

# Afvalwaterproject Drielanden

Januari 2016



In opdracht van





## Inhoud

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1.    | Inleiding   | 5  |
| 2.    | De context van het project  | 5  |
| 2.1.  | Het beleid van de gemeente Groningen                              | 6  |
| 2.1.1 | Internationale samenwerking                                       | 7  |
| 2.2.  | Landelijke ontwikkelingen rond Nieuwe Sanitatie                   | 7  |
| 2.2.1 | De belangrijkste kennisvragen voor de landelijke onderzoeksagenda | 11 |
| 2.3   | De wijk Drielanden  | 11 |
| 3.    | Het project op hoofdlijnen  | 14 |
| 4.    | De uitvoering van het project                                     | 17 |
| 4.1   | Het doel van het project  | 17 |
| 4.2   | Opzet van het project   | 18 |
| 5     | De meetresultaten   | 20 |
| 5.1.  | Debieten zwartwater en grijswater                                 | 20 |
| 5.2.  | Belasting verticaal doorstroomd helofytenfilter (VHF)             | 21 |
| 5.3   | Toetsing vergunningsnormen  | 23 |
| 5.4   | Kwaliteit zwart en grijswater                                     | 25 |
| 5.5   | Zuiveringsprestaties  | 27 |
| 5.6   | Conclusies meetprogramma  | 37 |
| 6.    | Eindevaluatie en conclusies                                       | 37 |
| 6.1   | Conclusies t.a.v. twee deelvragen                                 | 38 |
| 6.2   | Algemene conclusies   | 40 |
| 7.    | Aanbevelingen voor vervolgonderzoek                               | 41 |
| 7.1   | Voorstellen tot verbetering van het systeem                       | 42 |
|       | Bijlagen  | 43 |
|       | Waterkaart  | 54 |
|       | Factsheet Drielanden  | 55 |
|       | Film over Afvalwaterproject Drielanden                            | 74 |
|       | Colofon   | 76 |

## afvalwaterproject Waterland / wastewater treatment Waterland

### Afvalwater behandeling, project Waterland

De gemeente Groningen onderzoekt alternatieven voor de behandeling van afvalwater in de ecologische buurt Waterland. Het conventionele systeem voert het afvalwater af naar de centrale afvalwaterzuiveringsinstallatie. Dit is een effectieve manier om rioolwater te behandelen, maar tegelijkertijd is dit erg kostbaar en energie-intensief.

Het onderzoek vindt plaats in Waterland, onder het systeem van deze ecologische buurt in de jaren negentig, een unieke ondergrondse infrastructuur is samengesteld. Er is een geschiedenis voor zwart en grijs water. Dit geeft de mogelijkheid voor een decentraal innovatief systeem voor de behandeling van afvalwater.

### Onderzoek

Aanvankelijk waren alle 166 huishoudens in Waterland aangesloten op het conventionele systeem. Nu wordt het afvalwater van de 166 huishoudens lokaal behandeld door middel van een septic tank en een helofytenfilter. Nadat het afvalwater in het systeem is behandeld is het schoon genoeg om te lozen op het oppervlaktewater. Het regenwater wordt gescheiden en direct geloosd op het oppervlaktewater. Het systeem biedt de mogelijkheid om lokale onderdelen en voorzieningen te scheiden van het afvalwater. Om te verifiëren dat de kwaliteit van het afvalwater voldoet aan de huidige standaard, wordt het behandeld water gemeten en onderzocht op diverse punten in het systeem. De bevindingen van het onderzoek geeft informatie voor toekomstige behandeling van afvalwater.

Het project duurt tot de zomer van 2014.

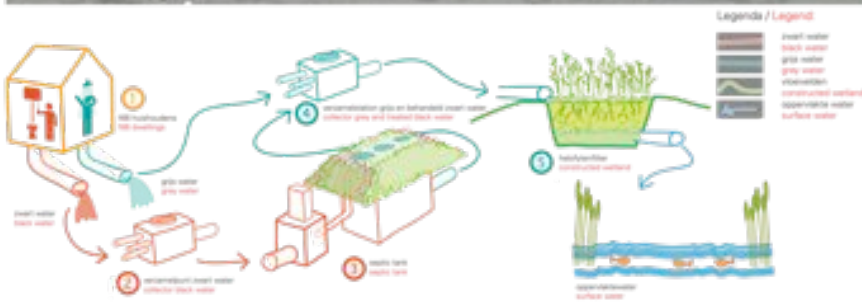
### Wastewater treatment, project Waterland

The municipality of Groningen is looking for an alternative way to treat wastewater in the ecological neighbourhood Waterland. The conventional system distributes wastewater to the central wastewater treatment plant. This is a very effective way to clean sewage, but at the same time this system is also very costly and energy-efficient. In the nineties a unique underground infrastructure was built in this ecological neighbourhood. The infrastructure with a separated sewer for black and grey water is a precondition that creates the possibility for a decentralised innovative system for wastewater treatment.

