

ERVARINGEN MET MBR VOOR INDIVIDUELE BEHANDELING VAN AFVALWATER



RAPPORT

2008

W01

ERVARINGEN MET MBR VOOR INDIVIDUELE BEHANDELING VAN
AFVALWATER

RAPPORT

2008
W01



ISBN 978.90.5773.387.1



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

Publicaties en het publicatie overzicht van de STOWA kunt u uitsluitend bestellen bij:
Hageman Fulfilment POSTBUS 1110, 3300 CC Zwijndrecht,
TEL 078 623 05 00 FAX 078 610 610 42 87 EMAIL info@hageman.nl
onder vermelding van ISBN of STOWA rapportnummer en een duidelijk afleveradres.

COLOFON

Utrecht, 2008

UITGAVE

STOWA, Utrecht

PROJECTUITVOERING

Ing. H. de Vent, Waterschap Aa en Maas

Ing. B. Hommel, Waterschap Aa en Maas

BEGELEIDINGSCOMMISSIE

Ir. S. Gerbens, Wetterskip Fryslan

Ing. W.K. Deen, Waterschapsbedrijf Limburg

H. van der Kwast, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

W. Boerema, Waterschap Reest en Wieden

Ir. C.A. Uijterlinde, STOWA

Prepress/druk

Van de Garde | Jémé, Eindhoven

STOWA

Rapportnummer 2008-W-01

ISBN 978.90.5773.387.1

SAMENVATTING

In Nederland is de laatste jaren ervaring opgedaan met MBR-technologie als zuiveringstechniek voor het centraal zuiveren van communaal en industrieel afvalwater. Gezien de positieve ervaringen rijst de vraag of MBR-technologie ook op kleine individuele toepasbaar is en een mogelijk interessant alternatief voor conventionele IBA-systemen.

Dit pilot-project heeft de volgende doelstellingen:

- 1 aantonen van de technische haalbaarheid van een MBR-IBA,
- 2 aantonen van een stabiele bedrijfsvoering van een MBR-IBA,
- 3 vaststellen van de technologische resultaten van een MBR-IBA,
- 4 vaststellen van het toepassingsgebied van MBR-IBA,
- 5 vergelijken van de kosten van de MBR-IBA versus een conventionele IBA.

Dit rapport heeft betrekking op doelstelling 1,2,3, en 5 en beschrijft de resultaten van, en ervaringen met een MBR-IBA-systeem van één leverancier op vier locaties. Een samenvatting van de belangrijkste bevindingen is hieronder weergegeven.

Uitvoering

Voor dit pilot-project is er voor gekozen om een MBR-IBA systeem, van één leverancier uit Duitsland, op vier verschillende locaties te plaatsen. Het afvalwater van twee van de vier locaties heeft een agrarische herkomst. Het afvalwater van de andere twee locaties is afkomstig van “standaard” huishoudens. Eind 2005 zijn de vier IBA's opgestart en zijn diverse controles uitgevoerd en metingen verricht. In dit rapport zijn de resultaten van januari 2006 tot en met mei 2007 beschreven.

Resultaten

De systemen hebben veel technische storingen gehad. Deze storingen werden vaak (te) laat verholpen, doordat de leverancier op grote afstand gevestigd is (800 km enkele reis). Bij het systeem is er vanuit de biologie een overstort mogelijk, waardoor bij technische problemen de inhoud van de biologie wordt geloosd. De toegankelijkheid van het systeem is beperkt doordat het systeem voorzien is van één mangat met een (extra grote en zware) putdeksel. De kosten voor onderhoud en elektriciteit van het onderzochte systeem zijn hoger dan bij conventionele IBA's.

De kwaliteit van het permeaat is ten opzichte van conventionele IBA's beter. Door de overstortmogelijkheid vanuit de biologie en de kwetsbaarheid van diverse onderdelen is er echter een kans aanwezig dat de effluentkwaliteit veel slechter kan worden.

De MBR-IBA blijkt door de aanwezigheid van vele elektrische componenten en aansluitingen gevoelig te zijn voor elektrische storingen. Een snelle storingsafhandeling (< 24 uur) na een storingsmelding door een GSM-modem wordt vooralsnog als essentiële voorwaarde gezien voor toekomstige MBR-IBA projecten. Door de vele storingen is de technische haalbaarheid en stabiele bedrijfsvoering op de vier pilot-installaties niet aangetoond.

Het MBR-IBA systeem dat toegepast is, stort bij storingen over vanuit de biologie. Hierdoor zijn bij dit systeem de gevolgen voor de kwaliteit van het oppervlaktewater groter, dan bij conventionele IBA's. Het ontwerp dient te worden aangepast door bijvoorbeeld de overstort

bij storingen vanuit het voorbezink compartiment te laten plaatsvinden in plaats vanuit het actief slibcompartiment.

Daarnaast blijkt de samenstelling van het influent bij de betrokken locaties in de praktijk anders te zijn dan waarmee met de attestering rekening wordt gehouden.

Door slechte toegankelijkheid en een, ten opzichte van conventionele IBA's, verhoogde onderhoudsfrequentie blijkt het onderhoud voor deze systemen duurder te zijn. Samen met de iets hogere investeringskosten resulteert dit in circa 65% hogere exploitatiekosten.

In het algemeen wordt geconcludeerd dat de geïnstalleerde systemen niet aan de verwachtingen voldoen. Wel zijn diverse verbetermogelijkheden gesignaleerd waardoor de proces-technologische werking aanzienlijk verbeterd kan worden.

DE STOWA IN HET KORT

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

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

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

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

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

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

Email: stowa@stowa.nl.

Website: www.stowa.nl

ERVARINGEN MET MBR VOOR INDIVIDUELE BEHANDELING VAN AFVALWATER

INHOUD

SAMENVATTING STOWA IN HET KORT

1	INLEIDING	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Doelstellingen	1
1.3	Opzet en organisatie	2
1.4	Leeswijzer	2
2	SYSTEEMKEUZE EN LOCATIEKEUZE PROJECT	4
2.1	Locatiekeuze	4
2.2	Systeemkeuze	5
2.3	De pilot-situaties	6

3	ONTWERP MBR-IBA'S	7
3.1	Inleiding	7
3.2	Ontwerputgangspunten	7
3.3	Voorbehandeling	8
3.4	Biologie	9
3.4.1	Inleiding	8
3.4.2	Beluchting	8
3.4.3	Procesregelingen	9
3.5	Membraanfiltratie	11
3.5.1	Inleiding	12
3.5.2	Ontwerpgegevens	11
3.5.3	Bedrijfsvoering	12
3.5.4	Processturing	12
4	TECHNOLOGISCHE WERKING	14
4.1	Inleiding	14
4.2	Voorbehandeling	14
4.3	Biologie	15
4.3.1	Procesgegevens biologie	16
4.3.2	CZV- en BZV-verwijdering	16
4.3.3	Stikstofverwijdering	17
4.3.4	Fosfaatverwijdering	18
4.3.5	Hydraulische belasting	19
5	BEHEER, ONDERHOUD EN STORINGEN	21
5.1	Inleiding	21
5.2	Voorbehandeling	21
5.2.1	beheer en onderhoud	21
5.2.2	Storingen	21
5.3	Biologie	21
5.3.1	Beheer en onderhoud	21
5.3.2	Storingen	22
5.4	Membraanmodule	23
5.4.1	beheer en onderhoud	23
5.4.2	Storingen	24
5.5	Besturingskast	25
6	KOSTENVERGELIJKING	26
6.1	Inleiding	26
6.2	Stichtingskosten	26
6.3	Exploitatiekosten/uren	26
6.4	Overzicht	26
7	DISCUSSIE	27
7.1	Inleiding	27
7.2	Resultaten	27
7.3	Bedrijfsvoering	27
7.4	Ontwerp	28
7.5	Kosten	28
7.6	Technische haalbaarheid	28

8	CONCLUSIE	29
	NASCHRIFT	30
	VERKLARENDE WOORDENLIJST	31
	BIJLAGE	
1	PERMEAT- EN INFLUENTKWALITEIT	32
2	OVERZICHT GEMIDDELDE DAGVRACHTEN INFLUENT	36
3	OVERZICHT SLIBBELASTINGEN	37
4	PERMEATDEBIETEN	39

1

INLEIDING

1.1 INLEIDING

De toepassing van een IBA op basis van membraanbiotechnologie (MBR-IBA) kan een belangrijke vooruitgang betekenen voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater op individueel niveau. In vergelijking tot de traditionele IBA's wordt op een aanzienlijk geringer oppervlak een betere effluentkwaliteit verkregen.

In Nederland is de laatste jaren door middel van pilot-onderzoek op verschillende locaties ervaring opgedaan met de MBR-technologie als zuiveringstechniek voor het centraal zuiveren van communaal en industrieel afvalwater. Op praktijkschaal is voor huishoudelijk afvalwater de eerste rwzi gerealiseerd in 2005.

Naast deze snelle technische en technologische ontwikkeling draagt ook een sterke prijsdaling van membranen op de wereldmarkt bij aan de opkomst van de MBR-technologie.

Gezien de tot op heden positieve ervaringen met de MBR-technologie rijst de vraag of MBR-technologie ook op kleine, individuele schaal toepasbaar is en een mogelijk interessant alternatief is voor de huidige op de markt zijnde IBA-systemen (klasse II en IIIA).

Waterschap Aa en Maas is in samenwerking met diverse onderzoekspartners een pilot-project gestart waarin deze vraag is onderzocht.

FIGUUR 1 PLAATSEN MBR-IBA (IBA OP BASIS VAN MEMBRAANTECHNOLOGIE)



De doelstellingen van het onderzoek zijn beschreven in paragraaf 1.2. De opzet en organisatie van het onderzoeksprogramma is toegelicht in paragraaf 1.3.

Een leeswijzer voor deze rapportage is opgenomen in paragraaf 1.4.

1.2 DOELSTELLINGEN

Het pilot-project MBR op microschaal (ofwel de MBR-IBA) heeft tot doel om aan te tonen dat de MBR-technologie toepasbaar is voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater op individueel (IBA) niveau binnen Nederland. Dit betekent dat de MBR-IBA de effluenteisen moet halen onder stabiele condities en tegen redelijke kosten. Vanuit deze gedachte zijn de volgende doelstellingen geformuleerd:

- 1 aantonen van de technische haalbaarheid van MBR-technologie op microschaal,

- 2 aantonen van een stabiele bedrijfsvoering van MBR-technologie op microschaal,
- 3 vaststellen van de technologische resultaten van MBR-technologie op microschaal,
- 4 vaststellen van het toepassingsgebied van MBR-technologie op microschaal,
- 5 vergelijken van de kosten van de MBR op microschaal versus een conventionele IBA.

1.3 OPZET EN ORGANISATIE

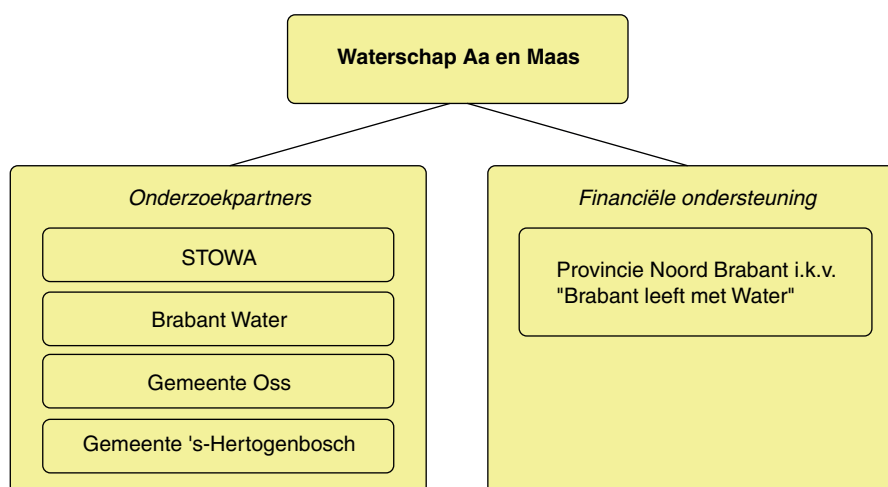
Op basis van de doelstellingen is een onderzoeksprogramma opgesteld. Dit programma is opgedeeld in vier onderdelen te weten:

- 1 technische haalbaarheid en stabiele bedrijfsvoering;
- 2 technologische resultaten;
- 3 vaststellen van toepassingsgebied;
- 4 kostenvergelijking.

Het pilot-project is uitgevoerd in samenwerking met een viertal onderzoekspartners (STOWA, Brabant Water, Gemeente Oss en Gemeente 's-Hertogenbosch). Daarnaast is het project financieel ondersteund vanuit de Provincie Noord Brabant (in het kader van "Brabant leeft met water"). Door deelname van voorgenoemde partijen heeft het project het karakter gekregen van een breed gedragen onderzoek naar een duurzame waterketenoplossing voor individuele lozingen in het buitengebied.

Gepresenteerd is een schematische weergave van de projectorganisatie.

FIGUUR 2 PROJECTORGANISATIE



1.4 LEESWIJZER

De resultaten van de vier onderdelen van het onderzoeksprogramma zijn allen opgenomen in de voorliggende rapportage. De opbouw van dit rapport is gebaseerd op de doelstellingen van het onderzoeksproject, zoals omschreven in paragraaf 1.2.

Hoofdstuk 2 geeft een uitleg over de systeemkeuze en locatiekeuze zoals die ten behoeve van het pilot-project is gemaakt.

