gaat na zekere tijd een opwaartse helling in de windrichting vertonen. Dit leidt tot een oppervlaktestroming in de windrichting over de hele tank en een terugstroming in diepere lagen met name in het middendeel van de tank. Hoe dit tot uitspoeling leidt wordt niet vermeld [ref. 2].

2.2.4 DROGESTOFGEHALTE BIJ RWA

In principe daalt het slibgehalte in de beluchtingstank bij RWA doordat een deel van het slib in de nabezinktanks wordt gebufferd. Op verschillende rwzi's (b.v. rwzi Ommen) is deze daling nauwelijks waarneembaar. Dit betekent dat de slibvolumebelasting bij RWA relatief hoog is, wat ongunstig kan zijn voor de werking van de nabezinktanks.

De slibbuffering in de nabezinktanks is afhankelijk van verschillende factoren, o.a. de retourslibregeling en capaciteit, de SVI en de verhouding tussen het volume van de beluchtingstanks en de nabezinktanks. Daarnaast kunnen operationele aspecten een rol spelen, b.v. slibbezinking in de beluchtingstank bij DWA in onbeluchte perioden. Bij RWA, als alle beluchting wordt aangeschakeld, kan dan het slibgehalte ineens sterk gaan stijgen.

2.2.5 RETOURSLIBONTTREKKING

Op een aantal rwzi's (b.v. Vriescheloo, Scheemda) wordt de slibuitspoeling gerelateerd aan de retourslibonttrekking (capaciteit en/of regeling). Door een te hoge retourslibcapaciteit kan het hydraulisch profiel in de nabezinktanks ongunstig worden beïnvloed.

2.2.6 ONGELIJKE VERDELING

Op verschillende rwzi's (b.v. Emmen) wordt een slibuitspoeling gerelateerd aan problemen met de verdeling over de nabezinktanks. Op de rwzi Emmen heeft de verdelingsproblematiek invloed op drogestofbalans van de gehele rwzi. Afhankelijk van de configuratie kan het leiden tot het verplaatsen van slib van de ene naar de andere beluchtingstank, of het zwaarder belasten van één of meer nabezinktanks.

2.3 ONBEGREPEN CASES

Zoals aangegeven wordt in dit onderzoek de problematiek van rwzi's met uitspoeling van slibvlokken nader geanalyseerd. Voor de bestudering van dit fenomeen is een aantal interessante cases te onderscheiden (zie Tabel 1) die gezamenlijk tot een beter inzicht in de problematiek kunnen leiden.

TABEL 1 ONBEGREPEN CASES MET UITSPOELING VAN SLIBVLOKKEN BIJ RWA

Nr.	Onbegrepen case	Opmerkingen	Uitwerking
1	Druten	Referentie: Dodewaard (zelfde configuratie)	Hoofdstuk 3
2	Oldenzaal (nieuwe NBT's)	Referentie: oude NBT's,	Hoofdstuk 4
3	Baarle-Nassau	Troebelheidsmeter in effluent aanwezig	Hoofdstuk 5

Het voordeel van de voorgestelde cases 1 en 2 is dat voor deze cases een goed werkende referentie beschikbaar is. Hierdoor kan heel gericht naar een oorzaak worden gezocht.

De rwzi Druten heeft dezelfde configuratie als de referentie rwzi Dodewaard. Op Druten zijn wel problemen met slibuitspoeling en op Dodewaard niet. Dit betekent dat voor de problematiek op de rwzi Druten gekeken zal moeten worden naar de procesomstandigheden (b.v. de influentaanvoervariaties en/of de slibeigenschappen).

Op de rwzi Oldenzaal zijn problemen op een deel van de nabezinktanks. Op andere nabezinktanks, met hetzelfde slib, zijn geen problemen. Hierbij zal met name naar de configuratie van de nabezinktanks moeten worden gekeken. Hierbij wordt verondersteld dat de hydraulische verdeling over de nabezinktanks gelijk is.

De rwzi Baarle-Nassau is een installatie met één beluchtingstank en één nabezinktank. Hierbij is dus geen referentiestraat beschikbaar.

2.4 ONDERZOEKSOPZET

In de analyse van de onbegrepen cases zijn vijf stappen onderscheiden. Afhankelijk van de problematiek is voor elke rwzi een aantal van deze stappen uitgevoerd. De activiteiten zijn onderstaand weergegeven.

ACTIVITEIT 1: VERZAMELEN VAN ALLE RELEVANTIE INFORMATIE:

- de dynamiek van de hydraulische belasting (influent, retourslib).
- de dimensies en configuraties van de belangrijkste procesonderdelen (nabezinktank, beluchtingstank);

- de procesgegevens van een aantal jaar (influent- en effluentconcentraties, drogestofgehalte, SVI, chemicaliëndosering, etc.);
- trendings van relevante parameters (b.v. influentdebiet);
- beschrijving en instellingen van de relevante procesregelingen (b.v. beluchting, retourslib, spuislib);
- aanvullende relevante informatie (b.v. microscopisch slibonderzoek).

ACTIVITEIT 2: BEZOEK AAN DE RWZI

- overleg met de bedrijfsvoerder en technoloog over de ervaringen met de rwzi, in het bijzonder m.b.t. slibuitspoeling;
- verzamelen van aanvullende informatie;
- waarnemen van de actuele werking van de nabezinktanks (visueel en m.b.v. een troebelheidsmeter);
- eventueel bemonsteren van effluent van de probleem nabezinktank en de referentietank;
- bemonsteren van het actiefslib en eventueel de drijfslag t.b.v. microscopische slibanalyse.

ACTIVITEIT 3: ANALYSE VAN DE VERZAMELDE GEGEVENS

- op basis van de informatie, waarnemingen en meetresultaten wordt op basis van expert judgement en (indien noodzakelijk) een indicatieve FAST2D berekening besloten of slibuitspoeling werkelijk optreedt en of het zinvol is om deze case verder te analyseren

ACTIVITEIT 4: AANVULLENDE METINGEN OP DE RWZI:

- de eerste mogelijkheid is het doormeten van de werking van de nabezinktank(s) onder gedefinieerde omstandigheden;
- een andere optie is het gedurende langere tijd on-line monitoren van de effluentkwaliteit van de verschillende nabezinktanks (troebelheid);
- uitwerking van de meetgegevens in overzichtelijke plaatjes

ACTIVITEIT 5: FAST2D BEREKENING VAN DE ONBEGREPEN CASE EN DE REFERENTIETANK

- op basis van de gegevens van rwzi en (indien uitgevoerd) de resultaten van de metingen;
- analyse van de modelresultaten.

In Tabel 2 is aangegeven voor welke rwzi welke stappen zijn doorlopen.

TABEL 2 ONBEGREPEN CASES: ACTIVITEITEN PER RWZI

Nr.	Onbegrepen case	Activiteit 1 Datacollectie	Activiteit 2 Bezoek rwzi	Activiteit 3 Analyse	Activiteit 4 Metingen	Activiteit 5 FAST2D
1	Druuten					
2	Oldenzaal					
3	Baarle-Nassau					

3

RWZI DRUTEN

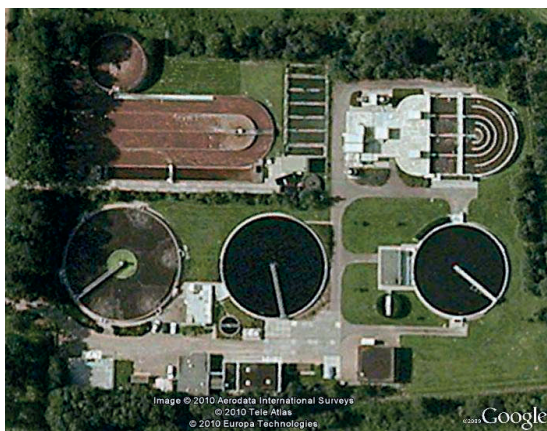
3.1 INLEIDING

Op de rwzi Druten is regelmatig sprake van een verhoogd slibgehalte (20-30 mg/l) bij zowel RWA als DWA. In het STOWA-rapport over slibuitspoeling [ref. 1] wordt melding gemaakt van een ring van slibdeeltjes in de nabezinktank. De rwzi Druten bestaat uit twee aparte straten, een Carrousel en een Schreiber. De problemen treden op in één van beide straten (type: Schreiber). De rwzi Dodewaard is een kopie van de Schreiber-installatie op de rwzi Druten en heeft deze problemen niet.

Afbeelding 3 toont de luchtfoto van de rwzi's Druten en Dodewaard. Voor de vergelijking worden 3 beluchtingstanks meegenomen:

- 1 Druten 1 : Carrousel (zie Afbeelding 3, rechtsboven en rechtsonder)
- 2 Druten 2 : Schreiber (zie Afbeelding 3, linksonder en middenonder)
- 3 Dodewaard : Schreiber

AFBEELDING 3 RWZI'S DRUTEN (LINKS)¹ EN DODEWAARD (RECHTS) (BRON: GOOGLE EARTH)



In dit hoofdstuk wordt de problematiek op de rwzi Druten 2 vergeleken met de werking van de rwzi's Druten 1 en Dodewaard. Op basis van een bezoek aan beide rwzi's en een analyse van de beschikbare gegevens is de problematiek geanalyseerd.

In paragraaf 3.2 zijn de belangrijkste karakteristieken van beide rwzi's beschreven. Hierbij zijn eveneens de belangrijkste bevindingen van het bezoek meegenomen. De gegevens van de beide rwzi's zijn in paragraaf 3.3 gepresenteerd. Op basis hiervan is in paragraaf 3.4 de problematiek nader geanalyseerd. In paragraaf 3.5 zijn de conclusies weergegeven.

1 De Carrousel linksboven behoort niet tot de rwzi Druten

3.2 BESCHRIJVING RWZI'S

Het influent op de rwzi Druten wordt verdeeld over beide straten, waarbij Druten 1 40% en Druten 2 60% verwerkt. De belangrijkste karakteristieken van de nabezinktanks zijn in Tabel 3 weergegeven.

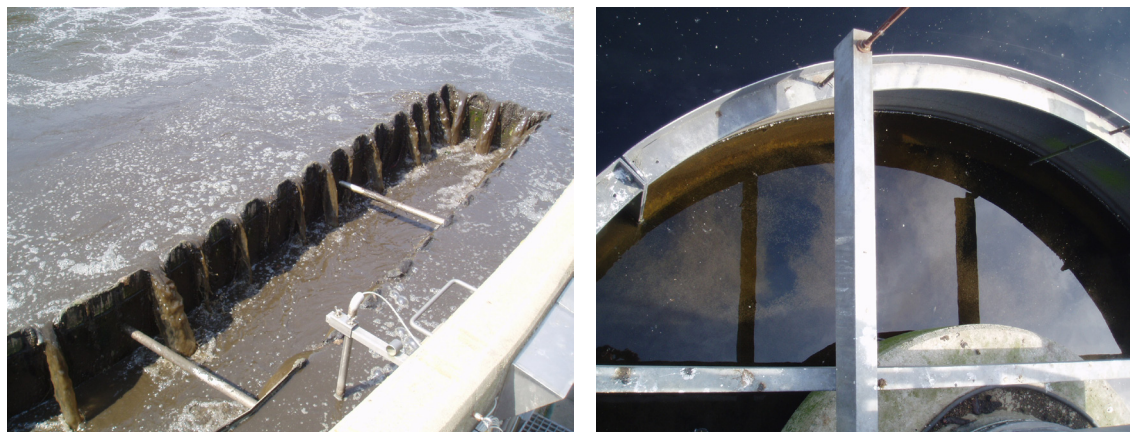
TABEL 3 KARAKTERISTIEKEN VAN DE NABEZINKTANKS VAN DE RWZI DRUTEN EN DODEWAARD

Procesonderdeel	Dimensie	Eenheid	Druten 1	Druten 2	Dodewaard
Hydraulische aanvoer	RWA	m ³ /h		1.700	1.120
	DWA	m ³ /h		400	400
Inlooptrommel	Diameter	m	3,6	3,5 ¹⁾	3,5 ¹⁾
	Hoogte	m	1,16	0,88	1,0
Tank	Diameter	m	33		38
	Oppervlakte elk	m ²	855		1.134
	Kantdiepte	m	1,5		2,0
Bodem	Helling	m/m	1:12		1:12
Deflectieschot		-	NEE		NEE
Belasting	Verdeling	%	40	60	100
	Oppervlaktebelasting	m ³ /(m ² .h)	0,80	0,90	0,99
Retourslibgemaal	Aantal pompen per nbt	-	1	1	1
	Capaciteit elk max.	m ³ /h	500	900	1.300
	Capaciteit elk min.	m ³ /h	170	200	100

- 1) Volgens de analyse in het STOWA rapport slibuitspoeling [ref. 1] hebben beide nabezinktanks een te kleine inlooptrommel (< 10% van de diameter van de nabezinktank).

De nabezinktanks van de rwzi Druten 2 en de rwzi Dodewaard vertonen grote gelijkens. Beiden hebben een relatief kleine en ondiepe inlooptrommel. Tijdens het bezoek aan de rwzi Druten viel op dat de slibaanvoer in de inlooptrommel van Druten 2 werd verdund met terugstromend helder water. In de rechter foto van Afbeelding 4 zijn zones zichtbaar met alleen helder water en zones met instromend actiefslib.

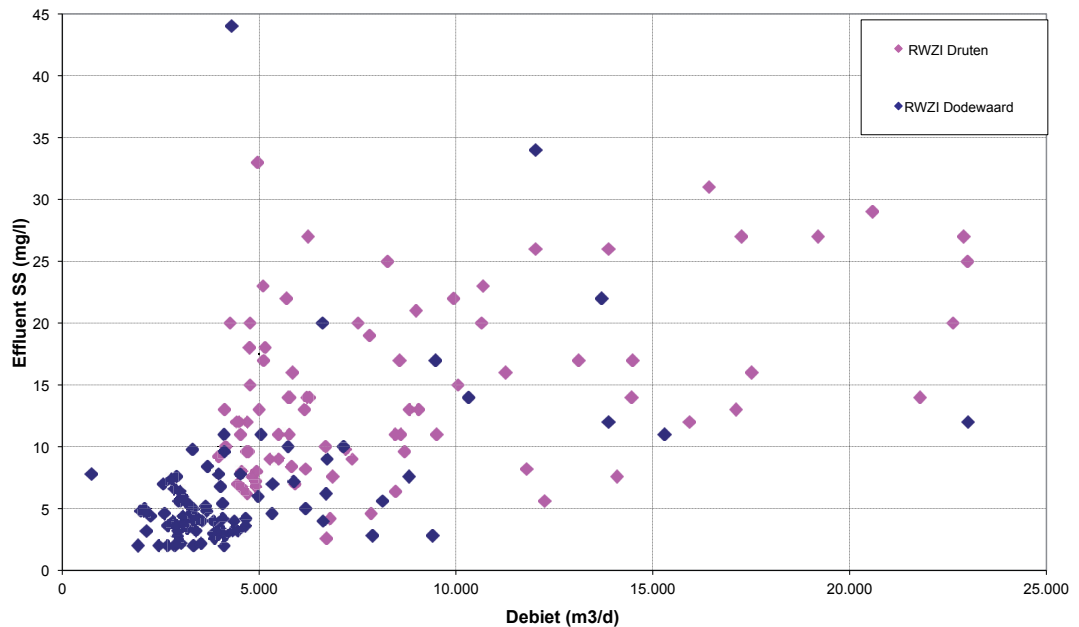
AFBEELDING 4 DE SLIBAFLAAT VAN DE AT EN DE INLOOPTROMMEL OP DE RWZI DRUTEN 2



3.3 ANALYSE GEGEVENS

De relatie tussen het influentdebiet en het effluent zwevendestofgehalte voor de jaren 2008, 2009, 2010 en 2011 (t/m juni) is voor beide rwzi's weergegeven in Afbeelding 5. Voor de rwzi Druten betreft dit het gezamenlijke effluent van beide straten. Hieruit blijkt dat het effluent zwevendestofgehalte op de rwzi Druten aanzienlijk hoger is dan op de rwzi Dodewaard.

AFBEELDING 5 DE RELATIE TUSSEN INFLUENTDEBIET EN EFFLUENT ZWEVENDESTOFGEHALTE VOOR DE RWZI'S DRUTEN EN DODEWAARD



Op de rwzi Dodewaard is het zwevendestofgehalte bij DWA (tot circa 6.000 m³/dag) over het algemeen zeer laag (< 10 mg/l). Slechts 11 van de 85 meetwaarden zijn hoger dan 10 mg/l. Hierbij valt op dat de grootste uitschieter (44 mg SS/l) plaatsvindt bij DWA. De oorzaak van deze uitspoeling (op 19 november 2008) is niet bekend.

Op de rwzi Druten valt op dat de uitspoeling van zwevendestof plaatsvindt bij zowel DWA (tot circa 10.000 m³/dag) als RWA. Twee op de drie meetwaarden (56 van de 86) ligt boven de 10 mg/l, waarvan 16 boven de 20 mg/l.

3.4 ANALYSE PROBLEMATIEK

3.4.1 INLEIDING

Voor de analyse van de problematiek is gebruik gemaakt van microscopisch slibonderzoek en data-analyse. Het toepassen van FAST2D heeft weinig meerwaarde aangezien beide nabezinktanks (Druten 2 en Dodewaard) nagenoeg gelijk zijn, en deeltjesuitspoeling met FAST2D niet goed kwantificeerbaar is. In paragraaf 3.4.2 is het resultaat van de microscopische slibanalyse gepresenteerd. De data-analyse is beschreven in paragraaf 3.4.3.

