

**Gemeente Eindhoven**

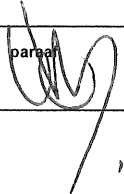
**Selectie zuiveringstechniek  
behandeling riooloverstortwater**

**haalbaarheidsonderzoek**

**Witteveen+Bos  
van Twickelostraat 2  
postbus 233  
7400 AE Deventer  
telefoon 0570 69 79 11  
telefax 0570 69 73 44**

## Selectie zuiveringstechniek behandeling riooloverstortwater haalbaarheidsonderzoek

<b>referentie</b> EHV179-1/swac/003	<b>projectcode</b> EHV179-1	<b>status</b> definitief
<b>projectleider</b> ir. H.W.H. Menkveld	<b>projectdirecteur</b> ir. J.F. Kramer	<b>datum</b> 19 mei 2010

<b>autorisatie</b> goedgekeurd	<b>naam</b> ir. H.W.H. Menkveld	<b>paraaf</b> 
-----------------------------------	------------------------------------	--

<b>INHOUDSOPGAVE</b>	<b>blz.</b>
<b>1. INLEIDING</b>	<b>1</b>
1.1. Achtergrond	1
1.2. Doelstelling	1
1.3. Leeswijzer	1
<b>2. UITGANGSPUNTEN</b>	<b>2</b>
2.1. Overstorten	2
2.1.1. Vincent van de Heuvellaan	2
2.1.2. Wasvenpad	2
2.2. Waterkwaliteiten en -kwantiteiten	2
2.3. First flush	4
2.4. Effluentkwaliteit	4
2.5. Benodigd verwijderingsrendement	4
2.6. Waterkwaliteit en zuurstofdip	5
2.7. Uitgangspunten zuiveringsstelsel	6
2.8. Overige aandachtspunten	6
<b>3. VERGELIJKING TECHNIEKEN</b>	<b>7</b>
3.1. Vergelijking	7
3.2. Slib behandelen als afvalstroom of als grondstof	10
3.3. Kansrijke technieken	11
<b>4. UITWERKING KANSRIJKE TECHNIEKEN</b>	<b>13</b>
4.1. Afvlakken fluctuaties	13
4.2. Kostenraming +/- 50 %	13
4.3. Samenvatting kostenraming +/- 50 %	14
<b>5. OVERIGE AFWEGINGEN</b>	<b>15</b>
<b>6. VOORSTEL EN AANBEVELINGEN</b>	<b>16</b>

bijlagen	aantal bladzijden
I Afvalwatergegevens	1
II Uitgangspunten kostencalculatie	1
III Kostenraming +/- 50 %	1

## **1. INLEIDING**

### **1.1. Achtergrond**

In het kader van het Kallisto-project doet de gemeente Eindhoven in samenwerking met Waterschap De Dommel onderzoek naar het effect van overstorten uit het riool op de waterkwaliteit van De Dommel. Belangrijk hierbij is op welke manier deze effecten gereduceerd kunnen worden. Eén van de aspecten waar binnen het project naar wordt gekeken is of het haalbaar is om de overstort van zwevende stof en zuurstofbindende stoffen (CZV en ammoniumstikstof) met een zuiveringstechnische voorziening vergaand te reduceren. Daarmee kan een zuurstofdip na overstort in De Dommel worden voorkomen.

### **1.2. Doelstelling**

De gemeente Eindhoven heeft Witteveen+Bos gevraagd om via een systeemkeuzestudie op hoofdlijnen uit te werken welke techniek technologisch en kostentechnisch het meest haalbaar is voor de behandeling van overstortwater. Deze techniek of technieken zullen vervolgens binnen het Kallisto-project nader worden getest op pilotschaal.

### **1.3. Leeswijzer**

In hoofdstuk 2 worden de uitgangspunten weergegeven die de basis zijn voor deze systeemkeuzestudie. In hoofdstuk 3 worden de verschillende technieken met elkaar vergeleken, en worden de kansrijke technieken genoemd. In hoofdstuk 4 worden deze kansrijke technieken vervolgens uitgewerkt en wordt er een globale +/- 50 % raming gegeven. In hoofdstuk 5 worden de overige afwegingen gegeven rondom de behandeling van overstortwater. Vervolgens wordt in hoofdstuk 6 een voorstel en aanbevelingen gedaan naar aanleiding van de resultaten van deze systeemkeuzestudie.

## 2. UITGANGSPUNTEN

### 2.1. Overstorten

In overleg met de gemeente Eindhoven zijn twee bovenstroomse overstorten voor deze inventarisatie geselecteerd. Namelijk:

- Vincent van de Heuvellaan (code OS-16);
- Wasvenpad (code OS-21).

Dit zijn beide overstorten vanuit een gemengd rioolstelsel.

#### 2.1.1. Vincent van de Heuvellaan

De overstort **Vincent van de Heuvellaan** is ten opzichte van de andere overstorten een grote overstort. De waterkwaliteiten zijn overgenomen vanuit **Meetprogramma Stadsdommel door Eindhoven Eindrapportage Fase 1 (19 oktober 2009)**. Op basis van alle waarnemingen bij de maatgevende buien zijn de gemiddelde minimale, gemiddelde en gemiddelde maximale waarde voor de overstort van de **Vincent van de Heuvellaan** bepaald. Per gebeurtenis/overstort zijn dus de minimale, gemiddelde en maximale waarden vanuit de analyses bepaald. De waarden van al deze gebeurtenissen zijn vervolgens gemiddeld.

Het debiet, de frequentie en de tijdsduur van de overstorten zijn overgenomen uit de databases **metingen overstort 2007** en **Overstorten 2008**.

De overstort **Vincent van de Heuvellaan** is gelegen op een voormalig vuilstort terrein. Bouwen bij deze overstort is mede daarom kostbaar in verband met eventuele saneringseisen.

#### 2.1.2. Wasvenpad

De overstort **Wasvenpad** is gelegen nabij de rwzi Eindhoven en is ten opzicht van de andere overstorten een middelgrote overstort. De overstortdebieten zijn vastgesteld op basis van de gegevens uit de database overstorten 2008. De waterkwaliteiten zijn bepaald op basis van gegevens van STOWA/Rioned (**RIONED/STOWA, 2009; Oppervlaktewaterkwaliteit: Wat zijn relevante emissies?** en **STOWA, 2009; Invloed van de systeemkeuze op de emissies van het afvalwatersysteem**). Deze waarden zijn weergegeven in het **Meetprogramma Stadsdommel door Eindhoven Eindrapportage Fase 1**. Het debiet, de keren dat er sprake was van overstort en de tijdsduur van de overstorten zijn net zoals bij de overstort **Vincent van de Heuvellaan** overgenomen uit de databases **metingen overstort 2007** en **Overstorten 2008**.

### 2.2. Waterkwaliteiten en -kwantiteiten

In tabel 2.1 en tabel 2.2 zijn de indicatieve waterkwaliteit- en kwantiteitwaarden weergegeven van respectievelijk overstort **Vincent van de Heuvellaan** en overstort **Wasvenpad**.

