

ONDERZOEK MBR VARSSEVELD
DEELSTUDIE VOORBEHANDELING

RAPPORT

2006

06

ISBN 90.5773.353.6



stowa@stowa.nl www.stowa.nl
TEL 030 232 11 99 FAX 030 232 17 66
Arthur van Schendelstraat 816
POSTBUS 8090 3503 RB UTRECHT

Publicaties van de STOWA kunt u bestellen bij:
Hageman Fulfilment POSTBUS 1110, 3330 CC Zwijndrecht,
TEL **078 623 05 00** FAX 078 623 05 48 EMAIL info@hageman.nl
onder vermelding van ISBN of STOWA rapportnummer en een afleveradres.

DEELSTUDIE VOORBEHANDELING

INHOUD

	SAMENVATTING	11
1	INLEIDING	14
2	CONFIGURATIE VOORBEHANDELING	16
2.1	Inleiding	16
2.2	Schematisch overzicht en dimensies	16
2.3	Verzamelput influent	18
2.4	Fijnroosters	19
2.5	Verzamelput interne	20
2.6	Zand- en vetvang	20
2.7	Microzeven	21
3	BEDRIJFSVOERING VOORBEHANDELING	24
3.1	Inleiding	24
3.2	Fijnroosters	24
3.3	Beluchte zand- en vetvang	26
3.4	Microzeven	27

4	OPZET VAN HET ONDERZOEK	31
4.1	Inleiding	31
4.2	Meetprogramma	31
5	RESULTATEN	37
5.1	Inleiding	37
5.2	Verwijderingsrendementen fijnroosters, zand-/vetvang en microzeven	37
5.3	Hydraulische belasting	39
5.4	Functioneren fijnroosters	40
5.5	Functioneren zand-/vetvang	41
5.6	Functioneren microzeven	41
5.7	Overige stoffen / parameters	42
6	EVALUATIE EN CONCLUSIES	43
6.1	Bedrijfszekerheid voorbehandeling	43
6.2	Verwijderingrendement per zuiveringstrap	44
6.3	Betekenis procesontwerp en functioneren MBR	47
7	REFERENTIES	49
	BIJLAGEN	
1	Opzet monsternamen en analyseprogramma	51
2	Meetresultaten	52
3	Overzicht concentraties stoffen voor en na fijnroosters bij DWA, DWA+ en RWA situatie, inclusief verwijderingsrendement	68
4	Analyse tijd- en debietproportionale monsternamen	69

SAMENVATTING

In deze deelstudie is onderzoek gedaan naar het functioneren van de voorbehandeling van MBR Varsseveld. De voorbehandeling is een kritisch ontwerpaspect van MBR-installaties. Een belangrijk verschil met de conventionele rwzi's zijn de hoge eisen die gesteld worden aan de verwijdering van haren, vezels, vet e.d.. Een effectieve voorzuivering is samen met de continuïteit van groot belang voor een goede membraanwerking. Voor de MBR Varsseveld is gekozen voor een serieschakeling van achtereenvolgens fijnroosters, beluchte zand- en vetvang en microzeven.

Doel van deze studie was inzicht te krijgen in:

- a. de bedrijfszekerheid en storingsgevoeligheid van de verschillende processtappen;
- b. het stofspecifieke verwijderingsrendement per zuiveringstrap
- c. de betekenis van de resultaten voor het procesontwerp en het functioneren van de MBR

BEDRIJFSZEKERHEID EN STORINGSGEVOELIGHEID

Gedurende de onderzoeksperiode hebben de fijnroosters bedrijfszeker en zonder storingen gefunctioneerd. De werking van de fijnroosters bleek wel gevoelig te zijn voor snelle debietverhogingen in combinatie met een grote vuillast, bijvoorbeeld zoals dit het optreedt bij de start van een RWA-situatie. Verwijdering van onopgeloste stoffen en vet is dan minder effectief. Met twee fijnroosters parallel in bedrijf en een optimalisatie van de procesvoering lijkt een effectieve verwijdering van zwevend materiaal gewaarborgd.

Evenals de fijnroosters heeft de beluchte zand- en vetvang bedrijfszeker gefunctioneerd. Aandachtspunten betroffen het continu in bedrijf houden van de loopwagen tijdens vorst en geuremissies. Om emissie van geur te beperken is de afdekking van de loopwagen en de afzuiging van de zand-/vetvang verbeterd.

De microzeven hebben in de situaties met rustige belastingwisselingen (meest voorkomende situatie) storingsvrij gefunctioneerd. Toch zijn de microzeven de belangrijkste bron van storingen van de MBR geweest. Storingen aan de microzeven traden veelal op bij snelle belastingvariëaties.

Om de storingsgevoeligheid te verbeteren zijn een reeks aanpassingen en optimalisaties aan zowel de fijnroosters, de zand-/vetvang en de microzeven uitgevoerd. De verbeteringen hebben geleid tot een bedrijfszeker en vrijwel storingsvrije voorbehandeling.

ZUIVERINGSRENDEMENT

Voor het vaststellen van de verwijderingsrendementen per zuiveringstrap is een intensieve monsternamen- en analysecampagne uitgevoerd. Deze campagne heeft wisselende resultaten opgeleverd. Voor een aantal stoffen kon onvoldoende betrouwbaar het verwijderingsrendement worden vastgesteld. Dit had veelal te maken met externe verstoringen van de bemonsterde waterstromen waardoor geen goede balansberekeningen konden worden gemaakt. Soms kon geen verklaring worden gegeven voor de gevonden hoge spreiding, negatieve rendementen of niet kloppende massabalansen. Een overzicht van de gevonden rendementen is gegeven in onderstaande tabel.

TABEL A: VERWIJDERINGSRENDEMENT (IN %) PER ZUIVERINGSSTAP

	fijnrooster	zand- en vetvang	microzeven	totaal
onopgeloste stof	34	-7	19	35
BZV	21	-9	18	33
CZV	21	-7	12	28
Kjeldahl stikstof	0	0	5	12
ammonium	0	2	0	8
fosfaat (totaal)	18	-4	-2	8
Olie en extraheerbare vetten	15	-6	22	40

Onopgeloste stof

Onopgeloste stof wordt vooral in de fijnroosters en microzeven verwijderd. De roostergoed-productie bedraagt 11-17 kg DS/dag (0,19-0,27 kg DS/i.e.jaar). Op basis van een balansberekening in de waterlijn werd de hoeveelheid roostergoed aanzienlijk overschat. Hierdoor lijkt het aannemelijk dat in de roosters aanzienlijk minder onopgeloste stof dan de gevonden 34% wordt verwijderd. Dit wordt ook bevestigd door het berekende totaal rendement van 35%.

De hoeveelheid zeefgoed geproduceerd door beide typen microzeven bedroeg 8-19 kg DS/uur. Hierbij heeft de slibrecirculatie vanuit de beluchtingstank regelmatig aangestaan waardoor de hoeveelheid zeefgoed relatief hoog is geweest. De hoeveelheid zeefgoed vastgesteld door de TU Kassel bedroeg, zonder slibrecirculatie, voor de stationaire microzeven 7,3 kg DS/uur.

BZV en CZV

Het totale zuiveringsrendement voor BZV en CZV zijn respectievelijk 33 en 28%, waarbij de fijnroosters en microzeven een min of meer evenredig deel verwijderen. Er is geen verklaring gevonden waarom verwijderingsrendementen voor BZV hoger liggen dan voor CZV.

Nutriënten en fosfaat

De stikstof componenten ammonium en Kjeldahlstikstof worden overall met circa 10% afgescheiden. Gezien de grote spreiding in de meetresultaten kan niet worden aangegeven in welke trappen verwijderen plaatsvindt. Fosfaat wordt voor circa 8% verwijderd, dit vindt vooral in de fijnroosters plaats.

Olie en extraheerbare vetten

Olie en extraheerbare vetten werden vooral de microzeven (22%) verwijderd en niet door de vetvang. Hoewel voor vetten een grote spreiding in de rendementen is waargenomen lag het gemiddelde rendement in lijn met het uitgevoerde pilotonderzoek in Beverwijk.

Haren en vezels

Haren en vezels werden door technische onvolkomenheden niet volledig tegengehouden door de microzeven. Door het dichtmaken van de plaatoverlap in de stationaire microzeven is de verwachting dat er geen haren meer doorgelaten worden.

Aanvullend onderzoek

De Technische Universiteit Kassel heeft in de maanden april en mei 2006 eveneens onderzoek naar de voorbehandeling gedaan, in het bijzonder naar het functioneren van de statische microzeef. De resultaten zijn voor de onderzochte stoffen (onopgeloste stof, CZV, totaal stikstof en fosfaat) in overeenstemming met onderhavig onderzoek.

De prestaties van beide typen microzeven konden in dit onderzoek niet afzonderlijk worden beoordeeld waardoor geen voorkeur kan worden uitgesproken.

Procesontwerp

Voor de fijnroosters is het nuttig gebleken de redundant aanwezige capaciteit in gebruik te nemen. Met een stappenrooster (835 m³/uur) in bedrijf konden de microzeven onvoldoende storingsvrij worden bedreven. Echter bij goed functionerende microzeven is de verwachting dat reservestelling van de fijnroosters niet noodzakelijk is en kan worden volstaan met één stappenrooster. Om de drogestofbelasting van de microzeven te verlagen kan bij toekomstige ontwerpen worden overwogen de doorlaat van de fijnroosters uit te voeren met 3 mm (in plaats van 6 mm).

De vetvang, in het ontwerp opgenomen omdat op het riool afvalwater van een kaasfabriek werd geloosd, is niet een noodzakelijke zuiveringstrap in de voorbehandeling gebleken. De hoeveelheid vet die wordt afscheiden is gering. Een zandvang blijft wel nodig.

Voor de microzeven is 100% reservestelling noodzakelijk gebleken. Een verdere verhoging van de capaciteit is gewenst. Verwacht wordt dat na het vervangen van de trommelzeven (grotere capaciteit) de combinatie stationaire en trommelmicrozeven een dusdanige capaciteit heeft dat de incidentele forse belastingpieken zonder storingen verwerkt kunnen worden.

Intensieve voorzuivering heeft gevolgen voor de primaire slibproductie en afvalwatersamenstelling. De gemiddelde CZV/N verhouding is na voorzuivering 9,4. Met deze ratio wordt voor de MBR Varsseveld ruim voldaan aan de effluenteis van 5 mg N/l. Wijziging of aanpassing van de bestaande voorzuivering zal consequenties hebben voor de effluentkwaliteit. Alvorens aanpassingen te realiseren wordt aanbevolen de gevolgen voor de effluentkwaliteit te onderzoeken.

1

INLEIDING

Voor een succesvolle introductie van grootschalige MBR-systemen zijn de technische aspecten van de opschaling van groot belang. De voorbehandeling is een van de technische aspecten die bijzondere aandacht behoeft. De voorbehandeling is structureel anders dan bij conventionele systemen en bovendien is er nog weinig ervaring op volle schaal.

Een belangrijk verschil met de conventionele rwzi's is dat er in de voorbehandeling van afvalwater bij MBR-systemen veelal gebruik gemaakt wordt van microzeven. Een effectieve voorbehandeling (verwijdering haren, vezels, vet, e.d.) is samen met de continuïteit van groot belang voor een goede membraanwerking. Het functioneren van de voorbehandeling is daarom één van de meest kritische ontwerpaspecten. Op de MBR Varsseveld bestaat de voorbehandeling uit achtereenvolgens fijnroosters, een beluchte zand-/vetvang en microzeven. De MBR Varsseveld heeft een ontwerpcapaciteit van 23.150 i.e. (à 54 g BZV) en een maximale hydraulische belasting van 755 m³/uur.

In de deelstudie *voorbehandeling* is onderzoek gedaan naar het functioneren van verschillende scheidingsstappen in de voorzuivering. De volgende doelstellingen zijn nagestreefd:

- a. inzicht krijgen in de bedrijfszekerheid van de verschillende processtappen, en hieraan gekoppeld, de noodzaak van redundantie (mate van reservestelling),
- b. inzicht krijgen in de storingsgevoeligheid van de verschillende processtappen,
- c. inzicht krijgen in het stofspecifieke verwijderingrendement per zuiveringstrap,
- d. inzicht krijgen in de betekenis van de resultaten voor het procesontwerp en het functioneren van de MBR.

In hoofdstuk 2 wordt de configuratie van de voorbehandeling gepresenteerd. In hoofdstuk 3 wordt de bedrijfsvoering besproken waarbij praktische ervaringen zoals storingsgevoeligheid, onderhoud e.d. aan de orde komen. Hoofdstuk 4 bespreekt de onderzoeksopzet. Hoofdstuk 5 presenteert de resultaten van het onderzoek waarbij de resultaten per zuiveringstrap zijn uitgewerkt. In hoofdstuk 6 worden de resultaten per doelstelling geëvalueerd, in het bijzonder in relatie tot het functioneren MBR installaties. Afsluitend volgen in hoofdstuk 7 de conclusies.

AFBEELDING 1 OVERZICHT HOOFD- EN DEELSTUDIERAPPORT

Rapport 1 - Hoofdrapport	Presentatie en evaluatie van alle onderzoeksactiviteiten
	Deelstudie Bedrijfsvoering en effluentkwaliteit
Rapport 2 - Deelstudierapport	Deelstudie Voorbehandeling
	Deelstudie Verwijdering bijzondere stoffen
	Deelstudie OC en Hydraulica
	Deelstudie Slibkwaliteit versus filtreerbaarheid
	Deelstudie SIMBA-modellering
	Deelstudie Membranen
	Deelstudie Simulatie-Unit

2

CONFIGURATIE VOORBEHANDELING

2.1 INLEIDING

De voorbehandeling bij MBR systemen wijkt in een aantal opzichten af van klassieke zuiveringssystemen. Dit heeft te maken met de gevoeligheid van membranen voor stoffen zoals vet, vezels, haren, zand e.d. Vervuiling van membranen met deze stoffen kan worden voorkomen door deze stoffen vergaand uit het water te verwijderen. Dit vereist een intensieve voorzuivering van het ruwe afvalwater. Voor de MBR Varsseveld is gekozen voor een serieschakeling van achtereenvolgens fijnroosters, beluchte zand- en vetvang en microzeven. In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de werking van de verschillende processtappen. In §2.2 volgt een schematisch overzicht van de configuratie met bijbehorende dimensies. In §2.3 worden de processtappen functioneel omschreven. In §2.4 volgt een overzicht van de ervaringen die zijn opgedaan ten aanzien van de bedrijfsvoering van de verschillende procesonderdelen.

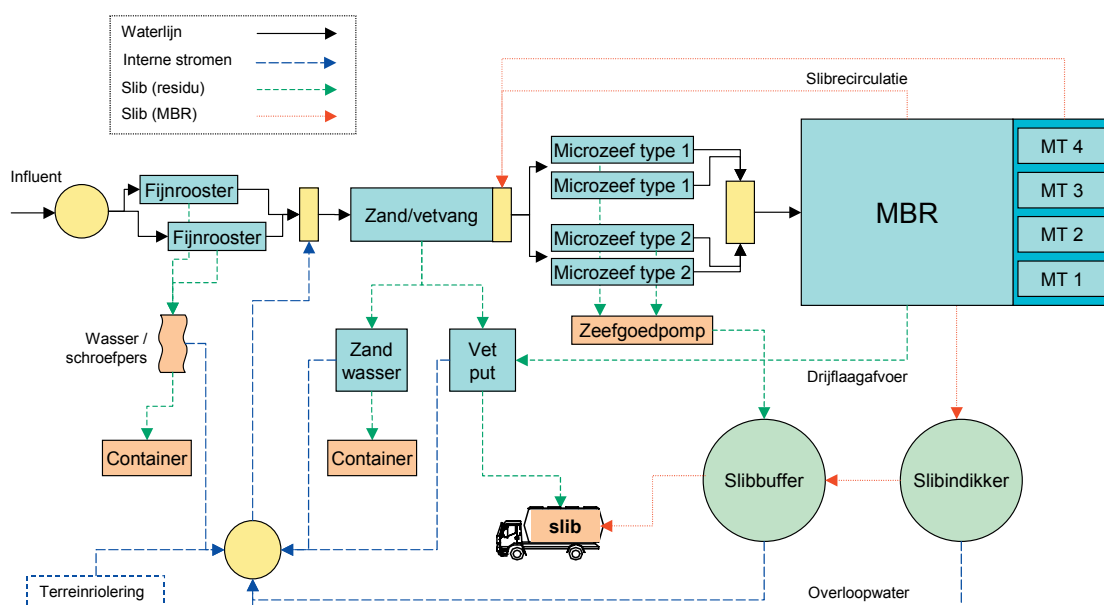
2.2 SCHEMATISCH OVERZICHT EN DIMENSIES

De voorbehandeling van de MBR in Varsseveld bestaat uit de volgende procesonderdelen:

1. fijnroosters
2. gecombineerde beluchte zand- en vetvang
3. microzeven

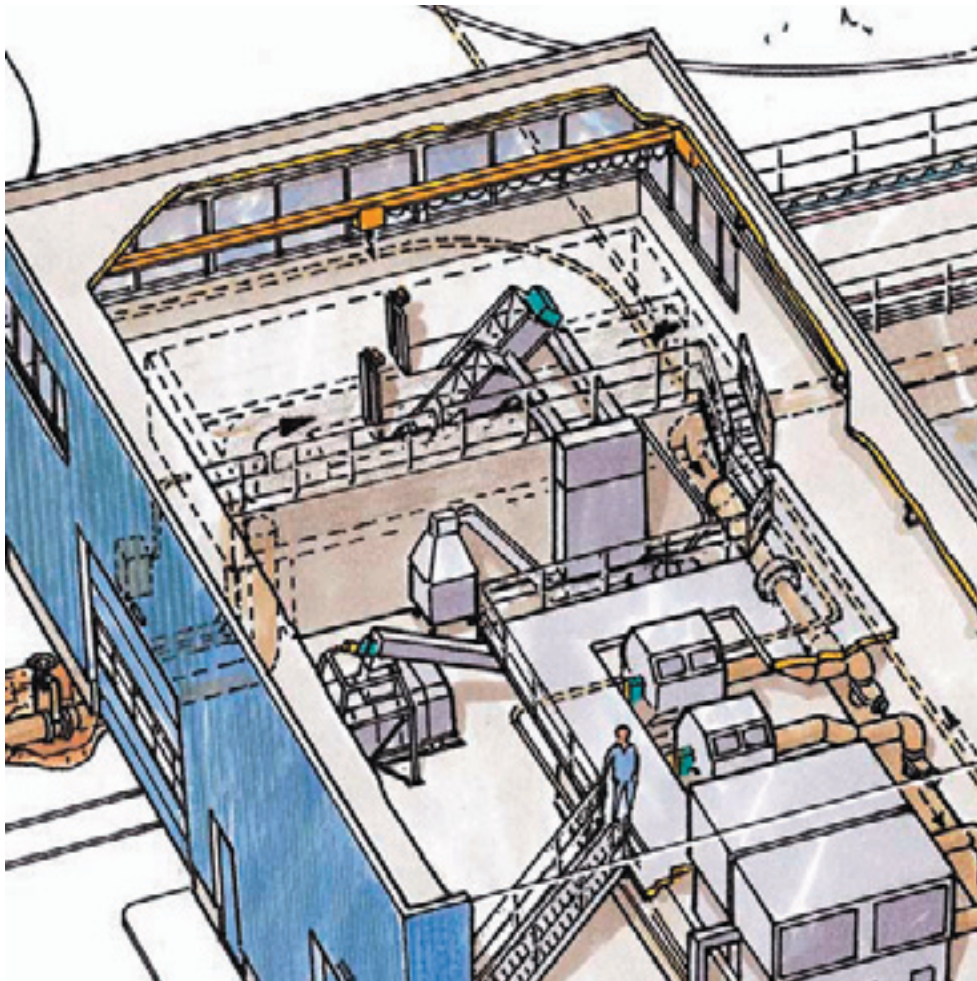
Een processchema van waterstromen en slibstromen is weergegeven in Afbeelding 2. Een uitgebreide beschrijving van de processtappen wordt gegeven in §2.3.

AFBEELDING 2 SCHEMATISCH OVERZICHT VOORBEHANDELING MBR VARSSEVELD



In Afbeelding 3 is een *artist impression* gegeven van de voorbehandelingsruimte. Hierin worden de volgende procesonderdelen onderscheiden: fijnroosters, zandwasser, transportband, opvangcontainers en microzeven. De beluchte zand- en vetvang bevindt zich buiten deze ruimte.

AFBEELDING 3 ARTIST IMPRESSION VOORBEHANDELINGSRUIMTE (HANS TER BURG)



In tabel 1 t/m 4 wordt een overzicht gegeven van de dimensies van respectievelijk fijnroosters, gecombineerde zand- en vetvang en microzeven.

TABEL 1 DIMENSIES FIJNROOSTERS

Fijnroosters		
Aantal	2	-
Type	Stappenroosters	-
Fabriek	Snoek SR21-60-6	-
Hydraulische capaciteit (elk)	835	m ³ /uur
Kanaal-, zeefbreedte	750/600	mm
Spleetwijdte	6	mm

TABEL 2 DIMENSIES GECOMBINEERDE ZAND- EN VETVANG

Gecombineerde zand- en vetvang		
Aantal	1	-
Fabriek	Hoogendonk (special)	-
Type	Beluchte goot	-
Oppervlak	60	m ²
Diepte	3,6	m
Hydraulische verblijftijd bij RWA	6	minuten
Oppervlakte belasting bij RWA	20	m ³ /(m ² .uur)
Beluchttingscapaciteit	90	Nm ³ /uur

TABEL 3 DIMENSIES STATIONAIRE MICROZEVEN

Stationaire microzeven		
Aantal	2	-
Fabriek	Contec DF-60	-
Type	borstelzeef	-
Hydraulische capaciteit (elk)	420	m ³ /uur
Lengte x breedte x hoogte (elk)	1900 x 2750 x 2000	mm
Perforatiediameter (ronde gaten)	0,8	mm

TABEL 4 DIMENSIES TROMMELMICROZEVEN

Trommelmicrozeven		
Aantal	2	-
Fabriek	Auxill MDF 1202-800	-
Type	trommelzeef	-
Hydraulische capaciteit (elk)	420	m ³ /uur
Lengte x breedte x hoogte (elk)	2000 x 1200 x 1000	mm
Perforatiediameter (ronde gaten)	0,8	mm

2.3 VERZAMELPUT INFLUENT

Het aangevoerde afvalwater wordt eerst verzameld in een put. Het water is afkomstig van verschillende dorpen in de omringende gemeente Varsseveld. Ook verschillende industrieën leveren een bijdrage in de wateraanvoer. Met name een kaasfabriek levert hierin een substantiële bijdrage.