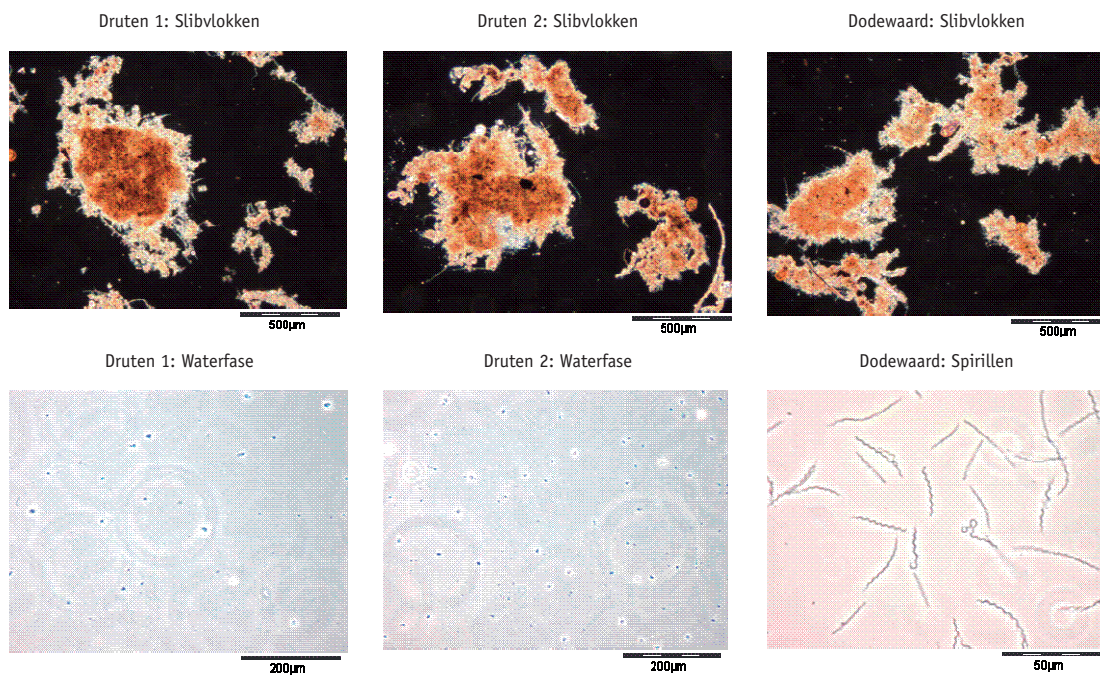
3.4.2 MICROSCOPISCHE ANALYSE

Op 21 juli 2010 zijn van de drie beluchtingstanks slibmonsters genomen welke microscopisch zijn onderzocht. De resultaten van deze analyses zijn samengevat weergegeven in Tabel 4. In Afbeelding 6 zijn enkele typische foto's weergegeven.

TABEL 4 MICROSCOPISCHE ANALYSE RWZI'S DRUTEN EN DODEWAARD

RWZI	Vlokstructuur	Draadvormige bacteriën	Waterfase	Hogere micro organismen
Druten 1	Goed, wel wat aangroei en losse slibstructuren	Weinig	Helder	Enkele
Druten 2	Goed	Weinig, wel spirillen	Helder, maar iets meer pinpoints	Enkele
Dodewaard	Goed, maar wel wat meer kleinere vlokken	Weinig, wel spirillen	Helder	weinig

AFBEELDING 6 MICROSCOPISCHE OPNAMES VAN DE RWZI'S DRUTEN 1 EN 2 EN DODEWAARD



Op basis van de microscopische analyse kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

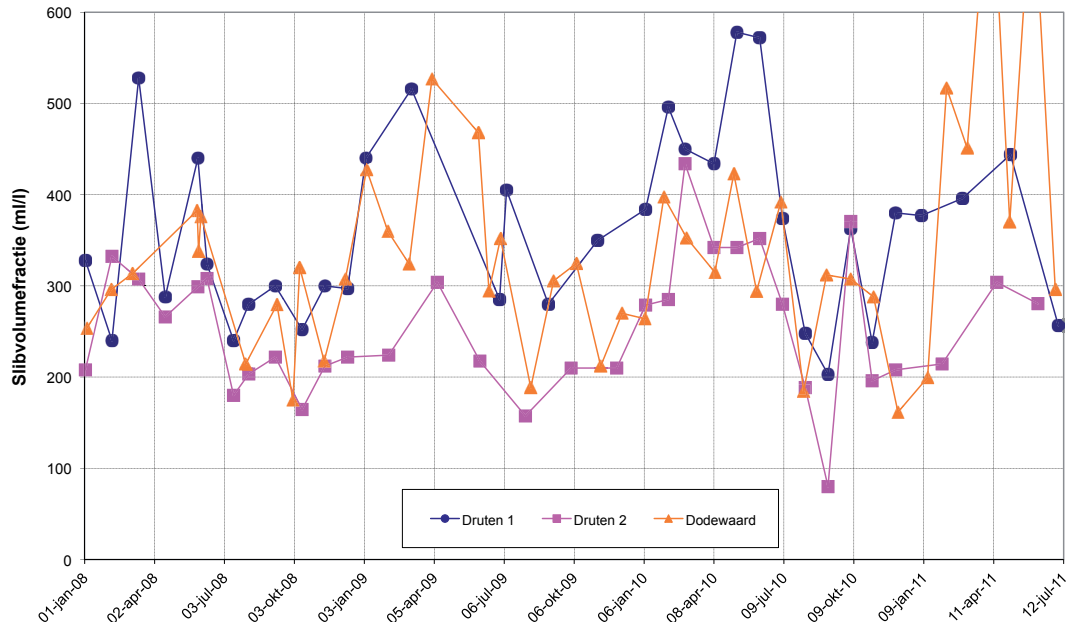
- Alle slibmonsters vertonen goede slibvlokken. Het slib van Druten 2, de straat die problemen vertoont, lijkt zelfs de beste vlokken te hebben. De slibvlokken van Dodewaard zijn minder compact, er zijn hier ook wat meer kleinere vlokken aanwezig.
- In het slib van de beide Schreiber-installaties (Druten 2 en Dodewaard) zijn iets meer anorganische deeltjes aanwezig. Dit kan bijvoorbeeld een gevolg zijn van ijzerzoutdoserings. Wat tevens opvalt, is dat in beide Schreibers ook veel Spirillen aanwezig zijn. Dit is eveneens een indicator-organisme voor een gebrekkige zuurstofvoorziening in de tank.
- In alle gevallen is de waterfase vrij helder, al vertoont Druten 2 iets meer vrije bacteriën (of “pin-points”) dan Druten 1. Het is op basis van deze waarneming niet aan te geven of dit de oorzaak kan zijn van de waargenomen uitspoeling.

3.4.3 DATA ANALYSE

Het slibgehalte en de SVI van het actiefslib van de Schreiber op de rwzi Druten (Druten 2) is over het algemeen lager dan dat van Druten 1 en Dodewaard. Het risico van een te laag slibgehalte en/of een te lage SVI is het optreden van ongehinderde bezinking. Dit betekent dat de slibdeeltjes niet goed worden ingevangen in een slibdeken en als separate deeltjes bezinken. Ongehinderde bezinking treedt op indien de slibvolumefractie (= DS-gehalte x SVI) kleiner is dan 150 – 200 ml/l [ref. 3].

Het verloop van de slibvolume fractie voor de rwzi's Druten (1 en 2) en Dodewaard is weergegeven in Afbeelding 7. Volgens de STORA ontwerprichtlijn zou een slibvolume van circa 430 ml/l zijn toegestaan. De slibvolumebelasting is zowel in Druten 1 en Dodewaard regelmatig hoger dan de ontwerpwaarde. In Druten 2, de tank met de slibuitspoelingsproblemen, blijft de slibvolumebelasting over het algemeen wel onder de ontwerpwaarde.

AFBEELDING 7 HET VERLOOP VAN DE SLIBVOLUME-FRACTIE OP DE RWZI DRUTEN EN DODEWAARD

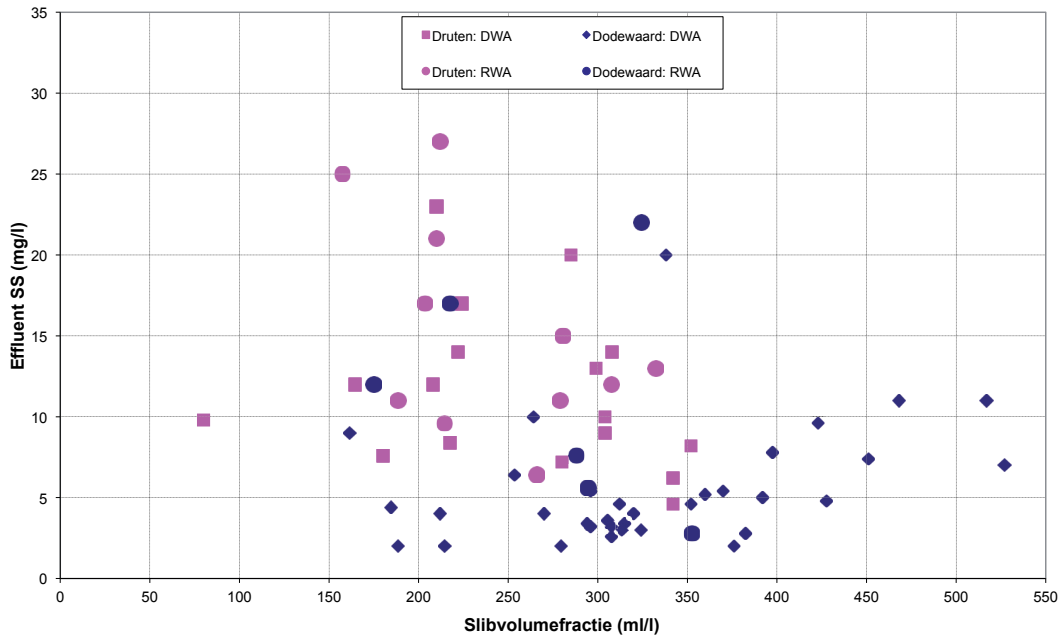


Opvallend is dat de slibvolume fractie op de rwzi Druten 2 regelmatig lager is dan 200 ml/l. In Afbeelding 8 is de relatie tussen de slibvolume fractie en het effluent zwevendestofgehalte weergegeven voor beide rwzi's. Voor de rwzi Druten is hierbij uitgegaan van de slibvolume fractie van Druten 2, aangezien er vanuit mag worden gegaan dat deze straat de grootste inbreng heeft in de slibuitspoeling. Er is onderscheid gemaakt in DWA en RWA dagen. Hierbij dient te worden opgemerkt dat niet op alle meetdagen zowel effluent zwevendestofgehalte als drogestofgehalte en SVI zijn gemeten. Dit betekent dat het aantal datapunten in Afbeelding 8 lager is dan in Afbeelding 5.

Over het algemeen kan worden gesteld dat de slibuitspoeling op de rwzi Druten 2 toeneemt naarmate de slibvolume fractie afneemt. Bij een slibvolume fractie in het gebied van 150-225 ml/l is het overgrote deel van de meetwaarden groter dan 10 mg/l. Opvallend is echter dat ook bij een slibvolume fractie hoger dan 250 ml/l regelmatig hogere zwevendestofgehalten voorkomen.

Op de rwzi Dodewaard is een aantal malen een effluentgehalte groter dan 10 mg/l gemeten. Dit is in 3 van de 4 gevallen bij RWA geweest. Op de rwzi Dodewaard is een aantal keren een slibvolumebelasting tussen 150 en 200 ml/l opgetreden. Onder deze omstandigheden was alleen bij RWA een verhoging van het effluent zwevendestofgehalte waargenomen.

AFBEELDING 8 DE RELATIE TUSSEN DE SLIBVOLUMEFRACTIE EN HET EFFLUENT ZWEVENDESTOFGEHALTE



3.5 CONCLUSIES

De verhoogde slibuitspoeling op de rwzi Druten wordt veroorzaakt door de tweede straat. Ten opzichte van de identieke rwzi Dodewaard, die nauwelijks een verhoogde slibuitspoeling heeft, zijn de volgende opvallende verschillen waarneembaar:

- Het slibvolume is een groot deel van de tijd zeer laag.
- Het aandeel pin-points is relatief hoog.

Op basis van deze waarnemingen kan worden geconcludeerd dat de verhoogde slibuitspoeling een gevolg is van een combinatie van beide factoren. Door het lage slibvolume treedt regelmatig ongehinderde bezinking op. Dit wordt nog eens versterkt door de waargenomen terugstroming van helder water in de inlooptrommel. Onder deze omstandigheden worden langzaam bezinkende deeltjes niet ingevangen in de slibdeken en zullen deze met het effluent worden afgevoerd. Door het relatief grote aandeel pin-points is het effect hiervan op deze installatie groot.

4

RWZI OLDENZAAL

4.1 INLEIDING

Op de rwzi Oldenzaal is volgens het STOWA onderzoek slibuitspoeling [ref. 1] in de jaren 2006 en 2007 driemaal een slibuitspoeling opgetreden bij RWA, terwijl de slibvolumebelasting onder de STOWA-richtlijn bleef. Volgens de in het STOWA rapport gehanteerde definitie (SS > 30 mg/l) vond ook in 2009 éénmaal een slibuitspoeling plaats. Hoewel de rwzi voldoet aan de gestelde effluenteisen voor onopgeloste bestanddelen, worden bij RWA wel regelmatig hogere waarden (tussen 10 en 30 mg/l) gemeten. Bij DWA wordt geen slibuitspoeling waargenomen en worden regelmatig effluentconcentraties lager dan de detectiegrens (< 1,2 mg SS/l) gemeten.

Op de rwzi Oldenzaal zijn 2 oude en 2 nieuwe nabezinktanks die aanzienlijk van elkaar verschillen. De oude tanks zijn diep, vlak en uitgerust met hevelruiming. De nieuwe tanks zijn ondiep, hebben een bodemhelling en zijn uitgerust met slibruimers. De bedrijfsvoerders van de rwzi zijn van mening dat de oude tanks beter functioneren dan de nieuwe tanks en dat de slibuitspoeling plaatsvindt in de nieuwe tanks. Er wordt in deze tanks soms een zeer hoge slibdeken waargenomen. Dit betekent dat de zwevendstofgehalten in het effluent van de nieuwe nabezinktanks mogelijk wel regelmatig boven de 30 mg SS/l uitkomen.

In dit hoofdstuk wordt de problematiek op nieuwe nabezinktanks van de rwzi Oldenzaal vergeleken met de werking van de oude nabezinktanks. Op basis van een bezoek aan beide rwzi's, een analyse van de beschikbare gegevens, en aanvullende FAST2D berekeningen, is de problematiek geanalyseerd.

In paragraaf 4.2 zijn de belangrijkste karakteristieken van de rwzi beschreven. Hierbij zijn eveneens de belangrijkste bevindingen van het bezoek meegenomen. De analysegegevens van de rwzi zijn in paragraaf 4.3 gepresenteerd. Op basis hiervan is in paragraaf 4.4 de problematiek nader geanalyseerd. Hierbij zijn onder andere de resultaten van de FAST2D berekeningen meegenomen. In paragraaf 4.5 zijn de conclusies weergegeven.

4.2 BESCHRIJVING RWZI

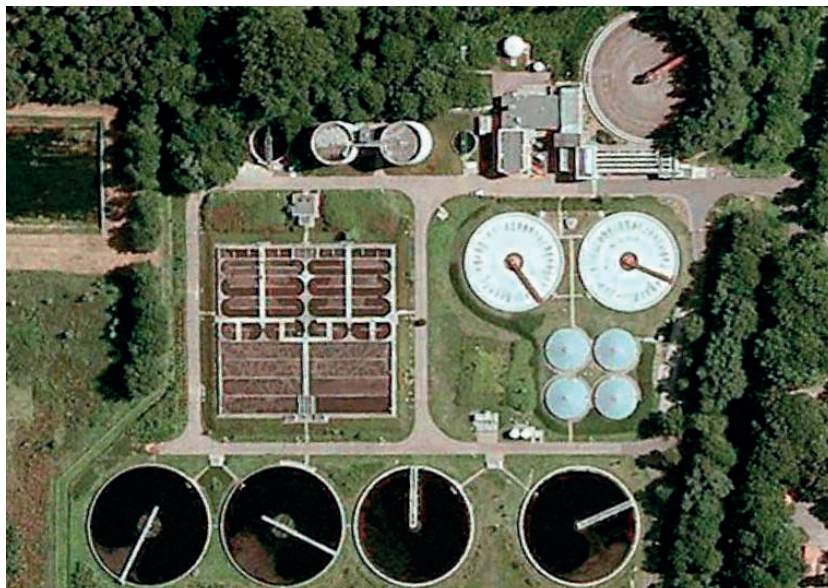
De rwzi Oldenzaal is een laagbelast actiefslibstelsysteem met voorbezinking en biologische fosfaatverwijdering. Sinds eind 2009 is de slibgisting uit bedrijf genomen en wordt het primair- en surplusslib ingedikt afgevoerd. Het actiefslibstelsysteem bestaat uit twee beluchtingstanks (elk opgedeeld in een selector, anaëroob circuit, voordennitrificatiecircuits, facultatieve circuits en propstroom beluchtingstanks) en vier nabezinktanks. Afbeelding 9 toont een luchtfoto van de rwzi Oldenzaal.

Hydraulisch gezien is het systeem gemengd en is het slib in beide beluchtingstanks gelijk. Het retourslib van de vier nabezinktanks wordt in een gezamenlijke ontvangput gemengd en verdeeld over beide straten. Aan het eind van de beide beluchtingstanks komt het slib weer

samen en wordt het verdeeld over de vier nabezinktanks. Het surplusslib wordt uit één straat onttrokken.

De hydraulische belasting van de nabezinktanks is gerelateerd aan de oppervlakte van elke tank. De tweede oude tanks (NBT 1 en 2, rechtsonder in Afbeelding 9) zijn iets kleiner dan de twee nieuwe tanks. De lengte van de overstortrand van het verdeelwerk is hieraan aangepast.

AFBEELDING 9 RWZI OLDENZAAL (BRON: GOOGLE EARTH)



Op de rwzi Oldenzaal zijn 2 oude en 2 nieuwe nabezinktanks die aanzienlijk van elkaar verschillen. De oude tanks zijn diep (2,6 m), hebben een kleine inlooptrommel, zijn vlak en uitgerust met hevelruimers. De nieuwe tanks zijn ondiep (1,5 m), hebben een grotere en diepere inlooptrommel, hebben een bodemhelling en zijn uitgerust met slibruimers. De belangrijkste karakteristieken van de nabezinktanks zijn in Tabel 5 weergegeven.