In hoofdstuk 3 is een overzicht gegeven van het ontwerp van de MBR-IBA.

Hierbij is per onderdeel het ontwerp, de opzet en de werking aangegeven. De technologische resultaten van de installatie zijn gepresenteerd in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 wordt uitgebreid ingegaan op het beheer, onderhoud en storingsen van de systemen.

De kosten van de MBR-IBA zijn in hoofdstuk 6 uitgewerkt en vergeleken met de kosten van een conventioneel IBA-systeem. In hoofdstuk 7 zijn de verschillende aspecten geëvalueerd. In hoofdstuk 8 zijn de conclusies weergegeven.

2

SYSTEEMKEUZE EN LOCATIEKEUZE PROJECT

In het kader van het pilot-project MBR op microschaal zijn in de beginfase een aantal beslissingen genomen aangaande de locatiekeuze en aanschaf van soort/type systemen. In dit hoofdstuk is een beknopte toelichting gegeven ten aanzien van de genomen beslissingen en keuzes (om de rapportage in de juiste context te plaatsen).

2.1 LOCATIEKEUZE

In het kader van het pilot-project is geïnventariseerd welke gemeenten bereid waren tot participatie en projectondersteuning. Na selectie van een tweetal gemeenten (gemeente Oss en gemeente 's-Hertogenbosch) is overgegaan tot het zoeken en selecteren van geschikte locaties voor het plaatsen van een MBR-IBA-systeem.

Bij de locatieselectie zijn de volgende randvoorwaarden gehanteerd:

- **Gemiddelde gezinssamenstelling (3 tot 6 personen)**
Lozingslocaties met slechts één persoon zijn buiten beschouwing gelaten gezien de relatief kleine omvang van de pilot en de moeilijke vergelijkbaarheid met de andere IBA-soorten (prestaties van andere IBA-soorten zijn ook gebaseerd op 'gemiddelde belasting')
- **Lozing op oppervlaktewater (geen lozing in de bodem)**
Teneinde een zo goed mogelijk beeld te krijgen van de kwaliteit van het effluent en de effecten van het effluent op het ontvangende medium (oppervlaktewater of bodem) is ervoor gekozen alleen locaties te selecteren waar lozing op open water (oppervlakte water) mogelijk is. Op deze manier kan het effluent (en de effecten daarvan) beter worden gemonitord dan bij lozing in een ondergrondse infiltratie-unit (visuele controle is dan een stuk moeilijker).
- **Verskillende "soorten" lozers**
Omdat de IBA-praktijk vaak uitwijst dat het functioneren van een IBA-systeem sterk afhankelijk is van het lozingsgedrag, is er voor gekozen om meerdere "soorten" lozers te selecteren. Hierbij is rekening gehouden met:
 - lozing van "gewoon huishoudens" en lozing van "agrarisch huishoudens (beide systemen worden gevoed met alleen huishoudelijk afvalwater, maar agrariërs hebben veelal een ander lozingspatroon (systeem wordt vaak gehele dag door belast)
 - samenstelling huishouden per lozing (kleine kinderen, volwassenen, grote kinderen die alleen in het weekend thuis komen)
 - aanwezigheid van waterverbruikende objecten (bad, wasmachines etc).
 Er is gekozen om een tweetal agrarische locaties te kiezen en een tweetal "standaard woonlocaties". Alle adressen hebben een gezinssituatie met kinderen (2 tot 3 kinderen), waarbij op één (standaard)locatie de kinderen alleen in het weekend thuis komen. Alle adressen zijn in het bezit van een bad, vaatwasser en één (of meerdere) wasmachine(s).

- **Gemotiveerde deelnemers (lozers)**

Een pilot-project bij individuele private personen op het terrein vraagt van de betreffende private personen (de lozer) een bepaalde extra inzet (motivatie). Gedurende het project worden de systemen meerdere malen bezocht en zal frequent navraag worden gedaan over waterverbruik en lozingsgedrag. Ook kan het zijn dat deelnemers te maken krijgen met (onverwachte) storingssituaties.

Tijdens de locatieselectie zijn de adressen bezocht en heeft een kennismakings-gesprek plaatsgevonden. Op basis van dit gesprek is een inschatting gemaakt van de motivatie van de deelnemers. Alleen deelnemers met een positieve motivatie zijn geselecteerd.

Uiteindelijk zijn na de locatieselectie de volgende deelnemende locaties geselecteerd:

TABEL 1: PROEFLOCATIES; KARAKTERISERING LOZINGSSITUATIE

	Aantal volwassenen	Aantal kinderen	Soort lozer	Lozing
Locatie K	2	3	Agrarisch	effluentpomp
Locatie H	2	4	Agrarisch	effluentpomp
Locatie S	2	2	Standaard	effluentpomp
Locatie C	2	3	Standaard	vrij verval

2.2 SYSTEEMKEUZE

Om te komen tot een keuze van een MBR-IBA-systeem is allereerst een inventarisatie gemaakt van de op de markt zijnde MBR-systemen (BENELUX en Duitsland). Bij iedere leverancier is nadere informatie aangevraagd aangaande systeemspecificaties, en serviceverlening (ondersteuning tijdens pilot-project). Uit deze eerste voorselectie zijn een achttal leveranciers overgebleven aan wie vervolgens is gevraagd een uitgebreide offerte uit te brengen voor de levering van een viertal MBR-systemen en het verlenen van de benodigde service en onderhoud gedurende de looptijd van het pilot-project.

Na toezending van de offertes (viertal) zijn de aanbiedingen met elkaar vergeleken middels een Multiple Criteria Analyse (onder andere onderhoudskosten-systemen, service, dimensies, aanschafkosten, referenties, afgegeven zuiveringsgaranties). Uit deze Multiple Criteria Analyse is een Duitse leverancier voor MBR-systemen gekomen aan welke de opdracht voor levering, onderhoud en service van vier systemen is gegund. Plaatsing en aansluiting van de vier systemen is uitgevoerd door een lokale aannemer welke bekend is met het plaatsen van IBA-systemen.

Een uitgebreide technische en technologische omschrijving van het geselecteerde systeem is weergegeven in hoofdstuk 3.

Er is ten behoeve van het pilot-project gekozen voor het plaatsen van een viertal identieke systemen. Deze keuze is gebaseerd op:

- **Kosten.**

De financiering van het project laat een maximum aantal van vier installaties toe.

- Representativiteit prestaties / ervaringen installaties.

Door het toepassen van meerdere, dezelfde, installaties kunnen prestaties en ervaringen beter worden onderbouwd en bevestigd dan bij toepassing van meerdere typen systemen.

Aangezien er globaal twee soorten lozingslocaties zijn geselecteerd (twee agrariërs en twee 'standaard huishoudens') is het wenselijk, eveneens in het kader van representativiteit en controleerbaarheid, op iedere locatie eenzelfde systeem te hebben staan.

2.3 DE PILOT-SITUATIES

Na afronding van locatiekeuze en systeemkeuze zijn de locaties nogmaals uitgebreid geïnventariseerd, ditmaal rekeninghoudend met de systeem-layout. Op basis hiervan is besloten wat de exacte ligging van de IBA zou worden en is eveneens besloten of de IBA onder vrij verval op oppervlaktewater kon lozen of dat een effluentpomp noodzakelijk was.

Samengevat zijn er dus vier locaties geselecteerd, twee 'agrarische gezinnen' en twee 'standaard gezinnen'. Op drie adressen is een effluentpomp geïnstalleerd om het water te kunnen lozen op oppervlaktewater, één IBA (bij een 'standaard huishouden') loost onder vrij verval.

3

ONTWERP MBR-IBA'S

3.1 INLEIDING

Ten behoeve van het pilot-project zijn vier identieke systemen aangeschaft en geplaatst. De systemen zijn afkomstig van een Duitse leverancier welke tijdens de looptijd van het pilot-project eveneens het onderhoud en de storingservice heeft uitgevoerd. In deze rapportage worden geen IBA-typen of leveranciersnaam genoemd. Deze rapportage heeft uitsluitend als doel om de MBR-technologie op individuele schaal te evalueren en geeft geen oordeel over een specifiek systeem van een specifieke leverancier.

3.2 ONTWERPUITGANGSPUNTEN

In deze paragraaf zijn de belangrijkste ontwerpuitgangspunten van de MBR-IBA weergegeven.

Het ontwerp van de MBR-IBA is gebaseerd op de in tabel 2 aangegeven uitgangspunten.

TABEL 2: ONTWERPUITGANGSPUNTEN MBR-IBA

Parameter		Eenheid	Waarde
Ontwerpbelasting	Inwonerequivalenten	i.e. (136 gr TZV)	4 - 6
Hydraulische belasting	Gemiddeld dagdebiet	m ³ /dag	0,5 - 1
	Maximum dagdebiet	m ³ /dag	1
	Gemiddeld uurdebiet	l/uur	25 - 40
Vuilverchten	Maximum uurdebiet	l/uur	75
	Biochemisch zuurstofverbruik	kg/d	0,4

Het gezuiverde afvalwater wordt op de vier testlocaties geloosd op oppervlaktewater (sloot, greppel of plas). De effluent(kwaliteits)garanties die door de leverancier zijn gesteld aan het effluent van de MBR-IBA's zijn samengevat in tabel 3. In deze tabel zijn ook de emissie-eisen weergegeven van een IBA klasse IIIa die door het CIW-CUWVO vastgesteld zijn.

TABEL 3: KWALITEITSEISEN EFFLUENT GESTELD DOOR LEVERANCIER EN CUWVO

parameter	eenheid	leverancier opgave	CUWVO eis IBA IIIa
Chemisch zuurstofverbruik	mg/l	<90	<200
Biochemisch zuurstofverbruik	mg/l	<20	<40
Ammonium (NH ₄ -N)	mg N/l	<10	< 4
Totaal stikstof	mg/l	geen	<60
Fosfaat	mg P/l	geen	geen
Zwevende stoffen	mg/l	0	< 60
Fecale Coliformen	KVE/100ml	<100	geen

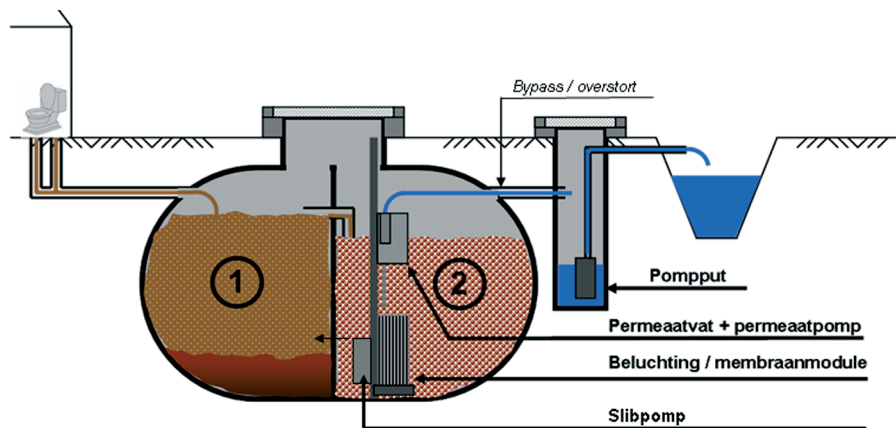
Bij het vaststellen van de ontwerpuitgangspunten in relatie tot de kwaliteitseisen van het effluent is gerekend met een minimum procestemperatuur (influent) van 10 – 20 °C.

3.3 VOORBEHANDELING

Omdat membranen gevoelig zijn voor vervuiling en beschadiging is het noodzakelijk het ruwe water voor te behandelen alvorens het te zuiveren. Aangezien een IBA een individuele afvalwaterstroom, afkomstig van één of hooguit enkele huishoudens behandelt, is het mogelijk de afvalwatersamenstelling voor een belangrijk deel te sturen aan de bron. Dat wil zeggen; door directe afspraken te maken met de lozer over hetgeen wat wel en niet geloosd mag worden op een IBA, wordt de samenstelling beïnvloed. Op deze manier wordt voorkomen dat geavanceerde voorbehandelingstechnieken nodig zijn en kan worden volstaan met alleen een voorbezinktank waarin de zware delen bezinken en eventuele drijflagen worden afgevangen.

De totale IBA bestaat uit een enkele tank met een inhoud van 3.500 liter welke is onderverdeeld in een tweetal gelijke compartimenten van ieder 1.750 liter (zie dwarsdoorsnede Figuur 3). Het eerste compartiment (1) fungeert als voorbezinktank.

FIGUUR 3: DWARSDOORSNEDE MBR-IBA



3.4 BIOLOGIE

3.4.1 INLEIDING

De biologische processen die plaatsvinden in een MBR zijn in principe niet anders dan in een conventionele actiefslibinstallatie. Aangezien bij een MBR een hoger drogestofgehalte kan worden toegepast en het proces van nabezinking vervalt, kan een MBR compacter worden gerealiseerd. Het ontwerp van de biologische zuivering en de sturing van biologische processen vragen een andere benadering vanwege de kortere hydraulische verblijftijd en de hoge zuurstofconcentraties in het membraancompartiment. Daarnaast spelen slibkarakteristieken een belangrijke rol. Hoewel de slibbezinkeigenschappen in een MBR geen directe invloed hebben op de slibafscheiding (er is geen nabezinking), is de werking van de biologie wel van grote invloed op de werking van de membranen. Een goede slibstructuur, dat wil zeggen een slibvlok met weinig draden, weinig losse cellen en weinig EPS (Extracellulaire Polymere Stoffen), leidt tot een minder snelle vervuiling van het membraan. EPS wordt met name gevormd onder "stress"-omstandigheden welke ontstaan door bijvoorbeeld te weinig zuurstof of een te hoge energie-inbreng.

