

# WERKING COMBI-USBF OP DE RWZI WIJK BIJ DUURSTEDE



RAPPORT

2009  
w04

**stowa**

WERKING COMBI-USBF OP DE RWZI WIJK BIJ DUURSTEDE

**STOWA**



ISBN 978.90.5773.435.9



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

Publicaties van de STOWA kunt u bestellen op [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)

# COLOFON

## COLOFON

Utrecht, 2009

UITGAVE STOWA, Utrecht

## PROJECTUITVOERING

Drs. J.L.P.M van der Pluijm, Innowater BV

Ir. A.R. Borger, Grontmij Nederland BV

## BEGELEIDINGSCOMMISSIE

Ir. H.M. Schepman, Waterschap Groot-Salland (voorzitter)

E.J. de Jong, Waterschap Noorderzijlvest

Ing. H.A.P. Mollen, Waterschap Brabantse Delta

Ir. H. van der Spoel, Waterschap Rivierenland

Ir. E. Brandt, Evides

Ir. J.O.J. Duin, Waterschap Hollandse Delta

Ir. C.A. Uijterlinde, STOWA

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau

STOWA rapportnummer 2009-w04  
ISBN 978.90.5773.435.9

# SAMENVATTING

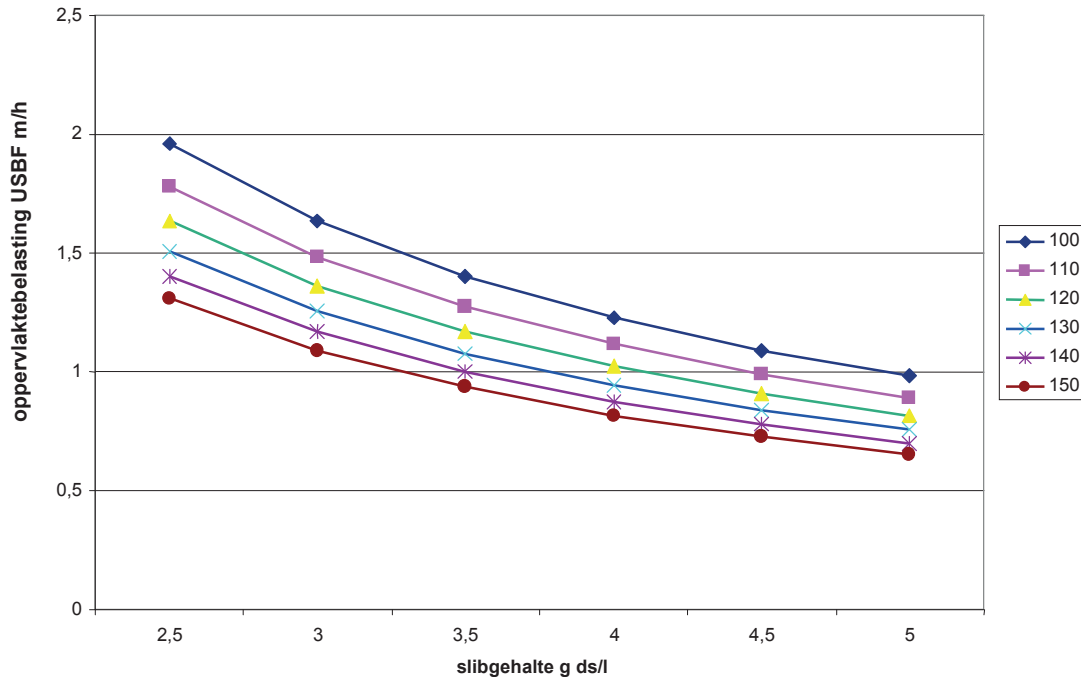
De combi-USBF technologie is sinds de jaren '90 ontwikkeld en toegepast als slib-waterscheiding na de actiefslibtank, als alternatief voor de nabezinktank. Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) heeft besloten om de combi-USBF toe te passen op de RWZI Wijk bij Duurstede. De RWZI moest hydraulisch uitgebreid worden en aangepast worden voor vergaande biologische stikstof en fosfaatverwijdering volgens het UCT-principe. Gezien de potentie en nieuwigheid van de combi-USBF technologie voor de Nederlandse situatie en de mogelijkheid deze technologie te testen op de RWZI Wijk bij Duurstede, is besloten een praktijkonderzoek uit te voeren. De hoofddoelstelling van dit onderzoek is de Nederlandse waterschappen een handvat te geven over de specifieke toepassingsmogelijkheden van combi-USBF.

De combi-USBF eenheid bestaat uit een V-vormig element, gevormd door twee platen, meestal geplaatst in de lengterichting van een aërietetank. De eenheid wordt vanuit een opening aan de onderkant opwaarts doorstroomd (upflow). Het slib-watermengsel uit de aërietetank stroomt aan de onderkant van het combi-USBF compartiment in, en het effluent verlaat de eenheid aan de bovenkant door middel van een overstortgoot eventueel met duikschot. Onder in de combi-USBF eenheid vormt zich, door de combinatie van opwaartse doorstroming en slibbezinking een deken van gedeeltelijk gefluïdiseerd actief slib. Deze deken heeft een filterende werking. Om de gedeeltelijke fluïdisatie, de deken in stand te houden, en het gefiltreerde slib af te voeren is recirculatie nodig. Deze vindt plaats op circa de halve hoogte van de combi-USBF via collectoren over de gehele lengterichting. Deze collectoren zijn via leidingen verbonden aan een pomp die de recirculatie naar bijvoorbeeld de denitrificatieruimte brengt.

Tijdens de monitoringsfase van 2008 is op grond van de meetresultaten tevens de relatie tussen slibvolumebelasting en de slibspiegelhoogte berekend. Het ging hierbij vooral om meer kortstondige pieken in debiet over de combi-USBF. De resultaten daarvan geven een grote spreiding te zien in de resultaten tot ca 500 l/m<sup>2</sup>/uur, waarbij de slibspiegel wel dieper dan 60 cm vanaf het wateroppervlak verbleef. Een grenswaarde van 490 l/m<sup>2</sup>/h lijkt dus toepasbaar voor de belasting van de combi-USBF van rwzi Wijk bij Duurstede. In de praktijk is 400 l/m<sup>2</sup>/h een veilige keuze. Met de waarde van 490 l/m<sup>2</sup>/h als uitgangspunt kan de relatie tussen slibgehalte en oppervlaktebelasting bij verschillende SVI's worden berekend. Deze is in figuur S.1 weergegeven.

FIGUUR 5.1

RELATIE TUSSEN SLIBGEHALTE IN DE AËRATIE-TANK EN DE OPPERVLAKTEBELASTING BIJ VERSCHILLENDE SVI (WAARDEN IN LEGENDA)



Deze relaties zijn bepaald op grond van de resultaten van RWZI Wijk bij Duurstede. Of deze resultaten representatief zijn voor de Nederlandse situatie is echter de vraag. Cruciaal blijft de slibindex. Voor een (m-)UCT proces is deze voor RWZI Wijk bij Duurstede minder goed dan op grond van Nederlandse ervaringen verwacht mag worden. De maximale oppervlaktebelastingen van de combi-USBF komen in deze beschouwing dicht in de buurt van een nabezinktank. Men moet zich dus afvragen of met deze slibkwaliteit wel sprake is van een voordeel als gevolg van een filtratieproces.

Bij de dimensionering van RWZI Wijk bij Duurstede is er vanuit gegaan dat het netto volume dat extra benodigd is in de aeratietank ca 10% van het totaalvolume is, ofwel 1,4 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup> oppervlak van de combi-USBF. Met deze aanname wordt in elk geval voldoende vergaande N-verwijdering gerealiseerd. De slibdeken in de combi-USBF eenheid is biologisch actief, voornamelijk nitrificatieruimte.

Bij influentdebieten tot 400-500 m<sup>3</sup>/h staan de combi-USBF en de nabezinktank in serie, waardoor de nabezinktank als extra bezinkstap fungeert en wordt gevoed met relatief lage drogestofvrachten. Dit leidde ertoe dat eventuele pieken in drogestofaanvoer in de afloop USBF en ook opdrijvend slib goed verwijderd werden in de nabezinktank, met als gevolg een goede effluentkwaliteit t.a.v. drogestof. Bij hogere debieten, waarbij ook direct vanuit de aeratietanks werd gevoed, was het gedrag van de nabezinktank tevens normaal. De combi-USBF technologie is het meest toepasbaar voor RWZI's met een goede slibkwaliteit, met stabiele SVI's onder de 100 ml/g. Voor de Nederlandse situatie is dit echter een zeer scherpe waarde voor ontwerp. Zowel de aard van het afvalwater als het ontwerp moet een dergelijke lage waarde van de SVI kunnen rechtvaardigen.

Bij nieuwe RWZI's kan hiermee rekening gehouden worden. Bij bestaande RWZI's moet hiervoor voldoende ruimte 'over' zijn. Bovendien moet er voldoende aeratietankoppervlak zijn om de combi-USBF te kunnen inbouwen. Inbouw van combi-USBF systemen in diepe tanks (> 5m) kan daardoor moeilijk zijn. In situaties met voorbezinking, en relatief kleinere aeratietanks kunnen ruimte en oppervlak problematisch zijn.

# DE STOWA IN HET KORT

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

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

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

Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n 6,5 miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: 030 -2321199.

Ons adres luidt: STOWA, Postbus 8090, 3503 RB Utrecht.

Email: [stowa@stowa.nl](mailto:stowa@stowa.nl).

Website: [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)



# WERKING COMBI-USBF OP DE RWZI WIJK BIJ DUURSTED

## INHOUD

	SAMENVATTING	
	STOWA IN HET KORT	
<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>1</b>
	1.2 Achtergronden uitvoering onderzoek	1
	1.2 DOEL	2
<b>2</b>	<b>DE COMBI-USBF TECHNOLOGIE</b>	<b>3</b>
	2.1 TECHNIEKBESCHRIJVING	3
	2.2 Dimensioneringsgrondslagen combi-USBF	5
	2.2.1 Definitie van de SVI	6
	2.2.2 Slibdeken als actief slibvolume	6
<b>3</b>	<b>COMBI-USBF BIJ RWZI WIJK BIJ DUURSTED</b>	<b>7</b>
	3.1 Systeemkeuze	7
	3.1.1 SYSTEEMOPZET	7
	3.1.2 Meet- en regeltechniek combi-USBF	10
	3.2 INBOUW combi-USBF	11
	3.3 OPSTART	11
	3.3.1 Licht slib	11
	3.3.2 Slibbelasting/slibgehalte	13
	3.4 Prestaties van de rwzi Wijk bij Duurstede	14
	3.5 Drijfslagen en drijfslagafvoer	15



<b>3.6</b>	Aanpassingen aan de combi-USBF eenheden	16
3.6.1	Aanpassing toevoer naar drijfslagput	16
3.6.2	Verwijdering van het Tilburg-systeem en de keerschotten	16
3.6.3	Propellers recirculatiepompen	17
3.6.4	Aanpassing hydraulische afvoer na combi-USBF	17
<b>4</b>	<b>UITVOERING ONDERZOEK</b>	19
4.1	Monitoring	19
4.2	Capaciteitstesten	19
4.3	Metingen en analyses	20
<b>5</b>	<b>RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK</b>	21
5.1	Monitoring begin 2008	21
5.1.1	Stikstof- en fosforverwijdering	21
5.1.2	Slibeigenschappen	21
5.1.3	Gedrag van de combi-USBF eenheden	21
5.1.4	Gedrag bij hoge SVI	23
5.2	De proefnemingen	23
5.3	Verschil SVI verdund en onverdund	24
5.4	Stabiliteit van de slibdeken	25
5.5	Drogestofgehalte van de slibdeken	26
5.6	Zuurstofprofielen	26
5.7	Drogestof in afloop de combi-USBF en nabezinktank	26
<b>6</b>	<b>EVALUATIE EN CONCLUSIES</b>	28
6.1	Ontwerp- en onderzoeksproces	28
6.2	Combi-USBF en effluenteisen	28
6.3	Capaciteit en ontwerpgrondslagen	29
6.4	Gedrag van de nabezinktank	31
6.5	Onderhouds- en beheersaspecten	32
6.6	Toepassingsmogelijkheden in Nederland	32
6.7	Aanbevelingen	32
	<b>BIJLAGEN</b>	
1	Combi-USBF installaties	33
2	Foto's van de realisatie	37
3	resultaten onderzoeken	39
4	Bedrijfsgegevens rwzi Wijk bij Duurstede 2006 (vor verbouwin) en 2007	53

# 1

## INLEIDING

### 1.2 ACHTERGRONDEN UITVOERING ONDERZOEK

De combi-USBF technologie is sinds de jaren '90 ontwikkeld en toegepast als slib-waterscheiding in de actiefslibtank, als alternatief voor de nabezinktank. Combi-USBF is met name toegepast in kleinere Tsjechische RWZI's voor huishoudelijk afvalwater. De technologie is ontwikkeld door het Tsjechische bedrijf ECOFLUID s.r.o. uit Brno. Inmiddels zijn er ook toepassingen van combi-USBF in onder andere Italië, Noord-Amerika, Jordanië en Ierland en Litouwen. 'USBF' staat voor Upflow Sludge Blanket Filtration, en 'COMBI' voor de combinatie van recirculatie in de USBF met recirculatie van nitraathoudend water naar de denitrificatieruimte.

In het STOWA onderzoek "Buitenlandse technieken, een zoektocht naar andere oplossingen" uit 2002 (rapportnummer 41) kwam de combi-USBF als potentieel kansrijk voor de Nederlandse situatie naar voren. Met combi-USBF wordt de slib-waterscheiding geïntegreerd in de aëratietank. De combi-USBF technologie leidt daardoor tot een compactere bouw ten opzichte van RWZI's met slib-waterscheiding in nabezinktanks. Leidingen voor slibrecirculatie worden verkort en er behoeft nauwelijks hydraulisch verval te worden overbrugd. De recirculatie wordt gecombineerd met de benodigde terugvoer van nitraat naar de denitrificatiezone. Dit levert een winst ten aanzien van pompenergie.

De combi-USBF technologie kan worden gecombineerd met bekende concepten voor vergaande biologische stikstof- en fosfaatverwijdering uit afvalwater. Naast toepassing in nieuwe zuiveringsstraten, kan de combi-USBF technologie ook geïntegreerd worden in bestaande afvalwaterzuiveringssystemen.

Op basis van kostenvergelijkingen, haalbaarheidsstudies en een bezoek aan diverse op USBF gebaseerde RWZI's in Tsjechië, heeft het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) besloten om de combi-USBF toe te passen op de RWZI Wijk bij Duurstede. De RWZI moest hydraulisch uitgebreid worden en aangepast worden voor vergaande biologische stikstof- en fosfaatverwijdering volgens het UCT-principe.

Gezien de potentie en nieuwheid van de combi-USBF technologie voor de Nederlandse situatie en de mogelijkheid deze technologie te testen op de RWZI Wijk bij Duurstede, is besloten een praktijkonderzoek uit te voeren.

## 1.2 DOEL

De hoofddoelstelling van dit onderzoek is de Nederlandse waterschappen een handvat te geven over de specifieke toepassingsmogelijkheden van combi-USBF. Hiertoe is het nodig om:

- de prestaties van combi-USBF ten aanzien van slib/waterscheiding vast te stellen onder wisselende aanvoersomstandigheden;
- de toepassingsgrenzen van combi-USBF op RWZI Wijk bij Duurstede vast te stellen bij de vereiste effluentkwaliteit conform WVO-vergunning ( $N_{\text{totaal}} = 10 \text{ mg N/l}$ ;  $P_{\text{totaal}} = 1\text{-}2 \text{ mg/l}$ ; zwevende stof = 30 mg/l in vergunning, <10 mg/l streefwaarde);
- de dimensioneringsgrondslagen vast te stellen;
- de onderhouds- en beheersaspecten van combi-USBF in kaart te brengen;
- het effect van een nageschakelde nabezinktank op de effluentkwaliteit vast te stellen.

# 2

## DE COMBI-USBF TECHNOLOGIE

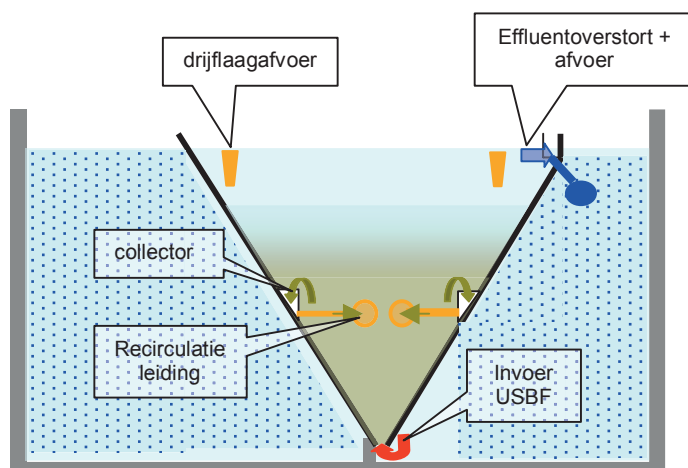
### 2.1 TECHNIEKBESCHRIJVING

De combi-USBF eenheid bestaat uit een V-vormig element, gevormd door twee platen, meestal geplaatst in de lengterichting van een rechthoekige aeratietank. De eenheid wordt vanuit een opening aan de onderkant opwaarts doorstroomd (upflow). Het slib-watermengsel uit de aeratietank stroomt aan de onderkant de combi-USBF in, en het effluent verlaat de eenheid aan de bovenkant door middel van een overstortgoot eventueel met duikschot. Onderin de combi-USBF eenheid vormt zich, door de combinatie van opwaartse doorstroming en slibbezinking een deken van gedeeltelijk gefluidiseerd actief slib. Deze deken heeft een filterende werking. Om de gedeeltelijke fluidisatie in de deken in stand te houden, is recirculatie nodig. Deze vindt plaats op circa de halve hoogte van de combi-USBF via collectoren over de gehele lengterichting. Deze collectoren zijn via leidingen verbonden aan een pomp die het retour-slib naar bijvoorbeeld de denitrificatieruimte brengt. Bij droogweeraanvoer van afvalwater bevindt de bovenkant van de slibdeken zich ongeveer ter hoogte van de collectoren. Bij maximale hydraulische capaciteit expandeert het bed tot ongeveer 20 cm onder het wateroppervlak door de toenemende doorstroming.

Boven de slibdeken bevindt zich onder normale omstandigheden een schoonwaterzone. De stroming in deze schoonwaterzone is laminair en er treedt nog enige ongehinderde bezinking op.