TABEL 5 KARAKTERISTIEKEN VAN DE NABEZINKTANKS VAN DE RWZI OLDENZAAL

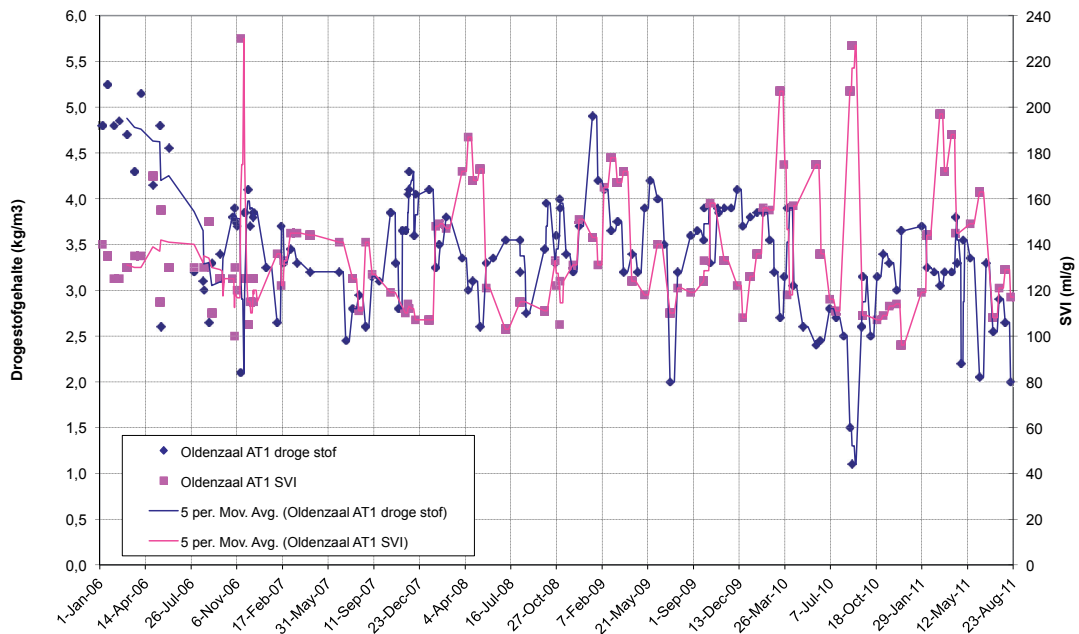
Procesonderdeel	Dimensie	Eenheid	Nabezinktank 1 en 2	Nabezinktank 3 en 4
Hydraulische aanvoer	RWA	m ³ /h		4.060
	DWA	m ³ /h		875
Inlooptrommel	Diameter	m	2.30	8.00
	Hoogte	m	1.25	1.50
Tank	Diameter (incl. goot)	m	39,0	42.4
	Oppervlakte elk	m ²	1.195	1.411
	Kantdiepte	m	2,55	1.50
Bodem	Helling	m/m	0	1/10
Deflectieschot		-	NEE	NEE
Slibruiming	Type	-	Hevelruimer	Bladruimer
	Lengte	-	1/2 ^e diameter	2/3 ^e diameter
Belasting	Verdeling	%	45,8	54,2
	Oppervlaktebelasting	m ³ /(m ² .h)	0,80	0,80
Retourslibgemaal	Aantal pompen per nbt	-	1	1
	Capaciteit elk max.	m ³ /h	511	570
	Capaciteit elk min.	m ³ /h	253	282

Het ontwerp van de rwzi Oldenzaal is gebaseerd op een drogestofgehalte van 4 g/l en een SVI van 150 ml/g. Dit komt overeen met een slibvolumefractie bij DWA van $4 \text{ g/l} \times 150 \text{ ml/g} = 600 \text{ ml/l}$. Bij RWA daalt het slibgehalte in de beluchtingstank volgens het ontwerp tot circa $2,9 \text{ g/l}$ en is het slibvolume 430 ml/l . Hierbij is volgens de STORA-richtlijn een slibvolumebelasting van circa $340 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ toegestaan, wat overeenkomt met een oppervlaktebelasting van $0,80 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$. De huidige belasting van de nabezinktanks is dus conform de STORA-richtlijn.

4.3 ANALYSE GEGEVENS

Het verloop van het slibgehalte en de SVI in de tijd (voor de jaren 2006 t/m augustus 2011) is weergegeven in Afbeelding 10. De bedrijfsfilosofie is om in de zomer een lager slibgehalte te handhaven dan in de winter. Hierdoor verloopt het slibgehalte in de tijd van 2,5 tot 4 g/l . In het begin van 2006 is het slibgehalte nog hoger geweest, tot circa 5 g/l .

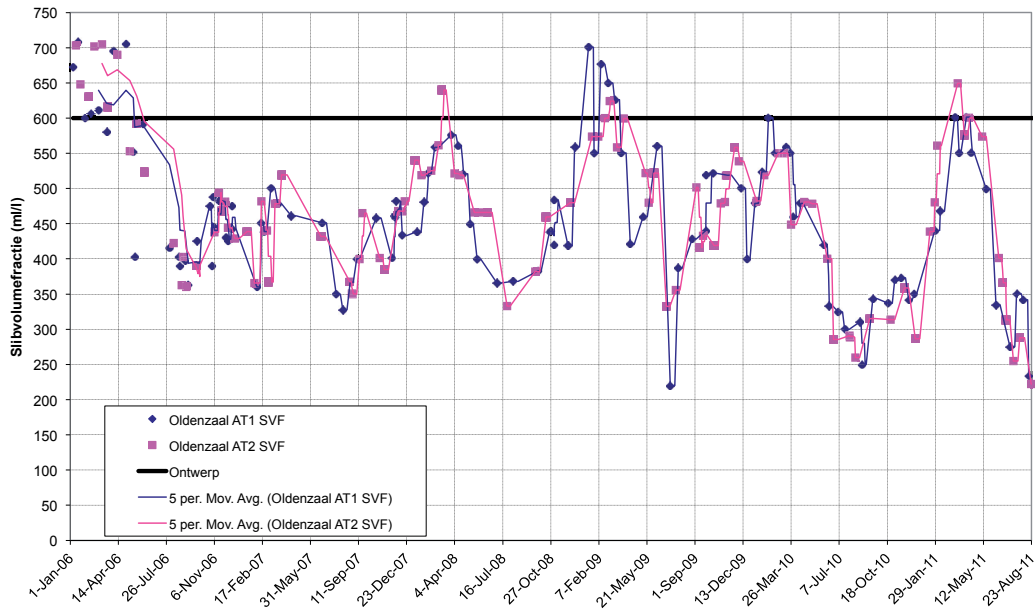
AFBEELDING 10 HET VERLOOP VAN HET SLIBGEHALTE EN DE SVI IN STRAAT 1 VAN DE RWZI OLDENZAAL



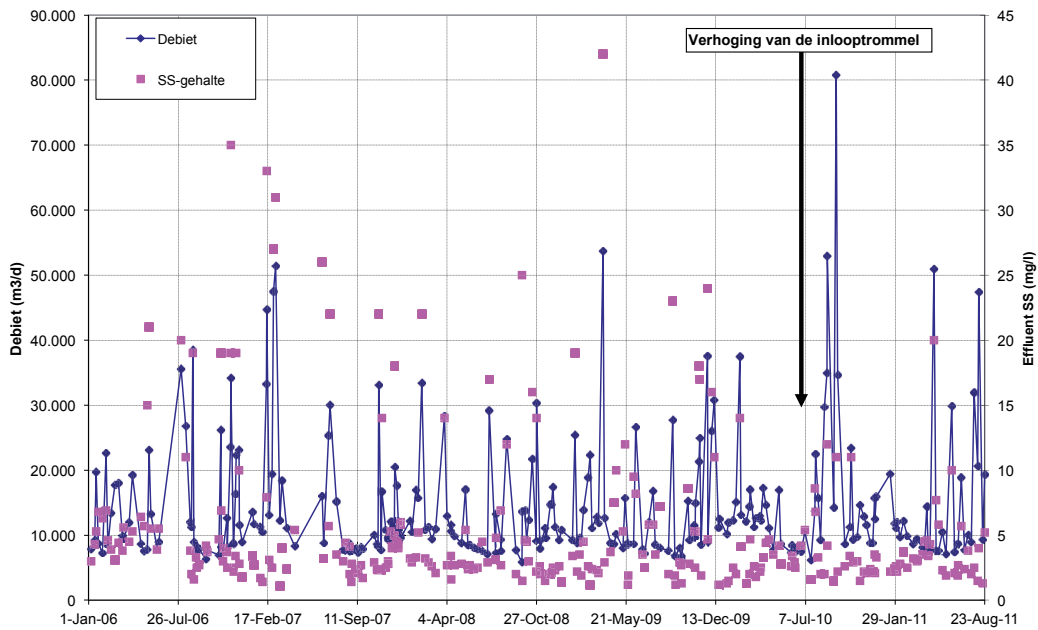
Het verloop van de slibvolumefractie over dezelfde periode, voor straat 1 en 2, is grafisch weergegeven in Afbeelding 11. Hieruit blijkt dat de slibvolumefractie het grootste deel van de tijd (aanzienlijk) lager is dan de DWA-ontwerpwaarde van 600 ml/l .

In Afbeelding 12 is over de jaren 2006 tot 2011 het verloop van het influentdebiet en het effluent SS-gehalte getoond. In deze periode is 4 maal een slibuitspoeling (zwevendestofgehalte $> 30 \text{ mg/l}$) opgetreden. Daarnaast is te zien dat het effluentgehalte zeer regelmatig groter dan $10 \text{ mg zwevendestofgehalte/l}$ is.

AFBEELDING 11 HET VERLOOP VAN DE SLIBVOLUMEFRACIE VAN DE RWZI OLDENZAAL



AFBEELDING 12 HET VERLOOP VAN HET INFLUENTDEBIET EN EFFLUENT ZWEVENDESTOFGEHALTE OP DE RWZI OLDENZAAL



4.4 ANALYSE PROBLEMATIEK

4.4.1 INLEIDING

In juni 2010 is tijdens een bezoek aan de rwzi met de bedrijfsvoerders en de technoloog gesproken. Op dat moment was het aantal slibuitspoelingen zeer beperkt. Sinds het sluiten van de slibgisting en het verlagen van het slibgehalte (in de zomer van 2010) lijken de nabezinktanks geen problemen meer te ondervinden. In de zomer van 2010 is het slibgehalte verlaagd naar 2,5 g/l. Normaal is het slibgehalte (in de winter) 4 g/l.

De slibuitspoeling vindt voornamelijk plaats vanuit de twee nieuwe nabezinktanks (nr. 3 en 4). Bij een uitspoeling is sprake van een verhoging van de slibdeken in de hele tank. Deze constatering is gebaseerd op waarnemingen van de bedrijfsvoerders. Doordat de nieuwe tanks relatief ondiep zijn (1,5 m kantdiepte) leidt de verhoogde slibdeken tot slibuitspoeling. Dit kan (volgens de technoloog) nog in de hand worden gewerkt door de wind die af en toe de afvoerverdeling over de tank scheeftrekt en daarmee de mesbelasting lokaal verhoogd.

Op basis van deze informatie zijn de volgende mogelijke oorzaken voor de slibuitspoeling benoemd:

- *Kortsluitstroming.* Op basis van de beschreven slibdekenstijging bij RWA in de nieuwe nabezinktanks lijkt kortsluitstroming hier plaats te vinden. Het lijkt ook waarschijnlijk dat dit bij een lager slibgehalte minder effect heeft. In de oude nabezinktanks zal kortsluitstroming minder gauw voorkomen aangezien hierbij slibonttrekking over de gehele tank plaatsvindt en deze tank een meter dieper is.
- *Overstort bij de inlooptrommel.* De inlooptrommel van de nieuwe nabezinktanks hangt relatief laag. Hierdoor stroomt er bij DWA nauwelijks, maar bij RWA veel slib over de rand van de inlooptrommel (zie Afbeelding 13, links). Dit slib mengt direct op in de schoonwaterzone waardoor ongehinderde bezinking van de slibdeeltjes optreedt. De kleinere slibdeeltjes zullen hierdoor mogelijk via het effluent worden afgevoerd. De inlooptrommel is in juli 2010 verhoogd, waardoor dit effect niet meer optreedt.
- *Opmenging in de inlooptrommel* (zie Afbeelding 13, rechts). Bij DWA vindt instroming van helder water in de inlooptrommel van de nieuwe nabezinktanks plaats. De inlooptrommel van de oude tanks is veel kleiner en heeft dit probleem niet. Mogelijk dat hierdoor bij DWA slibdeeltjes in de helderwaterzone komen welke bij een RWA vervolgens worden uitgespoeld.
- *Windinvloed.* Door de invloed van de wind kan er een opstuwing in de nabezinktank ontstaan, waardoor de mesbelasting plaatselijk hoger is. Dit kan leiden tot een verhoging van de slibuitspoeling in dat deel van de tank.

AFBEELDING 13 OPMENING VAN SLIB EN WATER IN DE INLOOPTROMMEL



Op basis van deze informatie is er voor gekozen om met behulp van FAST2D de werking van de nieuwe nabezinktanks te verifiëren (zie paragraaf 4.4.2). Hierbij is de werking van de nieuwe nabezinktanks voor verschillende slibgehalten en slibeigenschappen berekend. Deze berekeningen zijn met name bedoeld om de invloed van kortsluitstromingen te onderzoeken. In paragraaf 4.4.3 is de invloed van de wind onderzocht op basis van de analysegegevens en de weergegevens van het lokale KNMI-weerstation.

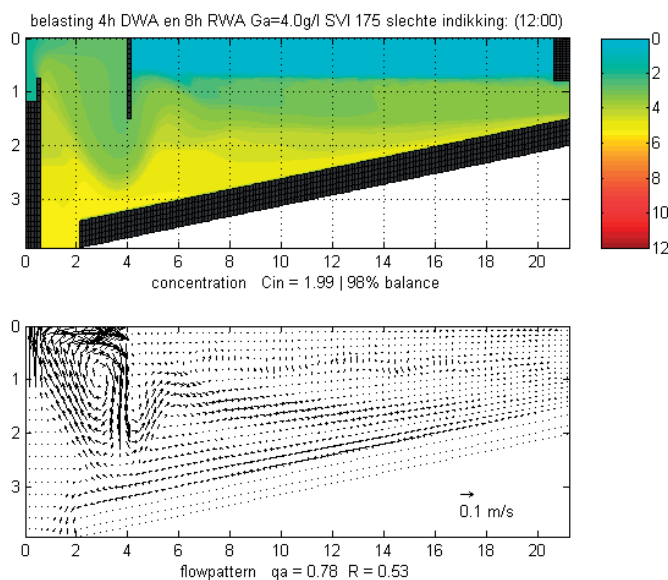
4.4.2 FAST2D BEREKENINGEN

Met behulp van FAST2D is onderzocht hoe de nabezinktank 3 en 4 functioneren onder verschillende procesomstandigheden (RWA en DWA, slibgehalte, slibeigenschappen). De opzet en resultaten van de berekeningen zijn uitgebreid beschreven in hoofdstuk 6. De werkelijke slibeigenschappen op de rwzi Oldenzaal zijn niet gemeten, waardoor de berekeningen alleen een indicatief karakter hebben.

Uit de resultaten is gebleken dat er bij de gekozen instellingen geen slibuitspoeling optreedt. Bij een slibgehalte in het beluchtingcircuit van 4,0 g/l en slechtere slibeigenschappen (hogere SVI, slechtere indikbaarheid) stijgt de slibspiegel bij RWA tot op 0,75 m onder het wateroppervlak. De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in Afbeelding 14. Voor een toelichting van de berekeningen en de afbeeldingen wordt verwezen naar bijlage 2.

Uit de resultaten is tevens gebleken dat bij verlaging van het slibgehalte in het beluchtingcircuit van 4,0 naar 2,5 g/l een significant lager niveau van de slibspiegel in de nabezinktanks optreedt.

AFBEELDING 14 DROGESTOFPROFIEL (BOVEN) EN SNELHEIDSPROFIEL (ONDER) BIJ RWA, SLECHTE INDIKING, EEN SVI VAN 175 ML/G EN EEN SLIBGEHALTE VAN 4 G/L



Naast de huidige nabezinktankconfiguratie zijn ook twee optimalisaties doorgerekend. Dit betreft een kleinere inlooptrommel en de plaatsing van een deflectieschot. Met name het toepassen van een deflectieschot leidt tot een verlaging van de slibdeken. Op basis hiervan en op basis van het stromingsprofiel in de tank, kan worden geconcludeerd dat sprake is van een zekere mate van kortsluitstromingen.

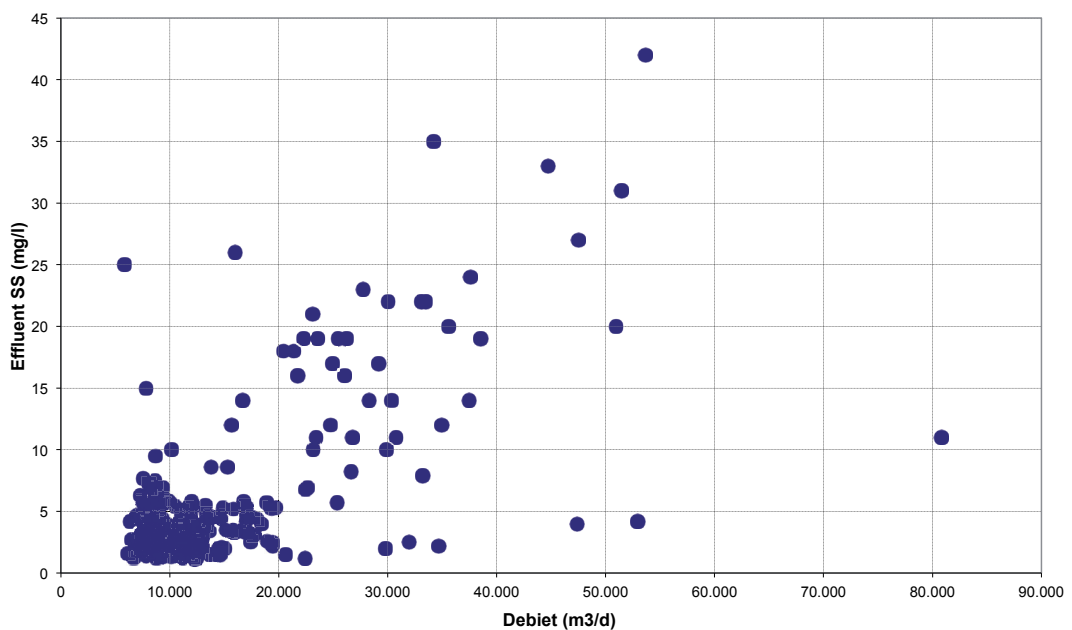
4.4.3 ANALYSE MEETGEGEVENS

In het effluent van de rwzi is een troebelheidsmeter aanwezig. Deze meet het mengmonster van het totale effluent. Door de lokatie van de sensor is de verwachting dat de invloed van nabezinktank 3 en 4 op de meting groter is dan die van nabezinktanks 1 en 2. In de praktijk blijkt de sensor bovendien sterk te worden gehinderd door algen die aan de sensor kleven. De troebelheid is bij DWA over het algemeen heel laag. Bij verhoogde aanvoer is regelmatig een

toename van de troebelheid te zien welke soms het gevolg is van zwevendestof maar soms ook van algen. Het is daarom niet mogelijk om deze gegevens te gebruiken voor de analyse van de slibuitspoeling.

Voor de analyse is daarom gebruik gemaakt van de laboratoriumanalyses van het effluent en de drogestof- en SVI-metingen van het slib. In paragraaf 4.3 is het verloop van de belangrijkste parameters in de tijd weergegeven voor de periode van januari 2006 t/m augustus 2011. De relatie tussen het influentdebiet en het effluent zwevendestofgehalte voor deze periode is weergegeven in Afbeelding 15. Hieruit blijkt dat uitspoeling van zwevendestof met name plaatsvindt bij RWA. De stijging van het effluent zwevendestofgehalte treedt op vanaf een influentdebiet van 20.000 m³/d. Het daggemiddelde debiet van de rwzi bedraagt circa 14.000 m³/d. Bij DWA is het effluent zwevendestofgehalte, op een aantal metingen na, lager dan 10 mg/l.