3.4.2 BELUCHTING

Het beluchtingscompartiment van de MBR-IBA bestaat uit het tweede compartiment van de gedeelde tank (zie Figuur 3), met een inhoud van 1.750 liter.

De belangrijkste dimensies van het beluchtingscompartiment zijn weergegeven in tabel 4.

TABEL 4: DIMENSIONERINGSGEGEVENS VAN HET BELUCHTINGSCOMPARTIMENT

parameter	waarde	eenheid
Slibbelasting	90-150	g CZV / (kg DS/d)
Slibgehalte	4-15	kg DS / m ³
Beluchtingstank volume	1,75	m ³
Beluchtingstank diepte	1,4	m
Effectieve vloeistofdiepte	1,0	m

In een MBR is de benodigde specifieke luchtinbreng, uitgedrukt in hoeveelheid lucht per uur per kubieke meter tankinhoud, aanzienlijk hoger dan in een conventioneel actiefslibstelsysteem.

De oorzaak hiervan is gelegen in het feit dat in een MBR een hoger slibgehalte wordt aangehouden. Daarnaast neemt de -factor af bij een hoger slibgehalte, waardoor meer lucht dient te worden ingebracht. Bovendien is, ten gevolge van de kortere hydraulische verblijftijd, ook de piekfactor iets verhoogd.

In een MBR-IBA wordt de beluchting tevens gebruikt als membraanreiniging. Hiertoe is de beluchtingsmodule (membraanbeluchting) onder de membraanmodule gesitueerd.

FIGUUR 4: MEMBRAANBELUCHTING GESITUEERD ONDERAAN MEMBRAANMODULE (LINKS). BOVENAANZICHT BELUCHTINGSMEMBRAAN (RECHTS)



De ontwerpgrondslagen van de beluchting zijn weergegeven in tabel 5.

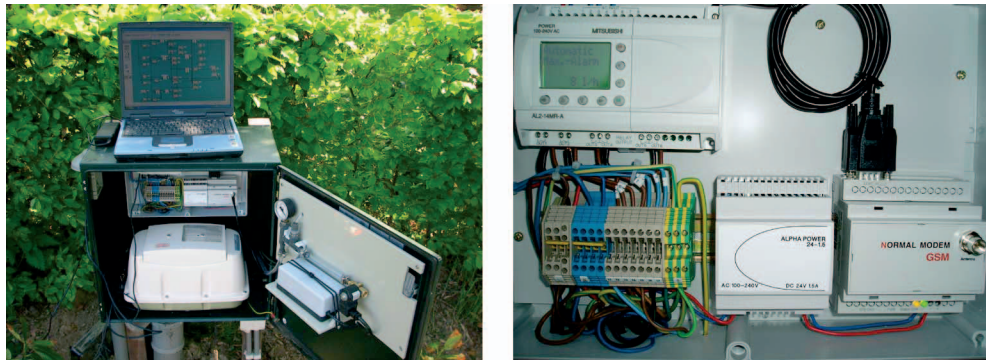
TABEL 5: DIMENSIONERINGSGEGEVENS VAN DE BELUCHTING

parameter	waarde	eenheid
Inblaasdiepte	1,0	m
Capaciteit geïnstalleerd(max)	4,8	Nm ³ /h

3.4.3 PROCESREGELINGEN

De procesregelingen van de MBR-IBA worden gestuurd door een PLC (Programmable Logic Control) welke de besturingssoftware bevat.

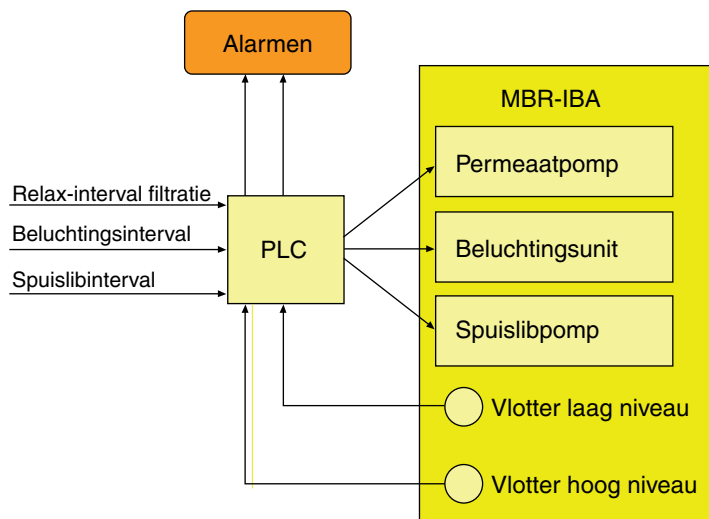
FIGUUR 5: SOFTWARE IN PLC WORDT GEPROGRAMMEERD (LINKS), PLC MET SOFTWARE BESTUURD PROCES (RECHTS).



De volgende waarden kunnen als vaste proceswaarden worden ingegeven in de PLC:

- **Beluchtingsinterval:** met deze parameter kan men het beluchtingsinterval instellen voor het beluchten van de biologie wanneer het filter niet in bedrijf is (bijvoorbeeld in nachturen of bij afwezigheid van bewoners).
- **Relax-interval filtratie:** Ter voorkoming van filterverstopping is het soms noodzakelijk om een rustperiode in te stellen voor filtratie. Iedere X seconden wordt de filtratiepomp gestopt gedurende Y seconden, zodat er geen transmembraandruk heerst over het membraan.
- **Slibpomp-interval:** Hiermee word de looptijd van de slibpomp ingesteld. Middels het regelmatig spuien van slib, vanuit het biologisch compartiment naar de voorbezinktank, wordt het slibgehalte in de biologie op peil gehouden.

FIGUUR 6: SCHEMATISCHE WEERGAVE BESTURING MBR-IBA



De PLC stuurt rechtstreeks de permeaatpomp, beluchtingsunit en slibpomp aan. De permeaatpomp wordt gestuurd op basis van het signaal dat wordt afgegeven door de hoog-niveau vlotter in het biologisch compartiment (signalering hoog niveau = activeren filtratie (vacuümpomp)). Bij het in werking zijn van de filtratie (vacuümpomp) wordt automatisch de beluchting geactiveerd om middels luchtbellens het membraan te reinigen tijdens het filtratieproces. In de periode dat er niet wordt gefiltreerd verloopt de beluchting volgens

het ingestelde beluchtingsinterval. Alarmen worden uitgestuurd als gedurende een langere periode (tijdsduur instelbaar) een laag of hoog vloeistofniveau in het biologisch compartiment wordt signaleerd.

3.5 MEMBRAANFILTRATIE

3.5.1 INLEIDING

Door de leverancier is de gehele IBA-installatie, inclusief membranen geleverd.

Het betreffen verticaal geplaatste ultrafiltratie plaatmembranen (materiaal: polymeer) die zijn samengevoegd tot één membraan-module.

FIGUUR 7: PLAATMEMBRANEN SAMENGEVOEGD TOT ÉÉN MEMBRAANMODULE (RECHTS MICROSCOPISCH BEELD MEMBRAANOPPERVLAK)



3.5.2 ONTWERPGEGEVENS

De belangrijkste dimensies van de MBR-IBA zijn weergegeven in tabel 6.

TABEL 6: DIMENSIES MBR-IBA

procesonderdeel	parameter	waarde	eenheid
Membraanmodule	Aantal membraanplaten per module	24	
	Type filtratie	ultrafiltratie	-
	Plaatafstand	5,5	mm
	Pakkingsdichtheid	160	m ² /m ³
	Membraanoppervlak	3,5	m ²
	Ontwerpflux gemiddeld (netto)	20 - 40	l/m ² /h
	Ontwerpflux maximum (netto)	60	l/m ² /h
	Scheidingslimiet	0,03-0,1	µm
	Cut-Off (moleculair gewicht limiet)	150	kDalton
Membraancompartiment	Aantal	1	m ³
	Volume totaal	1,750	m ³
	Volume effectief (water)	1,2	m ³
	Aantal membraanmodules	1	
Vacuümpomp	Aantal	1	
	Vacuümdruk (max)	-0,3	bar
	Vacuümdruk (gemiddeld)	-0,2	bar
Permeaatvat	Inhoud	1,5	1
	Aantal	1	
	Capaciteit	100	l/h
Membraanbeluchting	Type beluchter	Schotel (membraan)	
	Capaciteit totaal	3,6 - 4,8	Nm ³ /h
	Diepte beluchtingselement	1,0	m (onder vloeistof)

3.5.3 **BEDRIJFSVOERING**

De membraanmodule met 24 plaatmembranen zijn geplaatst in één compartiment.

Het te behandelen afvalwater stroomt vanuit het voorbezinkcompartiment over naar het membraancompartiment, er is dus geen sprake van een toevoerpomp. Aanvoer naar de IBA vindt vrijwel tegelijkertijd plaats nadat vanuit de woning geloosd wordt. Bij een instelbaar niveau in het membraancompartiment zal de permeaatpomp ingeschakeld worden. Deze pomp wordt weer uitgeschakeld bij een ingesteld lager niveau. Door dit verschil in niveau ontstaat er een buffer in het membraancompartiment. Op het moment dat er te veel aanvoer is, en de permeaatpomp het niet allemaal kan verwerken, dan vindt vanuit het membraancompartiment een overstort naar oppervlaktewater plaats.

De membraanmodule is aan de onderzijde voorzien van een beluchtingsschotel met bellenbeluchting. De luchtbellen zorgen voor turbulentie, waarmee de aanhechting van actiefslibdeeltjes aan het membraanoppervlak zoveel mogelijk wordt voorkomen. Deze beluchting dient tevens voor het inbrengen van zuurstof voor het biologisch omzettingsproces (nitrificatie).

Het water wordt middels een vacuümpomp door de membraanmodules getrokken in een permeaatvat (verzamelvat waarin permeaat wordt verzameld). Vanuit het permeaatvat wordt het permeaat middels een permeaatpomp batchgewijs geloosd. Het permeaatvat wordt leeggepompt op moment dat het vat vol is.

De chemische reiniging van de membranen vindt plaats bij de leverancier. Circa tweemaal per jaar wordt de volledige membraancassette in de MBR-IBA vervangen door een gereinigd exemplaar. Het “vervuilde” exemplaar wordt door de leverancier meegenomen, gereinigd en getest en bij een volgende onderhoudsbeurt weer omgewisseld. Er is geen zicht op de ouderdom van de membranen die worden teruggeplaatst.

3.5.4 **PROCESSTURING**

De twee belangrijkste toestanden waarin de membraantank (biologisch compartiment met membraanmodule) zich kan bevinden zijn de procesmode en rustmode.

In de procesmode onttrekt de permeaatpomp permeaat. Hierbij is de membraanbeluchting in bedrijf. In de rustmode wordt geen permeaat onttrokken. De membraanbeluchting staat hierbij op een interval-stand teneinde een juiste verhouding in nitrificatie- en denitrificatietijd te bewerkstelligen. De beluchtingsinterval wordt in de PLC ingevoerd. Op het moment dat er een bepaald niveau in de biologie wordt gemeten wordt de membraanmodule geactiveerd en zal de vacuümpomp worden aangestuurd om permeaat te verwijderen. Tijdens dat proces (filtreren) wordt er automatisch belucht (in verband met voorkomen verstopping membraan; membraanreiniging door luchtbellen) en wordt deze niet automatisch gestopt na een bepaalde tijd. Op het moment dat de flux en de afvoer van permeaat heel laag is en toevoer gelijk of meer bedraagt, zal de membraanmodule in werking blijven en de biologie continu belucht blijven. Op dat moment vindt er geen denitrificatie plaats.

De membraanmodule is alleen in procesmode als de installatie hydraulisch wordt belast. Het inschakelmoment wordt bepaald op basis van het niveau van het biologisch compartiment. Als het niveau daalt, wordt de module automatisch in de rustmode gezet.

Bij het optreden van een lekkage in een membraan of permeaatleiding zal slib met het permeaat worden meegevoerd. Dit permeaat komt vervolgens in contact met de binnenkant van het membraan, waardoor slib aan de binnenkant van het membraan wordt gebracht. Dit kan leiden tot een (blijvende) verslechtering van de prestaties van het systeem. Kleinere lekkages kunnen dichtslibben. Lekkages van het membraan kunnen alleen worden geconstateerd door visuele controle, monstername van het permeaat of door een continue opvallend hoge flux gedurende een langere periode.

4

TECHNOLOGISCHE WERKING

4.1 INLEIDING

Na plaatsing en opstart van de MBR-IBA's zijn de systemen met regelmaat gemonitord op hun technische en technologische werking. Bij de beschrijving van de technologische werking is onderscheid gemaakt in de voorbehandeling (4.2), de biologie (4.3) en de membraanfiltratie (4.4).

4.2 VOORBEHANDELING

De voorbehandeling van het afvalwater in een MBR-IBA, zoals getest in dit onderzoek, bestaat enkel en alleen uit voorbezinking. Het afvalwater stroomt rechtstreeks vanuit de woning via de aanvoerleiding naar de IBA en komt de IBA binnen in het eerste compartiment, het voorbezinkcompartiment.

In dit compartiment krijgen de zwaardere delen uit het afvalwater de tijd om te bezinken en de lichtere delen (inclusief grote vetdeeltjes) de tijd om een drijfslaag te vormen.