Het water wordt aangevoerd middels enkele kleine persleidingen met een lengte tot 5 km. Voorbeelden van omringende dorpen zijn Westendorp (ca. 40 m³/uur, 3 km rond 200 mm), Mariënveld (ca. 40 m³/uur, 4,4 km rond 150 mm) en Halle (ca. 130 m³/uur, 5 km rond 250 mm). De grote aanvoer komt van Varsseveld welke in absolute zin maatgevend is voor het hydraulische patroon (ca. 545 m³/uur en 820 m rond 450 mm). Het aanvoerpatroon vanaf dit gemeentelijk beïnvloedt snel het niveau in de beluchtingstank van de MBR. De minimumcapaciteit van dit gemeentelijk is 150 à 200 m³/uur waardoor het hydraulische aanbod sterk kan variëren.

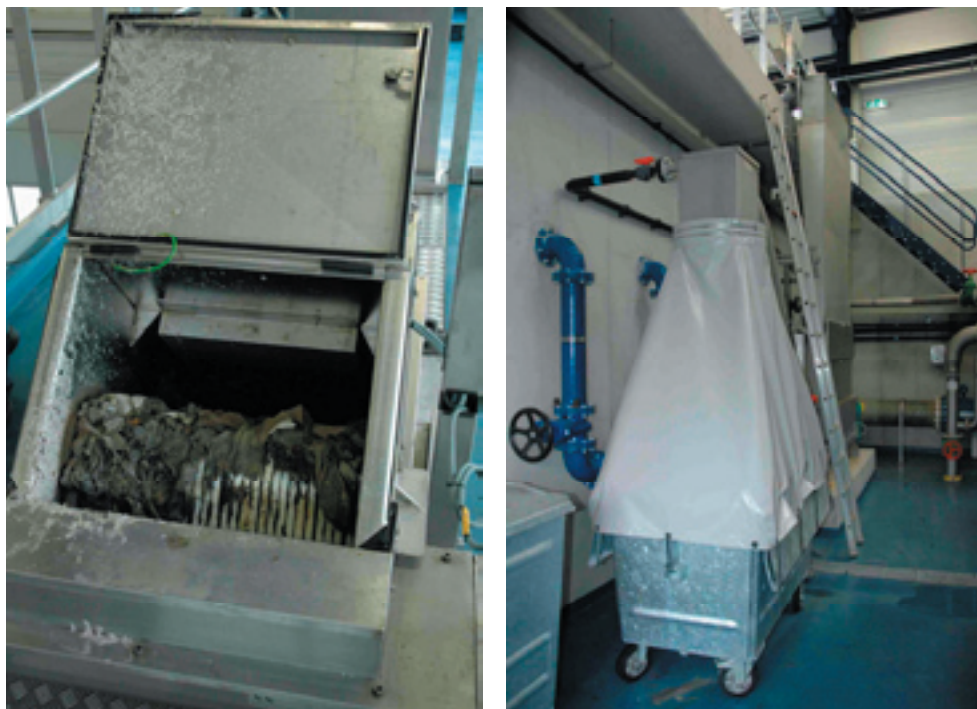
Vanuit de verzamelput stroomt het afvalwater onder vrij verval de fijnroosters in (het water wordt dus niet verpompt).

2.4 FIJNROOSTERS

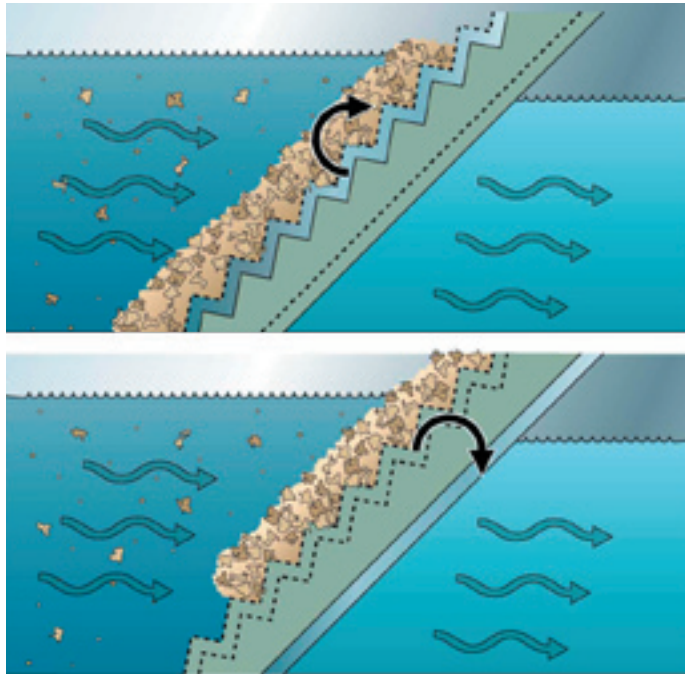
De twee stappenroosters, met een roosterwijdte van 6 mm, kunnen elk een totale maximale aanvoer van 835 m³/uur verwerken (Afbeelding 4). Het roostergoed wordt afgescheiden en na ontwatering middels een schroefpers, opgevangen in een container. Na passage van de roosters wordt het water opgemengd met water uit de terreinriolering.

De werking van het stappenrooster met laagje roostergoed is geïllustreerd in Afbeelding 5. Een beschrijving van de procesregeling is gegeven in §3.2

AFBEELDING 4 FIJNROOSTERS EN OPVANGBAK ROOSTERGOED (NA ONTWATERING)



AFBEELDING 5 ILLUSTRATIE WERKING STAPPENROOSTER



2.5 VERZAMELPUT INTERNE WATERSTROMEN

Op het bedrijfsterrein aanwezige interne afvalwaterstromen (o.a. afvalwater bedrijfsgebouw, overloopwater indikker, afloopwater indikker, spoelwater microzeven, afloopwater vetput, spoelwater zandwasser, terreinwater) komen samen in een verzamelput. Dit terreinwater komt samen met het influent dat de fijnroosters is gepasseerd. Vervolgens loopt dit water over in de beluchte zand-en vetvang (Afbeelding 6).

2.6 ZAND- EN VETVANG

De zand- en vetvang wordt belucht. Zand wordt afgevoerd en gewassen in de zandwasser. De zandwasser verbruikt spoelwater (50 m³/uur), maar is maar slechts enkele seconden per spoelbeurt aan. Het gewassen zand wordt vervolgens met een schroefpers verplaatst en opgevangen in een container (Afbeelding 7).

Het vet wordt afgeroomd en opgevangen in een vetput. Via deze vetput wordt ook een mogelijk aanwezige drijfslag in de beluchtingstank afgevoerd. De vetput wordt wekelijks geleegd. Dit komt vooral door een substantiële bijdrage van het drijfslib uit de beluchtingstank.

De zand/vetvang is relatief groot gedimensioneerd, vanwege onder meer het grote aandeel in de belasting vanuit de industrie (circa 6.000 i.e. à 54 g BZV van een kaasfabriek).

AFBEELDING 6 BELUCHE ZAND- EN VETVANG



AFBEELDING 7 ZANDWASSER, TRANSPORTSCHROEFFERS EN CONTAINER VOOR OPVANG ZAND



2.7 MICROZEVEN

Na de zand- en vetvang stroomt het water naar de microzeven (Afbeelding 8). In Varsseveld worden twee typen microzeven getest. De trommelzeef (geleverd door fabrikant Auxill) is een compact draaiende zeef met verwijdering van zeefgoed middels sproeiërs. De stationaire zeef (geleverd door fabrikant Contec) is een zeef waarbij het zeefgoed met borstels uit de zeef wordt geborsteld en zo relatief droog vrijkomt. Beide typen microzeven zijn dubbel uitgevoerd. Elke straat (2 microzeven van één type parallel in bedrijf) kan 755 m³/uur verwerken. Er is een keuze om het water over de trommelzeven dan wel de stationaire zeven of beide typen microzeven te leiden. Beide typen microzeven hebben geperforeerde ronde gaatjes met een diameter van 0,8 mm.

Na passage van de microzeven wordt het water opgevangen in een bak (~ 60 m³) waarna het onder vrijval naar de voordennitrificatieruimte stroomt. De microzeven worden ook gebruikt om actiefslib vanuit de beluchtingstank en de membraantank te reinigen.

AFBEELDING 8 MICROZEVEN



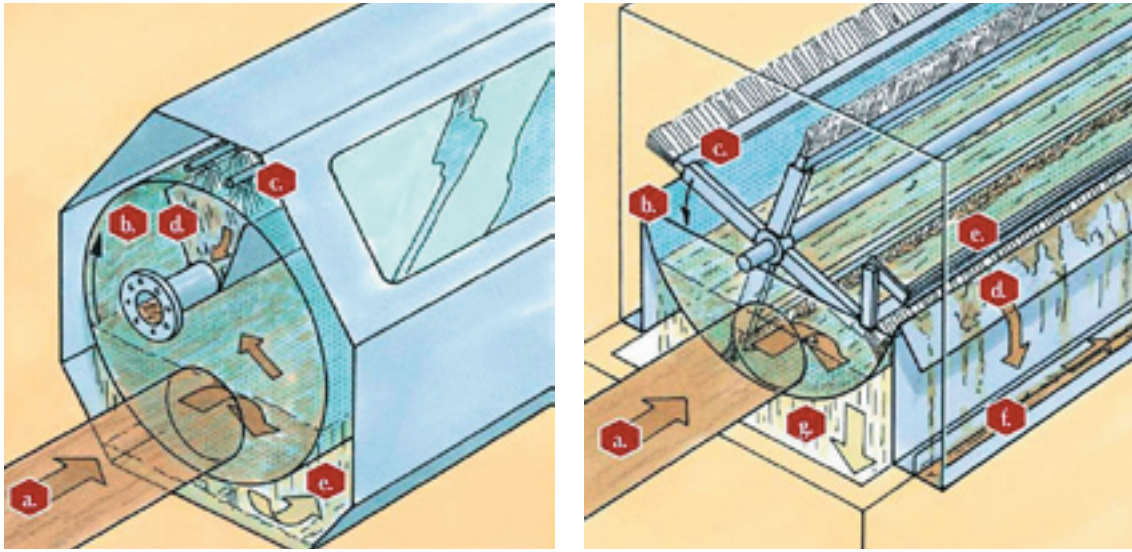
AFBEELDING 9 DETAIL FOTO ZEEFOPPERVLAK TROMMELZEEF EN STATIONAIRE ZEEF



Afbeelding 10 (links) illustreert de werking van de trommelzeef. Afvalwater en slib worden aangevoerd (a) in de draaiende microzeef (b). Vuildeeltjes worden op de zeef meegenomen naar boven en van de zeef verwijderd door sproeiërs die van buitenaf water aanvoeren (c). Gezeefde deeltjes worden opgevangen in een goot en afgevoerd (d). Onderin de bak van de zeef wordt het gezeefde water opgevangen en afgevoerd (e).

Afbeelding 10 (rechts) illustreert de werking van de stationaire zeef. Afvalwater en slib worden aangevoerd (a) in een stilstaande of zogenoemde statische microzeef (b). Een draaiende borstel verplaatst het vuil en reinigt de zeef (c). Vuildeeltjes vallen via een overstort (d) in een opvang- en afvoergoot (f). Een schraper zorgt ervoor dat de borstels schoon blijven (e). Onderin de bak van de zeef wordt het gezeefde water opgevangen en afgevoerd (g).

AFBEELDING 10 WERKING VAN DE TROMMELZEEF (LINKS) EN DE STATIONAIRE ZEEF (RECHTS)



3

BEDRIJFSVOERING VOORBEHANDELING

3.1 INLEIDING

Er is gedurende de eerste 1,5 jaar dat de MBR Varsseveld in bedrijf veel aandacht besteed aan de bedrijfsvoering van de voorbehandeling. In Nederland is er nog weinig ervaring met voorbehandelingsystemen op volle schaal. In dit hoofdstuk worden de bedrijfsvoeringaspecten van de afzonderlijke processtappen besproken. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in de gehanteerde procesregeling, het functioneren en de aangebrachte dan wel voorgestelde optimalisaties en/of verbeteringen. Bijzondere aandacht zal uitgaan naar het meest kritisch onderdeel: het functioneren van de microzeven.

3.2 FIJNROOSTERS

3.2.1 INLEIDING

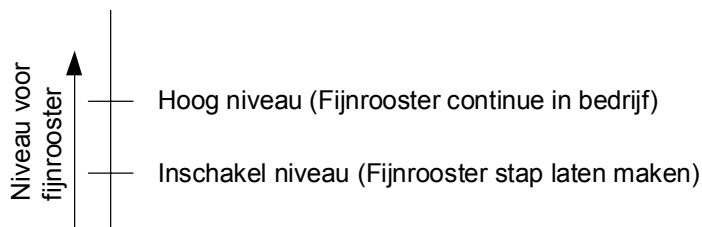
De roostergoedverwijdering bestaat uit twee fijnroosters, twee transportschroeven en één roostergoedpers. De twee fijnroosters met de bijbehorende transportschroeven vormen één roostergoedverwijderingsstraat, waarbij één straat als reserve wordt beschouwd. Op een instelbaar tijdstip (wekelijks) wordt de roostergoedverwijderingsstraat op basis van bedrijfsuren gewisseld. Er is tot en met 28 februari 2006 altijd maar één roostergoedverwijderingsstraat actief geweest. Vanaf 1 maart 2006 functioneren twee roostergoedverwijderingsstraten gelijktijdig.

3.2.2 PROCESREGELING

Als de roostergoedverwijderingsstraat de voorkeur heeft (dus in automatisch bedrijf) dan zal het fijnrooster op de volgende criteria gestart worden:

- steeds één stap bij het inschakel niveau,
- continu bij hoog niveau voor het fijnrooster,
- continu tijdens looptijd van de instelbare loop/wachttijd functie van het fijnrooster.

AFBEELDING 11 NIVEAUSTURING FIJNROOSTER

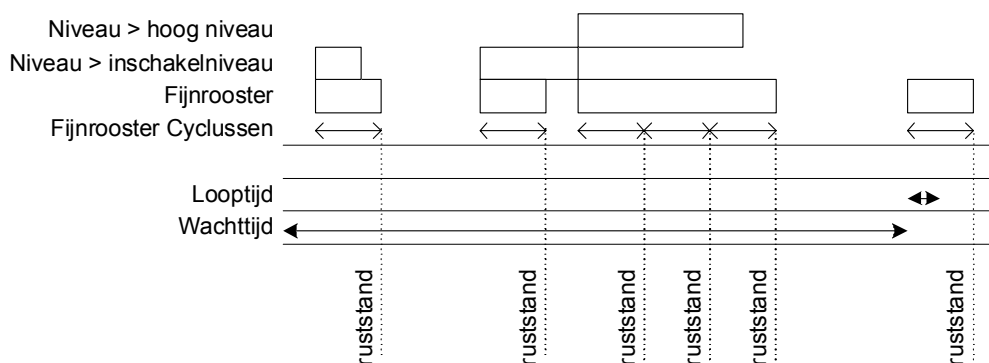


Een fijnrooster maakt altijd zijn cyclus af. Dit wil zeggen dat, indien het fijnrooster niet vergrendeld is, het fijnrooster in bedrijf blijft totdat de ruststand wordt gedetecteerd.

In Afbeelding 11 is het in bedrijf komen van een fijnrooster schematisch afgebeeld. Als eerste komt het fijnrooster in bedrijf op het inschakelniveau. Het fijnrooster zal altijd één cyclus maken op het inschakelniveau. Als na deze cyclus het inschakelniveau niet is weggefallen, zal door het stijgende niveau het fijnrooster op hoog niveau continu in bedrijf komen totdat het hoog niveau niet meer actief is. Tevens zal bij hoog niveau een alarmmelding worden gegeven.

Het fijnrooster wordt ook in looptijd continu aangestuurd totdat de looptijd verstreken is. In Afbeelding 12 zijn de hierboven beschreven situaties afgebeeld. Tevens zijn het aantal cyclussen van het fijnrooster ter illustratie toegevoegd.

AFBEELDING 12 SCHAKELSCHEMA FIJNROOSTER



In geval van storing bij beide roostergoedverwijderingsstraten worden direct de toevoergemalen en de terreinriolering geblokkeerd. Daarop moet de zuiveringstechnicus snel actie ondernemen om de storing te verhelpen, dan wel een by-pass naar de voormalige zuivering in gebruik te nemen.

3.2.3 FUNCTIONEREN

De fijnroosters hebben gedurende de onderzoeksperiode zeer bedrijfszeker en zonder storingen gefunctioneerd.

3.2.4 OPTIMALISATIE/ VERBETERINGEN

De procesregeling van de fijnroosters was in eerste instantie vergelijkbaar met conventionele rwzi's, dat wil zeggen bij het bereiken van een inschakelniveau maakt het rooster één stap. Steeg het waterniveau vóór het rooster verder, dan werd gewacht tot het hoog niveau bereikt werd en werd het rooster compleet schoongedraaid. Bij deze situatie is het fijnrooster volledig schoon en is de volle doorlaat van 6 mm beschikbaar en is dus geen filterend laagje roostergoed aanwezig. Gebleken is dat in deze situatie bij hoog debiet (bijv. RWA) en grote vuillast een relatief grote hoeveelheid onopgeloste stof de microzeven bereikt. Deze situatie heeft meerdere malen tot een storing van de microzeven geleid.

De storing kon niet worden voorkomen door het instellen van andere niveaus. Een wijziging van de procesregeling door aanpassing van de software (december 2005 en januari 2006) gaf wel een verbetering. De procesregeling is in de huidige situatie zo ingesteld dat het fijnrooster, bij het bereiken van het inschakelniveau, niet één stap maakt maar net zoveel stappen maakt totdat het niveau weer onder het inschakelniveau is. In eerste instantie leidde deze

aanpassing tot een groot aantal stapjes achter elkaar bij het bereiken van het inschakelniveau op het moment dat juist de aanvoer aan het toenemen was. Door een verdere aanpassing in de vorm van tussentijdse stapjes, lukte het toch niet om te voorkomen dat af en toe de microzeven te zwaar belast werden. Debietverhogingen van meer dan 300 m³/h binnen 2 minuten gaven aanleiding tot zodanige niveauverhogingen dat hoog niveau werd bereikt en het rooster werd schoongedraaid. Daarop is besloten om een proef uit te voeren met twee fijnroosters parallel in bedrijf. Bij twee fijnroosters parallel in bedrijf traden geen storingen meer op in de bedrijfsvoering. Deze opzet is doorgevoerd op 1 maart 2006.

3.3 BELUCHE ZAND- EN VETVANG

3.3.1 INLEIDING

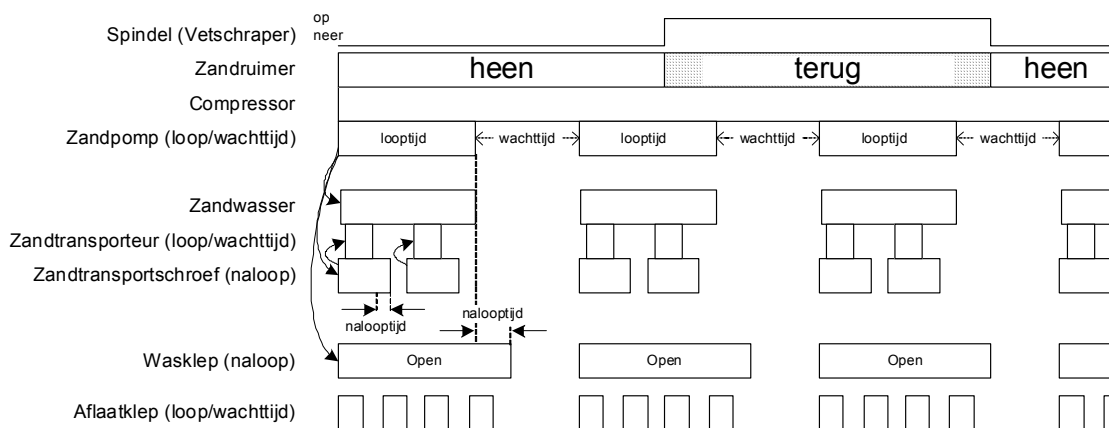
De zand- en vetverwijdering bestaan achtereenvolgens uit: loopwagen (2 aandrijvingen, zandpomp, kabelhaspel, vetschraper), blower zandvang, zandwasser, zandtransporteur, zandtransportschroef.

3.3.2 PROCESREGELING

De loopwagen wordt met behulp van twee aandrijvingen aangedreven en wordt steeds heen en weer gestuurd tussen begin- (roostergoedgebouw) en eindstand (vetvang) (Afbeelding 13). In voorwaartse beweging (van begin- naar eindstand) is de vetschraper neer. Bij een teruggaande beweging (van eind- naar beginstand) is de vetschraper altijd op. De kabelhaspel dient voor het transport van de elektriciteitskabels en wordt tegelijk met de aandrijving van de loopwagen aangedreven.