AFBEELDING 15 RELATIE TUSSEN HET INFLUENTDEBIET EN HET EFFLUENT ZWEVENDESTOFGEHALTE VOOR DE RWZI OLDENZAAL

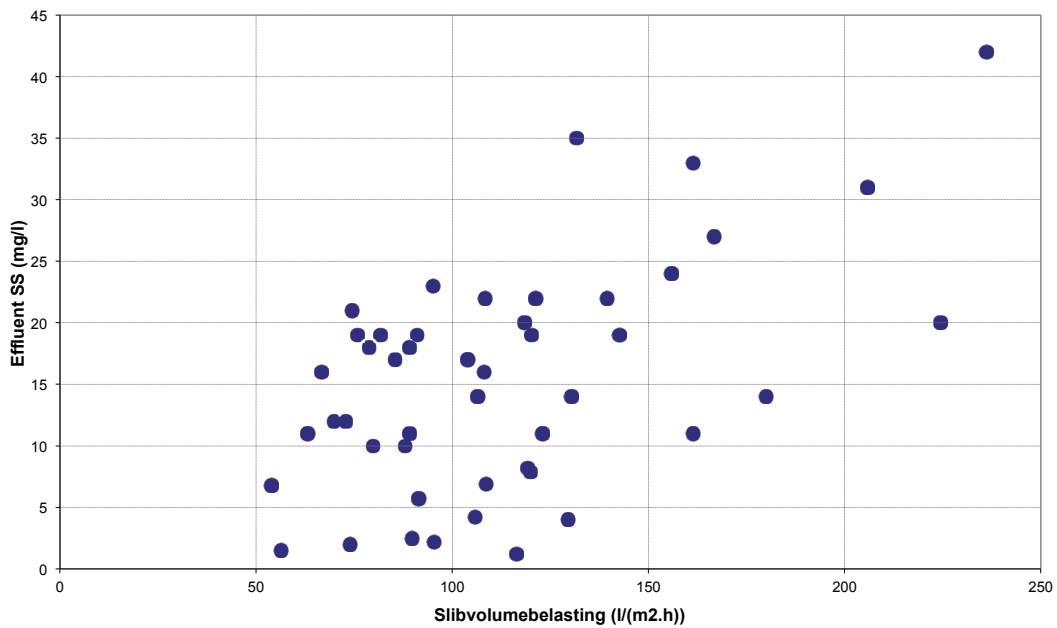


Uit Afbeelding 15 blijkt dat ook bij hogere RWA het effluent zwevendestofgehalte een aantal keren laag bleef. Opvallend is met name dat bij een influentdebiet van ruim 80.000 m³/dag het zwevendestofgehalte 11 mg/l was. Voor het optreden van een hoge slibdeken is niet alleen het influentdebiet maar ook het slibgehalte en de SVI van belang. Bij een lager slibgehalte en/of SVI kan de nabezinktank meer water verwerken. Een betere relatie kan daarom worden weergegeven door de effluentkwaliteit uit te zetten tegen de slibvolumebelasting.

In Afbeelding 16 is dit verband weergegeven voor alle RWA-dagen (influentdebiet >20.000 m³/dag). De slibvolumebelasting wordt hierbij berekend als product van het actuele slibgehalte (kg/m³), de SVI (ml/g) en het influentdebiet (m³/h) gedeeld door het oppervlak van de nabezinktank (m²). De slibvolumebelasting is uitgedrukt in liter slib per vierkante meter nabezinktankoppervlak per uur. Bij deze berekening dienen enkele kanttekeningen te worden gemaakt:

- De waarden zijn relatief laag omdat de berekening is gebaseerd op het dagdebiet en niet op de werkelijke RWA-debieten.
- Omdat is uitgegaan van het gemeten slibgehalte (op basis van een steekmonster) kan het voorkomen dat het de ene keer het slibgehalte bij DWA betreft en de andere keer het slibgehalte bij RWA. Bij de berekening van de slibvolumebelasting wordt normaliter uitgegaan van het slibgehalte bij RWA. Indien het steekmonster tijdens DWA is genomen, is de berekende slibvolumebelasting dus relatief hoog.
- De actuele slibvolumebelasting zoals weergegeven zegt niets over de actuele slibbuffering in de nabezinktank. Het kan dus zijn dat bij een zelfde slibvolumebelasting de ene dag meer slib in de nabezinktank is gebufferd dan op een andere dag. Dit kan bijvoorbeeld een gevolg zijn van een hoger drogestofgehalte bij DWA.

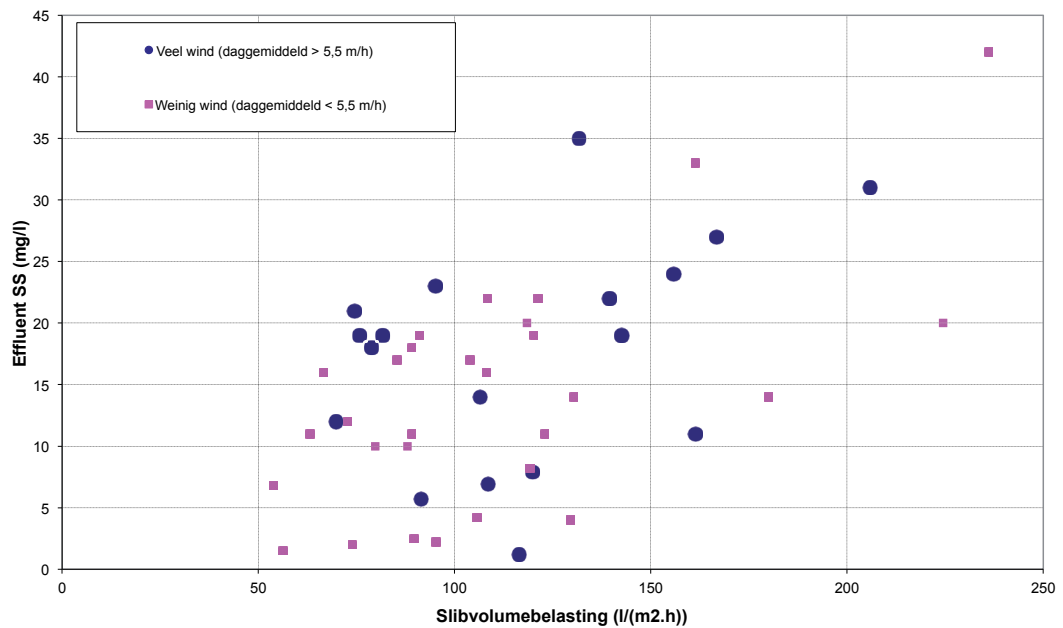
AFBEELDING 16 RELATIE TUSSEN DE DAGGEMIDDELTE SLIBVOLUMEBELASTING EN HET EFFLUENT ZWEVENDESTOFGEHALTE VOOR DE RWZI OLDENZAAL



Uit Afbeelding 16 blijkt dat het effluent zwevendestofgehalte toeneemt bij een hogere daggemiddelde slibvolumebelasting. Ook blijkt dat de bovengenoemde lage zwevendestofgehalte bij hoge RWA een gevolg zijn van het lage slibvolume wat op dat moment aanwezig was.

De inlooptrommel is in juli 2010 verhoogd. Sindsdien is het aantal slibuitspoeling sterk afgenomen (zie Afbeelding 12). Het lijkt daarom aannemelijk dat de te lage inlooptrommel deels oorzaak was van de problemen. Door de betrokken technoloog en bedrijfsvoerder is aangegeven dat de windinvloed op de nabezinktank goed zichtbaar is. Bij sterke wind is een verhang over de nabezinktank waarneembaar. De invloed van de windsnelheid op de zwevendestofuitspoeling is onderzocht op basis van de beschikbare data. Afbeelding 17 is hetzelfde als Afbeelding 16 met dien verstande dat onderscheid is gemaakt tussen dagen met een relatief hoge windsnelheid (gemiddeld > 5,5 m/s) en dagen met een lage gemiddelde windsnelheid (bron: KNMI).

AFBEELDING 17 RELATIE TUSSEN DE DAGGEMIDDELTE SLIBVOLUMEBELASTING EN HET EFFLUENT ZWEVENDESTOFGEHALTE VOOR DE RWZI OLDENZAAL BIJ HOGE EN LAGE WINDSNELHEDEN



Op basis van deze vergelijking kan niet worden geconcludeerd dat de windinvloed onder alle omstandigheden bepalend is voor verhoogde zwevendestofuitspoeling. Op basis van de KNMI-data is tevens de invloed van de windrichting bekeken. Hierbij valt op dat het grootste deel van de hogere slibuitspoelingen plaatsvindt bij een wind die uit het zuiden komt. Ook hierbij geldt echter dat niet alle slibuitspoelingen hiermee verklaard kunnen worden.

4.5 CONCLUSIES

Op de rwzi Oldenzaal treedt een verhoogde slibuitspoeling plaats bij RWA. In de afgelopen 5½ jaar heeft echter slechts viermaal een slibuitspoeling > 30 mg SS/l plaatsgevonden. Het grootste deel van de slibuitspoelingen zijn verhoogde effluentconcentraties tussen 10 en 30 mg SS/l.

Op basis van waarnemingen van de bedrijfsvoerders kan worden gesteld dat dit plaatsvindt door een slibspiegelstijging in de nieuwe nabezinktanks 3 en 4. Met behulp van FAST2D is aangetoond dat bij minder gunstige slibeigenschappen een aanzienlijke stijging van de slibspiegel kan plaatsvinden. Het te verwachten maximale slibspiegelniveau is circa 1,00 tot 0,75 meter onder de waterspiegel.

Het effluent zwevendestofgehalte neemt toe naarmate de slibvolumebelasting toeneemt. De slibvolumebelasting blijft echter onder alle omstandigheden ruim onder de ontwerpwaarde.

Het optreden van de verhoogde effluentconcentraties bij RWA is naar verwachting een gevolg van een combinatie van factoren. Dit zijn: de relatief hoge slibspiegel (ten gevolge van kortsluitstromen), het overstromen van de inlooptrommel bij RWA en de windinvloed.

5

RWZI BAARLE-NASSAU

5.1 INLEIDING

Op deze rwzi is in het STOWA rapport onderzoek slibuitspoeling [ref. 1] gerapporteerd dat er in de jaren 2006 en 2007 tweemaal een slibuitspoeling heeft plaatsgevonden bij een relatief hoog slibgehalte en een relatief lage SVI. De slibvolumebelasting bleef hierbij echter wel onder de STOWA richtlijn. Omdat de gerapporteerde verhoogde effluent zwevendestofgehalte ook bij DWA optraden, was deze case geselecteerd. In dit hoofdstuk wordt de problematiek op de rwzi Baarle Nassau gepresenteerd en geanalyseerd. Hierbij is gebruik gemaakt van de beschikbare analysegegevens van de rwzi en aanvullende troebelheidsmetingen in het effluent.

In paragraaf 5.2 zijn de belangrijkste karakteristieken van de rwzi Baarle Nassau beschreven. De analysegegevens van de rwzi zijn in paragraaf 5.3 gepresenteerd. Op basis hiervan is in paragraaf 5.4 de problematiek nader geanalyseerd. In paragraaf 5.5 zijn de conclusies weergegeven.

5.2 BESCHRIJVING

De rwzi Baarle Nassau is een laagbelast actiefslibstelsysteem met chemische fosfaatverwijdering. Het actiefslibstelsysteem bestaat uit een oxydatiesloot met een beluchte selector en één nabezinktank. Afbeelding 18 toont een luchtfoto van de rwzi Baarle Nassau.

AFBEELDING 18 RWZI BAARLE NASSAU (BRON: GOOGLE EARTH)



De belangrijkste karakteristieken van de nabezinktank zijn in Tabel 5 weergegeven. Het ontwerp voldoet aan de richtlijnen voor nabezinktanks [ref. 1]. Het ontwerpsslibgehalte is 4 g/l en de ontwerp SVI is 120 ml/g. Bij RWA daalt het slibgehalte in de beluchtingstank volgens het ontwerp tot circa 3,5 g/l en is volgens de STORA-richtlijn een slibvolumebelasting van 340 l/(m².h) toegestaan. Dit komt overeenkomt met een oppervlaktebelasting van 0,81 m³/(m².h). In de praktijk is de oppervlaktebelasting bij RWA circa 0,92 m³/(m².h). De nabezinktank is dus hydraulisch overbelast. Dit is een gevolg van de toename van het RWA-debiet.

TABEL 6 KARAKTERISTIEKEN VAN DE NABEZINKTANK VAN DE RWZI BAARLE NASSAU

Procesonderdeel	Dimensie	Eenheid	Nabezinktank
Hydraulische aanvoer	RWA	m ³ /h	474
	DWA	m ³ /h	180
Inlooptrommel	Diameter	m	3,0
	Hoogte	m	1,4
Tank	Diameter	m	25,65
	Oppervlakte	m ²	517
	Kantdiepte	m	1,50
Bodem	Helling	m/m	1/10,5
	Deflectieschot	-	NEE
Slibruiming	Type	-	Bladruimer
	Lengte	-	hele diameter
Belasting	Verdeling	%	100
	Oppervlaktebelasting	m ³ /(m ² .h)	0,92
Retourslibgemaal	Aantal vijzels	-	1
	Capaciteit RWA	m ³ /h	240
	Capaciteit DWA	m ³ /h	110

5.3 ANALYSE GEGEVENS

Het verloop van het slibgehalte en de SVI in de afgelopen 3 jaar is weergegeven in Afbeelding 19. Het slibgehalte is regelmatig, zeker in de jaren 2008 en 2009, boven de ontwerpwaarde. De SVI is echter altijd lager dan 100 ml/g. De slibvolumebelasting blijft daardoor altijd ruim onder de ontwerpwaarde.

In het STOWA rapport slibuitspoeling [ref. 1] is melding gemaakt van twee slibuitspoelingen (> 30 mg SS/l) in 2006-2007. De rwzi heeft in de jaren daarna (2008 t/m medio 2011) geen enkele keer de effluenteis van 30 mg SS/l overschreden. Regelmatig (14x van de 87 bemonsteringen) is het gehalte ≥ 15 mg/l (12x 15 mg/l, 1x 20 mg/l, 1 x 25 mg/l).

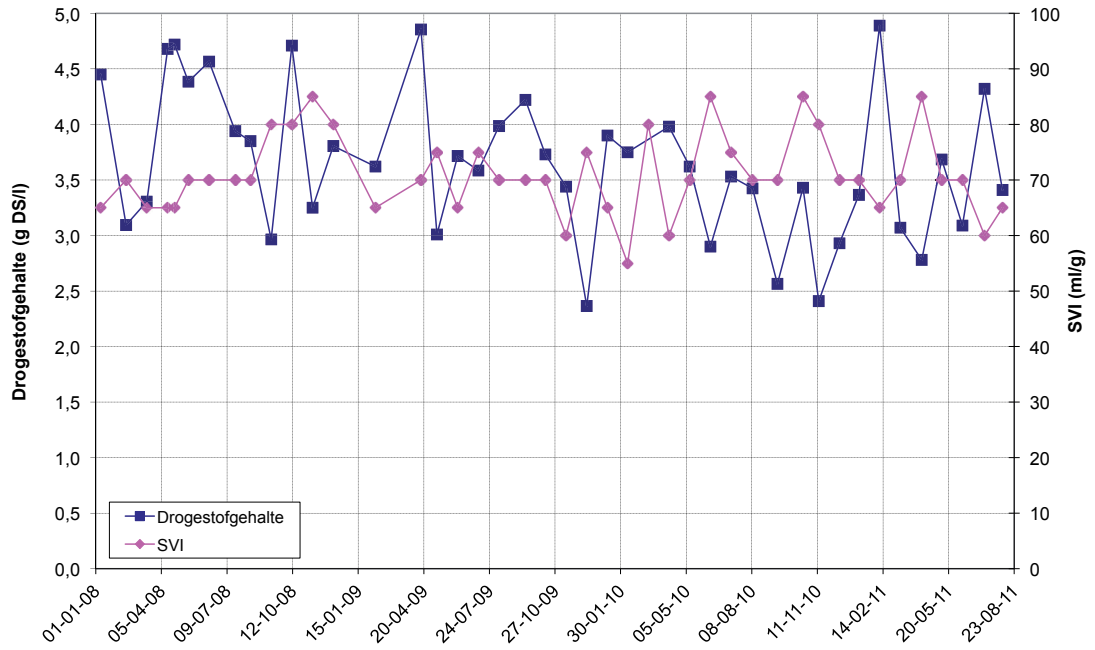
In Afbeelding 20 kan worden gezien dat sinds begin 2010 het aantal overschrijdingen van 10 mg SS/l in het effluent sterk is gedaald. Alleen in 2011 is drie maal een waarde van 15 mg SS/l gemeten.

5.4 ANALYSE PROBLEMATIEK

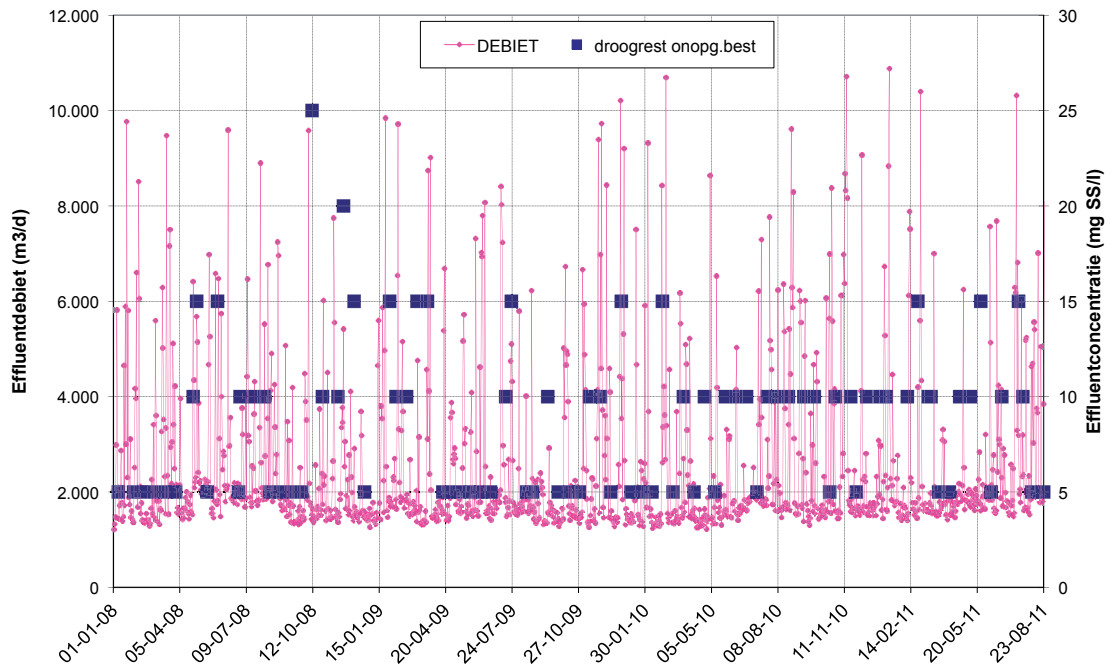
Zoals weergegeven in paragraaf 5.3 heeft op de rwzi Baarle-Nassau vanaf 2008 geen slibuitspoeling (> 30 mg SS/l) meer plaatsgevonden. Er zijn regelmatig effluentgehalten tussen 10 en 30 mg SS/l gemeten. In Afbeelding 21 is voor de afgelopen 3½ jaar het effluent zwevendestofgehalte uitgezet tegen het effluentdebiet. Hieruit blijkt dat de verhoogde effluentgehalten zowel op DWA- als RWA-dagen voorkomen. De hoogste waarde wordt zelfs bij DWA gemeten.