**tabel 2.1. Waterkwaliteit en - kwantiteit Vincent van de Heuvellaan [2007+2008]**

parameter	eenheid	gemiddeld	minimum	maximum
Debiet	m <sup>3</sup> /min	24	0,9	92
Debiet	m <sup>3</sup> /h	1.440	54	5.520
Debiet <sup>1</sup>	m <sup>3</sup> /dag	6.626	28	51.694
Totaal <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /j	86.142	42.499	129.784
Aantal	-	13	10	16
Tijd	min	189	5	560
BZV <sub>5</sub>	mg/l	49	27	97
CZV	mg/l	183	108	370
P <sub>totaal</sub>	mg/l	2,1	1,1	4,2
N <sub>kj</sub>	mg/l	9,0	6,0	15,6
Zwevende stof	mg/l	298	143	654
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	2,8	2,0	4,5
N <sub>organisch</sub>	mg/l	6,2	4,0	11,1
Cu	µg/l	112	47	231
Zn	µg/l	414	257	669

**tabel 2.2. Ingeschatte waterkwaliteit en -kwantiteit Wasvenpad [2007+2008]**

parameter	eenheid	gemiddelde	minimum	maximum
Debiet	m <sup>3</sup> /min	14,6	0,5	67,6
Debiet	m <sup>3</sup> /h	876	30	4.056
Debiet <sup>1</sup>	m <sup>3</sup> /dag	1.861	8	34.590
Totaal <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /j	52.108	14.135	90.081
Aantal	-	13	11	15
Tijd	min	69	2	620
BZV <sub>5</sub>	mg/l	61	40	82
CZV	mg/l	269	148	389
P <sub>totaal</sub>	mg/l	3,5	2,1	4,8
N <sub>kj</sub>	mg/l	11,3	10	12,5
Zwevende stof <sup>3</sup>	mg/l	<b>(399)</b>	<b>(143)</b>	<b>(654)</b>
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> <sup>3</sup>	mg/l	<b>(3,3)</b>	<b>(2,0)</b>	<b>(4,5)</b>
N <sub>organisch</sub>	mg/l	<b>(8)</b>	<b>(8,0)</b>	<b>(8,0)</b>
Cu	µg/l	90	67	113
Zn	µg/l	415	357	472

<sup>1</sup> Het dagdebiet is bepaald op basis van de totale overstort per jaar gedeeld door 365 dagen.

<sup>2</sup> Minimale en maximale debiet is gemiddeld, het is geen gewogen gemiddelde.

<sup>3</sup> Inschatting op basis van gegevens Vincent van de Heuvellaan.

De volgende zaken in tabel 2.1 en 2.2 vallen op:

- voor beide overstorten geldt dat het verschil tussen het minimale, gemiddelde en maximale debiet zeer groot is;
- in totaal vinden er gemiddeld 13 overstorten per jaar plaats;
- het overstortwater bevat veel zwevende stof. Ongeveer 1/3 is inert materiaal, en 2/3 zijn onopgeloste organische stoffen. Deze verhoudingen zijn globaal terug te vinden in tabel 2.1. Bij verwijdering van de zwevende stof zal ook het grootste gedeelte van het niet opgeloste CZV worden verwijderd;
- het overstortwater bevat relatief weinig N<sub>kj</sub>. Dit betekent echter niet dat de zuurstofvraag bij lozing laag is. Ongeveer 1/3 van het N<sub>kj</sub> is ammonium en dus opgelost. 2/3 is organisch gebonden N. NO<sub>3</sub>-N zal naar verwachting zeer laag zijn (< 1 mg/l). Bij de verwijdering van zwevende stof zal stikstof gebonden aan zwevende stof worden verwijderd.

### 2.3. First flush

Bij de start van een overstort komt er een zwevende-stofpiek vrij. Om een duidelijker beeld te krijgen hoeveel zwevende stof de piek bevat en hoe lang een vervuilingsspiek duurt, dienen troebelheidsmetingen te worden gedaan. Bij overstort **Vincent van de Heuvellaan** is er een inschatting gemaakt op basis van de 1<sup>e</sup> analysewaarde na de start van de overstort over de jaren 2007, 2008 en een deel van 2006. Een overzicht van deze 1<sup>e</sup> analyses zijn weergegeven in tabel 2.3.

**tabel 2.3. Inschatting first flush op basis van 1<sup>e</sup> analysewaarde tijdens overstort Vincent van de Heuvellaan**

parameter	eenheid	gemiddelde	minimum	maximum
Duur first flush <sup>1</sup>	uur	1:13	0:15	3:40
Zwevende stof	mg/l	620	120	3.900
BZV <sub>5</sub>	mg/l	104	4	460
CZV	mg/l	354	52	1.380
P <sub>totaal</sub>	mg/l	4	1	10
N <sub>kj</sub>	mg/l	15	5	38
NH <sub>4</sub> -N	mg/l	4	2	9

<sup>1</sup> Schatting duur first flush (50 % afname in concentratie).

De maximale waarden vanuit tabel 2.1 komen ongeveer overeen met de gemiddelde waarden in tabel 2.3. Tijdens de first flush komt een aanmerkelijk hogere vuilvracht vrij.

In de tabel 2.3 ligt de verhouding tussen CZV en zwevende stof lager in vergelijking met de waarden uit tabel 2.1. Het aandeel CZV is geringer, en daarmee is het aandeel inerte materiaal (bijvoorbeeld zand) tijdens de first flush hoger. Het blijkt dat tijdens de first flush relatief meer inert materiaal meekomt dan later tijdens een overstort.

### 2.4. Effluentkwaliteit

Door waterschap De Dommel zijn voorlopige werkwaarden gegeven waaraan overstortwater uit het riool in de toekomst mogelijk aan zou kunnen voldoen. Hierbij is rekening gehouden met de achtergrondconcentraties in het watersysteem. Deze waarden zijn beredeneerd vanuit de ecologie van het systeem. Dit zijn de optimale waarden voor De Dommel, maar uiteindelijk gaat het om de meest maatschappelijke verantwoorde en dus kosten effectieve oplossing. In deze oplossing kan het zijn dat de genoemde werkwaarden niet gehaald worden. Deze werkwaarden zijn dus niet maatgevend maar geven alleen een richting. De indicatieve werkwaarden zijn weergegeven in tabel 2.4. Deze richtwaarden worden voorlopig gebruikt om een techniekkeuze te maken. Gedurende het Kallisto-traject zullen deze waarden verder worden onderbouwd.

**tabel 2.4. Voorlopige werkwaarden toekomstig overstortwater op De Dommel**

parameter	eenheid	waarde
Zwevende stof	[mg/l]	10-20
Ammonium	[mg/l]	< 2
N <sub>tot</sub>	[mg/l]	< 4
N <sub>org</sub> <sup>1</sup>	[mg/l]	< 2
P <sub>tot</sub>	[mg/l]	< 0,5 - 1
BZV <sub>5</sub>	[mg/l]	< 10

<sup>1</sup> Inschatting op basis van streefwaarde voor N<sub>tot</sub> en ammonium.

### 2.5. Benodigd verwijderingsrendement

Op basis van waterkwaliteiten en de voorlopige werkwaarden zijn de benodigde verwijderingsrendementen per stofgroep ingeschat. Deze verwijderingsrendementen zijn weergegeven in tabel 2.5.

**tabel 2.5. Benodigd gemiddeld verwijderingsrendement per stofgroep**

parameter	eenheid	Vincent van de Heuvellaan	Wasvenpad	gewenst verwijderingsrendement zuiveringssysteem
Zwevende stof <sup>1</sup>	[%]	93 - 97	-	> 97
Ammonium <sup>1</sup>	[%]	29	-	> 29
N <sub>tot</sub>	[%]	56	65	> 65
N <sub>org</sub>	[%]	65	75	> 75
P <sub>tot</sub>	[%]	52 - 76	71 - 86	> 86
BZV <sub>5</sub>	[%]	80	84	> 84
Inschatting % na volledige zwevende-stofverwijdering				
N <sub>tot</sub>	[%]	49	60	
P <sub>tot</sub>	[%]	29 - 65	58 - 79	

<sup>1</sup> De zwevende stof- en de ammoniumconcentratie zijn voor het Wasvenpad niet gegeven, daarom is het rendement hierover niet berekend.