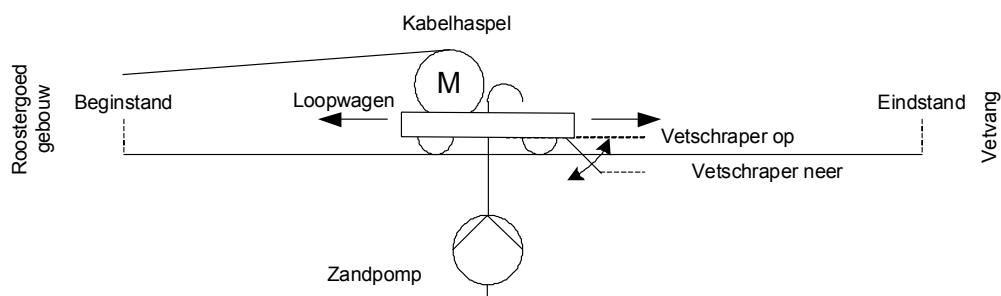
Bij het vervallen van de schakelvoorwaarde (influentdebiet < inschakeldebiet) zal de loopwagen zijn cyclus afmaken; de loopwagen keert terug naar zijn beginpositie en stopt.

AFBEELDING 13 SCHEMATISCHE WEERGAVE PROCESREGELING ZAND EN VETVERWIJDERING



De zandpomp zit mechanisch aan de loopwagen gekoppeld (Afbeelding 14) en wordt in automatisch bedrijf met een loop/wachttijd functie aangestuurd als de loopwagen in bedrijf is. De blower van de zandvang wordt in automatisch bedrijf aangestuurd als de loopwagen (heen-en-weer cyclus) in bedrijf is. Vanuit de zandruimer komt het zand in de zandwasser. De zandwasser en de bijbehorende wasklep komen automatisch in bedrijf wanneer de zandpomp in bedrijf is. Vanuit de zandwasser transporteert de zandtransporteur het gewassen zand naar de zandtransportschroef en wordt het zand verzameld in de container.

AFBEELDING 14 AANSTURING ZAND/VET VERWIJDERING



3.3.3 FUNCTIONEREN

De zand- en vetvang heeft bedrijfszeker gefunctioneerd. Aandachtspunt is het continu in bedrijf laten van de loopwagens tijdens vorst. Bij vorst koelt de olie af en wordt daardoor viskeuzer. Dit kan mogelijk tot een te hoge aanloopstroom leiden.

De met kunststof of rubber flappen afgedekte openingen voor de loopwagens leiden, mede ook door onvoldoende afzuiging van lucht, tot enige geuruittreiding.

Bij situaties van RWA werd doorslag van vet waargenomen.

3.3.4 OPTIMALISATIE / VERBETERINGEN

Op basis van een visuele beoordeling van de wervelingen in de zand- en vetvang is het toerental van de blower van de zandvang omlaag gebracht.

De afdekking van de openingen voor de loopwagens is aangepast en de afzuiging van de zand- en vetvang is verbeterd om de geuruittreiding te beperken (afzuiging op twee plaatsen, verhoging afzuigdebiet).

3.4 MICROZEVEN

3.4.1 INLEIDING

Er zijn totaal twee microzeefstraten met elk twee microzeven (totaal dus vier microzeven). Daarnaast heeft elke straat zijn eigen zeefgoedtransporteur en transportpomp. De werking van de twee verschillende microzeven is toegelicht in §2.7. Aangezien de MBR Varsseveld de demonstratie-installatie voor MBR in Nederland is, zijn vanwege het leereffect twee verschillende fabrikanten geïnstalleerd. In verband met de maximale capaciteit van de machines, bestaat elke zeefstraat uit twee machines. Om de procesregeling overzichtelijk te kunnen presenteren zijn in §3.4.2 verschillende kopjes aan de onderdelen toegekend.

3.4.2 PROCESREGELING

Wisselen van microzeefstraat bij storing:

De microzeefstraten zijn dubbel uitgevoerd en waarbij één straat als reserve wordt beschouwd. Indien één microzeef in storing valt schakelt de voorbehandeling over naar de andere straat. Bij het wisselen van microzeefstraten op een storing zal de straat die in storing valt direct uitgeschakeld worden. De “nieuwe” microzeefstraat zal direct in bedrijf worden genomen.

Automatisch wisselen van microzeefstraat

Naast het wisselen bij een storing zullen de microzeefstraten ook wisselen op een instelbare tijd. Bij het wisselen zal eerst de “nieuwe microzeefstraat” in bedrijf worden genomen. Vervolgens zullen de microzeefstraten gezamenlijk in bedrijf blijven gedurende een instelbare samenlooptijd. Na deze tijd zal de “oude” microzeefstraat worden uitgeschakeld.

De trommels van de trommelmicrozeven worden niet zoals de borstels van de stationaire microzeven continu aangestuurd, maar worden afhankelijk van een niveaudetectie (niveau in de trommel) aangestuurd worden.

Terreinwater sproeikleppen:

De trommelmicrozeven hebben een terreinwater sproeiklep. De sproeiklep wordt afhankelijk van een niveaudetectie (2^e niveau) aangestuurd.

Blokkeercommando:

Als de microzeven in storing komen (toevoerafsluiters dicht) wordt een blokkeercommando gegeven aan de fijnroosters, het leeghaalsysteem en de slibrecirculatiepomp. Door het blokkeren van de fijnroosters worden indirect ook de toevoergemalen en de terreinriolering geblokkeerd.

Hoog niveau:

Bij hoog niveau in een microzeef of bij hoog niveau van de transportpomp wordt de desbetreffende microzeefstraat uitgeschakeld. Hoog niveau in de microzeef wordt in de software overgenomen totdat de microzeef klaar is met schoonspoelen. Als het hoog niveau vervalt zal de microzeef dus volledig gereinigd aan een nieuwe cyclus beginnen.

Zeefgoedtransporteur:

Achter elke microzeefstraat is een zeefgoedtransporteur opgenomen. Deze wordt met een instelbare nalooptijd aangestuurd als één van de microzeven van de desbetreffende microzeefstraat in bedrijf is en er geen hoog niveau transportpomp is. Vanaf de zeefgoedtransporteur komt het zeefgoed in een trechter van de zeefgoedtransportpomp. Bij inschakelniveau (instelbaar) in de trechter wordt de motor aangedreven afsluiter achter de transportpomp open gestuurd. Als deze open is dan schakelt de transportpomp in.

Slibrecirculatie:

Er wordt niet alleen influent naar de microzeven geleid. Ook slib uit de beluchtingstank wordt bij droogweeraanvoer over de microzeven geleid om ingewaaid blad en ander vuil te verwijderen. Verder wordt er als er een membraanreiniging (in lucht) plaatsvindt, slib uit de membraantank naar de microzeven gepompt met de leeghaalpomp.

De slibrecirculatiepomp wordt in automatisch bedrijf continu aangestuurd en zal alleen uit bedrijf gaan als het leeghaalsysteem van de membraanstraten actief is of het influentdebiet groter is dan een instelbaar debiet (dit om alleen bij droogweeraanvoer slib te recirculeren).

3.4.3 FUNCTIONEREN

De microzeven zijn de belangrijkste bron van storingen van de MBR geweest en hebben relatief veel aandacht van de bedrijfsvoerders en storingsdienst gevestigd. Bovendien is de belangrijkste functie van de microzeven, te weten het tegenhouden van haren, niet volledig gelukt. Overigens hebben de microzeven in de meest voorkomende situatie (rustige belastingwisselingen) storingsvrij gefunctioneerd.

Storingen aan de microzeven traden veelal op bij snelle belastingvariaties (bijvoorbeeld bij een snelle overgang naar regenweeraanvoer). Bij deze situaties was het zuiveringsrendement van de fijnroosters en zand-/vetvang onvoldoende. Dit resulteerde in een te hoge belasting van microzeven met drogestof en vet. Bij een dergelijke situatie bleef er teveel water in de machines staan en/of werd er teveel water mee uit de machines met het zeefgoed meegevoerd. Incidenteel is ten tijde van een storing een drogestofgehalte van het zeefgoed van meer dan

6,5 g/l gemeten en werden incidenteel vetgehalten van meer dan 150 mg/l gemeten. In dat soort situaties volgt een storing hoog niveau in een microzeef of hoog niveau van de transportpomp. Daarom zijn er regelmatige optimalisaties aan zowel de fijnroosters, de zand en vetvang en de microzeven uitgevoerd.

De trommelmicrozeven zijn als gevolg van een communicatiefout in de offertefase in eerste instantie afgeleverd met een gaasbespanning. Voor de in gebruik name is deze bespanning echter op aanwijzing van het waterschap vervangen door een geperforeerde plaat (vergelijkbaar met de stationaire zeefplaat). Omdat de waterdoorlaatbaarheid van de geperforeerde plaat minder is (minder gaatjes) dan van een gaasbespanning, traden problemen op met het zeefgoedtransport uit de machine (zeefgoed moet uit de machine drijven). Na het aanbrengen van sproeiers in de afvoergoot is dit probleem verholpen. Uiteindelijk is geconcludeerd dat de aanpassing van de bespanning heeft geleid tot een te geringe capaciteit van de machine, en is in overleg met de leverancier besloten de machines uit te wisselen voor een groter type. Dit type wordt tevens verder geoptimaliseerd met een verbeterde afdichting en zeefgoedafvoer met schroef.

Direct na in gebruik name van de microzeven zijn testen uitgevoerd met het doseren van haren. Hieruit is geconcludeerd dat de microzeven geen haren doorlaten. Later zijn bij membraaninspecties toch haren, vezels, etc. aan de bovenzijde van de membranen gevonden. In eerste instantie is dit geweten aan een lekke slang tijdens de opstartfase, maar bij de zeer grondige membraaninspectie van februari 2006 zijn ook borstelharen uit de stationaire microzeven¹ gevonden. Aangezien de noodoverloop van de stationaire microzeven is dichtgelast, is dit waarschijnlijk te wijten aan de overlap van de zeefplaten. Gelet op de radiuslengte van de zeefplaten kon deze niet uit één stuk vervaardigd worden, maar is sprake van twee zeefplaten, die met een overlap van meer dan een decimeter zijn aangebracht en via bevestigingsbanden om de 35 cm zijn vastgezet.

3.4.4 OPTIMALISATIE / VERBETERINGEN

Ten aanzien van de bedrijfsvoering van de microzeven zijn de volgende aanpassingen en verbeteringen doorgevoerd:

ALGEMEEN

1. Na afschakelen microzeven worden deze schoongespoeld, zodat deze niet vuil worden weggezet.
2. Bij hoog aanvoerdebiet komen alle vier microzeven in bedrijf.
Als het influentdebiet (debietmeting zandvang) groter wordt dan een instelbaar samenloopdebiet, dan zal gedurende een afzonderlijke instelbare samenlooptijd beide microzeefstraten worden aangestuurd. Na het verstrijken van de samenlooptijd zal onafhankelijk van het debiet de samenloop beëindigd worden. Beide microzeefstraten kunnen alleen samenlopen als beide microzeefstraten gereed staan (geen storingen/vergrendelingen en alles automatisch).
3. Capaciteit zeefgoedtransportpompen is vergroot.

¹ Omdat veel water uit de stationaire microzeven werd geschept, zijn borstelharen uitgeknipt en mogelijk in de zeef achtergebleven.

BIJ DE STATIONAIRE MICROZEVEN:

1. Wegknippen deel borstelharen bij de stationaire microzeven om te voorkomen dat te veel water in het zeefgoedtransportsysteem terecht komt.
2. Het dichter op de zeefplaten zetten van de borstels.
3. Het maken van een kortsluiting tussen het zeefgoedtransportsysteem en het terreinriool, dit om storingen in verband met het teveel meeborstelen van water naar het zeefgoedtransportsysteem te voorkomen.
4. Het vervangen van de borstels (twee verschillende borstels, zonder uitgeknipte borstelharen).
5. Het popnagelen van de plaatoverlap, waardoor het nu niet meer mogelijk is dat enige haren en vezels de stationaire zeven ongezeefd kunnen passeren. Dit omdat bij de membranen toch nog enige haren, borstelharen en vezels gevonden zijn. Bij vervanging van de platen is het wenselijk om de platen op enkele punten vast te lassen.

BIJ DE TROMMELZEVEN:

1. Aanpassen slibafvoersysteem (sproeiers in afvoergoot).
2. Vervanging van de trommelzeven door 50% grotere machines, met tevens verbeteringen van de afdichting (seal over volledige diameter) en zeefgoedafvoer (met schroef i.p.v. water).

VERVOLGACTIES:

1. Het waterschap is van plan elke week de toevoergemalen even maximaal laten draaien om al te veel ophoping van materiaal in de aanvoerleidingen daarmee te voorkomen.
2. Storing van de microzeven leidt tot het automatisch afschakelen van de aanvoer. Bij het weer opstarten van de installatie na zo'n storing komen de aanvoergemalen allemaal tegelijk in bedrijf en wordt ook de slibrecirculatie over de microzeven weer gestart. Dit leidt meestal weer snel tot een nieuwe overbelasting van de microzeven. Met handmatige acties kunnen de zuiveringstechnici de aanvoergemalen achtereenvolgens in laten schakelen en de slibrecirculatie stopzetten om zo nieuwe storingen te voorkomen. Automatisering hiervan is gewenst.

4

OPZET VAN HET ONDERZOEK

4.1 INLEIDING

Onderdeel van deze deelstudie is vast te stellen wat het rendement is van de voorbehandeling voor verschillende stoffen. Tevens gaat aandacht uit naar het functioneren van de verschillende processtappen, in het bijzonder het functioneren van de twee typen microzeven. Hiertoe zijn alle in de voorzuivering aanwezige water- en slibstromen frequent bemonsterd en geanalyseerd. Op basis van een intensieve monsternamecampagne is getracht inzicht te krijgen in het scheidingsrendement van de verschillende processtappen voor zowel DWA als RWA omstandigheden.

In dit hoofdstuk wordt achtereenvolgens het meetprogramma, de monsternameplaatsen, de uit te voeren analyses en het tijdschema beschreven.

4.2 MEETPROGRAMMA

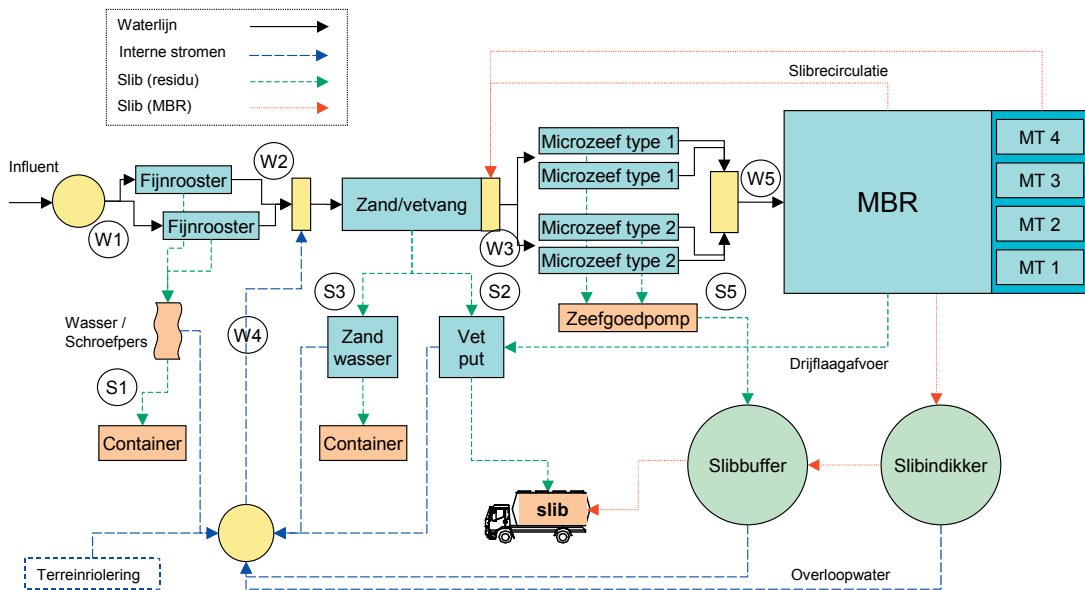
4.2.1 INLEIDING

Om een representatief beeld te krijgen van het functioneren van de verschillende voorbehandelingsstappen is in de periode van 20 oktober 2005 t/m 31 januari 2006 (27 dagen) afvalwater bemonsterd. De monsterdagen waren verspreid over deze periode gekozen waarbij een beeld kon worden verkregen voor zowel DWA als RWA situaties. In deze paragraaf worden de gekozen monsternameplaatsen, de uitvoering en het analyseprogramma besproken.

4.2.2 MONSTERNAMEPLAATSEN

Voor het maken van goede balansberekeningen is het noodzakelijk om op diverse plaatsen in het voorzuiveringstraject representatieve monsters te nemen. Schematisch zijn de monsternamepunten weergegeven in Afbeelding 15. Hierbij is onderscheid gemaakt in monsternameplaatsen in waterlijn (W) en sliblijn (S). Negen monsterplaatsen zijn aangegeven. In Tabel 5 worden de monsternameplaatsen toegelicht.

AFBEELDING 15 MONSTERNAMEPLAATSEN IN HET VOORBEHANDELINGSONDERZOEK



TABEL 5 MONSTERNAMEPLAATSEN VOOR WATER- EN SLIBLIJN

Waterlijn:	Sliblijn:
W1: verzamel monster afvalwater (influent) uit put	S1: roostergoed naar verzamelbak
W2: afvalwater na fijnrooster	S2: vet naar vetput
W3: afvalwater na vet- + zandvang	S3: zand naar verzamelbak
W4: verzamel monster afvalwater uit put terreinriolering	S5: zeefgoed na microzeven
W5: afvalwater na microzeven	

AFBEELDING 16 MONSTERNAME INFLUENT NA FIJNROOSTER



4.2.3 MONSTERNAME UITVOERING

Voor betrouwbare uitspraken over de werking van de voorbehandeling zijn representatieve afvalwatermonsters van essentieel belang. Voor het verkrijgen van een representatief afvalwatermonster dient onder andere rekening gehouden te worden met (ref. 1):

- De snelheid waarmee de samenstelling van het afvalwater varieert; bij een snelle wisseling van de samenstelling (door bijv. regenweeraanvoer of pieklozingen) geniet een volume- of

debietproportionele monsternamen de voorkeur boven tijdproportionele monsternamen. Een toelichting van tijd- en volumeproportionele monsternamen is gegeven in bijlage 4.

- *Het monsternamen interval*; de frequentie waarmee monsters kunnen worden genomen, bepaalt in belangrijke mate hoe goed het monster overeenkomt met de gemiddelde samenstelling van het water. De noodzaak om frequent te bemonsteren hangt af van de snelheid waarmee de samenstelling van het afvalwater wisselt. Een gebruikelijk interval varieert van 1 tot 30 minuten. Bij dit onderzoek zijn de monsternamen-apparaten ingesteld op 1 x 5 á 6 minuten.
- *De tijdhorizon waarover het monster wordt verzameld*; de tijdhorizon (de periode waarover de monsternamen worden uitgevoerd) bepaalt of wisselingen in de watersamenstelling al dan niet worden meegenomen. Bij een 24-uurs monster wordt een gemiddelde samenstelling van het water over één dag verkregen. Bij een kortere horizon (bijv. 1-2 uur) kunnen stoffen die niet continu in het afvalwater zitten worden gemist. Bij dit onderzoek bedroeg de tijdhorizon 24 uur.

De mogelijke foutenmarge die aangehouden dient te worden bij de uitvoering van de analyses en conservering is in dit rapport buiten beschouwing gelaten. Deze fouten kunnen per individuele stof variëren.

WATERLIJN:

Op alle watermonsternamen plaatsen waren tijdsproportionele monsternamen-apparaten geplaatst. Uitzondering is het ruwe influent (vóór de fijnroosters) en effluent waar volumeproportionele monsters werden genomen (Afbeelding 16).

De ruwe influent monsters (vóór de fijnroosters) en de effluent monsters werden gekoeld. De overige monsters werden niet gekoeld. Omdat de monsternamen worden uitgevoerd in de wintermaanden is het effect van niet koelen op de analyse-uitkomsten, verwaarloosbaar klein geacht.

In de waterlijn ging het om 5 monsternamenplaatsen te weten: W1, W2, W3, W4 en W5. Afhankelijk van de te testen configuratie werd het afvalwater na één van de microzeven bemonsterd (dus niet een verzamelmonster van beide microzeven). Het was overigens wel mogelijk dat bij regenweer door het aanschakelen van meerdere microzeven mengmonsters werden verkregen. Bij de monsternamen is getracht zoveel mogelijk één microzeef in bedrijf te houden.

De monsternamen-apparatuur was zo ingesteld dat elke 5-6 minuten, gedurende 24 uur een monster genomen werd. Het monster werd verzameld in een 60 liter vat. De tijdstippen waarop de monsternamen-apparaten werden in- of uitgeschakeld varieerde tussen 8:00 en 10:30 uur afhankelijk van het tijdstip waarop de monsters door medewerkers van Waterschap Rijn en IJssel werden genomen.

AFBEELDING 17 MONSTERNAME WATER NA BELUCHTE ZAND-/VETVANG



SLIBLIJN

Voor de slibstromen dient een schatting gemaakt te worden van de kwantiteit en kwaliteit. In tegenstelling tot de waterstromen was voor een aantal slibstromen het zeer lastig een representatieve monstername uit te voeren.

ROOSTERGOED

De kwantiteit van het roostergoed (S1) werd afgemeten aan de frequentie waarmee de container werd afgevoerd. Aanvullend is op de monsternamedagen aan de hand van de draaiuren van de schroefpers de hoeveelheid roostergoed afgeschat. Gezien de onmogelijkheid van representatieve monstername is van het roostergoed geen droogrest en gloeirest bepaald.

Vet

Op voorhand werd vastgesteld dat de hoeveelheid afgeroomd vet (S2) niet goed over een periode van 24 uur kan worden vastgesteld door een lastige monstername, een relatief kleine hoeveelheid in grote opvangput en eventueel een verstoring door het afromen van drijfslib vanuit de beluchtingstank. Er is daarom op een aantal monsterdagen voor vet, twee keer per dag een steekmonster genomen van het vet dat de skimmer afroomt. Van het vet zijn de droog- en gloeirest bepaald.

Zand

Op basis van het aantal bedrijfsuren van de zandwasser is gedurende de monsternameperiode een schatting gemaakt van de hoeveelheid afgescheiden zand. Van het zand zijn geen analyses uitgevoerd.