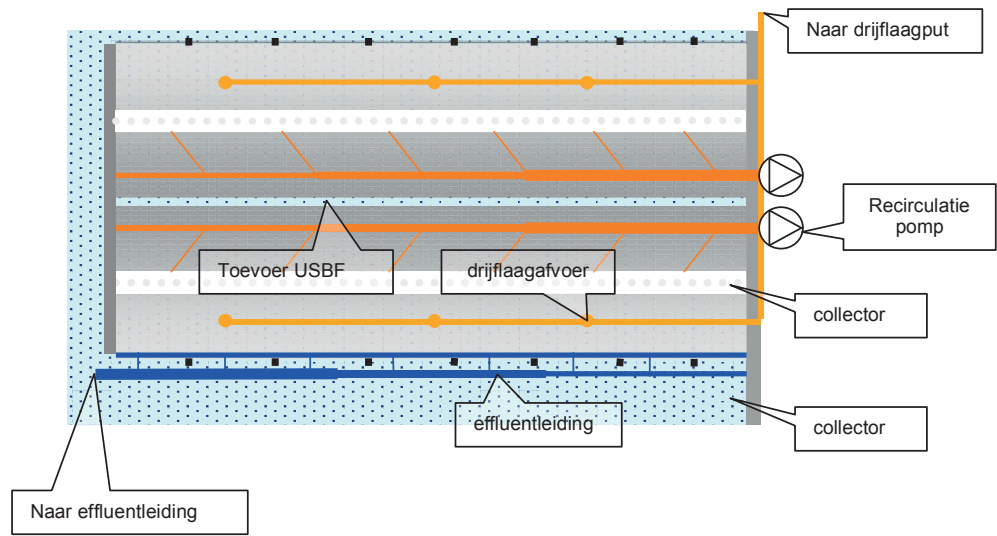
FIGUUR 1

SCHEMATISCHE DWARSDOORSNEDE COMBI-USBF



FIGUUR 2

BOVENAANZICHT COMBI-USBF



FIGUUR 3

COMBI-USBF RWZI WIJK BIJ DUURSTEDDE



De potentiële voordelen van de combi-USBF technologie op de RWZI Wijk bij Duurstede ten opzichte van de klassieke nabezinking zijn de volgende:

- 1 ruimtebesparing: een extra nabezinktank is overbodig maar er is ca. 10-20% extra aeratietankvolume nodig om de combi-USBF technologie te kunnen toepassen;
- 2 duurzaam materiaalgebruik: de constructie van de combi-USBF hoeft niet waterdragend te zijn. De constructie kan relatief licht zijn en uitgevoerd van herbruikbaar staal;
- 3 minder energieverbruik doordat retourstroom een klein hydraulisch verlies hebben en worden gecombineerd met de recirculatie die toch al nodig is van de nitrificatietank naar de denitrificatietank;
- 4 lagere kosten voor de constructie. Dit komt vooral tot uiting ten opzichte van nabezinktanks met een kleine diameter (<30 m) die relatief duur zijn.

Potentiële risico's zijn:

- 1 de combi-USBF eenheden hebben weinig buffervolume voor de stijging van de slibdeken, en is daarmee kwetsbaar voor de slibkwaliteit;
- 2 verstoppingen van het slibrecirculatie systeem.

## 2.2 DIMENSIONERINGSGRONDSLAGEN COMBI-USBF

Volgens het oorspronkelijke ontwerp van de COMBI-USBF op de RWZI Wijk bij Duurstede is de te hanteren oppervlaktebelasting afhankelijk van een combinatie van slibvolume-index (SVI), en slibgehalte volgens de volgende empirische formules:

$$\text{Toelaatbaar slibgehalte (g ds/l)} = 6 \cdot 100/\text{SVI} \quad (1)$$

$$\text{Toelaatbare oppervlaktebelasting (m/h)} = 1,8 (100/\text{SVI})^{0,5} \quad (2)$$

SVI in ml/g

Het recirculatiedebiet bedraagt 2 maal de hydraulische capaciteit van de combi-USBF eenheid.

Het is voor de uitvoering van belang dat:

1. de beluchting minimaal 1,5 meter verwijderd is van de toevoer in de Combi-USBF. Dit is nodig om 'meesleuren' van luchtbelletjes in de combi-USBF te voorkomen met als gevolg verstoring van het slibbed.
2. de collectoren voor de recirculatie op ca 2,5 meter hoogte (vanaf de centrale opening aan de onderzijde van de combi-USBF) aan beide zijkanten over de gehele lengte van de combi-USBF eenheden worden aangebracht.
3. De diameter van de gaten van de collectoren het verst verwijderd van de recirculatiepomp moeten iets groter de collectoren dichtbij de recirculatiepomp zodat een egaal recirculatiedebiet over de gehele lengte van de combi-USBF eenheid wordt bereikt.

### 2.2.1 DEFINITIE VAN DE SVI

Tijdens de opstart bleek dat de leverancier van een andere SVI-definitie uit is gegaan dan in Nederland gebruikelijk. De leverancier is uitgegaan van de onverdunde SVI (oSVI), waarbij het slibvolume met een onverdund monster wordt bepaald. In Nederland (en sinds 2006 de gehele EU) wordt voor de bepaling van de SVI volgens NEN14702-1 uitgegaan, waarbij het monster wordt verdund zodat een slibvolume van minder dan 250 ml/l wordt bereikt. De verdunning wordt toegepast om effecten van gehinderde bezinking uit te sluiten, waardoor de SVI-bepaling beter reproduceerbaar wordt. In feite zijn de SVI en de oSVI dus verschillende grootheden.

Met de SVI volgens NEN als uitgangspunt betekent dit daarom een verlaging van de capaciteit van de combi-USBF eenheden ten opzichte van de waarden volgens de leverancier.

In het vervolg van dit rapport staat **oSVI** voor onverdunde SVI en SVI voor de SVI volgens NEN (verdund). Zie paragraaf 5.3.

### 2.2.2 SLIBDEKEN ALS ACTIEF SLIBVOLUME

Bij de dimensionering van de RWZI is ervan uitgegaan dat het volume van de slibdeken in de combi-USBF gezien kan worden als actief slibvolume. Het volumeverlies aan beluchtingsruimte van de combi-USBF eenheden is geschat op ongeveer  $1,4 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{oppervlak USBF}}$ . Dit is het gemiddelde volume van de schoonwaterzone. Het contact tussen water en slib in de combi-USBF is goed en de hydraulische verblijftijd in de zone onder het niveau van de collectoren is kort (in de orde van 4,5 tot 7 minuten) zodat daar geen zuurstofgradiënt wordt verwacht en aëroob is. In de zone boven de collectoren is de hydraulische verblijftijd langer (circa 2,5 uur bij dwa-aanvoer, en circa 1 uur bij maximum capaciteit).

# 3

## COMBI-USBF BIJ RWZI WIJK BIJ DUURSTEDEN

### 3.1 SYSTEEMKEUZE

De RWZI Wijk bij Duurstede moest hydraulisch uitgebreid worden. De RWZI was bovendien niet geschikt voor  $N_{\text{totaal}}$  verwijdering en P-verwijdering. Uit een systeemkeuzestudie in 2003 kwam naar voren dat bij keuze voor nabezinking een extra nabezinktank met een diameter van minimaal 27,2 m nodig was. Voor een tweede nabezinktank was extra grondaankoop nodig. De bodemgesteldheid was zodanig dat de nabezinktank moest worden voorzien van heipalen. Dit alles maakte de toepassing van nabezinking duur. Vandaar dat in die systeemkeuze ook de combi-USBF technologie is meegenomen. Er was rekening gehouden met een effectief volumeverlies van het AT volume van circa 10% door inbouw van het USBF. Het overgebleven AT volume was voldoende om vergaande N-verwijdering te realiseren (voor de bio-P verwijdering werd een aparte anaërobe tank bijgebouwd). Uit de systeemkeuze kwam naar voren dat combi-USBF een kostenvoordeel opleverde van circa 20% op de bouw- en stichtingskosten.

Omdat het ging over een nieuwe technologie heeft een delegatie van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, Grontmij BV en Innowater BV een bezoek gebracht aan Ecofluid en enige RWZI's met de combi-USBF in Tsjechië (zie ook bijlage 1 voor enkele foto's van bezochte installaties). Dit heeft samen met de uitkomsten van de systeemkeuze geresulteerd in de keuze om de combi-USBF technologie toe te passen op RWZI Wijk bij Duurstede.

#### 3.1.1 SYSTEEMOPZET

De waterlijn RWZI Wijk bij Duurstede (oorspronkelijk 31.250 i.e à 136 g TZV/i.e) bestond voor de aanpassing uit een influentgemaal, roostergoed en zandvang en twee parallelle, volledig beluchte rechthoekige aëratietanks en een nabezinktank van 35,6 m diameter. Voor de RWZI was een hydraulische uitbreiding van 1.000 m<sup>3</sup>/h tot 1.360 m<sup>3</sup>/h noodzakelijk. Bovendien neemt op termijn de belasting toe tot 34.000 inwonerequivalenten en worden er strengere effluenteisen gesteld (10 mg totaal stikstof/l als jaargemiddelde en 2 mg totaal fosfaat/l als voortschrijdend gemiddelde over 10 waarnemingen).

Om dit te bereiken is de RWZI als volgt aangepast:

- nieuwbouw van een selector/anaërobe tank;
- compartimentering van de bestaande aëratietanks in een denitrificatietank (30% van het volume) en een nitrificatiegedeelte met bellenbeluchting (70% van het volume);
- per aëratietank inbouw van een combi-USBF eenheid met een gezamenlijk oppervlakte van 404 m<sup>2</sup> en een capaciteit 680 m<sup>3</sup>/h (= 50% van totale hydraulische capaciteit van de RWZI).

De selector/anaërobe tank wordt gevoed met slib vanuit de denitrificatietank (UCT).



De combi-USBF eenheden zijn gedimensioneerd op een oppervlaktebelasting van  $1,7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$  bij een slibgehalte in de aeratietank van  $4,0 \text{ kg ds}/\text{m}^3$  en een SVI van  $120 \text{ ml}/\text{g}$  (slibvolume =  $480 \text{ ml}/\text{l}$ ). Volgens formules van de leverancier (zie paragraaf 2.2) is de toelaatbare oppervlaktebelasting bij de ontwerpwaarden lager dan waarop is gedimensioneerd, namelijk  $1,64 \text{ m}/\text{h}$  in plaats van  $1,70 \text{ m}/\text{h}$ . Of, andersom bij een oSVI van  $112 \text{ ml}/\text{g}$  (slibvolume onverdund =  $448 \text{ ml}/\text{l}$ ) kan een oppervlaktebelasting van  $1,7 \text{ m}/\text{h}$  worden behaald (over verlaging van het slibgehalte naar  $3,6 \text{ g ds}/\text{l}$ ). Er is dus te scherp gedimensioneerd.

De recirculatie van de nitrificatieruimte naar de denitrificatietank geschiedt via de slibrecirculatie van de combi-USBF eenheden (ongeveer  $3,8 \times Q_{\text{dwa}}$ ). Mocht deze niet toereikend zijn, dan kan via een propellorpomp extra gerecirculeerd worden.

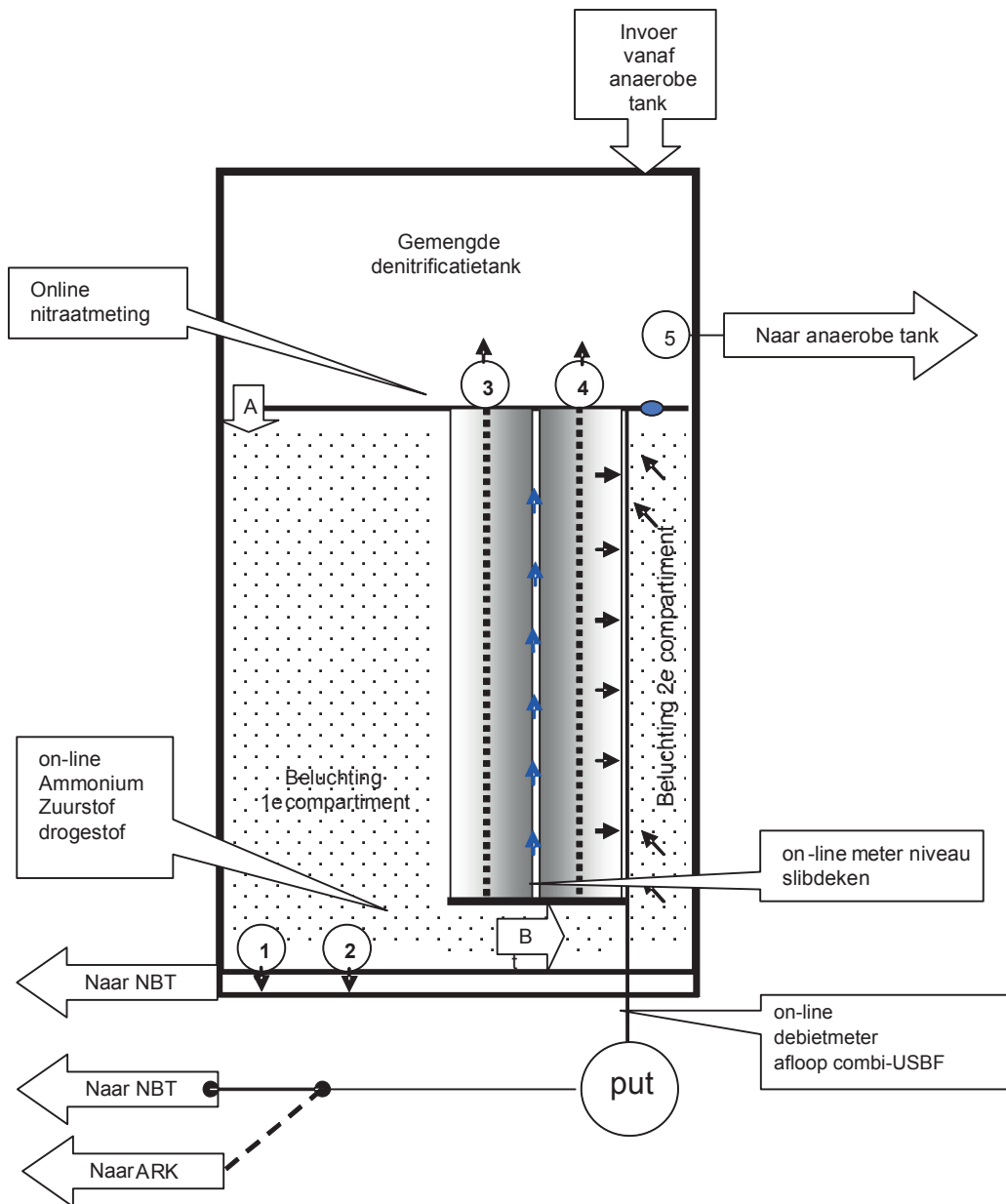
TABEL 1

DIMENSIONERINGSGRONDSLAGEN RWZI WIJK BIJ DUURSTED E

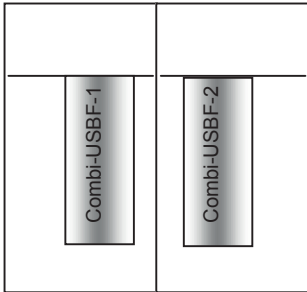
grootheid	waarde	eenheid
i.e.-belasting	34.000	i.e.
dwa-debiet	355	$\text{m}^3/\text{h}$
rwa-debiet	1.360	$\text{m}^3/\text{h}$
BZV <sub>influent</sub>	1.430	$\text{kg}/\text{d}$
ontwerp-slibbelasting	0,065	$\text{kg BZV}/\text{kg ds.d}$
actuele slibbelasting (2007)	0,075	$\text{kg BZV}/\text{kg ds.d}$
ontwerp ds- gehalte aëratietank	3,6	$\text{g ds}/\text{l}$
garantiewaarde ds gehalte	4	$\text{g ds}/\text{l}$
slibvolumeindex ontwerp	120	$\text{ml}/\text{g}$
slibvolumeindex praktijk	110-160	$\text{ml}/\text{g}$
volume anaërobe tank incl selector	888	$\text{m}^3$
anoxisch volume denitrificatie	1.550	$\text{m}^3$
aëroob volume	4.700	$\text{m}^3$
diameter bestaande nabezinktank	35,6	m
dimensionering combi-USBF eenheden (per stuk, aantal 2)		
oppervlakte	202	$\text{m}^2$
lengte	35,6	m
breedte	6,74	m
diepte	4,78	m
hoogte recirculatiepompen vanaf bodem	2,5	m
hellingshoek zijwanden	52	graden
hydraulische ontwerpcapaciteit	343	$\text{m}^3/\text{h}$
aantal recirculatiepompen	2	stuks
recirculatiecapaciteit totaal	700	$\text{m}^3/\text{h}$

De combi-USBF verdeelt de nitrificatietank tevens in twee delen in serie. De afloop van de denitrificatietank stroomt in het eerste deel ( $2/3$  van nitrificatievolume), aan het einde van de tank stroomt het via de kopse kant en de achterwand van de AT naar het tweede deel ( $1/3$  van totaal AT volume) en komt via de sleuf aan de onderkant over de gehele lengte de combi-USBF binnen.

FIGUUR 4: SCHEMA INBOUW COMBI-USBF EENHEDEN RWZI WIJK BIJ DUURSTEDE



- 1,2: actief slibpompen naar nabezinktank, frequentiegestuurd
- 3,4 recirculatiepompen combi-USBF
- 5 recirculatiepomp naar anaerobe tank
- recirculatie propellorpomp (reserve)
- ↑ toevoer in combi-USBF onder in bassin
- A toevoer van denitrificatie naar nitrificatie
- B toevoer naar 2e compartiment beluchting nitrificatie
- ARK ARK Amsterdam-Rijnkanaal
- NBT NBT nabezinktank



De combi-USBF eenheden staan via de opening aan de onderzijde in open verbinding met de aëratietank. De afloop van de COMBI-USBF geschiedt via een overstortrand die aanvankelijk uitgerust was met een duikschot om drijfslagen tegen te houden. Om gevormde drijfslagen af te voeren was in eerste instantie het zogenaamde Tilburg-systeem geïnstalleerd. Op een zestal punten wordt via trechters aan het wateroppervlak water/drijfslagen afgevoerd naar een drijf-laagput. De praktijk heeft uitgewezen dat dit systeem niet functioneert. Reden hiervan is dat het waterniveau in de aëratietank te sterk blijkt te fluctueren en dat er tegelijkertijd sprake is van drijfslagvorming. De nabezinktanks worden gevoed vanuit de aëratietank met frequentie gestuurde pompen.