In Afbeelding 22 is het effluent zwevendestofgehalte uitgezet tegen het slibvolume. Het slibvolume (in ml/l) is berekend als product van het slibgehalte (g/l) en de SVI (ml/g). Omdat het drogestofgehalte en de SVI op de rwzi Baarle-Nassau slechts éénmaal per maand wordt gemeten is het aantal datapunten in deze afbeelding minder groot dan in Afbeelding 21.

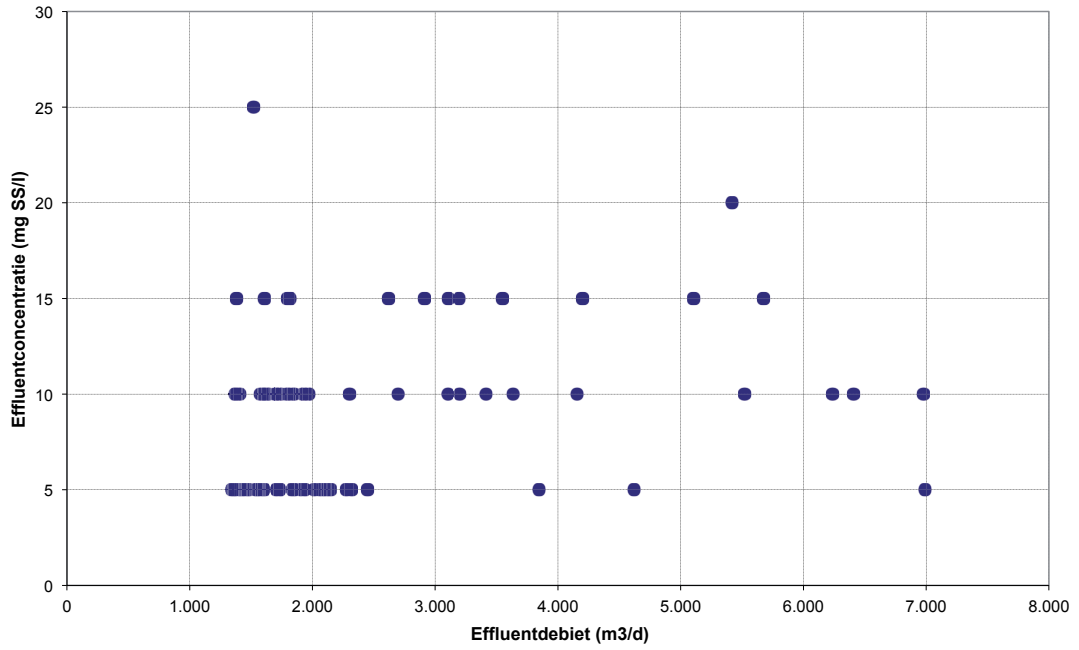
AFBEELDING 19 HET VERLOOP VAN HET DROGESTOFGEHALTE EN DE SVI OP RWZI BAARLE-NASSAU



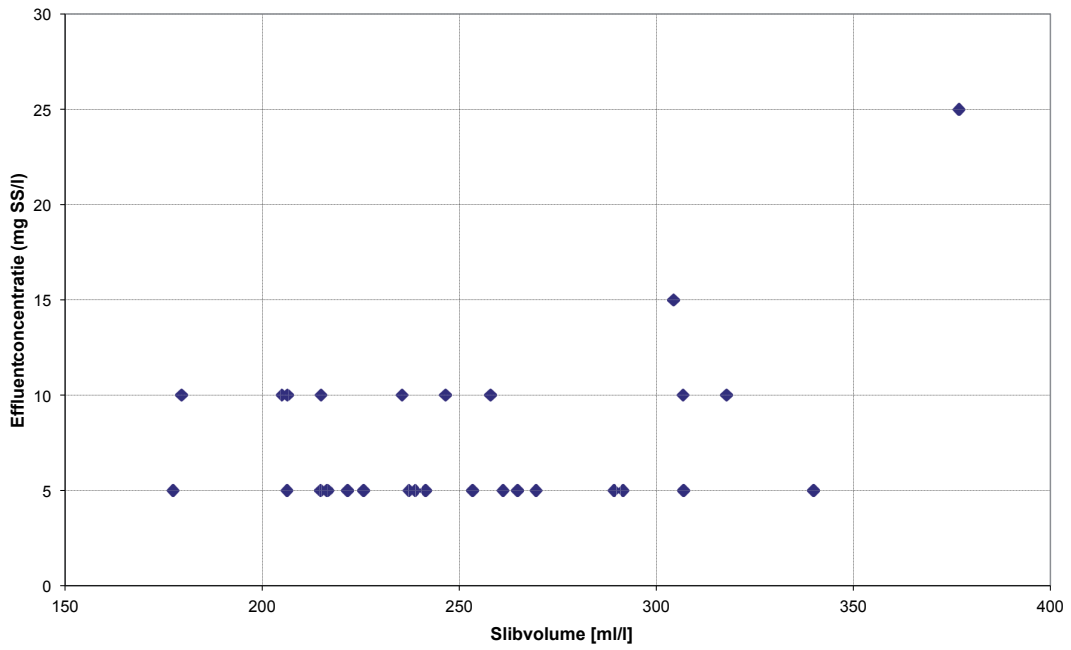
AFBEELDING 20 HET VERLOOP VAN HET DEBIET EN HET EFFLUENT ZWEEVENDESTOFGEHALTE OP RWZI BAARLE-NASSAU



AFBEELDING 21 DE RELATIE TUSSEN HET EFFLUENTDEBIET EN HET EFFLUENT ZWEVENDESTOFGEHALTE



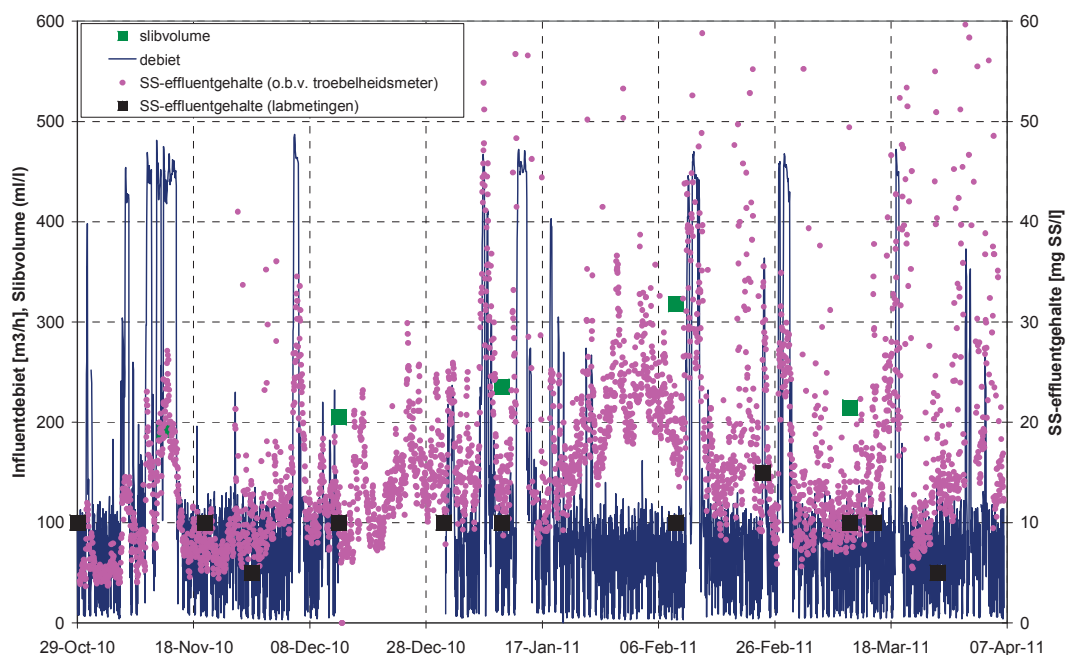
AFBEELDING 22 DE RELATIE TUSSEN HET SLIBVOLUME EN HET EFFLUENT ZWEVENDESTOFGEHALTE



Opvallend is dat de hoogste effluentgehalten zijn gemeten bij hoge slibvolumes. Hierbij dient te worden opgemerkt dat het slibvolume welke in het ontwerp is aangehouden ($4 \text{ g/l} \times 120 \text{ ml/g} = 480 \text{ ml/l}$) aanzienlijk hoger is dan de praktijkwaarden. Bovendien is de hoogste effluentwaarde (25 mg SS/l) gemeten bij een DWA-debiet. Op dat moment was het slibvolume wel relatief hoog maar de slibvolumebelasting laag. Het is niet mogelijk om op basis van de weinige datapunten conclusies te trekken.

Ten behoeve van de analyse van de slibuitspoeling is gedurende een half jaar een troebelheidsmeter in het effluent geplaatst. Deze periode was van 29 oktober 2010 tot 7 april 2011. Het verloop van de troebelheid (omgerekend naar een zwevendestofgehalte o.b.v. een ijklijn) in deze periode is in Afbeelding 23 weergegeven. Hierbij is tevens het influentdebiet, het slibvolume en het effluent zwevendestofgehalte volgens de labmetingen getoond.

AFBEELDING 23 HET VERLOOP VAN HET DEBIET, HET ZWENDSTOFGEHALTE EN HET SLIBVOLUME



De troebelheidsmeter is gevoelig voor het uitspoelen van algen of ander materiaal dat zich in de nabezinktank ophoopt (b.v. drijfslag). Met name bij een verhoogd debiet kan het voorkomen dat deze worden uitgespoeld en op de troebelheidsmeter blijven steken. Dit leidt tot zeer hoge troebelheidsmetingen. In de meetperiode is een aantal keren een zeer hoge troebelheid gemeten, tot waarden van (omgerekend) enkele honderden mg SS/l . Deze hele hoge troebelheidswaarden zijn in Afbeelding 23 niet weergegeven. De belangrijkste piek trad op bij de langdurige RWA in januari 2011. Het zou echter nog steeds zo kunnen zijn dat (een deel van) de getoonde meetwaarden beïnvloedt is door uitspoeling van algen.

Over het algemeen is in Afbeelding 23 te zien dat de troebelheid toeneemt bij RWA. Rondom de aanvoerpieken is een duidelijke stijging van de troebelheid waarneembaar. De 10 labbemonsteringen die in deze periode zijn uitgevoerd zijn op één na uitgevoerd tijdens DWA. Alleen de bemonstering in februari 2011 vond plaats bij een lichte verhoging van het influentdebiet ($4.200 \text{ m}^3/\text{d}$). Hierbij is meteen ook een verhoogd zwevendestofgehalte in het effluent gemeten (15 mg SS/l).

Op basis van de aanvullende troebelheidsmetingen is te zien dat het effluent zwevendestofgehalte toeneemt bij een verhoogd debiet. Op basis van de laboratoriumgegevens (zie Afbeelding 21) is deze relatie niet waarneembaar. Bij de hoogste RWA-debiet worden hierbij effluentgehalten van 5 en 10 mg zwevendestofgehalte/l gemeten. Op basis van de uitgevoerde analyse is daarom geen relatie te leggen tussen het effluent zwevendestofgehalte en de procesomstandigheden. Dit is een gevolg van de relatief geringe hoeveelheid labdata en het niet voorkomen van echte slibuitspoelingen (> 30 mg zwevendestofgehalte/l) in de afgelopen 3½ jaar.

5.5 CONCLUSIES

Op basis van de labmetingen uit de laatste 3½ jaar lijkt op de rwzi Baarle-Nassau geen probleem met slibuitspoeling meer op te treden. De variaties in het effluent zwevendestofgehalte die optreden zijn relatief gering en representatief voor een dergelijke rwzi. De gemiddelde effluentkwaliteit voldoet aan de effluenteis van 15 mg zwevendestofgehalte/l.

6

TOEPASSING FAST2D

6.1 INLEIDING

FAST2D wordt veelvuldig toegepast om bestaande rwzi's te optimaliseren en de werking van bestaande nabezinktanks te verbeteren [ref. 4]. De meeste cases die met FAST2D zijn doorgerekend zijn door adviesbureaus uitgevoerd, in opdracht van waterschappen. Het vastleggen van de ervaringen van dergelijke studies is van belang voor de verdere vergroting van de inzichten en ervaringen. Hiermee wordt inzicht gegeven in de toepasbaarheid en het nut van FAST2D. In dit hoofdstuk is, op basis van de in dit rapport doorgerekende "onbegrepen case" rwzi Oldenzaal, beschreven op welke wijze FAST2D is gebruikt.

Op RWZI Oldenzaal zijn twee verschillende typen nabezinktanks aanwezig, aangelegd tijdens de verschillende uitbreidingen van de RWZI (zie hoofdstuk 4). Van de vier nabezinktanks lijken nabezinktank 3 en 4 vaker verhoogde zwevende stof concentraties in het effluent te geven. Op basis van meetgegevens en met behulp van FAST2D is onderzocht wat hier de oorzaak van is en of er maatregelen mogelijk zijn waarmee de uitspoeling van zwevende stof te minimaliseren is. In dit hoofdstuk zijn de aanpak en de resultaten van de simulaties met FAST2D nader uitgewerkt.

De aanpak van de FAST2D studie is beschreven in paragraaf 6.2. De gehanteerde uitgangspunten zijn beschreven in paragraaf 6.3. In paragraaf 6.4 zijn de resultaten van de berekeningen gepresenteerd. De conclusies zijn weergegeven in paragraaf 6.5.

6.2 AANPAK FAST2D ONDERZOEK

In het effluent van nabezinktanks 3 en 4 worden bij RWA verhoogde zwevendestof-concentraties gemeten. Er wordt hierbij een verhoging van de slibdeken in de hele tank waargenomen. Er zijn verschillende mogelijk oorzaken genoemd voor de slibuitspoeling, waarvan sommigen door middel van een simulatie met FAST2D kunnen worden geanalyseerd:

- 1 *Slibgehalte*: geconstateerd is dat bij het verlagen van het slibgehalte in het beluchtingscircuit van 4,0 naar 2,5 g/l er geen problemen met uitspoeling van slib optreden. Dergelijke verschillen in de stijging van de slibspiegel kunnen met een FAST2D simulatie worden geanalyseerd.
- 2 *Slibkarakteristieken*: het idee bestaat dat het slib in bepaalde gevallen een hogere SVI heeft of slechter indikbaar is, en dat dit een effect heeft op de stijging van de slibspiegel bij de RWA situatie. Dergelijke verschillen in slibkarakteristieken kunnen met een FAST2D simulatie worden geanalyseerd.
- 3 *Kortsluitstroming*: op basis van de stijging van de slibspiegel bij de RWA situatie bestaat de mogelijkheid dat er kortsluitstroming optreedt. Het lijkt waarschijnlijk dat dit bij een lager slibgehalte minder effect heeft. Dergelijke kortsluitstromingen kunnen met een FAST2D simulatie worden geanalyseerd.
- 4 *Opmenging in de inlooptrommel*: De diameter van de inlooptrommel is groot. Bij DWA vindt instroming van helder water in de inlooptrommel van de nabezinktanks plaats. Mogelijkerwijs

dat hierdoor bij DWA slibdeeltjes in de helderwaterzone komen welke bij een RWA vervolgens mogelijk via het effluent worden uitgespoeld. De instroming van helder water in de inlooptrommel bij DWA kan met een FAST2D simulatie worden geanalyseerd. Echter de uitspoeling van fijne slibdeeltjes kan met FAST2D *niet* nauwkeurig worden gekwantificeerd.

- 5 *Overstort bij de inlooptrommel*: de inlooptrommel van de nabezinktanks hangt relatief laag. Hierdoor stroomt er bij RWA slib over de inlooptrommel. Het slib mengt direct op met de helderwaterzone waardoor ongehinderde bezinking van de grovere slibdeeltjes optreedt. De fijnere slibdeeltjes zullen hierdoor niet worden ingevangen en kunnen daardoor mogelijk via het effluent worden uitgespoeld. Dergelijke stromingen over de rand van de inlooptrommel en stromen van fijne slibdeeltjes in de helderwaterzone kunnen *niet* met een FAST2D simulatie worden geanalyseerd.
- 6 *Windinvloed*: De wind veroorzaakt een lokale verhoging van de mesbelasting. Het effect van wind op de nabezinktank kan *niet* met een FAST2D simulatie gereproduceerd worden.

De geconstateerde slibuitspoeling treedt niet op in nabezinktanks 1 en 2. Dit zijn vlakke nabezinktanks met hevelruiming. Een vergelijking van de werking van de oude (1 en 2) en de nieuwe nabezinktanks (3 en 4) zou interessant zijn. Nabezinktanks met hevelruiming, waarbij de slibonttrekking niet centraal maar over de gehele bodem plaatsvindt, kan echter niet met FAST2D gemodelleerd worden

De volgende aanpak is opgesteld om het functioneren van de nabezinktanks van RWZI Oldenzaal te onderzoeken:

- Allereerst is de geometrie van de nabezinktanks 3 en 4 in FAST2D gezet. Met deze geometrie moet de problematiek van kortsluitstroming (oorzaak 3, zie hierboven) en opmenging in de inlooptrommel (oorzaak 4) aan het licht komen.
- Als oplossingsrichting ter voorkoming van opmenging in de inlooptrommel is een geometrie opgesteld met een nauwere inlooptrommel (alternatief 1).
- Als oplossingsrichting ter voorkoming van kortsluitstroming is tevens een geometrie opgesteld met een deflectieschot (alternatief 2).
- Voor elke geometrie is een matrix van cases opgesteld waarbij het slibgehalte (oorzaak 1) en de slibkarakteristieken (oorzaak 2) zijn gevarieerd.
- De resultaten zijn per geometrie tussen de cases vergeleken.

6.3 UITGANGSPUNTEN

6.3.1 GEOMETRIE

In Tabel 7 zijn de gegevens van nabezinktanks 3 en 4 weergegeven zoals deze in het model zijn ingevoerd. De dimensies van de inlooptrommel en het deflectieschot zijn op basis van ervaring vastgesteld. In bijlage 1 is het invulscherm voor de geometrie van de nabezinktanks voor de verschillende situaties weergegeven (zie Afbeelding 24 t/m Afbeelding 26).