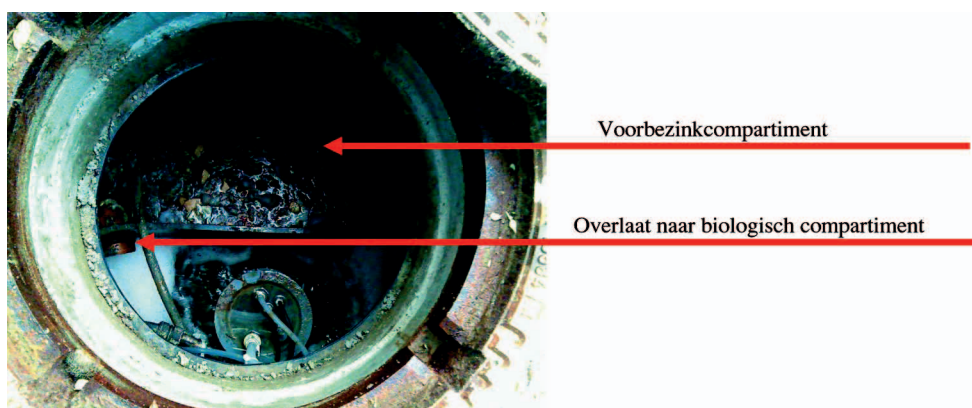
Het inlaatpunt van het influent is dusdanig gesitueerd dat het ruim boven het vloeistofniveau van het voorbezinkcompartiment binnenkomt. Door dit "vrij verval" wordt een groot deel van de vaste stoffen (fecaliën, toiletpapier) direct "kapot geslagen" als het in het voorbezinkcompartiment terecht komt.

Het bezinksel uit het voorbezinkcompartiment wordt éénmaal per jaar verwijderd door de sliblaag uit het betreffende compartiment te zuigen.

Vanuit het voorbezinkcompartiment stroomt het water via een overlaat naar het tweede compartiment: het biologisch / membraan compartiment.

Figuur 8 geeft een foto weer van de bovenzijde van de IBA. Op deze foto zijn de twee verschillende compartimenten duidelijk te zien.

FIGUUR 8: VOORBEZINKCOMPARTIMENT MET OVERLAAT NAAR BIOLOGISCH COMPARTIMENT



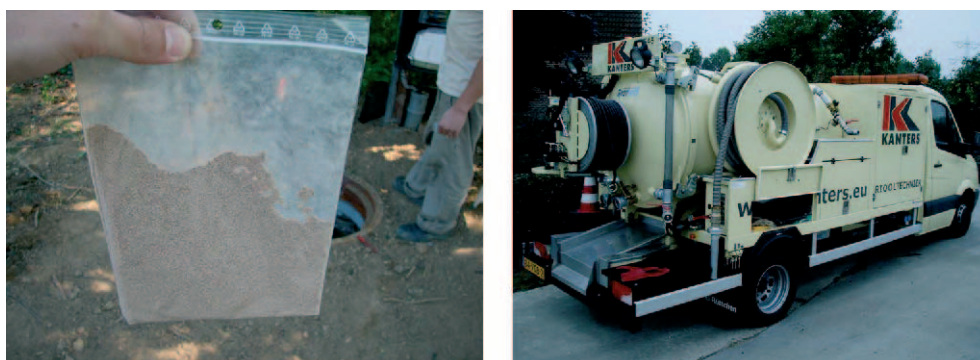
4.3 BIOLOGIE

De biologie in de MBR-IBA's is verschillende malen en op diverse wijzen opgestart. In *tabel 7* een overzicht van opstartmomenten, wijze van opstarten en de locatie.

TABEL 7: OPSTARTMOMENTEN BIOLOGIE

Opstartdatum	Locatie	Opstartmethode	Reden
Wk 50 – 51 2005	Alle	Enting gevriesdroogde bacteriecultuur (van de leverancier)	Eerste opstart IBA-systemen
10-05-2006	C H	Enting gevriesdroogde bacteriecultuur van de leverancier	Slibgehalte systemen nabij 0 mg/l
11-05-2006	S K	Enting gevriesdroogde bacteriecultuur van de leverancier	Slibgehalte systemen nabij 0 mg/l
11-07-2006	H	Enting gevriesdroogde bacteriecultuur op dragermateriaal (moving bed) van de leverancier	Slibgehalte systeem zeer laag, slib spoelt makkelijk uit
12-07-2006	K	Enting gevriesdroogde bacteriecultuur op dragermateriaal (moving bed) van de leverancier	Slibgehalte systeem zeer laag, slib spoelt makkelijk uit
25-01-2007	C	Enting met 500 liter retourslib communale rwzi	Slibgehalte zeer laag
26-01-2007	H K S	Enting met retourslib communale rwzi (500 liter per systeem)	Slibgehalte systemen zeer laag (nabij 0)
19-02-2007	S	Enting met 500 liter retourslib communale rwzi	Slib uitgespoeld via noodoverlaat als gevolg van defecte effluentpomp

FIGUUR 9 ENTING GEVRIESDROOGDE BACTERIECULTUUR (LINKS) EN ENTING MET COMMUNAAL ZUIVERINGSSLIB (RECHTS)



Tijdens de diverse opstarten is geen schuim- of drijfslagvorming geconstateerd.

De belangrijkste graadmeters voor de biologie zijn normaliter de stikstof- en fosfaatverwijdering. Aangezien de MBR-IBA niet ontworpen is om fosfaat uit het afvalwater te verwijderen wordt de fosfaatverwijdering niet als graadmeter gezien voor het functioneren van de biologie.

Na plaatsen zijn de MBR-IBA's verschillende keren opgestart door de leverancier. Dat gebeurde met behulp van gevriesdroogde bacteriën. Volgens door de leverancier een beproefde methode. Slibaangroei na deze entingen waren beperkt. Later zijn de MBR-IBA's opgestart met retourslib van een communale rwzi. Het slibgehalte was al direct hoger en had beter resultaat.

De beperkte slibgroei en daardoor verstopt raken van de membraanmodule heeft de leverancier doen besluiten dragermateriaal toe te voegen aan de biologie. Het doel hiervan was dat de biomassa zich op het dragermateriaal zou vestigen. Het dragermateriaal is nog maar weinig teruggevonden in de biologie. Naar verwachting is het dragermateriaal met de verschillende overstorten vanuit de biologie op oppervlaktewater geloosd.

In de volgende paragraaf worden de belangrijkste resultaten van de biologie van de MBR-IBA's gepresenteerd.

4.3.1 PROCESGEGEVENS BIOLOGIE

De belangrijkste procesgegevens van de biologie zijn in tabel 8 weergegeven. Tevens is er een vergelijking gemaakt met een 'standaard' IBA IIIa-systeem.

TABEL 8: BELANGRIJKSTE PROCESPARAMETERS MBR-IBA'S

Parameter	Eenheid	Locatie C	Locatie H (agrarisch)	Locatie S	Locatie K (agrarisch)
Belasting	i.e. (a 136 g CZV)/dag	8,8	6,4	2,7	8,1
Slibbelasting ¹	g CZV/(kg DS.d)	92,3	519 ⁶	1012 ⁶	1217 ⁶
	g N/(kg DS.d)	6,3	23,7 ⁶	137 ⁶	86,7 ⁶
	g P/(kg DS.d)	1,0	13,2 ⁶	19,5 ⁶	8,3
Debiet ²	m ³ /d	0,49	0,5	0,37	0,53
Procestemperatuur	°C				
Slibgehalte ³	kg ds/m ³ (gem)	11,3	1,4	0,7	1,3
	kg ds/m ³ (min)	0,3	0,6	0,1	0,1
	kg ds/m ³ (max)	20,9	3,2	2,2	4,2
Gloeirest ⁴	%	11,5	11,5	11,5	11,5
SVI	ml/g	110	nb	86	nb
Slibproductie ⁵	kg DS/d	0,52	0,13	nb	0,11
Slibleeftijd	Dagen	-	-	-	-

¹ berekend op basis van het vloeistofvolume in het biologisch compartiment, de gemiddelde dagvracht van het influent en het gemiddelde waterverbruik per dag. Gerapporteerde waarde is gemiddelde slibbelasting van alle meetdagen waarbij extremen (hoog + laag) niet zijn meegenomen.

² gemiddeld dagdebiet gebaseerd op waterinname.

³ gemiddelde, min en max over periode 17-8-'06 t/m 23-3-'07.

⁴ gloeirest gedurende periode in 8 monsters op 2 locaties bepaald. Variatie tussen 10,6 en 12,3, gemiddelde waarde 11,5 voor alle systemen aangenomen.

⁵ berekend op basis van toename D.S. inhoud [kg] biologie tussen verschillende meetdagen.

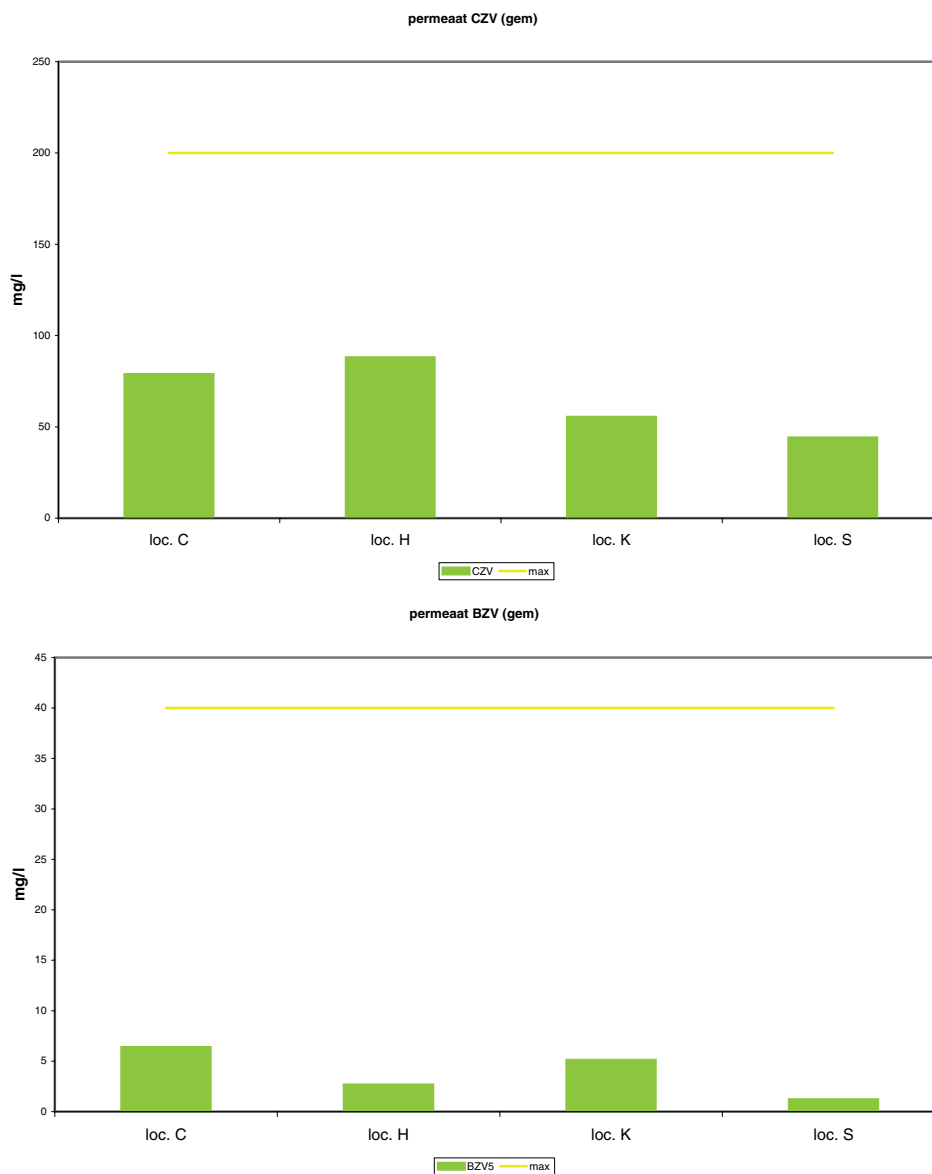
⁶ waarden slibbelasting hoog i.v.m. zeer lage biomassaconcentraties in biologie.

4.3.2 CZV- EN BZV-VERWIJDERING

Door middel van biomassa en zuurstof vindt CZV en BZV-verwijdering plaats.

In figuur 10 staan de grafieken met de gemiddelde resultaten van CZV en BZV weer gegeven. De individuele resultaten zijn weergegeven in bijlage 5.