FIGUUR 5

COMBI-USBF RWZI WIJK BIJ DUURSTED E MET TILBURG DRIJFLAAGAFVOERSYSTEEM



FIGUUR 6

DE TWEE RECIRCULATIESTROMEN VANUIT USBF IN DE DENITRIFICATIE-TANK



### 3.1.2 MEET- EN REGELTECHNIEK COMBI-USBF

Bij een debiet tot circa 480 m<sup>3</sup>/h zijn de combi-USBF eenheden in serie geschakeld met de nabezinktank. Dit debiet wordt begrensd door de hydraulische capaciteit van de bestaande leiding tussen de USBF en de nabezinktank. De nabezinktank functioneert dan als een bezinkvijver. Het retourgemeel van de nabezinktank wordt dan uitgeschakeld behoudens enige malen per dag voor de afvoer van eventueel bezonken slib.

Bij een hoger debiet wordt het effluent van de combi-USBF eenheden direct geloosd op het Amsterdam-Rijnkanaal. De pompen in de aëratietank schakelen aan (frequentiegestuurd) waarbij het overtollige debiet dat niet via de combi-USBF eenheden loopt, via een goot naar de nabezinktank gaat. De combi-USBF eenheden en de nabezinktank functioneren dus parallel.

### 3.2 INBOUW COMBI-USBF

Om de inbouw van combi-USBF te bewerkstelligen moest de aëratietank worden geëegd. Bij de RWZI Wijk bij Duurstede was dit mogelijk omdat één straat in bedrijf kon blijven. De inbouwtijd van de eerste combi-USBF eenheid is 3,5 week geweest. In die periode is ook de inbouw van de beluchting voorbereid (headers, standleidingen). De montage van de beluchtingselementen heeft direct na de installatie van de combi-USBF eenheden plaatsgevonden. Bijlage 2 bevat enige foto's van de realisatie. De totale ombouw per straat bedroeg drie weken.

### 3.3 OPSTART

De eerste straat is in februari 2006 opgestart met slib van de RWZI Zeist. Dit slib is ingebracht in de denitrificatietank zodanig dat een slibgehalte van ca 3 g ds/l in de aëratietank bereikt werd. Met dit slibgehalte vormde zich al snel na opstart een slibdeken in de combi-USBF eenheid en stortte effluent vrij van actief slib over. De biologie (stikstof- en fosforverwijdering) was minder succesvol. De anaërobe tank was nog niet in werking zodat de biologische fosforverwijdering achterbleef. De nitrificatie bleef tevens ver achter door de hoge belasting (één straat in bedrijf). Dit heeft de slib-waterscheiding door de combi-USBF echter niet nadelig beïnvloed. De SVI fluctueerde tussen 60-90 ml/g hetgeen lager is dan de ontwerpwaarde is (120 ml/g).

In het voorjaar van 2006 is de ook de tweede combi-USBF eenheid opgestart. Technisch gezien was ook deze opstart succesvol. Al snel kwamen de volgende problemen naar voren:

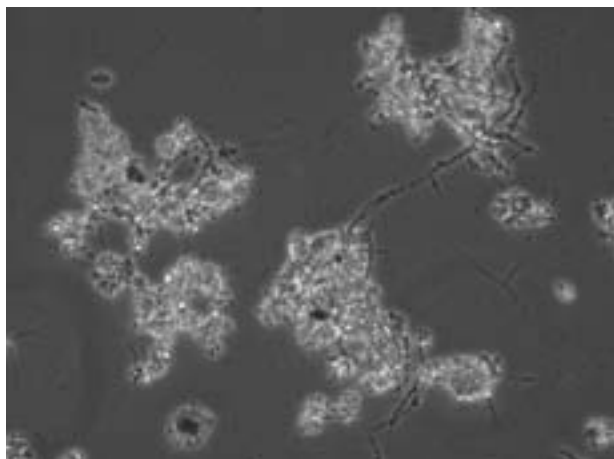
- de vorming van licht slib, waardoor de SVI hoger (140-160 ml/g) was dan de garantievoorwaarde van 120 ml/g;
- het niet functioneren van de drijfslagafvoer van het Tilburgsysteem van de combi-USBF eenheid waardoor sterke drijfslagvorming ontstond;
- verstopping van de recirculatiepompen van de combi-USBF eenheden.

#### 3.3.1 LICHT SLIB

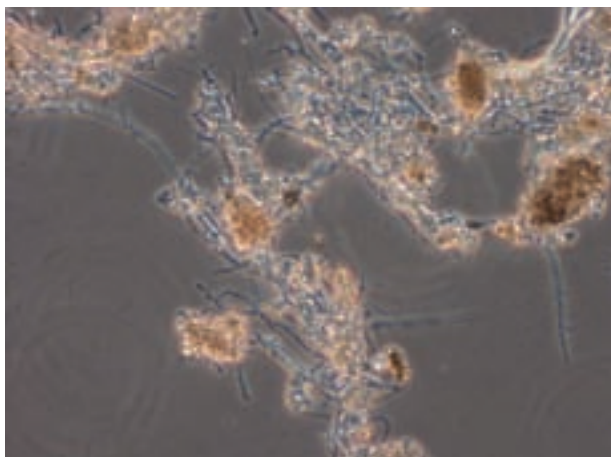
De SVI bleek in 2006 hoger te zijn dan de uitgangswaarde van 120 ml/g. Dit was het gevolg van de aanwezigheid van draadvormende bacteriën in het slib, zie figuren 7 en 8. Uit microscopische opnamen blijkt Type 0041 dominant. Vanaf december 2006 gaat het vooral om type 1851 en *M. Parvicella*.

FIGUUR 7

MICROSCOPISCH BEELD SLIB RWZI WIJK BIJ DUURSTEDEN (14 OKTOBER 2006)



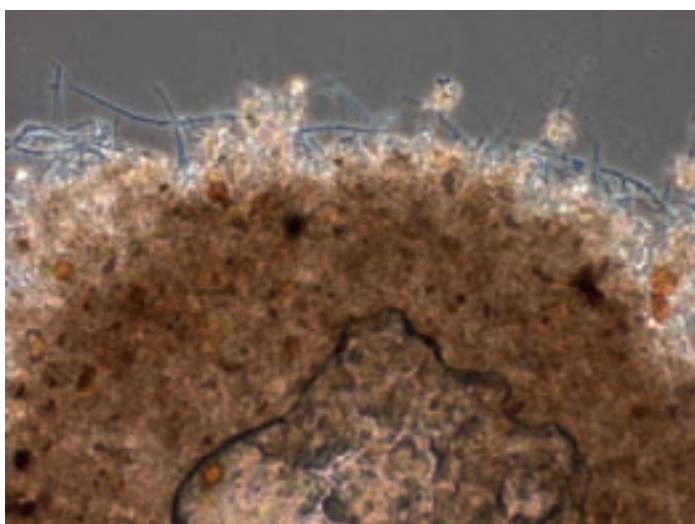
FIGUUR 8 MICROSCOPISCH BEELD SLIB RWZI WIJK BIJ DUURSTED E (6 JANUARI 2007)



Tot en met november 2006 is geprobeerd de SVI te verlagen door o.a. toevoegen van aluminiumchloride (PAX) waarmee de vlok wordt verzwaard door anorganische aluminiumcomplexen. Dit bleek onvoldoende effect te sorteren. Dit lag voor de hand, omdat bekend is dat PAX geen effect heeft op Type 0041 en Type 1851. Uiteindelijk is het setpoint van de beluchting verhoogd en lijkt in de periode januari 2007-maart 2007 de SVI redelijk onder controle en beweegt zich tussen ca 110 en 130 ml/g. In de periode na maart 2007 is de SVI weer onderhevig aan sterke veranderingen. Uit de foto's blijkt ook dat het aantal draadvormers aanzienlijk minder is, echter er is nog geen sprake van een compacte vlok. Een compacte vlok is niet noodzakelijk om te komen tot een SVI van < 120 ml/g, maar wel voor het goed functioneren van de combi-USBF.

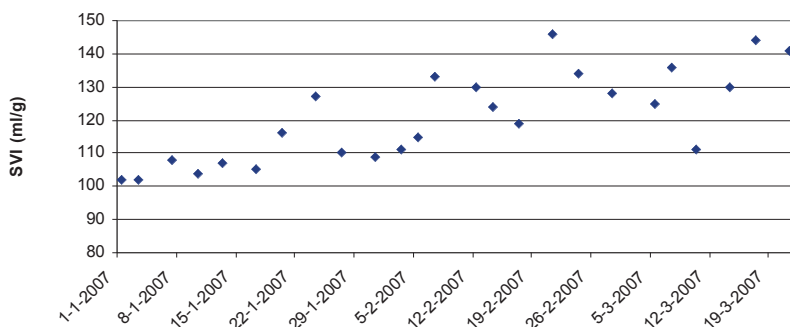
Het leek erop dat de drijfslagen bestond uit kleine hydrofobe bolletjes. Een microscopisch beeld van deze 'bolletjes' is te zien in figuur 9.

FIGUUR 9 DRIJVENDE 'BOLLETJES' UIT COMBI-USBF RWZI WIJK BIJ DUURSTED E (5 FEBR. 2007)

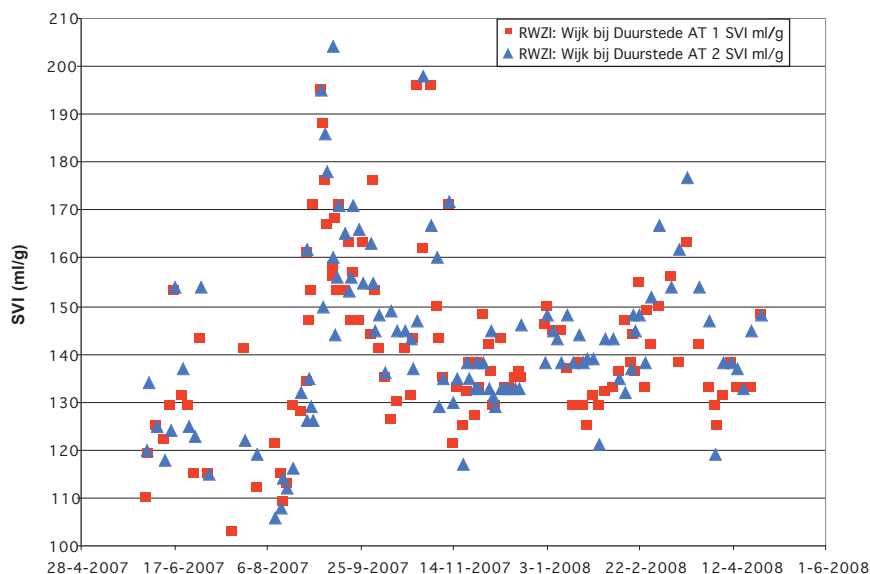


De SVI vertoont een grillig verloop met waarden boven 120 ml/g.

FIGUUR 10 SLIBVOLUME-INDEX RWZI WIJK BIJ DUURSTEDEN JANUARI-MAART 2007



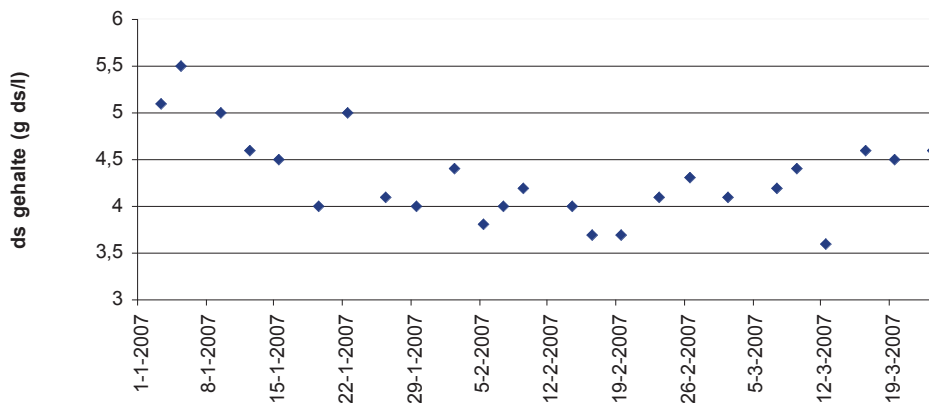
FIGUUR 11 SVI RWZI WIJK BIJ DUURSTEDEN 2007-2008



### 3.3.2 SLIBBELASTING/SLIBGEHALTE

Een goede beheersing van het slibgehalte is lange tijd een probleem geweest door o.a. storingen van de slibindikking en door ophoping van slib in de nabezinktank.

FIGUUR 12 SLIBGEHALTE AERATIETANK 1 JANUARI TOT EN MET MAART 2007



De BZV gehalten van het influent worden incidenteel gemeten zodat een correlatie met de slibbelasting moeilijk te maken is. Doorgaans liggen de drogestofgehalten hoger dan de ontwerpwaarde hetgeen aanleiding geeft tot een lagere slibbelasting (ca 0,04 kg ds/kg BZV.d). Bovendien verschillen de drogestofgehalten van de twee aeratietanks van elkaar.

### 3.4 PRESTATIES VAN DE RWZI WIJK BIJ DUURSTEDE

De jaarcijfers 2007 geven het volgende beeld te zien:

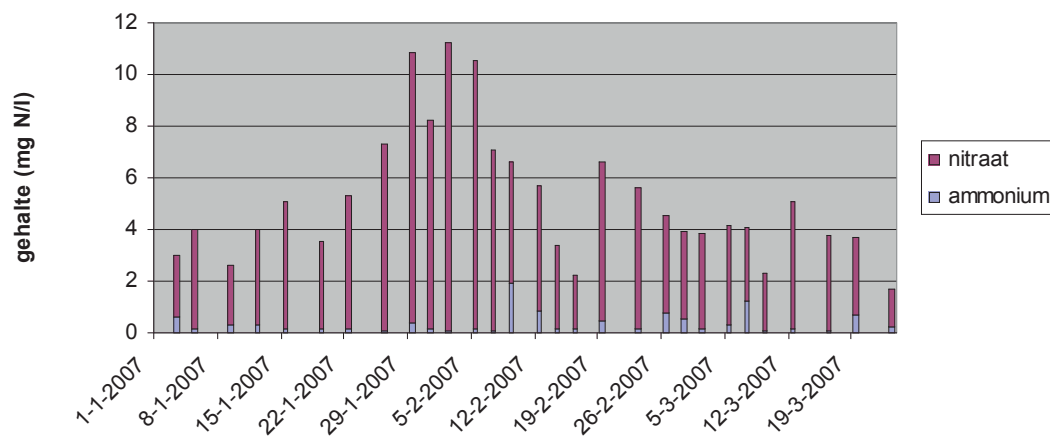
TABEL 2 JAARCIJFERS RWZI WIJK BIJ DUURSTEDE 2007

effluent	prestatie/waarde	eis
BZV (mg/l, gemiddeld)	3	10
N <sub>totaal</sub> (mg/l, gemiddeld)	6,7	10
P <sub>totaal</sub> (mg/l, gemiddeld)	0,7	1,5
drogestofgehalte (mg/l, gemiddeld)	4	<30
totaal debiet	2.173.525	m <sup>3</sup> /jaar
debiet geloosd via COMBI-USBF direct naar oppervlaktewater	96.540	m <sup>3</sup> /jaar

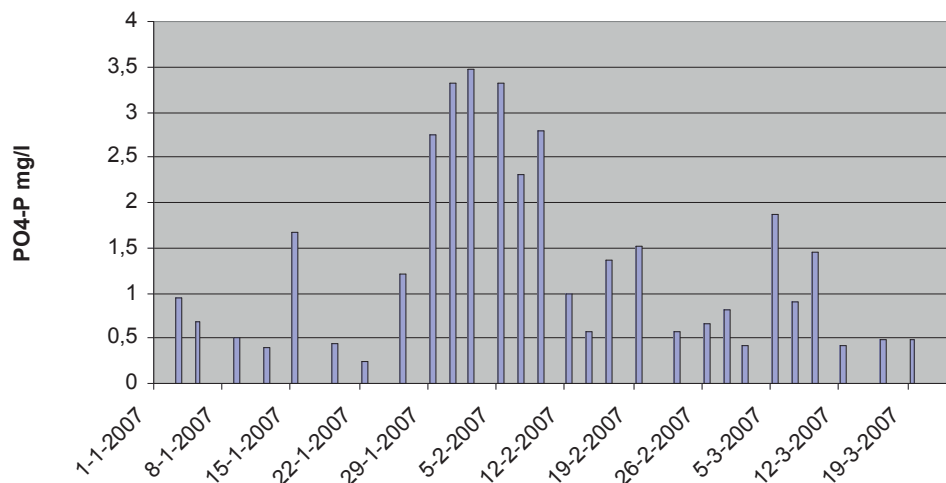
De RWZI als geheel voldoet op grond van de effluentbemonsteringen aan de eisen. Ten aanzien van de N-verwijdering is in de eerste maanden van 2008, op een beperkt aantal dagen na, een N<sub>totaal</sub> van maximaal 10 mg/l bereikt. De nitrificatie verliep doorgaans uitstekend. De denitrificatie was met name eind januari-begin februari onvoldoende (tot 12 mg NO<sub>3</sub>-N/l).

De biologische fosforverwijdering is goed geweest met P<sub>effluent</sub> gehalten lager dan 2 mg P/l. De periode eind januari-begin februari gaf verhoogde P-waarden te zien. Dit is aanleiding geweest om diverse instellingen te veranderen (onder andere recirculatiestromen naar anaerobe tank). Daarna heeft de nutriëntenverwijdering zich verbeterd en gestabiliseerd.

FIGUUR 13 STIKSTOFGEHALTEN IN HET EFFLUENT



FIGUUR 14 FOSFORGEHALTE IN HET EFFLUENT



### 3.5 DRIJFLAGEN EN DRIJFLAAGAFVOER

In november 2006 is het Tilburg-systeem aangepast om de drijfslagafvoer te verbeteren. Probleem was het wisselende waterniveau in de aeratietanks in combinatie met de drijfslagvorming. Door een verbeterde afstelling van de pompen is geprobeerd de fluctuaties in het waterniveau terug te brengen. Dit bleek onvoldoende mogelijk. De overstortpijpjes van het Tilburg-systeem moesten op de maximale waterhoogte worden afgesteld omdat anders bij maximaal niveau het debiet via de pijpjes te hoog werd en de drijfslagput zou overlopen. Hoge afstelling leidde echter tot te weinig afvoer van de drijfslagen. Dit gaf dikke drijfslagkoecken op de USBF. Deze zijn mechanisch afgezogen en afgevoerd.

FIGUUR 15 DRIJFLAAGVORMING OP COMBI-USBF, MET DUIKSCHOTTEN (30 OKT. 2006)



Waarschijnlijk is de combi-USBF technologie door de opwaarts gerichte doorstroming gevoeliger voor opdrijvend slib. De lichte deeltjes gaan daardoor eerder opdrijven en hopen zich op aan het oppervlak. Deze laag droogt dan uit.



