

stowa

TUSSENRAPPORTAGE

SLIBDESINTEGRATIE



RAPPORT

2007
W06

TUSSENRAPPORTAGE
SLIBDESINTEGRATIE

RAPPORT

2007
W06



COLOFON

UITGAVE STOWA, Utrecht 2007

PROJECTUITVOERING

mevr. P. Clevering-loeffen (Grontmij Nederland bv)

dhr. L. Luning (Grontmij Nederland bv)

dhr. O. Coops (Grontmij Nederland bv)

BEGELEIDINGSCOMMISSIE:

dhr. H. Schepman (Waterschap Groot Salland)

dhr. D. de Vente (Waterschap Regge en Dinkel)

dhr. E. Poulus (Waterschap Zeeuwse Eilanden)

mevr. K. Boterman-de Buijn (Waterschap Vallei en Eem)

dhr. V. Claessen (Waterschap Aa en Maas, vanaf augustus 2007 Waterschap De Dommel)

dhr. F. Brandse (Waterschap Reest en Wieden)

dhr. L. van Efferen (Waterschap Zuiderzeeland)

mevr. C. Uijterlinde (STOWA)

FOTO'S OMSLAG

Van links naar rechts:

Slibdesintegratie-installatie op RWZI Nieuwgraaf

Slibdesintegratie-installatie op RWZI Enschede

Slibdesintegratie-installatie op RWZI Bath

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau

STOWA rapportnummer 2007-W06

SAMENVATTING

INLEIDING

De verwerking van slib is een belangrijke kostenpost voor rioolwaterzuiveringen (rwzi). Eén van de manieren om de kosten voor slibverwerking te reduceren is het toepassen van slibdesintegratie, om zodoende de afbraak van organisch materiaal in de vergisting te stimuleren en het slib vervolgens beter te kunnen ontwateren. Een voordeel van de recent ontwikkelde vormen van slibdesintegratie is dat deze eenvoudig kunnen worden ingepast in de slibverwerkingslijn. Het bestaande proces hoeft niet fundamenteel te worden aangepast en de betrouwbaarheid en beschikbaarheid worden niet negatief beïnvloed.

Mede op grond van bovenstaande overwegingen heeft STOWA besloten een praktijkonderzoek aan dit onderwerp te wijden. Het doel van het onderzoeksproject is het in kaart brengen van de haalbaarheid van slibdesintegratie voor Nederlandse rioolwaterzuiveringsinstallaties. Hierbij wordt het effect van slibdesintegratie in combinatie met slibgisting beschouwd.

UITVOERING

STOWA heeft een oproep gedaan aan de Nederlandse waterschappen om geschikte locaties aan te melden als potentiële deelnemer aan het onderzoek.

Op basis van de binnengekomen aanmeldingen bij STOWA en inventarisatie van mogelijkheden zijn uiteindelijk drie onderzoekslocaties geselecteerd:

- RWZI Bath (Hoogheemraadschap Brabantse Delta);
- RWZI Nieuwgraaf (Waterschap Rijn en IJssel);
- RWZI Enschede (Waterschap Regge en Dinkel).

Belangrijk argument bij de locatiekeuze was de mogelijkheid om onderzoek aan behandeld en onbehandeld slib zoveel mogelijk parallel te kunnen uitvoeren. Door één lijn met en één lijn zonder slibdesintegratie te realiseren, wordt een referentiesituatie gecreëerd. Aspecten daarbij waren de voeding van de gistingstanks, afvoer van materiaal uit de gistingstanks, de nageschakelde ontwatering en de beschikbare meet- en monsternamevoorzieningen.

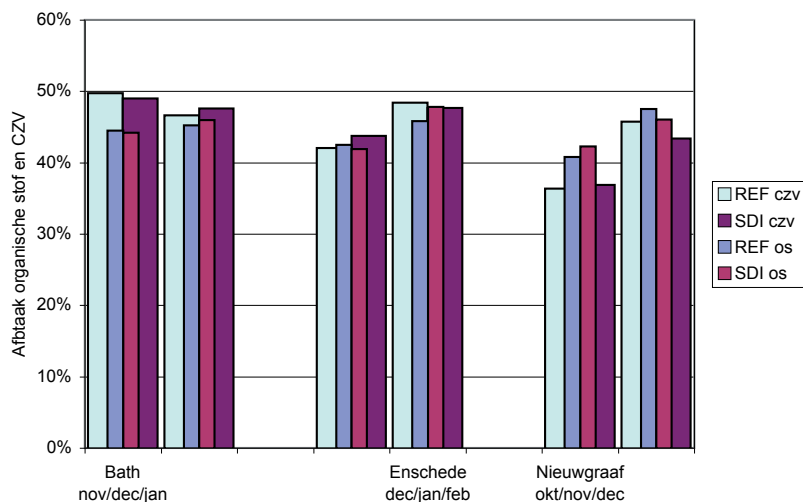
In de afgelopen periode van ruim een jaar heeft op deze locaties toegepast onderzoek plaatsgevonden naar verschillende wijzen van slibdesintegratie. De resultaten die tot dusver zijn behaald worden in deze tussenrapportage gepresenteerd. Voor alle locaties geldt dat het onderzoek nog wordt voortgezet met aanpassingen aan de huidige installaties en de wijze van bedrijfsvoering. De resultaten uit deze vervolgonderzoeken zullen in de eindrapportage worden gepresenteerd.

OVERZICHT VAN RESULTATEN

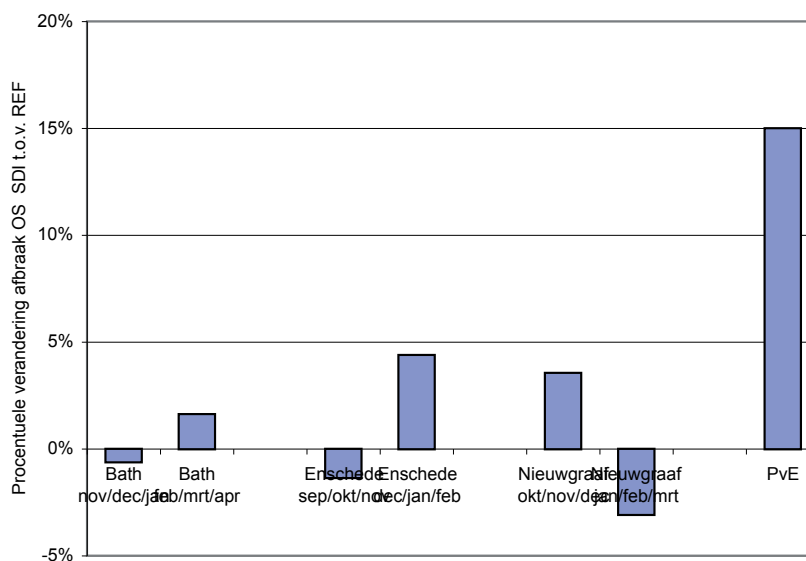
In Figuur 0-1 en Figuur 0-2 is een overzicht gegeven van de resultaten op het gebied van de afbraak van organisch materiaal. Ter vergelijking zijn in Figuur 0-1 tevens de afbraakpercentages voor CZV weergegeven.

Per locatie gaat het hierbij om de gemiddelde gegevens van twee periodes van elk drie maanden. Door het presenteren van resultaten over een langere tijd wordt het effect van het optreden van versturende of vertekende tijdelijke effecten tot een minimum teruggebracht.

FIGUUR 0-1 RESULTATEN AFBRAAK ORGANISCHE STOF EN CZV IN GISTINGSTANKS MET (SDI) EN ZONDER SLIBDESINTEGRATIE (REF) OP DE DRIE ONDERZOEKSLocatIES



FIGUUR 0-2 RELatieve VERANDERING VAN DE AFBRAAK VAN ORGANISCHE STOF BIJ SLIBDESINTEGRATIE (SDI) EN REFERENTIE (REF) OP DE DRIE ONDERZOEKSLocatIES



De gepresenteerde resultaten in Figuur 0-1 laten zien dat de verwachte verbetering van de afbraak van organische stof of CZV met 15 – 25% tot op heden niet is gerealiseerd.

Ter illustratie, een verbetering van 15% ten opzichte van een afbraakpercentage van 40% komt overeen met een absolute verbetering van 6%.

De gevonden verbeteringen zijn dermate beperkt dat zij als niet significant beschouwd moeten worden. Hetzelfde geldt voor de verslechtingen die op de locaties Enschede en Nieuwgraaf zijn geconstateerd.

Naast de verbetering op het vlak van de afbraak van organische stof, was ook verwacht dat er een verbetering van de ontwateringseigenschappen bereikt zou kunnen worden. Analoog aan het bovenstaande geldt dat ook hiervoor op alle drie de drie locaties geen significante verbeteringen geconstateerd zijn. De resultaten in Enschede zijn zodanig dat de beperkte gevonden verbetering net niet als significant mag worden beschouwd.

Slibdesintegratie wordt ook als een remedie beschouwd tegen het optreden van schuimvorming in slibgistinginstallaties. Het onderzoek heeft aangetoond dat dit zeker niet altijd van toepassing is. In zowel Enschede als Bath is tijdens de proeven schuimvorming opgetreden.

CONCLUSIES, AANBEVELINGEN EN VERVOLGACTIVITEITEN

CONCLUSIES

Onderstaande conclusies zijn gebaseerd op de ervaringen met slibdesintegratie op rwzi's Bath, Enschede en Nieuwgraaf. De specifieke omstandigheden op deze installaties kunnen van invloed zijn op de conclusies.

Op rwzi Bath is per 1 februari 2007 een uitbreiding van de behandelingsintensiteit van de slibdesintegratie-installatie doorgevoerd, waarbij een gedeelte van de resultaten die hierna gegenereerd zijn in deze tussenrapportage zijn meegenomen. Op de andere twee rwzi's Enschede en Nieuwgraaf zijn ook wijzigingen aan de slibdesintegratie-installatie gepland, die onder andere tot doel hebben het slib intensiever te behandelen. In de eindrapportage (begin 2008) zullen de aanvullende resultaten worden opgenomen en mogelijk kunnen deze aanleiding geven tot herziening van de onderstaande conclusies.

- Het bereiken van de verwachte verbetering in organische-stofafbraak is niet aangetoond. De relatieve verbetering van de organische-stofafbraak op basis van een massabalans over de gisting is 1,6%, 4,4% en -3,1% voor respectievelijk Bath, Enschede en Nieuwgraaf over de laatste drie maanden van de beschreven resultaten. Deze percentages vallen binnen de betrouwbaarheidsmarge en kunnen niet als significant worden beschouwd.
- Op rwzi Bath is een verbetering van 20% op de biogasproductie aangetoond. De omvang van deze verbetering is veel hoger dan op basis van de verhoging in de afbraak van organische stof verwacht wordt. Voor deze discrepantie is op dit moment geen goede verklaring beschikbaar. Het bereiken van de verwachte verbetering in biogasproductie op rwzi's Enschede en Nieuwgraaf kon niet worden aangetoond, hier is geen gebruik gemaakt van separate biogasmeting over beide straten.
- Op de rwzi Enschede is zowel de specifieke biogasproductie ten opzichte van organische stof als CZV laag, waardoor het aannemelijk is dat de gasproductie wordt onderschat. Op rwzi Nieuwgraaf is het omgekeerde aan de orde, hier is sprake van een mogelijke overschatting van de specifieke gasproductie. Op rwzi Bath zijn de specifieke gasproducties in de verwachte orde van grootte.
- Het vooraf verwachte effect op het ontwateringsgedrag is afwezig tot marginaal. Bij een groter effect op de afbraak is het effect op de ontwatering naar verwachting duidelijker.

- De energie-input van de drie slibdesintegratie-installaties in combinatie met de garantie-waarden voor de verbetering van de organische-stofafbraak is laag in vergelijking met literatuurwaarden.
- Schuimvorming wordt door toepassing van slibdesintegratie niet voorkomen. Er zijn indicaties dat vooral bij de behandeling van een relatief grote deelstroom met een relatief lage intensiteit schuimvorming kan optreden.
- Het directe effect van de slibdesintegratie-installaties is aantoonbaar in de vorm van vrijgekomen opgelost CZV (ontsluiting) door de behandeling.
- De retourbelasting vanuit de ontwatering is niet toegenomen door slibdesintegratie. Met het uitblijven van de verbeterde afbraak was dit ook niet te verwachten.
- Praktische problemen met het bedienen van de installaties zijn beperkt gebleven tot enkele storingen die snel opgelost zijn. Bij onderzoek in parallel bedrijf blijft een punt van aandacht het goed afstemmen van de besturing/aansturing van de slibdesintegratie-installatie in combinatie met de voeding van de gistingstanks om de beoogde bedrijfsvoering te realiseren.
- Parallelbedrijf van twee gistingstanks, waarvan één met slibdesintegratie en één als referentie is een belangrijke randvoorwaarde gebleken om resultaten objectief te kunnen bepalen.
- Het gebruik van massa- en CZV-balansen, samen met het intensieve bemonsterings- en analyseprogramma en de optredende fluctuaties in slibsamenstelling en -productie, heeft geleid tot een redelijke betrouwbaarheid van de gepresenteerde resultaten. Bij beperkte veranderingen (relatief verschil in organische-stofafbraak kleiner dan 10-15%) is het effect niet hard aan te tonen op basis van een massa- of CZV-balans.

AANBEVELINGEN

- Voorzichtigheid is geboden bij het beoordelen van de resultaten van de slibgisting over korte periodes. De ervaring uit het onderzoek is dat een periode van minimaal één maand benodigd is om een beoordeling van de organische-stofafbraak te maken. Geadviseerd wordt om een langere periode van twee maanden te gebruiken.
- Op de rwzi's Enschede en Nieuwgraaf is zowel de specifieke biogasproductie ten opzichte van organische stof als CZV afwijkend van de theoretische verwachting. Dit kan door de gasmeters worden veroorzaakt en ijking van de meters is dan ook aan te bevelen.
- De verblijftijd in de gisting en de slibleeftijd in de beluchting is aan veranderingen onderhevig. Hoewel niet in het onderzoek aangetoond, is het op basis van literatuur en leveranciersinformatie aannemelijk dat het effect van slibdesintegratie afneemt bij een langere slibverblijftijd in de beluchtingstank en bij een hogere verblijftijd in de gistingstank. Aanbevolen wordt dit nader te onderzoeken.
- Er worden door de leverancier wijzigingen voorgesteld, waarbij een hogere energie-input toegepast wordt. Deze optimalisatie is op rwzi Bath reeds uitgevoerd en zal op de twee andere rwzi's ook worden doorgevoerd. Uit het onderzoek en uit de ervaringen bij andere

locaties, met name in Zeist, komt naar voren dat bij de behandeling door slibdesintegratie een bepaalde minimale intensiteit benodigd is, uitgedrukt in energietoevoer per kg droge stof te behandelen slib. De energietoevoer dient gerelateerd te worden aan de technologie die gebruikt wordt, voor de hydrodynamische toepassing is dit standaard lager dan voor ultrasound toepassingen.

- Bij nieuwe initiatieven op het gebied van slibdesintegratie is het onderzoek aan specifieke eigenschappen van het te behandelen slib een belangrijk aspect om een realistische verwachting te formuleren over te verwachten resultaten. Aan de hand van microscopische analyses en bepaling van de deeltjesgrootteverdeling kan bovendien de gevoeligheid voor schuimvorming worden beoordeeld.

VERVOLGACTIVITEITEN

- Voor alle drie de locaties is door de betreffende waterschappen besloten de proef te verlengen. De achtergrond hierbij is de verwachting dat door aanpassingen binnen de installaties en bij de bedrijfsvoering de oorspronkelijke doelstelling alsnog benaderd kan worden.
- De resultaten van aanpassingen in Bath, Nieuwgraaf en Enschede worden in de eindrapportage meegenomen (begin 2008). In Bath en Nieuwgraaf is/wordt de intensiteit van de behandeling verhoogd door het bijplaatsen van extra sonotroden. In Enschede zal binnen de huidige configuratie een kleinere slibstroom intensiever worden behandeld.

DE STOWA IN HET KORT

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

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

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

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

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

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

Email: stowa@stowa.nl.

Website: www.stowa.nl

SLIBDESINTEGRATIE

INHOUD

	TEN GELEIDE	
	SAMENVATTING	
	STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
	1.1 Algemeen	1
	1.2 Doel	1
	1.3 Leeswijzer	1
2	PROJECTAANPAK	2
	2.1 Deelprojecten	2
	2.2 Literatuurstudie	2
	2.3 Locatiekeuze	2
	2.4 Voorbereiding demonstratie	3
	2.5 Demonstratie	3
	2.6 Tussen- en Eindrapportage	3
3	LITERATUURSTUDIE (SAMENVATTING)	4
	3.1 Algemeen	4
	3.2 Effect	4
	3.3 Marktrijpheid	5
	3.4 Aanbevelingen	6

4	RWZI BATH	7
4.1	Beschrijving rwzi en aanpassingen	7
4.2	Beschrijving slibdesintegratie-installatie	7
	4.2.1 Tussentijdse aanpassingen van de installatie	10
4.3	Resultaten demonstratie	10
	4.3.1 Procesomstandigheden	10
	4.3.2 Hoeveelheden en samenstelling slib naar gisting	11
	4.3.3 Afbraak organische stof naar de gisting	12
	4.3.4 Afbraak van CZV	14
	4.3.5 Biogasproductie en specifieke biogasproductie	15
	4.3.6 Werking desintegrator	16
	4.3.7 Ontwateringsresultaat	17
	4.3.8 Balans over gisting (verificatie)	17
	4.3.9 Retourbelasting	18
4.4	Resumé resultaten slibdesintegratie RWZI Bath	18
4.5	Vervolg van het onderzoek	18
5	RWZI ENSCHEDE	19
5.1	Beschrijving rwzi en eventuele aanpassingen	19
5.2	Beschrijving slibdesintegratie-installatie	20
	5.2.1 Tussentijdse aanpassingen van de installatie	22
5.3	Resultaten demonstratie	22
	5.3.1 Procesomstandigheden	22
	5.3.2 Hoeveelheden en samenstelling slib naar gisting	23
	5.3.3 Afwijkende omstandigheden tijdens proefperiode	23
	5.3.4 Afbraak organische stof in gisting	24
	5.3.5 Afbraak van CZV in de gisting	26
	5.3.6 Biogasproductie en specifieke biogasproductie	26
	5.3.7 Werking desintegrator	28
	5.3.8 Ontwateringsresultaat	29
	5.3.9 Balans over gisting (verificatie)	30
	5.3.10 Retourbelasting	30
5.4	Resumé resultaten RWZI Enschede	31
5.5	Vervolg van het onderzoek	31
6	RWZI NIEUWGRAAF	32
6.1	Beschrijving rwzi en eventuele aanpassingen	32
6.2	Beschrijving slibdesintegratie-installatie	33
6.3	Resultaten demonstratie	34
	6.3.1 Procesomstandigheden	34
	6.3.2 Hoeveelheden en samenstelling slib naar gisting	35
	6.3.3 Afbraak organische stof in gisting	35
	6.3.4 Afbraak van CZV	37
	6.3.5 Biogasproductie en specifieke biogasproductie	38
	6.3.6 Werking desintegrator	39
	6.3.7 Ontwateringsresultaat	40
	6.3.8 Balans over gisting (verificatie)	41
	6.3.9 Retourbelasting	41
6.4	Resumé resultaten RWZI Nieuwgraaf	42
6.5	Vervolg van het onderzoek	42

7	OVERIGE PROJECTEN IN NEDERLAND	43
7.1	Inleiding	43
7.2	RWZI Land van Cuijk	43
7.3	RWZI Meppel	45
7.4	RWZI Willem Annapolder	45
7.5	RWZI Zeist	45
8	DISCUSSIE VAN DE RESULTATEN	47
8.1	Onderlinge vergelijking	47
8.2	Discussie algemeen	49
8.3	Toetsing van de verwachte resultaten aan de praktijk	49
8.4	Energieverbruik en -opbrengst	52
8.5	Schuimvorming	53
8.6	Resumé	54
9	CONCLUSIES, AANBEVELINGEN EN VERVOLGACTIVITEITEN	55
9.1	Conclusies	55
9.2	Aanbevelingen	56
9.3	Vervolgactiviteiten	57

Bijlagen

Bijlage 1 Locatiekeuze

Bijlage 2 Monstername- en analyseprogramma

Bijlage 3 Van Kleeck vergelijking

Bijlage 4 Correctie biogasmeting RWZI Bath

Bijlage 5 Ontsluitingsgraad

1

INLEIDING

1.1 ALGEMEEN

De verwerking van slib is een belangrijke kostenpost voor waterzuiveringen. Eén van de manieren om de kosten voor slibverwerking te reduceren is slibdesintegratie, omdat dit de afbraak van organisch materiaal in de vergisting stimuleert en het slib gemakkelijker te ontwateren wordt. Door recente ontwikkelingen op het gebied van slibdesintegratie, met name op het gebied van de mechanische technieken, staat dit onderwerp momenteel volop in de belangstelling.

Inmiddels zijn er in het buitenland enkele tientallen referenties beschikbaar waarbij gebruik gemaakt wordt van ultrasoon geluid of hydrodynamische principes voor slibdesintegratie. Dankzij de gunstige resultaten die in deze projecten behaald zijn, zijn ook in Nederland de eerste projecten van slibdesintegratie gerealiseerd.

Een voordeel van de recent ontwikkelde vormen van slibdesintegratie is dat ze eenvoudig kunnen worden ingepast in de slibverwerkingslijn. Het bestaande proces hoeft niet fundamenteel te worden aangepast en de betrouwbaarheid en beschikbaarheid worden niet negatief beïnvloed.

1.2 DOEL

Het doel van het onderzoeksproject is het in kaart brengen van de effecten van slibdesintegratie voor Nederlandse waterzuiveringsinstallaties. Hierbij wordt het effect van slibdesintegratie in combinatie met slibgisting beschouwd, omdat deze toepassing het meest veelbelovend is.

Dit tussenrapport heeft tot doel de resultaten en ervaringen die tot nu toe behaald zijn binnen het onderzoeksproject te publiceren.

1.3 LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 wordt de aanpak van het onderzoeksproject beschreven. In hoofdstuk 3 wordt een samenvatting van de literatuurstudie over slibdesintegratie gegeven.

Vervolgens worden de locaties, de geïnstalleerde desintegratie-installaties en de resultaten beschreven van achtereenvolgens Bath (hoofdstuk 4), Enschede (hoofdstuk 5) en Nieuwgraaf (hoofdstuk 5). De beschrijving van deze resultaten gebeurt op hoofdlijnen. Voor meer gedetailleerde informatie over de achtergronden van de gepresenteerde resultaten wordt op relevante plaatsen verwezen naar de bijlagen.

In hoofdstuk 7 wordt kort ingegaan op andere slibdesintegratieprojecten in Nederland.

In hoofdstuk 8 vindt een discussie van de resultaten plaats, gevolgd door de conclusies, aanbevelingen en vervolgactiviteiten (hoofdstuk 9).

2

PROJECTAANPAK

2.1 DEELPROJECTEN

Het onderzoeksproject bestaat uit vijf deelprojecten:

1. Literatuurstudie;
2. Locatiekeuze;
3. Voorbereiding demonstratie;
4. Demonstratie;
5. Evaluatie.

De aanpak van de deelprojecten is in dit hoofdstuk beschreven.

2.2 LITERAATUURSTUDIE

Er zijn verschillende technieken die slibdesintegratie teweeg kunnen brengen. Om deze goed in kaart te brengen is een korte literatuurstudie naar marktrijpe en volwassen technieken uitgevoerd. De uitkomst van de studie is dat technieken die cavitatie toepassen als het meest kansrijk worden beoordeeld. Noodzakelijkerwijs is hierbij vooral gebruik gemaakt van ervaringen die in het buitenland zijn opgedaan, met een zwaartepunt voor toepassingen in Duitsland. Aan de hand van proceskenmerken en referenties is een keuze gemaakt welke technieken c.q. leveranciers in aanmerking komen voor het onderzoek. In het volgende hoofdstuk is een samenvatting van deze literatuurstudie opgenomen.

2.3 LOCATIEKEUZE

Parallel aan de literatuurstudie is een inventarisatie uitgevoerd naar mogelijke locaties in Nederland voor het onderzoek. STOWA heeft een oproep gedaan aan de Nederlandse waterschappen om geschikte locaties aan te melden als potentiële deelnemer aan het onderzoek; hierop zijn 22 reacties gekomen.

Op basis van de binnengekomen aanmeldingen bij STOWA en inventarisatie van mogelijkheden zijn uiteindelijk drie onderzoekslocaties geselecteerd:

- RWZI Bath (Hoogheemraadschap Brabantse Delta);
- RWZI Nieuwgraaf (Waterschap Rijn en IJssel);
- RWZI Enschede (Waterschap Regge en Dinkel).

Belangrijk argument bij de locatiekeuze was de mogelijkheid om onderzoek aan behandeld en onbehandeld slib zoveel mogelijk parallel te kunnen uitvoeren. Aspecten daarbij waren de voeding van de gistingstanks, afvoer van uitgestist slib, de nageschakelde ontwatering en de beschikbare meet- en monsternamevoorzieningen.

De achtergronden bij de locatiekeuze worden in de bijlage 1 behandeld.

2.4 VOORBEREIDING DEMONSTRATIE

Na selectie van de drie locaties is de voorbereiding van de demonstratie begonnen. Hierbij is bij iedere potentiële deelnemer een nadere inventarisatie uitgevoerd die bestond uit de volgende stappen:

1. opstellen van een balans over de sliblijn;
2. inventarisatie van benodigde aanvullende meet- en bemonsteringsvoorzieningen;
3. uitvoering van de aanpassing. De installaties dienden op onderdelen te worden aangepast ten behoeve van de demonstratie, zoals het installeren van een slibdesintegratie en het eventueel plaatsen van extra meters;
4. opstellen van een Plan van Aanpak voor de demonstratiefase.

2.5 DEMONSTRATIE

In deze fase vindt het daadwerkelijke onderzoek aan slibdesintegratie plaats. Voor het kwantificeren van de effecten van slibdesintegratie is op de waterzuiveringen een uitgebreid monstername- en analyseprogramma rond de sliblijn uitgevoerd. Dit programma is opgenomen in bijlage 2. Hierbij is tevens aandacht besteed aan de vereiste reproduceerbaarheid en nauwkeurigheid van de metingen.

2.6 TUSSEN- EN EINDRAPPORTAGE

In de laatste fase wordt het onderzoeksproject afgerond. De resultaten worden geëvalueerd, waarbij ook een vergelijking wordt gemaakt met de andere slibdesintegratieprojecten die tot dat moment in Nederland in uitvoering zijn of zijn geweest. Deze evaluatie wordt gepresenteerd in een eindrapport dat onder andere zal ingaan op de technische en financiële mogelijkheden van slibdesintegratie bij Nederlandse zuiveringen. Het eindrapport zal naar verwachting begin 2008 worden gepubliceerd.

Gezien de doorlooptijd van het onderzoeksproject is besloten de reeds gegenereerde resultaten tot en met maart 2007 te publiceren in deze tussenrapportage als voorpublicatie van de volledig afgeronde onderzoeksresultaten in de definitieve eindrapportage. Dit geeft waterschappen de mogelijkheid een keuze te maken over het al dan niet toepassen van slibdesintegratie op basis van de tot nu toe beschikbare resultaten in Nederland.

3

LITERATUURSTUDIE (SAMENVATTING)

3.1 ALGEMEEN

In het kader van dit onderzoek is als eerste activiteit een literatuurstudie uitgevoerd. De literatuurstudie is in 2005 gepubliceerd als STOWA-rapportage ('Literatuurstudie slibdesintegratie', STOWA 2005-W-04). De studie gaat in op de mogelijkheden voor inzet van slibdesintegratie op een waterzuivering, de verwachte positieve effecten, eventuele nadelige neveneffecten en de marktrijpheid van diverse technieken.

Slibdesintegratie is de verzamelnaam voor technieken die er op gericht zijn de biologische afbreekbaarheid van het slib te verbeteren door het slib "uit elkaar te laten vallen". In eerste instantie is dit het afbreken van slibvlokken en bij intensievere behandeling van het slib worden ook aanwezige cellen opengebroken. Naarmate meer energie wordt toegevoerd, worden de slibstructuren verder afgebroken. Afhankelijk van de manier waarop die energie wordt overgedragen, worden vier soorten desintegratieprocessen onderscheiden: mechanisch, chemisch, thermisch en biologisch.

De huidige grootschalige toepassingen betreffen vooral de verbetering van de vergisting door desintegratie van ingedikt secundair slib. Een andere veel genoemde potentiële toepassing is de behandeling van retourslib. De studie is gericht op de eerste toepassing, namelijk desintegratie van secundair slib, omdat deze naar verwachting meer besparingen oplevert tegen lagere kosten. De behandeling van retourslib kan vooral interessant zijn voor zuiveringen zonder slibgisting.

3.2 EFFECT

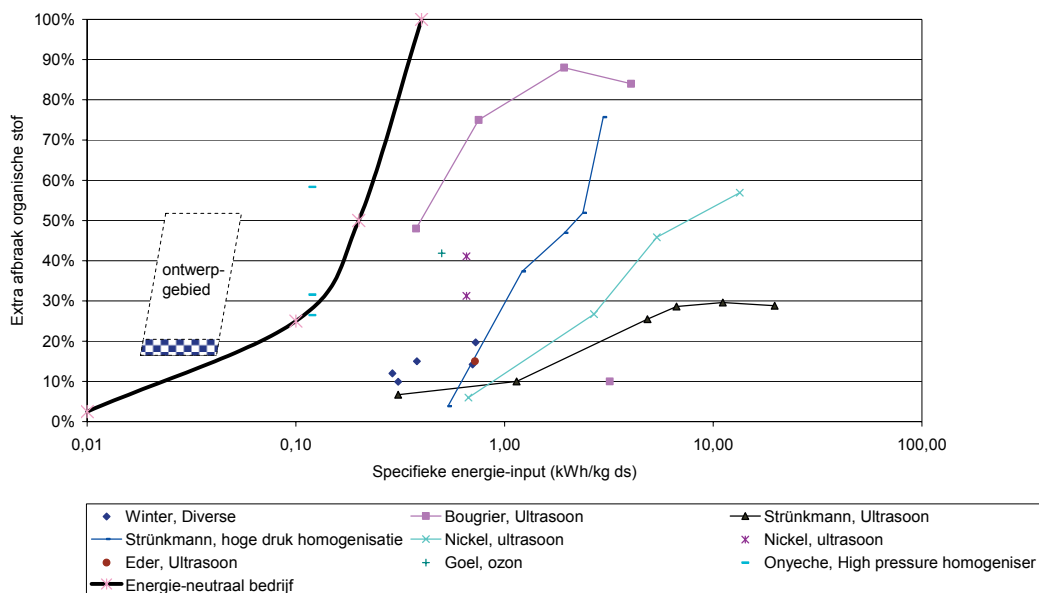
De belangstelling voor dit onderwerp is het gevolg van de milieuvoordelen en kostenbesparingen die door diverse wetenschappers en leveranciers worden geclaimd:

- Slibreductie
Door de voorbewerking van het slib kan dit sneller en vollediger worden afgebroken tijdens de vergisting. Ten gevolge hiervan kan volstaan worden met een kortere verblijftijd ofwel vindt een verdergaande afbraak van organisch materiaal plaats bij dezelfde verblijftijd. In de literatuur worden toenames van de afbraak van organisch materiaal van 25%-35% gemeld.
- Verbeterde ontwatering
Ten gevolge van de andere deeltjesgrootteverdeling van het slib na desintegratie en het lagere gehalte aan organisch materiaal na vergisting is het slib beter ontwaterbaar. Een relatieve toename van het drogestofgehalte in de slibkoek met 10% is haalbaar.
- Bestrijding van licht slib en schuim
Desintegratie kan de dradige structuur van het slib afbreken, waardoor schuimvorming wordt tegengegaan en het effectief volume van de vergistingtanks toeneemt.
- Toename van biogasproductie

Door de toegenomen afbraak van biomassa in de vergisting wordt meer biogas geproduceerd. De toename van de biogasproductie is evenredig met de extra afbraak en ligt daardoor naar verwachting in de grootte orde van 25%-35%.

In onderstaande Figuur 3-1 is het specifieke energieverbruik voor slibdesintegratie in recente installaties vergeleken met diverse onderzoeksresultaten. Tevens is het gebied aangegeven waar slibdesintegratie energie-neutraal draait: de extra elektriciteitsproductie uit biogas is gelijk aan het energieverbruik van de desintegratie-installatie. Via opschaling van laboratorium naar praktijk en de verdere technische ontwikkelingen is in de afgelopen jaren een vermindering van het energieverbruik van slibdesintegratie tot stand gekomen.

FIGUUR 3-1 GEREALISEERDE EXTRA AFBRAAK VAN ORGANISCH MATERIAAL IN SLIB ZOALS BEPAALD IN VERSCHILLENDE ONDERZOEKEN EN HET ONTWERPGEBIED VAN EEN AANTAL COMMERCIËLE LEVERANCIERS (UIT LITERAATUURSTUDIE). DE WERKPUNTEN ZOALS DE LEVERANCIERS DEZE VOOR BATH, ENSCHEDA EN NIEUWGRAAF HEBBEN AANGEBODEN BEVINDEN ZICH IN HET BLAUW GEBLOKTE GEDEELTE



Naast het extra energieverbruik worden als mogelijke nadelige effecten van desintegratie genoemd:

- een verhoogde retourbelasting van stikstof, fosfaat en CZV en daardoor extra zuurstofverbruik maar ook de beschikbaarheid van een C-bron voor stikstofverwijdering;
- extra polymeerverbruik voor ontwatering; in sommige experimenten wordt gerapporteerd dat het drogestofgehalte na ontwatering toeneemt, maar dat hiervoor meer polymeer nodig is.