TABEL 7 GEOMETRIE VAN DE NABEZINKTANK 3 EN 4 VAN DE RWZI OLDENZAAL

Parameter	uitgangssituatie	alternatief 1: aangepaste inloop-trommel (\varnothing 6 m)	alternatief 2: deflectieschot met aangepaste inlooptrommel
Buitendiameter		42,4 m	
Binnendiameter		41,2 m	
Kantdiepte		1,5 m	
Helling		1: 10	
Inlooptrommel	\varnothing 8,0 m (1,5 m t.o.v. waterspiegel)	\varnothing 6,0 m (1,5 m t.o.v. waterspiegel)	\varnothing 5,0 m (1,5 m t.o.v. waterspiegel)
effluentgoot		inwendig (0,5 m breed; 0,75 m t.o.v. waterspiegel)	
instroming		\varnothing 0,9 m (0,75 m t.o.v. waterspiegel)	
retourslib		\varnothing 4,2 m	
deflectieschot	NEE	NEE	hellingshoek 45° insteekdiepte 2,5 m buitendiameter 5,0 m

6.3.2 SLIBKARAKTERISTIEKEN

Het model maakt gebruik van een uitgebreid slibbezinkingsmodel, dat een aantal verschillende parameters kent om het gedrag van het slib te beschrijven. Deze parameters moeten eigenlijk met een praktijkexperiment worden vastgesteld. Omdat deze meetgegevens niet beschikbaar zijn, is gebruik gemaakt van de slibparameters die voor RWZI Almelo Vissedijk zijn vastgesteld. De parameters voor Almelo Vissedijk zijn afgeleid voor een SVI van 150 ml/g. De aanname is dat deze parameters ook een redelijke inschatting zijn voor de parameters van RWZI Oldenzaal.

Naast de standaardparameters van RWZI Almelo Vissedijk (SVI 150 ml/g) is gebruik gemaakt van een parameterset gebaseerd op basis van SVI en indikbaarheid. Gekozen is voor een slibset met een slechte indikbaarheid en een SVI van 175 ml/g. Met opzet is gekozen voor een slibset met slechtere slibkarakteristieken om een gemiddelde slibset met een uiterste te kunnen bekijken en vergelijken.

De slibkarakteristieken zijn samengevat weergegeven in Tabel 8. In Afbeelding 27 en Afbeelding 28 (zie bijlage 1) zijn de beide slibsets weergegeven, zoals deze zijn ingevoerd in de FAST2D-interface.

TABEL 8 SLIBKARAKTERISTIEKEN FAST2D MODELLERING RWZI OLDENZAAL

Parameter	Omschrijving	Eenheid	Almelo Vissedijk	Slecht indikbaar
SVI	Slibvolume-index	ml/g	150	175
a	Empirische constante slibbezinking	m/h	3,5	2,745
b	Empirische constante slibbezinking	kg/m ³	0,4	0,4
KMAX	Maximale concentratiegradiënt	kg/(m ³ .m)	30	20
CC	Compressie Coëfficiënt	kg/m ³	4,0	4,0
kH	Karakteristieke bezinkparameter in de gehinderde bezinkzone	m ³ /kg	0,382	0,382
kP	Karakteristieke bezinkparameter bij lage concentraties	m ³ /kg	5,0	5,0
CMIN	Minimale slibconcentratie	kg/m ³	0,003	0,003
CMAX	Maximale slibconcentratie	kg/m ³	30	30

6.3.3 BELASTING

De berekeningen zijn uitgevoerd met de belasting als vermeld in Tabel 9. De belasting bestaat uit een periode met een DWA-debiet van vier uur, gevolgd door een periode met een RWA-debiet van acht uur. Beide periodes zijn voldoende lang om evenwicht te bereiken voor beide situaties.

TABEL 9 BELASTING VAN DE NABEZINKTANKS

situatie	tijd	slibconcentratie	oppervlaktebelasting		retourslib	
	h	g/l	m ³ /h	m/h	m ³ /h	Qrs/Qin
DWA	0 - 4	4,0	220	0,156	217,4	0,99
RWA	4 - 12	start 4,0	1096	0,776	583,7	0,53

Het slibgehalte in het beluchtingscircuit varieert gedurende het jaar. Standaard is de waarde 4,0 g/l, echter in de zomer wordt een lager slibgehalte van 2,5 g/l gehanteerd.

6.3.4 BELUCHTINGSCIRCUIT

Het totale volume van het beluchtingscircuit bedraagt 10.500 m³. Voor het bepalen van het effect van slibbuffering in de nabezinktank is dit volume op basis van de belasting van de specifieke nabezinktank aan deze toegekend (27%, zie Tabel 5). Bij de modellering is ervan uitgegaan dat de slibconcentratie bij DWA-belasting 4,0 (of 2,5) g/l bedraagt en dat gedurende de RWA situatie de slibconcentratie in het beluchtingscircuit zakt door slibbufferende werking in de nabezinktanks. Hierbij wordt het beluchtingscircuit als volledig gemengd beschouwd.

6.4 RESULTATEN

In Tabel 10 is een overzicht gegeven van de selectie van alle berekeningsscenario's met FAST2D. Allereerst zijn voor de geometrie van de uitgangssituatie vier verschillende cases qua slibgehalte en slibkarakteristiek gesimuleerd. Vervolgens zijn er twee alternatieven voor de geometrie gedefinieerd en zijn net als voor de uitgangssituatie varianten voor het slibgehalte en de slibkarakteristieken gesimuleerd.

TABEL 10 MATRIX BEREKENINGSSCENARIO'S MET GEOMETRIE EN BIJBEHORENDE CASES

geometrie	slibgehalte (g/l)	Atmelo Vissedijk / SVI 150	slecht indikbaar / SVI 175
Uitgangssituatie	4,0	X	X
Uitgangssituatie	2,5	X	X
Alternatief 1 (inlooptrommel)	4,0	X	X
Alternatief 1 (inlooptrommel)	2,5	X	X
Alternatief 2 (deflectieschot)	4,0	X	X
Alternatief 2 (deflectieschot)	2,5	X	X

Een uitgebreide analyse en bespreking van alle resultaten (inclusief afbeeldingen) is opgenomen in bijlage 2. In deze paragraaf wordt een beknopte beschrijving van de resultaten gegeven. In Tabel 11 is een samenvatting gegeven van afstand tussen de slibspiegel en de waterspiegel voor de beschouwde scenario's.

TABEL 11 AFSTAND TUSSEN DE SLIBSPIEGEL EN DE WATERSPIEGEL BIJ RWA ALS FUNCTIE VAN GEOMETRIE, SLIBEIGENSCHAPPEN EN SLIBGEHALTE IN DE BELUCHTINGSTANK

geometrie	slibgehalte (g/l)	Almelo Vissedijk / SVI 150	slecht indikbaar / SVI 175
Uitgangssituatie	4,0	1,00	0,75
	2,5	1,50	1,50
Alternatief 1 (inlooptrommel)	4,0	1,25	0,80
	2,5	1,75	1,50
Alternatief 2 (deflectieschot) ¹⁾	4,0	1,30	1,00
	2,5	1,90	1,75

1) In alternatief 2 is tevens de inlooptrommel aangepast (zie Tabel 7)

Op basis van de berekeningen kan het volgende worden geconstateerd:

- Bij zowel de uitgangssituatie als de twee alternatieven treedt geen slibuitspoeling op. Bij de uitgangssituatie komt de slibspiegel bij een hoog slibgehalte (4,0 g/l) en slechtere slibeigenschappen (hogere SVI, slechtere indikbaarheid) echter wel tot op 0,75 m onder het wateroppervlak te staan.
- Het is duidelijk dat voor alle combinaties van slibsets en slibgehaltes alternatief 1 een verbetering is t.o.v. de uitgangssituatie en dat alternatief 2 een verbetering is t.o.v. alternatief 1.
- Het slibgehalte in de beluchtingstank heeft een groot effect op de hoogte van de slibspiegel bij RWA. Een verlaging van het slibgehalte in de beluchtingstank van 4,0 tot 2,5 g/l levert een reductie op van 0,5 – 0,6 m van de stand van de slibspiegel bij goed indikbaar slib. Bij slecht indikbaar slib bedraagt de verlaging van de slibspiegel zelfs 0,70 – 0,75 m.
- De SVI en indikbaarheid van het slib heeft met name bij de hogere slibgehaltes effect. Tevens heeft de aanwezigheid van het deflectieschot een afzwakkend effect op het niveau van de slibspiegel.

6.5 CONCLUSIES

Van de vier nabezinktanks van RWZI Oldenzaal lijken nabezinktanks 3 en 4 vaker verhoogde zwevende stof concentraties in het effluent te geven. In deze studie is met FAST2D simulaties onderzocht welke mogelijke oorzaken hieraan ten grondslag kunnen liggen. Daartoe is allereerst een selectie van mogelijke oorzaken gemaakt die ook daadwerkelijk met FAST2D kunnen worden geanalyseerd.

In FAST2D zijn drie nabezinktank geometrieën gemaakt. Dit betreft de uitgangssituatie en twee alternatieven, te weten “vernauwde inlooptrommel” en deflectieschot. Voor twee verschillende slibeigenschappen en slibgehaltes is onderzocht welk effecten optreden en wat hiervan de invloed is op het functioneren van de nabezinktanks 3 en 4.

De belangrijkste bevindingen zijn:

- Uit de resultaten is gebleken dat er in de uitgangssituatie (wijde inlooptrommel) geen slibuitspoeling optreedt. Echter komt de slibspiegel bij een slibgehalte in het beluchtingcircuit van 4,0 g/l bij RWA en slechtere slibeigenschappen (hogere SVI, slechtere indikbaarheid) tot op 0,75 m onder het wateroppervlak te staan.
- Uit de resultaten is gebleken dat bij verlaging van het slibgehalte in het beluchtingcircuit van 4,0 naar 2,5 g/l een significant lager niveau van de slibspiegel in de nabezinktanks optreedt (grotere afstand tussen slibspiegel en waterspiegel).

- Uit de resultaten is gebleken dat er bij alternatief 1 (vernauwde inlooptrommel) een verbetering optreedt qua stromingspatroon en dat tevens het niveau van de slibspiegel lager komt te liggen. Echter wordt deze verbetering bij een hoog slibgehalte in combinatie met slechtere slibeigenschappen grotendeels teniet gedaan.
- Uit de resultaten is gebleken dat er bij alternatief 2 (deflectieshot + aangepaste inlooptrommel) de meeste verbetering optreedt qua stromingspatroon en dat tevens het niveau van de slibspiegel een stuk lager komt te liggen. Zelfs bij een hoog slibgehalte in combinatie met slechtere slibeigenschappen bereikt de slibspiegel een minder hoog niveau dan bij twee voorafgaande geometrieën. Het is duidelijk dat het deflectieshot een verschil maakt. Onder de slechtste condities blijft de slibspiegel meer dan 1,0 m onder de oppervlakte.

Geconcludeerd kan worden dat er met alle FAST2D simulaties geen uitspoeling wordt geconstateerd, maar dat de slibspiegel onder bepaalde condities (RWA, hoog slibgehalte, hoge SVI, slecht indikbaar) fors kan stijgen. In combinatie met andere omstandigheden (welke niet gesimuleerd kunnen worden met FAST2D) zou dit alsnog tot uitspoeling kunnen leiden.

7

CONCLUSIES

De rwzi Druten is een installatie waarbij de belasting van de nabezinktanks binnen de ontwerprichtlijnen valt. Desondanks is het zwevendstofgehalte in het effluent regelmatig tussen 10 en 30 mg/l. Op de rwzi Druten treedt deze verhoogde slibuitspoeling op in de tweede straat. De oorzaak is een combinatie van een relatief hoog aandeel pin-points in het slib en een relatief lage slibvolumebelasting van de nabezinktank.

Op de rwzi Oldenzaal treedt een verhoogde slibuitspoeling op bij RWA. Op basis van waarnemingen van de bedrijfsvoerders kan worden gesteld dat dit plaatsvindt door een slibspiegelstijging in de nieuwe nabezinktanks 3 en 4. Met behulp van FAST2D kan bij bepaalde slibeigenschappen een aanzienlijke stijging van de slibspiegel worden aangetoond. Het optreden van de slibuitspoeling is naar verwachting een gevolg van de relatief hoge slibspiegel in combinatie met de invloed van de overstroming van de inlaattrommel bij RWA (en mogelijk van de wind).

Slibuitspoelingen > 30 mg SS/l komen op de rwzi Baarle-Nassau niet meer voor. Er is een poging gedaan om op basis van labdata en aanvullende troebelheidsmetingen een relatie te kunnen leggen tussen procesomstandigheden en effluentkwaliteit. Door het ontbreken van echte slibuitspoelingen in de onderzoeksperiode is dit niet mogelijk.

8

REFERENTIES

[1] Voorkomen van slibuitspoeling op rwzi's; inventarisatie richtlijnen en ervaringen.
STOWA 2009-23

[2] Optimalisering van grote nabezinktanks, Literatuurstudie modellen.
STOWA 1992-13

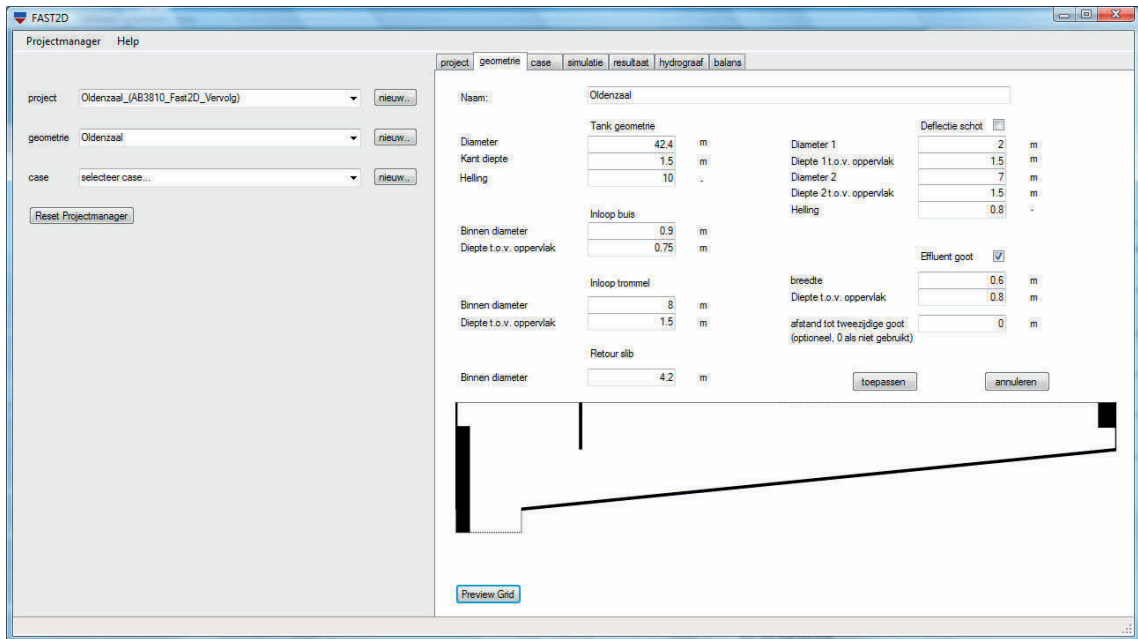
[3] Optimalisatie ronde nabezinktanks; Ontwikkeling nabezinkmodel en evaluatie
STORA-ontwerprichtlijn.
STOWA 2002-21

[4] Sluibuitspoeling uit nabezinktanks: top 20 van oorzaken
Paul Janssen en Edward van Dijk
Neerslag 1-2008