Zeefgoed

Een tijdgestuurde monstername van het zeefgoed is eveneens een lastige opgave gebleken. Op één van de afsluiters was een klep aangebracht waarmee tijdgestuurd slib kon worden afgelaten. Gezien de onzekerheid in de bedrijfsvoering is alleen overdag (periode van

circa 8 uur) zeefgoed bemonsterd. Over het resterende deel van de dag is geen monsternamen gedaan.

Naast zeefgoed van het afvalwater is ook geprobeerd de hoeveelheid en samenstelling van het zeefgoed in de slibrecirculatielijn (actiefslib uit de beluchtingstank) vast te stellen. Het was oorspronkelijk de bedoeling gedurende de monsterperiode van 12 weken 6 maal de bijdrage van de slibrecirculatie op de hoeveelheid zeefgoed vast te stellen. Echter na 2 maal bleek de bijdrage van de hoeveelheid zeefgoed vanuit de slibrecirculatie verwaarloosbaar klein te zijn en werd besloten verdere metingen niet meer uit te voeren.

4.2.4 MONSTERNAME PROGRAMMA EN ANALYSE

Over een aaneengesloten periode van 12 weken (20 oktober 2005 t/m 31 januari 2006) werden periodiek monsters genomen en geanalyseerd. In het bijgevoegde monsternameschema (bijlage 1) is een overzicht gegeven van de monsternamedagen en uitgevoerde analyses. Om een goed beeld te krijgen van dagvariaties werden op verschillende (werk)dagen monsters genomen. Tabel 6 geeft een samenvattend overzicht van de monsternamen voor water- en sliblijn. Tabel 7 geeft een overzicht van de uitgevoerde analyses.

TABEL 6

OVERZICHT MONSTERNAME EN -FREQUENTIE

Watertijn	Monsterfrequentie (per week; 24 uur)
W1: afvalwater (influent) uit put	2 (volumemonster)
W2: afvalwater na fijnrooster	2 (tijdmonster)
W3: afvalwater na vet-/ zandvang	2 (tijdmonster)
W4: afvalwater uit terreinput	2 (tijdmonster)
W5: afvalwater na microzeef	2 (tijdmonster)
Sliblijn	Monsterfrequentie (per week)
S1: roostergoed naar verzamelbak	1 (kwantiteit)
S2: vet naar vetput	1 (2x steekmonster)
S3: zand naar verzamelbak	1 (kwantiteit)
S5: zeefgoed na microzeef	2 (tijdmonster; 8 uur per dag)

TABEL 7

OVERZICHT ANALYSES VOOR WATER- EN SLIBMONSTERS

watermonsters	slibmonsters
CZV (NEN 6633)	Droogrest (NEN-EN 12880)
BZV (NEN EN 1899-1)	Gloeirest (NEN-EN 12879)
NH ₄ -N (NEN 6646)	kwantiteit
Onopgeloste bestanddelen (NEN -EN 872)	
Olie en extraheerbare vetten (NEN 6671)	
N-Kjeldahl (NEN 6646 en NEN 6645)	
NO ₃ -N (NEN en ISO 13395)	
P-totaal (NEN 6663 en 6645)	
Vluchtige vetzuren (NEN 6682)	

4.2.5 BEDRIJFSVOERINGSASPECTEN TIJDENS MONSTERNAME

Voor een schatting van de kwantiteit van de afgeroomde vet is de drijfslagafvoer van de beluchtingstank gedurende enkele dagen uit bedrijf genomen.

Gedurende de monsternamedagen mag geen slib vanuit de beluchtingstank of membraan-tank gerecirculeerd worden over de microzeven, met uitzondering van de dagen dat de hoeveelheid / samenstelling van het zeefgoed van recirculatieslib zou moeten worden vastgesteld.

5

RESULTATEN

5.1 INLEIDING

De resultaten van het voorbehandelingsonderzoek zijn in dit hoofdstuk per zuiveringstrap uitgewerkt waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen de water- en sliblijn. In §5.2 wordt een overzicht gegeven van de individuele zuiveringsrendementen per stof per zuiveringstrap, inclusief een totaal rendement over de volledige voorbehandeling. In §5.3 wordt het hydraulische patroon getoond van het ruwe influent en interne wateraanvoer. Het functioneren van de verschillende zuiveringstrappen wordt besproken in de paragrafen 5.4 tot en met 5.6.

5.2 VERWIJDERINGSRENDEMENTEN FIJNROOSTERS, ZAND-/VETVANG EN MICROZEVEN

5.2.1 TOELICHTING EN UITGANGSPUNTEN

Hoewel aandacht is geschonken aan de wijze waarop de monstername is uitgevoerd bleek de slibrecirculatie tijdens monstername, zij het slechts voor korte tijdsduur (variërend van enkele minuten tot een uur), op een groot aantal monsternamedagen aan te staan. Er is geprobeerd slibrecirculatie tijdens monstername zoveel mogelijk te voorkomen en membraanreinigingen uit te voeren op dagen waarop niet bemonsterd werd of uit te voeren vóór of ná dat monstername apparatuur werd uitgezet. Echter uit een nadere analyse van de data blijken er zeven monsterdagen te zijn waarbij er geen verstoring van de monstername op de microzeven heeft plaatsgevonden. Voor slechts 5 dagen kon een betrouwbaar zuiveringsrendement worden vastgesteld. Samen met aanvullend onderzoek, uitgevoerd door de Technische Universiteit Kassel (D), kon toch een goede indruk worden gekregen van het functioneren van de stationaire microzeven (§6.2).

Door recirculatie van slib (vanuit beluchtingstank of membraantank) werd de monstername ná de microzeven verstoord. Omdat de toevoer van de slibrecirculatie aansluit op de leiding ná de zand-/vetvang heeft dit geen verstoringen opgeleverd voor de overige waterstromen.

Hieronder volgt puntsgewijs een toelichting op de tabel en hoe de berekeningen tot stand zijn gekomen:

- in de kolom 'verw%' staan de verwijderingsrendementen per stof.
 - ▲ de verwijderingsrendementen zijn een gemiddelde waarde van alle individueel vastgestelde rendementen (zowel positief als negatief)
 - ▲ de rendementen zijn berekend uit massabalansen (zand- en vetvang; zie §5.2.2) en concentraties (fijnroosters en microzeven)
 - ▲ enkele 'niet realistische' uitschieters (in totaal 3 analyse-uitkomsten) zijn niet in de berekeningen meegenomen
- in de kolom 'st.dev' is de spreiding weergegeven per stof;
- in de kolom 'aantal' staan het aantal monsternamedagen vermeld waarover het rendement is berekend.
 - ▲ voor de fijnroosters is dit het aantal DWA-dagen waarop bemonsterd is (zie §5.4.1);

- ▲ voor de microzeven is dit het aantal dagen dat er geen vertroebeling is opgetreden door recirculatie van slib (zie §5.7.1).
- in de laatste hoofdkolom wordt het totale verwijderingsrendement weergegeven.
- Bij berekening van de rendementen over de microzeven en de totale voorbehandeling zijn alleen de dagen meegenomen waarop een respresentatieve monstername is uitgevoerd (geen uitbijters, geen verstoringen).

Een samenvattend overzicht van de gevonden verwijderingsrendementen is gegeven in Tabel 8. Hierin zijn de onderzoeksresultaten van de TU Kassel niet meegenomen. Deze worden besproken in paragraaf 6.2.

TABEL 8 OVERZICHT VAN GEMIDDELTE VERWIJDERINGSRENDEMENTEN FIJNROOSTERS, ZAND-/VETVANG EN MICROZEVEN

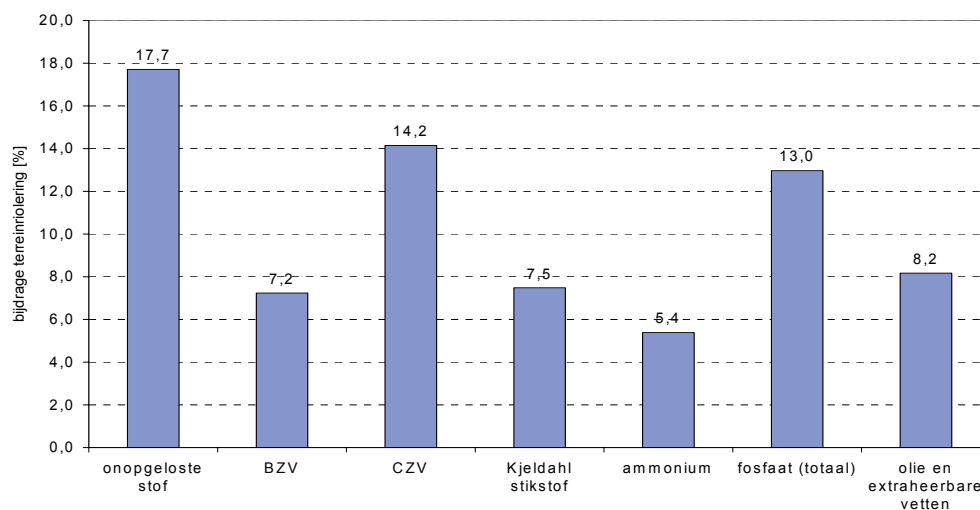
	fijnrooster			zand- en vetvang			microzeven			totaal		
	verw.%	st.dev	aantal	verw.%	st.dev	aantal	verw.%	st.dev	aantal	verw.%	st.dev	aantal
onopgeloste stof	34	17	9	-7	15	23	19	3	5	35	10	6
BZV	21	7	7	-9	15	23	18	9	5	33	10	6
CZV	21	7	9	-7	11	21	12	8	4	28	15	4
Kjeldahl stikstof	0	18	11	0	23	25	5	6	5	12	20	6
ammonium	0	20	11	2	11	25	0	6	5	8	31	6
fosfaat (totaal)	18	6	8	-4	17	24	-2	10	5	8	12	6
vet	15	28	10	-6	33	23	22	18	5	40	21	6

5.2.2 TERREINRIOLERING

Na passage van de fijnroosters wordt het water opgemengd met water uit de terreinriolering. Deze gecombineerde stroom kon door afwezigheid van een monsternamepunt niet worden bemonsterd. De samenstelling van de wateraanvoer naar de zand-/vetvang is daarom afgeleid uit een balansberekening van het debiet en de concentraties stoffen in het water van de terreinriolering en water na fijnroosters. De concentratie stoffen in de aanvoer naar de vetvang is dus berekend uit twee afzonderlijk bemonsterde waterstromen. Het aandeel van de interne wateraanvoer op de totale hydraulische belasting was gemiddeld circa 8%. Op DWA-dagen kon dit aandeel oplopen tot 20% (Afbeelding 19).

Uit een balansberekening is tevens de bijdrage van de interne wateraanvoer op de hoofdstroom voor de individuele stoffen vastgesteld. Onopgeloste stof, CZV en totaal-fosfaat leveren met meer dan 10% relatief de grootste bijdrage (Afbeelding 18). De procentuele bijdragen zijn berekend op basis van een gemiddelde van alle monsternamedagen, waarbij geen onderscheid is gemaakt in DWA en RWA situaties.

AFBEELDING 18 BIJDRAGE (STOFSPECIFIEK) TERREINRIOLERING OP AANVOER NAAR ZAND- EN VETVANG



5.2.3 RESULTAAT VERWIJDERINGSRENDEMENTEN

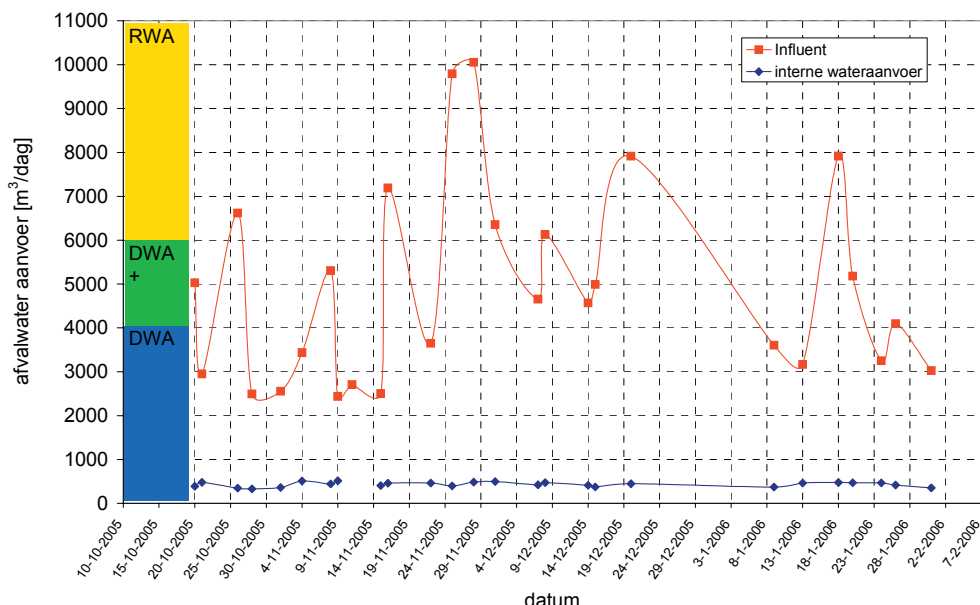
De verwijderingsrendementen voor de individuele zuiveringstrappen zijn gegeven in Tabel 8. Het totaal verwijderingsrendement wijkt af van de som van de individuele verwijderingsrendementen per zuiveringstrap. Dit komt omdat het effect van de terreinriolering niet in de berekening kan worden meegenomen. Ook de grote spreiding in de meetresultaten per zuiveringstrap draagt hieraan bij.

In §5.4 tot en met §5.7 wordt per zuiveringstrap de verwijdering van verschillende stoffen besproken. Alle meetresultaten worden per stof grafisch weergegeven in bijlage 2.

5.3 HYDRAULISCHE BELASTING

De weersituatie is gedurende de monsterperiode zeer wisselend geweest. Hierdoor kon de werking van de voorzuivering voor verschillende hydraulische condities worden onderzocht. In Afbeelding 19 is het influentdebiet gegeven op de monsternamedagen. Er is onderscheid gemaakt in DWA (<4000 m³/dag), DWA+ (4000-6000 m³/dag) en RWA (>6000 m³/dag).

AFBEELDING 19 AFVALWATER AANVOER MBR VARSSEVELD OP MONSTERNAMEDAGEN



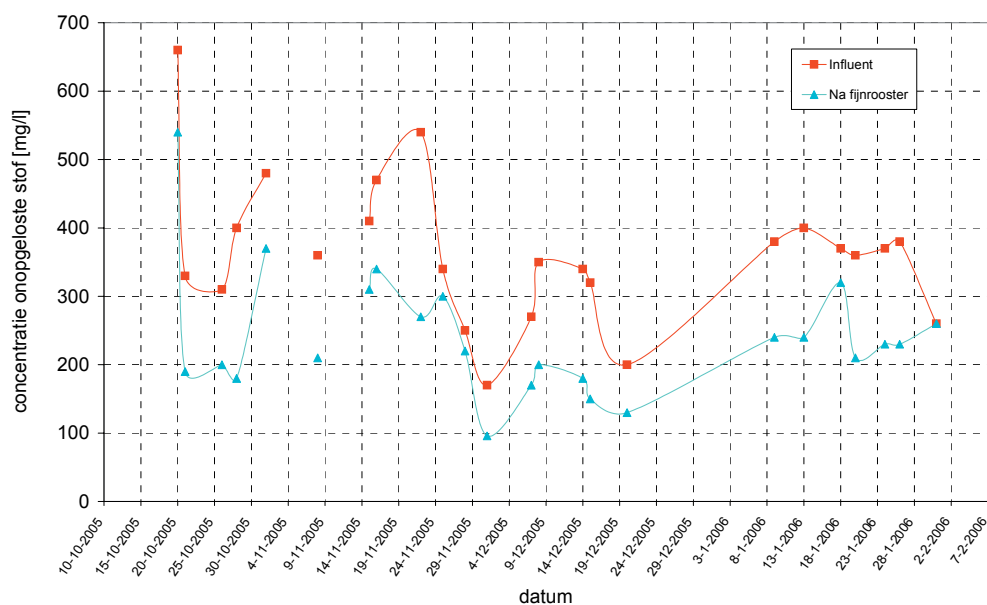
5.4 FUNCTIONEREN FIJNROOSTERS

5.4.1 WATERSTROOM

Een belangrijk punt bij de fijnroosters was een verschillende uitvoering in monsternamen. In de aanvoer werden monsters debietproportioneel genomen en in de afvoer van de fijnroosters werden de monsters tijdproportioneel genomen. Zoals bediscussieerd in bijlage 4 leveren beide methoden weinig verschil op indien fluctuaties in concentratie en debiet klein zijn. Op DWA dagen is dit voor ammonium het geval gebleken. Echter op RWA dagen treden grote verschillen op (>10%) terwijl dit op grond van de eigenschappen van ammonium (opgeloste vorm) niet zou worden verwacht (zie ook §6.1).

De fijnroosters halen vooral onopgeloste stof (34%), BZV (21%) en CZV (21%) uit het water. Vet en fosfaat worden met 15% en 18% afgescheiden. Ammonium en Kjeldahlstikstof worden niet verwijderd hoewel er hier sprake is van een grote spreiding in de berekende rendementen (zowel positief als negatief).

AFBEELDING 20 ONOPGELOSTE STOF VOOR EN NA DE FIJNROOSTERS



5.4.2 SLIBSTROOM

Op basis van een balansberekening varieerde de hoeveelheid afgescheiden onopgeloste stof van 200 tot 1.000 kg DS/dag met een gemiddelde afvoer van 562 kg DS/dag.

De hoeveelheid roostergoed die per dag in de container werd opgevangen kon in de monsternamperiodes moeilijk worden gekwantificeerd. Daarom zijn de berekeningen van de roostergoedproductie gebaseerd op het aantal afgevoerde containers per tijdseenheid. De frequentie waarmee de roostergoedcontainers (1,1 m³) werden geleegd bedroeg in 2005 eenmaal per 2 tot 3 weken. De gemiddelde hoeveelheid geproduceerd roostergoed bedroeg hiermee 50-80 liter per dag. 1 m³ roostergoed weegt circa 590 kg. Op basis van een gemeten drogestofgehalte van 36,2% bevat 1 m³ roostergoed 214 kg drogestof. Op basis van containerafvoer bedroeg de hoeveelheid afgescheiden roostergoed circa 11-17 kg DS/dag.

De hoeveelheid roostergoed die volgt uit de balansberekening is dus veel hoger dan je op grond van de afgevoerde hoeveelheid zou verwachten. Een analyse van mogelijke oorzaken hiervoor is uitgewerkt in hoofdstuk 6.

5.5 FUNCTIONEREN ZAND-/VETVANG

5.5.1 WATERSTROOM

De prestaties van de beluchte zand-/vetvang zijn voor wat betreft verwijdering van vet teleurstellend. De verschillen tussen in- en uitgaande concentraties zijn klein. In veel gevallen zijn de verschillen zelfs negatief, d.w.z. dat de uitgaande concentratie hoger is dan de ingaande. De primaire functie van de zand-/vetvang is zand en vet af te scheiden. Verwijdering van andere stoffen is dan ook niet of nauwelijks waargenomen. Er is geen directe verklaring voor de negatieve rendementen.

SLIBSTROOM

Steekproefgewijs is een aantal malen de concentratie vetten bepaald in de overloop naar de vetput. De concentraties vetten liepen uiteen van 6.600 tot 130.000 mg/l. Er konden hierdoor geen vrachtberekeningen worden uitgevoerd.

De hoeveelheid afgescheiden zand is bijgehouden door registratie van het aantal dagelijkse uren dat de zandwasser in bedrijf is geweest. Het aantal bedrijfsuren bedroeg gemiddeld 4,6 uur per dag en was met een standaarddeviatie van 0,3 zeer constant. Op grond van een jaaranalyse is vastgesteld dat de zandwasser gemiddeld 10,2 kg zand per bedrijfsuur produceert en dat de afvoer constant is. Op basis van dit gegeven bedroeg de maandelijkse hoeveelheid zand circa 1.400 kg. Dit kwam goed overeen met de 3.600 kg die eind november 2005 in een periode van 3 maanden werd verzameld. De hoeveelheid afgescheiden zand bedraagt voor de MBR Varsseveld circa 2 g/(i.e.dag) (nat volume).

5.6 FUNCTIONEREN MICROZEVEN

5.6.1 WATERSTROOM

De microzeven verwijderen olie en extraheerbare vetten met ruim 20%. BZV en CZV worden eveneens voor bijna 20% verwijderd. Echter er is voor deze stoffen ook een grote spreiding in verwijderingrendement waargenomen. De onopgeloste stoffen worden voor circa 19% gescheiden. De spreiding in de rendementen is voor onopgeloste stof klein (3%) in vergelijking tot de andere componenten.

Helaas kon door een gebrek aan representatieve monsternamedagen geen onderscheid worden gemaakt tussen het functioneren van de verschillende typen microzeven. Dit komt enerzijds doordat op een groot aantal dagen de monsternamen verstoord is door aanvoer van slib vanuit de beluchtingstank en/of membraantank. Anderzijds is het slechts op een beperkt aantal dagen mogelijk gebleken één van de twee typen microzeven in bedrijf te houden. Afhankelijk van de hydraulische belasting werden meerdere microzeven ingeschakeld om het afvalwateraanbod te verwerken. Dit heeft er vaak toe geleid dat alle microzeven tegelijkertijd in bedrijf waren.