3.3 MARKTRIJPHEID

Ondanks het grote aantal desintegratietechnieken dat in de literatuur wordt beschreven, is het aantal technieken dat marktrijp kan worden genoemd beperkt. Slechts vier technieken voldoen ten tijde van het uitvoeren van de studie aan het selectiecriteria dat zij full-scale zijn toegepast voor de behandeling van secundair slib, namelijk: ultrasoon geluid, hydrodynamische desintegratie, lysaatcentrifuge en thermische hydrolyse.

Een vergelijking van deze vier technieken op de criteria referenties, prestaties, bedrijfszekerheid en kostenniveau laat zien dat hydrodynamische desintegratie en toepassing van ultra-

soon geluid momenteel de meest veelbelovende technieken zijn voor grootschalige desintegratie van secundair slib voorafgaand aan vergisting. De belangrijkste minpunten van de lysaatcentrifuge en thermische hydrolyse zijn respectievelijk de geringere prestaties op het punt slibreductie en de hoge kosten.

De technieken die door de locaties binnen dit onderzoek zijn toegepast zijn ultrasoon geluid en hydrodynamische desintegratie, beide maken gebruik van cavitatie. Bij cavitatie ontstaan dampbellen door de overdacht van energie op het slib, welke bij een bepaalde kritische grootte imploderen. Tijdens de implosie ontstaan hot spots in het slib, waar lokaal hoge temperaturen en drukken optreden, waardoor slibstructuren worden afgebroken.

3.4 AANBEVELINGEN

Uit de literatuurstudie komen de volgende aandachtspunten voor het onderzoeksproject naar voren:

- De aantoonbaarheid van resultaten is een moeilijk punt gebleken doordat verschillende interpretaties van gevonden effecten mogelijk bleken. Dit onderstreept de noodzaak om in twee parallelle lijnen met en zonder slibdesintegratie het effect te onderzoeken.
- Potentieel versturende omstandigheden, zoals verstoppingen, moeten vermeden worden om eenduidig het effect van desintegratie te kunnen bepalen. Bovendien is er veel tijd gemoeid met het opnieuw bereiken van een stationaire toestand in de gistingsreactoren.

4

RWZI BATH

4.1 BESCHRIJVING RWZI EN AANPASSINGEN

RWZI Bath is een laagbelaste zuivering met vergaande stikstof- en chemische fosfaat-verwijdering (met behulp van ijzersulfaat). De ontwerpcapaciteit van RWZI Bath is 536.000 i.e. à 136 g TZV met een RWA-ontwerpcapaciteit van 15.000 m³/h.

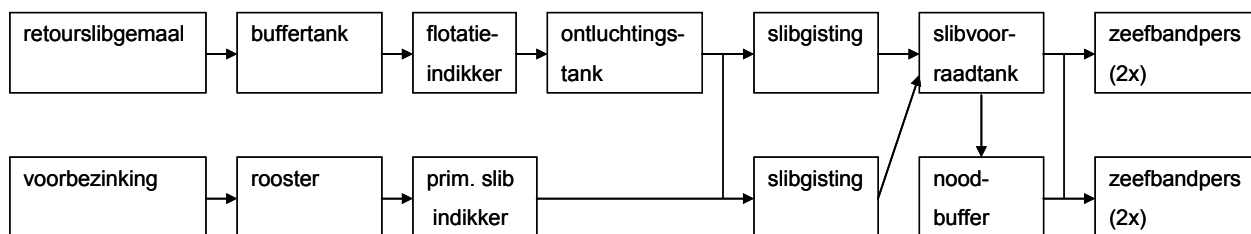
De mechanische voorbehandeling bestaat uit roosters met een spleetwijdte van 6 mm. Na deze voorbehandeling wordt het afvalwater voorbezonden in vier voorbezinktanks. Elke straat bestaat achtereenvolgens uit een selector, een denitrificatietank, een facultatieve tank en een nitrificatietank. De sibleeftijd is circa 16 dagen. Tenslotte wordt het slib van het water gescheiden in de nabezinktank (totaal 10 stuks) en het water wordt geloosd op de Westerschelde.

Het secundair slib wordt door twee flotatie-indikers ingedikt tot ongeveer 4,0 %. Dit kan met behulp van extra polymeerdosering verhoogd worden naar maximaal 5,0 %. Renovatie van de flotatie of vervanging van de flotatie door bandindikers is in 2008 voorzien.

Op RWZI Bath worden twee identieke parallele gistingstanks (2 x 5.500 m³) afwisselend met primair en secundair slib gevoed. De omwisseling vindt ongeveer elk uur plaats, zodat van een gelijkmatige belasting gesproken kan worden. De verblijftijd in de gisting is ongeveer 20 dagen. In Figuur 4-1 is de slijlijn schematisch weergegeven.

De capaciteit van de WKK is circa 10.000 m³ biogas per dag. Het gasdebiet vertoont variaties per dag en seizoen: gemiddeld circa 6.000 m³/d. Dit betekent een overcapaciteit die naar verwachting groot genoeg is om de mogelijk verwachte extra gasproductie door toepassing van slibdesintegratie op te vangen.

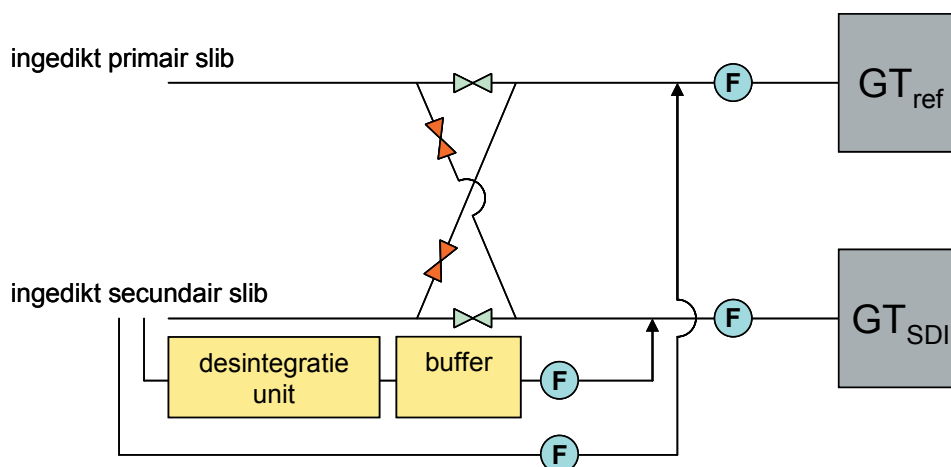
FIGUUR 4-1 SCHEMATISCHE WEERGAVE SLIBLIJN RWZI BATH



4.2 BESCHRIJVING SLIBDESINTEGRATIE-INSTALLATIE

Op RWZI Bath is gekozen om een slibdesintegratie-installatie te huren in plaats van te kopen. Dit gezien het feit dat de huidige indikking van het surplusslib met behulp van flotatie-indikers in 2008 gerenoveerd of vervangen dient te worden. Een mogelijkheid is om deze te vervangen door bandindikers.

FIGUUR 4-2 SCHEMATISCHE WEERGAVE INPASSING SLIBDESINTEGRATIE-INSTALLATIE



De slibdesintegratie-installatie inclusief versnijder op RWZI Bath is geleverd door Solis Engineering bv. Voorafgaand aan de desintegratie-installatie gaat het slib door een versnijder van het fabriekat Börger. De desintegratie-installatie werkt op basis van ultrasone geluidsgolven bij een frequentie van circa 20 kHz. Het ontwerpdebiet is nominaal 48 m³/d (2,0 m³/h). Hierbij is rekening gehouden met een behandeling van 30% van het secundaire slib dat naar gistingstank 2 (Gistingstank SDI) wordt gepompt. In de installatie zijn acht sonotroden geïnstalleerd met elk een nominaal vermogen van 1 kW. De slibdesintegratie-installatie is 31 mei 2006 opgestart.

De leverancier van de installatie heeft de in het programma van eisen gevraagde relatieve extra organischestofafbraak van 15% gegarandeerd. Op basis van laboratoriumtesten verwacht de leverancier een toename van 16%.

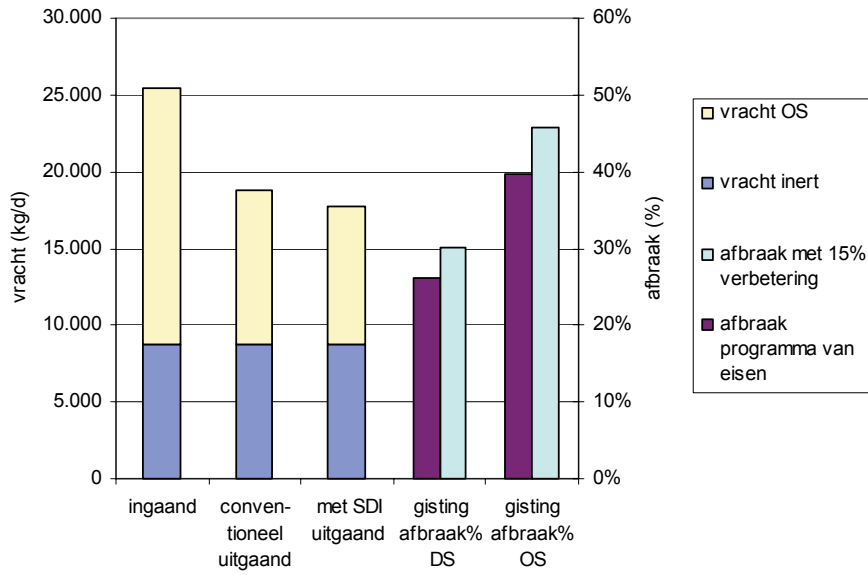
De historische waarden en de verwachting van de desintegrator zoals deze zijn opgenomen in het programma van eisen en het effect van de gegarandeerde afbraak zijn gegeven in Tabel 4-1.

TABEL 4-1 AARD EN SAMENSTELLING SLIB, AFBRAAK IN GISTING EN BIOGASPRODUCTIE

	Gemiddelde '02-'04					Berekende waarden bij 15% verbetering afbraak				
	volume (m ³ /d)	DS (%)	vracht (kg DS/d)	OS (%)	vracht (kg OS/d)	volume (m ³ /d)	DS (%)	vracht (kg DS/d)	OS (%)	vracht (kg OS/d)
primair slib Bath	229	5,5	12.300	nb	nb	229	5,5	12.300	nb	nb
secundair slib RWZI Bath	318	4,1	13.099	nb	nb	318	4,1	13.099	nb	nb
totaal slib naar gisting	547	4,6	25.400	65,6	16.658	547	4,6	25.400	65,6	16.658
totaal uitgestig slib	547	3,43	18.770	53,4	10.028	547	3,25	17.780	50,8	9.038
totaal afgebroken slib			6.630		6.630			7.620		7.620
Afbraakpercentage			26,1 %		39,8 %			30,0 %		45,8 %
Verblijftijd	19,8	d				19,8	d			
Biogasproductie	5.997	m ³ /d				6.897	m ³ /d			
Specifieke biogasproductie	905	m ³ /ton DS afgebroken				905	m ³ /ton DS afgebroken			
Specifieke biogasproductie	360	m ³ /ton OS ingaand				414	m ³ /ton OS ingaand			
Drogestof% na ontwatering	nb	%				nb	%			

nb: niet bekend

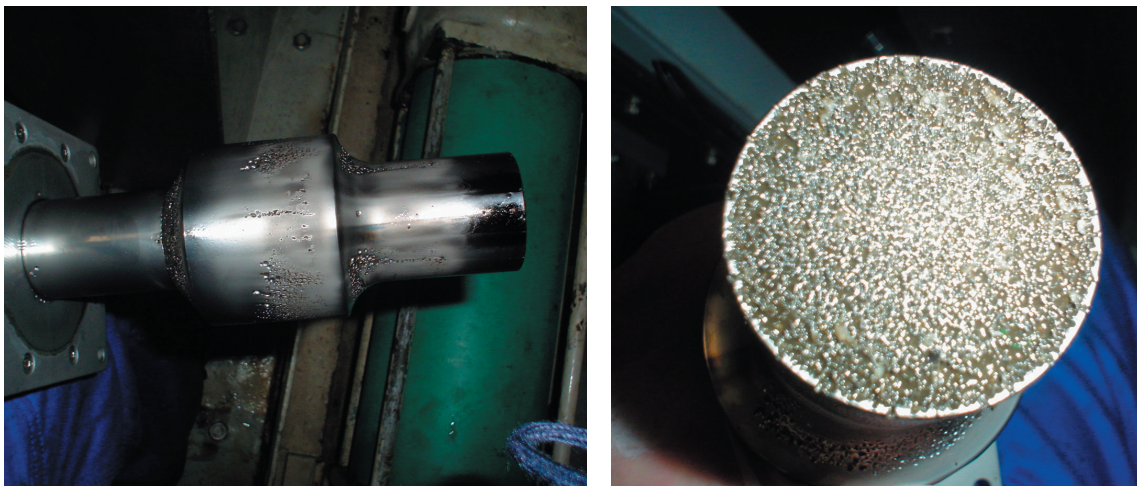
FIGUUR 4-3 GRAFISCHE WEERGAVE VAN DE AARD EN SAMENSTELLING VAN DE SLIBAFBRAAK IN DE GISTING EN VOLGENS HET PROGRAMMA VAN EISEN



FIGUUR 4-4 SCHAKELKAST EN SLIBDESINTEGRATIE-INSTALLATIE



FIGUUR 4-5 SONOTRODE NUMMER 2: ZIJZAA NZICHT (LINKS) EN BOVENAANZICHT (RECHTS), OKTOBER 2006
BRON: WATERSCHAP BRABANTSE DELTA



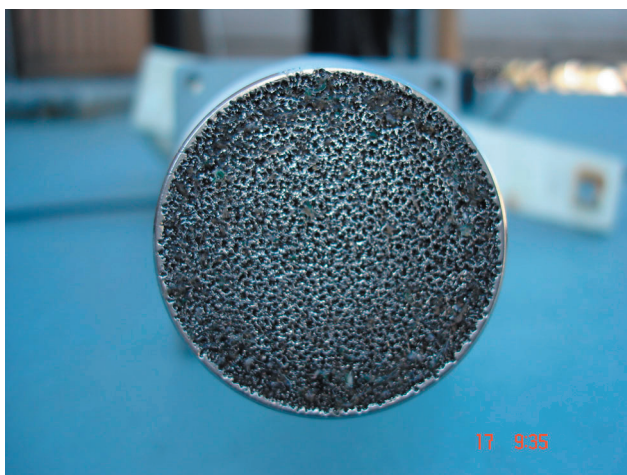
4.2.1 TUSSENTIJDSE AANPASSINGEN VAN DE INSTALLATIE

Op 1 februari 2007 (week 7) zijn door de leverancier 2 sonotroden bijgeplaatst, zodat de installatie sindsdien in totaal 10 sonotroden bevat. Hierdoor wordt de intensiteit (en het energieverbruik) van de behandeling 25% hoger. Verder is gebleken dat de rotor van de voedingspomp door slijtage met enige regelmaat vervangen moest worden om het ingestelde debiet te kunnen realiseren.

In het laatste deel van de beschouwde periode, vanaf januari 2007 is er sprake geweest van schuimvorming in de gistingstanks. Dit heeft beperkingen opgeleverd voor de continuïteit van de meet- en bemonsteringsactiviteiten. Het was nog wel mogelijk een beeld samen te stellen van deze periode, maar de onzekerheden zijn groter dan in voorliggende maanden.

Eind maart 2007 is slijtage aan de kop van de buitenste ring van de sonotroden geconstateerd. Op basis daarvan werd een rest levensduur van 2 maanden ingeschat. Half mei is een sterk verlaagde opname van energie geconstateerd, dit is het resultaat van slijtage. De leverancier heeft op 30 mei 2007 de eerste vijf sonotroden vervangen. De slijtage van de sonotrode ten tijde van de vervanging is in Figuur 4-6 gegeven.

FIGUUR 4-6 SLIJTAGE AAN SONOTRODE NUMMER 2 DIE VERVANGEN IS OP 30 MEI 2007
BRON: WATERSCHAP BRABANTSE DELTA



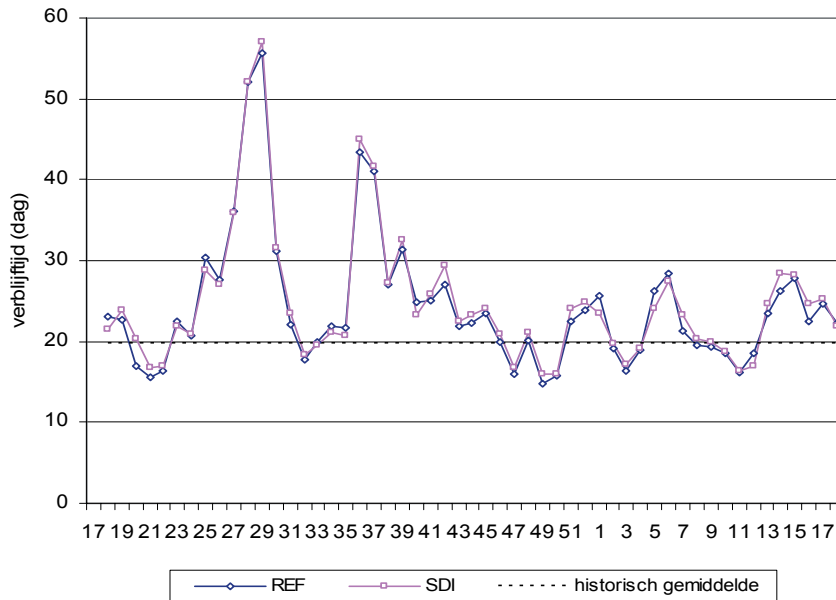
4.3 RESULTATEN DEMONSTRATIE

Belangrijk bij het onderzoek is of de twee parallelle lijnen ook daadwerkelijk gelijk belast zijn. Dit wordt onderstaand aan de hand van drie parameters geïllustreerd, namelijk de hydraulische verblijftijd in de beide reactoren en de belasting met droge stof en organische stof.

4.3.1 PROCESOMSTANDIGHEDEN

De verblijftijd in de gistingstanks is gegeven in Figuur 4-7. Hieruit is af te lezen dat de beide tanks goed met elkaar in de pas lopen. Wel is opvallend dat er gedurende het onderzoek vrij grote variaties in verblijftijd optreden, waardoor de gemiddelde verblijftijd bepaald aan de hand van debieten per week tussen ongeveer 15 en 30 dagen varieert. Uitzondering daarop zijn weken 27 t/m 29 en 36 en 37 met weinig aanvoer en een resulterende lange verblijftijd.

FIGUUR 4-7 VERLOOP VERBLIJFTIJD GISTINGSTANKS PER WEEK IN 2006 EN 2007

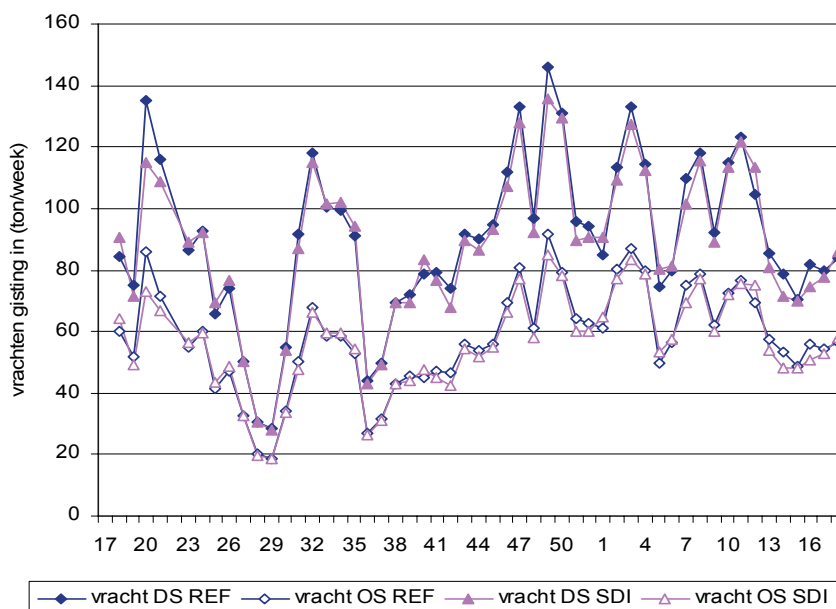


Ongeveer vanaf week 40 in 2006 beweegt de verblijftijd zich rond het historische gemiddelde van 20 dagen. Op zich zijn de variaties in de verblijftijd geen beperking voor de onderlinge vergelijkbaarheid van de gistingstanks, maar ze leveren wel beperkingen bij het berekenen van de absolute afbraak over korte perioden als gevolg van het effect van accumulatie en decumulatie in de gistingstanks. Bij de uitwerking is dit ondervangen door langere perioden van respectievelijk 1 maand en 3 maanden in beschouwing te nemen.

4.3.2 HOEVEELHEDEN EN SAMENSTELLING SLIB NAAR GISTING

De bedrijfsvoering van de gisting kan beoordeeld worden aan de hand van de hoeveelheden slib die ingevoerd zijn en de samenstelling daarvan. Voor de toets van de vergelijkbaarheid van de gistingstanks is naast de verblijftijd de belasting met droge stof en organische stof van belang.

FIGUUR 4-8 VRACHTEN DROGE- EN ORGANISCHE STOF NAAR DE GISTING PER WEEK IN 2006 EN 2007



Het blijkt dat de beide gistingstanks worden gevoed met een vergelijkbare hoeveelheid droge en organische stof. Uit Figuur 4-8 blijkt dat hoewel de vrachten goed gelijk lopen er wel variaties in belasting optreden gedurende de beschouwde periode. Dit was ook te verwachten op basis van het patroon dat de verblijftijden te zien gaf. In de voorgaande jaren zijn gemiddelde belastingen van 89 ton/week aan droge stof en 58 ton/week aan organische stof gerealiseerd. Vanaf week 40 in 2006 zijn vergelijkbare belastingen opgetreden.

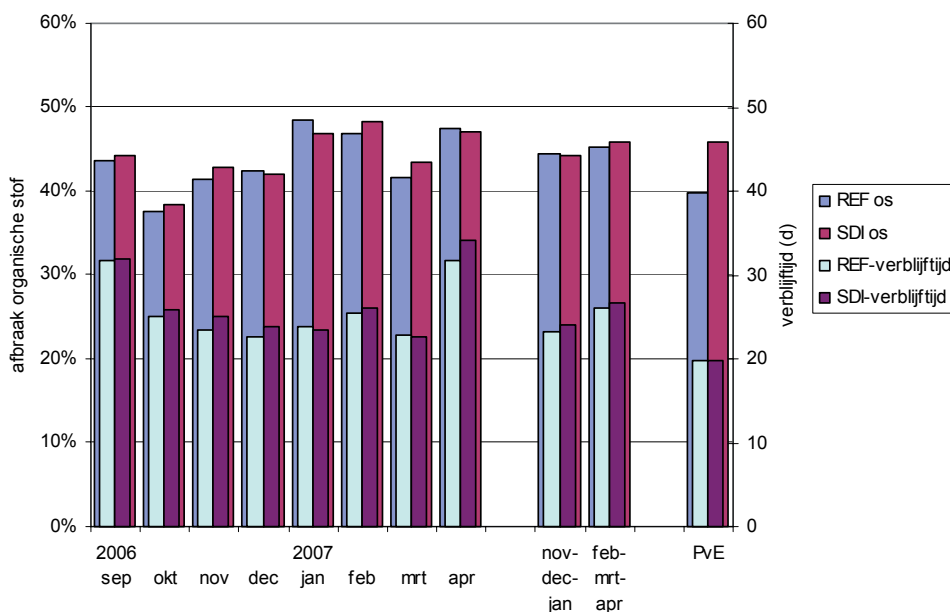
4.3.3 AFBRAAK ORGANISCHE STOF NAAR DE GISTING

Uit het verschil van de ingaande en uitgaande vrachten kan de absolute afbraak aan DS en OS worden berekend. Om de resultaten van de verschillende perioden direct te kunnen vergelijken is voor de verschillende perioden de relatieve afbraak van DS en OS berekend. In Figuur 4-9, Figuur 4-10 en Tabel 4-2 is een overzicht van de resultaten gegeven.

Hierbij zijn voor de periode vanaf week 40 (oktober) 2006, de cumulatieve gegevens per maand gebruikt. Tevens is voor twee perioden van drie maanden het cumulatieve resultaat weergegeven. Om de samenhang tussen de gegevens inzichtelijk te houden is tevens het verloop van de verblijftijd gepresenteerd, aangezien verwacht mag worden dat deze ook invloed heeft op de gerealiseerde afbraak. Doorgaans is de afbraak hoger bij een langere verblijftijd in de gistingstank. Als parameter voor de figuur is de afbraak van organische stof gepresenteerd, aangezien deze heel specifiek door het toepassen van slibdesintegratie beïnvloed wordt.

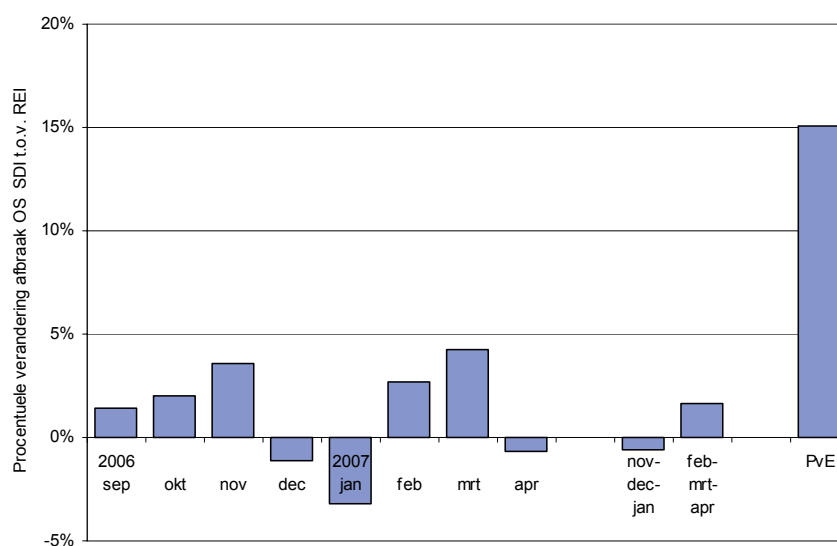
Uit Figuur 4-9 blijkt dat de verblijftijd in de gistingstank met slibdesintegratie (SDI) over het algemeen iets hoger is dan in de referentie gistingstank. Dit kan betekenen dat een deel van het verschil in afbraak toe te schrijven is aan het verschil in verblijftijd.

FIGUUR 4-9 RESULTATEN BATH AFBRAAK ORGANISCHE STOF EN VERBLIJFTIJD



Uit Figuur 4-9, Figuur 4-10 blijkt dat er voor de periode oktober 2006 tot en met januari 2007 sprake is van afwisselend verbeteringen en verslechtingen in de afbraak van organische stof. In februari en maart 2007, na de bijplaatsing van 2 extra sonotroden, is sprake van een verbetering van de afbraak die wat grotere vormen aanneemt dan in de voorgaande maanden. In april 2007 is dit effect niet meer zichtbaar en is sprake van een kleine verslechtering.

FIGUUR 4-10 PROCENTUELE VERANDERING VAN DE ORGANISCHE-STOFAFBRAAK IN DE GISTINGSTANK MET SLIBDESINTEGRATIE (SDI) TEN OPZICHTE VAN ZONDER DESINTEGRATIE (REF)



TABEL 4-2 RESULTATEN OS- EN CZV-AFBRAAK, VERBLIJFTIJD EN RELATIEVE VERBETERING VAN OS-AFBRAAK

parameter	eenheid	periode nov-dec-jan		periode feb-mrt-apr	
		REF	SDI	REF	SDI
verblijftijd	d	23,3	24,0	26,1	26,8
OS-afbraak	%	44,5	44,2	45,2	45,9
relatieve verbetering OS-afbraak	%		-0,6		1,6
CZV-afbraak	%	49,7	49,0	46,6	47,6
relatieve verbetering CZV-afbraak	%		-1,5		2,1
OS afbraak (van Kleeck berekening*)	%	40,6	40,5	43,1	42,8
relatieve verbetering OS-afbraak (van Kleeck*)	%		-0,4		-0,7

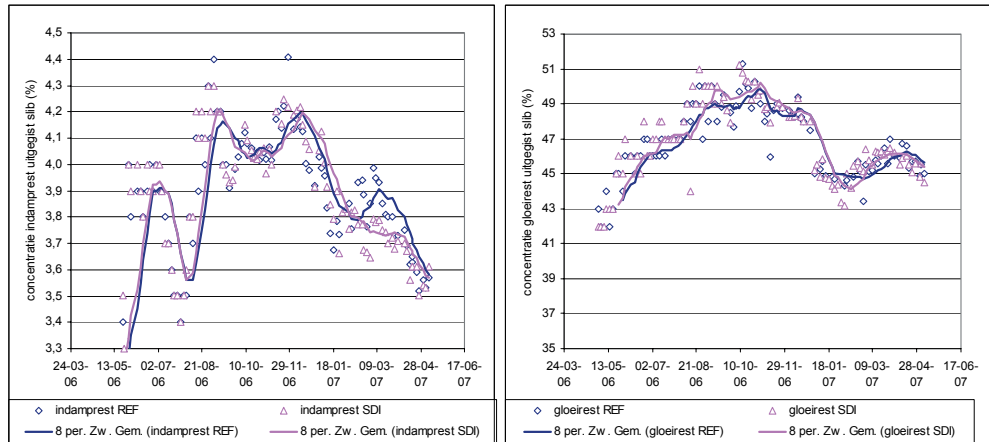
* zie Bijlage 3

Als meest rechtse kolom in Figuur 4-9 en Figuur 4-10 zijn de verhoudingen opgenomen zoals die uit het verleden bekend waren en de geëiste verbetering van de OS-afbraak door het toepassen van slibdesintegratie. Hieruit blijkt duidelijk dat de gevonden wijzigingen in de OS-afbraak in alle gevallen klein zijn ten opzichte van de verwachte verbetering door toepassen van slibdesintegratie. Dit blijkt ook uit de getalswaarden die in Tabel 4-2 zijn gegeven. Hierin is ook de OS afbraak middels Van Kleeck (zie Bijlage 3) berekend, deze geeft een resultaat wat vergelijkbaar is aan de gebruikte methode op basis van massabalans.

Bij de gevonden kleine variaties in de afbraak is de vraag of deze verschillen nog aantoonbaar zijn met de gevolgde aanpak en de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de uitgevoerde metingen en analyses. Om dit te onderzoeken is een zogenoemd "ringonderzoek" uitgevoerd. Uit dit onderzoek is de conclusie getrokken dat een verschil in drogestofconcentraties van 0,2% DS in het uitgegiste slib betrouwbaar aangetoond kan worden. Dit is voldoende om de verwachte verbetering in de afbraak van 15% aan te kunnen tonen. Naarmate de verbetering minder wordt, neemt de aantoonbaarheid af.

De reden om specifiek aan de concentraties in het uitgegiste slib te refereren is dat bij een gelijke belasting van de twee parallelle lijnen een verschil in afbraak in principe direct zichtbaar wordt in een verschil in de uitgaande concentraties. In onderstaande figuur is het verloop hiervan voor Bath zichtbaar gemaakt.

FIGUUR 4-11 VERLOOP INDAMPREST EN GLOEIRESTGEHALTES UITGEGIST SLIB



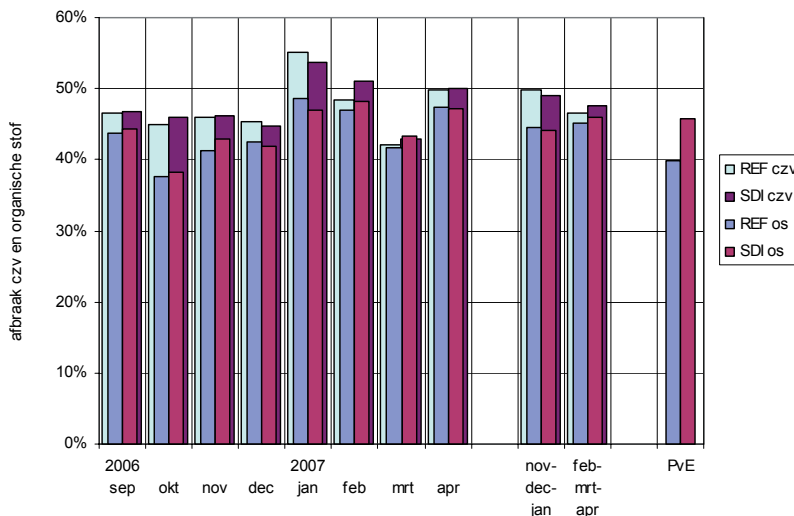
Het verloop van de indamprest- en gloeirestpercentages van het uitgegiste slib is in Figuur 4-11 uitgezet. Om incidentele schommeling uit te vlakken is een voortschrijdend gemiddelde van 8 waarden als trendlijn weergegeven. Een lagere concentratie van het uitgegiste slib duidt op een betere afbraak.

In de figuur is de gevonden verbetering in de afbraak in de maanden februari en maart 2007 duidelijk terug te vinden. Absoluut gezien zijn de verschillen in concentraties te klein ($< 0,2\% \text{DS}_{\text{punt}}$) om te kunnen concluderen dat er sprake is van een significante verbetering, maar door triplo-metingen neemt de betrouwbaarheid toe zodat aannemelijk is dat er sprake is geweest van een significante verbetering. Aangezien de significante verbetering met $0,13\% \text{DS}_{\text{punt}}$ relatief klein is geweest en deze in april 2007 niet meer zichtbaar is geweest, is er geen sprake van een significante verbetering over februari tot en met april 2007 (zie Tabel 4-2: $+1,6\%$).

4.3.4 AFBRAAK VAN CZV

Naast de afbraak van organische stof is ter verificatie tevens gekeken naar de afbraak van CZV in beide gistingstanks. Wanneer de OS-afbraak vergeleken wordt met de CZV-afbraak (Figuur 4-12), blijkt dat deze hetzelfde patroon volgt alleen is de afbraak van CZV iets hoger. Ook hier is de verbetering na week 7 zichtbaar.