### Research

Previously all 166 dwellings in Waterland were connected to the conventional system. Currently, the residential generated wastewater is disposed into the new system which locally cleans it by using a septic tank and a constructed wetland. The system also gives the opportunity to separate useful substances and contaminants from the wastewater. After the wastewater has run through the system it is clean enough to be discharged as surface water. Rainwater is directly discharged into surface water. To verify that the quality of the wastewater is in accordance with established standards, the treated water will be monitored on various places in the system. The outcome of research will provide us with information for future treatments of sewage water.

The project will be active till the summer of 2014.



Dit project is een initiatief van de gemeente Groningen en wordt medefinancierd door EDR en Interreg. This project is an initiative of the City of Groningen and is cofunded by EDR and Interreg.



www.deutschland-niederland.eu

Afbeelding van het informatiebord, bevestigd aan het hek bij het helofytenfilter in Drielanden (ontwerp Studio MARCHA!)

## 1. Inleiding

De maatschappelijke aandacht voor de thema's duurzaamheid en samenwerking in de waterketen leidde in 2011 tot het project 'Duurzaamheid in de Waterketen'. De waterketenpartners<sup>1</sup> in de regio Groningen - Drenthe werkten in dit project samen aan het waterbeheer in de regio. Eén van de voorgenomen acties was het uitvoeren van innovatieve projecten.

In de jaren '90 is in de wijk Drielanden in Groningen gekozen om vanuit het duurzaamheidsperspectief het afvalwater lokaal te behandelen en een gescheiden afvoer van zwart en grijs water<sup>2</sup> aan te leggen. Omdat de daarvoor aangelegde infrastructuur in 2012 toe was aan een onderhoudsbeurt, werd besloten het onderhoud te combineren met een proefproject in het kader van het project 'Duurzaamheid in de Waterketen'. Dit project met de naam 'Afvalwaterproject Drielanden' had als hoofddoel een antwoord te geven op de vraag of het mogelijk is om op wijkschaal het stedelijk afvalwater te behandelen tot een acceptabel niveau. Daaraan werden deelvragen toegevoegd, die samen de basis vormden voor de uitvoering. Namelijk: in hoeverre is het mogelijk om de energie uit het afvalwater te benutten, is het mogelijk nutriënten terug te winnen en te benutten en welke maatschappelijke effecten heeft het lokaal behandelen van afvalwater?

In onderstaande tekst wordt het 'Afvalwaterproject Drielanden' (hierna het project genoemd) in zeven hoofdstukken gepresenteerd. In hoofdstuk 2 wordt de context van het project beschreven in drie delen: het beleid van de gemeente, de landelijke ontwikkelingen en de wijk Drielanden. Vervolgens wordt de opzet van het project beschreven met de onderliggende vragen, gevolgd door de uitvoering en de resultaten. De rapportage wordt afgesloten met conclusies en aanbevelingen voor vervolprojecten. In de bijlage zijn aanvullende en ondersteunende gegevens opgenomen.

Dit rapport is geschreven voor de betrokken organisaties en geïnteresseerde collega's. Voor deze doelgroep zijn de verzamelde gegevens en ervaringen vastgelegd. Op basis van deze veelomvattende rapportage kunnen meer specifieke publicaties voor andere doelgroepen worden opgesteld.

## 2. De context van het project

Het project komt voort uit de maatschappelijke aandacht voor het anders omgaan met stedelijk afvalwater en de samenwerking in de waterketen. De eerste aanzet hiervoor werd al gegeven in de Derde Nota Waterhuishouding (1989) en de Vierde Nota Waterhuishouding (1998). Verdere uitwerking werd gegeven in de nota Waterbeleid in de 21<sup>e</sup> eeuw (2001); de Rijksvisie Waterketen (2003); het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) van 2003; het Bestuursakkoord Water (BAW) van 2011 en in de Waterwet.