5.6.2 SLIBSTROOM

Haren worden door de microzeven niet volledig tegengehouden. In de begin- en eindfase van het onderzoek zijn haren en vezels aangetroffen tussen de membranen aan de bovenzijde van de membraanmodules. In de beginfase werd dit toegeschreven aan een lekke slang waardoor af en toe toch enige bypass van de microzeven kon optreden. De oorzaak van de haren in de eindfase is onduidelijk. Mogelijk dat door een onvolledige afdichting van de zeefplaten er

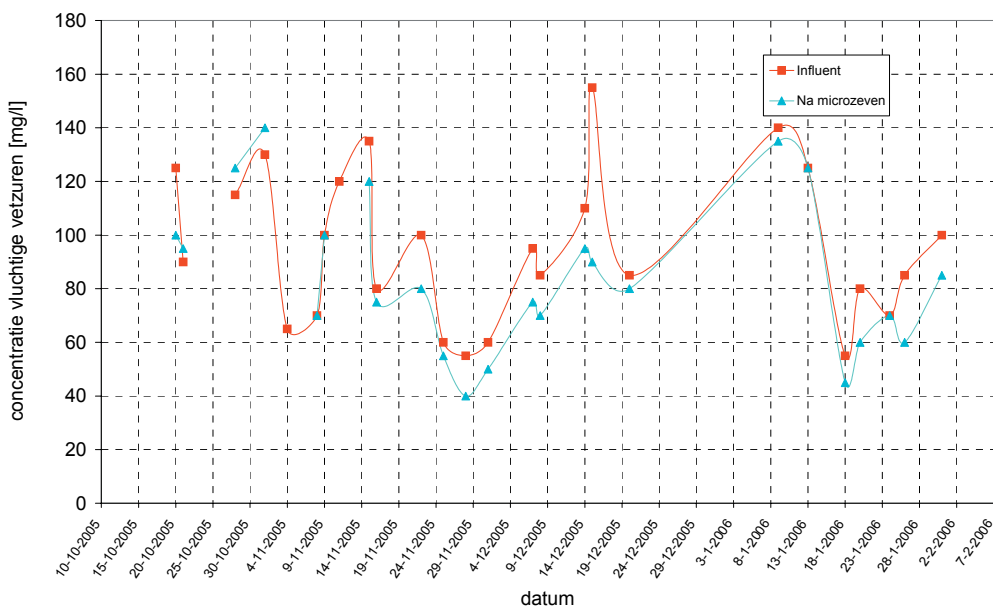
toch haren de microzeven kunnen passeren. In een proef waarbij gezeefd water door een kous werd geleid bleken er geen haren gevonden te worden. Meer informatie over het functioneren van de microzeven is beschreven in §3.4.3.

Het afgescheiden zeefgoed bedraagt bij de Auxill microzeven circa 40 m³/dag. Hiervan is circa 25 m³/dag spoelwater. Bij de Contec microzeven bedraagt de hoeveelheid zeefgoed circa 5 m³/dag. Het zeefgoed is geanalyseerd op gloeirest en indamprest (bijlage 2). Door de wijze van bedrijfsvoering (aan/uitschakelen wordt bepaald door hydraulisch aanbod) kon voor beide typen microzeven niet een goed onderscheid gemaakt tussen de hoeveelheid geproduceerd zeefgoed. Op basis van het zeefgoeddebiet (15-35 m³/dag) en zeefgoed analyses is de hoeveelheid zeefgoed geschat op 8-19 kg DS/uur. Mogelijk door recirculatie van slib uit de beluchtingstank is deze hoeveelheid relatief hoog. De hoeveelheid zeefgoed vastgesteld door de TU Kassel bedroeg, zonder slibrecirculatie, voor de stationaire microzeven 7,3 kg DS/uur.

5.7 OVERIGE STOFFEN / PARAMETERS

Voor een aantal stoffen zijn overall verwijderingsrendementen bepaald zoals voor vluchtige vetzuren en ortho-fosfaat. In Afbeelding 21 is de concentratie vluchtige vetzuren in het ruwe influent en na microzeven weergegeven. Het gemiddelde verwijderingsrendement bedroeg circa 12%. Hierin zijn ook de dagen dat slib over de microzeven werd gerecirculeerd meegenomen. Voor ortho-fosfaat bedroeg het gemiddelde verwijderingsrendement 11% (bijlage 2).

AFBEELDING 21 CONCENTRATIE VLUCHTIGE VETZUREN INFLUENT EN WATER NA MICROZEVEN



6

EVALUATIE EN CONCLUSIES

6.1 BEDRIJFSZEKERHEID VOORBEHANDELING

De voorbehandeling van de MBR Varsseveld bestaat achtereenvolgens uit fijnroosters, een beluchte zand- en vetvang en microzeven. Gedurende de onderzoeksperiode hebben de fijnroosters bedrijfszeker en zonder storingen gefunctioneerd.

FIJNROOSTERS

De procesregeling van de fijnroosters kwam bij in bedrijfname van de MBR overeen met de procesregeling op conventionele rwzi's. Echter gedurende het onderzoek bleek de werking van de fijnroosters bij een situatie van snelle debietverhoging (bijvoorbeeld start RWA) en grote vuillast minder effectief te zijn. Dit resulteerde meerdere malen tot een storing van de microzeven door een te hoge drogestofbelasting. Een aanpassing van de procesregeling, zodat vrijwel altijd een laagje roostergoed aanwezig is, gaf een aanzienlijke verbetering. Toch kon overbelasting van de microzeven niet te allen tijde worden voorkomen. Met twee fijnroosters parallel in bedrijf is in 2006 een verdere verbetering van de procesvoering doorgevoerd en treden bij piekbelastingen nauwelijks meer storingen op in de microzeven.

ZAND- EN VETVANG

Evenals de fijnroosters heeft de beluchte zand- en vetvang bedrijfszeker gefunctioneerd. Aandachtspunten betreffen het continu in bedrijf houden van de loopwagen tijdens vorst en geuremissies. Om emissie van geur te beperken is de afdekking van de loopwagen en de afzuiging van de zand-/vetvang verbeterd.

MICROZEVEN

De microzeven hebben in de situaties met rustige belastingwisselingen (meest voorkomende situatie) storingsvrij gefunctioneerd. Toch zijn de microzeven de belangrijkste bron van storingen van de MBR geweest. Deze storingen traden vooral op bij snelle belastingwisselingen. Veelal bij het begin van een RWA situatie, maar soms ook aan het einde, traden de storingen op. Bij deze situaties wordt veel onopgeloste stof en mogelijk ook vet vanuit het riool en transportstelsel aangevoerd. Het is gebleken dat belastingpieken niet voldoende werden afgevangen door de fijnroosters en de zand-/vetvang, zodat pieken in zwevende stof en/of vet de microzeven bereiken. De microzeven kunnen, zelfs bij 2 straten in bedrijf, dit tijdelijk niet aan en er volgt een storing.

Daarnaast is de belangrijkste functie van de microzeven, te weten het tegenhouden van haren, niet volledig gelukt. Door het dichtmaken van de plaatoverlap in de stationaire microzeven is de verwachting dat er geen haren meer doorgelaten worden.

Vet is niet echt een probleem gebleken, maar heeft natuurlijk wel meegewerkt aan de storingen aan de microzeven.

Om de storingsgevoeligheid te verbeteren zijn een reeks optimalisaties aan zowel de fijnroosters, de zand-/vetvang en de microzeven uitgevoerd. Algemene optimalisaties aan de microzeven betroffen:

- het schoonspoelen van de microzeven, zodat deze niet vuil worden weggezet;
- het samenlopen van vier microzeven bij hoog influentdebiet en
- het vergroten van de capaciteit van de zeefgoedtransportpompen.

Deze optimalisaties samen met specifieke aanpassingen die zijn aangebracht per type apparaat (§3.4.4) hebben tot een vergaande verbetering van de bedrijfsvoering van de microzeven geleid. In de periode 1 maart 2006 tot en met 1 juni 2006 (na de uitgevoerde optimalisaties) is slechts éénmaal hoog water in de stationaire microzeven opgetreden. Na het automatisch overschakelen naar de trommelmicrozeven kunnen de stationaire microzeven, zonder beperking van de aanvoer blijven functioneren.

Naast de uitgevoerde aanpassingen zijn nog een aantal vervolgacties in voorbereiding die de procesvoering van de microzeven verder zal doen verbeteren. Het waterschap is van plan elke week de toevoergemalen voor korte duur maximaal te laten draaien om ophoping van materiaal in de aanvoerleidingen te voorkomen. Verder worden qua processturing specifieke maatregelen getroffen om de belasting van drogestof naar de microzeven gelijkmatiger te laten plaatsvinden, vooral op momenten dat de aanvoergemalen en slibrecirculatie vanuit de beluchtingstank weer in bedrijf worden genomen.

6.2 VERWIJDERINGRENDEMENT PER ZUIVERINGSTRAP

Eén van de doelen van dit onderzoek was vast te stellen hoe effectief stoffen worden verwijderd per voorzuiveringstrap.

FIJNROOSTERS

De fijnroosters verwijderen een grote fractie onopgeloste stof (34%) Uit een massabalansberekening vóór en ná de fijnroosters volgt een verschil van 562 kg DS/dag. Echter de gemiddelde hoeveelheid roostergoed die in Varsseveld door de fijnroosters wordt afgescheiden, berekend op basis van roostergoedanalyses en afgevoerde containers, bedroeg circa 11-17 kg DS/dag. Dit is een extreem verschil. Mogelijk dragen de volgende aspecten bij aan het gevonden verschil:

- (1) Bij het ontwateren van het roostergoed door de schroefpers zal een deel van het onopgeloste stof weer worden teruggevoerd naar de terreinriolering. De gemiddelde vracht onopgeloste stof in het terreinrioleringswater bedroeg 292 kg DS/dag (~50% van het afgevoerde roostergoed). Deze hoeveelheid is echter niet alleen afkomstig van de roostergoedpers maar ook van andere interne waterstromen.
- (2) Een verschillende wijze van monstername vóór (debietsproportioneel) en ná (tijdproportioneel) de fijnroosters geeft aanleiding tot een onjuiste stoffenbalans. Voor ammonium leidt tijdproportionele monstername tot een overschatting van de werkelijke belasting, wat soms aanleiding geeft tot negatieve verwijderingsrendementen (zie ook bijlage 4). Voor onopgeloste stof is dit verband niet bekend en ook moeilijk vast te stellen omdat er geen duidelijke correlatie is tussen het aanvoerdebiet en de concentratie. Uit vergelijking tussen de gevonden verwijderingsrendementen voor RWA en DWA situaties lijkt er overigens geen verschil te zijn (Tabel 10).
- (3) Onvoldoende representatieve monstername wat mogelijk aanleiding heeft gegeven tot een overschatting van de concentratie onopgeloste stof vóór de fijnroosters en/of onderschatting ná de fijnroosters.

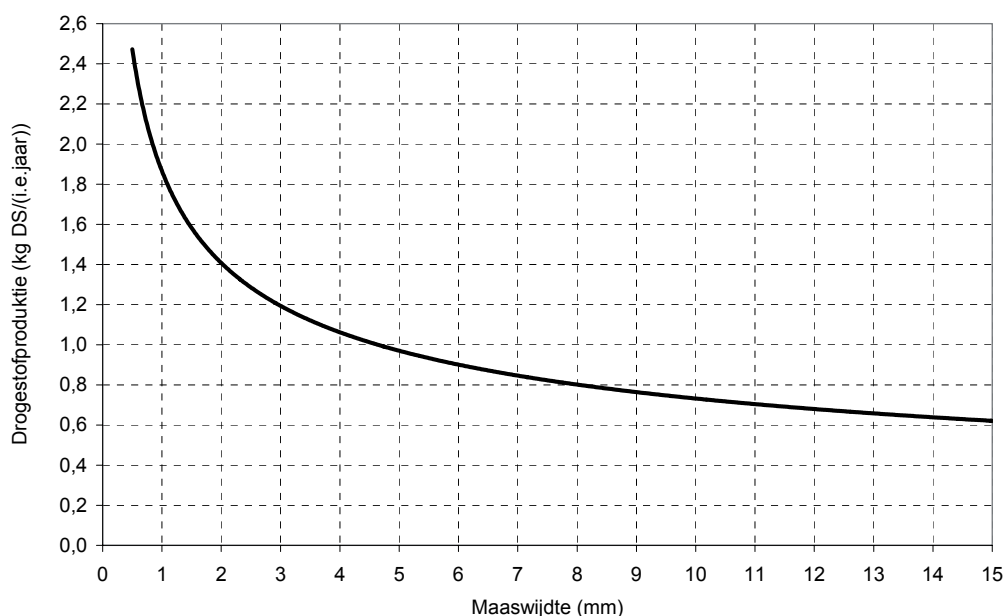
De roostergoedproductie bedraagt, gestandaardiseerd naar aantal inwoners equivalenten, 0,19-0,27 kg DS/(i.e.jaar) (11-17 kg DS/dag). Deze hoeveelheid is een factor 3-5 lager dan de onderzoeksgegevens van Seyfried [ref. 2] en is iets lager dan het MBR-onderzoek Maasbommel (Tabel 9). De resultaten zijn hoger dan in Beverwijk waar een eenvoudig staafrooster werd gebruikt.

TABEL 9 OVERZICHT DROGESTOF OPBRENGST VOOR FIJNROOSTERS EN MICROZEVEN MBR VARSSEVELD IN RELATIE TOT ANDERE ONDERZOEKEN

		Seyfried [ref. 2]	Varsseveld	Maasbommel [ref. 3]	Hilversum [ref. 4]	Beverwijk [ref. 5 en 6]
Fijnroosters	mm	6	6	6	nvt	7,2
	kg/dag	56	11-17	0,5		35
	kg/(i.e.jaar)	0,90	0,19-0,27	0,3		0,05
	g DS/m ³	13,3	2,6-4,1	5,3		0,5
Microzeven	zeef type	onbekend	stationair / trommel	stationair	trommel	stationair
	mm	0,8	0,8	0,75	0,5	0,75
	kg/dag	71	175	5,1	42,9	1,0
	kg/(i.e.jaar)	1,14	2,8	3,6	6,3	1,4
	g DS/m ³	17	42	57	89	23

Afbeelding 22 is ontleend aan de onderzoeksgegevens van Seyfried waarin de hoeveelheid afgescheiden roostergoed is gegeven in relatie tot de maaswijdte van het rooster. Seyfried vond bij 6 mm roostermaaswijdte een drogestof productie van 0,9 kg DS/(i.e.jaar).

AFBEELDING 22 PRODUCTIE DROGESTOF ALS FUNCTIE VAN DE ROOSTERMAASWIJDTE [REF. 2]



Door een verschillende monsternamen vóór en ná de fijnroosters kunnen soms afwijkingen ontstaan afwijkingen in de vastgestelde rendementen. Dit lijkt vooral te gelden vooral voor ammonium, Kjeldahl stikstof en olie/extraheerbare vetten. Tabel 10 toont de berekende verwijderingsrendementen voor de fijnroosters bij verschillende weerscondities. Hieruit blijkt dat er voor de genoemde stoffen grote verschillen ontstaan. Voor onopgeloste stof en CZV zijn

de verschillen klein. Echter voor vet en ammonium is het gemiddelde berekende rendement over alle monsternamedagen aanzienlijk hoger. Voor de meest reële waarden gelden de vermelde verwijderingsrendementen voor DWA condities.

TABEL 10

VERWIJDERINGSRENDEMENTEN FIJNROOSTERS BIJ DWA EN ALLE WEERSCONDITIES (DWA EN RWA)

	fijnrooster (DWA)			fijnrooster (DWA en RWA)		
	verw.%	st.dev	aantal	verw.%	st.dev	aantal
onopgeloste stof	34	17	9	34	14	24
BZV	21	7	7	18	15	25
CZV	21	7	9	23	8	23
Kjeldahl stikstof	0	18	11	7	19	26
ammonium	0	20	11	10	24	26
fosfaat (totaal)	18	6	8	14	12	24
olie en extraheerbare vetten	15	28	10	24	20	24

MICROZEVEN

De hoeveelheid zeefgoed geproduceerd door beide typen microzeven bedroeg 8-19 kg DS/uur, wat overeenkomt met circa 200-450 kg DS/dag. Hierbij heeft de slibrecirculatie vanuit de beluchtingstank regelmatig aangestaan waardoor de hoeveelheid zeefgoed relatief hoog is geweest. De hoeveelheid zeefgoed vastgesteld door de TU Kassel bedroeg, zonder slibrecirculatie, voor de stationaire microzeven 7,3 kg DS/uur. Uitgaande van deze waarde bedroeg de zeefgoedproductie van de microzeven circa 42 g DS/m³. Deze waarde is hoger dan Seyfried en Beverwijk, maar liggen gezien de gebruikte maaswijdte in lijn met de overige onderzoeken. De gevonden waarden in Hilversum zijn relatief hoog maar verklaarbaar door gebruik van een kleinere zeefwijdte in de microzeven (0,5 mm versus 0,8 mm) en de samenstelling van het water (onder uit het riool).

Olie en extraheerbare vetten werden door de microzeven voor 29% verwijderd. Hoewel voor vetten een grote spreiding in de rendementen is waargenomen lag het gemiddelde rendement in lijn met het Beverwijk pilot onderzoek. In dit onderzoek werd bij de stationaire microzeef (0,75 mm) vet voor 24% verwijderd.

De Technische Universiteit Kassel heeft in de maanden april en mei 2006 eveneens onderzoek gedaan naar verwijderingsrendementen, in het bijzonder voor de statische microzeef. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Tabel 11. De resultaten lijken redelijk met elkaar in overeenstemming.

TABEL 11

OVERZICHT MEETRESULTATEN FUNCTIONEREN MICROZEVENTU KASSEL (INCL. MEETRESULTATEN TNO/WRIJ)

	TU Kassel (D)			TNO/WRIJ		
	Stationaire zeef			Stationaire zeef / trommel zeef		
	verw.%	st.dev	aantal	verw.%	st.dev	aantal
onopgeloste stof	17,3	9,9	6	19,0	3,3	5
CZV	14,7	6,3	6	12,1	7,5	4
stikstof (totaal)	4,2	4,6	6	5,2	5,7	5
fosfaat (totaal)	1,1	4,5	6	-1,9	9,6	5

NB1: monsters TU Kassel zijn tijdproportioneel genomen van 8 uur -16 uur

NB2: stikstof (totaal) was bij TNO/WRIJ Kjeldahlstikstof

Onderzoek aan de microzeven door zowel TU Kassel als TNO/WRIJ heeft overeenkomstige resultaten opgeleverd. Dit was conform de verwachting omdat beide typen zeven uitgerust zijn met dezelfde zeefwijdte. De prestaties van beide microzeven konden in dit onderzoek niet afzonderlijk worden beoordeeld waardoor geen voorkeur kan worden uitgesproken.

ZAND-/VETVANG

Door veel negatieve verschillen tussen in- en uitgaande concentraties stoffen kon het functioneren van de zand-/vetvang niet goed worden beoordeeld. Het is daarom moeilijk aan te geven of er vet wordt verwijderd. Op basis van de massabalans lijkt het rendement slecht te zijn en lijkt de vetvang nauwelijks een functie te hebben.

6.3 BETEKENIS PROCESONTWERP EN FUNCTIONEREN MBR

Het ontwerp van de voorbehandeling is gebaseerd op globale kentallen (afvalwatersamenstelling vroegere zuivering) en gegevens van een beperkt aantal praktijkschaal MBR installaties. De mate van reservestelling van de verschillende zuiveringstrappen is vanuit kostenooptpunt een belangrijke vraag. Ten aanzien van de reservestelling is het volgende vastgesteld:

FIJNROOSTERS

Voor de fijnroosters is het nuttig gebleken de redundant aanwezige capaciteit in gebruik te nemen. Dit had met name te maken met het functioneren van de microzeven. Met één stappenrooster (835 m³/uur) in bedrijf konden de microzeven onvoldoende storingsvrij worden bedreven. Vooral bij snelle hydraulische wisselingen vond op de fijnroosters doorslag plaats van onopgeloste stof en kwamen de microzeven in storing. Met een aangepaste procesvoering en twee fijnroosters parallel in bedrijf konden hydraulische fluctuaties worden afgevlakt. Hierdoor werden de fijnroosters gelijkmatiger gereinigd en werden de microzeven gelijkmatiger belast. Opgemerkt dient te worden dat als de microzeven storingsvrij kunnen functioneren reservestelling van de fijnroosters niet nodig is.

Om de bedrijfsvoering van de voorzuivering verder te verbeteren wordt aanbevolen bij toekomstige ontwerpen de doorlaat van de fijnroosters uit te voeren met 3 mm (in plaats van 6 mm). Deze aanpassing heeft als doel om onder alle aanvoeromstandigheden een filterend laagje roostergoed op de fijnroosters te kunnen handhaven en uiteindelijk de drogestofbelasting op de microzeven te verminderen.

ZAND- EN VETVANG

Onderzoek naar het functioneren van de zand- en vetvang heeft weinig resultaten opgeleverd. De vetvang was oorspronkelijk in het ontwerp opgenomen omdat op het riool afvalwater van een kaasfabriek werd geloosd. De hoeveelheid vet die wordt afscheiden is gering en voor deze installatie zou een vetvang niet noodzakelijk zijn. Een zandvang blijft wel noodzakelijk.

MICROZEVEN

In §6.1 zijn de bedrijfsvoering en uitgevoerde en voorgestelde procesoptimalisaties voor de microzeven uitvoerig beschreven. Verwacht wordt dat na het vervangen van de trommelzeven (grotere capaciteit) de combinatie stationaire en trommelmicrozeven een dusdanige capaciteit heeft dat de incidentele forse belastingpieken zonder storingen verwerkt kunnen worden. Ten opzichte van het oorspronkelijke ontwerp is 100% redundantie en verhoging van de capaciteit van de microzeven noodzakelijk gebleken.

MBR-systemen eisen een intensieve voorzuivering van afvalwater. Dit heeft vooral te maken met de gevoeligheid van de membranen voor stoffen die membranen kunnen vervuilen. Een intensieve voorzuivering zal de primaire slibproductie verhogen en als direct gevolg daarvan, de secundaire slibproductie verlagen. In §5.3 van het hoofdrapport is de slibproductie voor de MBR Varsseveld berekend en vergeleken met de conventionele installatie.

Door intensieve voorzuivering wordt de samenstelling van het afvalwater gewijzigd. In Tabel 12 zijn de gemiddelde concentraties van het ruwe influent vermeld. Op basis van overall verwijderingspercentages is de gemiddelde samenstelling van het water berekend die naar de beluchtingstank stroomt. In Tabel 13 zijn de BZV/N, CZV/N en CZV/P ratio's weergegeven. Omdat in de MBR Varsseveld vergaande N-verwijdering wordt nagestreefd is de CZV/N ratio bijzonder van belang. De gemiddelde CZV/N verhouding is na voorzuivering 9,4. Met deze ratio wordt voor de MBR Varsseveld ruim voldaan aan de effluenteis van 5 mg N/l en kan af en toe de MTR-norm voor stikstof worden bereikt.