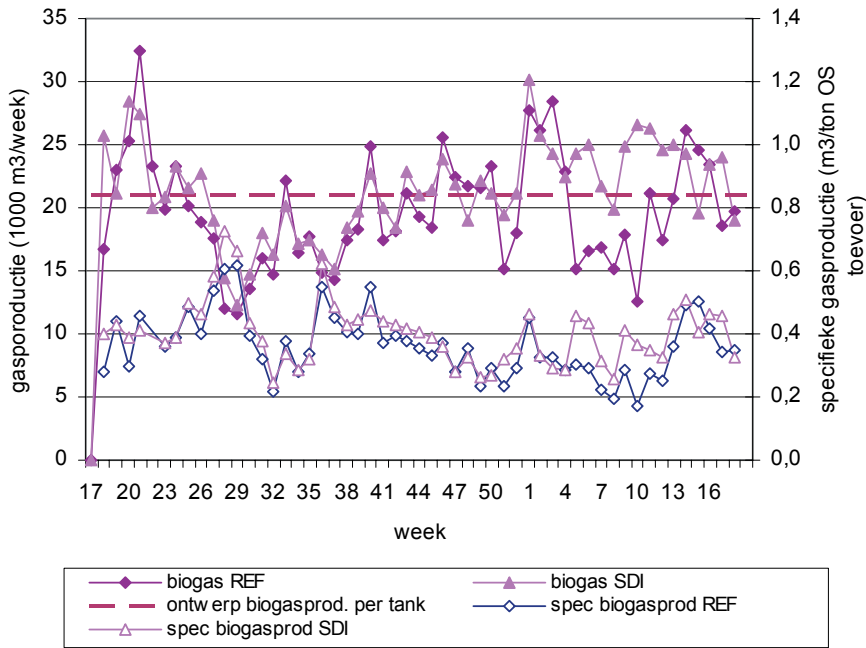
FIGUUR 4-12 ORGANISCHE STOF- EN CZV-AFBRAAK IN DE GISTINGTANK ZONDER(REF) EN MET SLIBDESINTEGRATIE (SDI) GEDURENDE DE TIJD



4.3.5 BIOGASPRODUCTIE EN SPECIFIEKE BIOGASPRODUCTIE

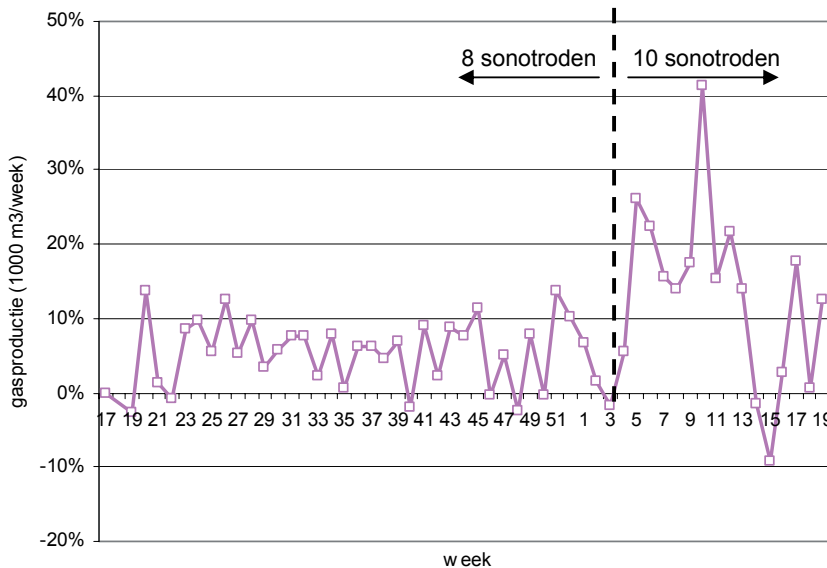
Behalve in de afbraak van organische stof zou een verbeterde afbraak ook tot uitdrukking moeten komen in een verschil in gasproductie. In Bath zijn er voorzieningen getroffen om dit verschil te kunnen meten. Voor de berekening van de gasproductie in de gistingstank met desintegratie is een correctie toegepast voor de slibvoorraadtank, aangezien het totale gasdebiet van beide tanks met eenzelfde meter wordt geregistreerd. In Bijlage 4 wordt de methode van correctie nader toegelicht.

FIGUUR 4-13 VERLOOP GASPRODUCTIE EN AFBRAAK ORGANISCHE STOF IN DE GISTINGTANK ZONDER(REF) EN MET SLIBDESINTEGRATIE (SDI) PER WEEK IN 2006 EN 2007 (IN REF-GISTINGTANK MET CORRECTIE VOOR DE BIOGASPRODUCTIE IN DE SLIBVOORRAADTANK (SVT) OP BASIS VAN VERBLIJFTIJD IN REF-GISTINGTANK)



Uit het verloop van de gasproductie is enig verschil tussen de twee gistingstanks waar te nemen, met name in het deel van de grafiek met de meest recente waarnemingen. In Figuur 4-14 is het verschil tussen de gasproductie van beide gistingstanks gegeven.

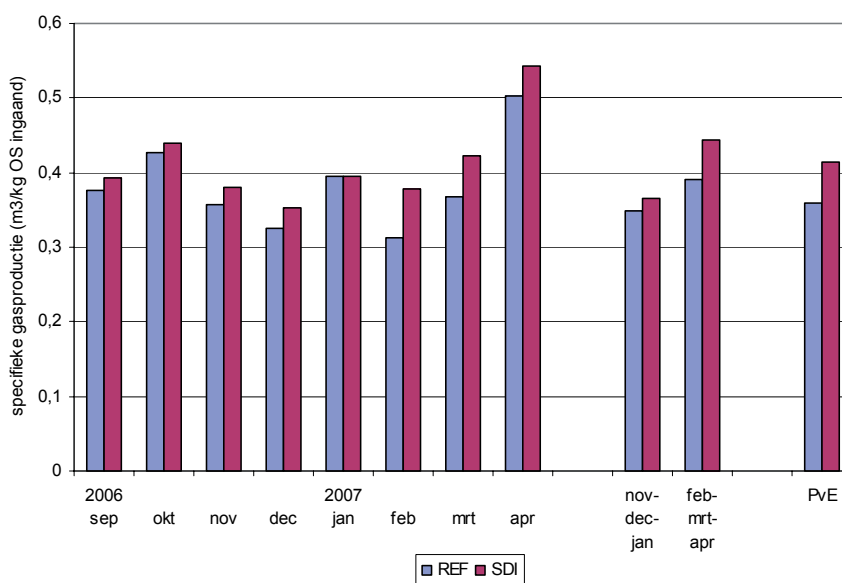
FIGUUR 4-14 VERSCHIL BIOGASPRODUCTIE IN DE GISTINGTANK MET (SDI) EN ZONDERSLIBDESINTEGRATIE (REF) PER WEEK IN 2006 EN 2007



Uit Figuur 4-14 komt duidelijk naar voren dat er vanaf week 5 een verbetering van de gasproductie in de gistingstank met gedesintegreerd slib optreedt. De omvang van deze verbetering van circa 20% is veel hoger dan op basis van de verhoging in de afbraak van organische stof verwacht mocht worden. Voor deze discrepantie is op dit moment geen goede verklaring beschikbaar.

In de Figuur 4-13 en Figuur 4-14 is een vergelijking gemaakt op basis van de totale gasproductie. Door de gasproductie te relateren aan de voeding met organische stof aan de gistingstanks kan ook de specifieke gasproductie worden vergeleken. Een verbetering van de afbraak zou tot uitdrukking moeten komen in een hogere specifieke gasproductie. Hierin is verder opvallend dat er in april 2007 sprake is van een sterk verhoogde specifieke gasproductie in zowel de referentie als de gistingstank met behandeld slib.

FIGUUR 4-15 VERLOOP SPECIFIEKE GASPRODUCTIE IN DE GISTINGTANK ZONDER (REF) EN MET SLIBDESINTEGRATIE (SDI) GEDURENDE DE TIJD



4.3.6 WERKING DESINTEGRATOR

Het al of niet optreden van een verbetering in de afbraak is uiteraard afhankelijk van het functioneren van de ingezette apparatuur. Het energieverbruik van de desintegratie-installatie bedroeg 0,031-0,039 kWh/kg DS. Hierbij heeft de eerste waarde betrekking op de periode voor de uitbreiding van het aantal sonotrodes van 8 naar 10. Het laatste getal geldt voor de situatie met 10 sonotrodes.

Algeheel oordeel over de onderzoeksperiode is dat de apparatuur technisch naar behoren heeft gefunctioneerd binnen de verwachte bereiken. De technische beschikbaarheid is geen beperkende factor geweest voor het bereiken van het gewenste effect.

De vastgestelde ontsluitingsgraad voor CZV (zie ook Bijlage 5) door de behandeling zoals gemeten in juni 2005 tot en met maart 2007 ligt met 1,1% van de maximale ontsluiting lager dan de verwachte waarde.

Bij de visuele inspectie op 28 maart 2007 is slijtage aan de kop van de buitenste ring van de sonotrode geconstateerd (Figuur 4-5). Op basis daarvan werd een rest levensduur van 2 maanden

den ingeschat. Op 14 mei werd door beheer voor het eerst melding gemaakt van een lager opgenomen vermogen van de sonotrodes (400/500 W in plaats van 800/900 W), dit is het resultaat van slijtage. De leverancier heeft op 30 mei 2007 de eerste vijf sonotroden vervangen. De slijtage van de sonotrode ten tijde van de vervanging is in Figuur 4-6 gegeven. De achterste vijf sonotroden hebben minder last van slijtage en zijn niet vervangen.

4.3.7 ONTWATERINGSRESULTAAT

De resultaten van de ontwateringsproeven met een mini-filterpers op RWZI Bath zijn gegeven in Tabel 4-3. Hierbij is geen significante verbetering aangetoond.

TABEL 4-3 RESULTATEN ONTWATERING MINI-FILTERPERS RWZI BATH

	REF				SDI				referentie praktijk rwzi %DS
	gemiddelde %DS	aantal	standaard deviatie	betrouw- baarheid	gemiddelde %DS	aantal	standaard deviatie	betrouw- baarheid	
21-9-2006	24,6	10	0,92	0,57	24,2	10	1,57	0,97	25,0
20-10-2006	25,4	10	0,79	0,49	25,7	10	0,57	0,36	25,0
12-12-2006	21,9	10	1,14	0,71	22,1	10	0,92	0,57	22,3
29-12-2006	21,3	5	0,42	0,37	21,4	5	1,19	1,04	22,5

Uit de proeven blijkt verder dat er een goede overeenkomst is tussen de met de mini-filterpers behaalde resultaten en de praktijksituatie (laatste kolom) wanneer gekeken wordt naar de gemiddelde waarden in combinatie met de betrouwbaarheidsmarge.

4.3.8 BALANS OVER GISTING (VERIFICATIE)

Uit tabel 4-3 blijkt dat met de gevolgde methodiek een goed sluitende balans verkregen wordt voor stikstof en in iets mindere mate voor fosfor. Bij CZV is uiteraard sprake van een vermindering tussen de ingaande en de uitgaande stroom. Hiervoor is al geconstateerd dat er een goede relatie tussen de CZV-afbraak en de OS-afbraak bestaat. Vertaald naar de specifieke methaanproductie per kg 'CZV verwijderd' komen voor de referentie en voor de SDI waarden naar voren van respectievelijk 0,33 en 0,36 m³ methaan (CH₄) per kg CZV verwijderd. In beide gevallen bevindt deze waarde zich dicht bij de theoretische waarde van 0,35. Bij de berekening van deze waarden is het gemeten gasvolume gecorrigeerd voor de aanwezigheid van water, kooldioxide en afwijkende temperatuur en druk ten opzichte van de standaard waarden voor genormaliseerde m³.

TABEL 4-4 BALANS CZV, N EN P OVER GISTINGSTANKS

	gemiddelde*	gemiddelde*	gemiddelde*	
	CZV-totaal	Nkj-N	P-totaal	
REF in	13.034	461	260	kg/d
REF uit	6.822	466	281	kg/d
REF afbraak	6.212	-5,5	-20,4	kg/d
afbraak%	48 %	-1 %	-8 %	%
specifieke gasproductie	0,33			m ³ CH ₄ /kg CZV-verwijderd
SDI in	12.631	461	254	kg/d
SDI uit	6.584	473	277	kg/d
SDI afbraak	6.047	-11	-23	kg/d
afbraak%	48 %	-2 %	-9 %	%
specifieke gasproductie	0,36			m ³ CH ₄ /kg CZV-verwijderd

* gemiddelde van gemeten waarden over de periode oktober 2006 - april 2007

4.3.9 RETOURBELASTING

De opgeloste PO_4 concentratie in het uitgeste slib van de gistingstank met slibdesintegratie (SDI) is iets hoger dan voor de referentietank (REF), evenals de waarde voor (opgelost) ammonium. (zie Tabel 4-5). Dit is in lijn met de geringe toename van de CZV afbraak en OS afbraak.

TABEL 4-5 VERGELIJKING PARALLELE LIJNEN OP NH_4 -N EN PO_4 -P

	gemiddelde*	gemiddelde*	
	NH_4 -N	PO_4 -P	
REF uit	671	27,7	mg/l
SDI uit	681	29,2	mg/l
toename SDI ten opzichte van REF	1,5	5,5	%

* gemiddelde van gemeten waarden over de periode oktober 2006 - april 2007

4.4 RESUMÉ RESULTATEN SLIBDESINTEGRATIE RWZI BATH

Samengevat kunnen de resultaten van de proef in Bath als volgt worden weergegeven:

- Gedurende de proef is een gelijkmatige voeding tussen de twee parallelle lijnen van de slibgisting gerealiseerd.
- Tijdens het verloop van de proef tot en met april 2007 is er geen significante verbetering van de afbraak van organische stof geconstateerd.
- Na uitbreiding van de desintegratie-installatie van 8 naar 10 sonotrodes in februari 2007 is gedurende de maanden februari en maart een beperkte verbetering van de afbraak zichtbaar. Deze is in april 2007 niet meer aanwezig. De relatieve verbetering van de organische-stofafbraak over de maanden februari tot en met april is 1,6%.
- De gasproductie is na uitbreiding van de installatie in februari 2007 significant verhoogd met circa 20%, maar zakt daarna weer terug.
- Het toepassen van SDI heeft niet kunnen voorkomen dat er schuimvorming is opgetreden in de slibgisting.
- Uit de ontwateringsresultaten komt geen significante verbetering naar voren. Er zijn geen data beschikbaar voor de ontwatering voor de periode februari - april 2007.
- De beschikbaarheid en het technisch functioneren van de SDI zijn conform verwachting geweest.

4.5 VERVOLG VAN HET ONDERZOEK

Het Waterschap Brabantse Delta heeft besloten de proef met de SDI nog enige tijd voort te zetten. Achtergrond hierbij vormen de positieve indicaties die in de maanden februari en maart van 2007 zijn verkregen met betrekking tot de toename van de gasproductie en de afbraak van organische stof.

Het feit dat de trend in de afbraak zich in april niet heeft voortgezet wordt geweten aan slijtage van de oorspronkelijke 8 sonotrodes die bijna een jaar in bedrijf zijn geweest. Voor aanvang van het vervolg van de proef zijn deze sonotrodes vervangen. De resultaten van deze verlengde proefperiode zullen in de eindrapportage worden verwerkt.

5

RWZI ENSCHEDE

5.1 BESCHRIJVING RWZI EN EVENTUELE AANPASSINGEN

RWZI Enschede is een laagbelaste zuivering met verregaande stikstof- en biologische- fosfaat- verwijdering. Aanvullend kan fosfaat verwijderd worden met FeCl_3 . De ontwerpcapaciteit van RWZI Enschede is 275.000 i.e. met een RWA- en DWA-capaciteit van respectievelijk 12.160 en 3.240 m^3/h .

De mechanische voorbehandeling bestaat uit roosterharken met een spleetwijdte van 6 mm en een zandvanginstallatie. Na deze voorbehandeling wordt het afvalwater over drie zuiveringsstraten verdeeld (1: ca. 46% en 2 en 3 elk: 27%). Elke straat bestaat achtereenvolgens uit een selector, een anaërobe tank, een denitrificatietank, een facultatieve tank en een nitrificatietank, met een recirculatie naar de denitrificatietank. De slibleef tijd is circa 20-25 dagen. Tenslotte wordt het slib van het water gescheiden in de nabezinktank (totaal 12 stuks) en het water wordt via de effluentmeetput en de -leiding geloosd op de Elsbeek.

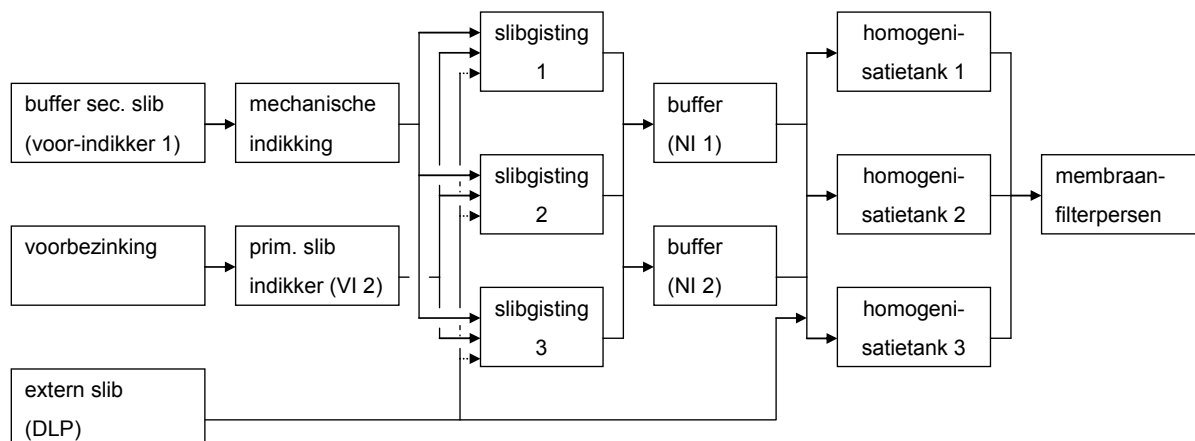
Het primaire slib wordt ingedikt in een gravitaire slibindikker. Het secundair slib van de eigen locatie wordt door een mechanische indikker ingedikt tot ongeveer 5% droge stof.

Het externe slib dat wordt aangevoerd op RWZI Enschede wordt zonder verdere indikking in de gisting in de sliblijn gebracht. In de huidige bedrijfsvoering wordt af en toe een gedeelte van het slib direct naar de ontwatering (via de homogenisatietanks) geleid.

Op RWZI Enschede worden drie parallelle gistingstanks van verschillende volumes (3.880, 3.413 en 3.784 m^3) afwisselend met primair, secundair en extern slib gevoed. Ook de wijze van afvoer uit de tanks is verschillend. De verblijftijd is ongeveer 30 dagen. In principe wordt het slib in verhouding tot het gistingsvolume verdeeld over de gistingstanks, zodat de verblijftijd overal hetzelfde is.

De capaciteit van de WKK's is 7.200 m^3/d . Het gasdebiet vertoont variaties per dag en seizoen: gemiddeld 4.200 m^3/d . Dit betekent een overcapaciteit die naar verwachting groot genoeg is om de verwachte extra gasproductie door toepassing slibdesintegratie op te vangen.

FIGUUR 5-1 SCHEMATISCHE WEERGAVE SLIBLIJN RWZI ENSCHEDE



5.2 BESCHRIJVING SLIBDESINTEGRATIE-INSTALLATIE

Voor het STOWA-project is slibgistingtank 1 gescheiden van de bedrijfsvoering van tanks 2 en 3. Deze laatste zijn hydraulisch niet te scheiden.

Er wordt een continue stroom aan ingedikt secundair slib naar de gisting gepompt. Het slib wordt vervolgens aan één van de drie gistingstanks gevoed. De slibdesintegratie-installatie is gedimensioneerd voor de volledige secundaire slibstroom. De installatie is gedurende de demonstratie slechts ongeveer tweederde van de tijd in bedrijf, omdat twee van de drie gistingstanks gevoed worden met gedesintegreerd slib.

De slibdesintegratie-installatie (inclusief versnijder) op RWZI Enschede is een Biogest installatie geleverd door Aqa Hydrasep. De installatie werkt op basis van hydrodynamische cavitatie. Het gemiddeld maximumontwerpdebiet is 8,5 m³/h en de maximale capaciteit van de installatie is 10 m³/h. Het systeem kan 24 uur per dag operationeel functioneren. In het kader van de proefperiode zal dit circa 16 uur per dag zijn. Bij het ontwerp is rekening gehouden met een behandeling van 100% van het secundaire slib dat naar gistingstanks 2+3 (SDI-tanks) wordt gepompt.

De leverancier garandeert de in het bestek gevraagde relatieve extra organische stofafbraak van 15%. Door de leverancier is aangegeven dat de verwachte verbetering op basis van ervaring met de geïnstalleerde systemen en de gegevens van RWZI Enschede 20-30% is.

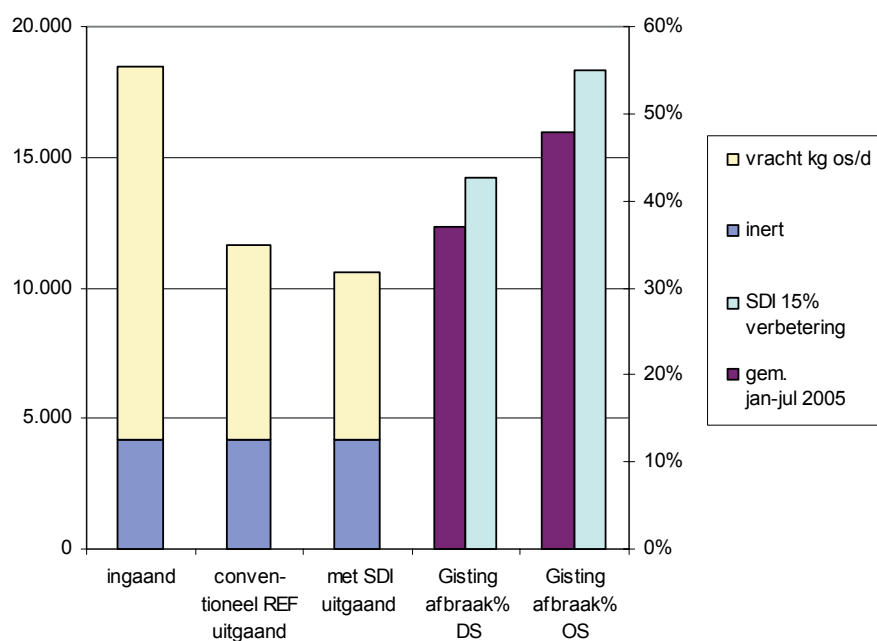
De uitgangspunten voor het ontwerp van de desintegrator zoals deze zijn opgenomen in het programma van eisen en het effect van de gegarandeerde afbraak zijn gegeven in Tabel 5-1.

TABEL 5-1 AARD EN SAMENSTELLING SLIB, AFBRAAK IN GISTING EN BIOGASPRODUCTIE

	Gemiddelde januari - juli '05					Berekende waarden bij 15% verbetering afbraak				
	volume (m ³ /d)	DS (%)	vracht (kg DS/d)	OS (%)	vracht (kg OS/d)	volume (m ³ /d)	DS (%)	vracht (kg DS/d)	OS (%)	vracht (kg OS/d)
primaair slib Enschede	113	6,0	6.344	nb	nb	113	6,0	6.344	nb	nb
secundair slib Enschede	146	5,8	8.652	nb	nb	146	5,8	8.652	nb	nb
extern slib	97	3,6	3.499	nb	nb	97	3,6	3.499	nb	nb
totaal slib naar gisting	356	5,2	18.495	77	14.316	356	5,2	18.495	77	14.316
totaal uitgegist slib	356	3,27	11.652	64	7.473	356	2,98	10.625	61	6.446
totaal afgebroken slib			6.843		6.843			7.870		7.870
Afbraakpercentage			37,0 %		47,8 %			42,6 %		55,0 %
Verblijftijd	31,2	d				31,2	d			
Biogasproductie	5.068	m ³ /d	35.480	m ³ /w		5.828	m ³ /d	40.800	m ³ /w	
Specifieke biogasproductie	740	m ³ /ton DS afgebroken				740	m ³ /ton DS afgebroken			
Specifieke biogasproductie	354	m ³ /ton OS ingaand				407	m ³ /ton OS ingaand			
Drogestof% na ontwatering	21	%				21	%			

nb: niet bekend

FIGUUR 5-2 GRAFISCHE WEERGAVE VAN DE AARD EN SAMENSTELLING VAN DE SLIBAFBRAAK IN DE GISTING EN VOLGENS HET PROGRAMMA VAN EISEN



De slibdesintegratie-installatie is 4 april 2006 in bedrijf genomen.

FIGUUR 5-3

SLIBDESINTEGRATIE-INSTALLATIE



5.2.1 TUSSENTIJDSE AANPASSINGEN VAN DE INSTALLATIE

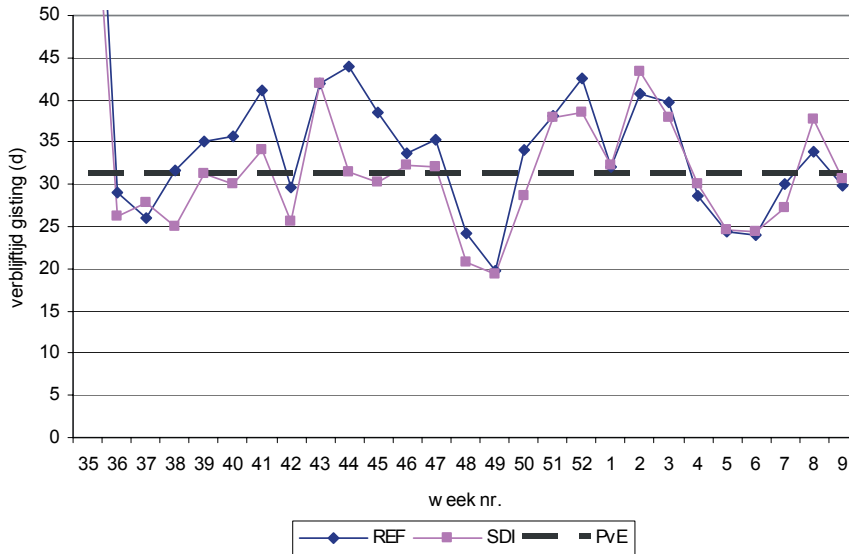
In november 2006 zijn de instellingen van de SDI zodanig aangepast dat een intensievere werking gerealiseerd kon worden. Dit is gedaan door het recirculatie-debiet te verhogen, de druk voor de venturivormige nozzle te verhogen van 10 naar 12 bar en het slibvolume in het retentievat te vergroten.

5.3 RESULTATEN DEMONSTRATIE

5.3.1 PROCESOMSTANDIGHEDEN

De verblijftijd in de gistingstanks is gegeven in Figuur 5-4. Aanvankelijk liggen de verblijftijden van de twee parallelle lijnen relatief ver uit elkaar, waarbij de verblijftijd in de referentietank doorgaans het hoogst is. Sinds november 2006 zijn de verblijftijden nader bij elkaar gekomen door de regeling van de verdeling over de tanks aan te passen. Bij de toegepaste verdeling van de ingaande stromen is het ondanks de kleine verschillen in volume blijkbaar mogelijk om een goede gelijkloop te realiseren. Punt van aandacht blijft het afstemmen van de besturing van de slibdesintegratie-installatie om de beoogde bedrijfsvoering te realiseren.

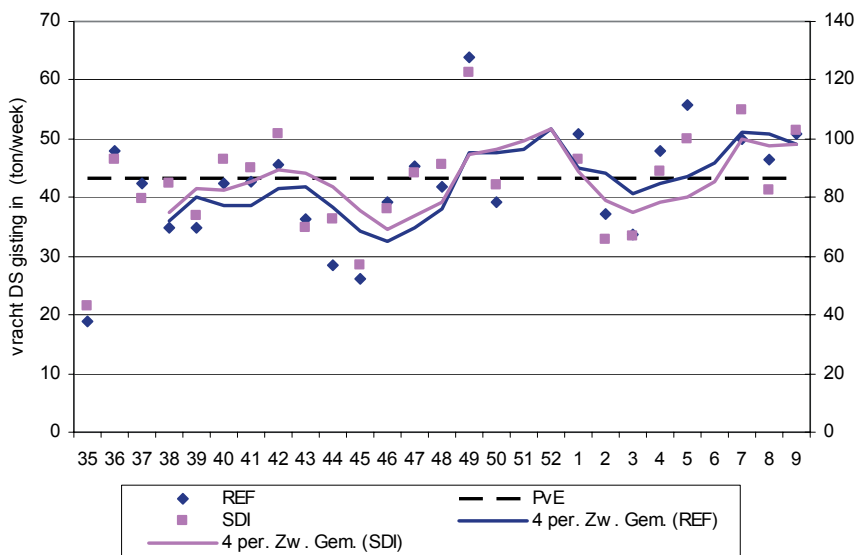
FIGUUR 5-4 VERLOOP VERBLIJFTIJD GISTINGSTANKS PER WEEK IN 2006 EN 2007



5.3.2 HOEEVELHEDEN EN SAMENSTELLING SLIB NAAR GISTING

De bedrijfsvoering van de gisting kan beoordeeld worden aan de hand van de hoeveelheden slib die ingevoerd zijn en de samenstelling daarvan. Aangezien het volume van de gistingstanks met desintegratie (SDI) bijna twee keer het volume van de referentietank (REF) bedraagt, zijn voor de figuur twee verticale assen gebruikt die een factor 2 van elkaar verschillen. Zo is eenvoudig te zien dat de belasting van de gistingstanks net als de verblijftijd een goede gelijkloop laten zien.

FIGUUR 5-5 DROGE STOFBELASTING GISTINGSTANKS ZONDER (REF) EN MET (SDI) DESINTEGRATIE PER WEEK IN 2006 EN 2007



5.3.3 AFWIJKENDE OMSTANDIGHEDEN TIJDENS PROEFPERIODE

5.3.3.1 Afbraakprestaties van de drie gistingstanks in het verleden

Om zeker te zijn dat er een goede vergelijking plaatsvindt, is gekeken naar de ervaringen uit het verleden. De gedachte hierachter is dat, als er in het verleden sprake was van een slechtere afbraak in een van de tanks, dit misschien in de huidige situatie wordt verbeterd door de toepassing van slibdesintegratie. Hiervoor is gekeken naar de metingen die aan het slib zijn

uitgevoerd in de periode januari 2004 tot juli 2005. Dit gaat om metingen op verschillende hoogtes in de reactor, onder, midden en boven. Ervan uitgaande dat de concentraties boven representatief zijn voor de uitgaande stroom kan er onderling vergeleken worden.

Uit de vergelijking komt naar voren dat met name door achterblijvende resultaten in tank 3 (één van de tanks met desintegratie) in de periode voorafgaand aan de proef, de organische stof- en drogestofafbraak in tanks SDI mogelijk maximaal 6% lager (relatief) was dan in de referentie gistingstank. Doordat er geen volledig beeld is van de procesomstandigheden in de beschouwde periode is dit mogelijke verschil in afbraak met veel onzekerheid omgeven. In de verdere evaluatie wordt hier vooralsnog geen rekening mee gehouden.

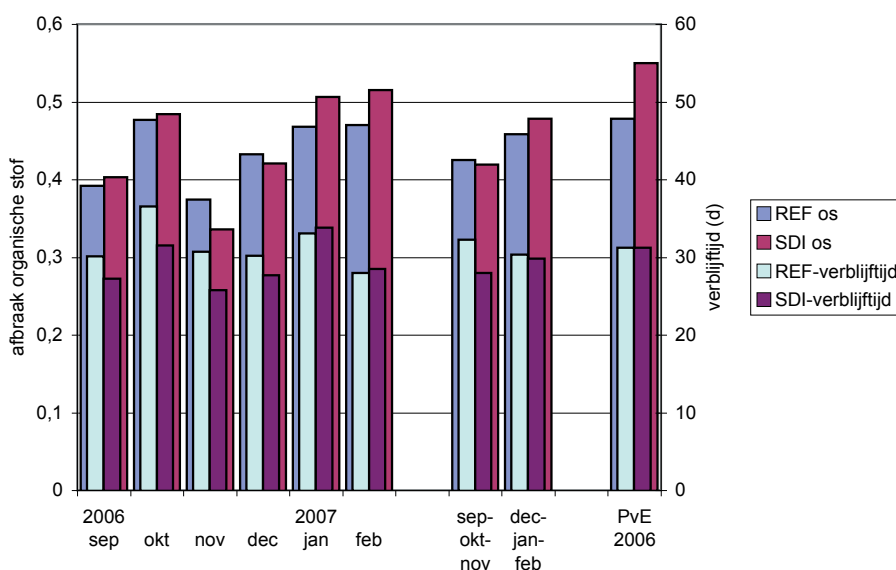
5.3.3.2 Schuimvorming en effect op resultaten

Vanaf ongeveer januari 2007 is er (bijna continu) schuimvorming op gistingstanks SDI geconstateerd. Om dit te onderdrukken is anti-schuimmiddel gedoseerd aan de tanks; dit resulteerde niet in het volledig verdwijnen van het schuim. Ook is er met water gespreid boven op de tanks en ter plaatse van de slibafvoer. Zowel de schuimvorming als ook het watergebruik resulteren in lage drogestofgehalten in de monsters van het uitgestikt slib. Dit leidt tot plotselinge verandering in indamprestwaarden, die niet in overeenstemming zijn met hetgeen theoretisch nog mogelijk is, gelet op het bufferend vermogen van de gisting. Om het effect van deze werkwijze de evaluatie van de resultaten zo min mogelijk te laten beïnvloeden, zijn de meetpunten waar dit verschijnsel optreedt buiten de berekeningen gehouden. Hierbij is gebruik gemaakt van een modelsimulatie om te beoordelen of meetpunten nog binnen een realistische bandbreedte passen.