FIGUUR 10: CZV- EN BZV-CONCENTRATIES IN HET PERMEAAT



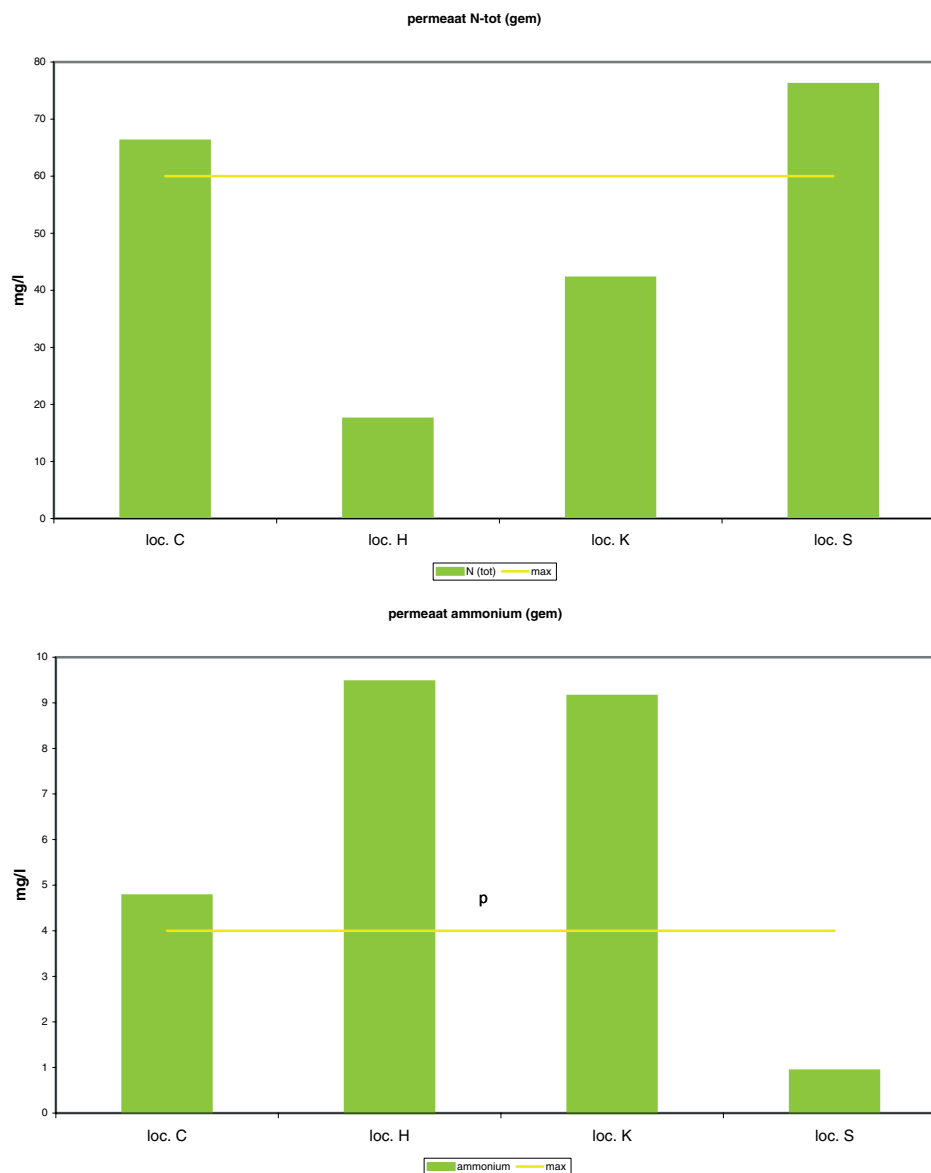
Uit de gemiddelde resultaten blijkt dat de kwaliteitseisen voor CZV en BZV, zoals gesteld in het CUWVO ruimschoots gehaald worden.

4.3.3 STIKSTOFVERWIJDERING

In de biologie vindt met behulp van biomassa stikstofverwijdering plaats. Tijdens de beluchting van het compartiment vindt nitrificatie plaats. Na een (vast in te stellen) periode wordt de beluchting gestopt en vindt er denitrificatie plaats. Door een juiste verhouding van belucht en onbelucht te creëren kan voldoende stikstofverwijdering worden gerealiseerd.

In figuur 11 staan de grafieken met de gemiddelde resultaten van stikstof totaal en ammonium weer gegeven. De individuele resultaten zijn weergegeven in bijlage 5.

FIGUUR 11: STIKSTOFCONCENTRATIES IN HET PERMEAAT



Uit de resultaten blijkt dat alle 4 de systemen voldoen aan de door de leverancier gestelde eis voor ammonium van maximaal 10 mg/l, maar niet voldoen aan de eis voor een IBA klasse IIIa.

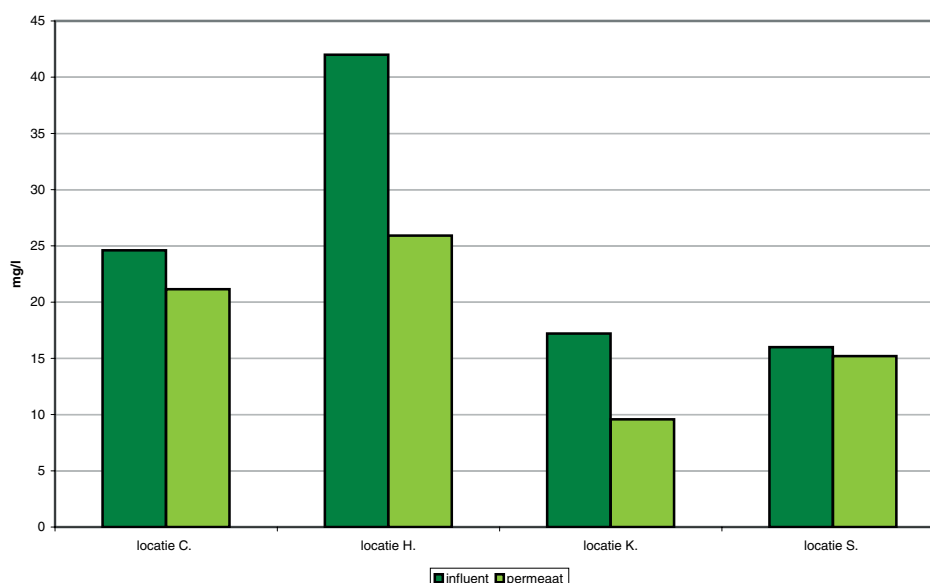
4.3.4 FOSFAATVERWIJDERING

De MBR-IBA zoals toegepast is niet ontworpen voor fosfaatverwijdering (zowel biologisch als chemisch). Er zijn derhalve ook geen metaalzouten gedoseerd ten behoeve van chemische fosfaatverwijdering.

Indien de gemeten influent- en effluentconcentraties (totaal fosfaat) met elkaar worden vergeleken dan kan een geringe fosfaatverwijdering worden geconstateerd. Deze fosfaatverwijdering zit met name in de onopgeloste fosfaatfractie. De fosfaat die gebonden is aan vaste deeltjes bezinken in het eerste compartiment of worden door het membraan in het systeem gehouden. Alleen de opgeloste fosfaten worden doorgelaten. Het is niet bekend of er ook nog biologische fosfaatverwijdering in de systemen heeft plaatsgehad (biologische systemen hebben als eigenschap dat zich in de loop der tijd een (veelal kleine) fosfaatverwijderende cultuur ontwikkeld).

In figuur 12 zijn de gemiddelde influent en permeaatconcentraties van totaal fosfaat weer-
gegeven.

FIGUUR 12: FOSFAATCONCENTRATIES (TOTAALFOSFAAT) IN HET INFLUENT EN PERMEAAT



4.3.5 HYDRAULISCHE BELASTING

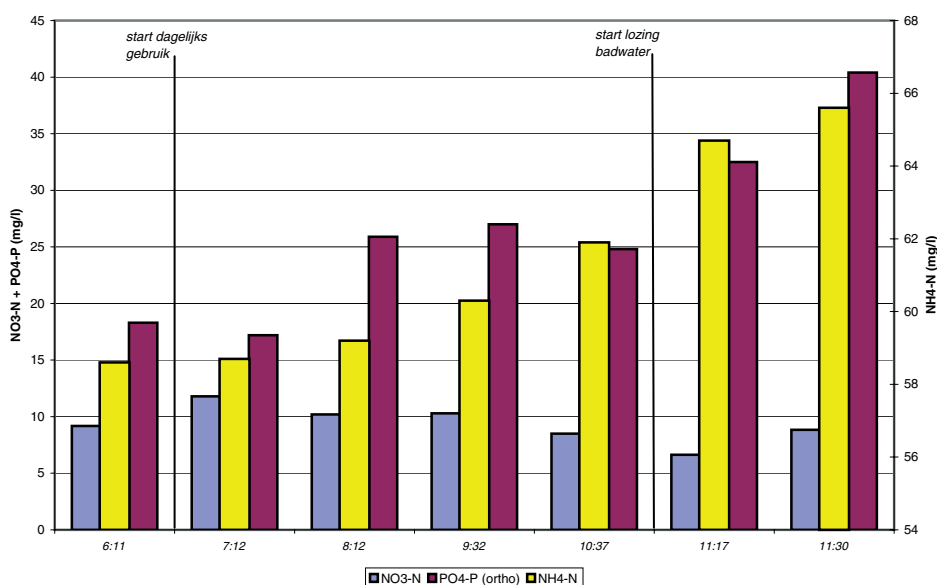
Gedurende de looptijd van het pilot-project is meerdere malen geconstateerd dat de werking van systemen door fluctuaties in hydraulische belasting sterk worden beïnvloed (in werking treden overstort (zie afbeelding 3)).

Teneinde een beter beeld te krijgen van de invloed van een hydraulische piekbelasting op het systeem is een zogenaamde 'badwatertest' uitgevoerd, gecombineerd met een dagprofiel.

In figuur 12 is het verloop van de diverse parameters in het effluent (permeaat) weergegeven over de dag. Tevens zijn de momenten aangegeven waarop is gestart met lozen (start dagelijks gebruik) en het moment waarop de badwatertest is gestart.

De badwatertest betrof het in één keer leeg laten lopen van een gevuld bad (effectieve inhoud 100 liter).

FIGUUR 13: ANALYSES PERMEAAT DAGPROFIEL LOCATIE C. (16 APRIL 2007)



Op basis van de gegevens in figuur 13 en de waarnemingen tijdens het uitvoeren van de test kan worden geconcludeerd dat:

- De gehalten in het effluent (en daarmee ook in het influent) aan zowel $\text{NH}_4\text{-N}$ als $\text{PO}_4\text{-P}$ tijdens als gevolg van dagelijks gebruik toenemen.
- Extreme toename van de hydraulische belasting (badwatertest) direct invloed heeft op de effluentkwaliteit (door de de hydraulische piek wordt de verblijftijd zeer kort en daalt het zuiveringsrendement aanzienlijk).
- Het voorbezinkcompartiment (zie figuur 3) bevat een hydraulische buffer van slechts enkele liters. Bij een hoge hydraulische aanvoer wordt de drijfslag in het betreffende compartiment 'kapot geslagen' en begint na enkele tientallen seconden reeds over te storten naar het biologisch compartiment. Met deze overstort gaan ook delen van de drijfslag mee naar het biologisch compartiment.
- Indien een hydraulische piekbelasting langere tijd aanhoudt dan treedt de overstort vanuit de biologie naar het effluent in werking. In het biologisch compartiment zit net genoeg hydraulische buffercapaciteit om de inhoud van één bad te verwerken (voorwaarde is dat het biologisch compartiment op dat moment op een zo laag mogelijk niveau staat. Als er voorafgaand al een andere lozing heeft plaatsgevonden is de buffercapaciteit niet toereikend).

Samengevat kan de conclusie worden getrokken dat het systeem niet is uitgelegd voor grote hydraulische piekbelastingen. De buffer in het voorbezinkcompartiment is te beperkt.

5

BEHEER, ONDERHOUD EN STORINGEN

5.1 INLEIDING

Eind 2005 zijn de vier IBA's opgestart. Beheer en onderhoud is uitgevoerd conform de specificaties van de leverancier. De IBA's zijn voorzien van een GSM-modem, welke door middel van een sms-bericht dagelijks de status van het systeem doorgeeft. Aan de hand van deze sms-berichten kunnen storingen snel worden gedetecteerd.

Door de grote afstand van leverancier (circa 800 km) was het niet mogelijk de storingen binnen 24 uur te verhelpen. De gemiddelde responstijd bij storingen was 48 uur.

5.2 VOORBEHANDELING

De voorbehandeling bestaat uit voorbezinking. Het voorste compartiment van de IBA fungeert als voorbezinktank. In dit deel van de IBA zijn geen mechanische- of elektrische onderdelen aanwezig.

5.2.1 BEHEER EN ONDERHOUD

Het onderhoud van dit onderdeel bestaat uit het ledigen van dit compartiment met een frequentie van éénmaal per jaar. Dit is conform de specificaties van de leverancier. De tank kan van buitenaf worden geledigd door middel van een tankwagen. De IBA bestaat uit één tank met twee compartimenten voorzien van één putdeksel. Omdat bij onderhoud de gehele membraanmodule uit de IBA verwijderd dient te worden en deze module niet recht onder de putdeksel zit, zijn de IBA's voorzien van een extra grote putdeksel (600 mm in plaats van 500mm). Het voorbezink-compartiment hoeft voor het onderhoud niet te worden betreden.

5.2.2 STORINGEN

De voorbehandeling van de IBA heeft geen mechanische of elektrische onderdelen. In de periode van opstart (eind 2005) tot mei 2007 zijn geen storingen geweest aan dit compartiment.

5.3 BIOLOGIE

Het onderdeel 'biologie' is voorzien van beluchting, biomassa en een slibpomp.

5.3.1 BEHEER EN ONDERHOUD

Conform specificatie van de leverancier dient tweemaal per jaar aan de gehele IBA onderhoud te worden gepleegd. Tijdens dit onderhoud wordt de werking van het gehele systeem bekeken en wordt het slib visueel beoordeeld. In de periode eind 2005 tot mei 2007 is het regulier onderhoud gecombineerd uitgevoerd met storingen. Zoals eerder aangegeven is de putdeksel, die toegang verschaft aan beide compartimenten van de IBA, zeer zwaar (circa 55 kg). Dit bemoeilijkt het onderhoud (moeilijk door één persoon te verwijderen).