Vanuit tabel 2.4 valt op dat er zeer veel zwevende stof verwijderd moet worden om aan de werkwaarden te voldoen. Voordeel is dat een gedeelte van het fosfaat en stikstof gebonden aan zwevende stof mee verwijderd wordt. Op basis van kentallen waarbij 12,5 % van N totaal en 32,5 % van P totaal gerelateerd is aan zwevende stof (op basis van STOWA 2003-20 '**Vergaande voorzuivering van afvalwater**', verschilt per overstort) en dus via zwevende stof wordt verwijderd is er via andere technieken een aanvullend verwijderingsrendement van 50-60 % voor stikstof en 30-80 % voor fosfaat noodzakelijk.

Een gedeelte van de stikstof en het fosfaat wordt samen met zwevende stof verwijderd. Een ander gedeelte van het fosfaat en stikstof is in opgeloste vorm in het overstortwater aanwezig namelijk in respectievelijk ortho-fosfaat en ammonium. Verwijdering van ortho-fosfaat zal via coagulatie met ijzer of aluminiumzout moeten plaatsvinden.

Ammonium is goed oplosbaar en niet neer te slaan. Ammonium kan biologisch verwijderd worden. Dit is niet mogelijk bij discontinue en wisselende debieten van het overstortwater. Ammonium kan verder slechts met enkele technieken verwijderd worden zoals ionenwisseling/adsorptie aan zeoliet of strippen.

Het aandeel van CZV in zwevende stof kan erg verschillen. Voor deze studie wordt er vanuit gegaan dat ongeveer 2/3 van de zwevende stof bestaat uit organisch materiaal. Deze verhouding geldt zowel voor organisch materiaal in de vorm van BZV als in de vorm van CZV. Een eerste vereiste voor de zuiveringstechniek is de mogelijkheid om zwevende stof te verwijderen.

Om te voldoen aan de werkwaarden zal naast vergaande zwevende-stofverwijdering ook aanvullende stikstof en fosfaatverwijdering moeten plaatsvinden.

## 2.6. Waterkwaliteit en zuurstofdip

In tabel 2.1 en 2.2 zijn enkel de BZV<sub>5</sub> waarden gegeven. Om een goed inzicht te krijgen in de directe zuurstofvraag op De Dommel zijn de BZV<sub>1</sub> of zelfs de BZV<sub>0,5</sub> waarden nodig. Deze zijn niet bekend.

30 tot 40 % is van een BZV<sub>5</sub> meting oxideert binnen een dag met zuurstof (BZV<sub>1</sub>). In het geval van de overstort **Vincent van de Heuvellaan** is de BZV<sub>1</sub> waarde dan circa 17 mg/l. In theorie is voor de verwijdering van 1 mg/l ammonium, 4,57 mg/l zuurstof nodig. Voor de overstort **Vincent van de Heuvellaan** staat dit gelijk aan 13 mg/l zuurstof. Dit is nagenoeg even hoog als de BZV<sub>1</sub> waarde. Om een zuurstofdip te voorkomen zijn ammonium en BZV<sub>1</sub> dus allebei relevant om te verwijderen.



## 2.7. Uitgangspunten zuiveringssysteem

De volgende uitgangspunten zijn relevant voor een zuiveringssysteem voor behandeling van overstortwater:

- discontinue overstorten (10-15 keer per jaar, soms maanden niet);
- het overstortwater komt in korte tijd vrij. In de eerste piek komt veel zwevende stof mee tot > 600 mg/l. Deze first flush zorgt ervoor dat het riool wordt schoongespoeld en hierdoor ook grotere delen (blad, hout, stenen etc.) met de overstort meekomen welke verwijderd moeten worden;
- het zuiveringssysteem dient snel opstartbaar te zijn (< 5 minuten);
- het zuiveringssysteem dient robuust te zijn;
- het zuiveringssysteem dient stand-alone toegepast te worden (bediening/controlle op afstand);
- het geproduceerde/afgevangen slib dient na afscheiding een zo klein mogelijk volume te hebben of direct verwerkt te worden;
- het systeem dient bij voorkeur een beperkte footprint te hebben, het is afhankelijk van de locatie in hoeverre dit uitgangspunt meeweegt;
- het systeem dient visueel inpasbaar te zijn in de omgeving (bij voorkeur ondergronds);
- het systeem dient bij voorkeur geen hogere geurbelasting te hebben naar de omgeving in vergelijking met de huidige situatie, of de geur dient effectief verwijderd te worden (Het systeem voldoet aan de Wet Milieubeheer);
- het systeem heeft geen of nauwelijks geluidsbelasting;
- het systeem is veilig en duurzaam voor de omgeving (geen brandbare, explosieve of toxische toelagstoffen);
- het systeem is vandalisme proof;
- het systeem is eenvoudig inpasbaar dient eenvoudig aangesloten te kunnen worden op de bestaande riolering;
- energieverbruik dient zo laag mogelijk te zijn;
- hulpstoffen dienen zoveel mogelijk vermeden te worden (transport, opslag);
- geen hulpstoffen die toxisch, explosief zijn, geen afname werking bij langere standtijd.

## 2.8. Overige aandachtspunten

De overstortmuren liggen meestal tegen/in De Dommel. De overstortmuren zullen bijna altijd teruggeplaatst moeten worden om een of meerdere zuiveringsstappen te kunnen bouwen.

Bij ondergronds bouwen moet er rekening worden gehouden met een hoge grondwaterstand.

### 3. VERGELIJKING TECHNIKEN

#### 3.1. Vergelijking

Het belangrijkste aspect in de vergelijking is de mogelijkheden tot verwijdering van zwevende stof, maar ook BZV<sub>1</sub> en ammonium. Wanneer zwevende stof wordt verwijderd zal tegelijkertijd een groot deel van het gebonden CZV, stikstof en fosfaat worden verwijderd. Om aan de werkwaarden te voldoen zal een aanvullende stap noodzakelijk zijn voor voldoende verwijdering van BZV<sub>1</sub> en ammonium.

Biologische zuiveringstechnieken zijn niet meegenomen in de vergelijking. Doordat slecht 10-15 keer per jaar een overstort plaatsvindt, is alleen enkele dagen per jaar voeding aanwezig voor biomassa. Door deze momentane belasting is er te weinig voeding aanwezig om de biomassa in leven te houden. Verder geldt dat extreme fluctuaties zoals weergegeven in tabel 2.1 en 2.2 lastig op te vangen zijn met een biologische zuivering.

In de vergelijkingstabel 3.2 zijn enkel de fysisch chemische zuiveringstechnieken meegenomen. In de tabel wordt zowel ingegaan op de primaire behandelingstechnieken waarin het grovere vuil wordt afgescheiden als op de verdergaande behandelingstechnieken. Bij de verdergaande behandelingstechnieken wordt ook de kleinere zwevende stofdeeltjes en in een aantal gevallen ook andere componenten verwijderd zoals opgelost CZV en fosfaat. In een aantal gevallen zijn chemicaliën noodzakelijk.

Een aantal fysisch chemische zuiveringstechnieken zijn niet in de vergelijkingstabel meegenomen. Deze niet meegenomen technieken zijn weergegeven in tabel 3.1.