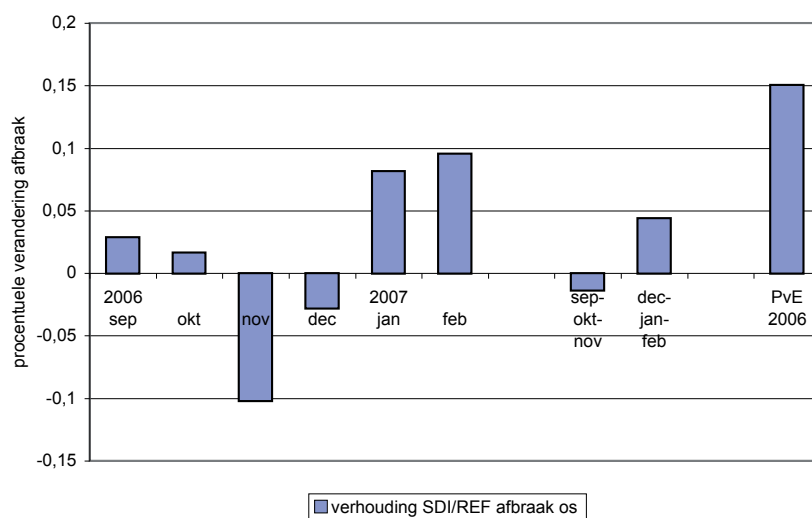
5.3.4 AFBRAAK ORGANISCHE STOF IN GISTING

Op basis van de berekende vrachten voor toevoer en afvoer aan de gistingstanks is de relatieve afbraak van organische stof berekend (zie Figuur 5-6 en Figuur 5-7). Naast gegevens per maand is dit gedaan voor twee driemaandelijke periodes en zijn de uitgangsgegevens van het programma van eisen opgenomen.

FIGUUR 5-6 AFBRAAK ORGANISCHE STOF EN VERBLIJFTIJD IN DE GISTING, PER MAAND, GECUMULEERDE PERIODE EN VOLGENS PROGRAMMA VAN EISEN



FIGUUR 5-7 PROCENTUELE VERANDERING VAN DE ORGANISCHE-STOFAFBRAAK IN DE GISTINGSTANK MET SLIBDESINTEGRATIE (SDI) TEN OPZICHTE VAN ZONDER DESINTEGRATIE (REF)



TABEL 5-2 RESULTATEN OS- EN CZV-AFBRAAK, VERBLIJFTIJD EN RELATIEVE VERBETERING VAN OS-AFBRAAK

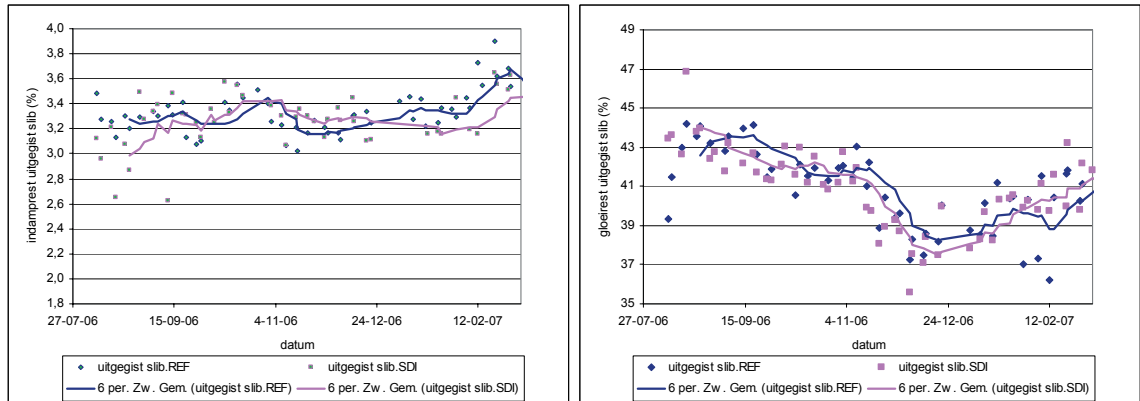
parameter	eenheid	periode sept-okt-nov		periode dec-jan-feb	
		REF	SDI	REF	SDI
verblijftijd	d	32,2	28,0	30,4	29,8
OS-afbraak	%	42,5	41,9	45,8	47,8
relatieve verbetering OS-afbraak	%		-1,4		4,4
CZV-afbraak	%	42,1	43,7	48,4	47,6
relatieve verbetering CZV-afbraak	%		3,9		-1,5
OS afbraak (van Kleeck berekening*)	%	43,0	41,9	41,3	41,9
relatieve verbetering OS-afbraak (van Kleeck*)	%		-2,4		1,5

* zie Bijlage 3

Het beeld dat uit de gepresenteerde resultaten naar voren komt is dat er sprake is van kleine verschillen in afbraak tussen de referentie en de tanks die behandeld slib ontvangen. Het betreft zowel kleine verbeteringen als kleine verslechtingen. Dit blijkt ook uit de getalswaarden die in Tabel 5-2 zijn gegeven. Hierin is ook de OS afbraak middels Van Kleeck (zie Bijlage 3) berekend, deze geeft een resultaat wat vergelijkbaar is aan de gebruikte methode op basis van massabalans. In de maanden januari en februari lijken zich wat grotere verbeteringen af te tekenen, maar juist voor deze periode geldt dat de onzekerheid in de onderliggende analysegegevens relatief groot is.

Het verloop van de indamprest- en gloeirestpercentages van het uitgegiste slib is in Figuur 5-8 uitgezet. Om incidentele schommeling uit te vlakken is een voortschrijdend gemiddelde van 6 waarden als trendlijn weergegeven. De verschillen in concentraties in het uitgegiste slib zijn voor zover aanwezig te klein om van een significante verandering te kunnen spreken, zeker gelet op de onzekerheden die in januari en februari aan de orde zijn.

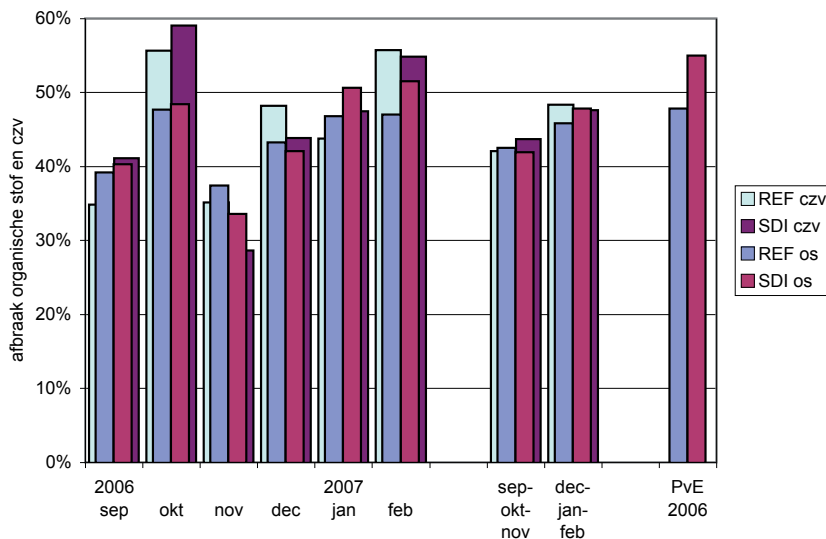
FIGUUR 5-8 VERLOOP INDAMPREST- EN GLOEIRESTGEHALTES UITGEGIST SLIB



5.3.5 AFBRAAK VAN CZV IN DE GISTING

De berekende afbraak van organische stof is geverifieerd, door deze in Figuur 5-9 te relateren aan de CZV-afbraak. Hieruit blijkt dat de gevonden patronen elkaar goed volgen en dat ook de absolute waarden een grote overeenkomst vertonen.

FIGUUR 5-9 VERLOOP ORGANISCHE-STOFABBRAAK EN CZV-ABBRAAK

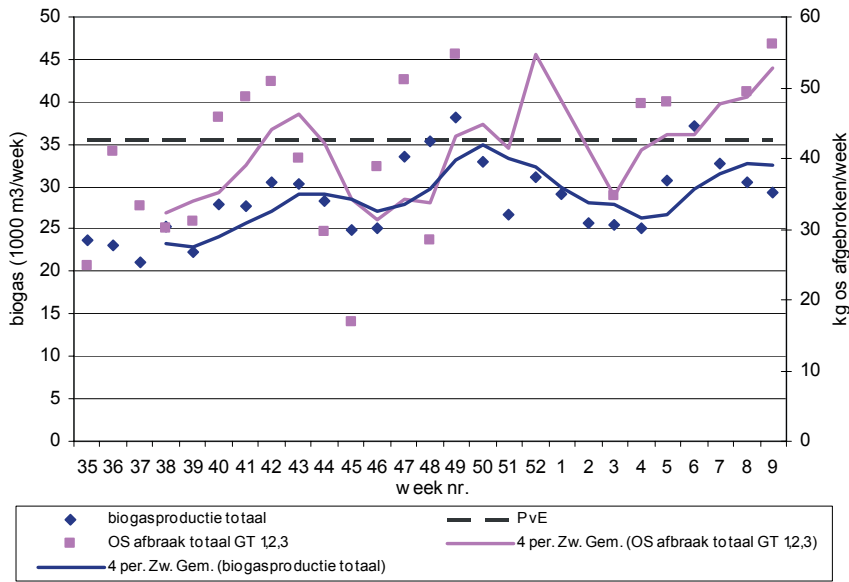


5.3.6 BIOGASPRODUCTIE EN SPECIFIEKE BIOGASPRODUCTIE

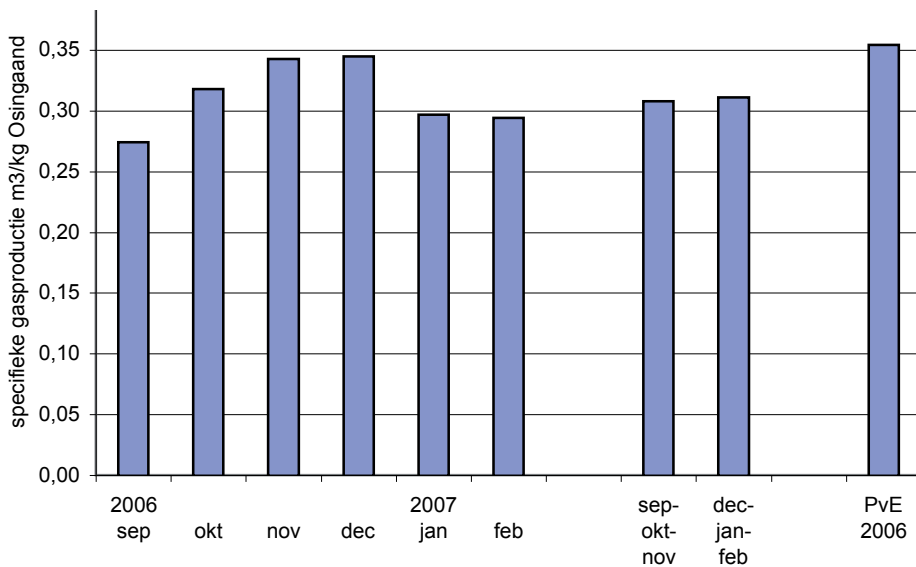
De totale biogasproductie is gegeven in Figuur 5-10 en de specifieke biogasproductie in Figuur 5-11. In Enschede was het niet haalbaar om de afzonderlijke gasproducties van de reactoren te meten, vandaar dat de totale gasproductie wordt beschouwd. Deze is in deze paragraaf gerelateerd aan de bedrijfsvoering van de gisting als geheel. Uit de eerste figuur blijkt dat de biogasproductie in de laatste maanden van 2006 hoger is dan de rest van de onderzochte periode. Biogasproductie volgt hetzelfde patroon als de absolute organische stofafbraak, alleen volgt de biogasproductie een vlakkere lijn. De biogasproductie is met uitzondering van enkele weken, altijd lager dan de historische productie die in het programma van eisen is opgenomen.

De specifieke biogasproductie per verwijderde organische en droge stof is, met uitzondering van week 45 en 48, over de gehele periode erg laag met waarden tussen de 0,60 en 0,80 m³/kg organische of droge stof verwijderd. De verwachte waarde hiervoor is circa 0,85-0,95 m³/kg organische of droge stof verwijderd. Deze lage specifieke gasproductie per kg afgebroken organische stof heeft tot gevolg dat ook de specifieke gasproductie betrokken op de invoer aan organische stof laag wordt met waarden rond 0,30 m³/ton ingaande organische stof (zie figuur 5-11). De lage specifieke gasproductie ten opzichte van organische stof wordt ondersteund door die voor CZV (zie paragraaf 5.3.9), waardoor het aannemelijk is dat de gasproductie wordt onderschat. Dit kan door de gasmeters worden veroorzaakt en ijking van de meters is dan ook aan te bevelen.

FIGUUR 5-10 TOTALE BIOGASPRODUCTIE IN GISTINGSTANKS



FIGUUR 5-11 SPECIFIEKE BIOGASPRODUCTIE IN GISTINGSTANKS



5.3.7 WERKING DESINTEGRATOR

5.3.7.1 Bedrijfstijd slibdesintegratie

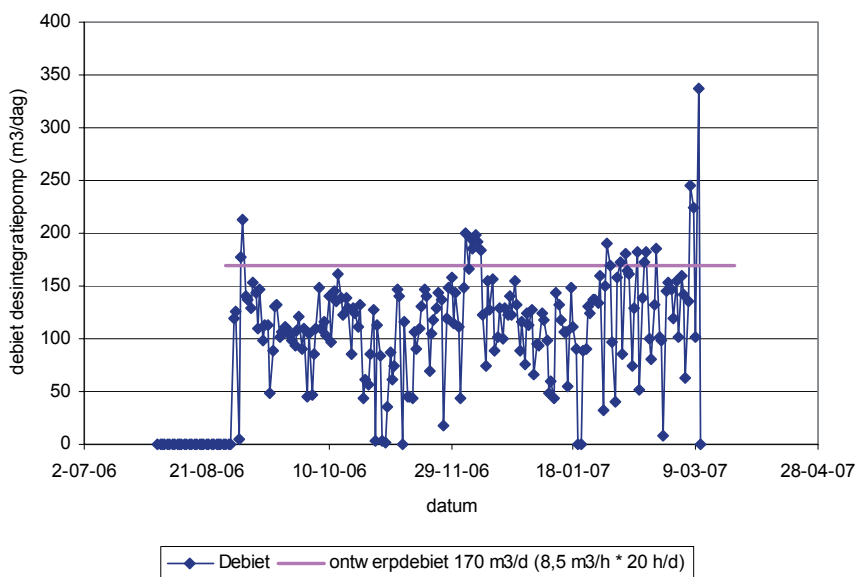
In Figuur 5-12 is het debiet van de slibdesintegratiepomp in relatie tot het ontwerpdebiet gegeven. Oorspronkelijk was het ontwerpdebiet berekend op 16 uur/dag voor twee van de drie gistingstanks, dit is direct bijgesteld naar 20 uur/dag. Uit de figuur blijkt dat het debiet doorgaans lager is dan dit ontwerpdebiet.

In november 2006 is naar voren gekomen dat het uurdebiet van de voedingspomp mogelijk veel hoger ligt (12- 15 m³/h) dan waarvan in het ontwerp (8,5 m³/h) is uitgegaan. Dit beperkt de effectiviteit en intensiteit van de behandeling. Dit aspect komt niet naar voren uit de presentatie zoals in Figuur 5-12 en is daardoor in eerste instantie niet opgemerkt.

Uit vergelijking van het totale aanbod van secundair slib en de hoeveelheid naar de SDI blijkt dat al het secundaire slib dat naar deze tanks gepompt wordt bestaat uit gedesintegreerd slib. Dit betekent dat niet de capaciteit van de SDI, maar het aanbod van secundair slib beperkend is voor de bedrijfstijd van de SDI.

De vastgestelde ontsluitingsgraad voor CZV (zie ook Bijlage 5) door de behandeling zoals gemeten in februari 2007 ligt met 2,5% van de maximale ontsluiting op de verwachte waarde.

FIGUUR 5-12 DEBIET DESINTEGRATIE POMP VERSUS ONTWERPDEBIET



Algeheel oordeel over het technisch functioneren van de SDI is dat er geen mechanische problemen zijn opgetreden en dat de beschikbaarheid van de apparatuur vrijwel volledig is geweest. Doordat structureel een hoger debiet aan ingedikt slib is aangeboden aan de SDI, heeft deze niet optimaal kunnen functioneren. Met name de intensiteit van de behandeling is hierdoor lager geweest dan beoogd. Door een aangepaste bedrijfsvoering van de bandindiker voor het secundaire slib is dat alsnog te realiseren.

5.3.7.2 Energieverbruik

Het energieverbruik van de desintegrator wordt niet apart gemeten. Volgens de aanbieding van de leverancier is het gegarandeerde energieverbruik <22 kW. In combinatie met het ontwerpdebiet van 8,5 m³/h en een indamprest van 6,0%DS, betekent dit een theoretisch ver-

bruik van 0,043 kWh/kg DS. In de praktijk is een debiet van 12 m³/h en een indamprest van 6,0%DS gerealiseerd, wat een verbruik van circa 0,030 kWh/kg DS betekent. In het vervolg van het onderzoek zal hier nog een meting van plaatsvinden.

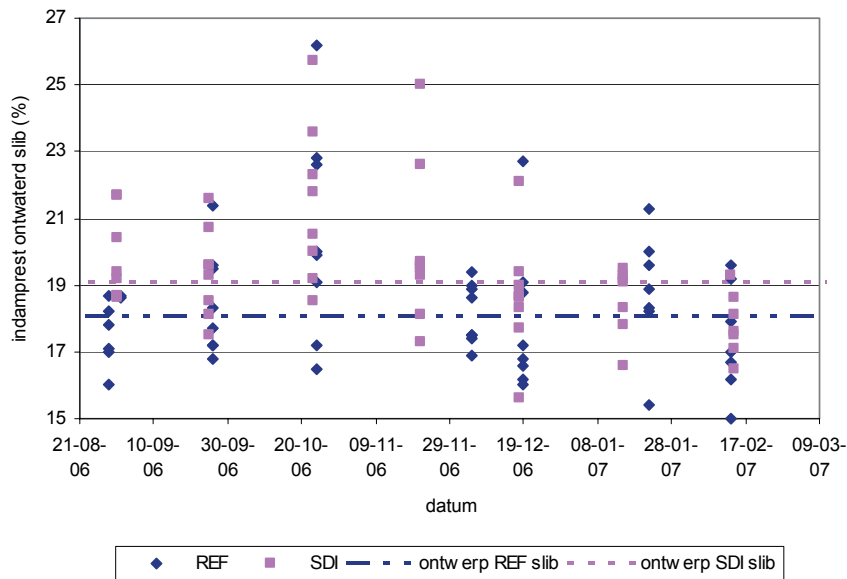
5.3.8 ONTWATERINGSRESULTAAT

De afloop vanuit de drie gistingstanks wordt over de twee na-indikkers (eigenlijk buffers zonder indikwerking) verdeeld. Gedurende de proefperiode is gistingstank REF op één buffer aangesloten en gistingstanks SDI op de andere buffer, waardoor er twee parallelle straten ontstaan. Per buffer wordt het slib naar een van de drie homogenisatietanks gestuurd. Vervolgens wordt het slib vanuit elke homogenisatietank ontwaterd.

Doorgaans wordt een gedeelte van het externe slib om de gisting heengeleid, direct naar een van de homogenisatietanks. Aangezien de homogenisatietanks batchgewijs leeggetrokken worden nadat ze vol zijn, vergt het veel organisatie om het uitgegiste gedesintegreerde slib en uitgegiste slib uit de na-indikkers te allen tijde gescheiden te ontwateren indien ook extern slib hier naar toe gaat. Vandaar dat ervoor gekozen is dit eenmaal per maand uit te voeren.

Het gemiddelde drogestofpercentage over de gehele periode van het ontwaterde gedesintegreerde slib is met 19,4 %DS circa 1,0 procentpunt hoger dan het gemiddelde van het niet gedesintegreerde slib (18,4 %DS). Hierbij dient opgemerkt te worden dat er tussen de verschillende monsters die op dezelfde dag genomen zijn een grote variatie zit. De betrouwbaarheidsmarge van het gemiddelde is absoluut gezien ongeveer 0,55 %DS en dit betekent dat het verschil van 1,0 procentpunt net niet significant is.

FIGUUR 5-13 VERLOOP INDAMPREST % VAN ONTWATERD SLIB



5.3.9 BALANS OVER GISTING (VERIFICATIE)

Voor de twee parallelle lijnen is een CZV-, N-totaal- (Nkj) en P-totaalbalans opgesteld. Deze is gegeven in Tabel 5-3 over de periode 1 september 2006 tot en met 4 maart 2007. Hieruit blijkt dat de CZV-afbraak in de gisting overeenkomt met de OS-afbraak in de gisting. Daarnaast blijkt dat de N-balans voor gistingstank REF en voor gistingstank SDI redelijk nauwkeurig is vast te stellen (afwijking respectievelijk 8 en 12%). Voor de P-balans is de afwijking bij beide parallelle lijnen met 13% en 16% iets onnauwkeuriger. Een reden hiervoor is niet gevonden.

TABEL 5-3 BALANS CZV, N EN P OVER GISTINGSTANKS

	gemiddelde*	gemiddelde*	gemiddelde*	
	CZV-totaal	Nkj	P-totaal	
REF in	7.392	399	144	kg/d
REF uit	3.821	373	149	kg/d
REF afbraak	3.571	25	-5	kg/d
afbraak%	48%	6%	-3%	%
SDI in	13.121	689	247	kg/d
SDI uit	7.299	644	254	kg/d
SDI afbraak	5.822	44	-7	kg/d
afbraak%	44%	6%	-3%	%
specifieke gasproductie	0,26			m ³ CH ₄ /kg CZV-verwijderd

* gemiddelde van gemeten waarden over de periode 1 september 2006 tot en met 4 maart 2007

Uit tabel 5-2 blijkt dat op deze wijze een redelijk sluitende balans verkregen wordt voor stikstof en voor fosfor. Bij CZV is uiteraard sprake van een vermindering tussen de ingaande en de uitgaande stroom. Hiervoor is al geconstateerd dat er niet altijd een goede overeenkomst tussen de CZV afbraak en de OS-afbraak bestaat. De afwijkingen doen zich voor in oktober 2006 en in maart 2007. Vertaald naar de specifieke methaanproductie per kg CZV verwijderd komt voor de gehele installatie een waarde naar voren van 0,26 m³ methaan (CH₄) per 'kg CZV verwijderd'. Deze waarde bevindt zich duidelijk onder de theoretische waarde van 0,35. Bij de berekening van deze waarden is het gemeten gasvolume gecorrigeerd voor de aanwezigheid van water, kooldioxide en afwijkende temperatuur en druk. Voor het methaanpercentage is op basis van de uitgevoerde metingen een waarde van 62% aangehouden.

De lage specifieke gasproductie ten opzichte van CZV wordt ondersteund door die voor organische stof, waardoor het aannemelijk is dat de gasproductie wordt onderschat. Deze is in paragraaf 5.3.6 gegeven, net als de aanbeveling voor ijking van de debietmeters voor het biogas.

5.3.10 RETOURBELASTING

De opgeloste PO₄-P-concentratie en de opgelost-ammoniumconcentratie in het uitgeste slib van de twee parallelle lijnen zijn beperkt lager in de lijn die met SDI is behandeld (zie Tabel 5-4). Dit is in lijn met de geringe afname van de CZV-afbraak en OS-afbraak.

TABEL 5-4 VERGELIJKING PARALLELE LIJNEN OP NH₄ EN PO₄

	gemiddelde*	gemiddelde*	
	NH ₄ -N	PO ₄ -P	
REF uit	1.130	250	mg/l
SDI uit	1.086	246	mg/l
toename SDI ten opzichte van REF	-3,9	-1,5	%

* gemiddelde van gemeten waarden over de periode 1 september 2006 tot en met 4 maart 2007

5.4 RESUMÉ RESULTATEN RWZI ENSCHEDÉ

Samengevat kunnen de resultaten van de proef in Enschede als volgt worden weergegeven:

- Vanaf week 47 is een gelijkmatige voeding over de twee parallelle lijnen van de slibgisting gerealiseerd.
- Tijdens het verloop van de proef tot en met februari 2007 is er geen significante verbetering van de afbraak van organische stof geconstateerd.
- Het toepassen van slibdeintegratie-installatie heeft niet kunnen voorkomen dat er schuimvorming is opgetreden in de slibgisting.
- Uit de resultaten voor de ontwatering komt geen significante verandering naar voren.
- De beschikbaarheid en de technische prestaties van de slibdeintegratie-installatie zijn conform verwachting geweest. De afstemming tussen de bedrijfsvoering van de slibdeintegratie-installatie en de mechanische indikking van het secundaire slib kan nog verbeterd worden.

5.5 VERVOLG VAN HET ONDERZOEK

Het Waterschap Regge en Dinkel zet de proef met de slibdeintegratie-installatie nog enige tijd voort. Achtergrond hierbij vormen de positieve verwachtingen die bestaan ten aanzien van de effecten van het aanpassen van de bedrijfsvoering van de slibdeintegratie-installatie.

De verbetering wordt mogelijk geacht op grond van de beperkte intensiteit van de behandeling die in de afgelopen periode is gerealiseerd. Bij de aanpassing in de bedrijfsvoering van de desintegratie-installatie is het behandeld debiet verlaagd, waardoor de recirculatie over de nozzle verhoogd is en de intensiteit per 'kg DS behandeld' hoger is.

Daarnaast is de bedrijfsvoering van de gistingstanks aangepast; de gistingstank die in de afgelopen periode als referentietank diende, wordt nu met gedesintegreerd slib gevoed en de twee gistingstanks die met gedesintegreerd slib werden gevoed, dienen nu als referentietanks.

Inmiddels zijn de schuimproblemen opgelost en is de installatie met de aangepaste bedrijfsvoering operationeel. De resultaten van dit vervolg van de proef zullen in de eindrapportage worden opgenomen.

6

RWZI NIEUWGRAAF

6.1 BESCHRIJVING RWZI EN EVENTUELE AANPASSINGEN

RWZI Nieuwgraaf is een laagbelaste zuivering met verregaande stikstof- en biologische-fosfaatverwijdering. Voor aanvullende fosfaatverwijdering wordt FeClSO_4 gedoseerd.

De ontwerpcapaciteit van RWZI Nieuwgraaf is 259.000 i.e. à 54g BZV met een RWA van 15.500 m³/h.

De helft van het influent wordt bij binnenkomst belucht in de voorbeluchting om stank te verwijderen. Daarna gaat het afvalwater door grofvuilroosters en een zandvang. Na deze voorbehandeling wordt het afvalwater verdeeld in drie gelijke delen over de drie zuiveringsstraten. Elke straat bestaat uit een voorbezinktank en een beluchtingstank. De ronde beluchtingstank is onderverdeeld in vier ringen: de selector/anaërobe ruimte, de denitrificatieruimte, de facultatieve ruimte en de beluchtingsruimte. De sibleeftijd is circa 25 dagen. Tenslotte wordt het slib van het water gescheiden in de nabezinktanks (totaal 9 stuks: drie per straat) en het water wordt via de effluentvijver geloosd op de IJssel.

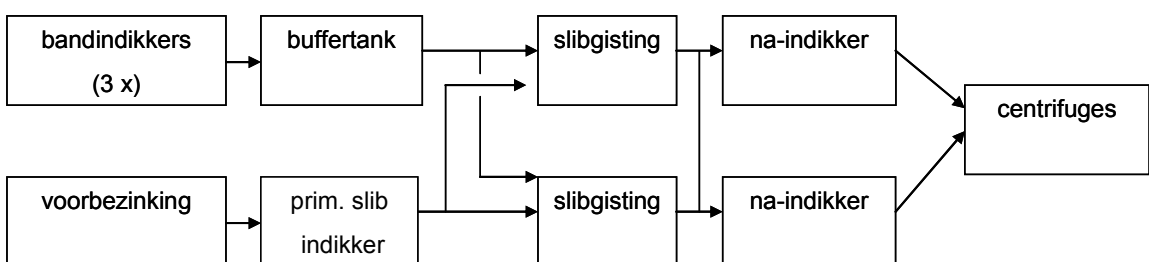
Het externe slib (RWZI Wehl) dat wordt aangevoerd op RWZI Nieuwgraaf wordt via het influent in het systeem gebracht en veroorzaakt geen schommelingen in de slibaanvoer naar de gisting en/of de ontwatering.

Het primaire slib wordt met behulp van gravitaire indikkers ingedikt tot ongeveer 3,0-4,0%, het secundaire slib wordt door drie bandindikkers ingedikt tot ongeveer 6,0-6,5%.

Op RWZI Nieuwgraaf bestaat de slibgistingsinstallatie uit twee gelijke parallelle gistingstanks (totaal 6.520 m³) die gescheiden met primair en secundair slib worden gevoed. De verblijftijd is ongeveer 18 dagen.

De capaciteit van de WKK's is 9.600 m³ biogas per dag. Het gasaanbod vertoont enige variatie in omvang, gemiddeld is dit 5.800 m³/d. Dit betekent een overcapaciteit die naar verwachting groot genoeg is om de extra gasproductie op te vangen.

FIGUUR 6-1 SCHEMATISCHE WEERGAVE SLIBLIJN RWZI NIEUWGRAAF



6.2 BESCHRIJVING SLIBDESINTEGRATIE-INSTALLATIE

In de huidige situatie zijn de beide gistingstanks hydraulisch van elkaar gescheiden. Gepland was om in het kader van de STOWA-proef ook de gasleidingen en gasdebietmeting per gistingstank gescheiden uit te voeren. Gezien de hoge kosten (> € 50.000) is hier van afgezien.

De versnijder en slibdesintegratie-installatie op RWZI Nieuwgraaf zijn geleverd door Solis Engineering bv. Voorafgaand aan de desintegratie-installatie gaat het slib door een versnijder van het fabrikaat Börger. De desintegratie-installatie werkt op basis van ultrasone geluidsgolven bij een frequentie van circa 20 kHz. Het ontwerpdebiet is 1,0 m³/h bij een gepland aantal draaiuren van 24 per dag. Hierbij is rekening gehouden met een behandeling van 30% van het secundaire slib dat naar gistingstank 2 (tank SDI) wordt gepompt. In de installatie zijn 5 sonotroden geïnstalleerd met een nominaal vermogen van 1 kW per stuk.

De leverancier garandeert de in het bestek gevraagde relatieve toename van de organische stofafbraak van 15%. Op basis van laboratoriumtesten verwacht de leverancier een toename van 17,8%.

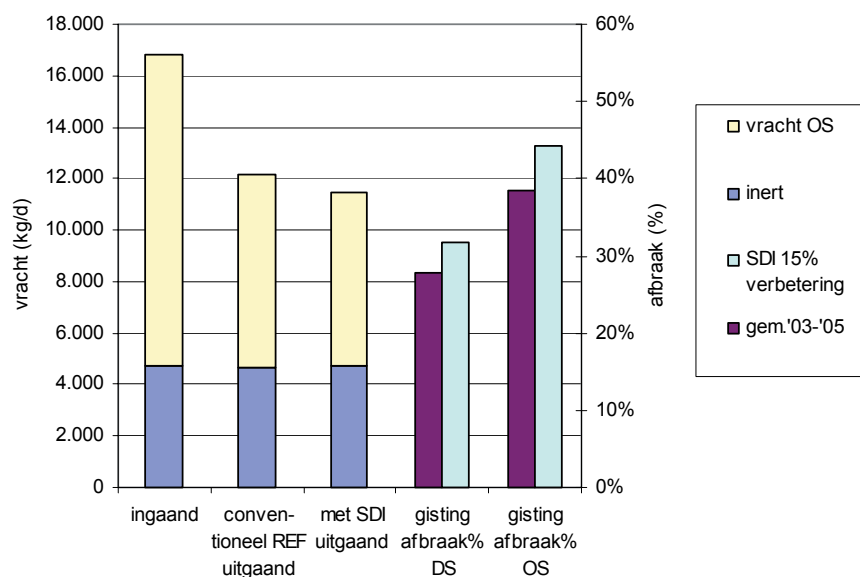
De uitgangspunten voor het ontwerp van de desintegrator zoals deze zijn opgenomen in het programma van eisen en het effect van de gegarandeerde afbraak zijn gegeven in Tabel 6-1.

TABEL 6-1 AARD EN SAMENSTELLING SLIB, AFBRAAK IN GISTING EN BIOGASPRODUCTIE

	Gemiddelde '03-'04					Berekende waarden bij 15% verbetering afbraak				
	volume (m ³ /d)	DS (%)	vracht (kg DS/d)	OS (%)	vracht (kg OS/d)	volume (m ³ /d)	DS (%)	vracht (kg DS/d)	OS (%)	vracht (kg OS/d)
primair slib Nieuwgraaf	230	3,45	8.058	nb	nb	230	3,45	8.058	nb	nb
secundair slib Nieuwgraaf	138	6,35	8.758	nb	nb	138	6,35	8.758	nb	nb
totaal slib naar gisting	368	4,96	16.817	71,9	12.087	368	4,96	16.817	71,9	12.087
totaal uitgestist slib	368	3,30	12.129	61,4	7.446	368	3,12	11.480	58,8	6.750
totaal afgebroken slib			4.641		4.641			5.337		5.337
afbraakpercentage			27,6 %		38,4 %			31,7 %		44,2 %
Verblijftijd	18,4	d				18,4	d			
Biogasproductie	5.958	m ³ /d				6.853	m ³ /d			
Specifieke biogasproductie	1.284	m ³ /ton DS afgebroken				1.284	m ³ /ton DS afgebroken			
Specifieke biogasproductie	493	m ³ /ton OS ingaand				567	m ³ /ton OS ingaand			
Drogestof% na ontwatering	29	%				29	%			

nb: niet bekend

FIGUUR 6-2 GRAFISCHE WEERGAVE VAN AARD EN SAMENSTELLING SLIB, AFBRAAK IN GISTING OP BASIS VAN DE GARANTIE VAN DE LEVERANCIER VAN 15% EXTRA AFBRAAK DOOR SLIBDESINTEGRATIE



De slibdesintegratie-installatie is op 22 september 2006 in bedrijf gesteld.