FIGUUR 16 LINKS: TE LAGE WATERSTAND VOOR GOEDE AFVOER DRIJFLAAG, RECHTS TE HOGE WATERSTAND



### 3.6 AANPASSINGEN AAN DE COMBI-USBF EENHEDEN

Nadat de RWZI in bedrijf is genomen, bleek er een aantal aanpassingen nodig die relevant waren voor de werking van de combi-USBF eenheden.

#### 3.6.1 AANPASSING TOEVOER NAAR DRIJFLAAGPUT

De afvoerbuizen van de Tilburg-systemen voor de drijfslaagafvoer lopen onder vrij verval naar een drijfslaagput. Deze drijfslaagput ligt hydraulisch gezien lager dan de aëratietank. Doordat het debiet van de drijfslaagafvoer te hoog was, werd de drijfslaagput overbelast. Eerst is geprobeerd dit debiet te verminderen door een precieze afstelling van de trechtertjes op de afvoerbuizen van het Tilburg-systeem. Dit bleek echter niet te helpen omdat het niveau in de combi-USBF te sterk fluctueerde afhankelijk van het debiet. Bij hogere debieten over de combi-USBF trad opstuwning op. Een goede afvoer van de drijfslagen, zonder overbelasting van de drijfslaagput bleek niet mogelijk.

#### 3.6.2 VERWIJDERING VAN HET TILBURG-SYSTEEM EN DE KEERSCHOTTEN

FIGUUR 17 SCHOON WATEROPPERVLAK COMBI-USBF (MAART 2007)



In december 2006 zijn de duikschotten langs de overstortrand verwijderd. Op deze manier stroomde de drijfslagen naar de nabezinktank (onder droog weer condities). Deze is voorzien van een beter functionerende drijfslagafvoer (ook een Tilburg-systeem). In de nabezinktank functioneert het Tilburg systeem wel omdat daar de hoogteverschillen van het waterniveau gering zijn, door de veel langere overstortrand. Bovendien was daar de drijfslagvorming minder. Het oppervlak van de combi-USBF eenheden is voorzien van sproeiers die de drijfslagen richting overstortgoot spuiten teneinde het oppervlak van de combi-USBF eenheden schoon te houden. Dit bleek afdoende voor de combi-USBF eenheden.

### 3.6.3 PROPELLERS RECIRCULATIEPOMPEN

Het bleek dat er zich rond de propellers en de behuizing van de recirculatiepompen van de combi-USBF eenheden materiaal verzamelde. Hierdoor blokkeerden de pompen, en was circa drie maal per week een schoonmaakactie nodig. Hiertoe zijn de bladen van de propeller iets ingekort, waardoor meer ruimte tussen de buis en de propellers ontstond. Momenteel behoeven de pompen ca. eens in de twee weken inspectie. Bij inspectie van de roostergoedverwijdering bleek dat bij hogere debieten (vanaf ca 800 m<sup>3</sup>/h) een overstort in werking trad zodat 'ongerosterd' afvalwater in de RWZI komt. Dit is het gevolg van een te smalle uitvoering van het aanvoer kanaal van de roostergoedinstallatie, waardoor deze opstuwt. Hierdoor komen er mogelijk te veel grove delen met het influent in de RWZI.

FIGUUR 18

SPINSELVORMING ROND DE RECIRCULATIEPOMP VAN COMBI-USBF



### 3.6.4 AANPASSING HYDRAULISCHE AFVOER NA COMBI-USBF

Het bleek dat de hydraulische afvoer vanuit de combi-USBF eenheden naar de nabezinktank te krap was en de afvoer beperkt tot circa 250 m<sup>3</sup>/h per USBF (ontwerpwaarde 343 m<sup>3</sup>/h per combi-USBF). Bij hogere debieten steeg het waterniveau tot boven het overstortmes door opstuwing. De directe afvoer van de combi-USBF eenheden naar het oppervlaktewater had geen hydraulische beperking. Het probleem van de hydraulische beperking bij serieschakeling tussen combi-USBF en nabezinktank kon dus worden ondervangen door eerder om te schakelen van serie- naar parallel bedrijf, waarbij het effluent van de USBF rechtsreeks op het oppervlaktewater geloosd wordt in plaats van via de nabezinktank.

FIGUUR 19

OPSTUWING TOT BOVEN HET OVERSTORTMES BIJ HOGERE DEBIETEN DAN 250 M<sup>3</sup>/H.



# 4

## UITVOERING ONDERZOEK

Het onderzoek is uitgevoerd door het gedrag van de RWZI en de combi-USBF te monitoren onder verschillende omstandigheden, waarbij niet is ingegrepen in het proces. Tijdens onderzoeksdagen is het debiet over de combi-USBF eenheden op een gewenste waarde gezet door de recirculatie van de nabezinktank naar één van de zuiveringsstraten te beïnvloeden.

### 4.1 MONITORING

Allereerst is gedurende de eerste maanden van 2008 de werking van de combi-USBF eenheden beschouwd waarbij de bedrijfsinstellingen van de RWZI 'leidend' waren. Met andere woorden: er is niet ingegrepen in het proces ten bate van het onderzoek. De belangrijkste procesinstellingen voor de combi-USBF waren:

1. het debiet over de combi-USBF. Dit kon worden geregeld door bij een bepaald in te stellen debiet over de combi-USBF de slibwaterpompen in de AT richting de nabezinktanks aan te schakelen en op te toeren;
2. het slibgehalte in de aëratietank. Deze kan worden beïnvloed door de surplusslibpompen.

Niet te beïnvloeden factor is de SVI. In de monitoringsperiode is het drogestofgehalte tussen 2,5-3 g/l geweest. Dit is lager dan de ontwerpwaarde van 4 g ds/l. Bij de opstart bleek dat bij een drogestofgehalte van 4 g ds/l de hydraulische capaciteit van de combi-USBF niet werd behaald zonder dat slibuitspoeling optreedt. Daarom is het drogestofgehalte tijdens de monitoring verlaagd.

### 4.2 CAPACITEITSTESTEN

De capaciteitstesten zijn uitgevoerd door een aëratietank met een gecontroleerd, en zo constant mogelijk debiet te belasten. Dit werd bereikt door het gehele retourslibdebiet over één van beide aëratietanks te leiden. Het debiet over de combi-USBF kan dan op de gewenste waarde worden ingesteld. Extra debiet wordt dan door de slibwaterpompen in de aëratietank direct naar de nabezinktanks gepompt. De hoogte van de slibspiegel werd handmatig gevolgd. Bij elke proefneming werd de SVI bepaald.

De onderzoeken hebben plaats gevonden mits:

1. er sprake was van een stabiele situatie van de rwzi;
2. de SVI lager was dan 140 ml/g.

Op het moment dat sliboverstort werd geconstateerd werd de proef gestaakt. Als het slibniveau constant en laag genoeg bleef, werd het debiet over de USBF verder verhoogd.

### 4.3 METINGEN EN ANALYSES

Via de online sensoren werd gemeten:

1. de drogestof gehalten in de aëratietanks;
2. de debieten van de afloop combi-USBF eenheden;
3. nitraat, ammoniumgehalten;
4. zuurstofgehalten in aëratietank;
5. slibspiegelhoogten in de combi-USBF eenheden (vanaf 2008). Deze slibspiegelometers zijn betrouwbaar tot een slibspiegel van ca 60 cm onder het wateroppervlak. Komt de slibspiegel hoger, dan blijft deze een waarde van 60 cm aangeven.

FIGUUR 20

MEETWAGEN HOOGHEEMRAADSCHAP DE STICHTSE RIJNLANDEN



De meetwagen kon zowel de afloop van de combi-USBF als de afloop van de nabezinktank bemonsteren. Zodra er slibuitspoeling optrad, verstopte de toevoer van de meetkar echter en raakte sensoren vervuild.

Met de analysers van de meetwagen kon online gemeten worden:

- turbiditeit;
- nitraat, ammonium en orthofosfaat.

Zuurstofgehalten werden gemeten met een mobiele zuurstofmeter (dr Lange).

Voor handmatige slibspiegelmetingen is gebruik gemaakt van een mobiele meter op basis van licht. Voor de SVI zijn slibvolumes en drogestofgehalten bepaald volgens NEN voorschriften. Voor de drogestofgradiënten is gebruik gemaakt van een spuit aan een stok waarmee plaatselijk een monster is opgezogen. Herhaalde malen zijn de on-line drogestofmeters van de RWZI geijkt met drogestofanalyses.

De locaties van de vaste meetpunten zijn in figuur 4 weergegeven.

# 5

## RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK

### 5.1 MONITORING BEGIN 2008

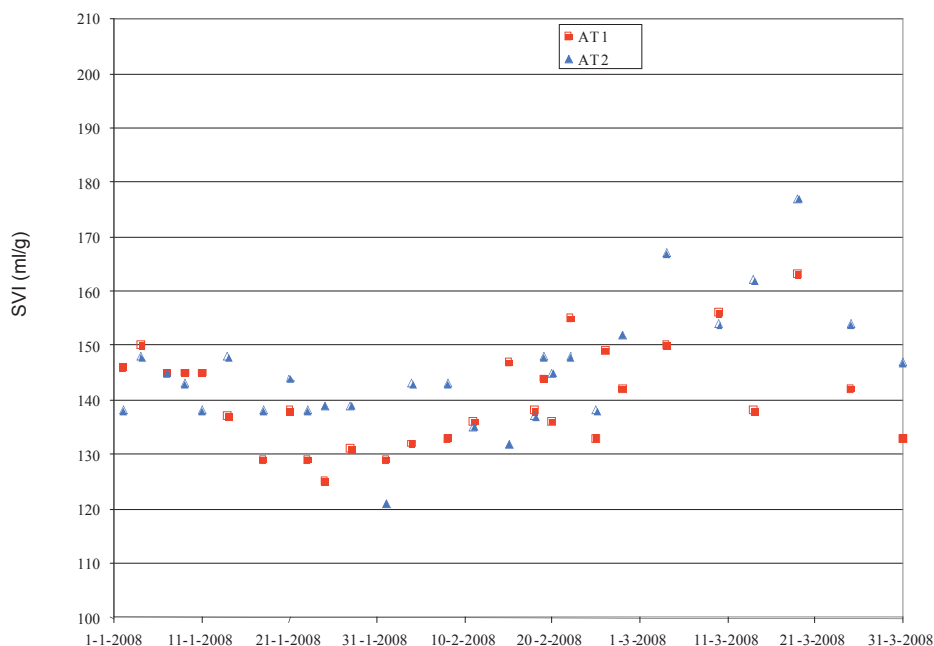
Bij deze monitoringsperiode is ten opzichte van de vorige het slibgehalte verlaagd tot circa 3 g ds/l, in de verwachting dat dit de werking en capaciteit van de combi-USBF ten goede zou komen.

#### 5.1.1 STIKSTOF- EN FOSFORVERWIJDERING

De stikstof- en fosforverwijdering in deze periode zijn in deze periode voldoende geweest om aan de effluenteisen te voldoen. De gemiddelde ammoniumwaarde was 2,4 mg N/l en het gemiddelde nitraatgehalte 4,1 mg/l. Het orthofosfaatgehalte is onder de 1,6 mg P/l gebleven. De slibbelasting is in 2008 0,075 kg BZV/kg ds.d. geweest.

#### 5.1.2 SLIBEIGENSCHAPPEN

FIGUUR 21 DE SVI IN DE PERIODE JANUARI TOT EN MET MAART 2008



De SVI is in deze monitoringfase hoger geweest dan de ontwerpwaarde van 120 ml/g. Bovendien was deze aan schommelingen onderhevig. Zie figuur 21.

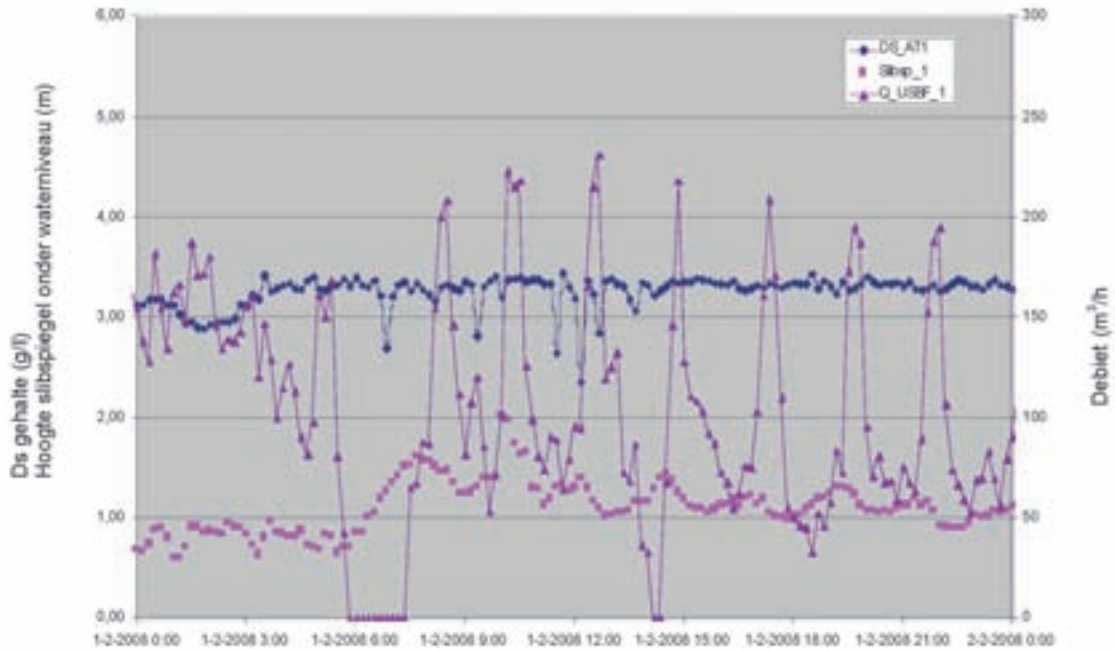
#### 5.1.3 GEDRAG VAN DE COMBI-USBF EENHEDEN

In deze monitoringfase is het gedrag van de combi-USBF eenheden gevolgd, uitgaande van de online metingen van de RWZI. Het debiet over de combi-USBF beweegt zich tussen nul en maximaal 250 m<sup>3</sup>/h, waarbij de slibdeken tot ca 0,80 m en 3 m hoogte onder waterniveau

varieert. Het slibgehalte beweegt in de range van 2,3-3,3 g ds/l. Het gedrag van de combi-USBF is beter op een dagschaal te zien.

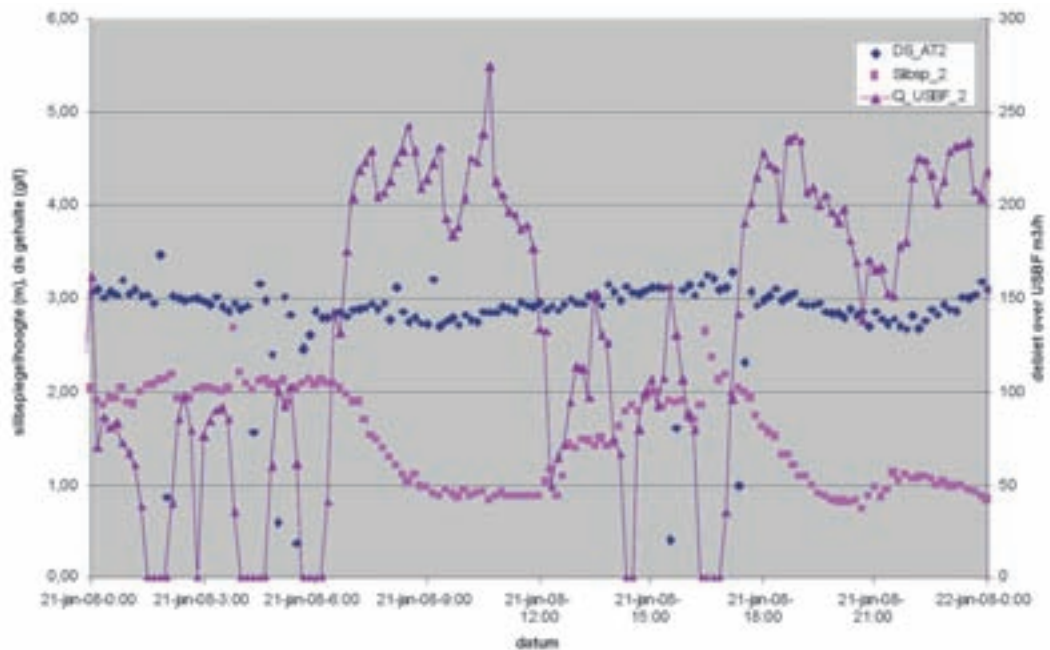
Het patroon van de slibspiegel is voor een “typisch droge dag” in figuur 22 weergegeven.

FIGUUR 22 GEDRAG SLIBDEKEN 1 FEBRUARI 2008



Tussen 8.00 uur en 24.00 uur varieert het debiet over de combi-USBF tussen 50 en 220 m<sup>3</sup>/h. Bij dit sterk variabele debiet vanaf 8.00 uur blijkt de slibdeken op ca 1 meter tot 1,40 vanaf het waterniveau schommelen. De SVI bedroeg die dag in combi-USBF 1 en 2 respectievelijk 129 en 138 ml/g (USBF1, USBF2). Bij een natte dag is het patroon in figuur 23 als volgt:

FIGUUR 23 GEDRAG SLIBDEKEN 21 EN 22 JANUARI 2008



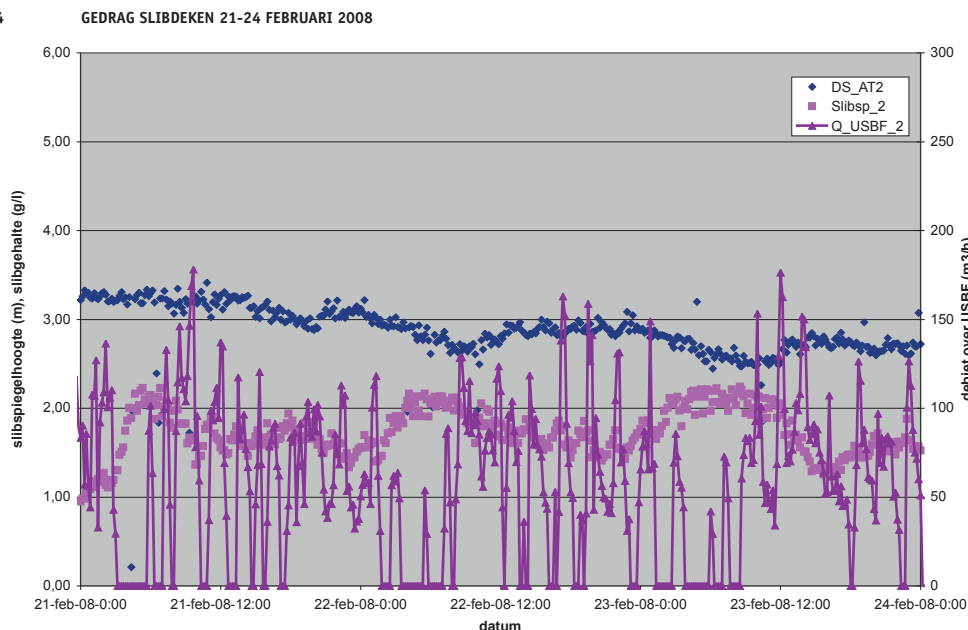


De combi-USBF krijgt een debiet tussen 200 m<sup>3</sup>/h en 250 m<sup>3</sup>/h. De slibdeken stijgt geleidelijk van ca 2 m naar 0,8 m onder waterniveau en blijft vervolgens stabiel. Daalt het debiet, dan daalt de slibdeken weer naar ca 2 m. De SVI bedroeg 126/131 ml/g (USBF1/USBF 2)  
De hoogte van de slibdeken volgt dus betrekkelijk snel de toename van het debiet. Dit is ook te verwachten omdat het beschikbare volume voor de slibdeken in de combi-USBF beperkt is.