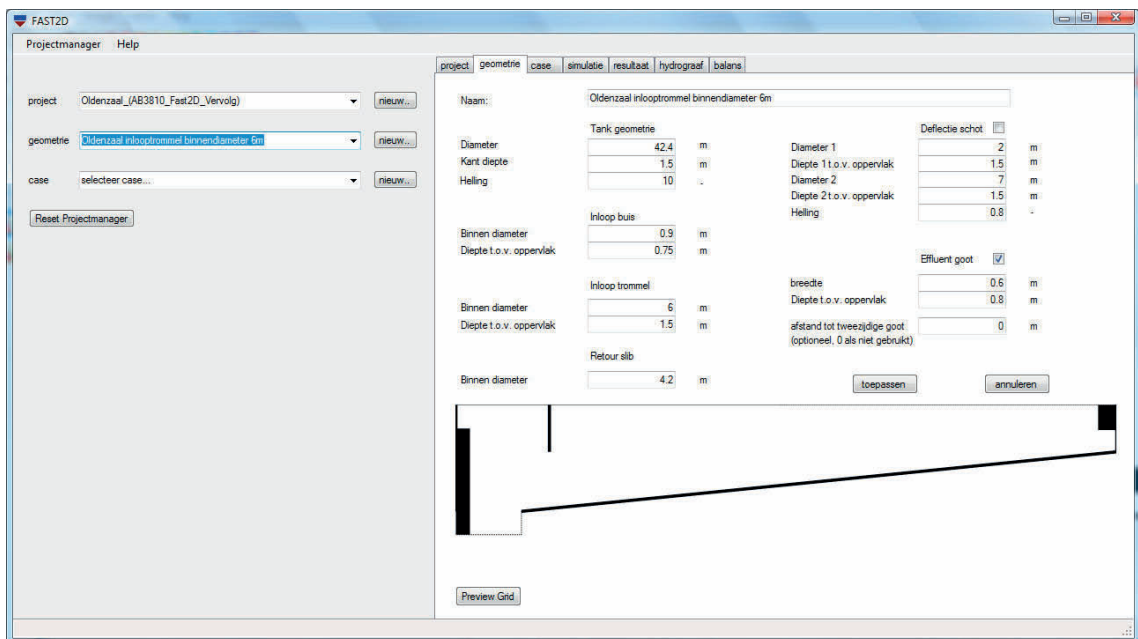
BIJLAGE 1

FAST2D RWZI OLDENZAAL - INVOERSCHERMEN

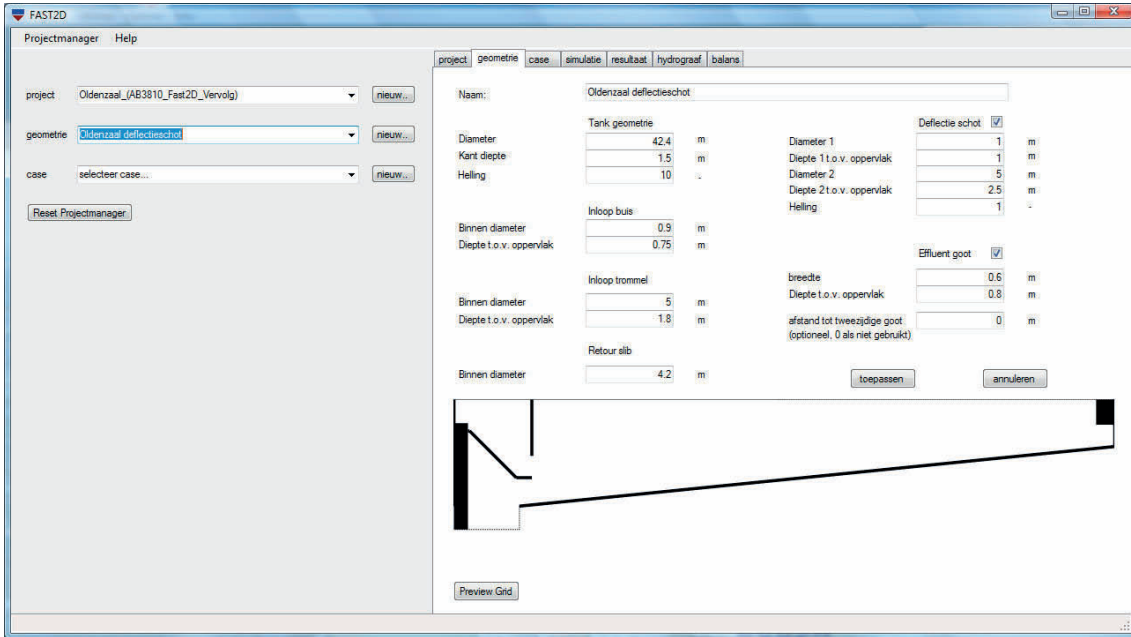
AFBEELDING 24 INVOERSCHERM GEOMETRIE UITGANGSSITUATIE



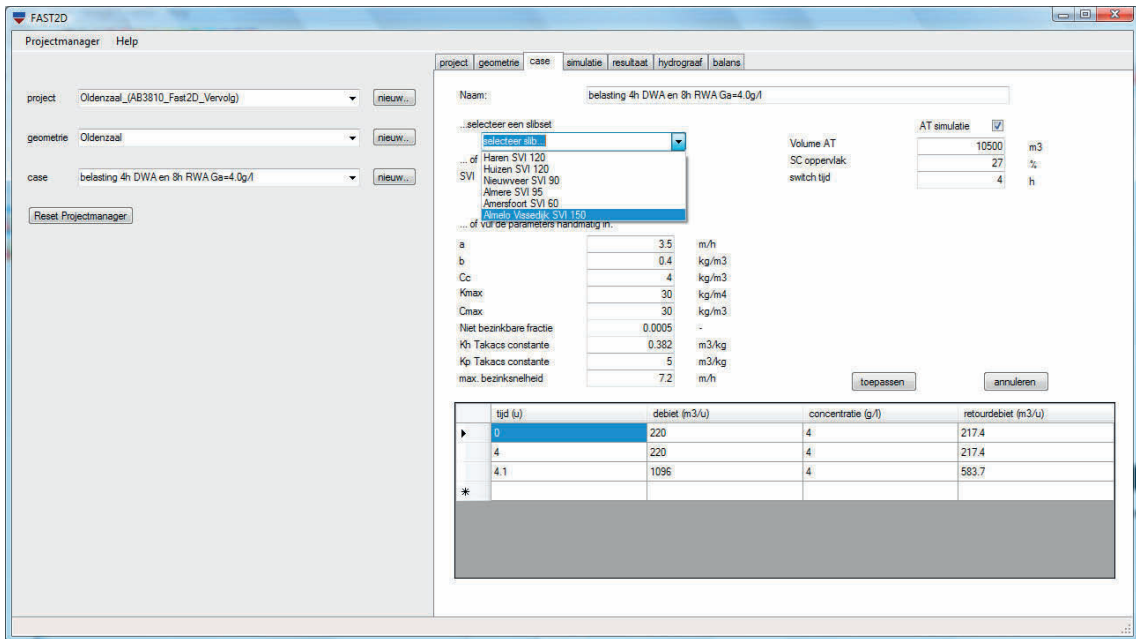
AFBEELDING 25 INVOERSCHERM GEOMETRIE ALTERNATIEF 1 (VERNAUWDE INLOOPTROMMEL)



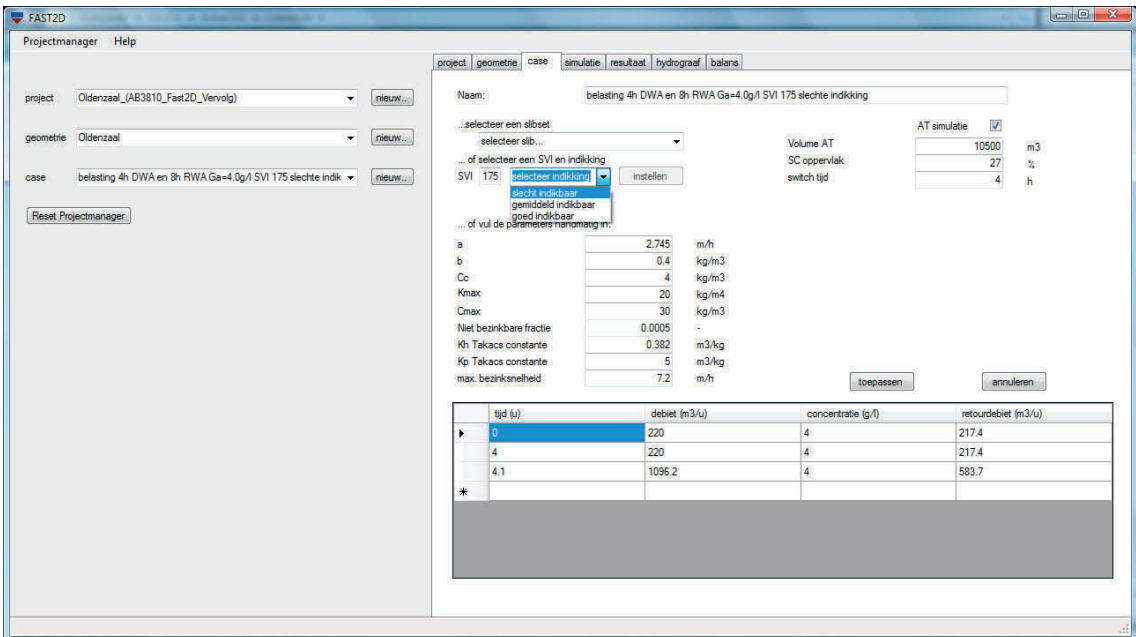
AFBEELDING 26 INVOERSCHERM GEOMETRIE ALTERNATIEF 2 (DEFLECTIESCHOT EN INLOOPTROMMEL)



AFBEELDING 27 INVOERSCHERM STANDAARD SLIBSET ALMELO VISSEDIJK (SVI 150 ML/G)



AFBEELDING 28 INVOERSCHERM SLIBSET MET SLECHT INDIKBAAR SLIB BIJ EEN SVI VAN 175 ML/G



BIJLAGE 2

FAST2D RWZI OLDENZAAL – BEREKENINGSRESULTATEN

In het onderstaande worden de uitgebreide resultaten van de FAST2D modellering voor de RWA evenwichtssituatie behorend bij de verschillende scenario's (en voor de uitgangssituatie ook de DWA evenwichtssituatie) geanalyseerd.

De 16 gepresenteerde berekeningen zijn achtereenvolgens:

- Uitgangssituatie (oorspronkelijke geometrie)
 - DWA
 - Slibeigenschappen Almelo Vissedijk (SVI 150 ml/g)
 1. Slibgehalte 4,0 g/l
 2. Slibgehalte 2,5 g/l
 - Slecht bezinkbaar slib met SVI van 175 ml/g
 3. Slibgehalte 4,0 g/l
 4. Slibgehalte 2,5 g/l
 - RWA
 - Slibeigenschappen Almelo Vissedijk (SVI 150 ml/g)
 5. Slibgehalte 4,0 g/l
 6. Slibgehalte 2,5 g/l
 - Slecht bezinkbaar slib met SVI van 175 ml/g
 7. Slibgehalte 4,0 g/l
 8. Slibgehalte 2,5 g/l
- Alternatief 1: met kleinere inlooptrommel
 - RWA
 - Slibeigenschappen Almelo Vissedijk (SVI 150 ml/g)
 9. Slibgehalte 4,0 g/l
 10. Slibgehalte 2,5 g/l
 - Slecht bezinkbaar slib met SVI van 175 ml/g
 11. Slibgehalte 4,0 g/l
 12. Slibgehalte 2,5 g/l
- Alternatief 2: met deflectieschot
 - RWA
 - Slibeigenschappen Almelo Vissedijk (SVI 150 ml/g)
 13. Slibgehalte 4,0 g/l
 14. Slibgehalte 2,5 g/l
 - Slecht bezinkbaar slib met SVI van 175 ml/g
 15. Slibgehalte 4,0 g/l
 16. Slibgehalte 2,5 g/l

Allereerst is een toelichting gegeven met uitleg over de figuren.

TOELICHTING

Concentratiefiguur (links)

Boven in het figuur is een doorsnede gegeven van de nabezinktank, met daarin de slibconcentraties zoals deze door het model worden uitgerekend. Het onderste figuur geeft het stromingspatroon in de nabezinktank weer. De pijltjes geven de richting van de stroming weer. De grootte van de pijlen zijn een maat voor de stroomsnelheid.

Balansplaatje (rechts)

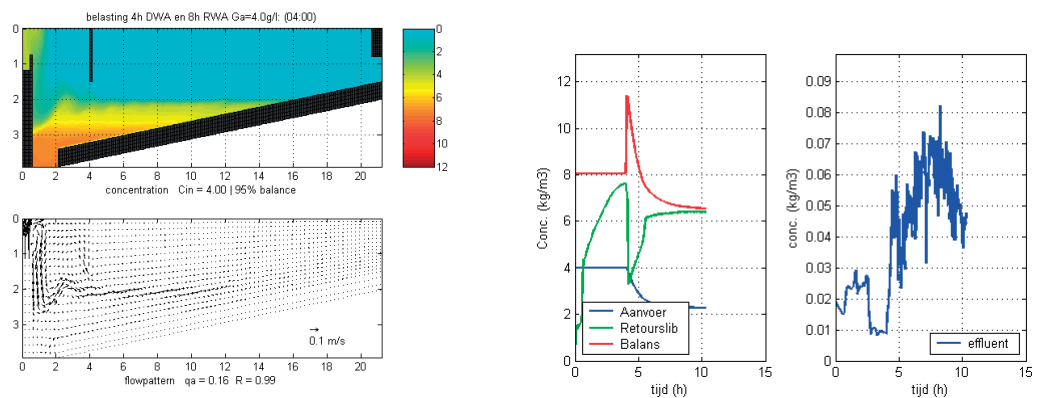
Links in het plaatje worden de inkomende slibconcentratie (blauw), de retourslibconcentratie (groen) en de balansconcentratie (rood) weergegeven. De balansconcentratie is de theoretische retourslibconcentratie waarbij evenwicht optreedt in de tank. Deze waarde wordt uitgerekend op basis van de inkomende concentratie en de retourslibfactor: $C_{in} (1+R)/R$. Als de tank in evenwicht is, dan komt er evenveel slib de tanks in, als dat er uit gaat. In het plaatje zullen de retourslibconcentratie en de balansconcentratie dan over elkaar heen liggen. Het rechter deel van het plaatje toont de effluentconcentratie (blauw). De waarde is indicatief.

Balans en uitspoeling.

In beide plaatjes wordt de balans van de tank getoond. De balans wordt altijd berekend op basis van influentconcentratie en retourslibfactor. Als er (een lichte vorm van) uitspoeling met het effluent optreedt, dan zou om de balans sluitend te krijgen de effluentvracht meegenomen moeten worden. Dit wordt niet gedaan om het beeld van het functioneren van de tank niet te vertroebelen. Dit heeft echter tot gevolg dat indien uitspoeling optreedt (wat in principe altijd in enige mate het geval is) de tank evenwicht heeft bereikt, terwijl in de plaatjes een getal kleiner dan 100% wordt weergegeven.

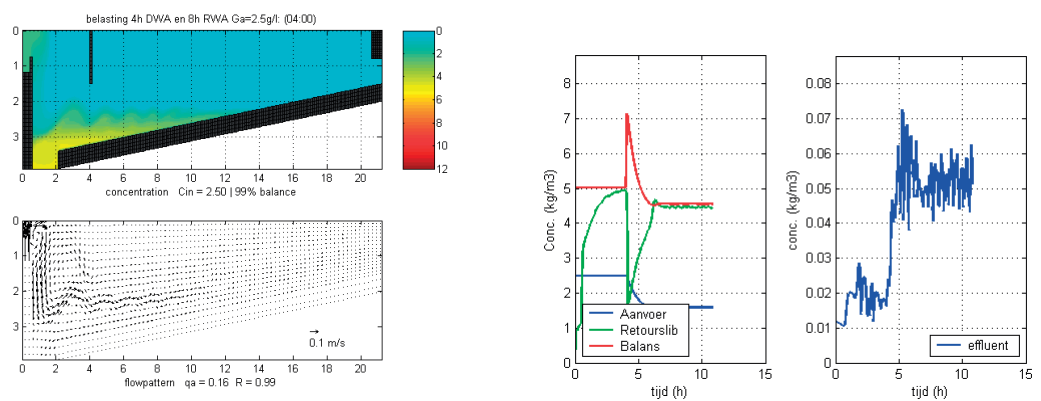
UITGANGSSITUATIE (OORSPRONKELIJKE GEOMETRIE)

1. DWA - SLIBGEHALTE 4,0 G/L, SLIB ALMELO VISSEDIJK, SVI 150 ML/G



Er treedt een beperkte instroming van helder water op langs de wand van de inlooptrommel. De slibspiegel bevindt zich grofweg op 2,0 m onder de waterspiegel.

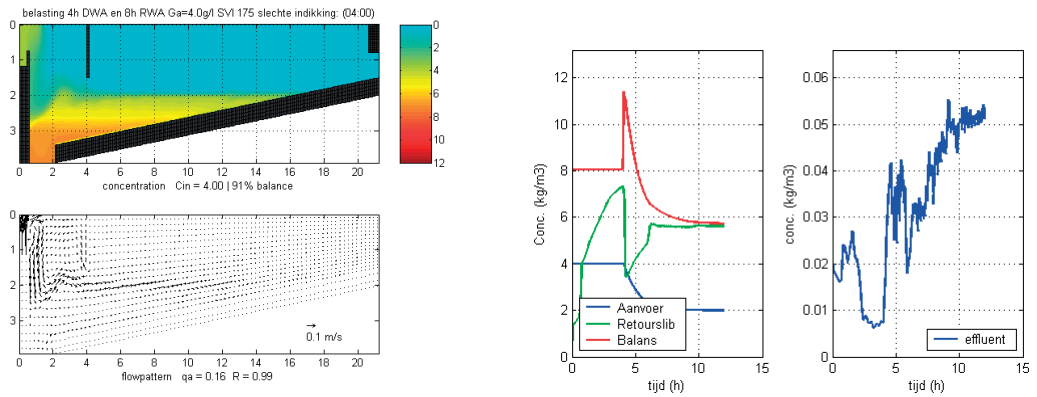
2. DWA - SLIBGEHALTE 2,5 G/L, SLIB ALMELO VISSEDIJK, SVI 150 ML/G



Er treedt een beperkte instroming van helder water op langs de wand van de inlooptrommel. De slibspiegel is minder hoog en minder geconcentreerd dan bij 4,0 g/l

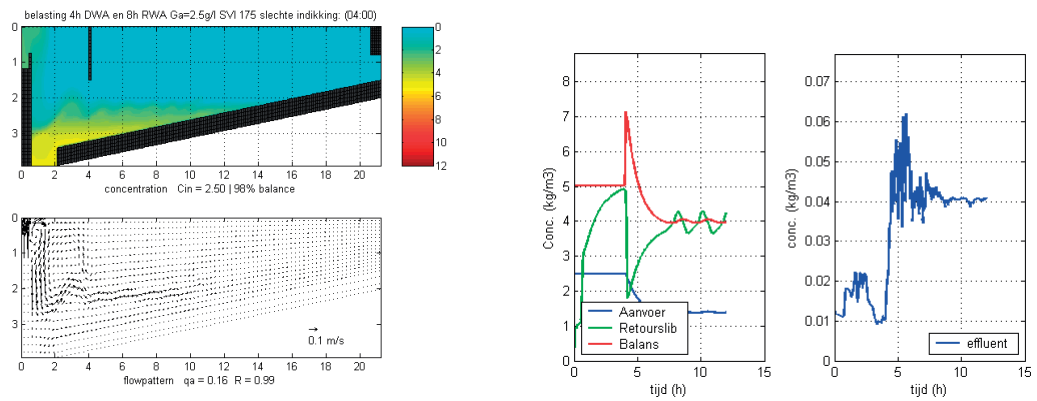
Bij 2,5 g/l ontstaat een iets minder hoge en veel minder geconcentreerde slibspiegel dan bij 4,0 g/l. Het lagere slibgehalte van 2,5 g/l in de beluchtingstanks heeft tot gevolg dat de evenwichtsconcentratie van het retourslib bij DWA fors lager ligt dan bij 4,0 g/l (4,5 g/l i.p.v. 6,3 g/l).

3. DWA - SLIBGEHALTE 4,0 G/L, SLECHT INDIKBAAR SLIB, SVI 175 ML/G



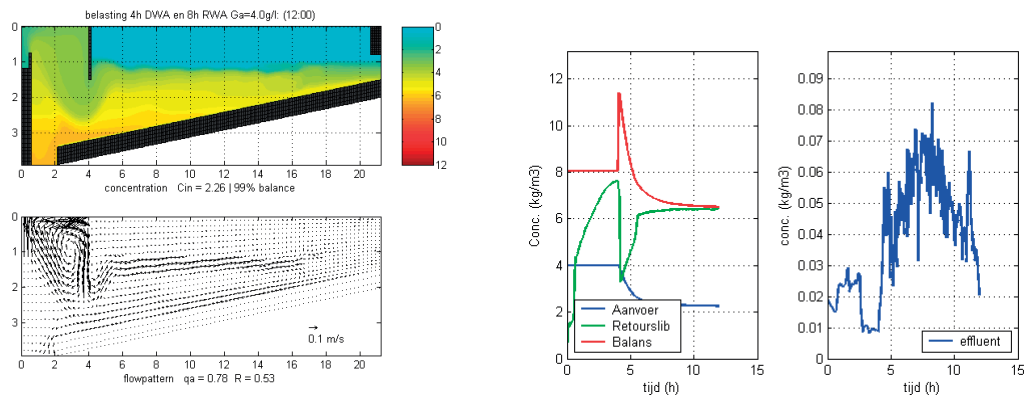
Beperkte instroming van helderwater treedt op langs de wand van de inlooptrommel. Het effect van de hogere SVI en een slechter indikbaarheid is bij DWA beperkt.