FIGUUR 6-3 SLIBDESINTEGRATIE-INSTALLATIE

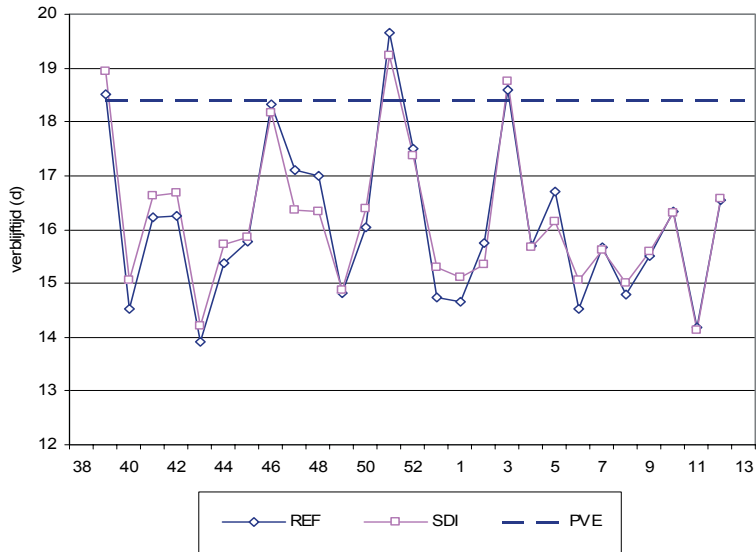


6.3 RESULTATEN DEMONSTRATIE

6.3.1 PROCESOMSTANDIGHEDEN

De verblijftijd in de gistingstanks is gegeven in Figuur 6-4. De verblijftijd van beide gistingstanks is gedurende de gehele periode goed vergelijkbaar. In het programma van eisen is een gemiddelde verblijftijd in voorgaande jaren van 18,4 dagen opgenomen. De verblijftijd is met uitzondering van 3 weken altijd lager dan de verblijftijd in het programma van eisen. De oorzaak hiervoor wordt gevonden in het structureel lagere drogestofgehalte van het ingedikte secundaire slib.

FIGUUR 6-4 VERLOOP VERBLIJFTIJD GISTINGSTANKS



6.3.2 HOEEVELHEDEN EN SAMENSTELLING SLIB NAAR GISTING

De bedrijfsvoering van de gisting wordt beoordeeld aan de hand van de hoeveelheden slib die ingevoerd zijn en de samenstelling daarvan. In Figuur 6-5 zijn de ingaande vrachten van de gistingstanks weergegeven. In lijn met de verblijftijd kan hieruit worden geconcludeerd dat er sprake is van een gelijkmatige voeding van beide parallelle gistingstanks. Ondanks een structureel lagere verblijftijd dan in het verleden, is de belasting met droge stof en organische stof wel in lijn is met de historische data. Dit komt omdat het secundaire slib dunner is dan in de historische data.

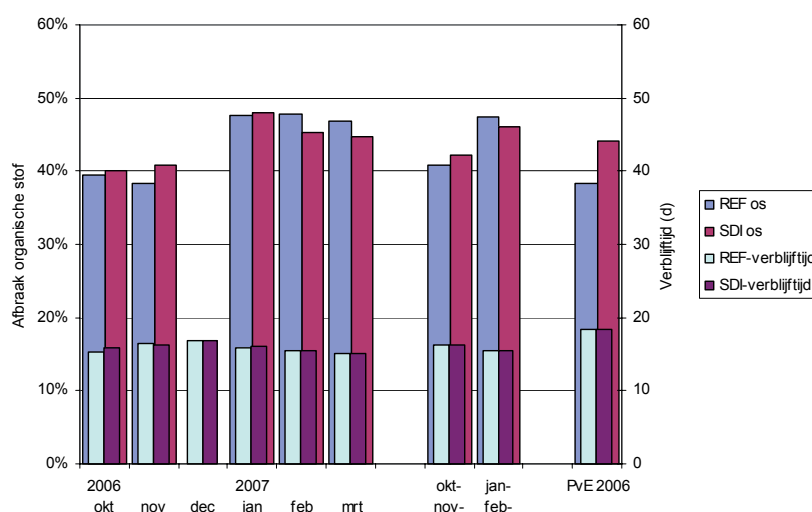
FIGUUR 6-5 DROGESTOF- EN ORGANISCHE-STOFVRACHTEN NAAR DE GISTINGSTANKS



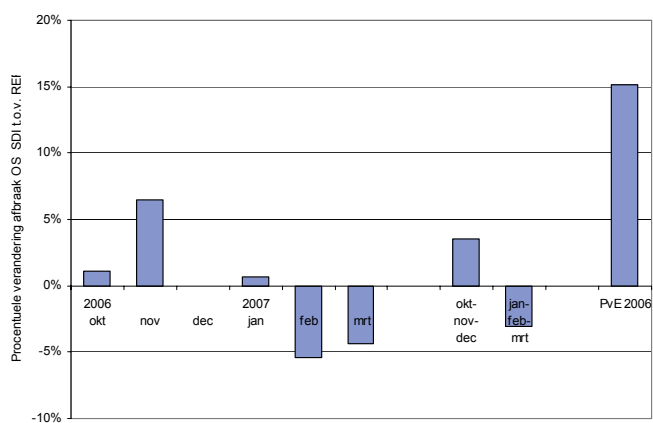
6.3.3 AFBRAAK ORGANISCHE STOF IN GISTING

De slibdesintegratie wordt toegepast op gistingtank 2 (SDI), gistingtank 1 (REF) fungeert als referentie.

FIGUUR 6-6 AFBRAAK ORGANISCHE STOF EN VERBLIJFTIJD IN DE GISTING, PER MAAND, GECUMULEERDE PERIODEN EN VOLGENS PROGRAMMA VAN EISEN



FIGUUR 6-7 PROCENTUELE VERANDERING VAN DE ORGANISCHE-STOF AFBRAAK IN DE GISTINGSTANK MET SLIBDESINTEGRATIE (SDI) TEN OPZICHT VAN ZONDER DESINTEGRATIE (REF)



TABEL 6-2 RESULTATEN OS- EN CZV-AFBRAAK, VERBLIJFTIJD EN RELatieve VERBETERING VAN OS-AFBRAAK

parameter	eenheid	periode okt-nov-dec		periode jan-feb-mrt	
		REF	SDI	REF	SDI
verbljftijd	d	16,3	16,3	15,4	15,5
OS-afbraak	%	40,8	42,2	47,6	46,1
relatieve verbetering OS-afbraak	%		3,6		-3,1
CZV-afbraak	%	36,4	36,9	45,7	43,3
relatieve verbetering CZV-afbraak	%		1,3		-5,2
OS afbraak (van Kleeck berekening*)	%	48,1	50,1	48,9	49,9
relatieve verbetering OS-afbraak (van Kleeck*)	%		4,1		2,0

* zie Bijlage 3

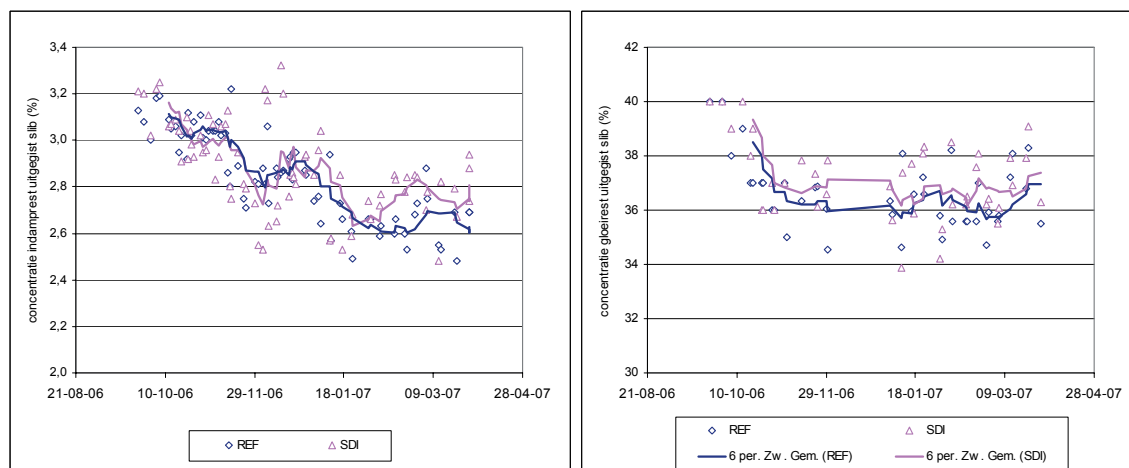
Vooralsnog blijkt uit de resultaten dat de garantiewaarde van de geëiste relatieve verbetering van 15% niet wordt gerealiseerd. Er lijkt zich een verslechtering van de afbraak af te tekenen sinds januari 2007. Deze relatieve verslechtering van de organische-stofafbraak is in de orde grootte van 3% en valt binnen de onnauwkeurigheidmarge van de meting, waardoor deze

niet significant is. Dit blijkt ook uit de getalswaarden die in Tabel 6-2 zijn gegeven. Hierin is ook de OS afbraak middels Van Kleeck (zie Bijlage 3) berekend, deze geeft een resultaat wat vergelijkbaar is aan de gebruikte methode op basis van massabalans.

Het verloop van de indamprest- en gloeirestpercentages van het uitgegiste slib is in Figuur 6-8 uitgezet. Om incidentele schommeling uit te vlakken is een voortschrijdend gemiddelde van 6 waarden als trendlijn weergegeven. Hierdoor wordt een periode van ongeveer 3 weken beslagen. Opvallend is dat het zwevende gemiddelde van 6 meetpunten laat zien dat de indamprest van het uitgegiste gedesintegreerde slib goed overeenkomt met het niet gedesintegreerde slib. In december en halverwege januari is de indamprest van het gedesintegreerde slib lager dan van het niet gedesintegreerde slib. Dit wijst op een verbeterde afbraak. De hiervoor geconstateerde verslechtering van de afbraak in de maanden februari en maart komt ook in het patroon van de indamprestconcentraties vrij duidelijk naar voren.

Deze resultaten ondersteunen de conclusie in paragraaf 6.3.5 dat er geen verbetering in de drogestof- en organischestofafbraak zichtbaar is in tank SDI, maar dat juist in tank REF de afbraak vanaf januari hoger is dan in tank SDI. Dit verschil valt echter binnen de onnauwkeurigheidsmarge van de metingen.

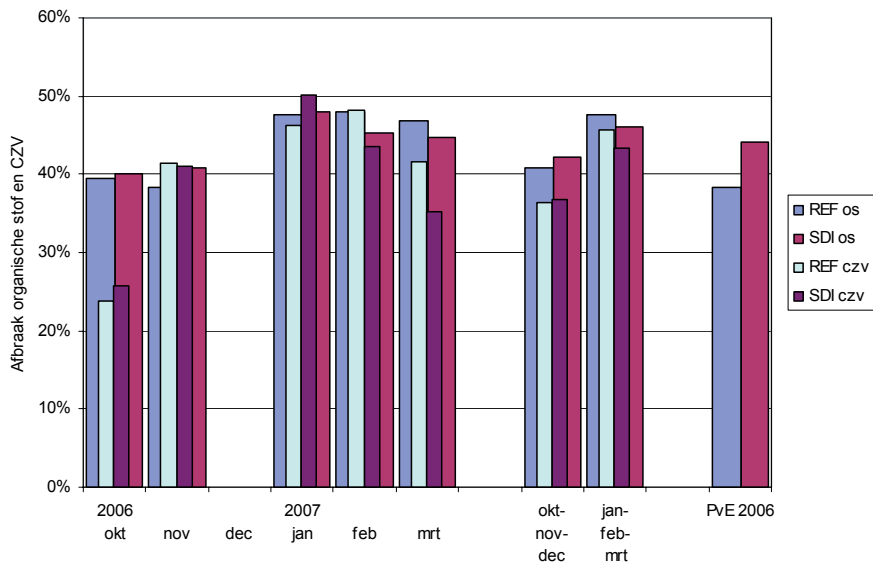
FIGUUR 6-8 VERLOOP INDAMPREST EN GLOEIRESTGEHALTES UITGEGIST SLIB



6.3.4 AFBRAAK VAN CZV

De wijzigingen in afbraak van organische stof komen ook tot uitdrukking in de afbraak van CZV. In Figuur 6-9 zijn deze twee aan elkaar gerelateerd.

FIGUUR 6-9 ORGANISCHE STOF EN CZV AFBRAAK IN DE GISTING GEDURENDE DE TIJD (IN DECEMBER ZIJN GEEN BEREKENINGEN VANWEGE HET ONTBREKEN VAN OS- EN CZV-GEGEVENS)

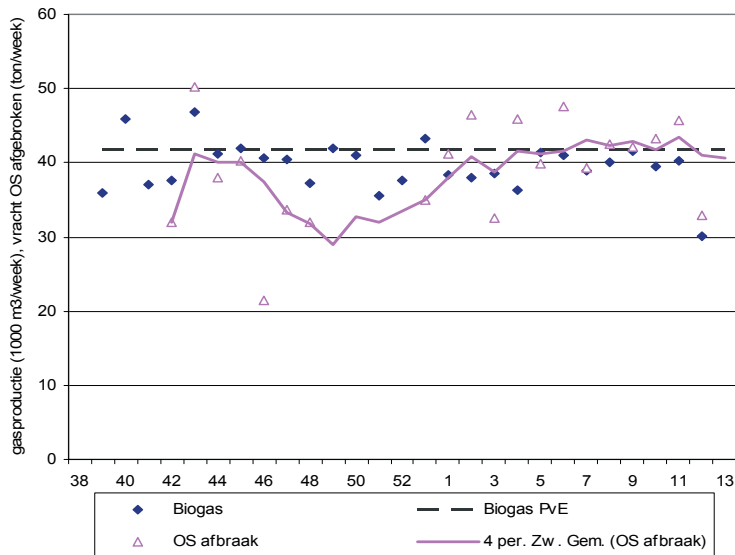


De CZV afbraak is met uitzondering van de maanden oktober 2006 en maart 2007 vergelijkbaar met de OS afbraak. De achtergrond hierbij is dat er in deze maanden een relatief hoge waarde voor de CZV-totaal van het uitgaande slib is vastgesteld.

6.3.5 BIOGASPRODUCTIE EN SPECIFIEKE BIOGASPRODUCTIE

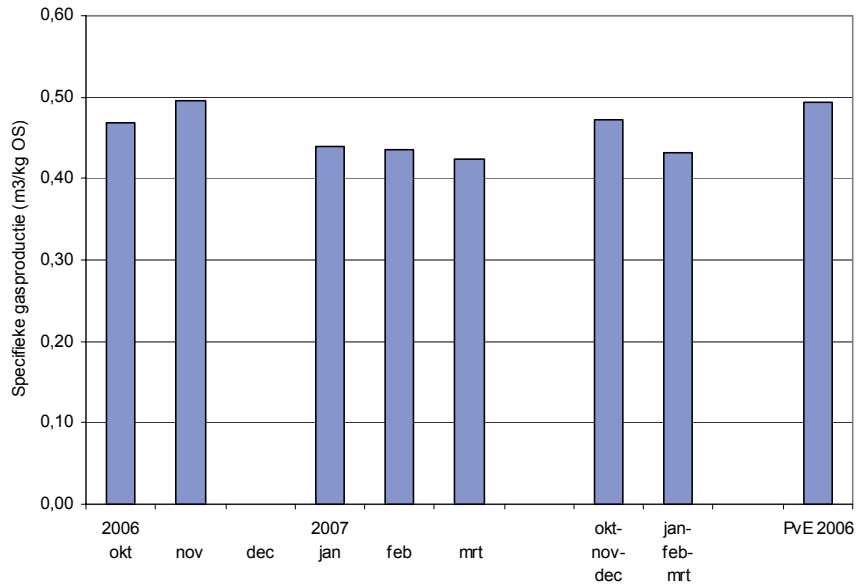
De totale biogasproductie is gegeven in Figuur 6-10 en de specifieke biogasproductie in Figuur 6-11. De biogasproductie volgt met een uitschieter naar boven in week 42 en naar beneden in week 45 hetzelfde patroon als de absolute organische-stofafbraak. Met name in 2007 is er sprake van een goede correlatie tussen deze twee parameters.

FIGUUR 6-10 TOTALE BIOGASPRODUCTIE IN GISTINGSTANKS



De specifieke biogasproductie per kg organische stof naar de gisting is in de beschouwde periode met een gemiddelde van circa 0,45 m³/kg OS relatief hoog. Dit vindt zijn oorzaak in de eveneens hoge waarde voor de specifieke gasproductie van 1,20 m³/kg OS verwijderd. Bij het verifiëren van de CZV-balans wordt hier op teruggekomen (paragraaf 6.3.8).

FIGUUR 6-11 SPECIFIEKE BIOGASPRODUCTIE IN GISTINGSTANKS

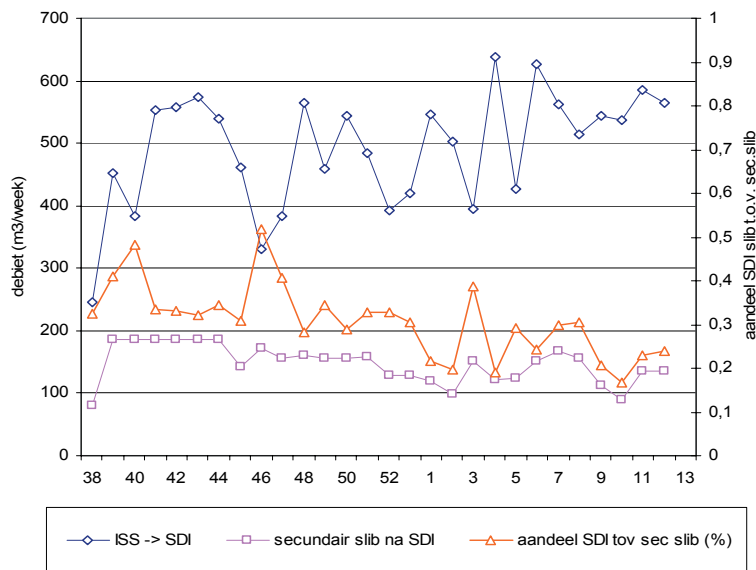


6.3.6 WERKING DESINTEGRATOR

6.3.6.1 Bedrijfstijd slibdesintegratie

In Figuur 6-12 is het debiet van de slibdesintegratiepomp in relatie tot het debiet van secundair slib naar gistingstank SDI gegeven. Het ontwerpdebiet van de desintegrator is 26,4 m³/d. Wanneer gekeken wordt naar de verhouding tussen gedesintegreerd slib ten opzichte van het ingediktd secundair slib dat naar de gisting gaat, komt dit overeen met 30-50%. Het ontwerp is gebaseerd op 30% behandeling. Vanaf januari 2007 haalt de toevoerpomp de ontwerpcapaciteit van 1,1 m³/h niet altijd meer en vanaf maart 2007 is deze rond de 1,0 m³/h, wat betekent dat het dagdebiet ongeveer 24 m³/d is en het aandeel behandeld slib ongeveer 20-25% is.

FIGUUR 6-12 DEBIET EN VERHOUDING DESINTEGRATIE VERSUS ONTWERPDEBIET EN SECUNDAIRE SLIBDEBIETEN



6.3.6.2 Energieverbruik

Het nominale energieverbruik is volgens de aanbieding van Solis 5 kW (120 kWh/d en 840 kWh/week) voor de generatoren. Het totale nominale vermogen is volgens de aanbieding 6 kW (104 kWh/d en 1.008 kWh/week). Vanaf januari 2007 blijkt het energieverbruik zich rond de 900 kWh per week te bewegen. Hieruit volgt dat het energieverbruik lager is dan in het ontwerp. Gerelateerd aan de toegevoerde hoeveelheid secundair slib aan de gistingstank met behandeld slib is het specifieke verbruik door de sonotrodes 0,031 kWh/kg DS.

De hoeveelheid van door de desintegrator vrijgemaakte CZV varieert tussen de 0,3 en 1,1 % met een gemiddelde van 0,7% ten opzichte van de maximale ontsluiting. Dit lijkt een relatief lage waarde vergeleken met de resultaten van de rwzi's Enschede en Bath.

6.3.7 ONTWATERINGSRESULTAAT

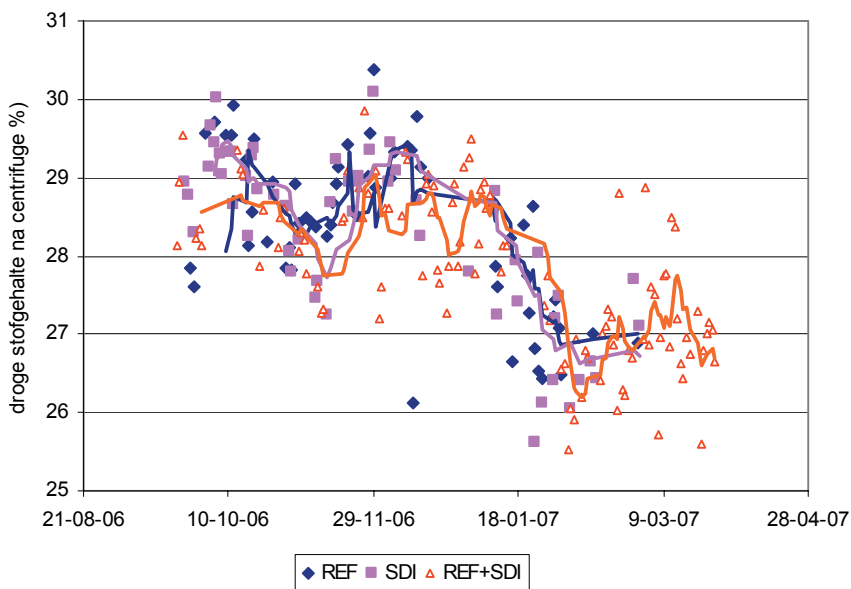
Vanuit de gistingstanks komt het slib per gistingstank in afzonderlijke na-indikers. In de huidige bedrijfssituatie worden deze gelijkmatig leeggetrokken naar de centrifuges. Bij dit batchgewijs bedrijf kan al het slib gescheiden worden behandeld en bemonsterd, zodat dit gelijkwaardig is aan continu gescheiden ontwatering.

In Figuur 6-13 zijn de analysegegevens voor indamprest van het ontwaterde slib gegeven met het bijbehorende zwevend gemiddelde van 4 waarnemingen. Op RWZI Nieuwgraaf wordt het uitgediste slib van gistingstank REF en SDI tijdelijk gescheiden opgeslagen in respectievelijk na-indikker (NI) REF en SDI. Deze worden niet bedreven als indikker. Het uigeegiste slib van beide tanks wordt gedurende enkele dagen per week apart en de overige tijd gemengd ontwaterd.

Het gemiddelde drogestofpercentage over de gehele periode van het ontwaterde gedesintreerde slib is met 28,3 %DS gelijk aan het gemiddelde van het niet gedesintreerde slib (28,3 %DS).

FIGUUR 6-13

VERLOOP INDAMPREST % VAN ONTWATERD SLIB



6.3.8 BALANS OVER GISTING (VERIFICATIE)

Voor de twee parallelle lijnen is een CZV, N-totaal (Nkj) en P-totaal balans opgesteld voor de periode van januari tot en met maart 2007. Deze is gegeven in Tabel 6-3. Over deze periode blijkt de afbraak in de gistingstank die gedesintegreerd slib ontvangt lager geweest te zijn dan die in de referentiereactor.

Daarnaast blijkt dat de N-balans voor beide gistingstanks een afwijking van -4 tot 3% is berekend, waarbij alleen in februari in GT 1 de afwijking met 15% hoger is. Ook voor de P-balans zijn afwijking bij beide parallelle lijnen gevonden, respectievelijk 10% en -6%.

TABEL 6-3 BALANS CZV, N EN P OVER GISTINGSTANKS

	gemiddelde*	gemiddelde*	gemiddelde*	
	CZV-totaal	Nkj-N	P-totaal	
REF in	9.775	396,9	169,1	kg/d
REF uit	5.303	384,5	152,6	kg/d
REF afbraak	6.212	4.472	12,4	kg/d
afbraak%	46%	3%	10%	%
SDI in	9.739	397,1	169,4	kg/d
SDI uit	5.517	411,6	180,4	kg/d
SDI afbraak	6.047	4.222	-14,5	kg/d
afbraak%	43 %	-4 %	-6 %	%
specifieke gasproductie	0,41			m ³ CH ₄ /kg CZV-verwijderd

* gemiddelde van gemeten waarden over de periode januari 2007 - maart 2007

Uit Tabel 6-3 blijkt dat met de gevolgde methodiek een redelijk sluitende balans verkregen wordt voor stikstof en in iets mindere mate voor fosfor. Bij CZV is uiteraard sprake van een vermindering tussen de ingaande en de uitgaande stroom. Hiervoor is al geconstateerd dat er een niet altijd een goede overeenkomst tussen de CZV-afbraak en de OS-afbraak bestaat. De afwijkingen doen zich voor in oktober 2006 en in maart 2007. Vertaald naar de specifieke methaan productie per kg CZV verwijderd wordt voor de gehele installatie een waarde gevonden van 0,41m³ methaan (CH₄) per kg CZV verwijderd. Deze waarde bevindt zich duidelijk boven de theoretische waarde van 0,35. Bij de berekening van deze waarden is het gemeten gasvolume gecorrigeerd voor de aanwezigheid van water, kooldioxide en afwijkende temperatuur en druk ten opzichte van de standaard waarden voor normaal m³. Voor het methaanpercentage is in de berekening een (gemiddelde) waarde van 65% aangehouden. Verificatie op dit punt moet nog plaatsvinden.

6.3.9 RETOURBELASTING

De ammonium-en PO₄-P-concentratie in het uitgeste slib van de twee parallelle lijnen zijn vergeleken in Tabel 6-4. In tegenstelling tot gelijke OS-afbraak in beide gistingstanks, is een afname in januari en een toename in februari van NH₄ gemeten en is een afname van PO₄ gemeten. Dit is niet met elkaar in overeenstemming.

TABEL 6-4

VERGELIJKING PARALLELE LIJNEN OP NH₄ EN PO₄

	gemiddelde*		
	NH ₄ -N	PO ₄ -P	
REF uit	698	89	mg/l
SDI uit	708	81	mg/l
toename SDI ten opzichte van REF	2	-10	%

* gemiddelde van gemeten waarden over de periode januari 2007 - maart 2007

6.4 RESUMÉ RESULTATEN RWZI NIEUWGRAAF

Samengevat kunnen de resultaten van de proef in Nieuwgraaf als volgt worden weergegeven:

- Gedurende de proef is een goede gelijkloop tussen de twee parallelle lijnen van de slibgisting gerealiseerd.
- Tijdens het verloop van de proef tot en met maart 2007 is er geen significante verbetering van de afbraak van organische stof geconstateerd. In de laatste maanden lijkt zelfs sprake te zijn van een verslechtering.
- Uit de resultaten voor de ontwatering komt geen significante verbetering naar voren.
- De beschikbaarheid en de prestaties van de SDI blijven enigszins achter bij de verwachtingen (van pompdebiet en druk). Door pompslijtage en vervangen van lobben zijn de pompen buiten bedrijf geweest. Hierin kan een gedeeltelijke verklaring liggen voor het niet bereiken van het gewenste effect. De afstemming tussen de bedrijfsvoering van de SDI en de mechanische indikking van het secundaire slib is nog voor verbetering vatbaar

6.5 VERVOLG VAN HET ONDERZOEK

Het Waterschap Rijn en IJssel heeft besloten de proef met de SDI nog enige tijd voort te zetten. Hierbij is het uitgangspunt dat in samenspraak met de leverancier tot een aanpassing (uitbreiding) van de huidige installatie wordt overgegaan. Deze uitbreiding zal naar verwachting bestaan uit het bijplaatsen van een tweede installatie die identiek is aan de huidige. De huidige pomp en de nieuw te installeren pomp zullen bij het lagere debiet per pomp een hogere druk kunnen bereiken. Hierdoor zal de intensiteit van de behandeling sterk toenemen met een mogelijk meer dan evenredig effect op de afbraak in de gistingstanks.

De resultaten van dit vervolg van de proef zullen in de eindrapportage worden opgenomen.

7

OVERIGE PROJECTEN IN NEDERLAND

7.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk worden de reeds gerealiseerde demonstratieprojecten van slibdesintegratie in Nederland kort samengevat. Het betreffen demonstraties op de rwzi's Land van Cuijk, Meppel, Willem Annapolder en Zeist.

7.2 RWZI LAND VAN CUIJK

RWZI Land van Cuijk was de eerste locatie in Nederland waar slibdesintegratie op praktisch-schaal is toegepast. Hierbij is gebruik gemaakt van ultrasone technologie, op basis van de ervaringen die destijds vanuit Duitsland beschikbaar waren.

De installatie is in november 2004 in bedrijf genomen en vanaf januari 2005 zijn representatieve data gegenereerd. Tot augustus 2005 is de installatie operationeel geweest en is toen uit bedrijf genomen op grond van de zeer snelle slijtage die aan de sonotrodes werd vastgesteld (zie Figuur 7-1).

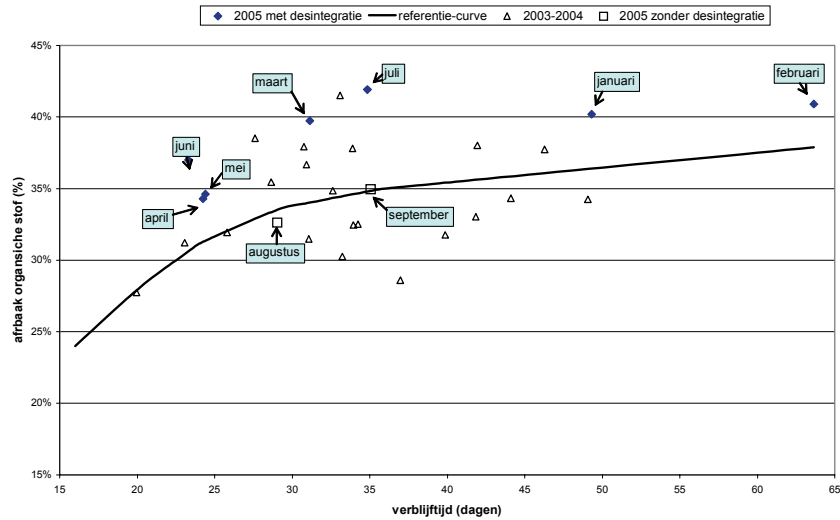
FIGUUR 7-1

SLIJTAGE SONOTRODE NA CIRCA 3.800 BEDRIJFSUREN, 29 JUNI 2005 BRON: D. JACOBS, WATERSCHAP AA EN MAAS



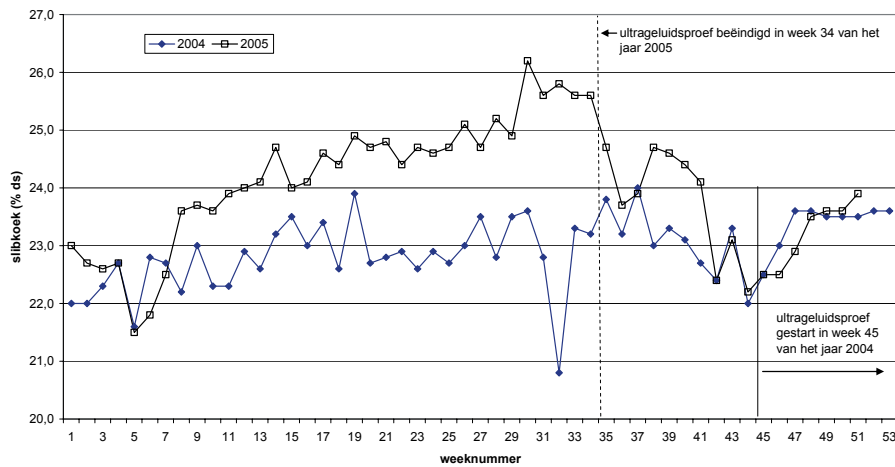
Aangezien op de locatie slechts één gistingstank beschikbaar is, is voor het vaststellen van de effecten gerefereerd aan resultaten uit het verleden. Deze gegevens vertoonden echter een behoorlijke spreiding. Om de vergelijking met de resultaten tijdens de proef mogelijk te maken is een referentiecurve vastgesteld. In Figuur 7-2 zijn de behaalde resultaten weergegeven ten opzichte van de historische data en de referentielijn. De resultaten voor de afbraak liggen allemaal aan de bovenzijde van de range die vanuit het verleden bekend is. Na het beëindigen van de proef treedt een afbraak op die vrijwel op de referentiecurve ligt.

FIGUUR 7-2 RESULTATEN AFBRAAK ORGANSICHE STOF OP RWZI LAND VAN CUIJK



Naast de afbraak van organische stof is gekeken naar het effect op de ontwaterbaarheid van het slib. In onderstaande figuur is het verloop van het drogestofgehalte weergegeven. Met name de effecten voor de ontwatering leverden een duidelijke verbetering op door het toepassen van slibdesintegratie.

FIGUUR 7-3 VERLOOP VAN HET DS-GEHALTE VAN HET ONTWERDE SLIB VOOR DE SITUATIE MET EN ZONDER SLIBDESINTEGRATIE



Het specifieke energieverbruik was 0,05-0,09 kWh/kg ds behandeld.