#### 5.1.4 GEDRAG BIJ HOGE SVI

In de periode 21-23 februari 2008 zijn hoge SVI's waargenomen in de orde van 150 ml/g. Dit gaf het volgende patroon op een typische 'dwa-dag' (figuur 24).

FIGUUR 24



De slibdeken varieert hier tussen 0,7-2 m, onder invloed van een sterk fluctuerend debiet over de USBF. Bij piekdebieten groter dan 150 m<sup>3</sup>/h stijgt de slibdeken naar waarden onder de 1 m. Het debiet over de USBF wordt ook afgetopt tot 200-250 m<sup>3</sup>/h doordat de pompen naar de nabezinktank worden opgetoerd.

## 5.2 DE PROEFNEMINGEN

In 2007 en 2008 zijn op diverse tijdstippen proeven gedaan. Het grote tijdsinterval kwam mede door de eerder beschreven problemen. Tijdens de proefnemingen werd het debiet via USBF opgevoerd, waarbij de slibspiegel is gevolgd, ook in de zone van 60 cm tot 0 cm onder het wateroppervlak met een mobiele slibspiegelmeter. Doel was om onder verschillende omstandigheden de capaciteit en het gedrag van de combi-USBF te bepalen.

De slibspiegelhoogten zijn tot ca 60 cm onder waterniveau bepaald met de online sensoren. Bij hogere slibspiegelhoogten is met een handmeter de slibspiegel bepaald. De online meters zijn in dat gebied niet betrouwbaar.

Tabel 3 geeft een samenvatting van de resultaten.

De details van de proefnemingen zijn in bijlage 3 opgenomen. In de evaluatie worden de uitkomsten verder toegelicht.



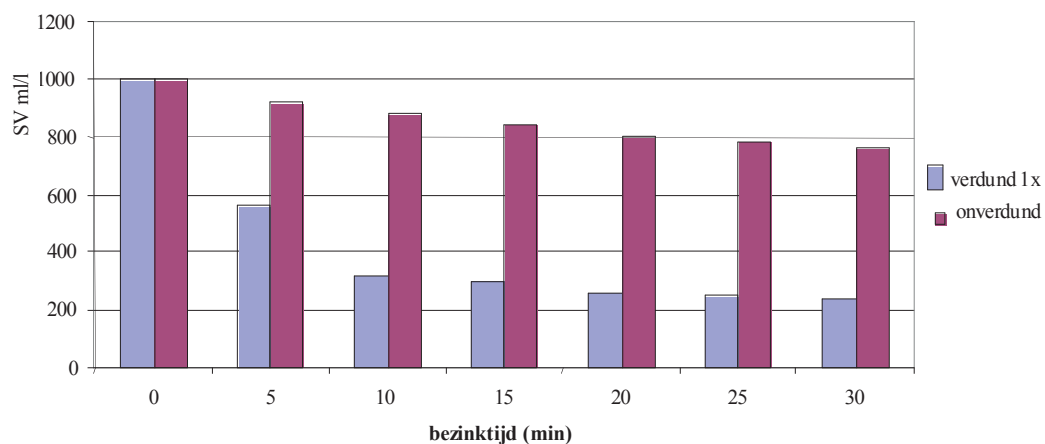
TABEL 3 OVERZICHT PROEFNEMINGEN. ALS SLIBSPIEGEL DE WAARDE 0 HEEFT, BETEKENT DAT ER OVERSTORT HEEFT PLAATSGEVONDEN

datum	AT	TSS g/l	SVI ml/g	oSVI ml/g	Slibvol. Belasting l/m <sup>2</sup> *uur	Q m <sup>3</sup> /h	Spiegel m
22-jan 2007	2	4,48	110		415	170	0,5
2-feb 2007	1	5,7	110		683	220	0
20-feb 2007	1	2,8	133		608	330	1
20-feb 2007	1	3,1	133		776	380	0
3-jan 2007	1	3,9	137	216	873	330	0
26-jun 2007	1	3,1	129	140	297	150	1,5
26-jun 2007	1	3,1	129	140	99	50	2
26-jun 2007	1	3,1	129	140	535	270	0
28-jun 2007	1	3	114	128	296	175	1
28-jun 2007	1	3	114	128	474	280	0,7
28-jun 2007	1	3	114	128	169	100	2
28-jun 2007	1	3	114	128	254	150	2
2-jul 2007	1	2,6			0	175	1,4
2-jul 2007	1	2,6			0	280	1,1
4-dec 2007	1	3,1	126		483	250	0,75
4-dec 2007	1	3,4	126		700	330	0
4-dec 2007	2	2,9	128		404	220	1,5
4-dec 2007	2	2,9	128		798	434	0
19-feb 2008	1	2,7	133	155	462	260	0,7
19-feb 2008	1	2,7	133	155	516	290	0
20-feb 2008	1	2,6	146	215	489	260	0
26-feb 2008	1	3,2	167	237	661	250	0
6-mrt 2008	1	3,34	147	211	608	250	0
9-apr 2008	1	2,4	138	174	369	225	1

### 5.3 VERSCHIL SVI VERDUND EN ONVERDUND

Voor het slib van RWZI Wijk bij Duurstede is een proef uitgevoerd waarbij op 12 juli 2007 het slibvolume in de tijd zowel verdund als onverdund is gemeten. Zie figuur 25.

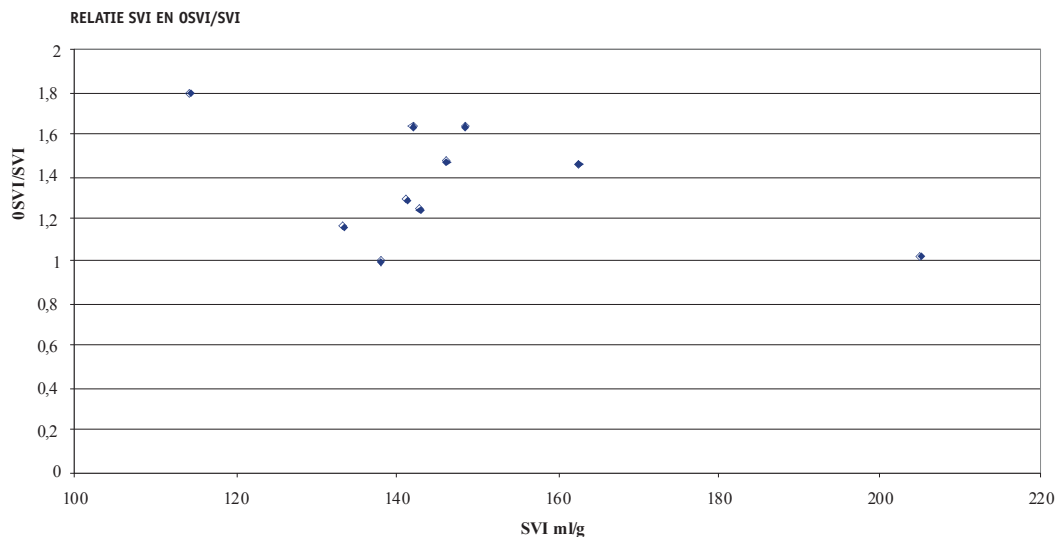
FIGUUR 25 SLIBVOLUME AËRATIE-TANK 1 (AT 1) BIJ 3,2 G DS/L



Een oSVI bepaling levert een hogere waarde dan de SVI, ook al is de SVI in AT1 onder de ontwerpwaarde van 120 ml/g. De onverdunde slibvolume indexbepaling heeft blijkbaar last van gehinderde bezinking. Dit is voor de compactheid van de slibdeken niet gunstig.

Zowel de SVI als de oSVI zijn gedurende de proefdagen gemeten. Onderstaand is het quotiënt van SVI onverdund en SVI verdund ten opzichte van de verdunde SVI (X-as) aangegeven van de metingen die gedurende de proeven zijn uitgevoerd.

FIGUUR 26



Uit deze grafiek blijkt dat het verloop en verhouding tussen SVI en de onverdunde SVI betrekkelijke onvoorspelbaar is, maar tot een factor 1-1,8 van elkaar kan verschillen.

#### 5.4 STABILITEIT VAN DE SLIBDEKEN

Op de tijdstippen waarbij de slibdeken op meer dan 60 cm van het waterniveau stond, was de slibdeken over de hele lengte betrekkelijk gelijk. Op momenten dat het debiet over de USBF werd verhoogd, waren vaak lokaal een soort 'paddenstoelen' te zien, plaatsen waar het bed expandeerde. Dit gebeurde meestal in het midden (lengterichting) van de combi-USBF. Van daaruit verspreidde de slibdeken zich dan over het gehele oppervlak, en bij te hoge debieten over de rand.

Uit de slibdeken traden vrijwel altijd fijnere deeltjes uit die overstortten met de afloop.

FIGUUR 27

BOVEN OPDRIJVEND SLIBPLUKKEN, ONDER OPDRIJVENDE VLOKJES



## 5.5 DROGESTOFGEHALTE VAN DE SLIBDEKEN

Indien er sprake is van een filterwerking zou het slibgehalte in de slibdeken hoger moeten zijn dan in de aëratietank. De drogestofmeting is uitgevoerd aan het uitstroompunt van de recirculatie van de combi-USBF eenheden. Dit gaf in USBF1 de volgende resultaten. Gemeten is in de gevallen waarbij op dat moment de slibspiegel boven de collectoren stond.

TABEL 4 DROGESTOFGEHALTEN IN DE AËRATIETANK RECIRCULATIE USBF1

	4/1/2007	22/1/2007	7/3/2007
Ds gehalte AT 1 (g/l)	3,1	4,7	4,1
Ds gehalte recirculatie (g/l)	3,3	5,1	4,6
Effluentdebiet (m <sup>3</sup> /h)	156	136	200

Op 22 januari 2007 zijn in het midden van de tank uit de slibdelen met een spuit op verschillende dieptes monsters genomen. De slibspiegel stond op moment van meten op ca 70 cm. De waarden bleken niet significant van elkaar te verschillen. Het slibgehalte in de slibdeken is dus vrij homogeen. De resultaten zijn in bijlage 1 opgenomen.

## 5.6 ZUURSTOFPROFIELEN

Op 19 februari 2008 zijn op zowel in het midden als aan de uiteinde van combi-USBF 1 zuurstofprofielen gemeten vanuit het centrum van de combi-USBF. Dit gaf het volgende beeld:

TABEL 5 ZUURSTOFPROFIEL IN HET USBF (BEGIN = KOPSE KANT AAN EINDE VAN NITRIFICATIETANK, EIND = BIJ WAND DENITRIFICATIETANK)

diepte (m)	begin (mg/l)	midden (mg/l)	eind mg/l
0,5	1,3	1,4	1,3
1,0	1,0	1,0	1,0
1,5	1,1	1,1	1,2
2	1,0	1,0	1,0
2,5	1,1	1,2	1,1
3	1,0	1,0	1,0
3,5	1,1	1,2	1,1
4	1,2	1,2	1,3
4,5	2,4	2,3	2,3

Het blijkt dat de zuurstofgradiënt dus snel afneemt in de slibdeken en vervolgens betrekkelijk constant blijft over de lengte van de combi-USBF. Aan het oppervlak is de zuurstofconcentratie weer iets gestegen.

## 5.7 DROGESTOF IN AFLOOP DE COMBI-USBF EN NABEZINKTANK

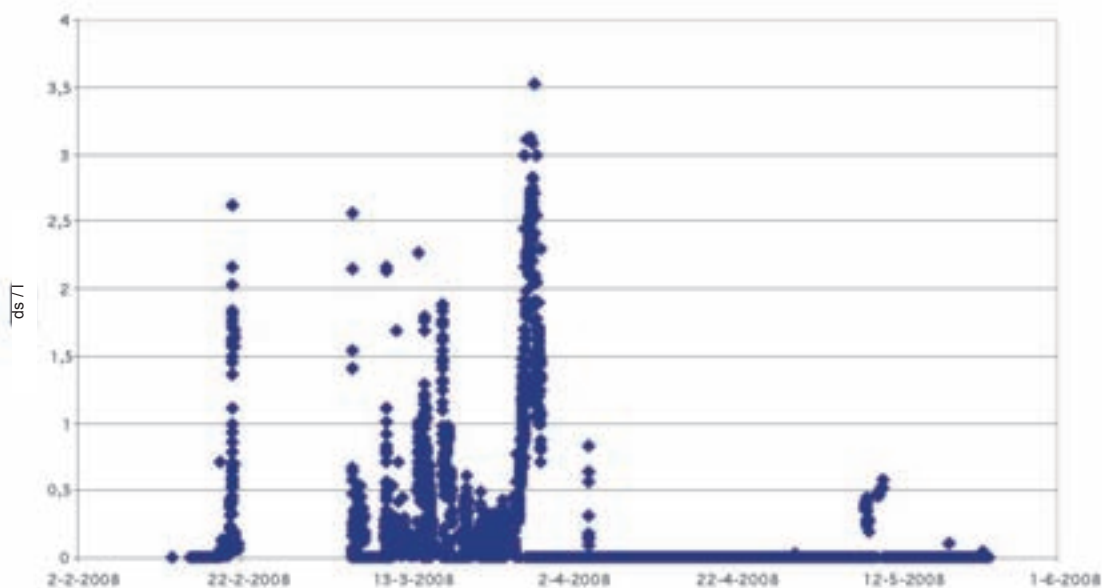
Het debiet is in deze periode beperkt tot ca 200 m<sup>3</sup>/h per USBF. Dit is minder dan de ontwerpwaarde (343 m<sup>3</sup>/h). Het slibgehalte varieerde van 4-5 g ds/l.

De slibdeken is in deze periode niet uitgespoeld. Het waren met name de drijfslagen en de lichte slibfractie die uit de slibdeken naar boven kwamen, en uitspoelden.

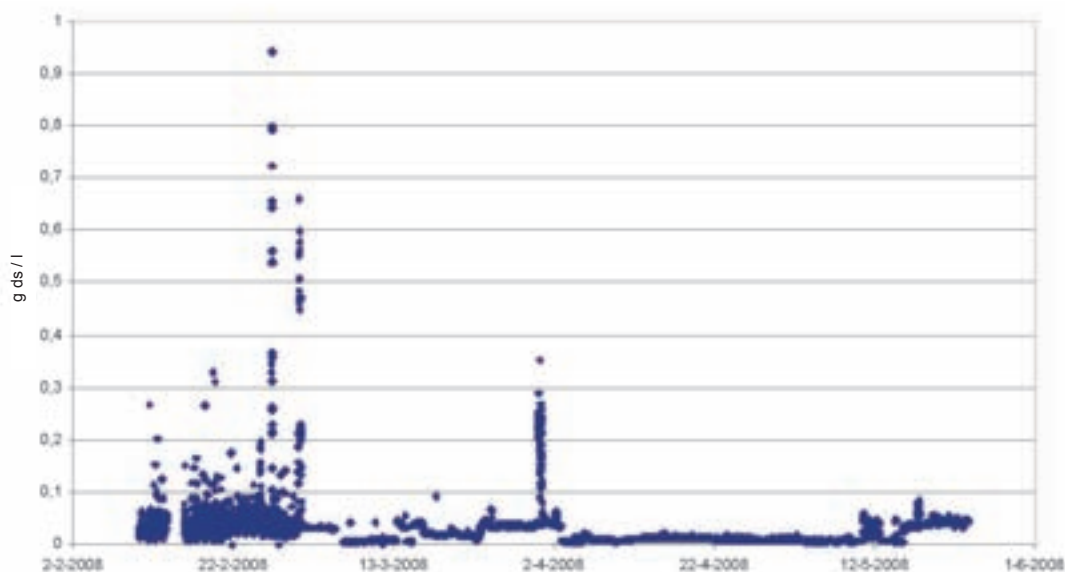
De grafieken 28 en 29 geven het ds-gehalte weer van de afloop USBF en de nabezinktank.

De combi-USBF geeft hierbij geregeld slibuitspoeling die onder dwa condities wordt opgevangen door de nabezinktank.

FIGUUR 28 DROGESTOFGEHALTE IN AFLOOP USBF



FIGUUR 29 DROGESTOFGEHALTE IN DE AFLOOP NABEZINKTANK



In de periode rond 22 februari zijn er hoge SVI's gemeten. Dit komt ook tot uiting in de hogere waarden van het drogestofgehalte in de afloop USBF, met enkele uitschieters. Visueel was dit ook te zien door veel meer oprijvende deeltjes in de combi-USBF. Op die momenten had de meetwagen ook last van vervuilingen en de resultaten van de on-line metingen zijn daarom niet betrouwbaar in die periode. Wellicht door de hogere drogestofgehalte en het soms over de rand gaan van de slibdeken (meetbereik slibspiegelmeter is ca 60 cm). In april zijn lage drogestofgehalten gemeten, met uitzondering van 2 april.

# 6

## EVALUATIE EN CONCLUSIES

### 6.1 ONTWERP- EN ONDERZOEKSPROCES

Met de introductie van de combi-USBF technologie is met een buitenlandse technologie gewerkt onder Nederlandse omstandigheden. Hierbij is het van groot belang af te stemmen of van de zelfde grootheden en definities wordt uitgegaan. Het verschil in definitie ten aanzien van de SVI (SVI met verdunning volgens NEN, of de onverdunde SVI) kwam te laat aan het licht. Dit verschil was juist hier belangrijk vanwege de hogere SVI-waarden en de grote verschillen tussen verdunde en onverdunde SVI's.