4. DWA - SLIBGEHALTE 2,5 G/L, SLECHT INDIKBAAR SLIB, SVI 175 ML/G



Beperkte instroming van helderwater treedt op langs de wand van de inlooptrommel. Het effect van de hogere SVI en een slechter indikbaarheid is bij DWA beperkt. Het effect van het lagere slibgehalte wijkt niet zichtbaar af van de case met het betere slib.

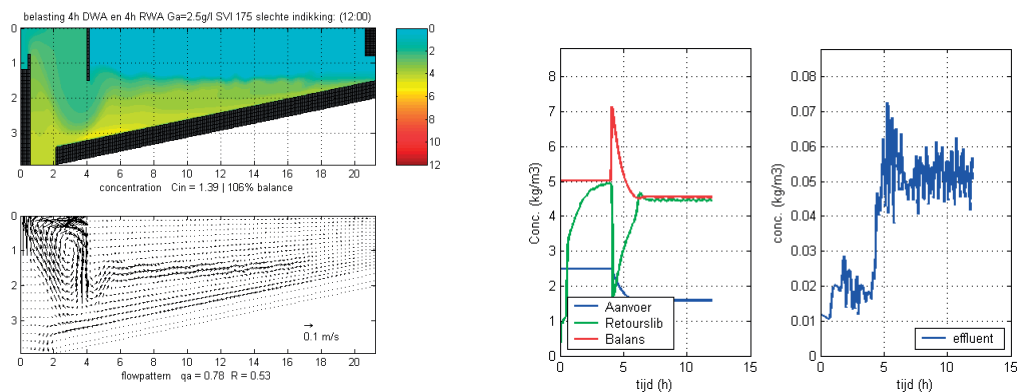
5. RWA - SLIBGEHALTE 4,0 G/L, SLIB ALMELO VISSEDIJK, SVI 150 ML/G



De slibspiegel bevindt zich grofweg op 1,0 m onder de waterspiegel. In het stroompatroon is zichtbaar dat er een werveling optreedt in de inlooptrommel waarbij materiaal vanaf de zone dicht bij de bodem terug in de inlooptrommel wordt gezogen.

Tijdens de overgang van DWA naar RWA lijkt bij deze configuratie van de geometrie (in de simulatie) het verloop van het retourslibgehalte minder vloeiend te verlopen. Op basis van aanvullende berekeningen (gridverfijning), kon deze situatie niet worden verbeterd. De invloed hiervan op het resultaat is echter beperkt.

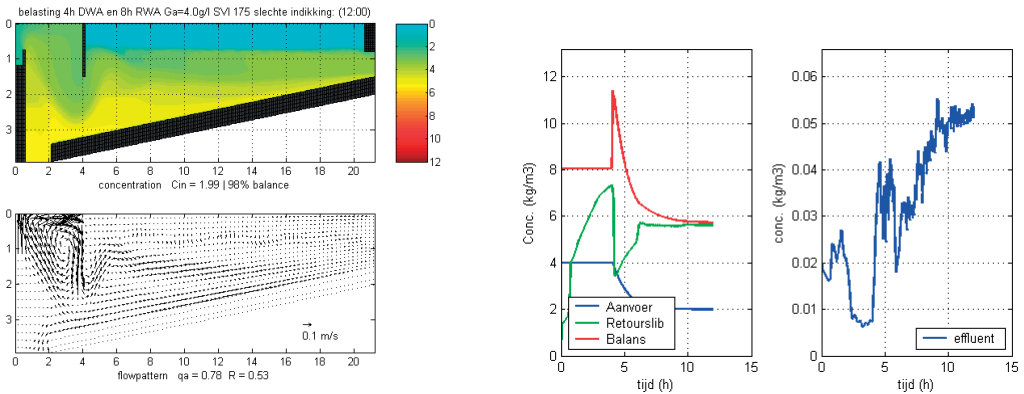
6. RWA - SLIBGEHALTE 2,5 G/L, SLIB ALMELO VISSEDIJK, SVI 150 ML/G



De slibspiegel bevindt zich grofweg op 1,5 m onder de waterspiegel. In het stroompatroon is zichtbaar dat er een werveling optreedt in de inlooptrommel waarbij materiaal vanaf de zone dicht bij de bodem terug in de inlooptrommel wordt gezogen.

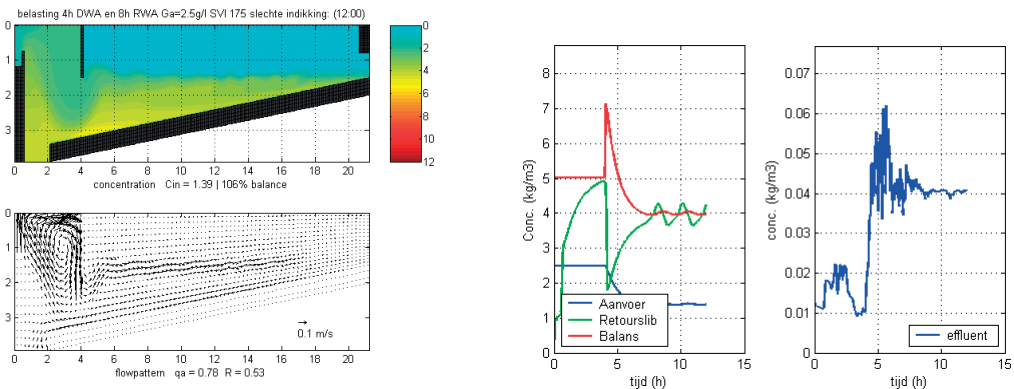
Ook hierbij verloopt tijdens de overgang van DWA naar RWA het verloop van het retourslibgehalte minder vloeiend. In de curve bij RWA zijn zeer kleine herhalende schommelingen in de concentratie te zien.

7. RWA - SLIBGEHALTE 4,0 G/L, SLECHT INDIKBAAR SLIB, SVI 175 ML/G



De slibspiegel bevindt zich grofweg op 0,75 m onder de waterspiegel. In het stroompatroon is zichtbaar dat er een werveling optreedt in de inlooptrommel waarbij materiaal vanaf de zone dicht bij de bodem terug in de inlooptrommel wordt gezogen. De hogere SVI en de slechtere indikbaarheid hebben een duidelijk effect op de hoogte van de slibspiegel en de mate van indikking.

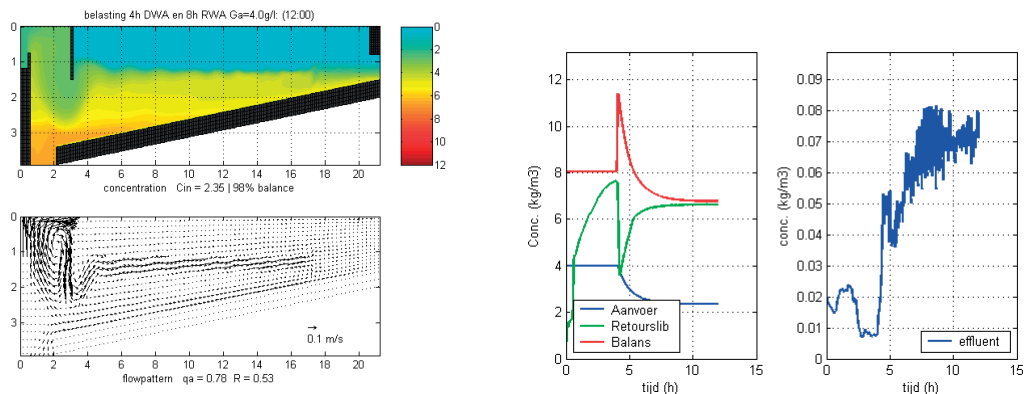
8. RWA - SLIBGEHALTE 2,5 G/L, SLECHT INDIKBAAR SLIB, SVI 175 ML/G



De slibspiegel bevindt zich grofweg op 1,5 m onder de waterspiegel. In het stroompatroon is zichtbaar dat er een werveling optreedt in de inlooptrommel waarbij materiaal vanaf de zone dicht bij de bodem terug in de inlooptrommel wordt gezogen. De hogere SVI en de slechtere indikbaarheid komen bij een lagere slibconcentratie van 2,5 g/l veel minder tot uitdrukking dan bij een hogere slibconcentratie van 4,0 g/l.

ALTERNATIEF 1 (VERNAUWDE INLOOPTROMMEL)

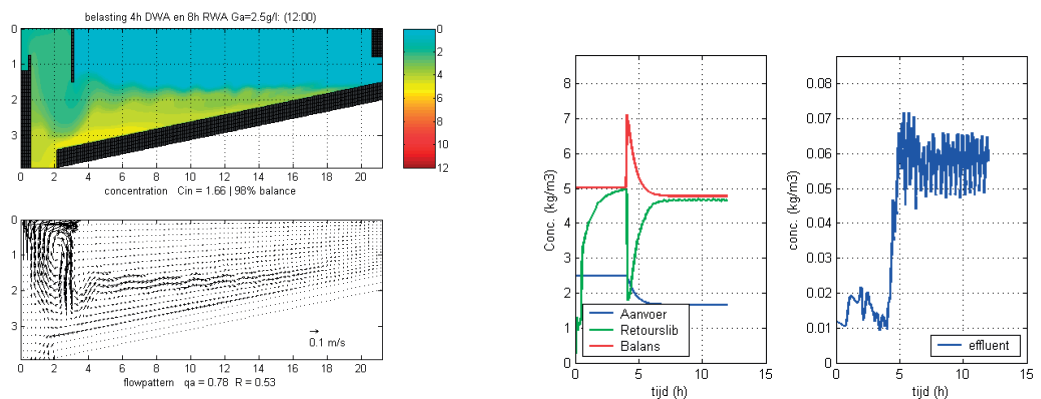
9. RWA - SLIBGEHALTE 4,0 G/L, SLIB ALMELO VISSEDIJK, SVI 150 ML/G



De slijbspiegel bevindt zich grofweg op 1,25 m onder de waterspiegel. In het stroompatroon is zichtbaar dat de werveling die in de inlooptrommel optreedt gunstiger is waardoor het inkomende slib beter in de tank gedistribueerd wordt. De slijbspiegel bevindt zich iets lager dan in het geval van de originele inlooptrommel.

De transitie van DWA naar RWA lijkt bij deze configuratie van de geometrie goed te verlopen. De curve van de retourslibconcentratie verloopt zeer geleidelijk.

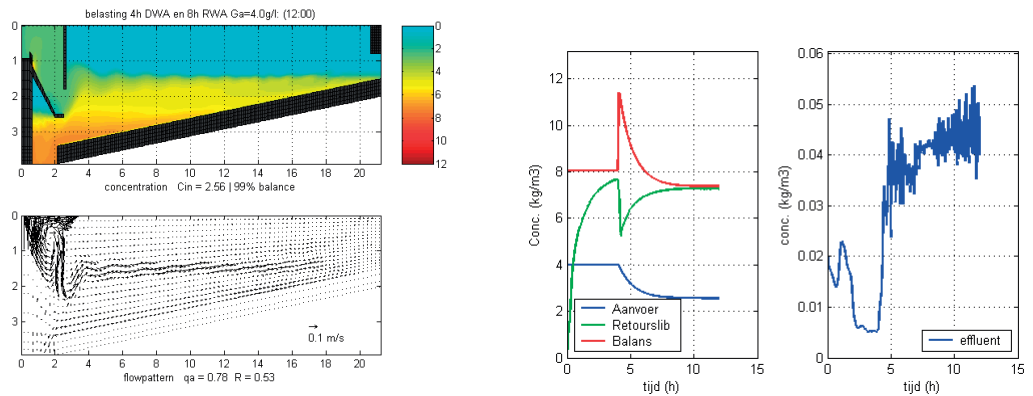
10. RWA - SLIBGEHALTE 2,5 G/L, SLIB ALMELO VISSEDIJK, SVI 150 ML/G



De slijbspiegel bevindt zich grofweg op 1,75 m onder de waterspiegel. In het stroompatroon is zichtbaar dat de die werveling optreedt in de inlooptrommel gunstiger is waardoor het inkomende slib beter in de tank gedistribueerd wordt. De slijbspiegel bevindt zich lager dan in het geval van de originele inlooptrommel.

ALTERNATIEF 2 (DEFLECTIESCHOT)

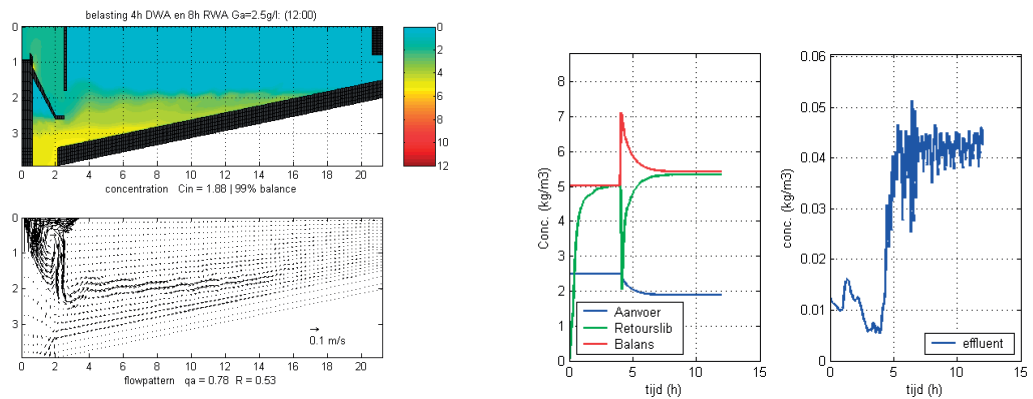
13. RWA - SLIBGEHALTE 4,0 G/L, SLIB ALMELO VISSEDIJK, SVI 150 ML/G



De slibspiegel bevindt zich grofweg op 1,3 m onder de waterspiegel. In het stroompatroon is zichtbaar dat de werveling die in de inlooptrommel optreedt nog iets gunstiger is waardoor het inkomende slib beter in de tank gedistribueerd wordt. De slibspiegel bevindt zich iets lager dan in het geval van de originele inlooptrommel en het eerste alternatief met de vernauwde inlooptrommel.

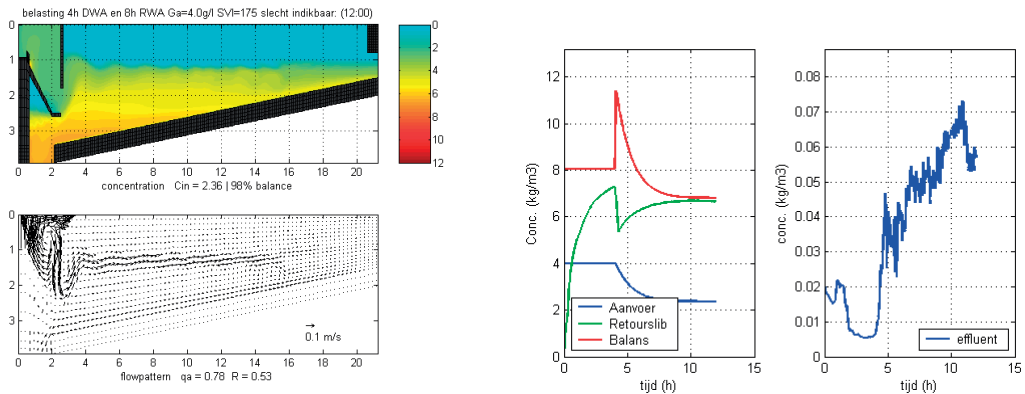
De transitie van DWA naar RWA lijkt bij deze configuratie van de geometrie goed te verlopen. De curve van de retourslibconcentratie verloopt zeer geleidelijk.

14. RWA - SLIBGEHALTE 2,5 G/L, SLIB ALMELO VISSEDIJK, SVI 150 ML/G



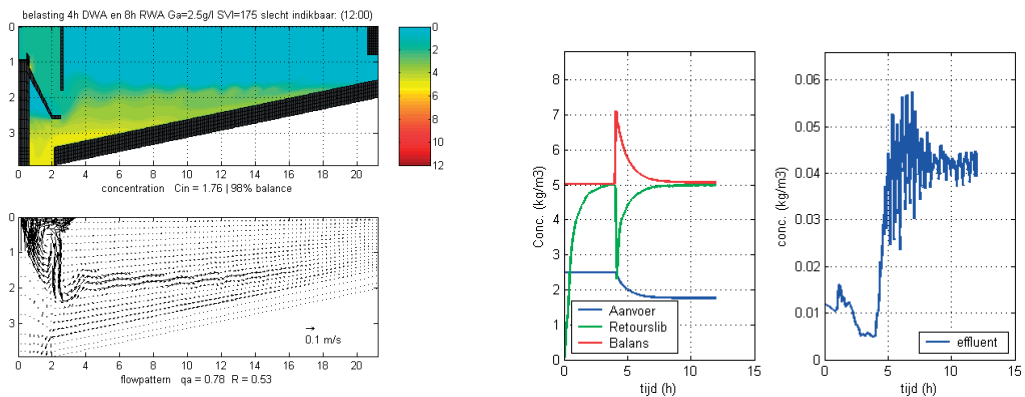
De slibspiegel bevindt zich grofweg op 1,9 m onder de waterspiegel. In het stroompatroon is zichtbaar dat de werveling die optreedt in de inlooptrommel gunstiger is waardoor het inkomende slib beter in de tank gedistribueerd wordt. De slibspiegel bevindt zich lager dan in het geval van de originele inlooptrommel en het eerste alternatief met de vernauwde inlooptrommel.

15. RWA - SLIBGEHALTE 4,0 G/L, SLECHT INDIKBAAR SLIB, SVI 175 ML/G



De slibspiegel bevindt zich grofweg op 1,0 m onder de waterspiegel. In het stroompatroon is zichtbaar dat de werveling die optreedt in de inlooptrommel gunstiger is waardoor het inkomende slib beter in de tank gedistribueerd wordt. De slibspiegel bevindt zich lager dan in het geval van de originele inlooptrommel en het eerste alternatief met de vernauwde inlooptrommel. De hogere SVI en de slechtere indikbaarheid hebben een duidelijk effect op de hoogte van de slibspiegel en de mate van indikking.

16. RWA - SLIBGEHALTE 2,5 G/L, SLECHT INDIKBAAR SLIB, SVI 175 ML/G



De slibspiegel bevindt zich grofweg op 1,75 m onder de waterspiegel. In het stroompatroon is zichtbaar dat de werveling die optreedt in de inlooptrommel gunstiger is waardoor het inkomende slib beter in de tank gedistribueerd wordt. De slibspiegel bevindt zich lager dan in het geval van de originele inlooptrommel en het eerste alternatief met de vernauwde inlooptrommel. De hogere SVI en de slechtere indikbaarheid hebben bij deze slibconcentratie van 2,5 g/l een zeer beperkt effect op de hoogte van de slibspiegel.