**tabel 3.1. Niet meegenomen fysisch chemische technieken**

zuiveringstechniek	reden
<b>Adsorptietechnieken</b>	
Actief kool	Minder geschikt voor zwevende-stofverwijdering.
<b>Desinfectietechnieken</b>	
UV	Door de concentratie zwevende stof (doorzicht) van overstortwater is UV niet geschikt
Chloreren	Is niet geschikt voor zwevende-stofverwijdering en in een woonwijk niet gewenst vanwege veiligheidsrisico's.
Ozonisatie	Is niet geschikt voor zwevende-stofverwijdering en in een woonwijk niet gewenst vanwege veiligheidsrisico's.
<b>Overige technieken</b>	
Wetlands	Deze techniek is beperkt geschikt voor zwevende-stofverwijdering. Er is ten opzichte van de andere technieken zeer veel oppervlakte nodig.
UF/MF	Hoewel deze techniek zeer geschikt is voor de verwijdering van zwevende stof is deze techniek niet geschikt voor grote fluctuaties.
<b>Ammoniumverwijdering</b>	
Strippen	Deze techniek vraagt veel energie en chemicaliën en is niet geschikt voor grote fluctuaties.

In alle gevallen is overdimensionering van de gekozen techniek noodzakelijk om variatie in overstortdebiet te kunnen opvangen. Wel geldt dat er kleiner gedimensioneerd kan worden wanneer er een overstorkelder of andere buffervoorziening ingezet kan worden. Zodra de kelder vol begint te lopen dient de behandeling van het overstortwater te starten. Er zal dus naar verhouding meer water, maar door de behandeling ook schoner water overstorten in vergelijking met de huidige situatie.

**tabel 3.2. Indicatieve vergelijking zuiveringstechnieken voor behandeling overstortwater**

Parameter	bergbe- zinkbas- sin	grofroos- ter/ harkroos- ter	Netting TrashTrap systeem	hydro dy- namische vortex	trommel- zeef/ /microzeef	lamellen bezinker	actiflo	densadeg	DAF	continue /discontinue zandfiltratie	fuzzy filter	tast2	discfilter	zeoliet- filter	salsnes Filter
<b>verwijdering stoffen</b>															
grovere delen > 3 mm	-	++	++	-	- <sup>1</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
vet	+	-	-	+	-	+	0	+	++	-	-	+	-	-	-
Zand	+	-	-	+	++	+	++	++	++	++	++	++	++	0	++
zwevende stof	+	-	-	+	+ / ++	+	+	++	++	++	+	+	++	+	++
opgelost CZV	-	-	-	-	0 <sup>2</sup>	-	0 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>	-	0 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>	0	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
fosfaat gebonden	+	-	-	0	+	+	+ / ++	++	++	++	+	+	+	+	-
<b>technologisch</b>															
bestand tegen grote fluctu- aties	++	++	++	0	+	0	0	0	0	-	0	+	0	0	+
korte opstarttijd	++	++	++	++	++	+	0	0	++	0	++	++	++	+	++
robuust/proven	++	++	++	++	++	+	0	0	+	0	+	++	+	+	+
chemicaliën/hulpstoffen	- <sup>2</sup>	++	++	- <sup>2</sup>	- <sup>2</sup>	- <sup>2</sup>	- <sup>2</sup>	-	- <sup>2</sup>	- <sup>2</sup>	+	-	- <sup>2</sup>	0	0
footprint	--	+	+	++	+	+	0	0	+	+	+	+/-	+	0	++
veiligheid	++	++	++	++	++	++	+	+	+	+	+	+	++	+	+
energiegebruik	++	+	++	++	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
praktijkervaring met over- stortwater	++	++	0	-	0	++	0	0	0	0	0	+	+	-	0

[-] = niet geschikt **OF** 0 - 25 %-

[0] = matig geschikt **OF** 25 - 50 %

[+] = geschikt **OF** 50 - 75 %

[+ +] = goed geschikt **OF** 75 - 100 %

[nb/n.v.t.] = niet bekend/niet van toepassing

<sup>1</sup> Extra voorbehandeling noodzakelijk.

<sup>2</sup> Indien ijzer of aluminiumzouten eventueel gecombineerd met flocculant worden gedoseerd voor verwijdering van orthofosfaat en colloïdaal CZV.

In tabel 3.2 zijn zowel losse zuiveringstechnieken meegenomen als uitvoeringsvormen waarin verschillende technieken zijn gecombineerd. Belangrijk is om op basis van de benodigde rendementen een zuiveringstechniek te selecteren en deze zuiveringstechnieken of de uitvoeringsvorm waarin deze voorkomt verder uit te werken.

De technieken die genoemd zijn in de tabel worden kort toegelicht:

- bergbezinkbassins zijn buffers die gecombineerd kunnen worden met bezinktanks/lamellenpakketten. Dit levert een volumereductie op tot 1/3 van het oorspronkelijk volume. Hoewel deze techniek goede resultaten heeft is deze techniek door het grote tankvolume erg kostbaar;
- grofroosters en harkrooster zijn enkel geschikt voor de grove delen. Grofroosters zouden dus enkel ingezet kunnen worden als een eerste stap in de behandeling van het overstortwater. De afgevangen grove delen dienen separaat te worden afgevoerd;
- het Netting TrashTrap systeem is een eenvoudig en voordelig systeem voor de verwijdering van de grove delen. De netten zouden net zoals de grof- en harkrooster ingezet kunnen worden als een eerste stap in de behandeling van overstortwater;
- een hydro dynamische vortex kan alleen bedreven worden bij een hoge stroomsnelheid. Hoe hoger de zwevende stofconcentratie hoe hoger het rendement. Wanneer ook chemicaliën gedoseerd worden stijgt het rendement aanzienlijk;
- zeeftechnieken zoals een zeeftrommel of microfilter hebben een relatief hoog afscheidingsrendement voor zwevende stof. Met toevoeging van chemicaliën kan ook orthofosfaat en colloïdaal CZV gedeeltelijk worden verwijderd;
- een lamellenbezinker heeft een oppervlakte nodig van ongeveer  $\frac{1}{4}$  tot  $\frac{1}{3}$  van de oppervlakte van een bezinktank;
- actiflo is een combinatie van een rooster, flocculatie en coagulatie, zandverwijdering, bezinking en een hydrocycloon voor het ontwateren van het slib. Deze combinatie van processen zorgt ervoor dat zowel zwevende stof als ook de andere componenten zoals opgelost CZV en P verwijderd worden;
- densadeg is ook een combinatie van verschillende processen. Er wordt zand verwijderd, er vindt coagulatie en flocculatie plaats vervolgens wordt vet verwijderd en vindt er bezinking plaats. Het slib wordt ingedikt en afgevoerd;
- een DAF (Dissolved Air Flotation) met lamellenpakket heeft een hoog afscheidingsrendement voor vet en zwevende stof. Daarnaast kunnen flotatie-units ook uitgevoerd worden met een bezinkzone voor zand. In combinatie met coagulantdosering kan ook gedeeltelijk colloïdaal CZV en orthofosfaat gedeeltelijk verwijderd worden. Bij een DAF is geurbehandeling noodzakelijk;
- zandfiltratie heeft een hoog afscheidingsrendement voor zwevende stof. Door de hoge zwevende stof concentratie bestaat een risico op verstopping van het filter. Het zandfilter zal daarom zeer regelmatig teruggespoeld moeten worden. Risico is dat tijdens een overstort teruggespoeld dient te worden. Tijdens terugspoeling is het zandfilter niet in gebruik;
- het Fuzzy filter heeft een redelijk rendement met betrekking tot zwevende-stofverwijdering. Het Fuzzy filter kan ook ingezet worden voor de verwijdering van gebonden stikstof en fosfaat. Het Fuzzy filter heeft een relatief klein oppervlak nodig en heeft tegelijkertijd een redelijke bergingscapaciteit voor het afgevangen zwevende stof;
- de Tast2 is een gecombineerd systeem bestaand uit een bergbezinkbassin, overflow screen en een lamellenafscheider. Door de buffering worden de aanvoerdebieten naar het proces geëgaliseerd. De zwevende stof wordt met behulp van de lamellenafscheider verwijderd. Wanneer coagulatie wordt toegepast zou ook colloïdaal CZV en orthofosfaat verwijderd kunnen worden. Het Tast systeem wordt toegepast in de gemeente Bergen en momenteel gebouwd in de gemeente Amstelveen;
- het discfilter is een filter met een microzeefdoek. Het is een filter wat door het grote filteroppervlak een relatief kleine footprint heeft. Wanneer het filterdoek verstopt raakt zal er een back wash plaatsvinden;