Beluchting

De beluchtingsschotel is onder de membraanmodule bevestigd en kan door het lichten van de membraanmodule vervangen danwel worden gerepareerd. Deze module is volledig onder het vloestofniveau gedompeld. Om deze te kunnen lichten moet men liggend op de grond en met het bovenste deel van het lichaam in de IBA hangen (figuur 14) om de koppelingen los

te maken en vervolgens de module eruit te tillen. Vanuit ARBO perspectief is dit geen verantwoorde handeling.

In het geval dat de IBA dieper onder het maaiveld ligt wordt het compartiment gedeeltelijk leeg gepompt zodat men met behulp van een ladder af kan dalen in de IBA om de koppelingen los te maken en de module eruit te lichten (figuur 15). Om deze handelingen te mogen uitvoeren, dient het onderhoudspersoneel te zijn voorzien van H₂S detectie en dienen er tenminste twee personen aanwezig te zijn. Bij een te hoog H₂S gehalte mag deze besloten ruimte niet worden betreden en moet het onderhoud worden uitgesteld.

FIGUUR 14: LIGGEND OP DE GROND KOPPELINGEN LOSMAKEN



FIGUUR: 15 MET BEHULP VAN EEN TRAP DE IBA IN OM ONDERHOUD UIT TE VOEREN



Slibpomp

De slibpomp is bevestigd aan de membraanmodule. Onderhoud kan alleen verricht worden als de volledige membraanmodule uit de IBA is gelicht.

5.3.2 STORINGEN

Beluchting

Er zijn in de periode eind 2005 tot mei 2007 geen storingen aan de beluchting geweest. Alleen heeft de beluchting wel enkele malen niet gefunctioneerd als gevolg van elektrastoringen.

Biomassa

Op 2 van de 4 locaties heeft de beluchting, door elektrastoringen, enkele dagen niet gewerkt, waardoor de biomassa in het biologisch compartiment is afgestorven. De IBA dient dan opnieuw opgestart te worden.

Tijdens de gehele testperiode is geconstateerd dat de groei van biomassa slecht op gang komt. Bij twee IBA's (locatie C en S) is geconstateerd dat in verschillende perioden wel voldoende slibaangroei heeft plaatsgevonden. Bij de twee andere IBA's (locatie K en H (agrari-sche locaties)) is slibaangroei nauwelijks op gang gekomen. Uit de bemonstering is wel gebleken dat het afvalwater een hogere belasting heeft dan de gemiddelde samenstelling van huishoudelijk afvalwater, zoals aangegeven in het rapport van KIWA ('Beoordelingsrichtlijn 'Attestering van IBA-systemen'', BRL K10002, 2000, Kiwa N.V.).

Indien er storing was aan de membraanfiltratie en er onvoldoende of geen permeaat afgevoerd kon worden, stortte de IBA over vanuit de biologie naar de effluent(pomp)put. Als gevolg van deze storingen verdween de biomassa via de overstort naar oppervlaktewater. Hierdoor ontstaat een ongewenste (extra) verontreiniging van het oppervlaktewater en dient de IBA opnieuw te worden opgestart. Bij een nieuw ontwerp zou een overstort vanuit het eerste compartiment van de IBA gecreëerd moeten worden. Hierdoor wordt een extra verontreiniging van oppervlaktewater door biomassa voorkomen en raakt de IBA de biomassa niet kwijt.

Slibpomp

Door beperkte groei van de biomassa heeft deze in eerste instantie uitgestaan. Bij de IBA op locatie C is, bij voldoende biomassa, de slibpomp ingeschakeld, maar deze bleek niet te werken.

In tabel 9 zijn de storingen in de biologie, de frequentie en de oorzaak daarvan weergegeven.

TABEL 9: OVERZICHT EN FREQUENTIE STORINGEN BIOLOGIE IN DE PERIODE VAN EIND 2005 TOT MEI 2007 OP DE 4 LOCATIES

Storing	Frequentie	Oorzaak
Beluchting	niet bekend	Elektra
Verdwijnen biomassa als gevolg van overstort uit biologie	8 ^{*1}	Lage permeaatflux 3x; defecte vlotter 3x; storing in permeaatpomp 2x
Beperkte aangroei biomassa	39	Overstort vanuit de biologie,
Slibpomp	1 ^{*2}	Onbekend

*1) Het is 6 maal aangetoond dat er slib is overgestort, de verwachting is dat de werkelijke frequentie veel hoger ligt.

*2) bij 3 van de 4 iba's is de slibgroei nooit zodanig geweest dat deze in bedrijf is geweest.

5.4 MEMBRAANMODULE

De membraanmodule bestaat uit de volgende onderdelen:

- membraancassette
- vacuümpomp
- permeaatvat
- permeaatpomp
- beluchting
- hoog- en laagwatervlotter

De vacuümpomp is bevestigd in het besturingskastje. De overige onderdelen zijn allen bevestigd aan de membraanmodule. Voor onderhoud of storingen dient de membraanmodule ontkoppeld en uit de IBA te worden gelicht.

5.4.1 BEHEER EN ONDERHOUD

De IBA's zijn voorzien van een GSM-modem. Met dit modem wordt dagelijks een sms verstuurd met de status van de membraanmodule. Met name het permeaatdebiet is een maat voor de werking van de membraanmodule. Het gemiddelde debiet moet circa 40 liter/uur bedragen. Een lager debiet duidt op het dichtslibben van de membranen of verminderde werking van de vacuümpomp en kan een overstort vanuit de biologie tot gevolg hebben. Tweemaal per jaar wordt onderhoud gepleegd aan de gehele IBA.

In de periode eind 2005 tot mei 2007 is het onderhoud uitgevoerd op het moment dat er storingen waren.

Membraancassette

Om verzekerd te zijn van een goede effluentkwaliteit is de werking van de membraancassette essentieel. Indien een membraan kapot is, kan biomassa met het effluent worden geloosd op oppervlaktewater. Als door verstopping van het membraan het permeaatdebiet lager is dan 40 liter/uur dan is de kans aanwezig dat het vloeistofniveau in de biologie zodanig stijgt dat de inhoud van de biologie overstort op oppervlaktewater. Door middel van de sms-berichten van de GSM-modem is dagelijks het (momentaan) permeaatdebiet geregistreerd. Deze resultaten staan grafisch weergegeven in bijlage 4. Het blijkt dat de permeaatdebiet over het algemeen te laag is. De lage slibgroei (door slibuitspoeling) is hier mede oorzaak van. Tijdens het onderhoud zijn de gehele membraancassettes vervangen voor gereinigde exemplaren.

Vacuümpomp

De vacuümpomp is geplaatst in het besturingskastje en is daardoor goed bereikbaar.

Permeaatvat en permeaatpomp

De permeaatpomp is in het permeaatvat geplaatst en kan alleen in zijn geheel worden vervangen.

Beluchting

Zie paragraaf 4.3.1.

Hoog- en laagwatervlotters

Er zijn twee vlotters bevestigd aan de membraanmodule. De hoogwatervlotter stuurt, bij vollopende niveau, de vacuümpomp aan. De laagwatervlotter schakelt de vacuümpomp weer uit. Beide vlotters hebben ook een alarmniveau (te hoog of te laag). Indien de vlotters niet naar behoren werken, kunnen ze alleen volledig worden vervangen.

5.4.2 STORINGEN

Membraancassette

Storingen kunnen optreden doordat membranen scheuren of verstoppem. In de periode van eind 2005 tot mei 2007 zijn geen gescheurde membranen geconstateerd. In de periode eind 2005 tot mei 2007 is gebleken dat het permeaatdebiet laag was, wat werd veroorzaakt doordat de membranen regelmatig verstopt raakten. Indien het permeaatdebiet laag is en er meer afvalwater aangeboden wordt, is overstort van de biologie mogelijk. Indien het hoogwater-alarm geactiveerd wordt, is een kans aanwezig dat er een overstort plaatsvindt. In de periode eind 2005 tot mei 2007 is het permeaatdebiet veelvuldig onder de 40 liter/uur geweest.

Vacuümpomp

In de periode eind 2005 tot mei 2007 zijn geen storingen aan de vacuümpomp geweest.

Permeaatvat en permeaatpomp

Bij twee verschillende IBA's (locatie S en H) is er kortsluiting in de permeaatpomp geconstateerd. Na de storing zijn de permeaat vaten inclusief de pompen vervangen. Deze storingen hadden tot gevolg dat de systemen elektrisch niet meer werkten en dat beide IBA's opnieuw opgestart moesten worden.

Beluchting

In de periode eind 2005 tot mei 2007 zijn geen storingen aan de beluchting geconstateerd.

Hoog- en laagwatervlotters

In de periode eind 2005 tot mei 2007 zijn diverse storingen aan de vlotters geweest. Eenmaal was de laagwatervlotter stuk en is vervolgens de vacuümpomp blijven pompen tot het vloeistofniveau halverwege de membraancassette was.

TABEL 10: OVERZICHT EN FREQUENTIE STORINGEN MEMBRAANMODULE IN DE PERIODE VAN EIND 2005 TOT MEI 2007 OP DE 4 LOCATIES

Storing	Frequentie	Oorzaak
Membraancassette stuk	0	
Verdwijnen biomassa via overstort als gevolg van dichtslibben membraancassette	niet bekend	Slechte groei biomassa en verstopt raken membranen
Vacuümpomp	0	
Kortsluiting permeaatpomp	2	Sluiting in de pomp zelf
Hoog- laagwatervlotter	2	Onbekend

5.5 BESTURINGSKAST

De besturingskast bestaat uit de volgende onderdelen:

- PLC
- Vacuümpomp
- GSM-modem

Aan deze onderdelen is in de periode van eind 2005 tot mei 2007 geen onderhoud gepleegd en zijn geen storingen geconstateerd.

6

KOSTENVERGELIJKING

6.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk worden de kosten van de MBR-IBA's vergeleken met conventionele IBA's. De kosten worden gesplitst in stichtingskosten (paragraaf 6.2) en exploitatiekosten (paragraaf 6.3.), waarin ook de energiekosten worden meegenomen. Voor de vergelijking van exploitatiekosten zal gebruik worden gemaakt van uren in plaats van kosten. Voor de uren voor onderhoud en storings van de conventionele IBA's is gebruik gemaakt van het IBA-jaarverslag van Waterschapsbedrijf Limburg en gegevens die beschikbaar zijn bij waterschap Aa en Maas.

6.2 STICHTINGSKOSTEN

Onder stichtingskosten vallen de aanschaf, plaatsing en in bedrijfstellen van de IBA's. Voor de vergelijking met conventionele IBA's is gebruik gemaakt van de kosten van aanschaf en in bedrijfstellen per IBA van waterschap Aa en Maas en waterschapsbedrijf Limburg. De kosten voor plaatsing van een IBA zijn afhankelijk van de plaatsingsvoorschriften van de fabrikant (bijvoorbeeld gebruik van gestabiliseerd zand etc.) en zijn erg locatie afhankelijk. Indien voor plaatsing van een IBA een bronnering nodig is, drukken deze kosten zwaar op de totale kosten van de plaatsing van de IBA. De kosten voor plaatsing worden dan ook niet meegenomen in de vergelijking.

6.3 EXPLOITATIEKOSTEN/UREN

De exploitatie-uren bestaan uit de benodigde uren voor het onderhoud (inclusief slibafvoer) en het verhelpen van storings. Daarnaast is het energieverbruik van de verschillende IBA-systemen vergeleken. De werkelijke kosten zijn hoger omdat hierin de km-vergoeding is opgenomen.

6.4 OVERZICHT

TABEL 11: OVERZICHT KOSTEN VAN MBR-IBA EN CONVENTIONELE IBA'S

Kostensoort	MBR-IBA	Waterschap Aa en Maas (eternit 3a)	Hoogheemraad schap Hollands Noorderkwartier (Boralit 3a)
Stichtingskosten	€ 6.140	€ 5.000 ^{*1}	€ 4.600
Aanschaf	€ 5.440	€ 4.500 ^{*2}	€ 4.000
In bedrijfstellen	€ 700	€ 500 ^{*2}	€ 600
Exploitatiekosten (per jaar)			
Onderhoud ^{*3}	€ 180	€ 75	€ 120
Storings ^{*3}	€ 180	€ 60	€ 60
Electraverbruik	€ 120	€ 42 ^{*4}	€ 50
Totale kosten per jaar (levensduur 15 j)	€ 890	€ 510	€ 540

* 1) Bij aanbesteding van circa 320 iba-systemen iba klasse 3a.

* 2) Stichtingskosten totaal is bekend, onderverdeling is een schatting.

* 3) Berekende kosten op basis van uren x € 30,- per uur.

* 4) Volgens meting aan één iba zonder effluentpomp circa 3 kWh/dag. Energieprijs € 0,12 per kWh.

7

DISCUSSIE

7.1 INLEIDING

De doelstelling van dit project zijn de onderstaande vijf punten:

- 1 aantonen van de technische haalbaarheid van MBR-technologie op microschaal,
- 2 aantonen van een stabiele bedrijfsvoering van MBR-technologie op microschaal,
- 3 vaststellen van de technologische resultaten van MBR-technologie op microschaal,
- 4 vaststellen van het toepassingsgebied van MBR-technologie op microschaal,
- 5 vergelijken van de kosten van de MBR op microschaal versus een conventionele IBA.

Op de markt zijn al diverse MBR-systemen te verkrijgen. In dit project is ervoor gekozen één systeem op vier verschillende adressen te plaatsen. Tijdens het project zijn een aantal technische storingen opgetreden. De systemen zijn voorzien van een GSM-modem om snel storingen en afwijkingen te detecteren. Door afstand van de leverancier naar systemen (800 km) is het niet mogelijk om de storingen binnen 24 uur op te lossen. Door de fysieke afstand was het serviceniveau bij de systemen onder de maat.