De problemen met de slijtage van de sonotrodes bleken een fundamentele achtergrond te hebben. Als gevolg hiervan verkeert de betreffende leverancier inmiddels in staat van faillissement waardoor voorzetten van de activiteiten niet direct mogelijk is.

7.3 RWZI MEPPEL

Op de RWZI Meppel is door middel van de inzet van slibdesintegratie getracht om een combinatie van effecten te bereiken. Hoofdzaak hierbij was het voorkomen van schuimvorming in de gistingstanks omdat dit beperkingen oplevert voor de hoeveelheid secundair slib die meevergist kan worden met het primaire slib. Door het mee kunnen vergisten van meer secundair slib zou ook zonder een relatieve verbetering van de afbraak een beperking van de slibafvoer en een verhoging van de gasproductie gerealiseerd kunnen worden.

Om zeker te stellen dat de schuimvorming kon worden voorkomen, werd al het secundaire slib door de desintegrator geleid. Voor de desintegratie werd gebruik gemaakt van de hydrodynamische desintegratietechnologie, zoals die ook in Enschede is toegepast.

De proef is voortijdig beëindigd omdat het niet mogelijk bleek de schuimvorming te voorkomen. De oorzaak van de schuimvorming blijkt buiten de beïnvloedingssfeer van de slibdesintegratie-installatie te liggen. Als alternatief voor deze inzet van slibdesintegratie wordt op dit moment nog overwogen om de installatie te gebruiken voor het verwerken van retourslib. Hiermee zou de CZV/N verhouding op de zuivering verbeterd kunnen worden in combinatie met een lagere slibproductie.

7.4 RWZI WILLEM ANNAPOLDER

Bij de RWZI Willem Annapolder van het waterschap Zeeuwse Eilanden wordt een SDI op basis van ultrasoon geluid ingezet om secundair slib voorafgaand aan de slibgisting te behandelen. Door een combinatie van afwijkende omstandigheden, zowel in de bedrijfsvoering van de rwzi als geheel als in de sliblijn is het tot op heden nog niet mogelijk geweest om het effect van de behandeling goed vast te stellen. Met de leverancier zijn inmiddels afspraken gemaakt over het voortzetten van de proef, waarbij op een aantal punten verbeteringen aan de installatie worden doorgevoerd om een stabielere bedrijfsvoering te verzekeren.

7.5 RWZI ZEIST

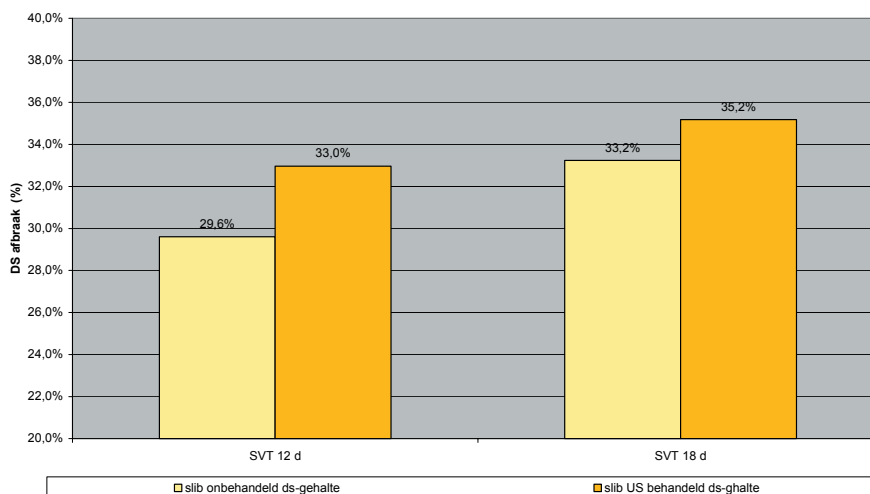
Eind 2005 heeft Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) op RWZI Zeist (75.000 i.e.) een ultrasone slibdesintegratie, type SoliSound geplaatst. De directe aanleiding was het in onbruik raken van één van de twee gistingstanks waardoor de totale slibstroom, in één gistingstank van 1.400 m³ moest worden vergist. Door het toepassen van slibdesintegratie verwacht HDSR bij een gehalveerde slibverblijftijd ongeveer een zelfde drogestofafbraak te bereiken als in de oorspronkelijke situatie met twee gistingstanks. De drogestofafbraak bedroeg in het verleden circa 40%.

De desintegratie-installatie op RWZI Zeist behandelt 24 uur per dag 40-50% van het mechanisch ingedikte surplusslib met een specifiek vermogen van 6-6,5 Wh/l. Wegens verschillende opeenvolgende aanpassingen op RWZI Zeist was het niet mogelijk om het effect van de desintegratie vast te stellen ten opzichte van de voorgaande jaren. Om die reden is besloten om een parallelonderzoek uit te voeren met een onderzoekscontainer van de TUHH (Technische Universiteit Hamburg-Harburg) voorzien van vijf volledig uitgeruste gistingstanks van elk 200 liter inhoud.

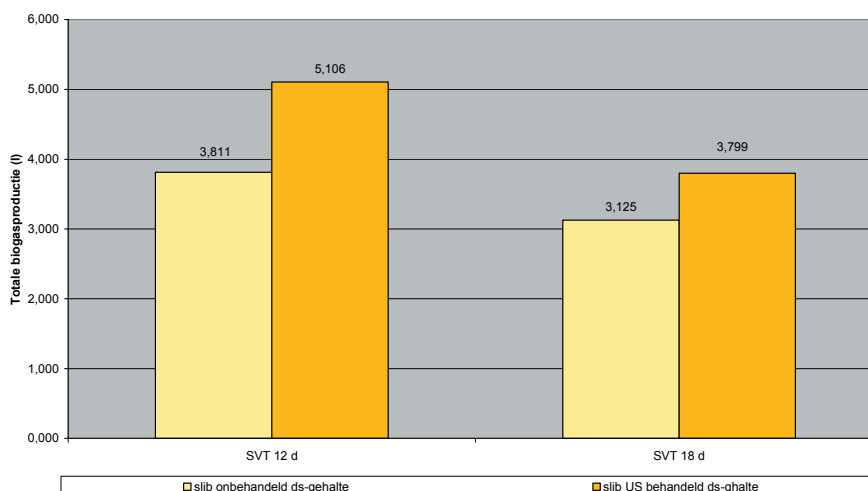
De test had als hoofddoel het beoordelen van het effect van de ultrasone slibdesintegratie op het slibgisticsproces bij een slibverblijftijd van circa 12 dagen. Een tweede doel was het vaststellen van het effect van slibdesintegratie in relatie tot verschillende verblijftijden om zo nieuwe ontwerpinzichten te verkrijgen voor de bouw van toekomstige slibgisticsinstallaties. Hiervoor is tijdens de proeven een verblijftijd van 18 dagen aangehouden.

De resultaten van de proeven zijn in Figuur 7-4 en Figuur 7-5 weergegeven.

FIGUUR 7-4 DROGESTOFAFBRAAK BIJ SLIBGISTICSPROEVEN MET EN ZONDER SLIBDESINTEGRATIE BIJ EEN VERBLIJFTIJD VAN 12 EN 18 DAGEN IN DE GISTING. TESTDUUR IS 6 WEKEN



FIGUUR 7-5 BIOGASPRODUCTIE BIJ SLIBGISTICSPROEVEN MET EN ZONDER SLIBDESINTEGRATIE BIJ EEN VERBLIJFTIJD VAN 12 EN 18 DAGEN IN DE GISTING. TESTDUUR IS 6 WEKEN



Uit de grafieken blijkt dat zowel voor de afbraak van organische stof als voor de optredende gasproductie een verbetering wordt geconstateerd door het toepassen van slibdesintegratie. Het relatieve effect is groter naarmate de verblijftijd korter is.

Opvallend bij deze proeven is het feit dat de afbraak van organische stof minder sterk toeneemt dan de gasproductie. Bij de verblijftijd van 18 dagen neemt de afbraak met slechts 6% toe terwijl de gasproductie met meer dan 20% toeneemt. Hiermee doet zich een situatie voor die analoog is aan de resultaten in de maanden februari en maart 2007 bij RWZI Bath.

8

DISCUSSIE VAN DE RESULTATEN

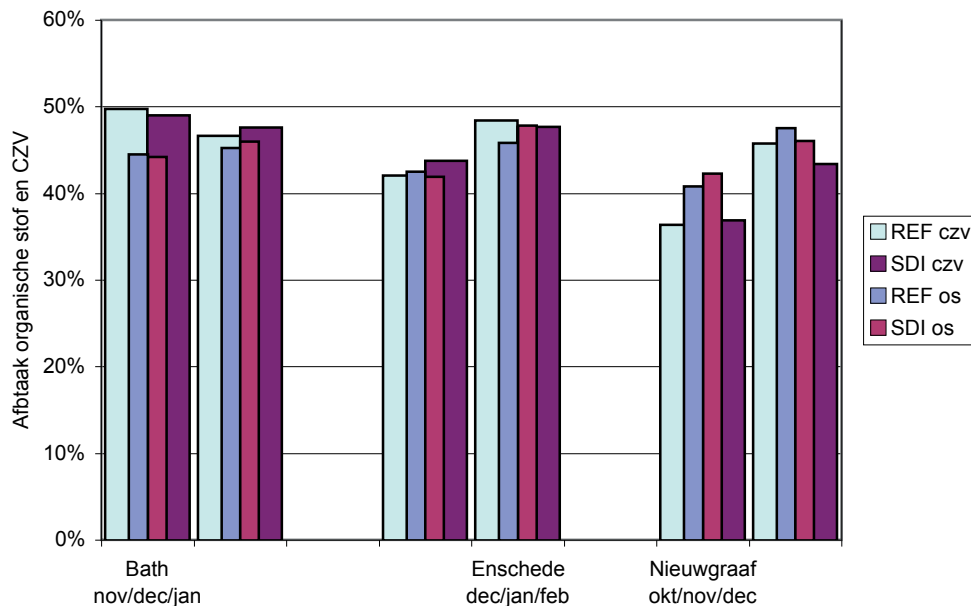
8.1 ONDERLINGE VERGELIJKING

Voor de drie locaties is in onderstaande figuur een overzicht gegeven van de resultaten op het gebied van de afbraak van organisch materiaal. Ter vergelijking zijn tevens de afbraakpercentages voor CZV weergegeven.

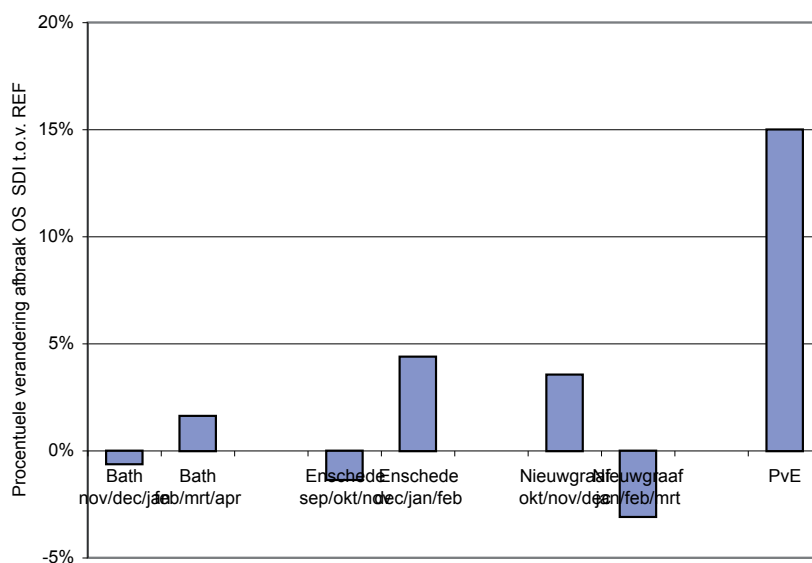
Per locatie gaat het hierbij om de gemiddelde gegevens van twee driemaandelijke periodes. Door het presenteren van resultaten over een langere tijd wordt het effect van het optreden van versturende of vertekende tijdelijke effecten tot een minimum teruggebracht.

De gepresenteerde resultaten in Figuur 8-1 en Figuur 8-2 laten zien dat de verwachte verbetering van de afbraak van organische stof of CZV met 15–25% tot op heden niet is gerealiseerd. Ter illustratie, een verbetering van 15% ten opzichte van een afbraakpercentage van 40% komt overeen met een absolute verbetering van 6%.

FIGUUR 8-1 RESULTATEN AFBRAAK ORGANISCHE STOF EN CZV BIJ SLIBDESINTEGRATIE (SDI) EN REFERENTIE (REF) OP DE DRIE ONDERZOEKSLocatIES



FIGUUR 8-2 RELATIEVE VERANDERING VAN DE AFBRAAK VAN ORGANISCHE STOF BIJ SLIBDESINTEGRATIE (SDI) EN REFERENTIE (REF) OP DE DRIE ONDERZOEKSLocatIES



TABEL 8-1 OVERZICHT RESULTATEN VAN DE DRIE ONDERZOCHE LOCATIES

		Bath	Enschede	Nieuwgraaf
Referentie situatie				
- verhouding prim/sec slib o.b.v. vracht	%/%	48 / 52	34 / 66	48 / 52
- verblijftijd gisting	d	19,8	31,2	18,4
- afbraak DS %	%	26,1	37,0	27,6
- afbraak OS %	%	39,8	47,8	38,4
- gasproductie	m ³ /d	5.997	5.068	5.958
- specifieke gasproductie	m ³ /kg OS _{in}	360	354	492
Karakterisatie slibdesintegratie				
- aandeel secundair slib behandeld	% (theoretisch)	30	71	30
- aandeel totaal slib behandeld	% (theoretisch)	15	47	16
- energie-input	kWh/kg sec slib	0,031- 0,039	0,043	0,031
- energie-input	kWh/kg tot slib	0,021	0,020	0,017
Situatie tijdens proeven				
- periode resultaten weergegeven	-	wk 7-12 van '07	wk 5-17 van '07	wk 49'06 - 9'07
- verhouding prim/sec slib o.b.v. vracht	%/%	48 / 52	60 / 40	35 / 65 en 40 / 60*
- verblijftijd gisting	d	19,1	26,1	30,4 en 29,8*
Resultaat				
- periode resultaten weergegeven	-	wk 7-12 van '07	wk 5-17 van '07	wk 49'06 - 9'07
- verbetering DS-afbraak	% (relatief)	9,6	3,3	6,2
- verbetering OS-afbraak	% (relatief)	6,6	1,6	4,4
- verhoging biogasproductie	% (relatief)	20	10	nb
- verbetering ontwateringsgedrag	% (absoluut)	0	0	0,5
- methaanproductie per CZV verwijderd	m ³ CH ₄ /kg CZV _{verw}	0,33 en 0,36*	0,33 en 0,36*	0,24

* REF en SDI

8.2 DISCUSSIE ALGEMEEN

Bij het uitvoeren van het onderzoek naar slibdesintegratie is gebleken dat het gedrag van slibgistinginstallaties moeilijk nauwkeurig is te kwantificeren. Ook de voorspelbaarheid van het gedrag van de gisting is minder groot dan verwacht.

In het onderzoek is veel aandacht besteed aan het parallel bedrijven van twee lijnen voor slibgisting. Het nut van deze keuze heeft zich tijdens het onderzoek duidelijk bewezen. Zo is bijvoorbeeld op twee locaties, Bath en Nieuwgraaf, sprake van een flinke verbetering in de afbraak in de maanden januari en februari 2007. Deze verbetering van circa 40% afbraak naar bijna 50% afbraak zou zonder het gebruik van een referentiereactor hoogstwaarschijnlijk aan het toepassen van de slibdesintegratie zijn toegeschreven. Door de gevolgde werkwijze blijkt echter dat de verbetering zich in beide lijnen manifesteert en dus een andere oorzaak heeft. Aangezien de verblijftijd geen aanleiding geeft tot een dergelijke wijziging, heeft er blijkbaar een aanpassing van de slibeigenschappen plaatsgevonden. Mogelijk spelen de feestdagen rond Kerst en Oud-en-nieuw hierbij een rol.

Deze gang van zaken geeft wel aan dat enige voorzichtigheid is geboden met het interpreteren van afbraakgegevens voor een slibgisting over korte tijdstermijnen. De resultaten in het onderzoek geven aanleiding om zelfs een periode van een maand voor het onderling vergelijken van resultaten als aan de krappe kant te beschouwen.

8.3 TOETSING VAN DE VERWACHTE RESULTATEN AAN DE PRAKTIJK

Door het toepassen van slibdesintegratie wordt beoogd de afbraak van slib in de gistingstanks te verbeteren. De in het onderzoek toegepaste methoden, ultrasone en hydrodynamische behandeling maken gebruik van het opwekken van cavitatie om dit doel te bereiken. Het effect van de behandeling komt onder meer tot uitdrukking in een verkleining van de aanwezige vloggrootte en in het openbreken van cellen. Dit laatste kan aan de hand van het vrijkomen van opgelost CZV in het behandelde slib worden vastgesteld.

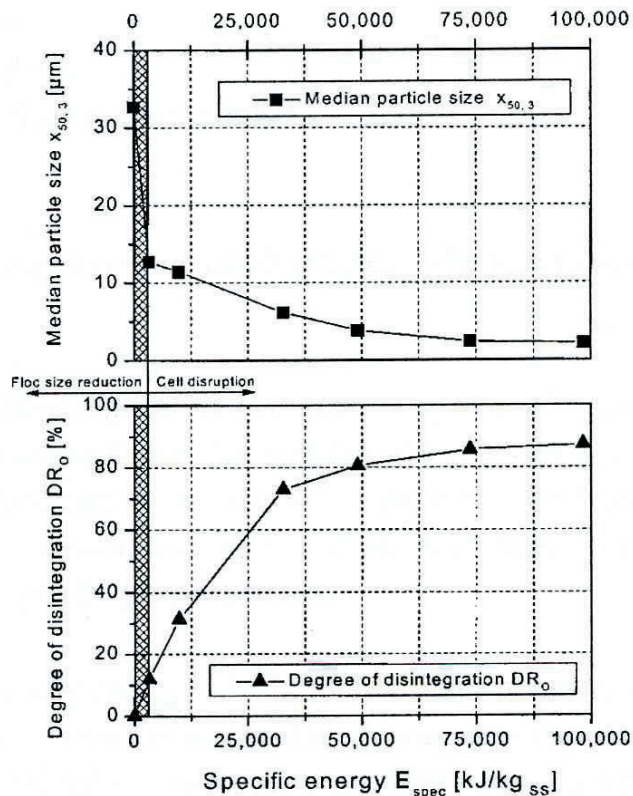
Op voorhand was er een sterk positieve verwachting over de resultaten die met de behandeling bereikt zouden kunnen worden. In de literatuur en bij referentieprojecten werden verbeteringen in de afbraak gerapporteerd van 15- 25% met zelfs uitschieters naar meer dan 50%.

Zoals ook in de literatuurstudie is aangegeven kan er een zekere hiërarchie aan de volgorde van optredende effecten worden toegekend. Dit komt in onderstaande figuur tot uitdrukking waar het verband tussen energietoevoer op zowel deeltjesgrootteverkleining als vrijmaken van CZV is uitgedrukt.

FIGUUR 8-3

INVLOED VAN SPECIFIEKE ENERGIE OP DE DEELTJESGROOTTEVERDELING (BOVEN) EN DE MATE VAN DESINTEGRATIE (ONDER) VOOR SECUNDAIR SLIB DAT IS BEHANDELD MET ULTRASOON GELUID¹.

NB 1 kWH KOMT OVEREEN MET 3600 KJ, OFTEWEL 12.500 KJ IS ONGEVEER GELIJK AAN 3,5 kWH.

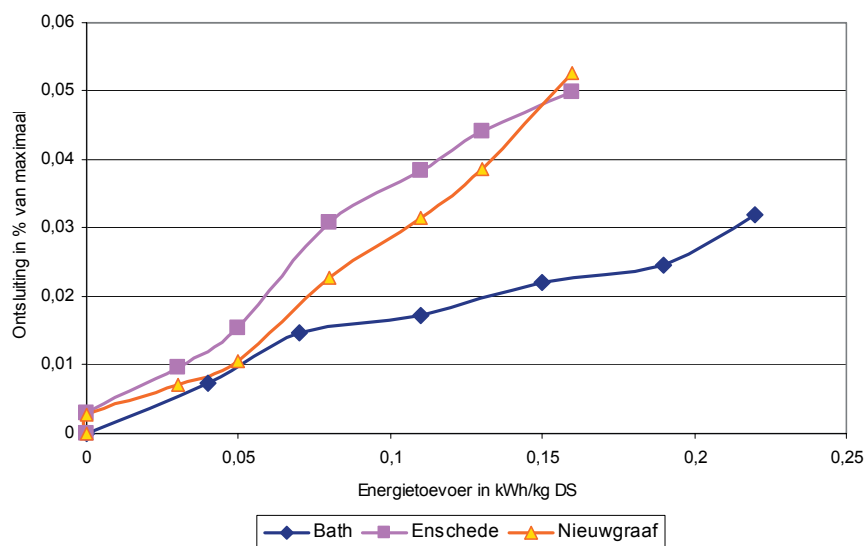


In het linkerdeel van de bovenste grafiek in Figuur 8-3 geeft het gearceerde deel het gebied aan dat vooral voor deeltjesverkleining wordt gebruikt. In dit gearceerde deel is zichtbaar dat bij een lage specifieke energie-input de deeltjesgrootte afneemt van ongeveer 33 naar 13 μm. In de onderste grafiek is de mate van desintegratie gegeven, waarbij het gearceerde deel dezelfde mate van energie-input voorstelt, alleen is toename van de mate van desintegratie beperkt (ongeveer van 0 naar 13%). Nadat dit gearceerde gebied is doorlopen, bij een hogere energie-input, neemt de deeltjesdiameter niet snel meer af en begint vrijmaking van CZV vorm aan te nemen met een toenemende mate van desintegratie. Deze neemt tot ongeveer 35.000 kJ/kg SS sterk toe en verloopt daarna vlakker. Hieruit kan worden afgeleid dat er sprake kan zijn van een zekere drempelwaarde in energietoever voor slibdesintegratie voordat de effecten op ontsluiting en de afbraak duidelijk zichtbaar worden.

In de voorbereiding op het onderzoek is door één leverancier ook onderzoek verricht naar het verband tussen ingebrachte energie en bereikte ontsluiting. De resultaten voor de onderzoekslocaties zijn in onderstaande figuur weergegeven.

¹ Nickel K. (2002), Intensivierung der anaeroben Klaerschlamstabilisierung durch vorgeschalteten Ultraschall, Dissertation TU Hamburg-Harburg

FIGUUR 8-4 RESULTATEN ONDERZOEK DOOR VTA OP DE TESTLOCATIES



Uit de figuur komt een markant verschil naar voren tussen de behandeling van het slib in Bath en op de locaties Enschede en Nieuwgraaf. Om vergelijkbare resultaten qua ontsluiting te krijgen dient er in Bath aanzienlijk meer energie toegevoerd te worden. Door de betreffende leverancier wordt dit verschil geweten aan het toepassen van flotatie als indikkings-techniek in Bath. In de eerste fase van de behandeling wordt energie verbruikt om de nog aanwezige luchtbelletjes in het slib uit te drijven.

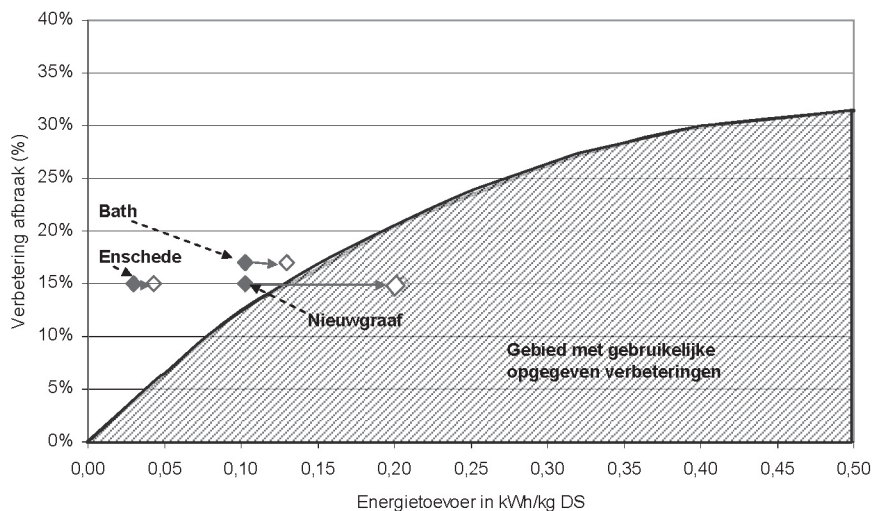
Bij Enschede en Nieuwgraaf vertonen de curves een grote mate van overeenkomst. Hier is ook de volgorde in effecten enigszins zichtbaar. Tot een energietoever van 0,05 kWh/kg DS vertoont de lijn een duidelijk vlakkere helling dan daarna. Hieruit kan worden afgeleid dat er sprake kan zijn van een zekere drempelwaarde in energietoever voor slibdesintegratie voordat de effecten op de afbraak duidelijk zichtbaar worden. Door de leverancier wordt hieraan de conclusie verbonden dat er minimaal een energietoever van 0,1 kWh/kgDS moet plaatsvinden om voldoende resultaat te bereiken. Wordt hieraan voldaan dan verwacht men een verbetering van de afbraak van 17 - 20%.

Het beoordelen of een bepaalde energietoever toereikend is om een bepaalde verbetering in de afbraak te bewerkstelligen is aan allerlei beperkingen onderhevig. Zoals uit het bovenstaande al duidelijk wordt, zijn er daarnaast meerdere factoren van invloed op de verbetering. Naast de bovengenoemde wijze van indikking en de PE-dosering, is het op basis van literatuur en leveranciersinformatie aannemelijk dat het effect van slibdesintegratie afneemt bij een langere slibverblijftijd in de beluchtingstank en bij een hogere verblijftijd in de gistingstank. Ook het principe van desintegratie heeft uiteraard hierop invloed.

Door de voorzitter van de Duitse ATV-Arbeitsgruppe Klärschlamm-desintegration, de heer Johannes Müller, is ondanks alle beperkingen een poging gedaan de beschikbare resultaten samen te vatten². In onderstaande figuur is dit verband weergegeven in combinatie met de werkpunten van de in het onderzoek toegepaste installaties.

² Lit: Schmelz, K.-G., Müller, J., "Klärschlamm-desintegration zur Verbesserung der Faulung - Ergebnisse großtechnischer Parallelversuche", KA-Abwasser, Abfall 2004 (51) Nr. 6, pagina 632 t/m 642

FIGUUR 8-5 VERBAND TUSSEN ENERGIETOEOER (IN KWH PER KG DS BEHANDELD) EN VERBETERING AFBRAAK (NAAR MÜLLER). HIERBIJ ZIJN DE DICHTE RODE RUITJES DE GEREALISEERDE ENERGIETOEOER EN DE OPEN RODE RUITJES (◊) DE VERWACHTE ENERGIETOEOER NA UITBREIDING VAN EN/OF VERBETERING AAN DE SLIBDESINTEGRATIE INSTALLATIE. DE VERWACHTING MET BETREKKING TOT DE VERBETERING VAN DE AFBRAAK (ALS GARANTIE) ZIJN NIET AANGEPAST



In de figuur is het gebied dat rechts onder de getrokken lijn ligt, het gebied waar de meeste van de opgegeven waarden in de data van Müller zijn onder te brengen. Voor alle drie de locaties binnen het STOWA onderzoek geldt dat de werkpunten van de installaties in combinatie met de opgegeven (gegarandeerde) verbetering van de afbraak zich links van het gebied met gebruikelijke waarden bevinden (rode dichte ruitjes in figuur). Voor Bath en Nieuwgraaf liggen de waarden er vrij dicht bij, maar met name Enschede komt vrij ver buiten het gebied terecht.

In de figuur zijn met de open ruitjes tevens de punten aangegeven die na aanpassing van de installaties of de bedrijfsvoering van toepassing zijn. Het betreft in alle gevallen een horizontale verschuiving naar rechts, waarbij het nieuwe werkpunt voor Nieuwgraaf in het gebied met de gebruikelijke waarden terechtkomt. In het licht van het bovenstaande kunnen de oorspronkelijke werkpunten als optimistisch worden beoordeeld in relatie tot het te bereiken effect.

In relatie tot de eerder aangegeven drempelwaarde voor het bereiken van een zekere mate van ontsluiting kan een te lage energietoevoer of een te lage intensiteit van de behandeling tot gevolg hebben dat het resultaat vrij sterk achterblijft bij de verwachting. Door de werkpunten op de hierboven aangegeven wijze aan te passen, wordt getracht de verwachte resultaten alsnog te bewerkstelligen. Bij nieuwe initiatieven op het gebied van slibdesintegratie dient dit aspect een belangrijk punt van aandacht te zijn, in combinatie met onderzoek aan de specifieke eigenschappen van het te behandelen slib.

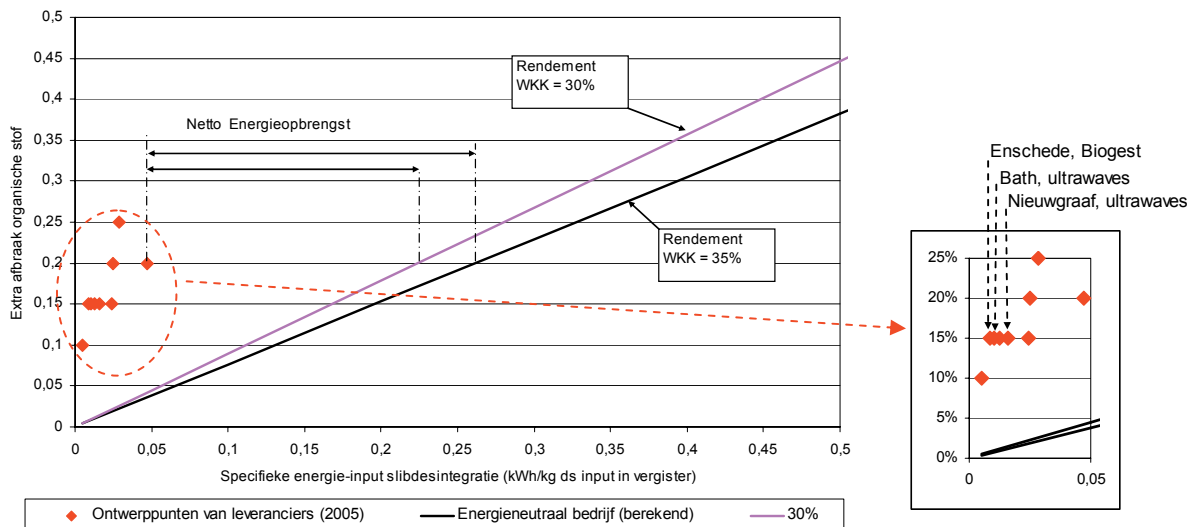
8.4 ENERGIEVERBRUIK EN -OPBRENGST

In Figuur 8-6 is de energietoevoer gerelateerd aan de hoeveelheid secundair slib dat daadwerkelijk naar de gisting wordt gepompt. De achtergrond hierbij is het belang van de intensiteit van de slibdesintegratie-behandeling op totale secundaire slibstroom. De slibdesintegratie-installaties verwerken een deelstroom van het totaal aanbod aan secundair slib dat naar de gisting gaat. Het aandeel van de deelstroom kan per leverancier veranderen en bedraagt op

Bath, Enschede en Nieuwgraaf ongeveer 30–40%. Het specifieke energieverbruik gerelateerd aan de totale secundaire slibstroom is hierdoor duidelijk lager dan wanneer gerelateerd aan de door de desintegrator behandelde secundaire slibstroom (zie Figuur 8-5).

De energietoevoer dient gerelateerd te worden aan de technologie die gebruikt wordt, voor de hydrodynamische toepassing is dit standaard lager dan voor ultrasound toepassingen. Met name in Bath en Nieuwgraaf neemt met de aanpassing ook het energieverbruik van de behandeling toe. Om de vraag te beantwoorden of hiermee de energiewinst door de extra afbraak niet teniet wordt gedaan is dit in onderstaande figuur met elkaar vergeleken.

FIGUUR 8-6 VERGELIJKING TUSSEN ENERGIEBEHOEFTE SLIBDESINTEGRATIE EN OPBRENGST BIJ VERBETERING VAN DE AFBRAAK



Voor Figuur 8-6 is de specifieke energietoevoer betrokken op de totale toevoer aan DS aan de vergister, zowel in de vorm van secundair slib als primair slib. De getrokken lijnen in de figuur geven het punt weer waar evenwicht bestaat tussen de energietoevoer aan de slibdesintegratie en de extra opbrengst uit biogas. In de figuur zijn de oorspronkelijke werkpunten van de aangeboden installaties voor het STOWA project aangegeven. Hieruit blijkt dat ook bij een verhoging van de energietoevoer met een factor 2 zoals bij Nieuwgraaf wordt voorgesteld er nog steeds sprake is van een positieve energieopbrengst, mits de toegezegde verbetering van de afbraak van 15% tevens wordt gerealiseerd.

8.5 SCHUIMVORMING

Op Bath en Enschede is ondanks de toepassing van slibdesintegratie tijdens de onderzoeksperiode sprake geweest van schuimvorming. Het optreden van schuimvorming wordt vrij algemeen aan de aanwezigheid van (te) grote fractie draadvormige bacteriën in het secundaire slib geweten. Ook andere factoren spelen hierbij echter een rol zoals ondermeer de vormgeving van de gistingstank, de wijze van menging en de wijze van drijfslagverwerking uit voorbezinktanks.

Naast allerlei operationele problemen die het gevolg kunnen zijn van schuimvorming, kan dit ook een negatief effect hebben op de afbraak. Met name in combinatie met menging door middel van gasinblazing en een afvoer van uitgegist slib aan de bovenzijde van de tank kan schuimvorming leiden tot versneld afvoeren van inkomend vers materiaal. Door de bij aanvang hoge gasproductie kan dit zich ophopen aan de bovenzijde van de tank en vandaar met het schuim versneld worden afgevoerd.