- Zeoliet is opgebouwd uit silicium-, aluminium- en zuurstofatomen. Zeoliet werkt als een ionenwisseling. Met behulp van zeoliet kan ammonium verwijderd worden. De zeoliettechnologie wordt uitgevoerd als filter;
- het Salsnes filter is een nieuwe techniek. Het filter verwijdert zwevende stof, het slib/droge stof wordt vervolgens ingedikt tot ongeveer 25 %. Het Salsnes filter wordt met name toegepast in Noorwegen als directe zuiveringsstap voor ruw afvalwater.

Voor al deze technieken geldt dat de fluctuaties in het debiet van het overstortwater te hoog zijn om kosteneffectief al het overstortwater te kunnen behandelen.

In tabel 3.3. is voor een aantal technieken een inschatting gemaakt van het verwijderingsrendement voor zwevende stof.

**tabel 3.3. Inschatting per techniek van het verwijderingsrendement voor zwevende stof bij behandeling van overstortwater**

techniek	zonder coagulantdosering	met coagulantdosering
	verwijderingsrendement zwevende stof [%]	verwijderingsrendement zwevende stof [%]
Hydrodynamische vortex	> 70 %	nb
Lamellen bezinker	30 - 60 %	80-90 %
Actiflo	nb	65 - 90 %
Densadeg	nb	> 85 %
DAF	50 - 80 %	> 95 %
Zandfiltratie	90 %	> 95 %
Fuzzy filter	40 - 70 %	> 95 %
tast 2	40 - 70 %	80-90 %
Microfilter / trommelzeef	50 - 80 %	80 - > 95 % <sup>1</sup>
Salsnes filter	50 - 70 %	80 - > 95 % <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Afhankelijk van de poriediameter van het filtermateriaal, bij een kleinere maaswijdte zijn er meer filters nodig.

Vanuit tabel 3.3 blijkt dat altijd coagulatie en mogelijk polymeedosering noodzakelijk is om een rendement voor zwevende stof > 90 % te halen. Een rendement hoger dan 95 % lijkt alleen maar haalbaar met DAF, Fuzzy filter en zandfiltratie.

Van een hydrodynamische vortex is het verwijderingsrendement met coagulant dosering lastig in te schatten. De snelheid (schuifspanning) is dermate groot in een vortex dat waarschijnlijk de gevormde deeltjes/vlokken tijdens coagulatie worden kapotgemaakt.

### 3.2. Slib behandelen als afvalstroom of als grondstof

In hoofdlijnen zijn er enkele mogelijkheden voor verwerking van het afgescheiden slib (afgevangen zwevende stof):

- de verwijderde zwevende stof is afgescheiden/geconcentreerd in een kleinere stroom en tijdelijk opgeslagen. Zodra de capaciteit van het riool het toelaat dan kan de geconcentreerde stroom op een later moment op het riool worden gepompt waarna het alsnog wordt afgevoerd naar de rwzi;
- een andere mogelijkheid is om de afgevangen droge stof te scheiden en deze gescheiden stroom af te voeren met behulp van een separate vrachtauto of separate transportleiding naar de slibvergisting in Mierlo.

Het afgevangen zwevende stof bevat organisch materiaal. Een geconcentreerde stroom met organisch materiaal is een grondstof voor biogas mits deze stroom vergist wordt. Wanneer de organische reststroom in later stadium alsnog afgevoerd wordt naar de rwzi zal een groot gedeelte via de voorbezink-

tank worden afgevangen en een kleiner gedeelte in de aerobe zuivering worden geoxideerd. Hiervoor is energie nodig. Het separate transport (vrachtwagen) van de hoog geconcentreerde organische stroom naar een vergister/anaerobe reactor vraagt ook energie.

### 3.3. Kansrijke technieken

Op basis van de systeemvergelijking uit hoofdstuk 3 en op basis van de brainstorm met medewerkers van de gemeente Eindhoven en waterschap De Dommel op 17 maart 2010 is het nodig geachte zuiveringsconcept met de meest kansrijke zuiveringstechnieken naar voren gekomen.

Een zuiveringsconcept voor behandeling dient te worden opgebouwd uit 3 stappen, te weten:

- stap 1: Ter bescherming van de navolgende zuiveringsapparatuur voor grove delen is vooraf afscheiden van deeltjes > 3 mm noodzakelijk. Dit kan met behulp van een zelfreinigend harkrooster, spijlenrooster of kettingrooster;
- stap 2: De bulk van de verontreinigingen zoals zwevende stof, zand, vet, organisch stikstof en gebonden fosfaat wordt verwijderd. Op basis van de vergelijkingstabel 3.3 en op basis van de uitkomsten van de brainstorm zijn de volgende technieken geselecteerd welke naar verhouding het meeste zwevende stof kunnen verwijderen:
  - DAF  
Dissolved Air Flotation is een bewezen techniek met een hoog rendement voor zwevende stof, vet en organisch gebonden stikstof en fosfaat. DAF wordt in combinatie met coagulatie en flocculatie veel toegepast in de industrie voor vergaande verwijdering van vet, zand en zwevende stof. DAF kan variabele pieken in zwevende stof opvangen. In combinatie met coagulatie zal er ook orthofosfaat en colloïdaal BZV worden verwijderd. Hydraulisch is een DAF minder flexibel. Daar dient in het totale proces rekening mee worden gehouden. Voor DAF geldt wel dat er luchtbehandeling moet worden toegepast;
  - Fuzzy filter  
Het Fuzzy filter heeft een hoog rendement voor verwijdering van zwevende stof. Het filter heeft een redelijk bergend vermogen en kan hydraulische pieken opvangen. Het Fuzzy filter heeft een korte opstart tijd. Een deel van het orthofosfaat en het colloïdaal BZV kan mogelijk met behulp van coagulatie/flocculatie worden verwijderd. Meerdere Fuzzy filters zijn nodig omdat het filter bij de first flush vrij snel zal dichtslaan;
  - TAST2  
Het Tast2 systeem is een gecombineerd systeem (screen en lamellen bezinking) met een afscheidingsrendement voor zwevende stof tot 60 %. Bij toepassing van een Tast2-systeem kan de voorgeschakelde grofzuivering (stap 1) achterwege worden gelaten aangezien de screens in het Tast2 deze functie reeds vervullen. Het Tast2-systeem is in de gemeente Bergen en in Amstelveen reeds toegepast. Tast 2 zou in potentie verder geoptimaliseerd kunnen worden door flotatie in het systeem te integreren waardoor een hoger zwevende-stofverwijdering haalbaar is;
  - trommelzeef 10-20 µm  
Een microzeef met een filterdoek of filterplaat heeft een hoog rendement voor zwevende-stofverwijdering. Het microfilter kan hydraulische en zwevende-stofpieken redelijk tot goed verwerken door tijdelijk een zeeftrammel met een hoger toerental te laten draaien en continue het vuil van het filter af te spoelen. Een microzeef heeft een korte opstarttijd en kleine footprint. Een microzeef heeft een absoluut afscheidingsrendement waardoor geen zwevende stof doorslag plaats kan vinden;
  - Salsnes filter  
Het Salsnes filter heeft een redelijk hoog rendement voor zwevende-stofverwijdering. Het Salsnes filter is bestand tegen grote fluctuaties en heeft een korte opstarttijd. Er is ervaring vanuit Noorwegen. Daar wordt het Salsnesfilter toegepast als alternatief voor een voorbezinktank (enige zuiveringsstap) voor de verwijdering van primair slib.