Voor een verbeterde bedrijfsvoering van de microzeven wordt voorgesteld om bij toekomstige ontwerpen fijnroosters met een spleetwijdte van 3 mm in plaats van 6 mm toe te passen. Dit zal de primaire slibproductie mogelijk iets verhogen en de CZV/N-verhouding mogelijk iets verlagen. Het laatste heeft gevolgen voor de verwijdering van stikstof. Op basis van modelberekeningen dient te worden nagegaan of een verlaging van de CZV/N-ratio acceptabel is gezien de gestelde effluenteisen.

TABEL 12 OVERZICHT CONCENTRATIES INFLUENT (RUW EN VOORGEZUIVERD) EN VERWIJDERINGSRENDEMENT VOORZUIVERING

	ruw influent				verwijdering			voorgezuiverd influent
	conc.	min.	max.	st.dev.	aantal	verw.%	aantal	conc.
BZV	263	130	400	78	25	40	7	157
CZV	695	380	1280	200	23	37	5	435
NKj	56	34	82	15	26	18	7	46
ammonium	56	18	57	11	26	16	7	47
fosfaat (totaal)	13	6	20	4	24	12	7	11

TABEL 13 RATIO'S INFLUENT RUW EN VOORGEZUIVERD INFLUENT NAAR BELUCHTINGSTANK

	influent ruw	influent naar BT	%
BZV/N	4,7	3,4	-27
CZV/N	12,3	9,4	-24
CZV/P	54,9	38,8	-29

7

REFERENTIES

- [1] Ort C. and Gujer W., (2005), Sampling for representative micropollutant loads in sewer systems, 10th International conference on urban drainage, Copenhagen. Denmark, 21-26 August, 2005.

- [2] Seyfried, C.F., Schüssler, H., Lohse, M., en G. Beberdorf. (1985) Vergleich der Reinigungsleistungen von Rechen, Sieben und Siebrechen sowie der Einfluss auf die weiteren Reinigungsstufen
Veröffentlichungen des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover, Vol. 58, 1985.

- [3] STOWA 2004-28, vergelijkend onderzoek MBR en zandfiltratie RWZI Maasbommel.

- [4] STOWA 2006-16, MBR proefinstallatie rwzi Hilversum

- [5] STOWA 2002-11A, MBR for municipal wastewater treatment – Pilot plant research Beverwijk WWTP

- [6] STOWA 2002-11B, MBR for municipal wastewater treatment – Pilot plant research Beverwijk WWTP
Side-studies

BIJLAGE 1

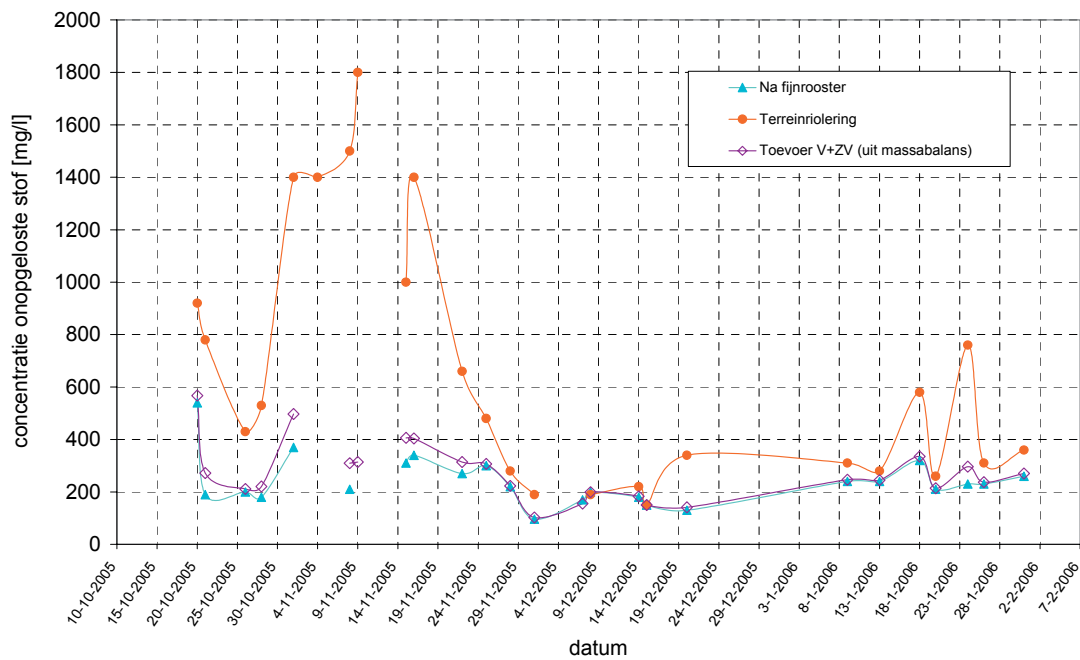
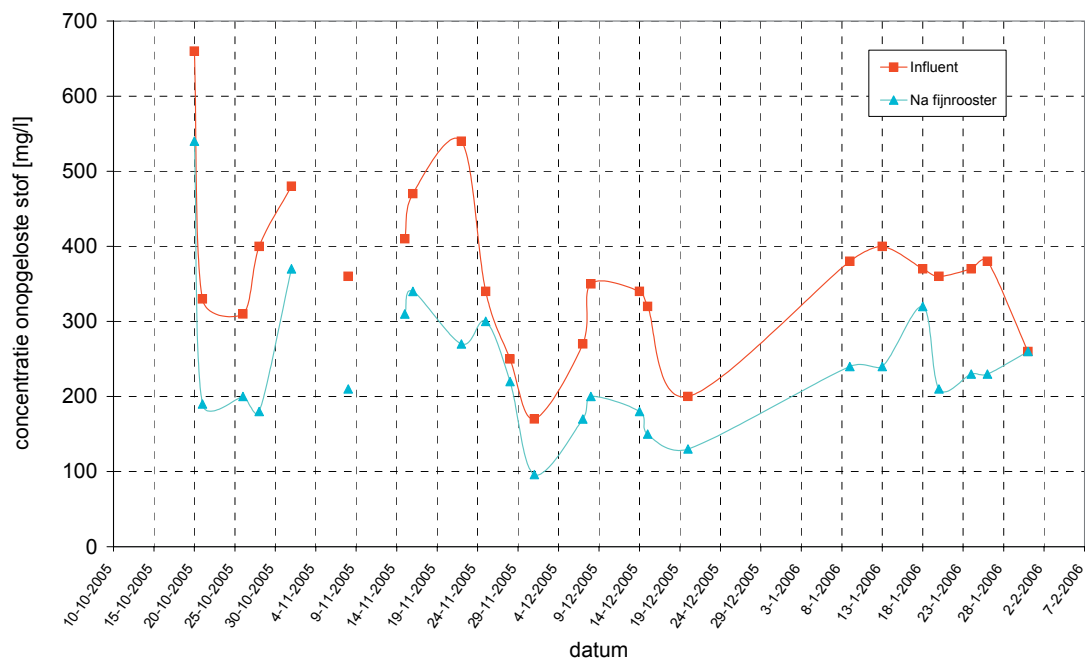
OPZET MONSTERNAME EN ANALYSEPROGRAMMA

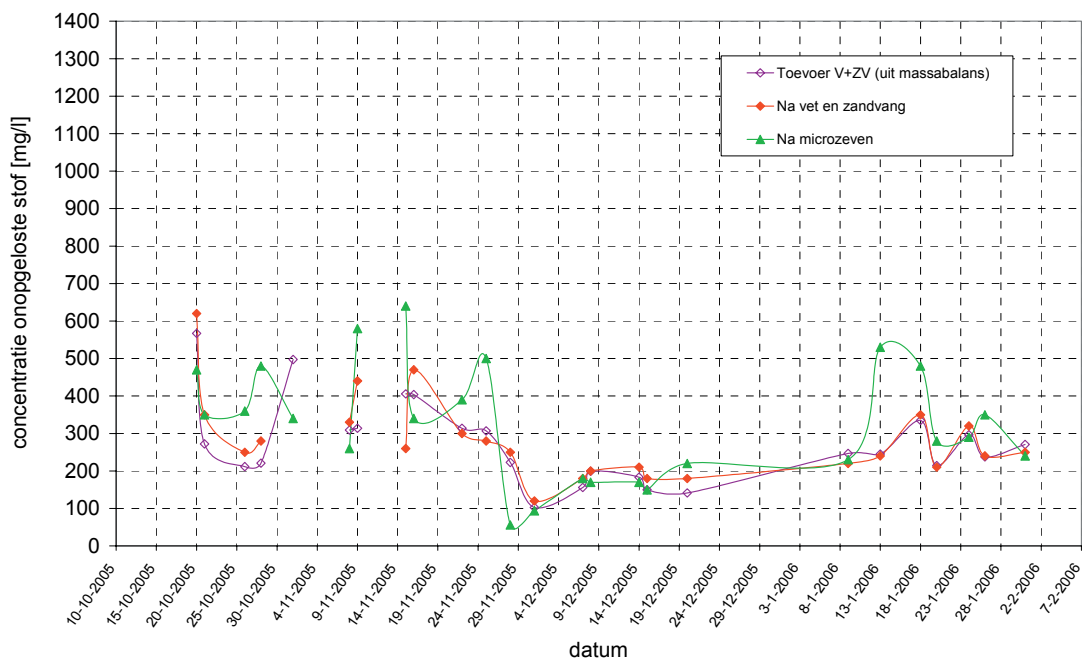
Monstername schema MBR Varsseveld t.b.v. Voorbehandelingsonderzoek																													
	M	= monsternamedag: periode 24 uur (start 9:00 uur)																											
	A	= Auxill in bedrijf																											
	C	= Contec in bedrijf																											
	S	= 2 x steekmonster																											
	U	= draaiuren registratie																											
	D	= drijfslag afvoer uit bedrijf																											
	R	= analyse zeefgoed slibrecirculatie AT																											
		= geen monstername																											
Oktober 2005																													
	ma	di	wo	do	vr	za	zo	ma	di	wo	do	vr	za	zo	ma	di	wo	do	vr	za									
						1-10	2-10	3-10	4-10	5-10	6-10	7-10	8-10	9-10	10-10	11-10	12-10	13-10	14-10	15-10									
Waterlijn:								M		M						M		M											
W1: verzamel monster afvalwater (influent) uit put								M		M						M		M											
W2: afvalwater na fijnrooster								M		M						M		M											
W3: afvalwater na vet + zandvang								M		M						M		M											
W4: verzamel monster afvalwater uit put								M		M						M		M											
W5: afvalwater na microzeef (Auxill of Contec)								M		M						M		M											
Sliblijn:																													
S1: roostergoed naar verzamelbak								U								U													
S2: vet naar vetput								S								S													
S3: zand naar verzamelbak								U								U													
S5: zeefgoed na microzeef 1 (Auxill of Contec)								A		C	R					A		C											
November 2005																													
	ma	di	wo	do	vr	za	zo	ma	di	wo	do	vr	za	zo	ma	di	wo	do	vr	za									
	31-10	1-11	2-11	3-11	4-11	5-11	6-11	7-11	8-11	9-11	10-11	11-11	12-11	13-11	14-11	15-11	16-11	17-11	18-11	19-11									
Waterlijn:	M		M							M		M				M		M											
W1: verzamel monster afvalwater (influent) uit put	M		M							M		M				M		M											
W2: afvalwater na fijnrooster	M		M							M		M				M		M											
W3: afvalwater na vet + zandvang	M		M							M		M				M		M											
W4: verzamel monster afvalwater uit put	M		M							M		M				M		M											
W5: afvalwater na microzeef (Auxill of Contec)	M		M							M		M				M		M											
Sliblijn:																													
S1: roostergoed naar verzamelbak	U											U				U													
S2: vet naar vetput	S									D	D	D/S				S													
S3: zand naar verzamelbak	U											U				U													
S5: zeefgoed na microzeef 1 (Auxill of Contec)	A		C							A	R	C				A		C											
December 2005																													
	ma	di	wo	do	vr	za	zo	ma	di	wo	do	vr	za	zo	ma	di	wo	do	vr	za									
				1-12	2-12	3-12	4-12	5-12	6-12	7-12	8-12	9-12	10-12	11-12	12-12	13-12	14-12	15-12	16-12	17-12									
Waterlijn:					M			M		M						M		M											
W1: verzamel monster afvalwater (influent) uit put					M			M		M						M		M											
W2: afvalwater na fijnrooster					M			M		M						M		M											
W3: afvalwater na vet + zandvang					M			M		M						M		M											
W4: verzamel monster afvalwater uit put					M			M		M						M		M											
W5: afvalwater na microzeef (Auxill of Contec)					M			M		M						M		M											
Sliblijn:																													
S1: roostergoed naar verzamelbak								U								U													
S2: vet naar vetput								S								S													
S3: zand naar verzamelbak								U								U													
S5: zeefgoed na microzeef 1 (Auxill of Contec)					C			A		C						R	A		C										

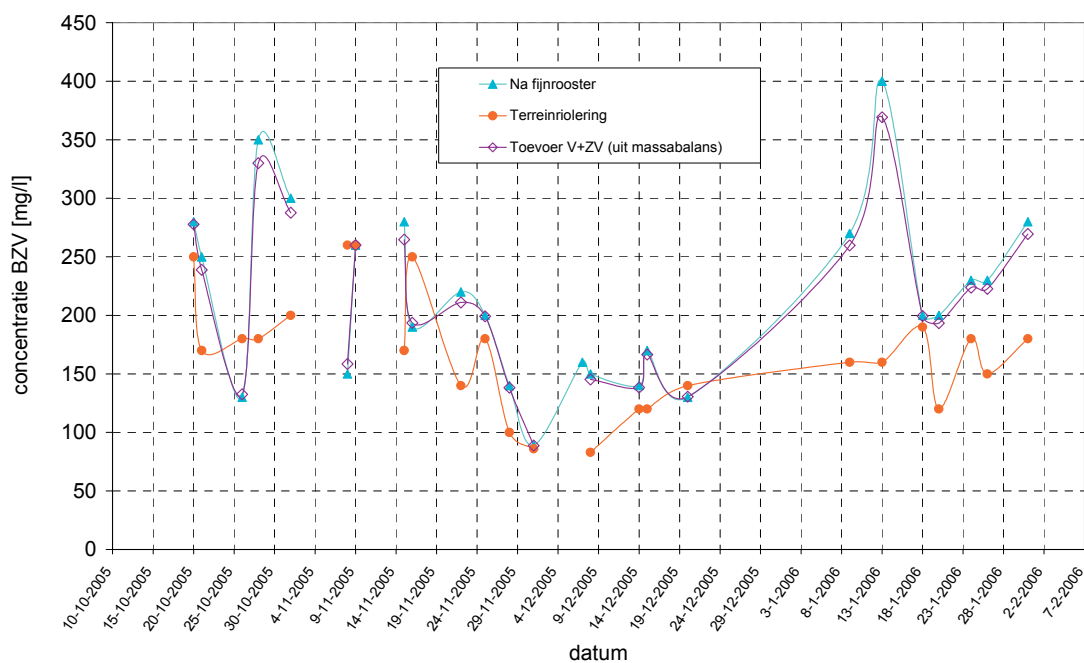
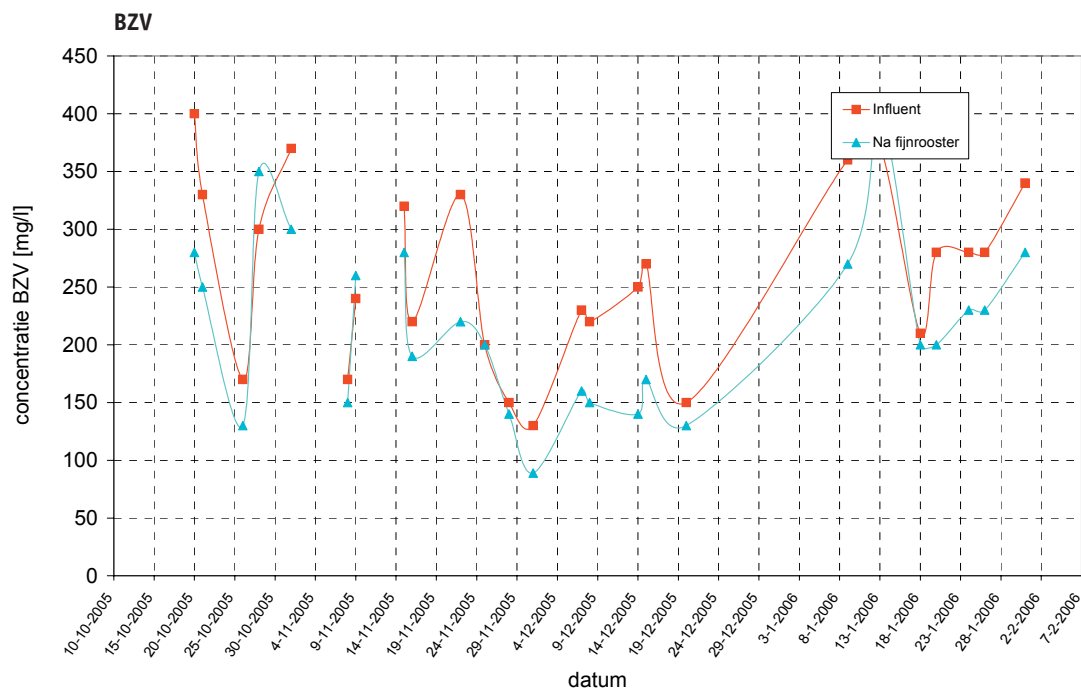
BIJLAGE 2

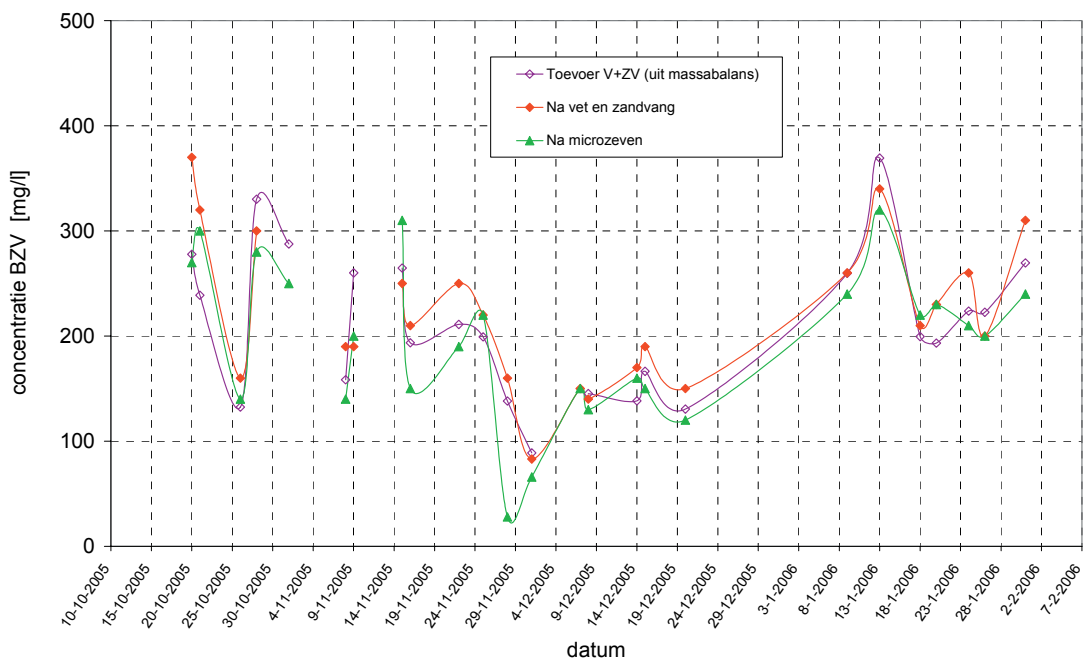
MEETRESULTATEN

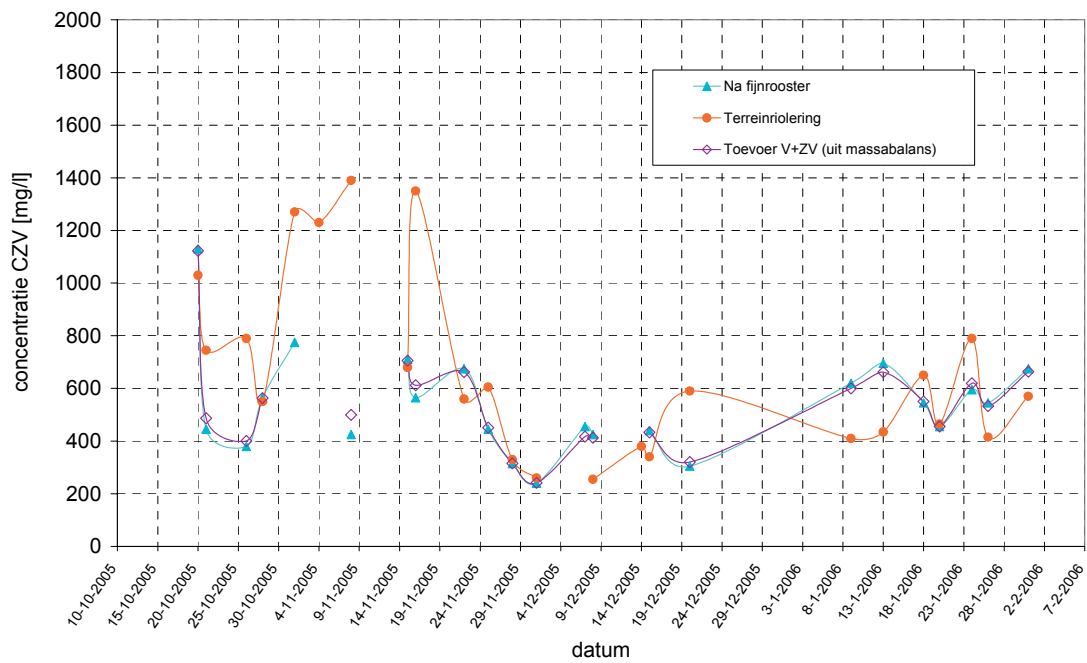
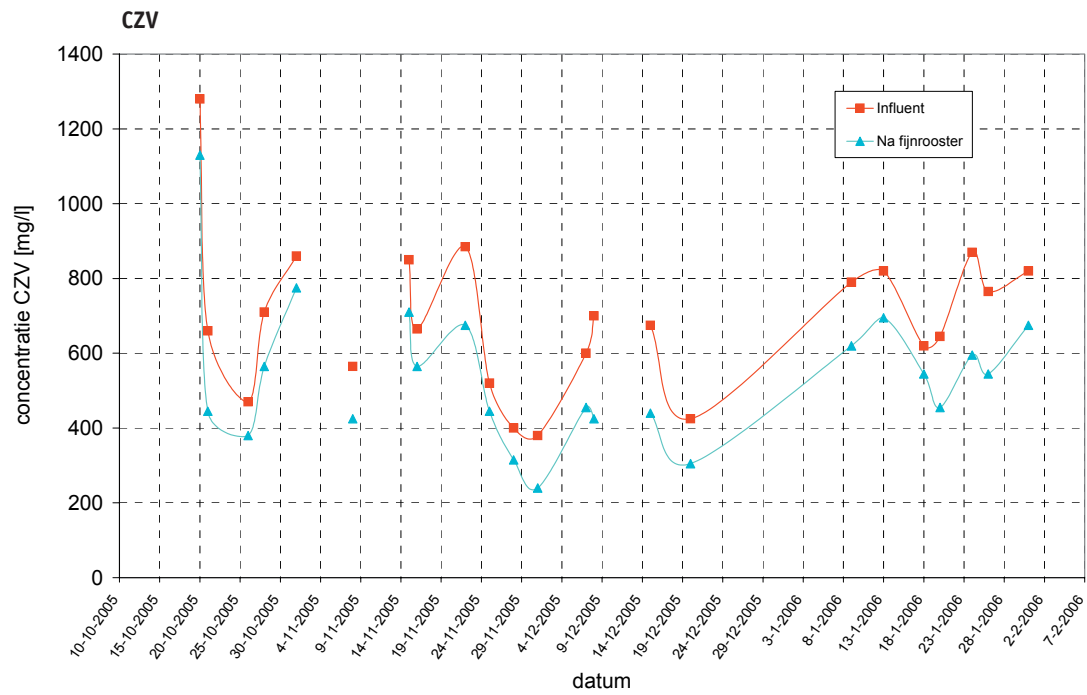
ONOPGELOSTE STOF