Omdat een goede en constante slibkwaliteit een belangrijke succesfactor is voor de werking van de combi-USBF technologie, had dit aspect voor de specifieke situatie van RWZI Wijk bij Duurstede in de ontwerpfase wellicht meer aandacht moeten krijgen. Mogelijke verstoringen door specifieke afvalwatereigenschappen, o.a. door industriële lozingen, is achteraf gezien wellicht onderschat. Bovendien hadden wellicht alle ontwerpmogelijkheden ter bestrijding van licht slib uit het STOWA-rapport (2001, rapport 2) over lichtslibbeheersing uitgevoerd moeten worden (zoals compartimentering van de denitrificatietank).

De combinatie van de combi-USBF technologie en het Tilburg-systeem voor de drijfslagafvoer is in het ontwerpproces geen gelukkige keuze geweest. Door de grote drijfslagproductie, juist in de combi-USBF kwam dit extra naar voren. Toepassen van een skimmer is een betere optie.

Door de specifieke situatie in Wijk bij Duurstede verwijderd de nabezinktank extra zwevende stof bij dwa (serieschakeling). Een combinatie tussen combi-USBF en de bestaande nabezinktank maakt een relatief ingewikkeld meet- en regelsysteem nodig, en geeft bovendien een complexe hydraulische situatie na de combi-USBF. Bij RWZI Wijk bij Duurstede heeft dit geleid tot aanpassingen naderhand (vergroting diameter afvoerleidingen combi-USBF eenheden) en werd bij serieschakeling het maximale afvoerdebiet van de combi-USBF eenheden beperkt door het bestaande leidingstelsel richting nabezinktank.

Het zou beter zijn geweest het onderzoek pas te starten nadat alle aanpassingen uitgevoerd waren en de werking van het systeem zich had gestabiliseerd.

### 6.2 COMBI-USBF EN EFFLUENTEISEN

Uit de werking van de RWZI tot nu toe blijkt dat het gekozen zuiveringsconcept met combi-USBF in staat is om vergaande stikstof en fosfaatverwijdering te realiseren.

Het drogestofgehalte van de afloop van de combi-USBF eenheden geeft pieken te zien in de orde van 1,5 g ds/l. Deze worden echter afgevangen door de nabezinktank. Als geheel komt het drogestofgehalte in het effluent niet boven de lozingsnorm van 30 mg/l. Of dit met een RWZI alleen met combi-USBF bereikt kon niet met dit onderzoek aangetoond worden.

### 6.3 CAPACITEIT EN ONTWERPGRONDSLAGEN

Gesteld kan worden dat in de situatie van RWZI Wijk bij Duurstede de ontwerpwaarde van 1,7 m/h bij een slibgehalte van 4 g/l ds en een SVI van 120 ml/g niet is gehaald. De ontwerpwaarde van de SVI (<120 ml/g) is evenmin gehaald. De SVI vertoonde een fluctuatie in het gebied hoger dan 120 ml/g. De leverancier is voor de bepaling van de capaciteit uitgegaan van een SVI bepaald met een onverdund monster. Bij het ontwerp is door de Nederlandse betrokkenen uitgegaan van een SVI aan een verdund monster (indien het bezinkvolume in een onverdund monster groter is dan 250 ml/l). In het algemeen liggen de waarden voor de onverdunde SVI hoger dan de verdunde SVI. Ofwel de capaciteit van de combi-USBF ligt lager als de SVI volgens NEN (verdund) in de formules wordt gehanteerd. Met de SVI volgens NEN als uitgangspunt dient dus van een lagere ontwerpcapaciteit te worden uitgegaan dan op basis van de oSVI verondersteld kan worden.

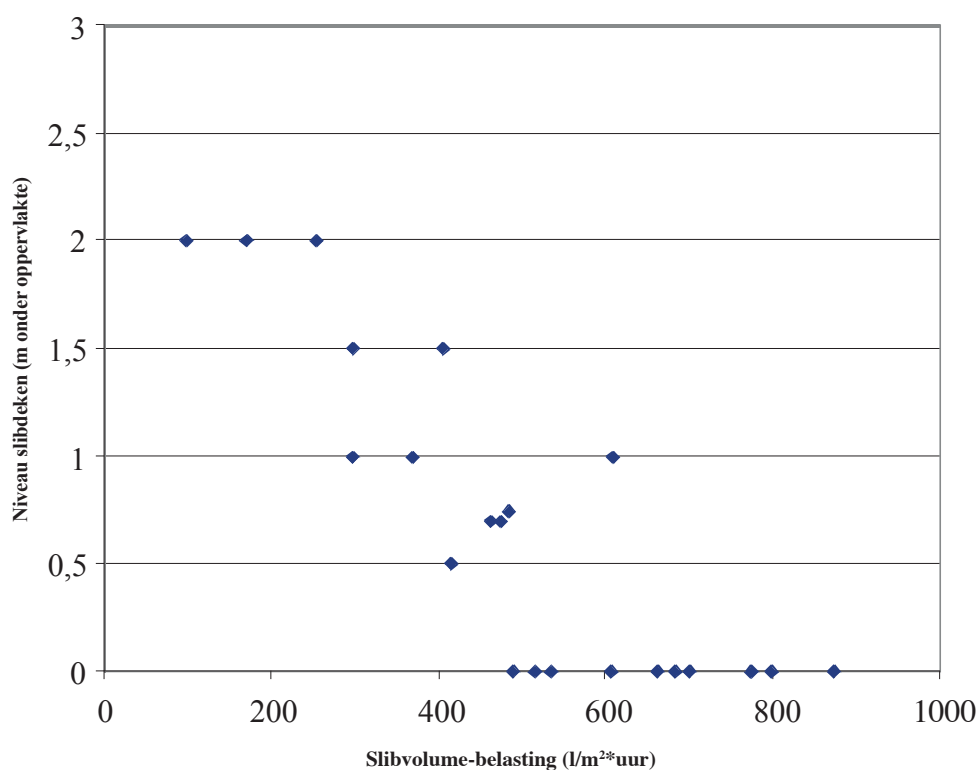
Op grond van de resultaten van de proeven is het verband bepaald tussen de slibvolumebelasting van de combi-USBF en de slibspiegelhoogte.

De slibvolumebelasting is bepaald door:

Slibvolumebelasting = debiet afloop USBF \* SVI \* slibgehalte/oppervlak combi USBF.

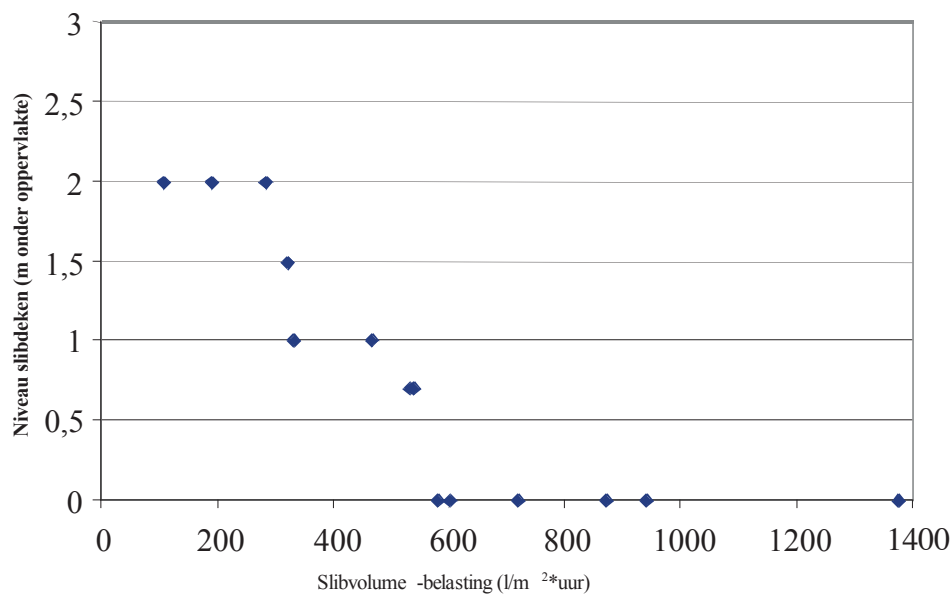
De relatie tussen de slibvolumebelasting en het niveau van de slibdeken is weergegeven in figuur 30.

FIGUUR 30 RELATIE TUSSEN SLIBVOLUME-BELASTING EN NIVEAU VAN DE SLIBDEKEN OP BASIS VAN VERDUNDE SLIBVOLUME-BEPALING



Voor de oSVI is het beeld als volgt:

FIGUUR 31 RELATIE TUSSEN SLIBVOLUME-BELASTING EN NIVEAU VAN DE SLIBDEKEN OP BASIS VAN ONVERDUNDE SLIBVOLUME-BEPALING (OSV)



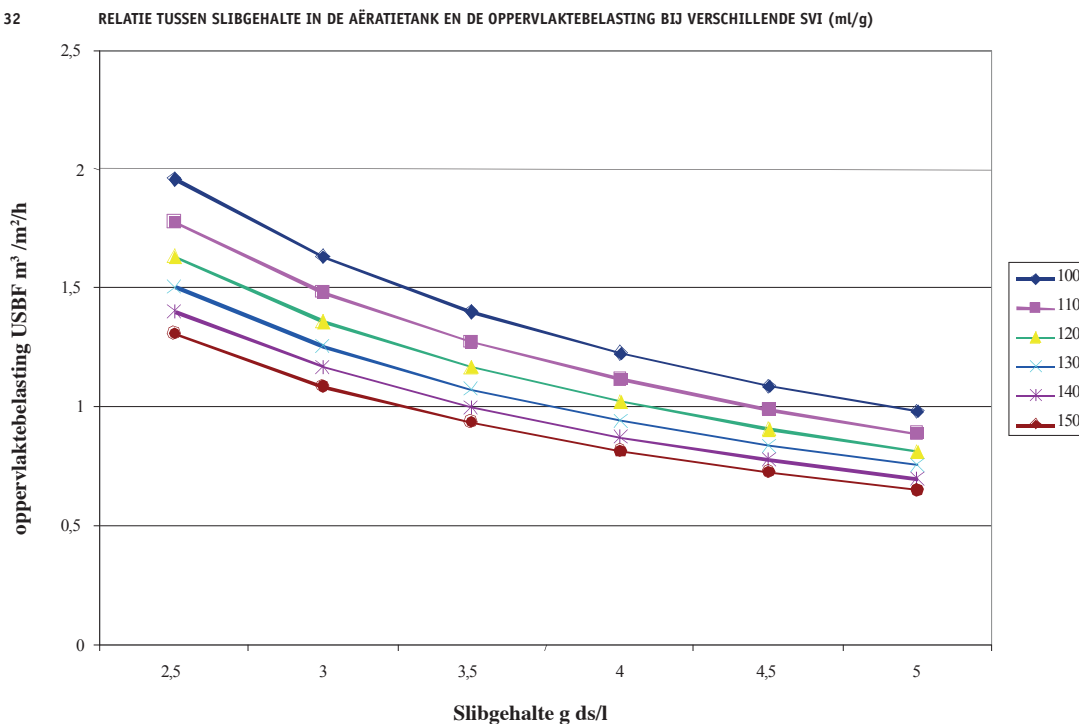
Hieruit blijkt dat er een redelijk strakke limiet is aan de slibvolume-belasting:

- op basis van de SVI: ca 490 l/m<sup>2</sup>/h De zone 400-490 l/m<sup>2</sup>/h is een overgangszone;
- op basis van de onverdunde SVI: ca 580 l/m<sup>2</sup>/h.

Tijdens de monitoringsfase van 2008 is op grond van de meetresultaten tevens de relatie tussen slibvolumebelasting en de slibspiegelhoogte berekend. Het ging hierbij vooral om meer kortstondige pieken in debiet over de combi-USBF. De resultaten daarvan geven een grote spreiding te zien in de tot ca 500 l/m<sup>2</sup>/h, waarbij de slibspiegel wel dieper dan 60 cm vanaf het wateroppervlak verbleef. Een grenswaarde van 400 l/m<sup>2</sup>/h lijkt dus een veilige keuze voor de belasting van de combi-USBF van RWZI Wijk bij Duurstede.

Met deze waarde als uitgangspunt kan de tussen slibgehalte en oppervlaktebelasting bij verschillende SVI's worden berekend. Deze is als volgt:

FIGUUR 32



Deze relaties zijn bepaald op grond van de resultaten van RWZI Wijk bij Duurstede. Of deze resultaten representatief zijn voor de Nederlandse situatie is echter de vraag. Cruciaal blijft de slibkwaliteit. Voor een m-UCT proces is deze voor RWZI Wijk bij Duurstede minder goed dan op grond van Nederlandse ervaringen verwacht kan worden.

De oppervlaktebelastingen van de combi-USBF komen in deze beschouwing dicht in de buurt van een nabezinktank. Men moet zich dus afvragen of met deze slibkwaliteit wel sprake is van een voordeel als gevolg van een filtratieproces.

#### EXTRA VOLUME VOOR AERATIETANK

Bij de dimensionering is er vanuit gegaan dat het netto volume dat extra benodigd is in de aëratietank ca 10% van het totaalvolume is, ofwel 1,4 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup> oppervlak van de combi-USBF. Met deze aanname wordt in elk geval voldoende vergaande N-verwijdering gerealiseerd. De slibdeken in de combi-USBF eenheid is biologisch actief, voornamelijk nitrificatieruimte.

#### 6.4 GEDRAG VAN DE NABEZINKTANK

Bij influentdebieten tot 400-500 m<sup>3</sup>/h staan de combi-USBF en de nabezinktank in serie, waardoor de nabezinktank als extra bezinkstap fungeert en wordt gevoed met relatief lage drogestofvrachten. Dit leidde ertoe dat eventuele pieken in drogestofaanvoer in de afloop USBF en ook opdrijvend slib goed verwijderd werden in de nabezinktank, met als gevolg een goede effluentkwaliteit ten aanzien van drogestof. Bij hogere debieten waarbij de nabezinktank met actief slib uit de nitrificatietank gevoed werd, was het gedrag van de nabezinktank tevens normaal.



## 6.5 ONDERHOUDS- EN BEHEERSASPECTEN

Na de aanpassingen aan de retourpompen van de combi-USBF eenheden (verkleining van de propellorbladen) en de verwijdering van de duikschotten, is het onderhoud beperkt tot het incidenteel schoon maken van de overstorgoot, zoals dat ook bij nabezinkers nodig is. Het onderhoud aan combi-USBF is dus beperkt. Verstopping van de collectoren voor de terugvoer van slib van de combi-USBF naar de denitrificatiezone, is niet opgetreden.

## 6.6 TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN IN NEDERLAND

De combi-USBF technologie is het meest toepasbaar voor RWZI's met een goede slibkwaliteit, met stabiele SVI's onder de 100 ml/g. Voor de Nederlandse situatie is dit echter een zeer scherpe waarde voor ontwerp. Zowel de aard van het afvalwater als het ontwerp moet een dergelijke lage waarde van de SVI kunnen rechtvaardigen.

Bij nieuwe RWZI's kan hiermee rekening gehouden worden. Bij bestaande RWZI's moet er voldoende ruimte hiervoor 'over' zijn. Bovendien moet er voldoende aëratietankoppervlak zijn om de combi-USBF te kunnen inbouwen. Inbouw van combi-USBF in diepte tanks (> 5m) kan daardoor moeilijk zijn. In situaties met voorbezinking, en relatief kleinere aëratietanks kunnen beschikbaar oppervlak en volumeverlies in de AT factoren problematisch zijn.

## 6.7 AANBEVELINGEN

Om de dimensioneringsgrondslagen en toepasbaarheid te kunnen vaststellen zouden als vervolg op dit onderzoek praktijkresultaten van RWZI's die volledig op de combi-USBF technologie zijn gebaseerd, beschouwd kunnen worden. Als aanloop op de toepassing van de combi-USBF technologie in Wijk bij Duurstede is het ontwerpteam op bezoek geweest bij een aantal Tsjechische RWZI's met USBF. Deze bleken alle goed te werken en een slibkwaliteit te bezitten die leidde tot een goede werking van combi-USBF. De oSVI's waren bij alle RWZI's laag in de orde van 60-100 ml/g. Vraag is of de combi-USBF als een soort selector werkt tussen slib met goede filtereigenschappen en slib met slechte filtereigenschappen. Bij Wijk bij Duurstede drijft de lichte fractie in de combi-USBF op. In de nageschakelde nabezinktank wordt deze lichte fractie weer opgenomen in het slib en teruggevoerd. Bij 100% op combi-USBF RWZI's verlaat deze fractie de RWZI, hetzij via het effluent, hetzij via de drijfslaagafvoer met skimmer.

**BIJLAGE 1**

# COMBI-USBF INSTALLATIES

**RWZI JAROMER (TSJECHIË)**

RWZI Jaromer heeft een capaciteit van ca 30.000 inwonerequivalenten. Het betreft hier een klassieke USBF dus zonder recirculatie. Hier is de overstortrand in het midden uitgevoerd met duikschotten. De oSVI van deze installatie is < 100 ml/g en de ontwerp oppervlaktebelasting is 1,5 m/h.



### **RWZI NOVE MESTO (TSJECHIË)**

Deze RWZI heeft vrijwel eenzelfde grootte als Jaromer. Hier zijn de overstorten wel voorzien van een duikschot. De RWZI is echter hydraulisch sterk onderbelast, zodat hydraulisch gezien er geen problemen zijn. De oSVI is hier ook kleiner dan 100 ml/g.



### **RWZI BALLYNYNAN (IERLAND)**

Het betreft hier ronde combi-USBF eenheden met recirculatie.





### **RWZI KEDAINIAI, LITOUWEN**

Deze RWZI is sinds 20007 operationeel en is ontworpen voor 8.200-24.300 m<sup>3</sup>/dag een belasting van 2.400 kg BZV/dag (ca 48.000 i.e). Momenteel wordt deze nog belast met 10.500 m<sup>3</sup>/dag.



### **KLEINE COMBI-USBF IN FRANKRIJK**





BIJLAGE 2

# FOTO'S VAN DE REALISATIE





## BIJLAGE 3

## RESULTATEN ONDERZOEKEN

## METINGEN 22 JANUARI 2007

Op 22 januari 2007 is een proef uitgevoerd waarbij één USBF (USBF 2) eenheid met een constant debiet is gevoed.

Allereerst bij 170 m<sup>3</sup>/h en later op de dag is het debiet verhoogd tot ca 220-280 m<sup>3</sup>/h.