Met uitzondering van (micro)zeefinstallaties met een afscheidingsdiameter kleiner dan 5 µm kan geen van bovenstaande technieken zonder dosering van een coagulant een zwevende-stofverwijdering > 95 % bereiken. Daarom is er voor gekozen om de gekozen technieken uit te voeren met coagulant en mogelijk flocculantdosering. Bij dosering van een coagulant zal het zoutgehalte in het oppervlaktewater echter toenemen.

Om een verwijderingsrendement van > 95 % op zwevende stof te bereiken zijn chemicaliën nodig op overstortlocaties. Bij een DAF is ook geurbehandeling op de locatie noodzakelijk. Vanuit de uitgangspunten heeft dit geen voorkeur. Door technieken te combineren zijn zonder chemicaliën en met beperkte geurbelasting mogelijk ook hoge rendementen (tot 95 %) op zwevende stof haalbaar.

Voorbeelden van combinaties van technieken zijn:

- grofvuilrooster als voorzuivering gevolgd door een trommelzeef van 0,5 - 1 mm en een 2<sup>e</sup> stap met een microzeef met een poriediameter van 10 - 20 µm;
  - Tast2 systeem gevolgd door een microzeef.
- stap 3: In de eerste 2 stappen wordt beperkt ammonium en BZV verwijderd waardoor het risico op een zuurstofdip in De Dommel blijft bestaan. Er is mogelijk een extra polishingstap nodig waarin de overige zuurstofbindende stoffen worden verwijderd (ammonium en BZV) en de rest van het fosfaat en de fijne zwevende stof. Aangezien biologische systemen voor overstortlocatie niet toepasbaar zijn lijkt deze meest geschikte techniek fysisch-chemische ammoniumverwijdering te zijn. Bij voorbeeld een filter gevuld met zeoliet en/of ionenwisselingshars.

In de uitwerking van de kansrijke technieken ligt de focus op de 2<sup>e</sup> stap. In deze stap wordt de grootste bulk van de zwevende stof en een groot deel van het CZV verwijderd. Een 3<sup>e</sup> stap is noodzakelijk ter voorkoming van een zuurstofdip (N-NH<sub>4</sub> en BZV) in De Dommel. De enige mogelijkheid om te voldoen aan deze doelstelling is de inzet van een zeolietfilter. Een zeolietfilter kan tegelijkertijd ook een gedeelte van de zwevende stof verwijderen. Een zeolietfilter is geen bewezen techniek op overstortwater, de toepassingsmogelijkheid van een zeolietfilter op het overstortwater van de regenwatertank wordt separaat onderzocht door waterschap De Dommel.

## 4. UITWERKING KANSRIJKE TECHNIEKEN

### 4.1. Afvlakken fluctuaties

Uitgangspunt is dat de fluctuaties afgevlakt worden. Dit kan op twee manieren gedaan worden:

- met behulp van processturing: Voordat de 'overstortbuffer' vol is treedt het waterbehandelingssysteem in werking. Door vroegtijdig te beginnen met het zuiveringsproces wordt er feitelijk een hydraulische buffer gecreëerd;
- verder geldt dat er in het proces van buffers gebruik gemaakt kan worden. Er wordt dan een buffer nageschakeld.

Uitgangspunt bij deze uitwerking zijn de gemiddelde waterkwaliteiten van de Vincent van de Heuvellaan zoals ze zijn weergegeven in tabel 2.1. Hierbij is rekening gehouden met de zwevende stof fluctuaties (minimale en maximale waarden).

### 4.2. Kostenraming +/- 50 %

In de dimensionering wordt er van uitgegaan dat in alle varianten een grofvuilrooster wordt geïnstalleerd. Daarnaast wordt er van uitgegaan dat er coagulant wordt gedoseerd en er een mentank of pijpflocculator nodig is om te coaguleren. Indien de coagulatiestap achterwege wordt gelaten werken de technieken met lagere zwevende-stofverwijderingsrendementen.

De volgende varianten zijn op hoofdlijnen uitgewerkt en vervolgens zijn de investeringskosten geraamd:

1. coagulatie + flotatie (DAF);
2. coagulatie + Fuzzy filter;
3. coagulatie + tast 2;
4. coagulatie + trommelfilter;
5. coagulatie + Salsnes filter.

Het indicatieve benodigde oppervlak per techniek ligt tussen ca. 50 en ca. 550 m<sup>2</sup>.

De gebruikte gemiddelde afvalwatergegevens zijn weergegeven in bijlage I. De uitgangspunten van de kostencalculatie zijn weergegeven in bijlage II. De uitgebreide kostenraming +/- 50 % van deze varianten is weergegeven in bijlage III.

Het droge-stofgehalte van het slib na afscheiding is weergegeven in tabel 4.1.

**tabel 4.1. Droge-stofgehalte**

techniek	droge-stofgehalte
DAF	2 %
Fuzzy filter	0,1 %
Tast 2	1 %
Microfilter	0,5 %
Salsnes filter	2 %



### 4.3. Samenvatting kostenraming +/- 50 %

De bouw- en investeringskosten van de varianten zijn weergegeven in tabel 4.2. De exploitatiekosten zijn weergegeven in tabel 4.3.

**tabel 4.2. Raming van de investeringskosten +/- 50 %**

	eenheid	variant 1	variant 2	variant 3	variant 4	variant 5
Civiele bouwkosten <sup>1</sup>	[EUR]	563.000	500.000	1.157.000	820.000	866.000
WTB+E&I bouwkosten	[EUR]	1.133.000	2.513.000	633.000	1.163.000	903.000
Totale bouwkosten	[EUR]	1.696.000	3.013.000	1.790.000	1.983.000	1.769.000
Totale investeringskosten (x 1,4) <sup>2</sup>	[EUR]	2.400.000	4.200.000	2.500.000	2.800.000	2.500.000

<sup>1</sup> Inclusief gebouwen, buffers, etc.

<sup>2</sup> Exclusief BTW.