7.2 RESULTATEN

De kwaliteit van het permeaat is redelijk te noemen. Het gehalte aan onopgeloste bestanddelen is, zoals verwacht, erg laag. De controle op kwaliteit heeft alleen op het permeaat plaatsgevonden. In de biologie is een overstort gecreëerd die voorkomt dat het volledige systeem onder water raakt. Op het moment dat de biologie overstort wordt (deels gezuiverd) afvalwater met biomassa ook geloosd. Hierdoor heeft het effluent van de IBA een zeer slechte kwaliteit en daarnaast wordt de werking van de IBA door verlies van biomassa negatief beïnvloed. Twee systemen (50%) hebben biologisch gezien niet optimaal gewerkt. In samenwerking met de leverancier is gezocht naar een oorzaak. Een mogelijk oorzaak ligt waarschijnlijk in de samenstelling (hydraulische pieken) van het influent. De samenstelling van het influent wijkt sterk af van de gemiddelde samenstelling van influent zoals gebruikt voor de attestering van IBA-systemen. Bij de conventionele systemen (230 stuks) die in opdracht van waterschap Aa en Maas zijn geplaatst, wordt na circa 1,5 jaar ook nog maar 50% aantoonbaar goed werkend opgeleverd.

7.3 BEDRIJFSVOERING

Het hoge gehalte aan storingen heeft een negatieve invloed op de bedrijfsvoering. Het systeem moet zoveel mogelijk storingsvrij werken. Door een leverancier op afstand is de tijd die nodig is om storingen op te lossen te lang, waardoor de gevolgen van de storing (bijvoorbeeld het afsterven van biomassa, dan wel overstorten van biomassa naar oppervlaktewater) groter zijn dan noodzakelijk. Voor een goede bedrijfsvoering dient de onderhoudspartij binnen 24 uur aanwezig te zijn voor het oplossen van storingen.

De instabiele bedrijfsvoering lijkt ook te wijten aan de (sterk wisselde) samenstelling en hoeveelheid influent. Dit blijkt bij de conventionele IBA's in den lande ook geconstateerd te zijn.

Volgens voorschrift zijn de IBA's diverse malen opgestart met het door de leverancier gebruikte gevriesdroogde bacteriecultuur. De bacterieaangroei verliep daarna erg langzaam. In de loop van het project zijn de systemen die niet goed werkten, opgestart met retourslib van een communale zuivering. Het slibgehalte is dan vanaf de enting voldoende hoog. Na opstarten met communaal slib leken er minder problemen met de verstopping van de membranen.

7.4 ONTWERP

De gebruikte IBA-systemen zijn slecht toegankelijk. De IBA is voorzien van één mangat voor twee compartimenten. Voor onderhoud en storingsen dient de membraanmodule gelicht te kunnen worden. Hierdoor is het noodzakelijk dat er een extra grote putdeksel geplaatst moet worden. Deze extra grote putdeksel is dan ook extra zwaar en is nauwelijks door één persoon hanteerbaar. De toegankelijkheid van dit systeem wordt dan ook als slecht beoordeeld. De meeste conventionele IBA's zijn voorzien van meerdere (lichtere) putdeksels waardoor de toegankelijkheid wordt vergroot.

Ook heeft de toegepaste overstortconstructie tot problemen geleid. Door een overstort te creëren vanuit het voorbezink compartiment zou het verlies van biomassa kunnen worden voorkomen.

7.5 KOSTEN

Mede door de slechte toegankelijkheid en de door de leverancier gestelde onderhoudsprotocol (tweemaal per jaar), zijn de kosten voor onderhoud hoger. Door de grote afstand van de leverancier/onderhouds partij worden deze kosten nog veel hoger. Voor de conventionele IBA's wordt een onderhoudsfrequentie van éénmaal per jaar gesteld.

Vanwege storingsgevoelige onderdelen lijkt de MBR-IBA ook extra onderhoudskosten met zich mee te brengen.

Door slechte toegankelijkheid van het systeem zijn er meer uren voor onderhoud en storingsen nodig.

Door extra beluchting (om membraan schoon te houden) en meerder pompen (vacuüm- en permeaatpomp) is het energieverbruik ongeveer tweemaal hoger dan bij conventionele IBA's.

7.6 TECHNISCHE HAALBAARHEID

De individuele behandelingsinstallaties zijn gevoelig voor wat betreft de samenstelling en hoeveelheid influent. Er is geconstateerd dat de samenstelling van het influent behoorlijk kan afwijken van de 'gemiddelde samenstelling van huishoudelijk afvalwater' (waarop de systemen worden ontworpen). Dit beïnvloedt de werking en daarmee ook de prestaties van de systemen.

De kwaliteit van het effluent (permeaat) is ten opzichte van een conventioneel IBA-systeem beter. Door de overstort vanuit de biologie en de kwetsbaarheid van diverse onderdelen is er een kans aanwezig dat de gemiddelde effluentkwaliteit veel slechter kan zijn. Geen van de geplaatste systemen heeft een half jaar probleemloos gewerkt. Er kan met zekerheid gezegd worden dat naast permeaat ook regelmatig biomassa geloosd is door de vier systemen. De kans dat bij storingsen biomassa geloosd wordt blijft groot, hierdoor wordt de betere permeaat-kwaliteit in één klap te niet gedaan. Om de gebruikte systemen goed te laten draaien dienen snel en adequaat storingsen worden opgelost en dient de lay-out te worden aangepast (overstort vanuit biologie verplaatsen naar overstort vanuit voorbezinkcompartiment).

8

CONCLUSIE

Op basis van de resultaten en ervaringen met vier pilot MBR-IBA's worden de volgende conclusies getrokken:

De MBR-IBA's zijn voorzien van vele elektrische componenten en aansluitingen in de IBA zelf, hierdoor is deze gevoeliger voor elektrische storingen. Gelet op de gevoeligheid van het systeem, is een GSM-modem met storingsmelding en een reactietijd van maximaal 24 uur essentieel.

Door de vele storingen is de technische haalbaarheid en stabiele bedrijfsvoering niet aangetoond.

Uit de resultaten van bemonsteringen blijkt dat de samenstelling van het influent afwijkt van 'de gemiddelde samenstelling van afvalwater' zoals gehanteerd is met de attestering van IBA's.

De technologische resultaten zijn vooralsnog onvoldoende. Ondanks een goed CZV en onopgeloste bestanddelen verwijdering, voldoet het permeaat niet aan de ammonium eis van de IBA klasse IIIa. Door de vergrote kans op slibuitspoeling kunnen de zuiveringsresultaten direct te niet gedaan worden.

Door de overstort vanuit de biologie bij storingen, zijn de gevolgen van het overstorten vanuit deze MBR-IBA groter dan bij een conventionele IBA door slibuitspoeling. Voor behoud van biomassa zal een overstort vanuit de voorbezink compartiment beter zijn. Het ontwerp dient hierop te worden aangepast.

Het enten met retourslib van een communale rwzi, werkt beter dan de gevriesdroogde bacteriën.

Door slechte toegankelijkheid en een, ten opzichte van conventionele IBA's, verhoogde onderhoudsfrequentie blijkt het onderhoud voor deze systemen duurder te zijn. Samen met de iets hogere investeringskosten resulteert dit in circa 65% hogere exploitatiekosten.

NASCHRIFT

Hoewel de ervaringen tot dus ver niet echt positief zijn, wil waterschap Aa en Maas de mbr-technologie voor iba's een kans geven. Waterschap Aa en Maas zal dan ook in samenwerking met een onderhoudspartij de vier systemen zodanig laten aanpassen zodat bij een mogelijke overstort géén biomassa geloosd wordt op het oppervlaktewater. Door deze aanpassing wordt verwacht dat de kans op verlies van biomassa nihil wordt. Hierdoor kan de biomassa zich beter ontwikkelen en dan wordt verwacht dat membranen beter doorlatend blijven. Indien blijkt dat de veelvuldige elektrastoringen blijven komen zal alsnog een afweging worden gemaakt om de vier systemen te vervangen door conventionele systemen.

VERKLARENDE WOORDENLIJST

Afkortingen

IBA	Individuele Behandeling van Afvalwater
MBR	Membraan Bio Reactor
MBR-Technologie	Zuiveringstechnologie op basis van membraantechnologie.
EPS	Extracellulaire Polymere Stoffen
ARBO	ARBeids Omstandigheden

BIJLAGE 1

MBR-IBA locatie C, permeaat

	BZV5	CZV	NKj	P-totaal	N03+N02	T		ZS
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	°C		mg/l
2-6-2006	3,8	61,2	6,5	25,0	38,0	17,4	<	1,0
8-6-2006	1,4	66,0	1,2	22,0	60,0		<	1,0
16-6-2006	1,1	68,9	2,4	15,0	60,0		<	1,0
23-6-2006	1,0	131,0	4,7	20,0	70,0		<	1,0
20-7-2006	3,0	85,6	8,8	28,0	75,0		<	2,0
17-8-2006	33,0	75,9	7,5	19,0	66,0			4,0
25-8-2006	1,3	63,3	2,3	19,0	61,0			2,3
7-9-2006	1,0	51,9	1,1	20,0	550,0		<	2,0
22-9-2006	1,0	88,8	4,0	18,0	54,0		<	1,0
14-2-2007	2,8	45,6	22,0	6,2	0,6		<	2,0
22-2-2007	7,1	47,0	5,1	1,8	12,0			3,0
6-3-2007	4,9	42,8	22,0	1,4	0,5			24,0
8-3-2007	3,4	42,5	28,0	4,3	1,4		<	1,0
14-3-2007	4,3	79,9	6,2	1,1	2,0		<	1,0
16-3-2007	3,3	45,1	12,0	2,1	2,1			6,0
20-3-2007	4,0	44,5	25,0	18,0	0,2			4,0
23-3-2007	4,8	49,8	25,0	3,5	1,1			6,0

MBR-IBA locatie C, influent

	BZV5	CZV	NH4	NKj	P-totaal	PO4-P	N03+N02	OLIE+VET	T	ZS
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	°C	mg/l
2-6-2006		1.310		140	27	26	0,07	95		120
8-6-2006	440	846		100	18	16	9,90	85		96
16-6-2006	630	1.170		110	25	15	0,15	55	19,2	94
23-6-2006	690	1.280		150	25	24	0,05			110
20-7-2006	800	1.570		120	28	24	0,05			500
11-1-2007		757		20	2		0,05			
14-2-2007					38		0,25			
22-2-2007		4.590	86	170	34		0,50			
6-3-2007		2.160	110	140	24		0,50			
8-3-2007		3.710	98	170	37		0,25			
23-3-2007		1.260	94	130	29		0,80			

MBR-IBA locatie H, permeaat

	BZV5	CZV	NKj	P-totaal	N03+N02	T		ZS
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	°C		mg/l
2-6-2006		73,2	18,0	24,0	7,0	17,3	<	2,0
8-6-2006	1,4	77,6	3,7	35,0	10,0		<	1,0
16-6-2006	6,5	91,8	9,4	24,0	4,1		<	1,0
23-6-2006	1,0	85,1	4,0	34,0	21,0		<	1,0
17-8-2006	3,0	134,0	20,0	33,0	0,1			6,0
25-8-2006	1,4	66,2	1,7	5,5	5,8		<	2,0
7-9-2006	8,0	111,0	6,2	48,0	0,1		<	2,0
22-9-2006	8,8	129,0	3,0	32,0	0,1		<	1,0
17-10-2006	2,1	60,9	1,3	20,0	9,3		<	1,0
14-2-2007	2,4	73,6	3,9	17,0	18,0			6,0
22-2-2007	1,3	44,1	2,5	32,0	26,0			4,0
6-3-2007	3,4	110,0	2,6	17,0	9,9			6,0
8-3-2007	3,9	58,2	3,1	15,0	1,7			5,0
14-3-2007	4,7	56,5	1,9	21,0	27,0			24,0
16-3-2007	5,5	68,1	3,2	18,0	14,0			10,0
20-3-2007	2,5	56,6	2,3	20,0	23,0		<	2,0
23-3-2007	5,3	91,1	2,9	16,0	22,0			19,0

MBR-IBA locatie H, influent

	BZV5	CZV	NH4	NKj	P-totaal	P04-P	N03+N02	OLIE+VET	T	ZS
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	°C	mg/l
2-6-2006		1.770		69	37	32	0,15	80		58
8-6-2006	900	1.600		95	44	35	1,90	95		140
16-6-2006	760	1.650		87	35	16	0,44	40	17,7	69
23-6-2006	320	1.120		59	31	28	0,05			23
20-7-2006	670	1.430		56	63	18	0,13			42
14-2-2007	2.800				56		0,25			8.700
22-2-2007	480	975	38	58	37		0,50			
6-3-2007	700	1.890	29	43	17		0,50			49
8-3-2007	550	1.470	56	79	31		0,25			120
23-3-2007	500	1.070	14	42	14		0,29			21

MBR-IBA locatie K, permeaat

	BZV5	CZV	NKj	P-totaal	N03+N02		ZS
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		mg/l
2-6-2006	6,5	55,8	11,0	14,0	32,0	<	2,0
23-6-2006	2,3	61,6	2,9	9,4	45,0	<	1,0
17-8-2006	9,6	60,1	21,0	7,8	6,2		4,0
25-8-2006	2,0	44,0	1,7	7,1	49,0		2,3
7-9-2006	1,0	42,2	0,5	9,4	63,0		2,6
22-9-2006	1,0	46,6	0,9	8,0	49,0	<	2,0
14-2-2007	1,0	36,2	1,3	10,0	55,0	<	1,0
14-3-2007	6,1	59,2	30,0	4,3	6,1	<	1,0
16-3-2007	7,0	38,2	34,0	5,7	8,5	<	1,0
20-3-2007	9,3	48,9	31,0	8,2	22,0	<	1,0
23-3-2007	4,8	44,2	2,2	11,0	70,0	<	2,0