Voor het bestrijden van schuimvorming door middel van slibdesintegratie wordt evenals bij de te realiseren afbraak een belangrijke rol toegekend aan de intensiteit van de behandeling. Bij onvoldoende intensiteit bestaat de mogelijkheid dat de draadvormige bacteriën weliswaar worden verkleind, maar dat daarmee de floterende eigenschappen nog niet voldoende worden beperkt. In ongunstige omstandigheden zou op deze wijze zelfs een versterkend effect op schuimvorming kunnen optreden. In voorkomende gevallen verdient het aanbeveling dit aspect vooraf te onderzoeken en ook het effect van de behandeling via microscopische analyses en bepaling van de deeltjesgrootteverdeling vast te stellen.

8.6 RESUMÉ

Aandachtspunten:

- Voorzichtigheid is geboden bij het beoordelen van de resultaten van de slibgisting over korte periodes. De ervaring uit het onderzoek is dat een periode van minimaal één maand benodigd is om een beoordeling van de organische-stofafbraak te maken. Geadviseerd wordt om een langer periode van twee maanden te gebruiken.
- Bij nieuwe initiatieven op het gebied van slibdesintegratie is het onderzoek aan specifieke eigenschappen van het te behandelen slib een belangrijk aspect om een realistische verwachting te formuleren over de resultaten. Ook de gevoeligheid voor schuimvorming aan de hand van microscopische analyses en bepaling van de deeltjesgrootteverdeling moet hierbij in beschouwing worden genomen.
- De verblijftijd in de gisting en de slibleeftijd in de beluchting aan veranderingen onderhevig. Hoewel niet in het onderzoek is aangetoond, is het op basis van literatuur en leveranciersinformatie aannemelijk dat het effect van slibdesintegratie afneemt bij een langere slibverblijftijd in de beluchtingstank en bij een hogere verblijftijd in de gistingstank. Aanbevolen wordt dit nader te onderzoeken.
- Uit het onderzoek en uit de ervaringen bij andere locaties, met name in Zeist, komt naar voren dat bij de behandeling door slibdesintegratie een minimale intensiteit gerealiseerd moet worden, uitgedrukt in energietoevoer per kg droge stof te behandelen slib.

9

CONCLUSIES, AANBEVELINGEN EN VERVOLGACTIVITEITEN

9.1 CONCLUSIES

Onderstaande conclusies zijn gebaseerd op de ervaringen met slibdesintegratie op rwzi's Bath, Enschede en Nieuwgraaf. De specifieke omstandigheden op deze installaties kunnen van invloed zijn op de conclusies.

Op rwzi Bath is per 1 februari 2007 een uitbreiding van de behandelingsintensiteit van de slibdesintegratie-installatie doorgevoerd, waarbij een gedeelte van de resultaten die hierna gegenereerd zijn in deze tussenrapportage zijn meegenomen. Op de andere twee rwzi's Enschede en Nieuwgraaf zijn ook wijzigingen aan de slibdesintegratie-installatie gepland, die onder andere tot doel hebben het slib intensiever te behandelen. In de eindrapportage (begin 2008) zullen de aanvullende resultaten worden opgenomen en mogelijk kunnen deze aanleiding geven tot herziening van de onderstaande conclusies.

- Het bereiken van de verwachte verbetering in organische-stofafbraak is niet aangetoond. De relatieve verbetering van de organische-stofafbraak op basis van een massabalans over de gisting is 1,6%, 4,4% en -3,1% voor respectievelijk Bath, Enschede en Nieuwgraaf over de laatste drie maanden van de beschreven resultaten. Deze percentages vallen binnen de betrouwbaarheidsmarge en kunnen niet als significant worden beschouwd.
- Op rwzi Bath is een verbetering van 20% op de biogasproductie aangetoond. De omvang van deze verbetering is veel hoger dan op basis van de verhoging in de afbraak van organische stof verwacht wordt. Voor deze discrepantie is op dit moment geen goede verklaring beschikbaar. Het bereiken van de verwachte verbetering in biogasproductie op rwzi's Enschede en Nieuwgraaf kon niet worden aangetoond, hier is geen gebruik gemaakt van separate biogasmeting over beide straten.
- Op de rwzi's Enschede is zowel de specifieke biogasproductie ten opzichte van organische stof als CZV laag, waardoor het aannemelijk is dat de gasproductie wordt onderschat. Op rwzi Nieuwgraaf is het omgekeerde aan de orde, hier is sprake van een mogelijke overschatting van de specifieke gasproductie. Op rwzi Bath zijn de specifieke gasproducties in de verwachte orde van grootte.
- Het vooraf verwachte effect op het ontwateringsgedrag is afwezig tot marginaal. Bij een groter effect op de afbraak is het effect op de ontwatering naar verwachting duidelijker.
- De energie-input van de drie slibdesintegratie-installaties in combinatie met de garantie-waarden voor de verbetering van de organische-stofafbraak is laag in vergelijking met literatuurwaarden.

- Schuimvorming wordt door toepassing van slibdesintegratie niet voorkomen. Er zijn indicaties dat vooral bij de behandeling van een relatief grote deelstroom met een relatief lage intensiteit schuimvorming kan optreden.
- Het directe effect van de slibdesintegratie-installaties is aantoonbaar in de vorm van vrijgekomen opgelost CZV (ontsluiting) door de behandeling.
- De retourbelasting vanuit de ontwatering is niet toegenomen door slibdesintegratie. Met het uitblijven van de verbeterde afbraak was dit ook niet te verwachten.
- Praktische problemen met het bedienen van de installaties zijn beperkt gebleven tot enkele storingen die snel opgelost zijn. Bij onderzoek in parallel bedrijf blijft een punt van aandacht het goed afstemmen van de besturing/aansturing van de slibdesintegratie-installatie in combinatie met de voeding van de gistingstanks om de beoogde bedrijfsvoering te realiseren.
- Parallelbedrijf van twee gistingstanks, waarvan één met slibdesintegratie en één als referentie is een belangrijke randvoorwaarde gebleken om resultaten objectief te kunnen bepalen.
- Het gebruik van massa- en CZV-balansen, samen met het intensieve bemonsterings- en analyseprogramma en de optredende fluctuaties in slibsamenstelling en -productie, heeft geleid tot een redelijke betrouwbaarheid van de gepresenteerde resultaten. Bij beperkte veranderingen (relatief verschil in organische-stofafbraak kleiner dan 10-15%) is het effect niet hard aan te tonen op basis van een massa- of CZV-balans.

9.2 AANBEVELINGEN

- Voorzichtigheid is geboden bij het beoordelen van de resultaten van de slibgisting over korte periodes. De ervaring uit het onderzoek is dat een periode van minimaal één maand benodigd is om een beoordeling van de organische-stofafbraak te maken. Geadviseerd wordt om een langere periode van twee maanden te gebruiken.
- Op de rwzi's Enschede en Nieuwgraaf is zowel de specifieke biogasproductie ten opzichte van organische stof als CZV afwijkend van de theoretische verwachting. Dit kan door de gasmeters worden veroorzaakt en ijking van de meters is dan ook aan te bevelen.
- De verblijftijd in de gisting en de slibleeftijd in de beluchting is aan veranderingen onderhevig. Hoewel niet in het onderzoek aangetoond, is het op basis van literatuur en leveranciersinformatie aannemelijk dat het effect van slibdesintegratie afneemt bij een langere slibverblijftijd in de beluchtingstank en bij een hogere verblijftijd in de gistingstank. Aanbevolen wordt dit nader te onderzoeken.
- Er worden door de leverancier wijzigingen voorgesteld, waarbij een hogere energie-input toegepast wordt. Deze optimalisatie is op rwzi Bath reeds uitgevoerd en zal op de twee andere rwzi's ook worden doorgevoerd. Uit het onderzoek en uit de ervaringen bij andere locaties, met name in Zeist, komt naar voren dat bij de behandeling door slibdesintegratie een bepaalde minimale intensiteit benodigd is, uitgedrukt in energietoevoer per kg droge stof te behandelen slib. De energietoevoer dient gerelateerd te worden aan de technologie

die gebruikt wordt, voor de hydrodynamische toepassing is dit standaard lager dan voor ultrasound toepassingen.

- Bij nieuwe initiatieven op het gebied van slibdesintegratie is het onderzoek aan specifieke eigenschappen van het te behandelen slib een belangrijk aspect om een realistische verwachting te formuleren over te verwachten resultaten. Aan de hand van microscopische analyses en bepaling van de deeltjesgrootteverdeling kan bovendien de gevoeligheid voor schuimvorming worden beoordeeld.

9.3 VERVOLGACTIVITEITEN

- Voor alle drie de locaties is door de betreffende waterschappen besloten de proef te verlengen. De achtergrond hierbij is de verwachting dat door aanpassingen binnen de installaties en bij de bedrijfsvoering de oorspronkelijke doelstelling alsnog benaderd kan worden.
- De resultaten van aanpassingen in Bath, Nieuwgraaf en Enschede worden in de eindrapportage meegenomen (begin 2008). In Bath en Nieuwgraaf is/wordt de intensiteit van de behandeling verhoogd door het bijplaatsen van extra sonotroden. In Enschede zal binnen de huidige configuratie een kleinere slibstroom intensiever worden behandeld.

BIJLAGE 1

LOCATIEKEUZE

SAMENVATTING

Voor het onderzoeksproject slibdesintegratie met cavitatie van STOWA zijn 18 locaties door tien verschillende waterbeheerders opgegeven. In deze notitie zijn uit deze aanmeldingen drie installaties geselecteerd aan de hand van gedefinieerde selectiecriteria.

Selectiecriteria

Voor de optimale locatie voor het onderzoek van slibdesintegratie geldt dat:

- De zuivering representatief is voor de slibverwerking via vergisting in Nederland;
- De configuratie van de sliblijn de mogelijkheid biedt tot het behandelen van een deel van slib en het afzonderlijk vergisten van de twee stromen;
- De aanwezige meetvoorzieningen voldoende volledige informatie verschaffen over de afzonderlijke slibstromen;
- De registratie en verwerking van meetgegevens geautomatiseerd is en databestanden digitaal beschikbaar zijn;
- De netto kosten voor uitvoering van de demonstratie zo laag mogelijk zijn;
- Het waterschap zich kan confirmeren aan de planning van het demonstratieproject;
- Er een referentiesituatie aanwezig moet zijn en er geen grote wijzigingen in het laatste jaar zijn opgetreden.

De bovenstaande criteria zijn met beschrijving, scores en weging hieronder uitgewerkt.

Selectie drie locaties

In onderstaande tabel is een samenvatting gegeven van de uitgevoerde selectie. Het blijkt dat de drie locaties Bath, Nieuwgraaf en Enschede het beste naar voren komen.

TABEL B1-9-1

SAMENVATTING TOP 5 LOCATIES

	score	locatie	waterbeheerder
1	5,0	Bath	Waterschap Brabantse Delta
2	4,7	Nieuwgraaf	Waterschap Rijn en IJssel
3	4,5	Enschede	Waterschap Regge en Dinkel
4/5	4,4	Meppel	Waterschap Reest en Wieden
4/5	4,4	Walcheren	Waterschap Zeeuwse Eilanden

B1.1 INLEIDING

Voor het onderzoeksproject slibdesintegratie met cavitatie van STOWA zijn 18 locaties door tien verschillende waterbeheerders opgegeven. In deze notitie zijn uit deze aanmeldingen drie installaties geselecteerd aan de hand van gedefinieerde selectiecriteria. Voor het geval dat na het bestuderen van gedetailleerde slibgegevens of na problemen met de goedkeuringen van budgetten e.d. door de waterbeheerder blijkt dat er geen slibdesintegratie op een van deze geselecteerde locaties mogelijk is, zijn een tweetal reservelocaties gedefinieerd.

B1.2 SELECTIECRITERIA

B1.2.1 Algemeen

Voor de optimale locatie voor de demonstratie van slibdesintegratie geldt dat:

- De zuivering representatief is voor de slibverwerking via vergisting in Nederland;
- De configuratie van de sliblijn de mogelijkheid biedt tot het behandelen van een deel van slib en het afzonderlijk vergisten van de twee stromen;
- De aanwezige meetvoorzieningen voldoende volledige informatie verschaffen over de afzonderlijke slibstromen;
- De registratie en verwerking van meetgegevens geautomatiseerd is en databestanden digitaal beschikbaar zijn;
- De netto kosten voor uitvoering van de demonstratie zo laag mogelijk zijn.

Representativiteit

Om inzicht te krijgen in de algemene mogelijkheden van slibdesintegratie gaat de voorkeur uit naar een waterzuivering die representatief is voor de Nederlandse situatie. Daarom gaat de voorkeur uit naar een installatie met een verblijftijd in de vergisting van circa 20 dagen, waarbij de vergistingstank een volume van circa 2000 m³ heeft en zowel primair als secundair slib vergist worden, omdat dit de gangbare praktijk is in Nederland.

Ook uit kosten oogpunt wordt gestreefd naar de hierboven genoemde omvang en verblijftijd van de vergisting. Bij een grotere omvang van de te behandelen stroom nemen de kosten voor de desintegratie apparatuur toe. Bij een te kleine capaciteit kunnen er beperkingen ontstaan bij de keuze van de standaard beschikbare installaties.

Configuratie sliblijn

Voor een goede vergelijking van de prestaties van een slibverwerkingslijn met en zonder slibdesintegratie heeft een parallelonderzoek de voorkeur: een deel van het slib wordt behandeld en het andere deel niet, zodat, op de slibdesintegratie, na de beide situaties identiek zijn. Dit vraagt om onderzoek op een locatie waar de slibverwerking over minimaal twee parallelle lijnen plaatsvindt.

De optimale zuivering voor een demonstratie bestaat uit minimaal twee gescheiden lijnen voor slibverwerking met aparte analyses van slib en biogas. Het inkomende slib wordt verdeeld over de verschillende lijnen, waardoor eventuele verschillen in de prestaties van de slibverwerking direct toe te schrijven zijn aan de slibdesintegratie. Bij de selectie van locaties zal beoordeeld worden in welke mate aan de optimale situatie wordt voldaan.

Diverse zuiveringen hebben meerdere vergistingstanks, maar tussen vergisting en ontwatering wordt het slib meestal weer gemengd, waardoor de effecten van desintegratie op ontwatering niet te herleiden zijn. Naar verwachting is deze beperking vrij fundamenteel. In principe is dit op te lossen door een aanpassing van de leidingloop in het traject na de gisting. De kosten hiervoor zullen echter aanzienlijk zijn, terwijl de toegevoegde waarde voor de normale bedrijfsvoering zeer beperkt zijn. Dit probleem kan omzeild worden door de inzet van een mobiele ontwateringsinstallatie, (zeefbandpers of centrifuge), waarmee een aantal keren partijen slib uit de verschillende vergistingstanks afzonderlijk ontwaterd worden. Met deze opzet is het ontwateringsgedrag van de verschillende stromen onderling vergelijkbaar, omdat de ontwateringsapparatuur identiek is.

Meetvoorzieningen

De uitvoering van een demonstratieproef stelt naar verwachting aanvullende eisen aan de meet en bemonsteringsvoorzieningen die op locatie beschikbaar zijn. Voor het verkrijgen van kwantitatieve informatie zijn de volgende metingen nodig, waarbij in principe van deze stromen ook de mogelijkheid tot bemonstering aanwezig dient te zijn:

- Debietmeting van primair slib per gistingstank. De voorkeur gaat uit naar debietmeters, maar bij gebruik van verdringerpompen kunnen urentellers op de pompen een geschikt alternatief zijn;
- Debietmeting van secundair slib per gistingstank en per met desintegratie behandeld debiet;
- Debietmeting van uitgegist slib per gistingstank;
- Gasdebietmeting per tank, inclusief (periodieke) druk en temperatuurmeting;
- Gaskwaliteitsmeting. Deze kan periodiek met handapparatuur uitgevoerd worden en wordt aangevuld met 2 externe analyses.

Beschikbaarheid databestanden

Voor een efficiënte verwerking van de analyses is het wenselijk dat de meetgegevens beschikbaar zijn in de vorm van digitale databestanden, bij voorkeur Excel.

Kosten

Voor de demonstratie wordt gestreefd naar het minimaliseren van de netto kosten, dat wil zeggen dat er een gunstige verhouding is tussen de te maken kosten en de te realiseren besparingen.

B1.2.2 IN DETAIL

Er is meer waarde gehecht aan de eerste twee algemene selectiecriteria. Deze zijn hieronder in meer gedetailleerde en toetsbare criteria uitgewerkt. De laatste drie algemene selectiecriteria zijn bij de verdere uitwerking niet meegenomen in de selectie. Er zijn drie selectiecriteria toegevoegd om de voortgang van het project te waarborgen.

1. Primair EN secundair slib vergist?

In Nederland wordt over het algemeen zowel primair als secundair slib vergist, daarom gaat de voorkeur uit naar een locatie waar dit gerealiseerd wordt. Het vergisten van extern slib (veelal secundair slib) is niet van invloed op dit criterium.

2. Aantal gistingtanks

Voor een goede vergelijking van de prestaties van een slibverwerkingslijn met en zonder slibdesintegratie heeft een parallelonderzoek sterk de voorkeur: een deel van het slib wordt behandeld en het andere deel niet, zodat, op de slibdesintegratie, na de beide situaties identiek zijn. Dit vraagt om onderzoek op een locatie waar de slibgisting over minimaal twee parallelle lijnen plaatsvindt. Bij voorkeur vindt ook de overige slibverwerking zo veel mogelijk gescheiden plaats per straat.

3. *volume >1000 bij HRT =20*

De voorkeur gaat uit naar een installatie met een verblijftijd in de vergisting van circa 20 dagen, waarbij het volume per vergistingstank circa 1.000 m³ is. Dit is de gangbare praktijk in Nederland. Bij twee parallelle straten levert dit een totaal gistingvolume op van 2.000 m³.

4. *indikking secundair slib tot 5-7 % en apart te onttrekken*
 Voor het toepassen van slibdesintegratie heeft het de voorkeur een slibstroom te behandelen met een drogestofgehalte tussen de 5 en 7 %. Bij een lager gehalte zal een groter slibdesintegratie apparaat geïnstalleerd worden en worden ook de kosten voor dit apparaat aanzienlijk hoger. Over het algemeen is het goedkoper om te investeren in een mechanische indikker. Een hoger slibgehalte dan 7 % komt over het algemeen niet ten goede aan de slibdesintegratietechniek. Als het secundair slib niet apart van het primair slib te onttrekken is, is het zeer lastig om slibdesintegratie toe te passen.

5. *extern slib toegevoegd bij ontwatering*
 Tijdens het onderzoeksproject wordt ook aandacht besteed aan de ontwaterbaarheid van het slib. Slibdesintegratie kan hierop van invloed zijn, waardoor het de voorkeur heeft hier goed aan te kunnen meten. Als er extern slib na de gisting en voor de ontwatering wordt toegevoegd in de huidige bedrijfssituatie kan dit de representativiteit van de beoogde metingen beïnvloeden. Daarom heeft het de voorkeur alleen het slib dat uit de gisting komt te ontwateren.

6. *aparte ontwatering mogelijk*
 De optimale zuivering voor een demonstratie bestaat uit minimaal twee gescheiden lijnen voor slibverwerking met aparte analyses van slib en biogas. Het inkomende slib wordt verdeeld over de verschillende lijnen, waardoor eventuele verschillen in de prestaties van de slibverwerking direct toe te schrijven zijn aan de slibdesintegratie.

7. *planning STOWA is planning waterbeheerder*
 Het onderzoeksproject van de STOWA gaat ervan uit dat in juni 2005 de monitoring zal starten. Indien een locatie geselecteerd is en er in de huidige situatie nog geen concrete plannen zijn of geen budget heeft, heeft het de voorkeur als de waterbeheerder actief pogingen doet om de planning van de STOWA te volgen. Indien dit niet het geval is, bestaat het gevaar dat er (grote) vertragingen op zullen treden. Dit is niet wenselijk.

8. *referentie met verleden aanwezig?*
 Na selectie worden massabalansen voor het slib opgesteld. Aan de hand van deze massabalansen wordt de slibdesintegratie gedimensioneerd. Indien een sliblijn net is aangepast is het lastig om hier een goede inschatting voor te maken. Daarnaast is het niet mogelijk om de situatie met slibdesintegratie te vergelijken met de situatie van het verleden zonder slibdesintegratie.

B1.2.3 WEGING

Omdat niet alle selectiecriteria even belangrijk worden geacht, is er een weging toegepast. Deze varieert van 1 tot 3. Aan met name het aantal gistingstanks en het drogestofgehalte van het secundaire slib na indikking is de hoogste prioriteit gehecht. Voor de score die de locaties ontvangen is gekozen voor een cijfer tussen 1 en 5. De scores en weging is gegeven in Tabel 1.

TABEL B1-2

SCORES EN WEGING VAN DE CRITERIA VOOR LOCATIEKEUZE

	criteria	score	weging
1	<i>primair EN secundair slib vergist?</i>		1
	Alleen primair	1	
	Alleen secundair	3	
	Primair + secundair	5	
2	<i>aantal gistingstanks</i>		3
	een	3	
	twee in serie	3	
	twee of meer parallel	5	
3	<i>volume >1000 bij HRT =20</i>		1
	volume>1000 bij HRT= 20	5	
	anders	3	
4	<i>indikking secundair slib tot 5-7 % en apart te onttrekken</i>		3
	indikking tot 5-7%	5	
	lager of hoger	3	
	lager en niet apart te onttrekken	1	
5	<i>extern slib toegevoegd bij ontwatering</i>		1
	ja	3	
	af en toe	4	
	nee	5	
6	<i>aparte ontwatering mogelijk</i>		2
	niet mogelijk	1	
	eventueel batchgewijs	2	
	eventueel continu mogelijk	3	
	in huidige situatie mogelijk	5	
7	<i>planning STOWA is planning waterbeheerder</i>		2
	ja	5	
	nee	3	
8	<i>referentie met verleden aanwezig?</i>		1
	ja	5	
	nee	3	

B1.3 UITWERKING LOCATIES EN SELECTIECRITERIA

De aangemelde locaties met het aantal gistingstanks staan in Tabel B1-3 weergegeven.

TABEL B1-3

AANGEMELDE LOCATIES

	locatie	waterbeheerder	aantal gistingstanks
1	Veendam	Waterschap Hunze en Aa's	1
2	Scheemda	Waterschap Hunze en Aa's	1
3	Emmen	Waterschap Velt en Vecht	2
4	Etten	Waterschap Rijn en Ijssel	1
5	Nieuwgraaf	Waterschap Rijn en Ijssel	2
6	Olburgen	Waterschap Rijn en Ijssel	2
7	Land van Cuijk	Waterschap Aa en Maas	1
8	Meppel	Waterschap Reest & Wieden	2
9	Den Helder	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	1
10	Burgum	Wetterskip Fryslan	2 in serie
11	Leeuwarden	Wetterskip Fryslan	2 in serie
12	Enschede	Waterschap Regge en Dinkel	3
13	Bath	Waterschap Brabantse Delta	2
14	Susteren	Waterschapsbedrijf Limburg	1
15	Wijlre	Waterschapsbedrijf Limburg	2
16	Weert	Waterschapsbedrijf Limburg	2
17	Maastricht-Limmel	Waterschapsbedrijf Limburg	2
18	Roermond	Waterschapsbedrijf Limburg	1
19	Walcheren	Waterschap Zeeuwse Eilanden	2

Er zijn 10 locaties met twee of meer parallelle gistingstanks aangemeld. In Tabel 3 zijn de scores per locatie uitgewerkt.

TABEL B1-4 UITWERKING VAN DE SCORES PER LOCATIE

criteria		1	2	3	4	5	6	7	8	gewogen score	
locatie		primair EN secundair slib vergist?	aantal gistingtanks	volume >1000 bij HRT =20	indikking secundair slib tot 5-7 % en apart te onttrekken	extern slib toegevoegd bij ontwatering	aparte ontwatering mogelijk	planning STOWA is planning waterbeheerder	referentie met verleden aanwezig?		
1	Veendam	5	3	5	5	5	1	5	5	4,0	
2	Scheemda	5	3	5	5	5	1	5	5	4,0	
3	Emmen	5	5	3	5	5	3	3	3	4,1	
4	Etten	5	3	5	5	5	1	5	5	4,0	
5	Nieuwgraaf	5	5	5	5	5	3	5	5	4,7	2
6	Olburgen	5	5	5	3	5	3	5	3	4,1	
7	Land van Cuijk	3	3	5	5	5	1	5	5	3,9	
8	Meppel	5	5	5	5	3	2	5	5	4,4	4/5
9	Den Helder	5	3	5	5	5	1	5	5	4,0	
10	Burgum	3	3	5	5	5	1	5	5	3,9	
11	Leeuwarden	3	3	5	5	5	1	5	5	3,9	
12	Enschede	5	5	3	5	4	3	5	5	4,5	3
13	Bath	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0	1
14	Susteren	5	3	5	3	5	1	5	5	3,6	
15	Wijlre	5	5	5	1	3	1	5	5	3,4	
16	Weert	5	5	5	1	5	3	5	5	3,9	
17	Maastricht-Limmel	5	5	5	1	5	3	5	5	3,9	
18	Roermond	5	3	5	3	5	1	5	5	3,6	
19	Walcheren	5	5	3	5	5	2	5	5	4,4	4/5

B1.4 SELECTIE DRIE LOCATIES EN RESERVELOCATIES

In onderstaande Tabel 4 is een samenvatting gegeven van Tabel 3. Het blijkt dat de drie locaties Bath, Nieuwgraaf en Enschede het beste naar voren komen. De locaties Meppel en Walcheren zijn de reservelocaties.

TABEL B1-5 SAMENVATTING TOP-5

	score	locatie	waterbeheerder
1	5,0	Bath	Waterschap Brabantse Delta
2	4,7	Nieuwgraaf	Waterschap Rijn en IJssel
3	4,5	Enschede	Waterschap Regge en Dinkel
4/5	4,4	Meppel	Waterschap Reest en Wieden
4/5	4,4	Walcheren	Waterschap Zeeuwse Eilanden

BIJLAGE 2

MONSTERNAME- EN ANALYSEPROGRAMMA

B2.1 ALGEMEEN

Het doel van het analyseprogramma is het eenduidig vaststellen van de effecten van het toepassen van slibdesintegratie. De belangrijkste parameter hierbij is de (verbetering van) de afbraak van organische stof in de gisting. Deze afbraak wordt vastgesteld aan de hand van een slibbalans waarin de ingaande en uitgaande vrachten van de gisting gedurende verschillende periodes is vastgelegd. Dit gebeurt aan de hand van debietmetingen en bepaling van indamprest en gloeirest van de verschillende slibstromen.

Als verificatie op de juistheid van de drogestofbalans zijn tevens metingen van CZVtotaal, Ntotaal en Ptotaal opgenomen. Aanvullend zijn parameters beschouwd waarmee het functioneren van de desintegrator en de slibgisting kunnen worden beoordeeld.

In de overzichten aan het eind van deze bijlage is voor de drie locaties een schematische weergave gegeven waar debietmeting en monstername plaatsvindt. Hierbij is aangegeven waar debiet- of tijdproportionele monstername plaatsvindt. In deze bijlage zijn ook de analyses die uitgevoerd worden aangegeven, alsmede de achtergrond van het meetprogramma.

De analyses worden, met uitzondering van VFA specificatie en microscopisch beeld, uitgevoerd in het lab op de rwzi zelf. Het microscopisch beeld is door een medewerker van Waterschap Regge en Dinkel uitgevoerd.

Het meetprogramma is op elk van de drie locaties aangepast aan de lokale situatie (debietproportionele monstername en ontwatering), ook de tijdstippen verschillen omdat de installaties niet gelijk zijn opgestart (zie Tabel B2.1). In het analyseprogramma zijn 4 intensieve perioden gepland van elk 3 weken. Het tijdstip van deze perioden is afgestemd tussen de drie proeflocaties Bath, Enschede en Nieuwgraaf.

TABEL B2.1 ANALYSES IN DE TIJD PER LOCATIE

locatie		analyses		weeknummers 2006																																																	
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52													
Bath	wekelijks/dagelijks	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
	intensieve meetperiode																																																				
	maandelijks					X					X						X					X					X																										
start desint.	week 22:	31 mei 2006																																																			
start analyses	week 18:	1 mei 2006																																																			
Enschede	wekelijks/dagelijks																			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	intensieve meetperiode																																																				
	maandelijks																																																				
start desint.	week 14:	4 april 2006																																																			
start analyses	week 31:	1 augustus 2006																																																			
Nieuwgraaf	wekelijks/dagelijks																																																				
	intensieve meetperiode																																																				
	maandelijks																																																				
start desint.	week 38:	22 september 2006																																																			
start analyses	week 39:	25 september 2006																																																			

locatie		analyses		weeknummers 2007																																															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38												
Bath	wekelijks/dagelijks	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	intensieve meetperiode	X	X	X																																															
	maandelijks	X				X					X				X				X																																
Enschede	wekelijks/dagelijks	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	intensieve meetperiode	X	X	X																																															
	maandelijks	X				X					X				X				X																																
Nieuwgraaf	wekelijks/dagelijks	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	intensieve meetperiode	X	X	X																																															
	maandelijks	X				X					X				X				X																																

Op RWZI Bath is als enige locatie in de proef gescheiden biogasmeting mogelijk. Hiervoor zijn twee nieuwe gasdebietmeters geplaatst. Een gasdebietmeter meet het geproduceerde biogas uit slibgistingstank 1 en de slibvoorraadtank en een gasdebietmeter uit slibgistingstank 2. De reden hiervoor is dat op RWZI Bath ook de slibvoorraadtank, voor het uitgeste slib van beide gistingstanks, gemengd wordt met gas. Om een goede inschatting te kunnen maken voor de biogasproductie in de slibvoorraadtank is gedurende één maand (mei 2006) de referentiesituatie bepaald voor de gasproductie in de slibvoorraadtank.

Op RWZI Enschede is de desintegrator in april 2006 opgestart, maar doordat het installeren van de meetvoorzieningen vertraging heeft opgelopen is het meetprogramma pas op 1 augustus 2006 gestart. In de 3 weken voorafgaand aan 1 augustus, zijn de monsternamen en debietmeters getest.

Door vertraging in de voorbereidingsfase is op RWZI Nieuwgraaf de desintegrator als laatste opgestart. Deze is in bedrijf sinds eind september 2006. Er is direct met het monsternamen- en analyseprogramma gestart.

B2.2 ONTWATERING

Uitgangspunt voor de ontwatering is het continu gescheiden ontwateren van het wel en niet gedesintegreerde uitgeste slib. Aangezien dit niet voor alle drie de locaties mogelijk is, is in overleg met het waterschap per locatie de aanpak voor de ontwatering bepaald, rekening houdend met de locatiespecifieke omstandigheden.

B2.3 CONTROLE ONDERZOEK IN KADER VAN NAUWKEURIGHEID

B2.3.1 Aanleiding

Het is van belang dat met het opgestelde meetprogramma het effect van de desintegrator aangetoond kan worden. Hiertoe is tijdens de proef gekeken naar:

- verschillende typen gasdebietmeting (zie Bijlage 1);
- verschilmeting van gasdebiet (zie Bijlage 1);

- invloed nauwkeurigheid achter de komma van indamprestbepaling (0,1 % en 0,01 % op indampest en 1 % op organische stof) naar berekening % toename drogestof- en organische stofverwijdering (zie Bijlage 2);
- Invloed aantal meetwaarden op de betrouwbaarheid.

B2.3.2 GASDEBIETMETING

Op basis van een korte berekening, waarbij het meetbereik en de onnauwkeurigheid van debietmeters zijn gevarieerd, blijkt dat de keuze van de debietmeter met de bijbehorende eigenschappen erg belangrijk is voor het al dan niet kunnen aantonen van een verbetering van 15 % meer biogas.

Daarnaast is dezelfde berekening gemaakt, waarbij gebruik is gemaakt van een verschilmeting. De reden hiervoor is dat bijvoorbeeld op de locatie Enschede het niet mogelijk is om de biogasproductie en het gasverbruik voor menging te scheiden voor de drie gistingstanks. Indien het verschil in biogasproductie hier aangetoond dient te worden, dient gebruik gemaakt te worden van een verschilmeting tussen het debiet aan geproduceerde biogas en het debiet aan biogas voor menging. Uit de berekeningen blijkt dat door een dergelijke verschilmeting een dermate grote onnauwkeurigheid wordt geïntroduceerd dat een verbetering van de biogasproductie van 15% niet betrouwbaar kan worden aangetoond.

B2.3.3 AANTAL DECIMALEN LABRESULTATEN VAN INDAMPREST EN GLOEIREST

Op basis van een korte berekening naar de invloed van de het aantal decimalen van indamprestbepaling (0,1% en 0,01% op indampest en 1% op organische stof) naar berekening % toename drogestof- en organische stofverwijdering. Uit de berekeningen blijkt dat met de standaard notatie van de decimalen (1 voor indampest en 0 voor organische stof) een dermate grote onnauwkeurigheid wordt geïntroduceerd dat een verbetering van de droge- en organische stofafbraak van 15% niet betrouwbaar kan worden aangetoond.

Op basis van deze berekening is ervoor gekozen de resultaten van indamprest en gloeirest in respectievelijk 0,01% en 0,1% te ontvangen terwijl dit niet volgens de certificering van het laboratorium gebruikelijk is.

B2.3.3.1 Onnauwkeurigheid monsternamen en analyse

Er is een apart onderzoek uitgevoerd om de onnauwkeurigheid van zowel de monsternamen als de analyse te bepalen. De monsters van RWZI Enschede en RWZI Nieuwgraaf zijn naar hetzelfde laboratorium gebracht voor analyse. Door calamiteiten op RWZI Bath heeft het ringonderzoek daar niet plaatsgevonden.