**tabel 4.3. Exploitatiekosten +/- 50 %**

parameter	eenheid	variant 1	variant 2	variant 3	variant 4	variant 5
Energie	[EUR/jaar]	2.000	2.000	1.000	1.000	2.000
Coagulatie	[EUR/jaar]	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000
Onderhoud - WTB + E&I	[EUR/jaar]	34.000	75.000	19.000	35.000	27.000
Onderhoud - civiel	[EUR/jaar]	3.000	3.000	6.000	4.000	4.000
Arbeid	[EUR/jaar]	3.000	3.000	2.000	2.000	3.000
Overige kosten	[EUR/jaar]	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
<b>TOTALE EXPLOITATIEKOSTEN +/- 50 %<sup>1</sup></b>	[EUR/jaar]	100.000	141.000	86.000	100.000	94.000
<b>Kosten per m<sup>3</sup> behandeld (+/- 50 %)</b>	[EUR/jaar]	2	3	2	2	2

<sup>1</sup> De exploitatiekosten zijn in overleg met de gemeente Eindhoven exclusief kapitaalslasten.

De genoemde kosten zijn zeer globaal. Er zijn nog veel onzekerheden in de uitgangspunten. De kosten dienen daarom niet absoluut gezien te worden maar relatief in verhouding met de genoemde technieken.

Vanuit de investeringskosten blijkt dat het Fuzzy filter relatief het hoogste uitkomt. De overige technieken zijn wat betreft kosten nagenoeg gelijkwaardig. Het zelfde geldt voor de exploitatiekosten, daarin komt het Fuzzy filter er het hoogste uit. Dit komt door de hogere onderhoudskosten. Echter indien een hogere filtratiesnelheid haalbaar is dan 30 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> uur dan kunnen de investeringskosten en dito exploitatiekosten fors dalen. Dit moet nader tijdens pilotonderzoek worden verkend.

## 5. OVERIGE AFWEGINGEN

Deze notitie is primair bedoeld om een techniek te selecteren voor verder onderzoek voor de behandeling van overstortwater. Met behulp van deze notitie is een afweging gemaakt hoe overstortwater behandeld kan worden om lozing van zwevende stof en zuurstofvragende stoffen naar De Dommel te voorkomen.

Een van de andere mogelijkheden die verder uitgewerkt dient te worden is het effect van periodieke reiniging van het riool gecombineerd met het plaatsen van tussenbuffers in het rioolstelsel. Deze kunnen periodiek met een zuigwagen worden leeggezogen. Wanneer riolen gereinigd zijn zal de zogenaamde first flush afnemen waardoor zuiveringsinstallaties op overstortwater voorkomen kan worden of kleiner en goedkoper kunnen worden ontworpen.

In een later studium van het Kallisto-project kan een financieel en technologisch optimum voor het spoelen/reinigen van het riool in combinatie met behandeling van overstortwater worden bepaald.

Een andere mogelijkheid is om de capaciteit van het riooleindgemaal te vergroten zodat meer water wordt afgevoerd naar de rwzi. Op de rwzi moeten vervolgens kostenintensieve maatregelen genomen worden om de lozing van zuurstofbindende stoffen te voorkomen.

Verder geldt dat er ook systeemmaatregelen genomen kunnen worden (zoals beluchting in De Dommel?). Deze systeemmaatregelen zijn niet in deze studie meegenomen.

In de huidige voorgestelde situatie wordt de zwevende stof geconcentreerd. Vervolgens wordt het gebufferd en bij DWA teruggepompt in het riool. In de voorbezinktank vindt er vervolgens opnieuw afscheiding plaats en wordt het als primair slib afgevangen. Een andere route is bufferen op de overstort en via een directe leiding aansluiten op de vergistingsinstallatie in Mierlo. De voorbezinktank zal hierdoor minder belast worden. Of dit technisch en financieel haalbaar is, is afhankelijk van vele factoren die in een latere fase nader moeten worden verkend.

Door de ambitieus gekozen voorlopige werkwaarden zijn technologisch intensieve technieken geselecteerd. Chemicaliëndosering is hiervoor noodzakelijk. Als onderzoekstraject is dit interessant, zeker in de bredere benadering van het Kallisto-project waarin ook behandelingstechnieken van het water van de regenwaterbezinktank wordt onderzocht. Wel geldt dat na het onderzoek moet worden bezien in hoeverre het in de totale context financieel, praktisch en operationeel haalbaar is om deze zware technieken in te zetten voor overstortwater.

## 6. VOORSTEL EN AANBEVELINGEN

### algemeen

Vanuit de uitgevoerde analyse blijkt dat zwevende stof *en* zuurstofvragende stoffen (BZV en NH<sub>4</sub>) verwijderd moeten worden om aan de indicatieve werkwaarden voor lozing op De Dommel te voldoen. Zwevende stof kan met verschillende (combinaties van) technieken verwijderd worden, maar om het zwevende-stofrendement van > 95 % te behalen zijn over het algemeen chemicaliën nodig.

Voor de verwijdering van ammonium is een fysisch-chemisch proces, bijvoorbeeld een zeolietfilter, noodzakelijk. Deze techniek is echter niet bewezen voor behandeling van overstortwater. Deze techniek dient separaat onderzocht te worden door waterschap De Dommel.

In onderstaand voorstel voor pilot-onderzoek ligt de focus daarom op zwevende-stofverwijdering (stap 2).

### Pilot

Vanuit de notitie en brainstorm bestaat de aanbevolen configuratie uit de volgende stappen:

- stap 1: verwijdering deeltjes groter dan 3 mm;
- stap 2: verdergaande zwevende stofverwijdering, verwijdering organisch gebonden stikstof en gebonden fosfaat, olie en vet;
- stap 3: Verwijdering BZV en NH<sub>4</sub> en het fijne zwevende stof.

Stap 1 kan in een pilotopstelling eenvoudig gerealiseerd worden door een 3 mm zeefkorf rond de voedingspomp te plaatsen.

Voorstel is om dit stadium de focus van het pilotonderzoek te leggen op de 2<sup>e</sup> stap. Met deze 2<sup>e</sup> stap wordt aan de gewenste zwevende-stofverwijdering voldaan en kan een deel van de zuurstofvragende stoffen uit het overstortwater verwijderd worden.

Per techniek is het verwijderingsrendement voor zwevende stof bij behandeling van overstortwater ingeschat. Vanuit deze inschatting komt de DAF met lamellenpakket, zandfiltratie en Fuzzy Filter als meeste kansrijke techniek naar voren met een zwevende-stofverwijderingsrendement van > 95 %. Een zandfilter is echter minder geschikt voor grote fluctuaties. DAF en Fuzzy filter blijven over als technieken met het grootste potentieel. Verder geldt dat het Tast2 systeem gecombineerd met een microzeef (< 5 µm) mogelijk een goed alternatief kan zijn zonder gebruik van chemicaliën. Deze combinatie haalt mogelijk een zwevende-stofverwijderingsrendement tot 95 %. Voorstel is daarom om pilotonderzoek te doen met de volgende technieken:

- DAF inclusief lamellenpakket en coagulatie/flocculatie;
- Fuzzy filter inclusief coagulatie/flocculatie;
- Tast2 in combinatie met een microzeef van 10 - 20 µm.

Bij het pilotonderzoek moet de noodzaak van coagulantdosering en indien nodig ook flocculant dosering worden vastgesteld.

### kosten

De kostenraming is zeer globaal. Echter bij de huidige uitgangspunten is het Fuzzy filter in vergelijking met de andere technieken duurder op zowel investerings- als exploitatiekosten. De andere technieken onderscheiden zich niet van elkaar. De kosten van alle technieken vallen echter allen binnen elkaars bandbreedte van +/- 50 %. De kosten zijn in deze fase van het project daarom niet onderscheidend voor het maken van een keus in de meest kansrijke behandelingstechniek voor overstortwater.