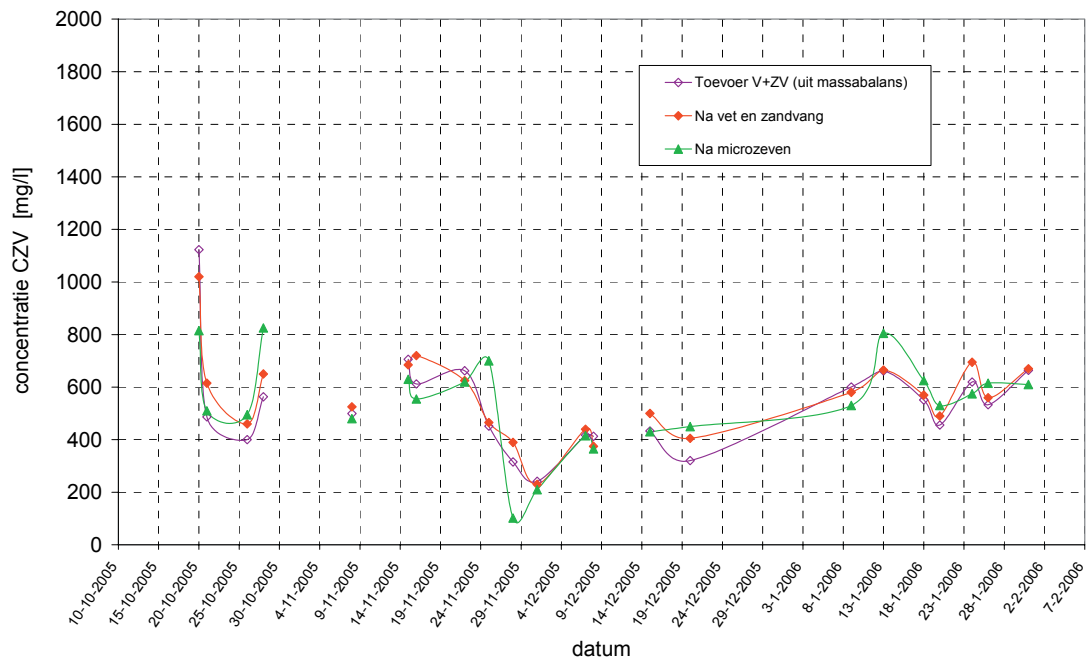


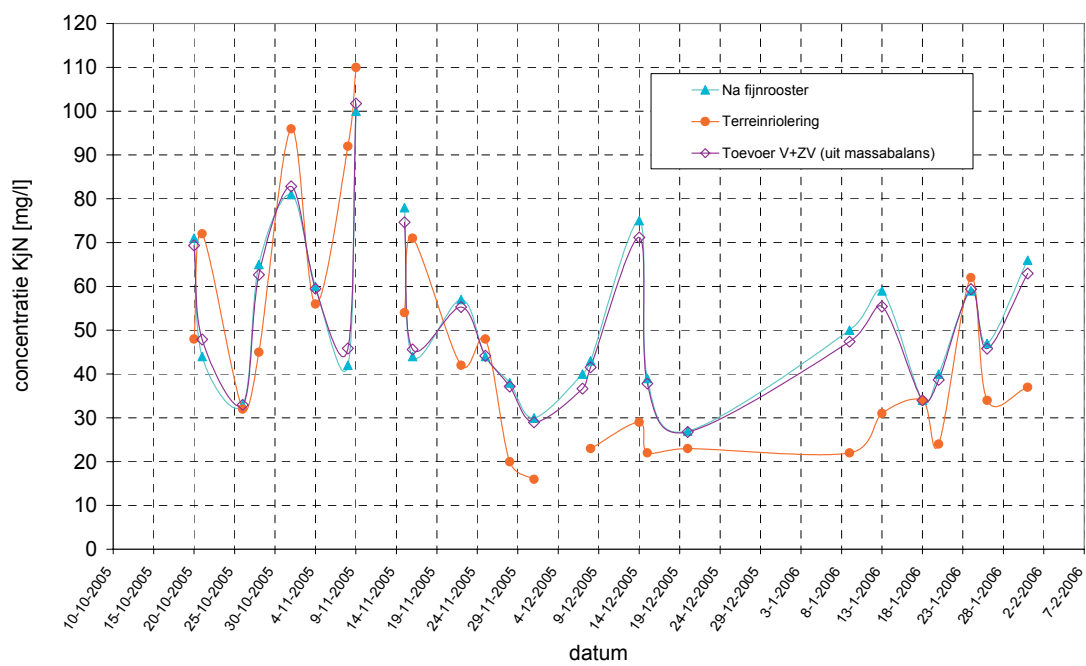
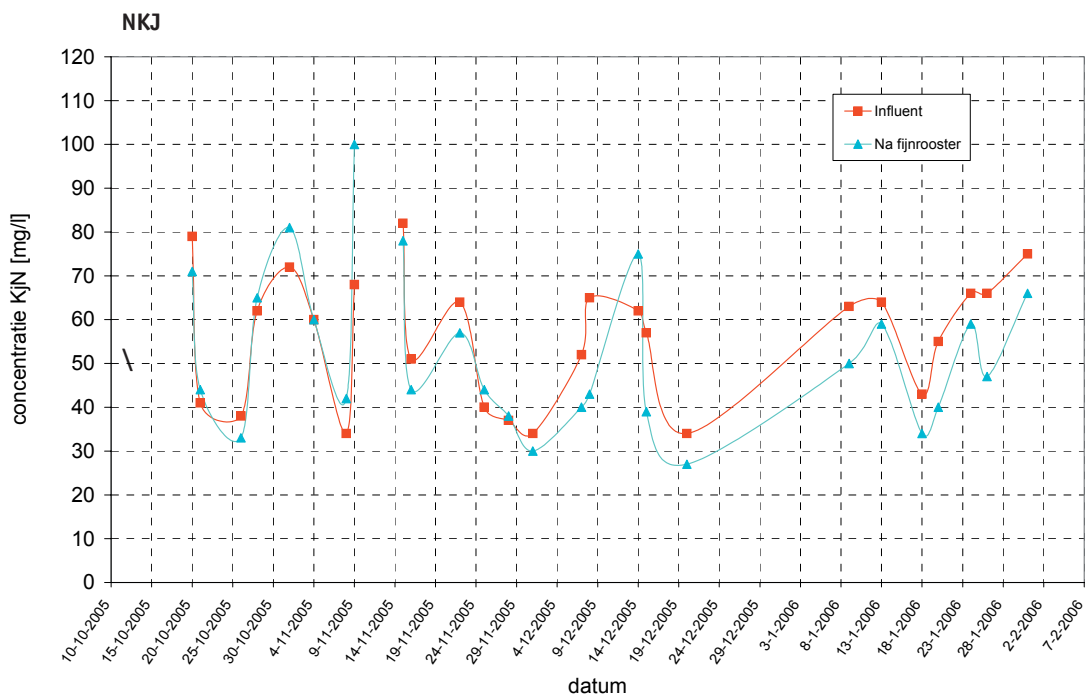


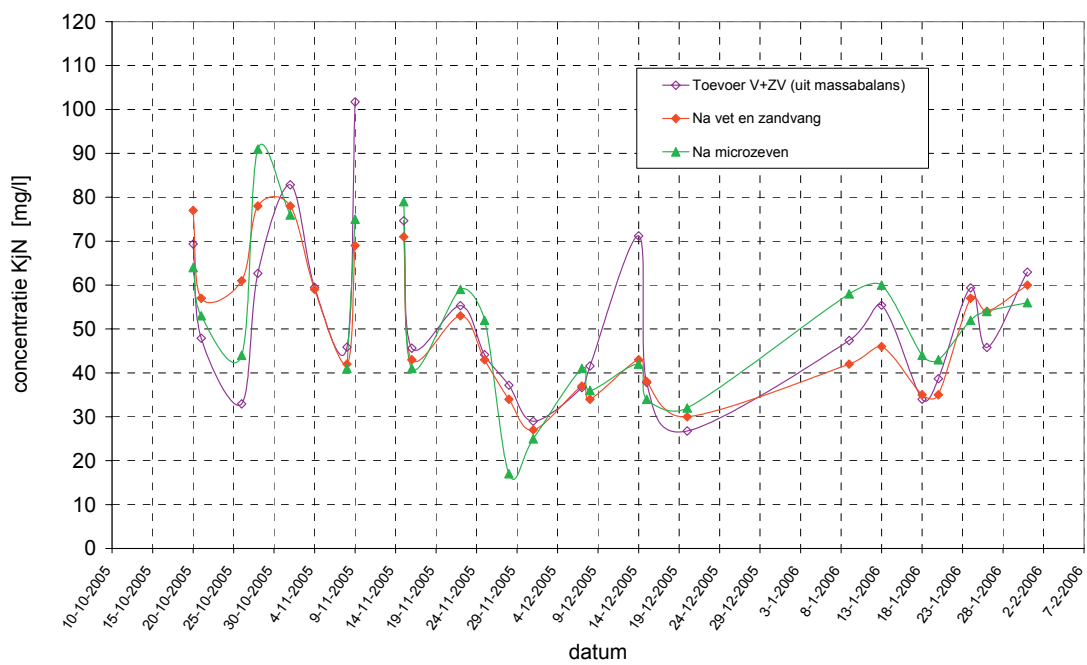


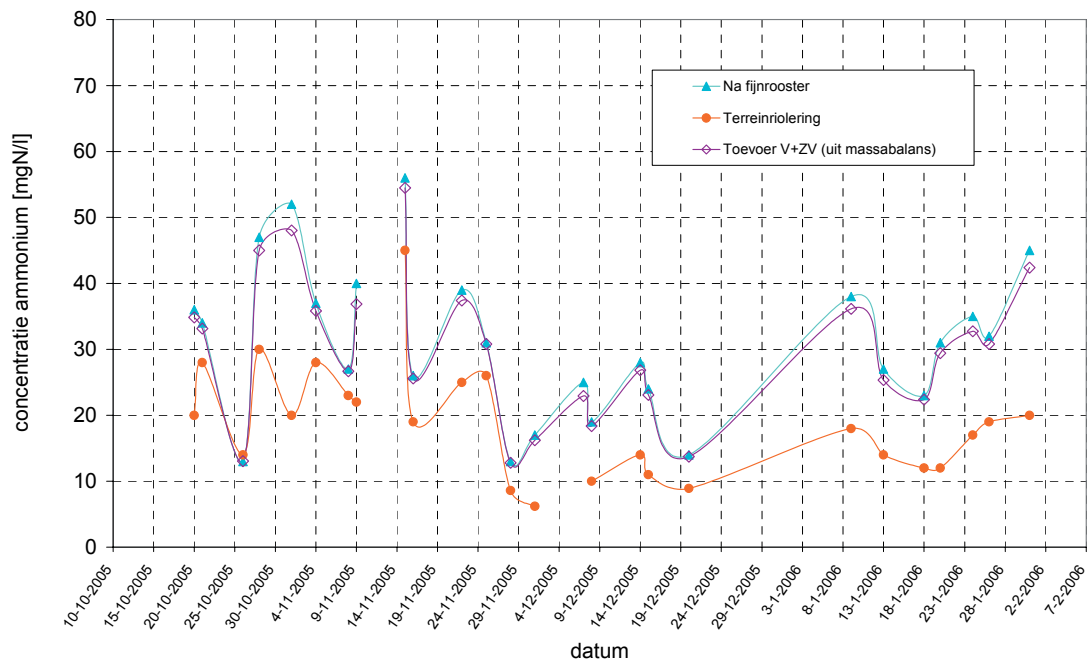
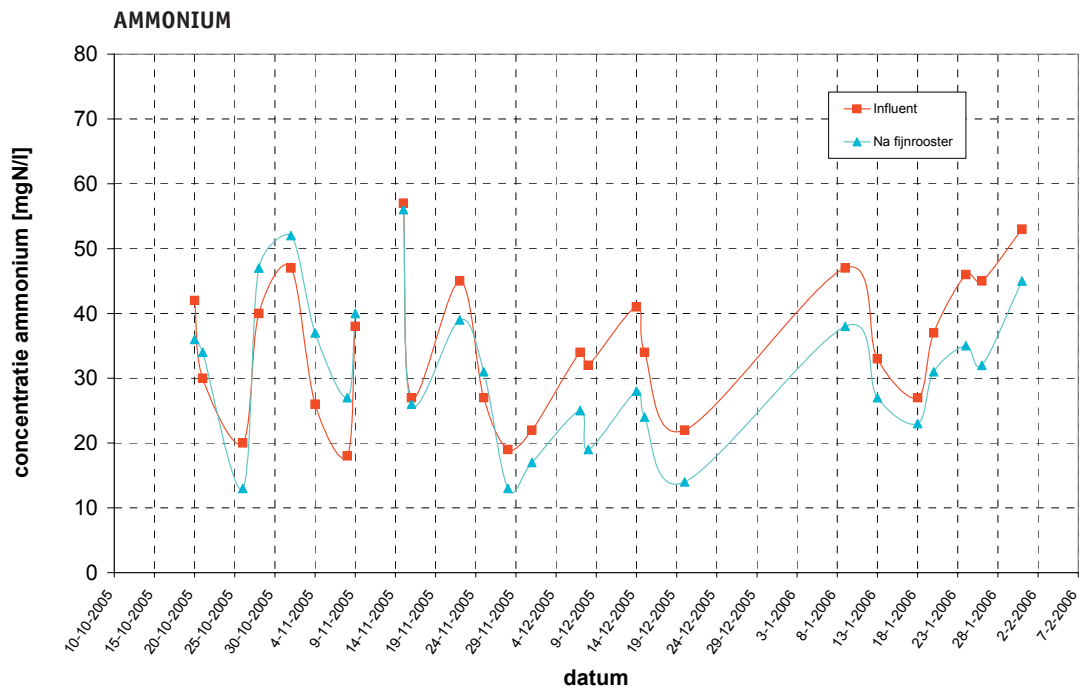


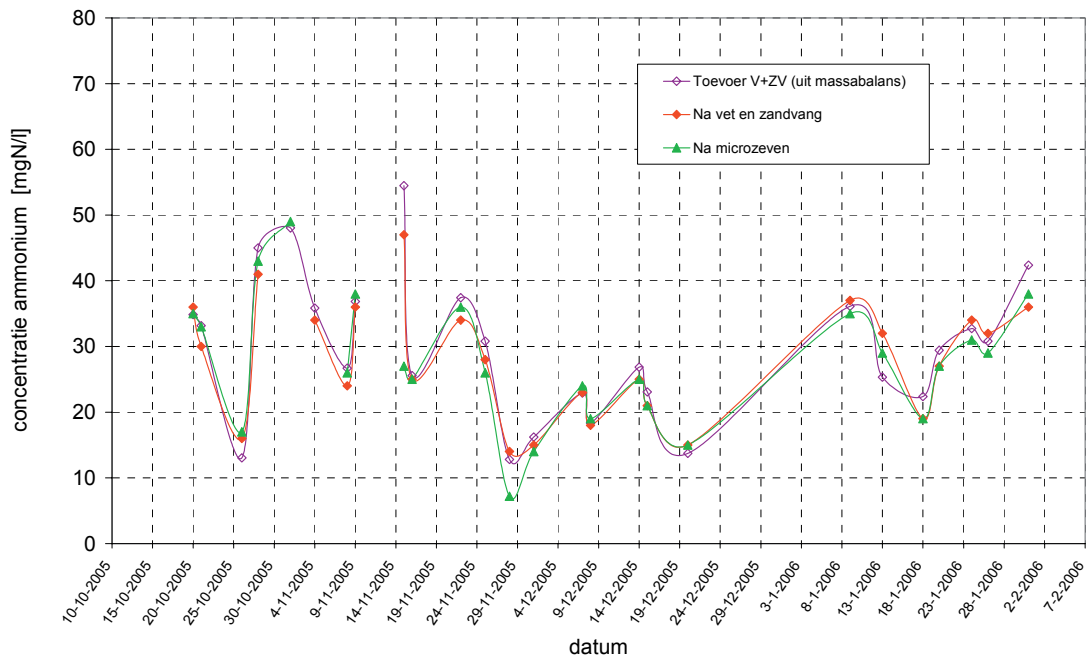


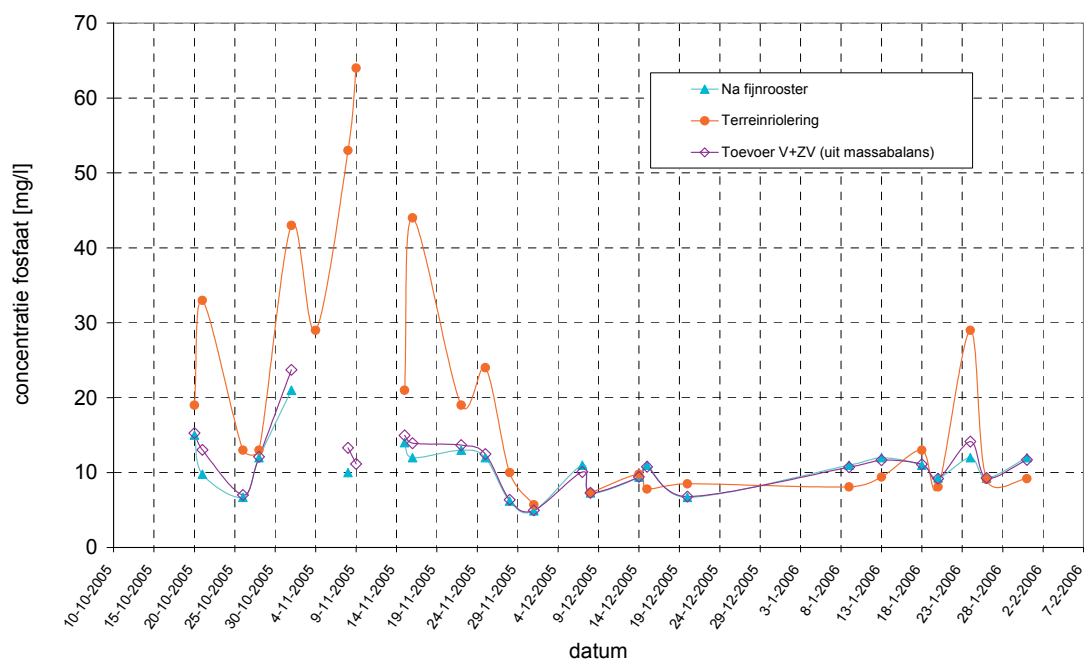
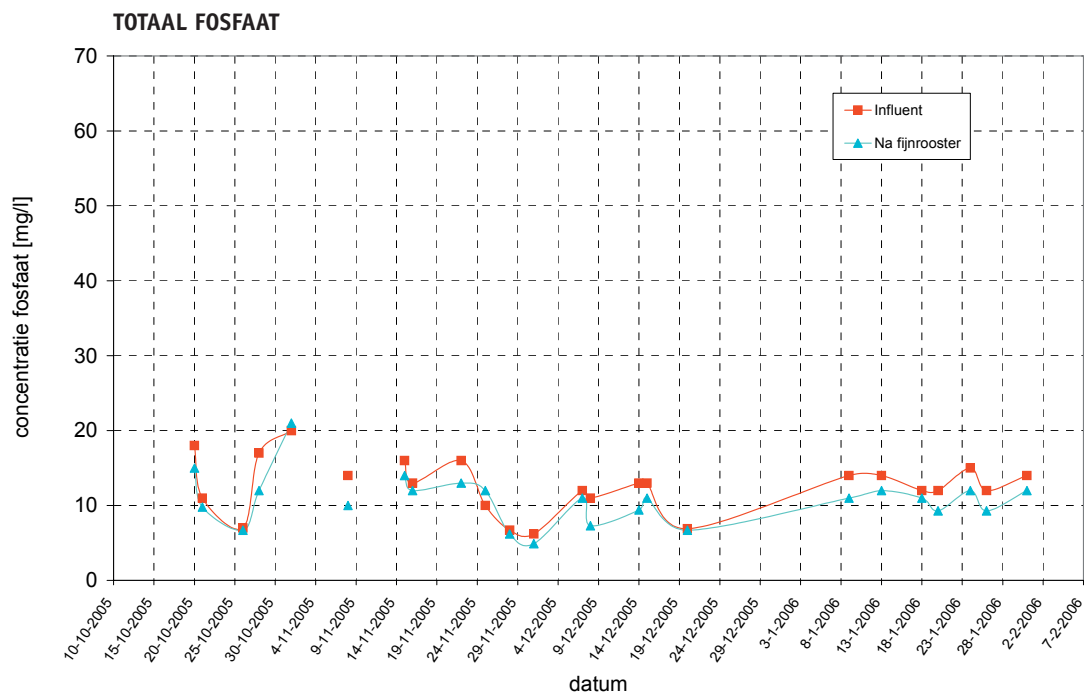