Om ca 10.00 uur zijn de volgende gegevens van de online meters genoteerd:

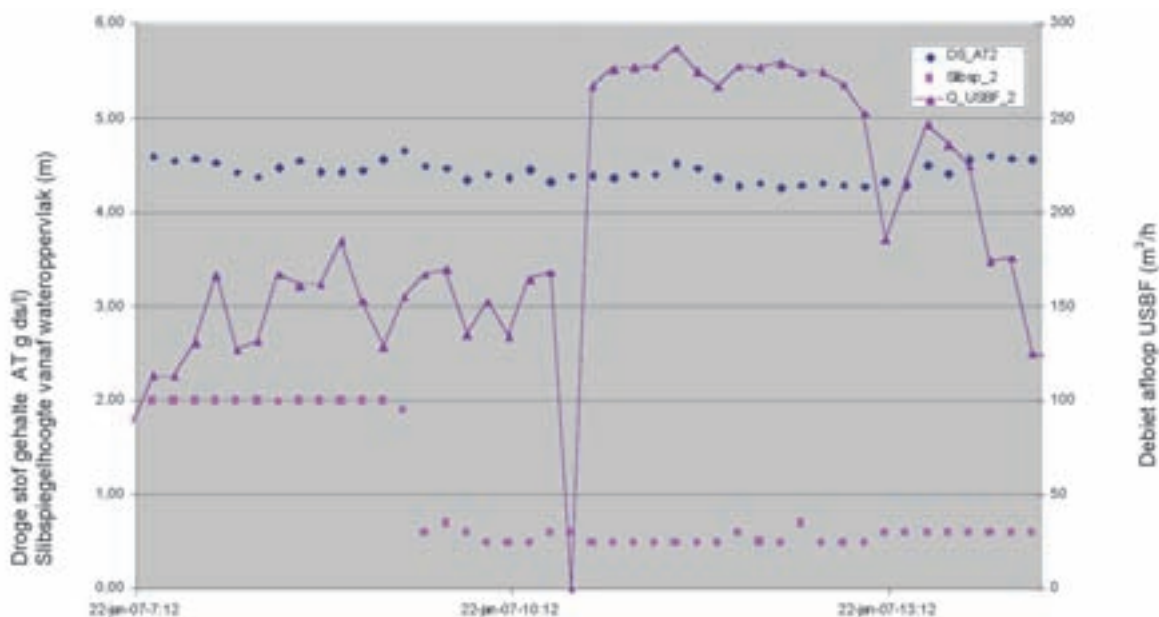
Ds gehalte AT 2:	4,48	g/l
O <sub>2</sub> gehalte 50 cm onder wateroppervlak USBF	1,34	mg/l
NO <sub>3</sub> -N	1,26	mg/l
NH <sub>4</sub> -N	0,36	mg/l
QUSBF	174	m <sup>3</sup> /h
Slibspiegelhoogte om 10.00 uur	0,5	m

Verder is het zuurstofgehalte gemeten in AT 2 op 2 m onder het wateroppervlak:

In de AT langs USBF/zijwand:	1,46	mg/l
In de USBF	0,36	mg/l
Aan oppervlak USBF in schoonwaterzone	0,26	mg/l

Het O<sub>2</sub> gehalte daalt onder in de USBF dus ca met 1 mg O<sub>2</sub>/l hetgeen duidt op een goede biologische activiteit.

FIGUUR 3.1 VERLOOP DROGESTOFGEHALTE, SLIBSPIEGEL EN DEBIET OVER COMBI-USBF





Alle stromen naar AT2, behoudens het retourslibdebiet zijn afgesloten en de pomp naar de anaerobe tank uitgeschakeld. Zo wordt de USBF alleen belast met de retourslibstroom. Deze is ingesteld op 280 m<sup>3</sup>/h en later verlaagd naar ca 220 m<sup>3</sup>/h door de frequentie van de retour-slibpomp op een vaste waarde te stellen.

### VISUEEL

De deken komt in ca 20 minuten naar boven en geeft vervolgens uitspoeling. Op diverse plaatsen in de USBF ontstaan een soort wolken die zich langzaam over de gehele slibdeken verspreiden. Tegen 11.36 uur stortte de slibdeken over.

Het waterniveau steeg tot boven de messen. Daardoor kon ook de drijfslag niet worden afgevoerd omdat de afvoer niet meer via het bovenste laagje gaat. In 2 uur vormt zich dan weer een drijfslag. Later in de middag bij een lage debiet zakte het niveau en werd de drijfslag weer afgevoerd (zie figuren 3.2 en 3.3).

FIGUUR 3.2

SLIBOVERSTORT COMBI-USBF

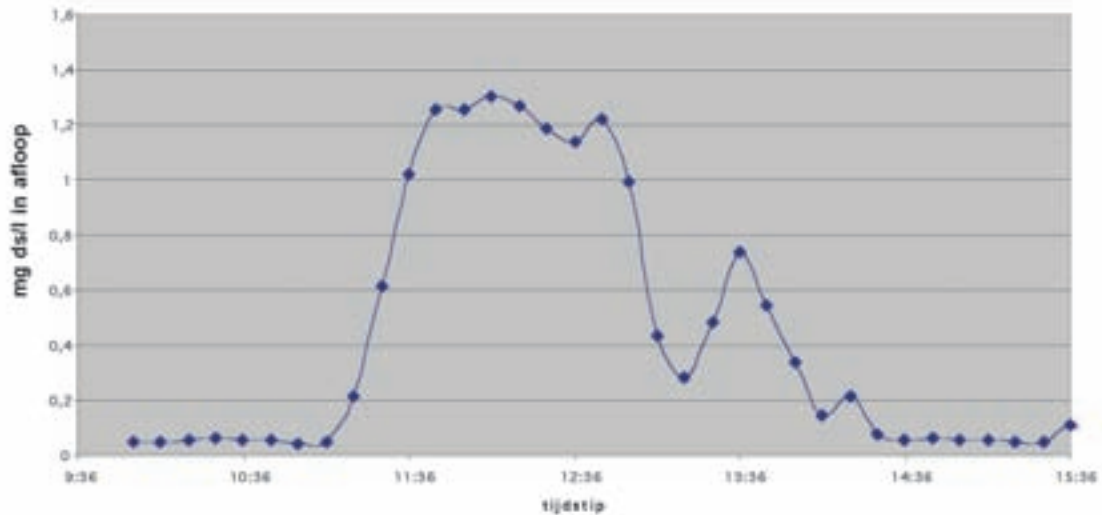


FIGUUR 3.3

PLUKJES DRIJFLAGEN



FIGUUR 3.4 DROGE STOF GEHALTE EFFLUENT USBF 2: 22 JANUARI 2007



Het slibgehalte bedroeg 5,7 g ds/l en de SVI was 110 ml/g.

De slibdeken bevond zich tot 11.00 uur op ca 50 cm onder waterniveau.

Na verhogen van het debiet kwam de slibdeken in ca 20 minuten omhoog tot 10 cm onder waterniveau. Om ca 12.40 stortte de slibdeken over.

#### METINGEN 2 FEBRUARI 2007

Op 2 februari zijn proeven uitgevoerd in AT 1.

FIGUUR 3.5 DEBIET OVER USBF 1 OP 2 FEBRUARI 2007



Proeven zijn gedaan bij AT 1 het slibgehalte bedroeg bij start 2,8 g/l (sensor). Gedurende de proef steeg deze tot 3,1 g ds/l door de toevoer van slib vanuit de nabezinktank.

- SVI AT 1 133 ml/g
- SVI AT 2 109 ml/g

De volgende slibspiegelhoogten zijn gemeten:

Debiet (m <sup>3</sup> /h)	Slibspiegelhoogte (m vanaf oppervlak)	Slibgehalte sensor (g ds/l)
330	1	2,75
380	0,6	3
380	0,15	3,1

Bij het einde van de meting (380 m<sup>3</sup>/h) komt de slibspiegel verder omhoog.

Waarnemingen:

- Het effluent wordt troebel met grotere vlokken. Bij een slibgehalte van 2,75-3 g ds/l wordt de ontwerpwaarde van 343 m<sup>3</sup>/h gehaald bij een SVI van 133 ml/g.
- Bij 380 m<sup>3</sup>/h komt de deken te ver omhoog en vindt uitspoeling plaats.
- De SVI's van beide AT's verschillen.

Deze dag is ook de zuurstofgradiënt bepaald in de combi-USBF.

Op 3 plaatsen is gemeten vanuit het midden van de USBF.

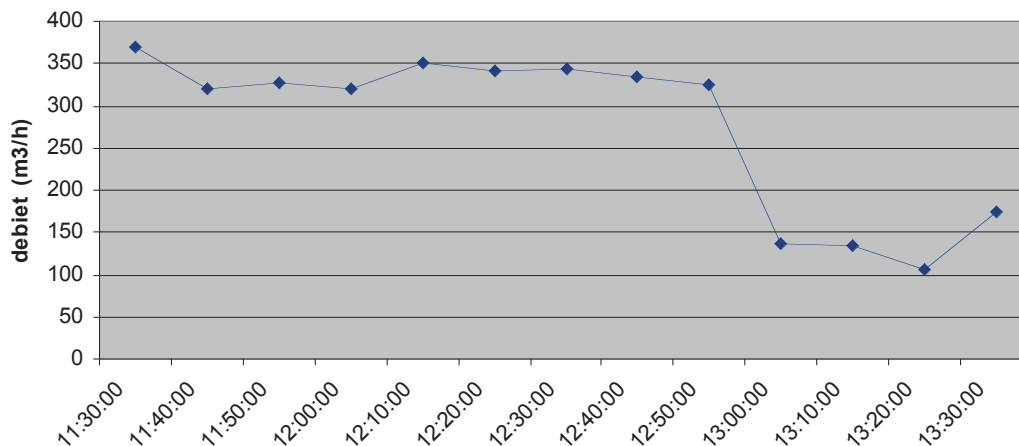
Afstand van wateroppervlak (m)	Begin mg O <sub>2</sub> /l	halverwege mg O <sub>2</sub> /l	Eind mg O <sub>2</sub> /l
0,5	0,8	0,9	0,9
1,0	1,0	1,0	1,0
1,5	1,0	1,0	1,0
2	1,1	1,1	1,1
2,5	1,0	1,0	1,0
3	1,2	1,2	1,3
3,5	1,2	1,2	1,2
4	1,2	1,1	1,1
4,5	2,5	2,6	2,5

Op moment van meting lag de slibdeken op ca 1,5 m vanaf het wateroppervlak. Het zuurstofgehalte was in vrijwel de gehele deken 1 mg/l of groter. Dit maakt het waarschijnlijk dat de deken tot het actieve slibvolume mag worden gerekend.

**METINGEN 20 FEBRUARI 2007**

Op 20 februari is AT 1 ingesteld op 330 m<sup>3</sup>/h bij een slibgehalte van 3,78 g ds/l. Door de terugvoer van slib uit de nabezinktank liep gedurende het experiment het ds gehalte op tot de ontwerpwaarde van 4 g/l.

FIGUUR 3.6 DEBIET OVER DE COMBI-USBF 20 FEBRUARI 2007



De slibspiegelhoogten waren:

tijd	Slibspiegelhoogte ds gehalte sensor (mg/l)
11.45	70 cm (3,78 g ds/l)
12.00	25 cm (4 g ds/l)
12.30	10 cm (4,2 g ds/l)
12.45	Over de rand (4,2 g ds/l)

De SVI bedroeg 137 ml/g. De oSVI bedroeg 216 ml/g.

Hierna zijn de onderzoeken gestopt omdat de SVI te hoog en te onstabiel bleek.

Het slibgehalte in de AT's is teruggebracht tot ca 3 g ds/l. Nadat dit was bereikt, is een serie metingen uitgevoerd om vast te stellen wat de capaciteit van de combi-USBF was bij dit verlaagde slibgehalte. De effluentwaarden voor N en P bleven goed.

In juni /juli 2007 zijn weer metingen uitgevoerd, waarbij het debiet over een USBF is opgevoerd (USBF 1). De SVI bewoog zich in deze periode in de orde van 130-140 ml/g

**METINGEN 26 JUNI 2007**

Slibgehalte AT1: 3,1 mg ds/l

SVI: 129 ml/g

oSVI: 140 ml/g

FIGUUR 3.7 METINGEN 26 JUNI 2007



De slijbspiegel steeg tot onder de waarde van 0,6 m en kwam om 13.15 uur over de rand.

**METING 28-06 2007**

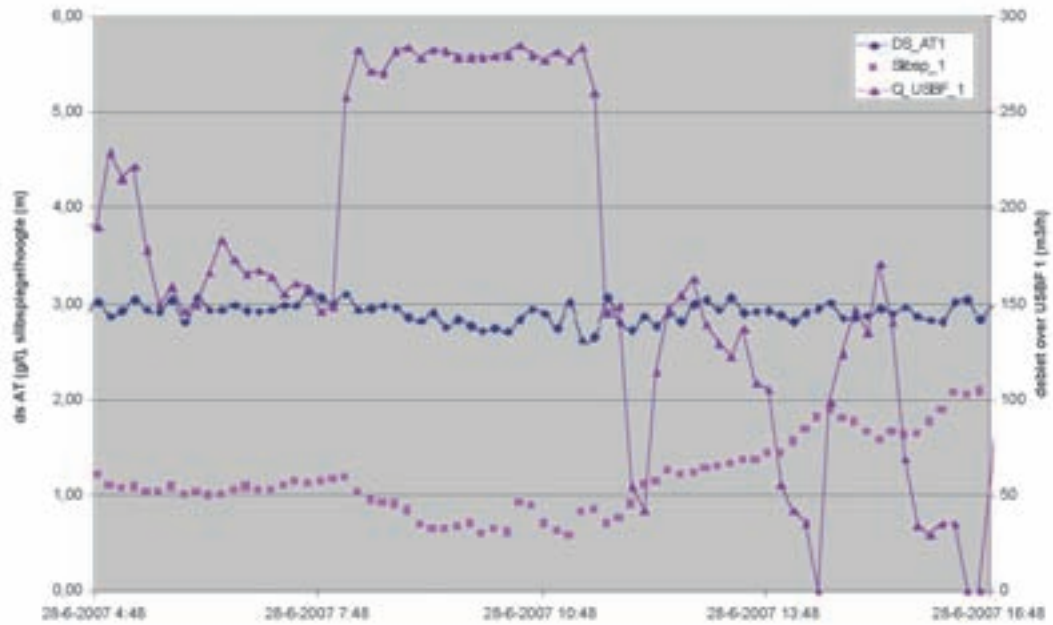
Slibgehalte AT 1: 3 g ds/l

SVI = 114 ml/g

oSVI= 128/ml/g

FIGUUR 3.8

METINGEN 28 JUNI 2007



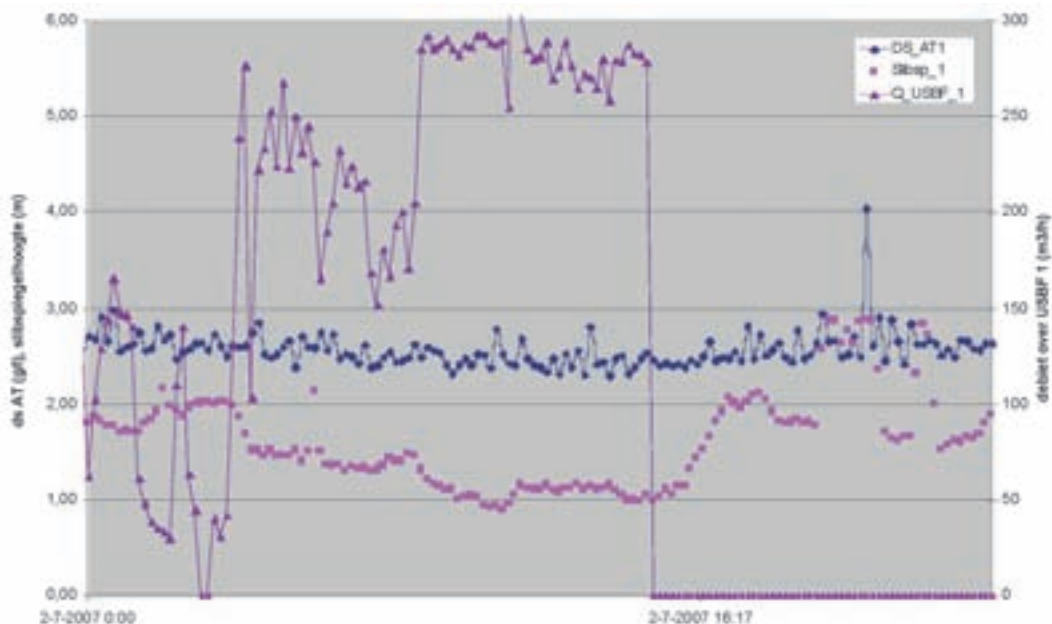
In deze situatie bleef het slib binnen bij een debiet van 280 m<sup>3</sup>/h. De slibdeken bleef onder de meetwaarde van de sensor (0,6 m).

**METINGEN 2-JULI 2007**

Slibgehalte: 2,6 g ds/l

SVI= 142 ml/g

FIGUUR 3.9 METINGEN 2 JULI 2007



De slibspiegel bleef onder de 1,5 m.

**METINGEN 4 DECEMBER 2007**

Op 4 december is een hydraulische proef uitgevoerd. Doel was om de hydraulische capaciteit de combi-USBF vast te stellen bij een slibgehalte van ca 3 g ds/l. De SVI bedroeg die dag:

	verduunning	Slibvolume (ml/1000 ml)	Ds gehalte (mg/l)	SVI
AT1				
9.00u	2x	220	3,4	129
12.00u	2x	190	3,1	123
AT2				
9.00 u	<b>2x</b>	<b>190</b>	<b>2,9</b>	<b>131</b>
12.00 u	<b>2x</b>	<b>200</b>	<b>3,2</b>	<b>125</b>

Vervolgens is het gedrag van de slibdeken gevolgd vanaf 11.00 uur. Vanaf het moment dat de on-line slibspiegelhoogtemeter 65 cm (= meetbereik van de sensor) aangaf is over gegaan op een handmatige meter.

*USBF 1*

In de middag is USBF 1 getest. Bij een debiet van 240 m<sup>3</sup>/h stabiliseerde de slibdeken op 0,75 cm hoogte. Vervolgens is het debiet verhoogd naar 320 m<sup>3</sup>/h, waarbij de slibspiegel binnen 20 minuten over de rand kwam.