Belangrijk in het ringonderzoek is dat met name voor het uitgegiste slib een verschil van absoluut gezien 0,2% DS tussen de twee (of drie) gistingstanks betrouwbaar aantoonbaar moet zijn. Indien een verschil in ontwatering zichtbaar gemaakt kan worden van absoluut gezien 1-2 DS% punt, dan moet het betrouwbaarheidsinterval van de metingen kleiner zijn dan 0,5-1 %DS. Een absoluut verschil is minder van belang voor het ingedikte primair, secundair en extern slib, omdat het uitgangspunt is dat alle gistingstank hiermee gelijk worden gevoed. Voor de hoogte van de afbraak in de gistingstanks en de bijbehorende nauwkeurigheid, is dit wel belangrijk.

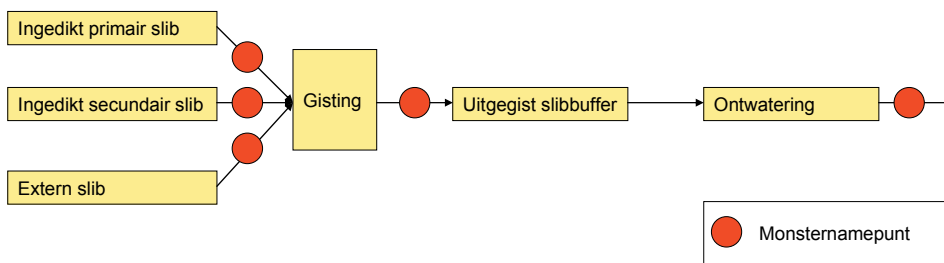
B2.3.3.1.1 Aanpak

Voor de slibdesintegratie proef zijn 4 (op RWZI Enschede: 5) verschillende slibstromen van belang. Dit zijn (zie Figuur B2.1):

- ingedikt primair slib;
- ingedikt secundair slib;
- extern slib (alleen op RWZI Enschede);
- uitgegist (al dan niet gedesintegreerd) slib;
- ontwaterd slib.

FIGUUR B2.1

SCHEMATISCHE WEERGAVE TE BEMONSTEREN SLIBSTROMEN



Van alle slibstromen die niet tijd- of debietproportioneel bemonsterd worden (mn. op RWZI Nieuwgraaf), zijn 10 steekmonsters genomen gedurende 1 dag. Op 1 tijdstip zijn 3 monsters tegelijk genomen, dus totaal zijn er 13 monsters genomen. Twaalf van deze monsters worden eenmaal geanalyseerd op indamprest en gloeirest en één monster (van de 3 gelijk genomen monsters) driemaal (triplo). Daarnaast is er van de 10 monsternames een mengmonster gemaakt en deze is ook eenmaal geanalyseerd op indamprest en gloeirest.

Het nemen van 10 monsters verspreid over de dag is om de representativiteit van het monster te bepalen en 3 monsters op een tijdstip heeft als doel de reproduceerbaarheid van de monstervoorbewerking en analyse .

Aangezien op RWZI Bath en RWZI Enschede in de aanvoer naar de gisting en op Enschede ook van het uitgegist slib de monsters debiet- en of tijdsproportioneel genomen worden, is het nemen van 10 monsters verspreid over een dag niet noodzakelijk. Op beide rwzi's worden de monsters in het monstername apparaat niet gekoeld bewaard totdat er daadwerkelijk een monster wordt genomen voor het lab, vanaf dan wordt het monster gekoeld. Tijdens de BC-vergadering 11 november 2006 is naar voren gekomen dat er een verloop in concentraties in het monster kan plaatsvinden. Een gedeelte van het monster is namelijk al 24 uur ongekoeld bewaard geweest. Tijdens het ringonderzoek is gekeken naar de mate van verloop tijdens 24 uur ongekoeld bewaren. Hiertoe zijn op dag één 6 monsters tegelijk genomen per slibstroom waarvan er 3 ongekoeld en 3 gekoeld weg zijn gezet. Na 24 uur zijn de monsters bemonsterd, waarvan er 1 in triplo is geanalyseerd.

B2.3.3.1.2 Conclusies

- In het ringonderzoek kan theoretisch gezien bij het uitgegiste slib een verschil van absoluut gezien 0,2 % DS tussen de twee (of drie) gistingstanks betrouwbaar aantoonbaar worden gemaakt gebaseerd op minstens 15 metingen.
- In het ringonderzoek kan ook een verschil in ontwatering zichtbaar gemaakt worden van absoluut gezien 1-2 DS% punt, aangezien de betrouwbaarheid van de metingen kleiner is dan 0,5-1 %DS.

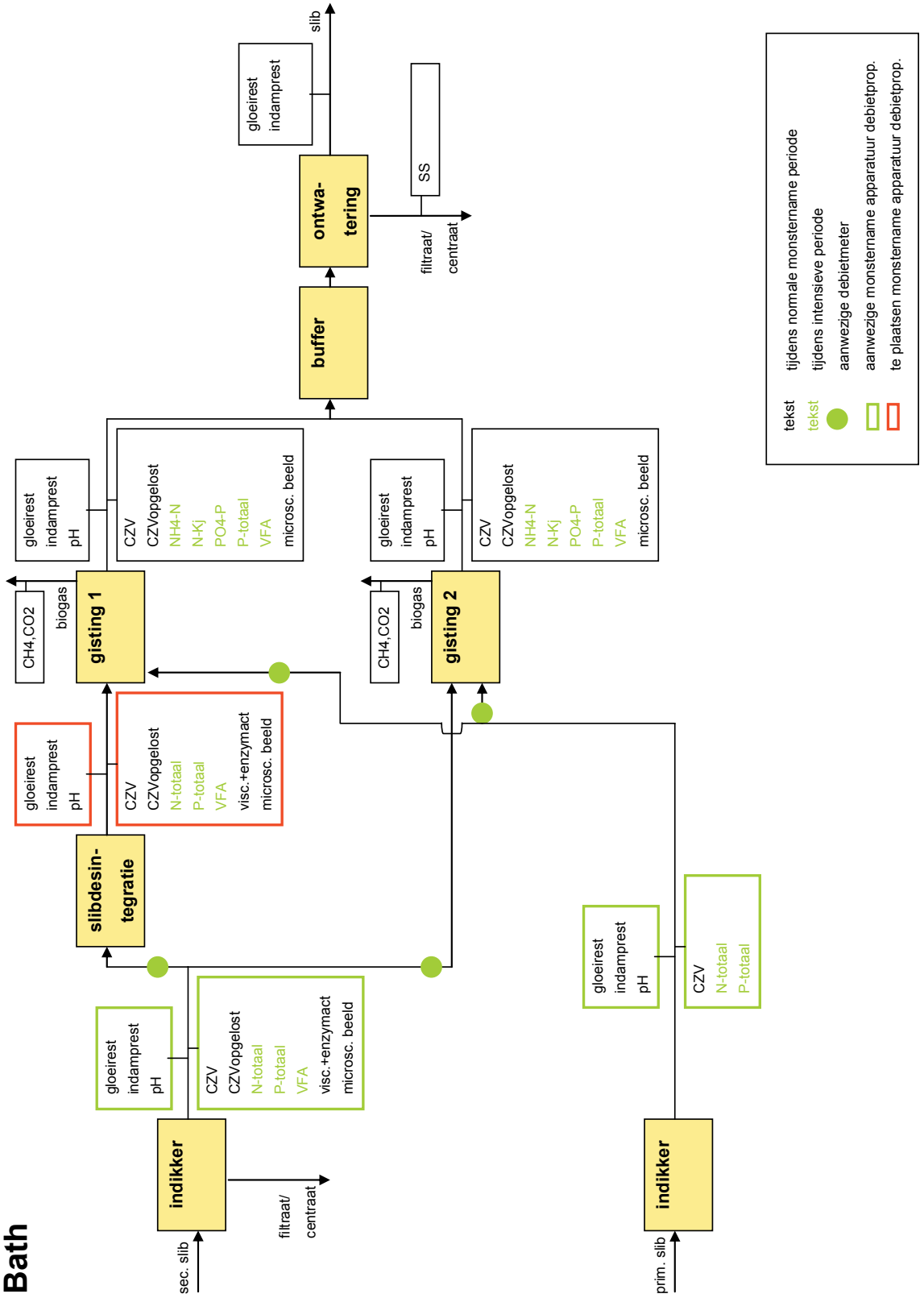
- De betrouwbaarheid van het ingedikte primair, secundair en extern slib ligt over het algemeen hoger dan van het uitgegiste slib. Aangezien de gistingstanks gelijkmatig gevoed worden is de absolute betrouwbaarheid voor het verschil in afbraak niet van belang, wel voor de hoogte van de afbraak in de gistingstanks en de bijbehorende nauwkeurigheid.
- Uit de triplo metingen komt naar voren dat de nu gekozen significantie (2 cijfers achter de komma bij indamprest en 1 cijfer bij gloeirest) niet gereproduceerd kan worden.
- Aangezien er geen verschil is tussen gekoeld en niet-gekoeld bij de uitgegiste slibmonsters, is een verschil in afbraak aan te tonen. Bij de slibstromen naar de gisting toe is hier wel een verschil waarneembaar, de hoogte van het verschil is met de huidige 3 metingen niet betrouwbaar vast te stellen.

B2.3.3.1.3 Aanbevelingen

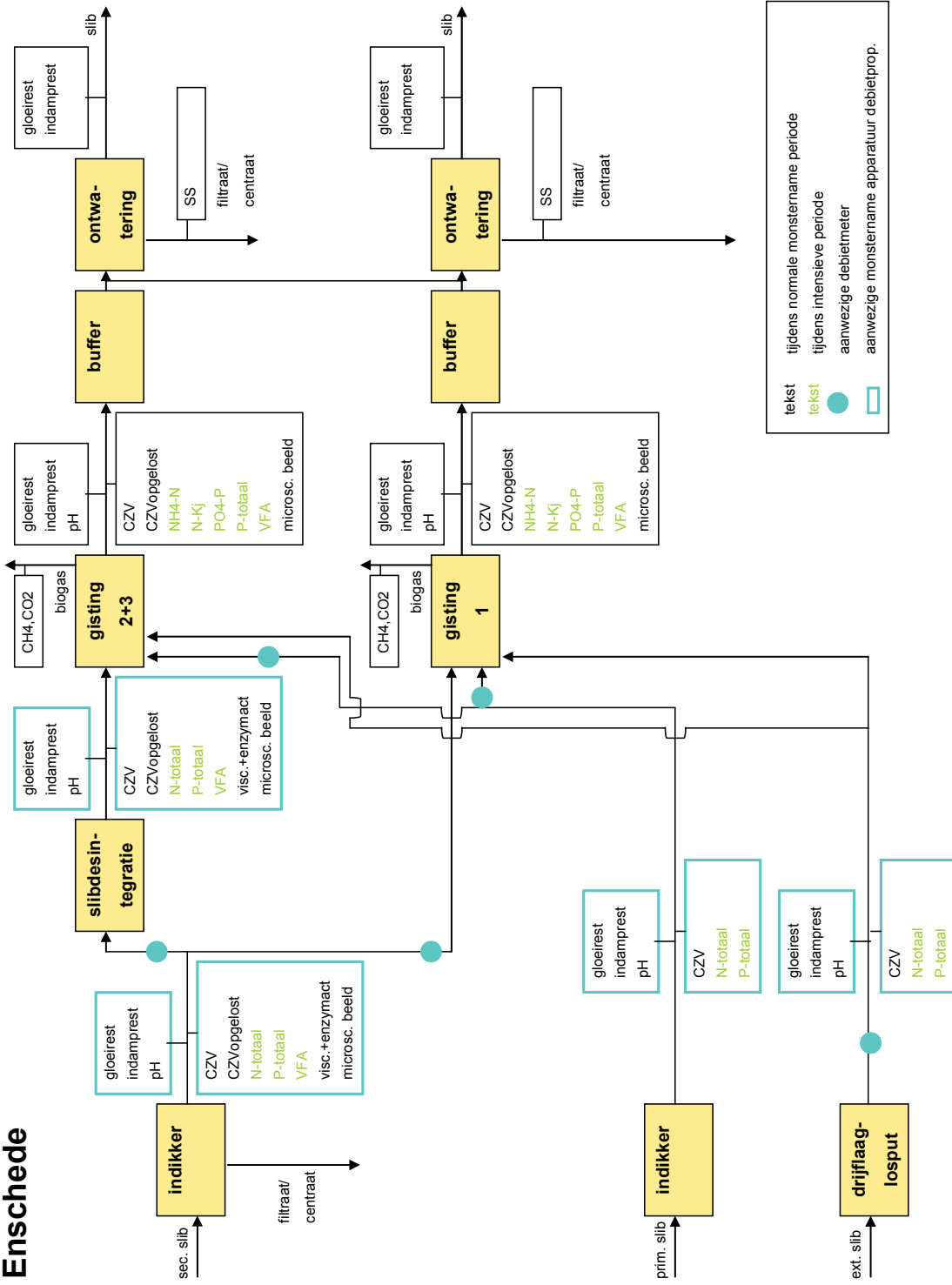
- Gezien de resultaten kan het monstername- en analyseprogramma is er geen reden gevonden dit anders in te richten.
- De significantie die nu gekozen is (1 decimaal meer dan het laboratorium standaard geeft) dient te worden gehandhaafd.

Gezien het effect van koelen op de monsters, is het aan te bevelen te streven naar het gekoeld bewaren van de ingaande slibstromen. Indien dit niet mogelijk is, is het aan te bevelen nader onderzoek naar het effect van koelen op de ingaande slibstromen (primair, secundair en extern) te verrichten. In het huidige onderzoek was het verschil binnen de onbetrouwbaarheid van de metingen. Met meerdere monsters kan ingeschat worden of het verschil significant is en zo ja, met welk verschil er bij de berekeningen rekening moet worden gehouden.

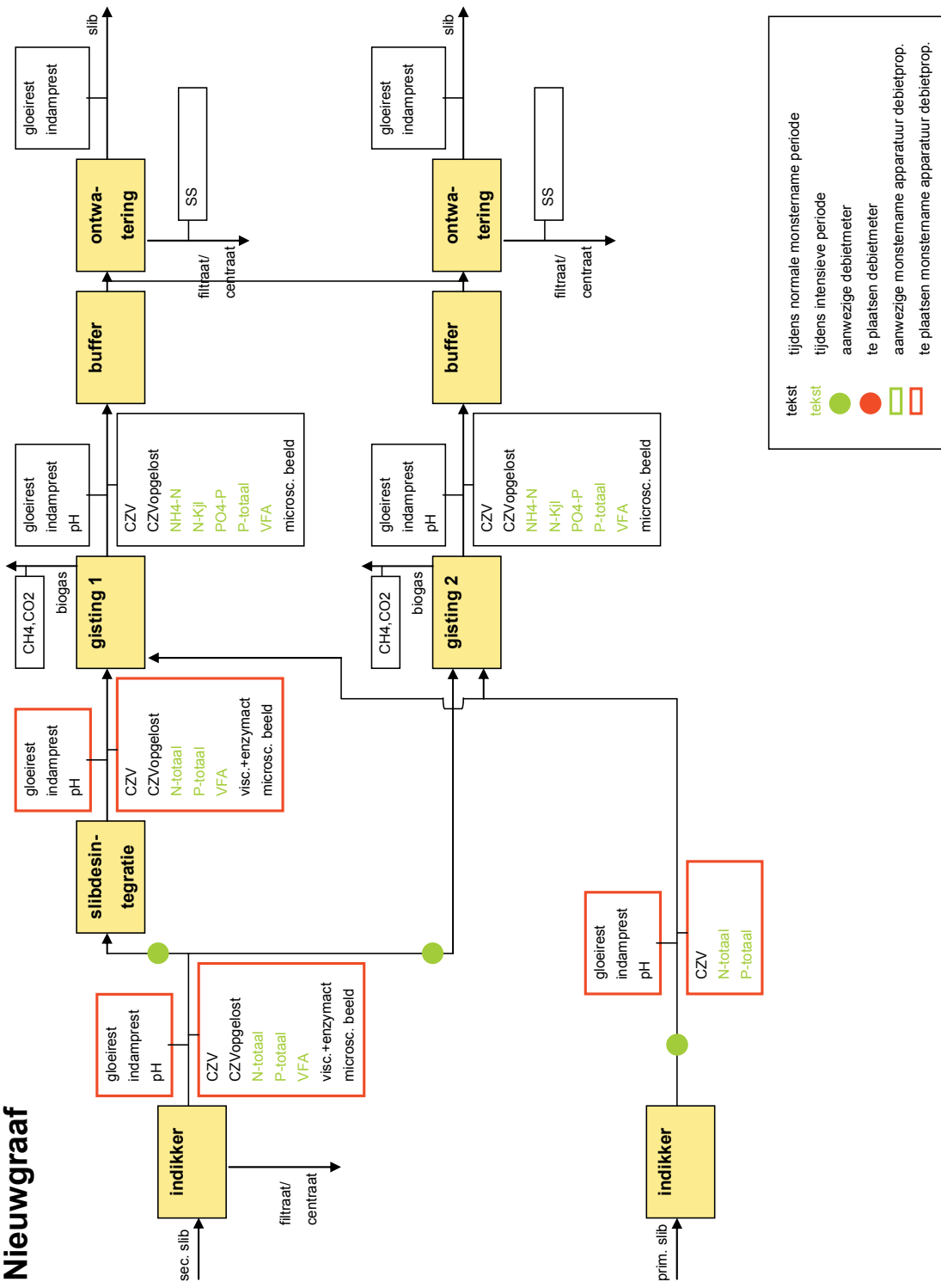
Bath



Enschede



Nieuwgraaf



ACHTERGRONDEN VAN HET ANALYSESCHEMA

Tijdens het slibdesintegratie demonstratie project van STOWA worden de onderstaande zaken vastgesteld. De bijhorende benodigde informatie is beschreven. Het analyseprogramma voor de demonstratie is hierop gebaseerd.

1. AFBRAAK ORGANISCHE STOF PER GISTINGSTANK

Hiervoor is benodigd:

- A. Ingaand ingedikt Primair slib:
 - Debiet ingedikt primair slib
 - Samenstelling monsternamepunt primair slib (debiet/tijdproportioneel)
 - indamprest
 - gloeirest
- B. Ingaand ingedikt Surplus slib:
 - Debiet ingedikt surplus slib
 - Samenstelling via monsternamepunt ingedikt surplus slib (debiet/tijdproportioneel)
 - indamprest
 - gloeirest
- C. Ingaand ingedikt extern slib:
 - Debiet ingedikt extern slib
 - Samenstelling via monsternamepunt ingedikt extern slib (debiet/tijdproportioneel)
 - indamprest
 - gloeirest
- D. Aard van de organische stof ingaand:
 - Bepaling slibleeftijd
 - Inhoud biologie
 - Slibconcentratie in biologie
 - Onttrokken hoeveelheid slib (=B)
- E. Uitgaand uitgegist slib:
 - Debiet uitgegist slib
 - Samenstelling via monsternamepunt uitgegist slib (debietproportioneel)
 - indamprest
 - gloeirest
- F. Als verificatie op E: totaal ontwaterd slib (DI en niet DI slib):
 - Gewicht via weegbrug
 - Samenstelling via monsternamepunt ontwaterd slib
 - indamprest
 - gloeirest

2. VERSCHIL IN AFBRAAK ORGANISCHE STOF REFERENTIE- EN ONDERZOEK-GISTINGSTANK

Hiervoor is benodigd: Afbraak organische stof van referentie- en onderzoek-gistingstank (=1)

3. BIOGASPRODUCTIE GEDURENDE DE TIJD

Hiervoor is benodigd:

- G. Biogasproductie in referentie- en onderzoek-gistingstank:
 - Biogasproductie via biogasmeter
 - Druk en temperatuur ter plaatse van bovengenoemde biogasmeter
 - Samenstelling biogas:
 - CH₄ en CO₂

4. SPECIFIEKE GASPRODUCTIE – OP INGAANDE ORGANISCH STOF

Hiervoor is benodigd: $A + B + C + D + G$

5. SPECIFIEKE GASPRODUCTIE – OP UITGAANDE DROGE STOF

Hiervoor is benodigd: $E + G$

6. SPECIFIEKE GASPRODUCTIE – OP AFGEBROKEN ORGANISCH STOF

Hiervoor is benodigd: $A + B + C + D + E + G$

7. VERBLIJFTIJD IN GISTING

Hiervoor is benodigd:

- Volume gisting
- Invoerdebiet (zie $A + B$)

8. STABILITEIT GISTING

Hiervoor is benodigd:

- pH waarden van:
 - Ingedikt primair slib
 - Ingedikt surplusslib
 - Ingedikt extern slib
- Uitgegist slib VFA uitgegist slib;
- Kwaliteit biogas (kWh/m^3 biogas).

9. SPECIFIEK PE-VERBRUIK VAN ONTWATERING

Hiervoor is benodigd:

- Verbruik PE
 - PE toevoerdebiet
 - PE concentratie
- Ingaande drogestofdebiet (zie $D (+ F)$)

10. PRESTATIE SLIBDESINTEGRATIE

Hiervoor is benodigd:

- Bedrijfstijd
- Opgenomen vermogen per sonotrode (indien ultrasound)
- Totaal elektriciteitsverbruik slibdesintegratie
- Slibsamenstelling voor en na behandeling:
 - CZV , CZV_{opgelost} , N_{totaal} , P_{totaal}
 - VFA
 - Microscopisch beeld
 - Viscositeit

11. SLIJTAGE SLIBDESINTEGRATIE (INDIEN ULTRASOUND)

Hiervoor is benodigd:

- Opgenomen vermogen;
- Foto's sonotroden;
- Weging sonotroden voor en na proef.

12. RETOURBELASTING ZUIVERING

Hiervoor is benodigd:

- Debiet centraat
- Samenstelling centraat (aan de hand van concentraties in waterfase van uitgegiste slib)
- CZV, CZV_{opgelost}, NH₄-N, N_{Kjeldahl}, PO₄-P, P_{totaal}, SS, pH
 - VFA, evt. metalen

13. PRESTATIE EINDONTWATERING

Hiervoor is benodigd: F

- Samenstelling ontwaterd slib:
 - Gloeirest (hiermee kan bij benadering de stookwaarde worden bepaald)
 - Evt. metalen (indien waterschap dit in bestaande analysepakket heeft opgenomen)
- Samenstelling centraat/filtraat:
 - Zwevende stof (afscheidingsrendement ontwatering)

14. CZV BALANS TER VERIFICATIE AFBRAAK EN GASPRODUCTIE

Hiervoor is benodigd:

- CZV waarden van:
 - Ingedikt primair slib
 - Ingedikt surplusslib
 - Ingedikt extern slib
 - Uitgegist slib

15. N BALANS TER VERIFICATIE AFBRAAK EN GASPRODUCTIE

Hiervoor is benodigd:

- N-totaal waarden van:
 - Ingedikt primair slib
 - Ingedikt surplusslib
 - Ingedikt extern slib
 - Uitgegist slib

16. P BALANS TER VERIFICATIE AFBRAAK EN GASPRODUCTIE

Hiervoor is benodigd:

- P totaal waarden van:
 - Ingedikt primair slib
 - Ingedikt surplusslib
 - Ingedikt extern slib
 - Uitgegist slib

BIJLAGE 3

VAN KLEECK VERGELIJKING

METHODE

De Van Kleeck vergelijking is een van de meest gebruikte methode om de organische stofafbraak te berekenen op basis van alleen de organische stofconcentraties in de slibstromen naar en uit de gistingstank. De vergelijking gaat er vanuit dat de vracht aan gloeirest in de ingaande slibstroom als in de uitgaande stroom. De vergelijking is als volgt:

$$OS - \text{afbraak} = \frac{(OS_{\text{gisting in}} - OS_{\text{gisting uit}})}{(OS_{\text{gisting in}} - [OS_{\text{gisting in}} \times OS_{\text{gisting uit}}])} \times 100\%$$

waarbij concentratie $OS_{\text{gisting in}}$ en $OS_{\text{gisting uit}}$ in %

Gebruik Van Kleeck vergelijking in het STOWA onderzoek

Op de drie onderzoekslocaties wordt de ingaande stroom van de gisting niet apart bemonsterd. De stroom bestaat uit primair, secundair en eventueel extern slib, welke apart bemonsterd worden. Om de ingaande OS-concentratie te bepalen, dient een berekening op basis een massabalans te worden uitgevoerd met behulp van de debieten, drogestof- en organische-stofgehalten van deze twee of drie slibstromen.

Omdat de verhouding tussen het primaire, secundaire en externe slib aan verandering onderhevig is en de ingaande OS-concentratie bepaald moet worden met behulp van een berekening, is de vergelijking in het onderzoek alleen ter ondersteuning van de massabalans berekening gebruikt.

BIJLAGE 4

CORRECTIE BIOGASMETING RWZI BATH

CORRECTIE VOOR GASPRODUCTIE IN SLIBVOORRAADTANK

In Bath worden de netto gasproducties per gistingstank gemeten. Een complicerende factor hierbij is de rol van de voorraadtank voor uitgegist slib (SVT). Deze wordt gevoed met slib door beide reactoren, maar de gasproductie die hierin optreedt wordt toegevoegd aan de referentietank zonder desintegratie (REF). Om de netto gasproductie in beide gistingstanks te kunnen vergelijken is een correctie nodig.

De wijze van corrigeren koppelt de gasproductie in de SVT met zijn verblijftijd aan de verblijftijd in de gistingstank. Een langere verblijftijd in de gistingstanks, met een bijbehorende lagere gasproductie, leidt aldus tot een lagere gasproductie in de SVT en een kleinere correctie.

Achtergronden en uitgangspunten bij deze wijze van correctie zijn:

- Er treden vrij grote variaties op in belasting en verblijftijd in de gisting.
- Er is een volledige menging in de gistingstank.
- Er is een relatief korte verblijftijd in de SVT.
- Het materiaal in de SVT vrijwel dezelfde samenstelling als het materiaal in de gistingstanks.
- De SVT functioneert als een verlengde van de gistingstank.

CORRECTIE VOOR 'HIATEN' IN REGISTRATIE BIOGASPRODUCTIE

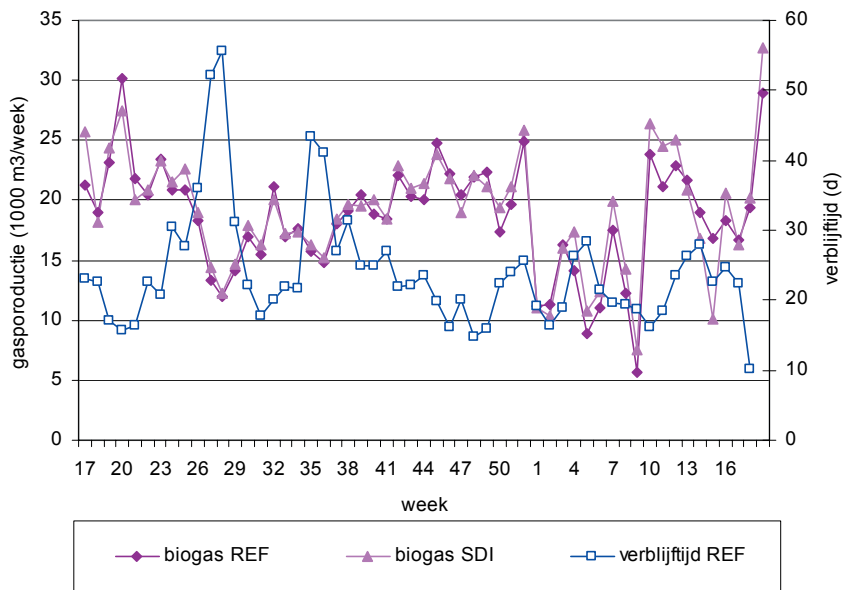
In de maanden januari tot en met maart 2007 zijn er 'hiaten' in metingen van de biogasproductie. Dit wordt veroorzaakt doordat deze door het optreden van schuimvorming in de gistingstanks niet betrouwbaar zijn geacht. In Figuur B3-1 zijn de resultaten van de week-sommaties gegeven. Hieruit blijkt dat de periode waarin deze 'hiaten' in de meting hebben plaatsgevonden een erg vertekenend beeld geven, vooral wanneer deze vergeleken worden met de organische stofafbraak.

Vandaar dat er een oplossing is gezocht voor deze 'hiaten'. Op basis van weekgemiddelde in plaats van week-sommaties zijn de weekwaarden bepaald en vermenigvuldigd met zeven wat dan resulteert in een weeksom.

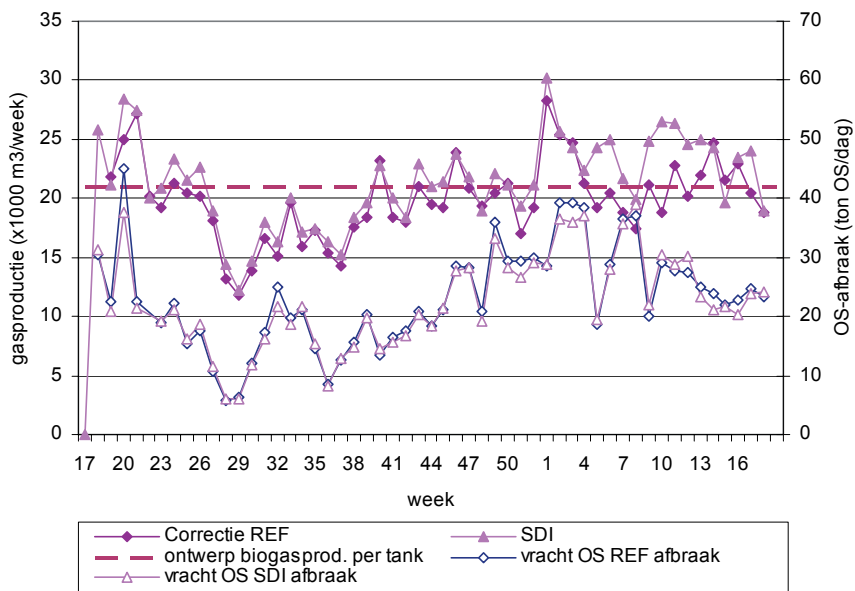
GRAFISCHE WEERGAVE VAN CORRECTIES

In Figuur B3-1 is de biogasproductie gegeven zonder correcties en in Figuur B3-2 is het gecombineerde effect van zowel de correctie voor gasproductie in de slibvoorraadtanks als de hiaten in de registratie weergegeven.

FIGUUR B3-1 VERLOOP GASPRODUCTIE ZONDER CORRECTIE VOOR BIOGASPRODUCTIE IN SLIBVOORRAADTANK EN INCLUSIEF 'HIATEN' IN BIOGASMETING DOOR SCHUIMVORMING IN JANUARI T/M MAART 2007



FIGUUR B3-2 VERLOOP AFBRAAK ORGANISCHE STOF EN BIOGASPRODUCTIE (MET CORRECTIE VAN DE BIOGASPRODUCTIE IN REFERENTIE GISTINGSTANK (REF) VOOR DE GASPRODUCTIE IN SVT OP BASIS VAN DE VERBLIJFTIJD IN REF), WAARBIJ 'HIATEN' IN BIOGASMETING ZIJN OPGEVULD MET WEEKGEMIDDELTE WAARDEN



BIJLAGE 5

ONTSLUITINGSGRAAD

METHODE

Omdat er een direct verband is tussen het vrijkomen van celmateriaal en het beschadigen van cellen, kan het effect van slibdesintegratie worden uitgedrukt in de ontsluitingsgraad. Dit is het deel van de cellen dat door de desintegratie beschadigd is. Er zijn twee manieren om de ontsluitingsgraad te meten, namelijk op basis van de CZV en op basis van de respiratiesnelheid.

Bij de ontsluitingsgraad op basis van de aanwezige CZV (aufschlussgrad CSB of Acsb) wordt de opgeloste CZV die vrij is gekomen door de desintegratiebehandeling vergeleken met de "maximale" CZV-afgifte. Er zijn twee methoden om deze maximale CZV afgifte te bepalen. Ten eerste door het slibmonster gedurende 22 uur bloot te stellen aan een natronloog oplossing van 0,5 of 1 mol/l bij kamertemperatuur. Een andere manier is het slibmonster gedurende 10 minuten bloot te stellen aan een natronloogoplossing van 1 mol/l bij 90 °C.

$$\text{Ontsluitingsgraad} = \frac{(CZV_{na\ desintegratie} - CZV_{voor\ desintegratie})}{(CZV_{NaOH} - CZV_{voor\ desintegratie})} \times 100\%$$

waarbij concentraties $CZV_{na\ desintegratie}$, $CZV_{voor\ desintegratie}$ en CZV_{NaOH} in mg CZV/l

Bij de ontsluitingsgraad op basis van de respiratiesnelheid (aufschlussgrad S of OV of As) wordt het zuurstofverbruik door micro-organismen vóór en na desintegratie vergeleken.

Vergelijking van gemeten ontsluitingsgraden laat zien dat de waarde As vaak 2 tot 4 maal groter is dan de waarde Acsb. Als verklaring hiervoor wordt gegeven dat slibdesintegratie nooit zoveel organisch materiaal in oplossing kan brengen als de chemische behandeling met natronloog.

GEBRUIK ONTSLUITINGSGRAAD IN STOWA ONDERZOEK

In dit STOWA onderzoek is de ontsluitingsgraad op basis van de aanwezige CZV gebruikt om het directe effect van de slibdesintegratie weer te geven. Hiermee kan een oordeel over de werking van het apparaat worden gegeven.

De mate van werking en het effect op de organische-stofafbraak is hiermee niet te bepaald. In literatuur is aangetoond dat het ontsluiten van slib resulteert in slibreductie, maar er is geen eenduidig verband in welke mate de slibreductie daadwerkelijk plaatsvindt: soms is de ontsluitingsgraad groter dan de extra afbraak en soms treedt het omgekeerde effect op, namelijk dat de extra afbraak groter is dan de ontsluitingsgraad. Blijkbaar zijn er naast de ontsluitingsgraad nog andere factoren zoals de verblijftijd in de vergisting en de samenstelling van het slib die de uiteindelijke slibreductie bepalen.