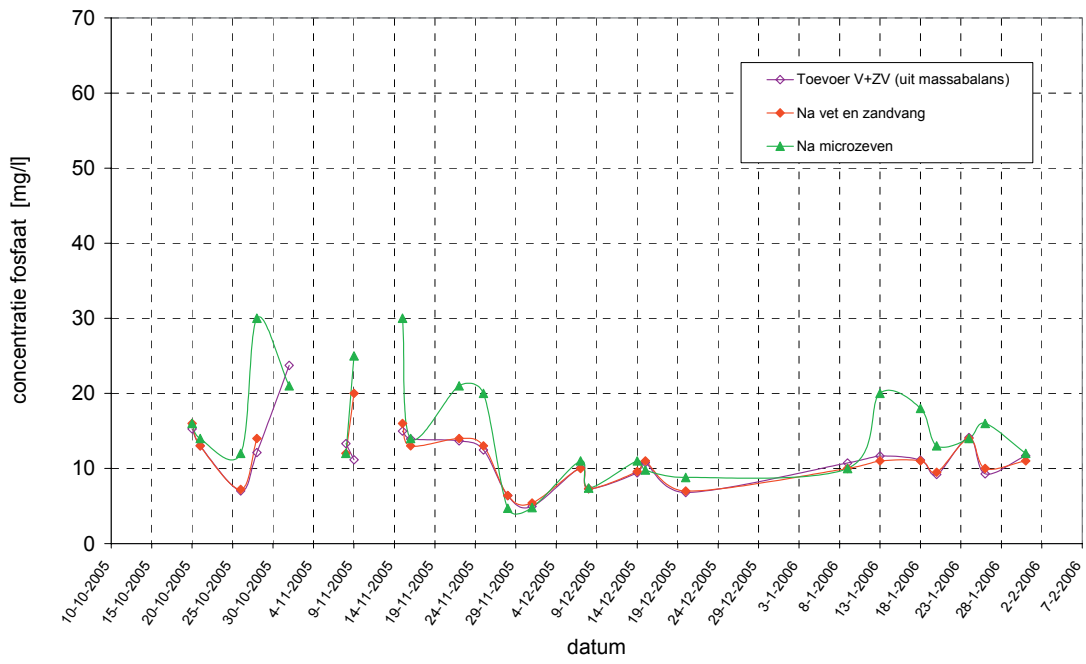


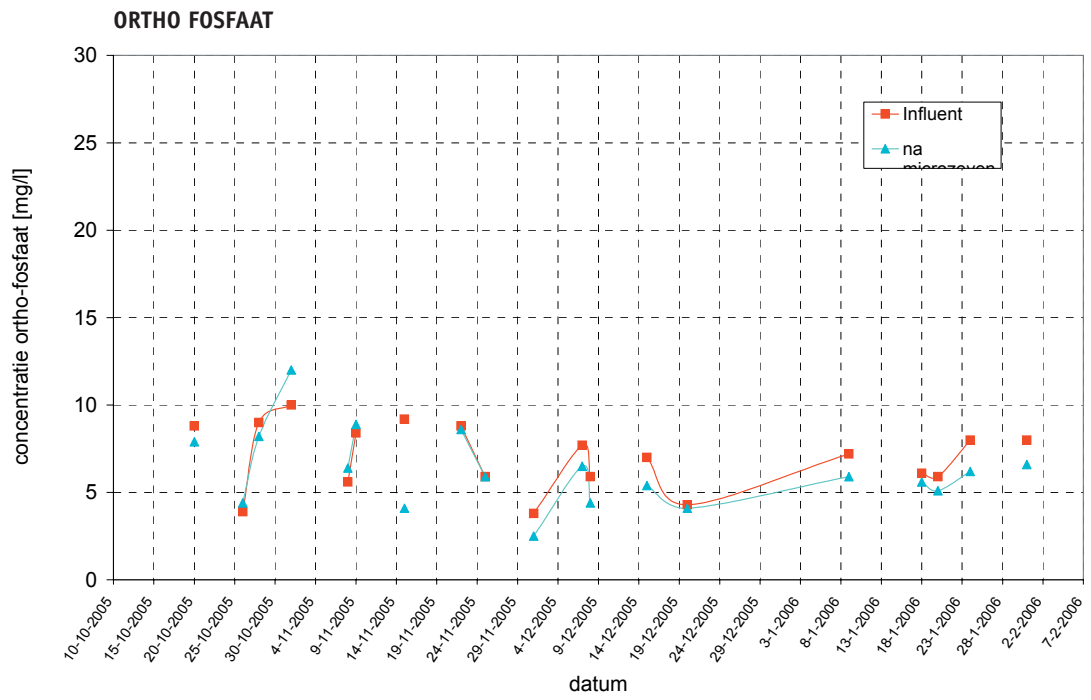


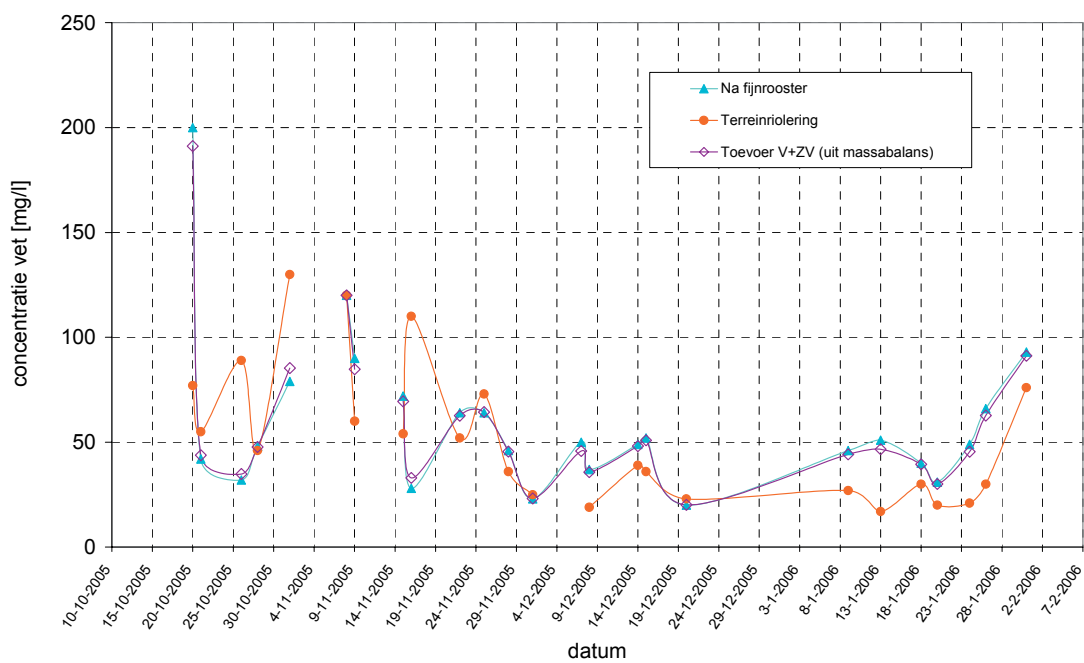
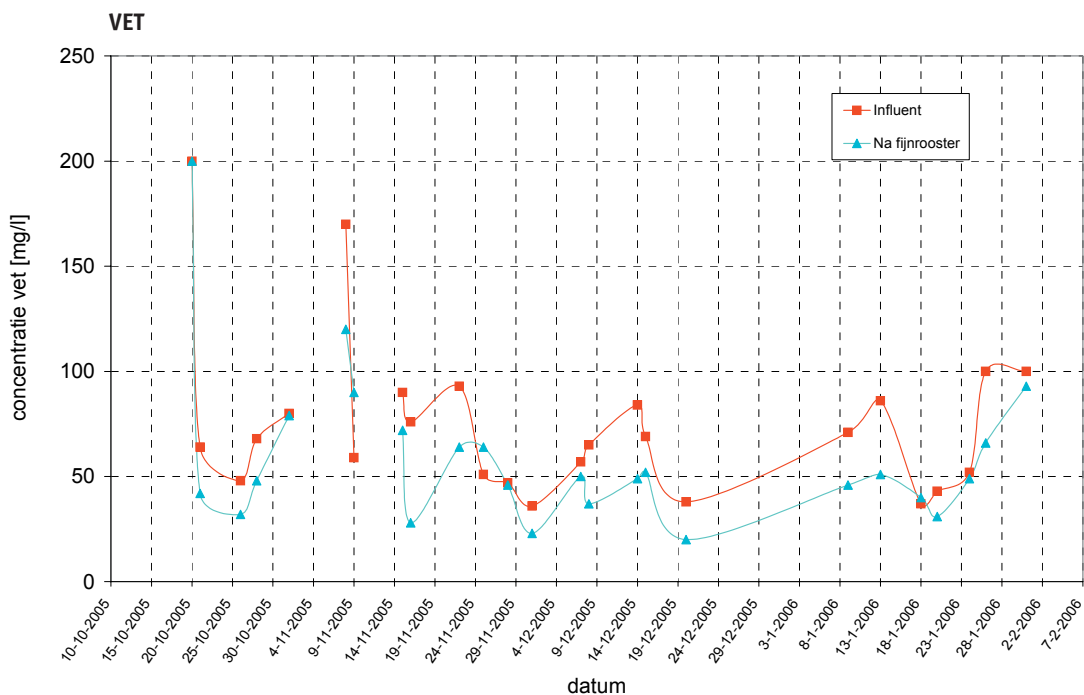


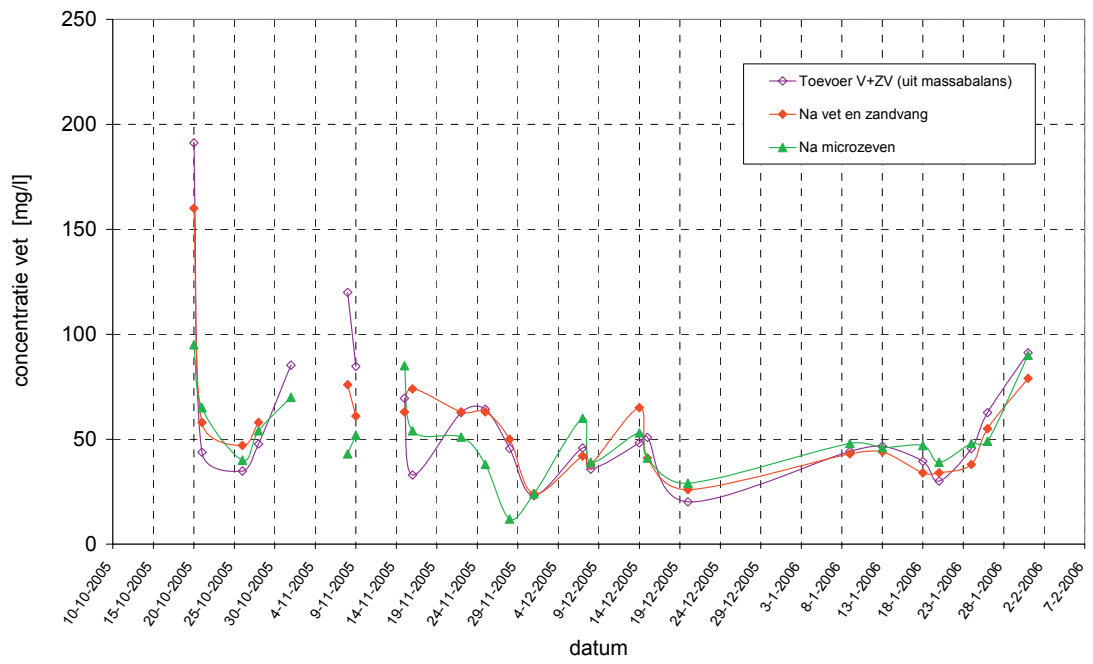




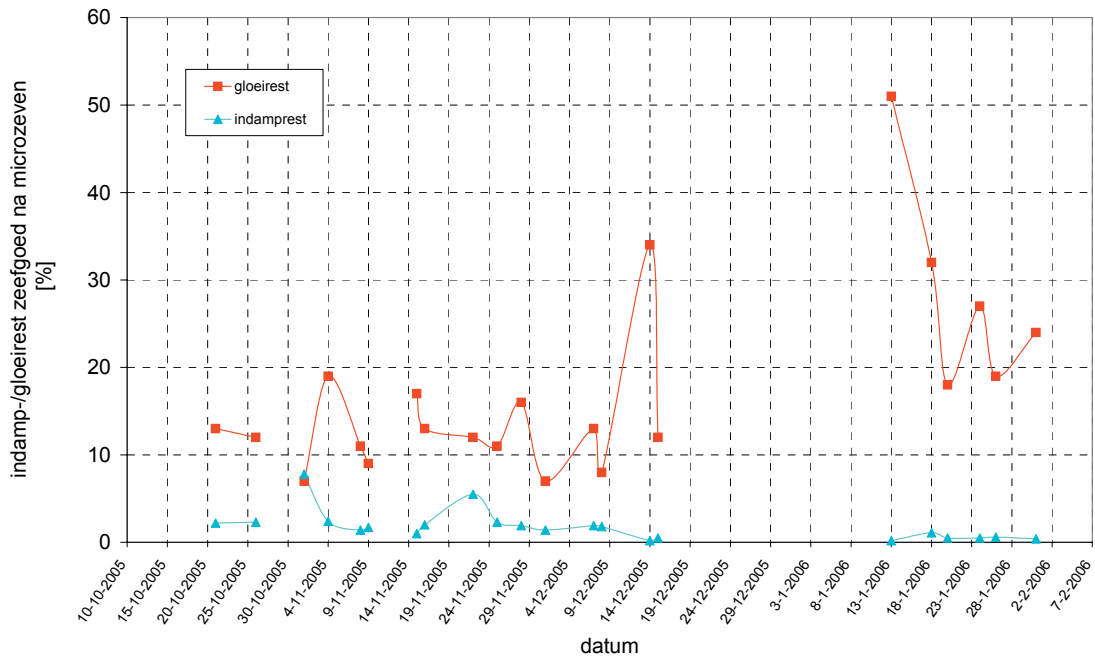








INDAMP- EN GLOIREST ZEEFGOED NA MICROZEVEN



BIJLAGE 3

OVERZICHT CONCENTRATIES STOFFEN VOOR EN NA FIJNROOSTERS BIJ DWA, DWA⁺ EN RWA SITUATIE, INCLUSIEF VERWIJDERINGSRENDEMENT

		gemiddelde concentratie [mg/l]		rendement [%]	aantal bruikbare metingen
		voor fijnrooster	na fijnrooster		(aantal uitgevoerde metingen)
onopgeloste stof	DWA (<4000 m3/dag)	537	292	46	10 (12)
	DWA+ (4000-6000 m3/dag)	384	241	37	7 (7)
	RWA (>6000 m3/dag)	308	226	27	8 (8)
BZV	DWA (<4000 m3/dag)	393	285	27	8 (12)
	DWA+ (4000-6000 m3/dag)	269	190	29	7 (7)
	RWA (>6000 m3/dag)	181	154	15	8 (8)
CZV	DWA (<4000 m3/dag)	900	665	26	10 (12)
	DWA+ (4000-6000 m3/dag)	755	575	24	6 (7)
	RWA (>6000 m3/dag)	523	403	23	8 (8)
Kjeldahl stikstof	DWA (<4000 m3/dag)	69	62	11	6 (12)
	DWA+ (4000-6000 m3/dag)	64	49	22	3 (7)
	RWA (>6000 m3/dag)	44	35	20	6 (8)
ammonium	DWA (<4000 m3/dag)	42	41	3	11 (12)
	DWA+ (4000-6000 m3/dag)	36	29	19	7 (7)
	RWA (>6000 m3/dag)	24	18	26	7 (8)
fosfaat (totaal)	DWA (<4000 m3/dag)	19	13	32	9 (12)
	DWA+ (4000-6000 m3/dag)	13	11	20	7 (7)
	RWA (>6000 m3/dag)	9	8	8	8 (8)
vet	DWA (<4000 m3/dag)	109	71	35	9 (12)
	DWA+ (4000-6000 m3/dag)	103	81	21	7 (7)
	RWA (>6000 m3/dag)	50	36	27	8 (8)

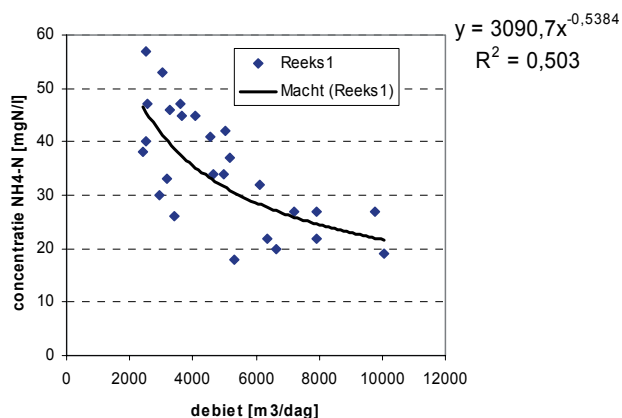
BIJLAGE 4

ANALYSE TIJD- EN DEBIETPROPORTIONELE MONSTERNAME

De wijze waarop de monstername wordt uitgevoerd (tijd- of debietproportioneel) kan de resultaten van de meetuitkomsten sterk beïnvloeden. Vooral bij sterke wisselingen in concentraties en debieten kunnen grote verschillen ontstaan. In deze bijlage wordt dit geïllustreerd voor ammonium.

Voor ammonium is een relatie gelegd tussen het aanvoerdebiet en de concentratie (figuur 1).

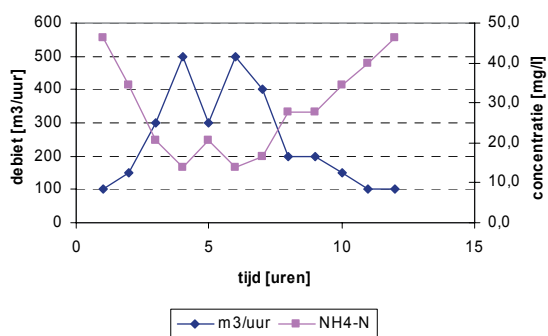
FIGUUR 1 CONCENTRATIE AMMONIUM IN INFLUENT VARSEVELD ALS FUNCTIE VAN HET AANVOERDEBIET



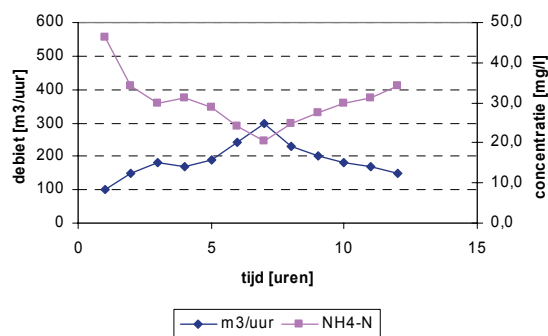
Vervolgens zijn twee hypothetische situaties verondersteld. Een situatie met een sterk wisselende afvalwateraanvoer en een situatie met een geleidelijke aanvoer. De concentraties ammonium zijn ontleend aan de aanvoerdebieten, zoals afgebeeld in figuur 1.

Het hydraulische patroon en de concentraties ammonium zijn voor beide situaties afgebeeld in figuur 2 en 3.

FIGUUR 2 STERK WISSELENDE AFVALWATERAANVOER



FIGUUR 3 GELEIDELIJK WISSELENDE AFVALWATERAANVOER



In tabel 1 staan de gemiddelde concentratie ammonium die gevonden worden voor tijd- en debietproportionele monsternamen. De verschillen zijn aanzienlijk. Bij een sterke wisselende afvalwateraanvoer kan het verschil voor dit hypothetisch aanvoer patroon oplopen tot 27%, waarbij tijdsproportionele monsternamen aanleiding geeft tot een overschatting van de werkelijke concentratie ammonium. Bij geleidelijke hydraulische wisselingen zijn de verschillen veel kleiner. Voor deze case is het verschil 5%.

Opgemerkt dient te worden dat dat deze foutenmarge geldt bij een monsternamenfrequentie van eenmaal per uur. Bij hogere frequenties zoals uitgevoerd in Varsseveld (1x per 5 á 6 minuten) is de foutenmarge veel lager.

TABEL 1 VERSCHIL IN CONCENTRATIE N TIJD- EN DEBIETPROPORTIONELE MONSTERNAME

concentratie / debiet	concentratie N [mg N/l]	
	tijdproportioneel	debietproportioneel
snelle wisseling	28,8	22,5
geleidelijke wisseling	30,3	28,8
verschil [%]	~5	~27