### **overige aanbevelingen**

Om meer inzicht te krijgen in het benodigde proces en de te behalen zuiveringsrendementen is het noodzakelijk om op korte termijn:

- fractioneringstesten te doen om de deeltjesgrootte verdeling te bepalen;
- tijdens overstort nauwkeurig de vuilvracht te meten gedurende de tijd.

## **BIJLAGE I Afvalwatergegevens**

<b>Afvalwatergegevens</b>						
Parameter	eenheid	Systeem				
		1 DAF	2 FF	3 TAST2	4 microzeef	5 salness
<b>Afvalwatergegevens:</b>						
- Toevoerdebiet zuivering	m <sup>3</sup> /min	24	24	24	24	24
	m <sup>3</sup> /uur	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440
op basis van gewogen gemiddelde van alle overstorten	m <sup>3</sup> /j	48.283	48.283	48.283	48.283	48.283
- BZV <sub>5</sub>	mg/l	49	49	49	49	49
	kg/jaar	2.366	2.366	2.366	2.366	2.366
- CZV	mg/l	183	183	183	183	183
	kg/jaar	8.836	8.836	8.836	8.836	8.836
- P <sub>totaal</sub>	mg/l	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
	kg/jaar	101	101	101	101	101
- N <sub>kj</sub>	mg/l	9	9	9	9	9
	kg/jaar	435	435	435	435	435
- NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
	kg/jaar	135	135	135	135	135
- N <sub>organisch</sub>	mg/l	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
	kg/jaar	299	299	299	299	299
- Zwevende stof	mg/l	298	298	298	298	298
	kg/jaar	14.388	14.388	14.388	14.388	14.388
<b>Jaargemiddeld aantal draaiuren</b>						
- Jaargem. hoeveelheid te beh. overstortwater	m <sup>3</sup> /jaar	48.283	48.283	48.283	48.283	48.283
- Capaciteit zuiveringsinstallatie	m <sup>3</sup> /uur	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440
- Jaargemiddeld aantal draaiuren	uur/jaar	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5
<b>Aantal draaiuren per keer</b>						
- Gemiddelde overstorttijd	min/keer	188,5	188,5	188,5	188,5	188,5
- St.dev. overstorttijd	min/keer	151,5	151,5	151,5	151,5	151,5

## **BIJLAGE II    Uitgangspunten kostencalculatie**

<b>Uitgangspunten kostencalculatie</b>			
<b>Onderhoud op basis van bouwkosten</b>			
Techniek behandeling overstortwater civiel	van de constructie kosten		<b>0,5%</b>
WTB + E&I			<b>3%</b>
Transport leidingen bestaande leidingen	van de huidige waarde		<b>2%</b>
van de nieuwe leidingen			<b>0,5%</b>
<b>Bouwkosten naar investeringskosten</b>			
Vermenigvuldigingsfactor	-		<b>1,4</b>
Omvat onvolledigheidstoeslag, verzekeringen, heffingen vergunningen, nutsvoorzieningen, grondonderzoek, leges inrichtingskosten, kosten voor advies- en toezicht, bouwrente onvoorzien exclusief BTW			
<b>Onvolledigheidstoeslag bouwkosten</b>			
Civiele bouwkosten			<b>25%</b>
WTB+E&I bouwkosten			<b>15%</b>
<b>Energie kosten</b>			
Energie kosten:	EUR/kWh		<b>0,12</b>
Specifiek E verbruik:			
DAF	kWh/m <sup>3</sup> behandeld		<b>0,25</b>
Fuzzy filter	kWh/m <sup>3</sup> behandeld		<b>0,3</b>
Tast 2	kWh/m <sup>3</sup> behandeld		<b>0,1</b>
Trommelfilter	kWh/m <sup>3</sup> behandeld		<b>0,1</b>
Salnes filter	kWh/m <sup>3</sup> behandeld		<b>0,3</b>
<b>Personeel</b>			
operationeel	EUR/fte		<b>50.000</b>
	EUR/uur		<b>31</b>
Arbeid per keer in bedrijf			
DAF	Uur/keer		<b>8</b>
Fuzzy filter	Uur/keer		<b>8</b>
Tast 2	Uur/keer		<b>4</b>
Trommelfilter	Uur/keer		<b>4</b>
Salnes filter	Uur/keer		<b>8</b>
<b>Chemicalien kosten</b>			
Specifieke dosering ijzerchloride	mg FeCl <sub>3</sub> /l		<b>25</b>
Ijzerchloride op basis van 30 ton geleverd	EUR/ton		<b>195</b>
			40%



**BIJLAGE III Kostenraming +/- 50%**

<b>Investerings- en exploitatiekosten</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
- Aantal x per jaar inbedrijf [gem.]	x/jaar	13	13	13	13	13
- Arbeid	uur/jaar	104	104	52	52	104
<b>Energie, verbruik en slib:</b>						
- Energie (berekend + 25% voor overig)	kWh/jaar	15.088	18.106	6.035	6.035	18.106
- Coagulant	ton/jaar	195	195	195	195	195
<b>Civiele bouwkosten:</b>						
- Grofvuilverwijdering		100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
- Gebouw, buffers, etc.		350.000	300.000	825.990	556.250	592.500
- onvolledigheidstoeslag		112.500	100.000	231.498	164.063	173.125
- Totale civielkosten		<b>562.500</b>	<b>500.000</b>	<b>1.157.488</b>	<b>820.313</b>	<b>865.625</b>
<b>WTB+E&amp;I bouwkosten:</b>						
- Grofvuilverwijdering		150.000	150.000	150.000	150.000	150.000
- Zuiveringstechnische voorzieningen		835.000	2.035.000	400.000	861.000	635.000
- onvolledigheidstoeslag		147.750	327.750	82.500	151.650	117.750
<b>Overzicht indicatieve kosten</b>						
<b>Investeringskosten (+/- 50%)</b>						
- Civiele bouwkosten (inc. gebouw, buffers, etc.)	euro	563.000	500.000	1.157.000	820.000	866.000
- WTB+E&I bouwkosten	euro	1.133.000	2.513.000	633.000	1.163.000	903.000
- bouw -> investeringskosten	euro	678.000	1.205.000	716.000	793.000	708.000
- <b>Totale investeringskosten exc BTW</b>	<b>euro</b>	<b>2.374.000</b>	<b>4.218.000</b>	<b>2.506.000</b>	<b>2.776.000</b>	<b>2.477.000</b>
<b>Exploitatiekosten (+/- 50%)</b>						
- Energie	euro/jaar	2.000	2.000	1.000	1.000	2.000
- Coagulatie	euro/jaar	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000
- Onderhoud - WTB + E&I	euro/jaar	34.000	75.000	19.000	35.000	27.000
- Onderhoud - civiel	euro/jaar	3.000	3.000	6.000	4.000	4.000
- Arbeid	euro/jaar	3.000	3.000	2.000	2.000	3.000
- Overige kosten (analyses)	euro/jaar	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
- <b>Totale exploitatiekosten</b>	<b>euro/jaar</b>	<b>100.000</b>	<b>141.000</b>	<b>86.000</b>	<b>100.000</b>	<b>94.000</b>
<b>Kosten per m3 behandeld (+/- 50%)</b>	<b>euro/m3</b>	<b>2,1</b>	<b>2,9</b>	<b>1,8</b>	<b>2,1</b>	<b>1,9</b>