MBR-IBA locatie K, influent

	BZV5	CZV	NKj	P-totaal	P04-P	N03+N02	OLIE+VET	T	ZS
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	°C	mg/l
2-6-2006	270	643	97	19	13	0,13	35	16,1	46
8-6-2006	170	511	82	12	9	0,56	55		17
16-6-2006	220	623	67	15	9	0,15	10	19,1	8
23-6-2006	520	1.060	100	15	11	0,05			28
20-7-2006	800	1.860	92	25	11	0,05			1660
12-1-2007		5.850	220	21		2,70			
14-2-2007	380	657	97			0,25			72
14-3-2007	330	1.080	100			0,63			970
23-3-2007	1.200	1.890	150			0,26			3840

MBR-IBA locatie S, permeaat

	BZV5	CZV	NKj	P-totaal	N03+N02		ZS
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		mg/l
2-6-2006	1,0	28,7	0,3	13,0	74,0	<	2,0
8-6-2006	1,0	26,0	1,2	15,0	70,0	<	1,0
16-6-2006	1,0	80,6	0,6	15,0	71,0	<	1,0
23-6-2006	1,1	37,3	0,2	16,0	81,0	<	1,0
20-7-2006	1,9	47,7	2,4	17,0	80,0	<	2,0
22-9-2006	1,0	19,3	0,2	6,2	37,0		2,7
17-10-2006	1,0	25,4	0,2	10,0	82,0	<	2,0
6-3-2007	7,6	32,1	1,7	9,8	42,0	<	2,0
8-3-2007	7,5	46,4	1,6	8,8	31,0		6,0
14-3-2007	6,3	35,0	21,0	12,0	32,0	<	2,0
16-3-2007	6,4	36,8	39,0	11,0	22,0		6,0
20-3-2007	5,5	37,9	18	13	47		6
23-3-2007	3,6	121,0	27,0	14,0	37,0		44,0

MBR-IBA locatie S, influent

	BZV5	CZV	NKj	P-totaal	P04-P	N03+N02	OLIE+VET	T	ZS
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	°C	mg/l
2-6-2006	300	567	94	15	13	0,05	20	15,5	26
8-6-2006	300	587	86	13	10	0,28	65		55
16-6-2006	340	614	95	17	12	0,05	20	18,5	12
23-6-2006	380	677	93	17	13	0,05			49
20-7-2006	320	792	110	18	12	0,05			78
6-3-2007	92	384	64			0,50			450
8-3-2007	240	1.030	67			0,25			1190
23-3-2007	67	256	53			1,40			69

BIJLAGE 2

Dagvrachten gebaseerd op gemiddeld influentgehalte en gemiddeld dagdebiet van betreffende IBA

	BZV5	CZV	N-totaal	P-totaal	P04	ZS
	g/dag	g/dag	g/dag	g/dag	g/dag	g/dag
samenstelling huishoudelijk afvalwater ¹⁾	150-240	360-600	30-60	3,6 - 9,6	-	180 - 270
locatie S	95	229	31	6	4	90
locatie K	258	835	59	9	6	440
locatie H	427	721	33	18	13	512
locatie C	314	916	62	13	10	90

¹⁾ bron: attestering van IBA-systemen, BRL K10002, 2000, Kiwa N.V

Gemiddeld waterverbruik per dag:

	waterverbruik
	l/dag
locatie S	373
locatie K	530
locatie H	500
locatie C	491

BIJLAGE 2

Slibbelasting CZV		[g CZV/kgDS.d]		
Gebruik makend van gemiddelde influentvracht en effectief volume van biologisch compartiment				
Datum	Locatie C	Locatie H	Locatie S	Locatie K
17-8-2006	170	1223		6180
25-8-2006	219	367		1214
7-9-2006	152	815		425
22-9-2006	2331	226	104	894
17-10-2006	2664	452	143	1789
14-2-2007	101	358		200
22-2-2007	62	419		
6-3-2007	50	667	518	
8-3-2007	57	611	518	
14-3-2007	53	753	1863	1478
16-3-2007	53	452	847	1096
20-3-2007	53	652	776	829
23-3-2007	44	753	1553	425
Gemiddeld alle	462,3	596	790	1453
Gemiddeld excl extremen	92,30	519,0	1012	1216,70

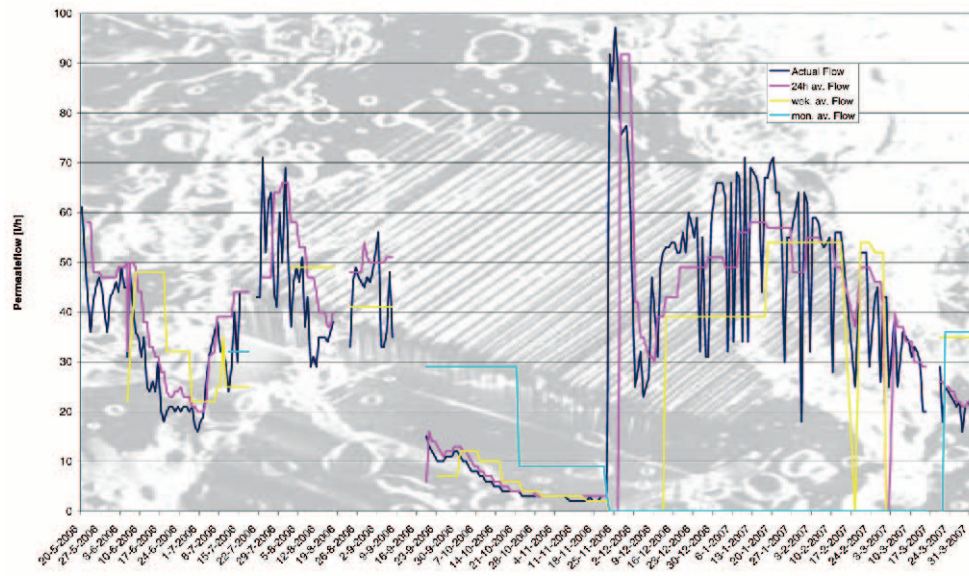
Slibbelasting Ntot		[g N/kgDS.d]		
Gebruik makend van gemiddelde influentvracht en effectief volume van biologisch compartiment				
Datum	Locatie C	Locatie H	Locatie S	Locatie K
17-8-2006	11	56		441
25-8-2006	15	17		87
7-9-2006	10	37		30
22-9-2006	158	10	14	64
17-10-2006	180	21	19	128
14-2-2007	7	16		14
22-2-2007	4	19		
6-3-2007	3	30	70	
8-3-2007	4	28	70	
14-3-2007	4	34	252	105
16-3-2007	4	21	115	78
20-3-2007	4	30	105	59
23-3-2007	3	34	210	30
Gemiddeld alle	31,3	27	107	104
Gemiddeld excl extremen	6,25	23,69	137,17	86,73

Slibbelasting Ptot		[g P/kgDS.d]		
Gebruik makend van gemiddelde influentvracht en effectief volume van biologisch compartiment				
Datum	Locatie C	Locatie H	Locatie S	Locatie K
17-8-2006	2	31		42
25-8-2006	2	9		8
7-9-2006	2	21		3
22-9-2006	26	6	2	6
17-10-2006	30	11	3	12
14-2-2007	1	9		1
22-2-2007	1	11		
6-3-2007	1	17	10	
8-3-2007	1	16	10	
14-3-2007	1	19	36	10
16-3-2007	1	11	16	7
20-3-2007	1	17	15	6
23-3-2007	0	19	30	3
Gemiddeld alle	5,2	15	15	10
Gemiddeld excl extremen	1,04	13,18	19,47	8,31

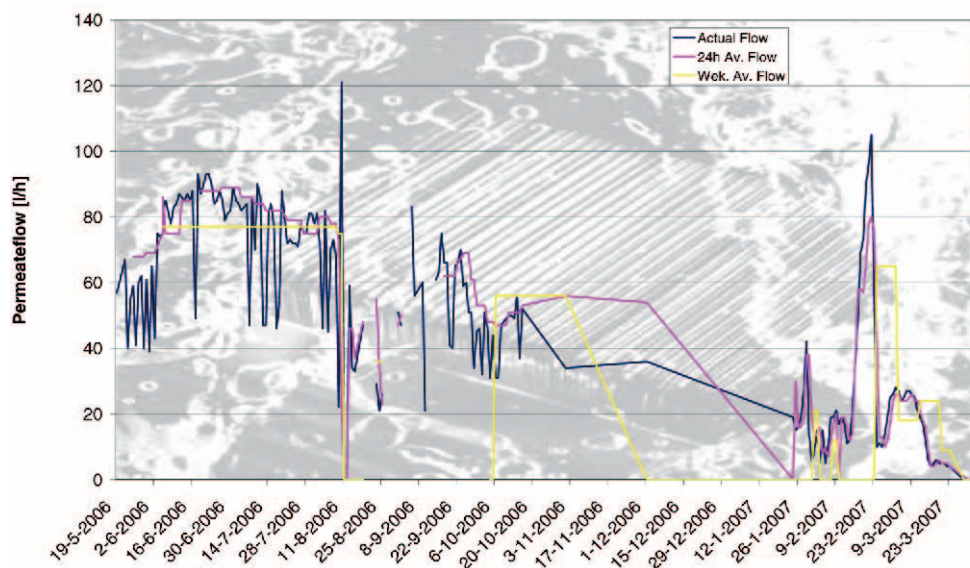
BIJLAGE 4

PERMEAATDEBIETEN

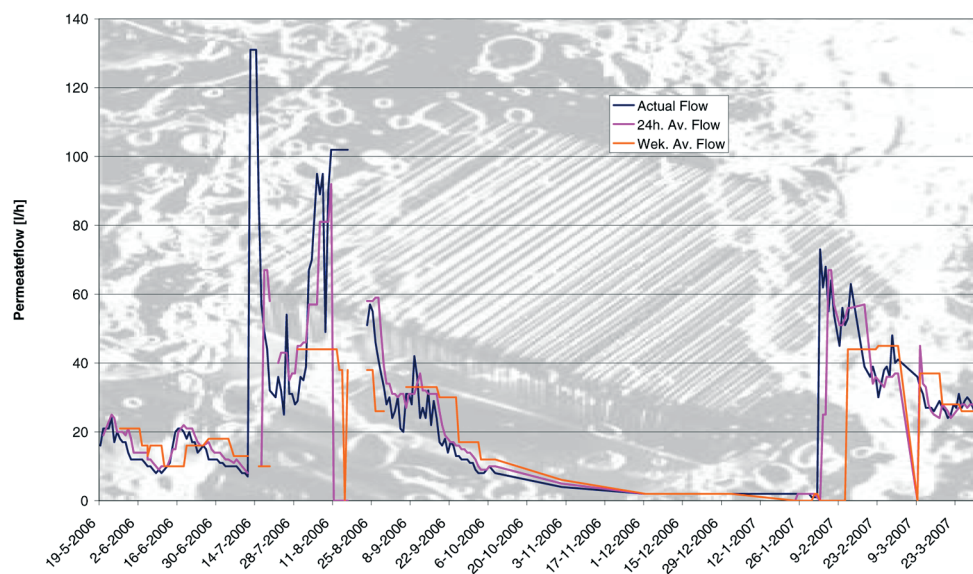
MBR Locatie C.



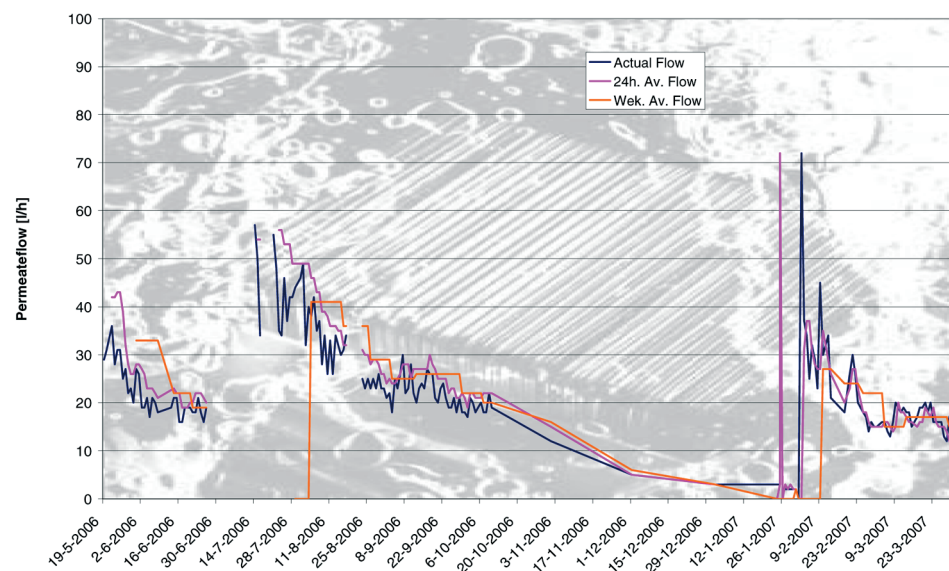
MBR Locatie S.



MBR Locatie K.



MBR Locatie H.



stowa

STICHTING
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

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