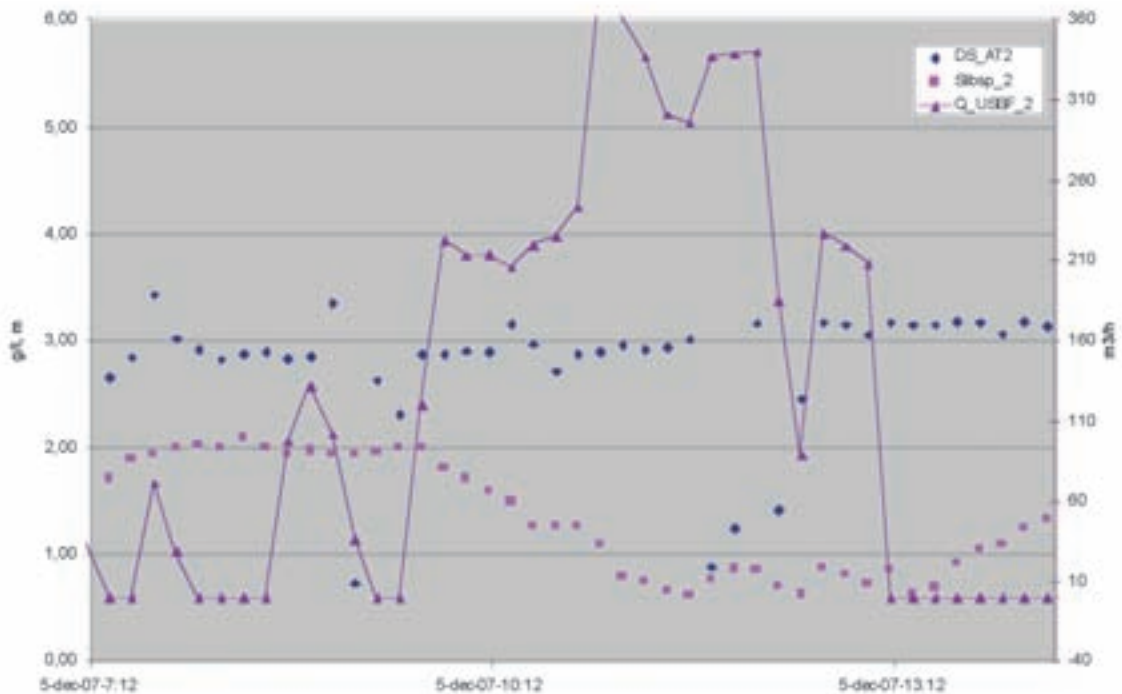
FIGUUR 3.10 METINGEN USBF 1 5 DECEMBER 20



USBF 2:

In de periode van 11.00 tot 11.40 uur steeg het niveau van de slibdeken tot 45 cm onder het waterniveau. Vervolgens is om 11.50 uur het debiet verhoogd naar 434 (ontwerpdebiet), waarbij binnen 20 minuten sliboverstort optrad.

FIGUUR 3.11 METINGEN USBF 2 5 DECEMBER 2007





**19 FEBRUARI 2008**

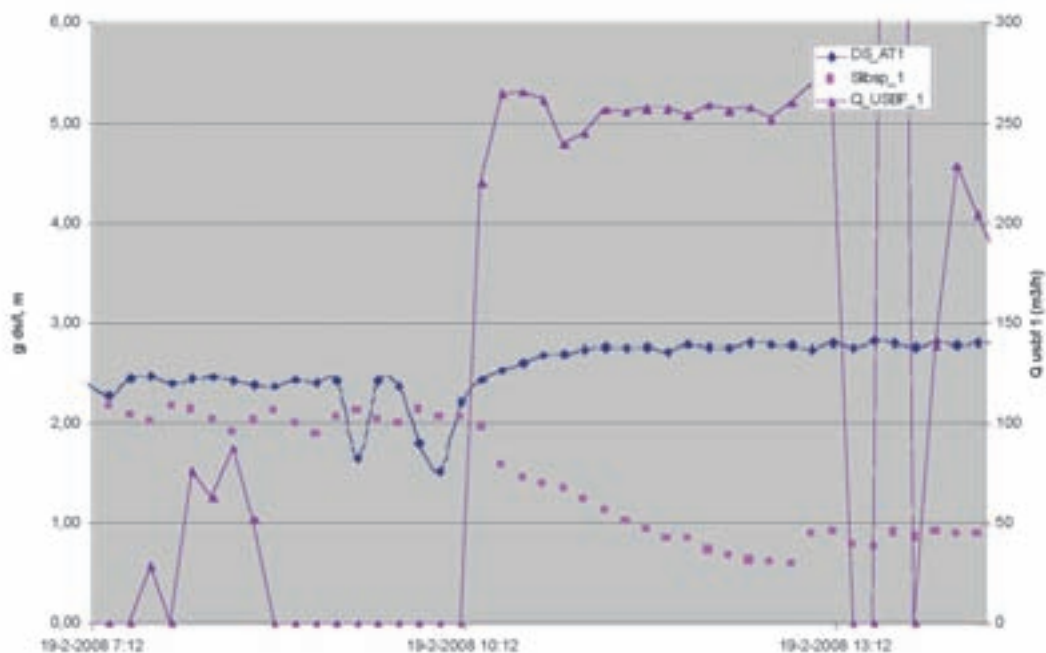
slibgehalte AT1: 2,7 g ds/l

oSVI: 155 ml/g

SVI: 133 ml/g

Debiet ingesteld op 260 m<sup>3</sup>/h

FIGUUR 3.12 METINGEN 19 FEBRUARI 2008



Het slib bleef binnen en op 12.40 uur is de instelling vergroot naar 290 m<sup>3</sup>/h. Dit leidde echter snel tot uitspoeling.

**20 FEBRUARI 2008**

Slibgehalte in AT: 2,6 g ds/l

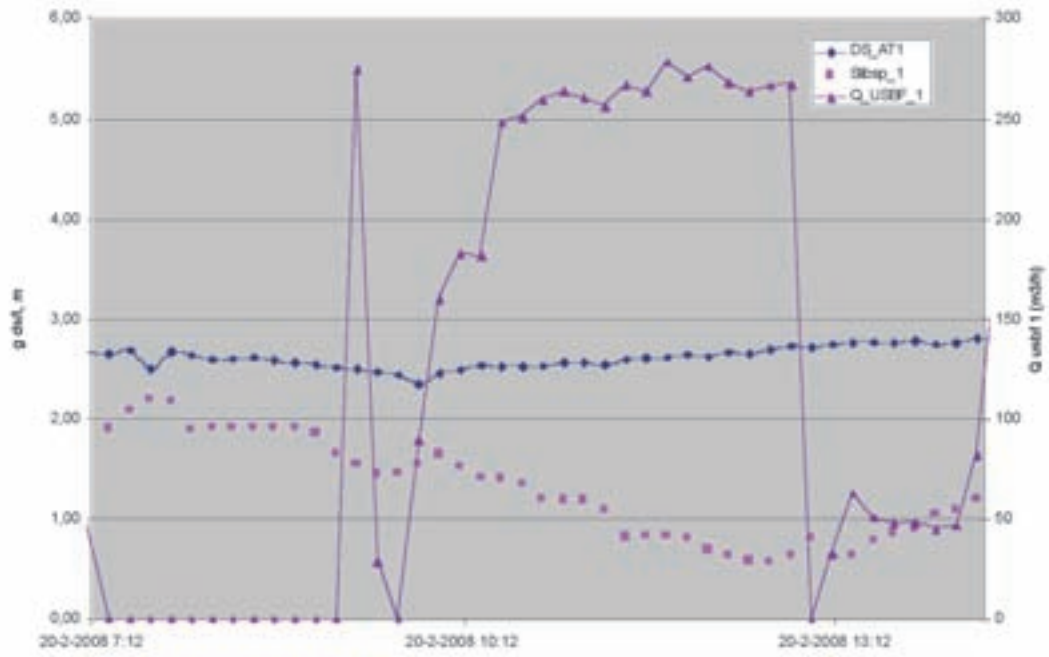
oSVI: 215 ml/g

SVI: 146 ml/g

Het debiet over de USBF 1 is ingesteld op 260 m<sup>3</sup>/h

tijdstip	Slibspiegelhoogte (m)
12.15	0,6
12.25	0,4
12.35	0,2
12.50	0,1
13.00	sliboverstort

FIGUUR 3.13 METINGEN 20 FEBRUARI 2008



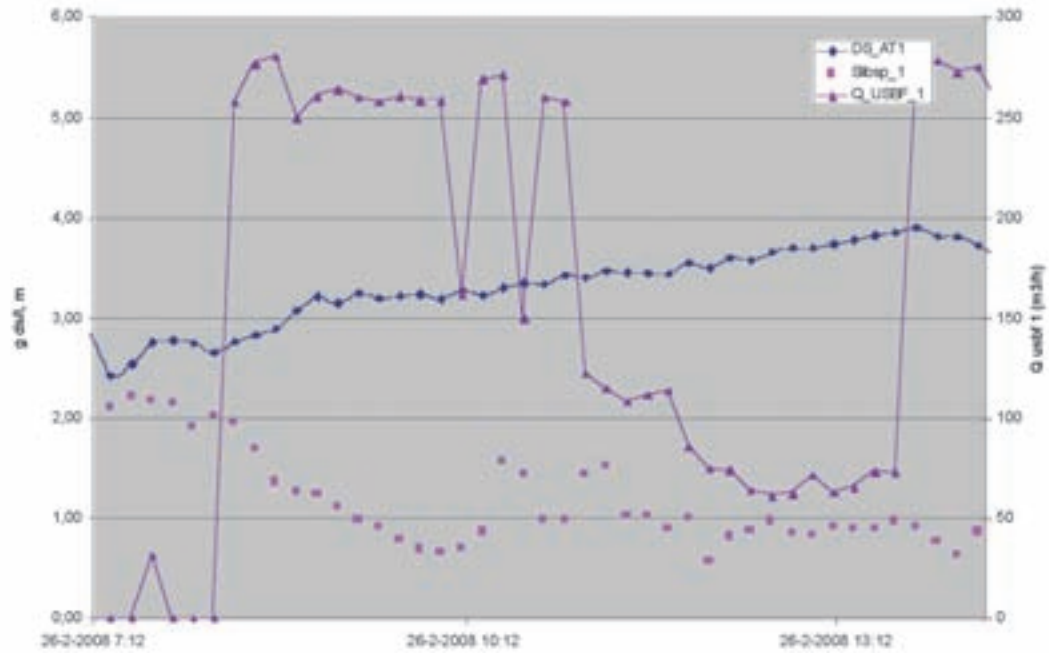
**26 FEBRUARI 2008**

Slibgehalte AT: 3,2 g ds/l

oSVI: 237 ml/g

SVI: 167 ml/g

FIGUUR 3.14 METINGEN 26 FEBRUARI 2008



tijdstip	Slibspiegel v.a. wateroppervlak (m)
9.00	1,15
9.30	0,87
10.00	0,70
10.45	0,20
11.00	0,1

Tegen 11.00 uur trad ook de eerste slibuitspoeling op

### 6 MAART 2008

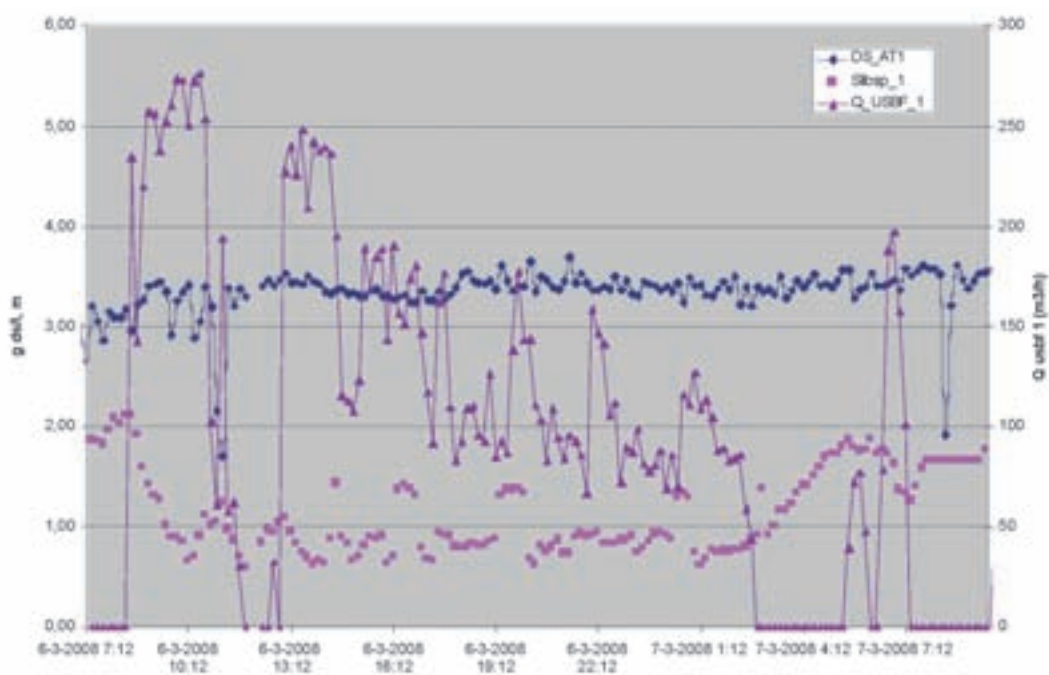
slibgehalte AT: 3,34 g ds/l

oSVI: 211 ml/g

SVI 147ml/g

Bij een ingesteld debiet van 260 m<sup>3</sup>/h trad al snel slibuitspoeling op. Vervolgens is 230 m<sup>3</sup>/h geprobeerd. Hier kwam de slibspiegel binnen circa een half uur over de rand.

FIGUUR 3.15 METINGEN 6 EN 7 MAART 2008



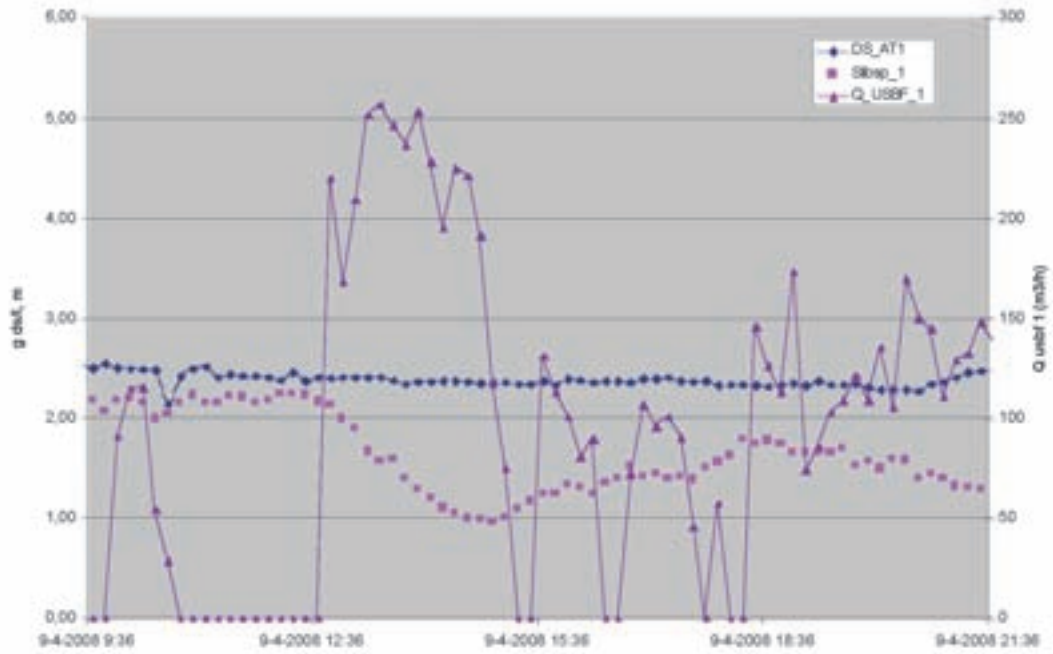
**9 APRIL 2008**

oSVI: 174 ml/g

SVI: 138 ml/g

De slibspiegel bleef meer dan de 70 cm onder het waterniveau.

FIGUUR 3.17 METINGEN 9 APRIL 2008





## BIJLAGE 4

# BEDRIJFSGEGEVENS RWZI WIJK BIJ DUURSTEDE 2006 (VOOR VERBOUWING) EN 2007

		2006	2007
<b>Algemeen</b>			
Behandeld afvalwater	m <sup>3</sup> /j	1.981.699	2.173.525
	m <sup>3</sup> /d	5.429	5.955
<b>Influent</b> (gewogen)			
Droogrest onopg. best.	mg/l	236	206
CZV	mg/l	588	492
BZV	mg/l	244	205
Kj-N	mg/l	55	43
P-totaal	mg/l	9	7,1
Droogrest onopg. best.	kg/d	1.330	1.430
CZV	kg/d	3.311	3.413
BZV	kg/d	1.371	1.426
Kj-N	kg/d	310	295
P-totaal	kg/d	50	49
TZV	kg/d	4.729	4.761
Vuilvracht	ie-136	34.769	35.008
gemiddelde belastinggraad	%	104	104
discrepanctie	%	8	9
BZV/N		4,4	4,8
CZV/BZV	-	2,4	2,4
CZV/N	-	11	11,6
CZV/P	-	66	69
<b>Effluent</b> (gewogen)			
Droogrest onopg. best.	mg/l	15	22
CZV	mg/l	72	52
BZV	mg/l	13,8	6,4
Kj-N	mg/l	15,0	3,2
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	2,5	3,9
N-totaal	mg/l	17,0	7,2
P-totaal	mg/l	2,1	1,3
Droogrest onopg. best.	kg/d	84	150
CZV	kg/d	402	364
BZV	kg/d	78	44
Kj-N	kg/d	83	22
NO <sub>3</sub> -N	kg/d	14	27
N-totaal	kg/d	98	50

P-totaal	kg/d	12,0	8,8
TZV	kg/d	784	466
Vuilvracht	ie-136	5.762	3.426
<b>Zuiveringsprestatie</b>			
drogestofverwijdering	%	94	89,5
CZV-verwijdering	%	88	89,3
BZV-verwijdering	%	94	96,9
Kj-N-verwijdering	%	73	92,5
N-verwijdering	%	68	83,1
P-verwijdering	%	76	82,0
TZV-verwijdering	%	83	90,2
<b>Beluchtingstank</b>			
Slibbelasting	kg CZV/(kg d.s. · d)	0,111	0,178
Slibbelasting	kg BZV/(kg d.s. · d)	0,046	0,075
	kg N/(kg d.s. · d)	0,010	0,015
Slibvolume-index (SVI)	ml/g	104	136
Gloeirest t.o.v. d.s.	w/w % d.s.	28	30
Slibgehalte	g d.s./l	4,8	3,4
Slibleeftijd	d	24	12
Spuislibproductie	ton d.s./d	1,26	2,03
Specifieke spuislibproductie	kg d.s./kg CZV	0,43	0,66
Specifieke spuislibproductie	kg d.s./kg BZV	0,97	1,47
	kg d.s./ ( i.e.)	16	17
E-verbruik	MWh/j	414	380
Specifiek E-verbruik	kWh/kg TZV	0,29	0,24
	kWh/( i.e.)	14	12