In de eerste paragraaf wordt kort ingegaan op hoe in Groningen vorm wordt gegeven aan dit beleid, met een toelichting op het beleid dat meer is gericht op internationale samenwerking en kennisuitwisseling. Het project past in de landelijke ontwikkelingen rond Nieuwe

---

<sup>1</sup> Waterschappen Hunze & Aa's en Noorderzijlvest, waterbedrijven van Groningen en Drenthe en WLN. De gemeenten Groningen en Assen, EPEA Nederland BV en KWR hadden een adviserende rol.

<sup>2</sup> Grijs water is het spoelwater afkomstig uit badkamer en keuken, zwart water is het water van de toiletspoeling.

Sanitatie. Dat staat in de tweede paragraaf. De derde paragraaf is gewijd aan de bijzondere kenmerken van de wijk Drielanden, waar het project werd uitgevoerd.

## 2.1 Het beleid van de gemeente Groningen

In de Derde en Vierde Nota Waterhuishouding werd gepleit voor andere vormen van stedelijk waterbeheer beschreven. Twintig jaar geleden leidde dat in Groningen tot het experiment in de wijk Drielanden. En er is nog altijd belangstelling voor nieuwe ontwikkelingen en experimentele concepten.

In het Groninger Water- en Rioleringsplan (GWRP) 2009 - 2013 is vastgelegd dat de gemeente Groningen streeft naar duurzaam stedelijk waterbeheer. Deze ambitie is in het GWRP vertaald naar concrete doelen en bijbehorende maatregelen. Eén daarvan is het bij de bron scheiden van water, zoals hemelwater en afvalwater. Daarom worden bij nieuwbouw en rioolsanering het regenwater en afvalwater gescheiden. Tevens is de ambitie uitgesproken om te onderzoeken of meer afvalstoffen in het water al bij de bron kunnen worden gescheiden. Een andere ambitie is om te onderzoeken in hoeverre het energiegebruik in de waterketen kan worden beperkt. En welke duurzame mogelijkheden er zijn wat betreft water en energie.

In het Groninger Water- en Rioleringsplan (GWRP) 2014 - 2018 zijn de bovengenoemde ambities herbevestigd. Bovendien is op politiek niveau het gesprek gevoerd om de investering naar voren te halen met het oog op de vervangingspiek rond het jaar 2040. Het doel van dit gesprek is vooral om in te zetten op innovatie. Vanuit het idee dat de uitdagingen van nu, straks opgelost worden met nu nog onbekende technologie.

In 2011 hebben de waterketenpartners het project 'Duurzaamheid in de Waterketen'<sup>3</sup>, uitgevoerd. De opdracht was om het begrip 'duurzaamheid' te concretiseren met betrekking tot het waterbeheer in de regio Groningen - Drenthe. Dit leidde tot onderstaande visie op een duurzame waterketen:

*De waterketen is zodanig ingericht dat de volksgezondheid gewaarborgd is. Het water wordt van de natuur geleend en, wanneer het in de natuur wordt teruggebracht, het ecosysteem niet langdurig wordt belast. Toxische stofconcentraties komen daarom niet in het water voor. Niet biologische stoffen worden, zoveel mogelijk aan de bron, teruggewonnen en hergebruikt. Bovendien is de waterketen dusdanig ingericht dat kringlopen op een zo lokaal mogelijk niveau gesloten zijn. De kringloop van water heeft daarbij een nauwe relatie met die van voedsel en energie. De burger kan de waterkringloop optimaal beleven en is zich daardoor bewust van de effecten van het eigen handelen.*

---

<sup>3</sup> Project 'Duurzaamheid in de Waterketen' – eindrapportage door Lieselot Smilde, maart 2011.



Deze visie vergt een nieuwe wijze van denken over de veranderende organisatie van het waterbeheer. Daarvoor gelden drie uitgangspunten:

1. De overstap van segmentering in de waterketen met gescheiden verantwoordelijkheden, naar de waterketen als geheel waarin de verantwoordelijkheden gedeeld worden.
2. Het streven naar meer zichtbaarheid voor en betrokkenheid van de burger.
3. De verschuiving van grootschalige standaardoplossingen naar (waar mogelijk) kleinschalig en innovatief maatwerk.

Bovenstaande punten zijn vertaald naar een actieprogramma. Een van de acties was om de visie op duurzaamheid in de waterketen uit te werken in innovatieve (proef-)projecten. Tijdens een studiedag van STOWA over Innovatieve Sanitatie, ontstond het idee om een onderzoek of een pilot te doen met het lokaal behandelen van zwartwater. Vanwege de reeds aanwezige infrastructuur zou de wijk Drielanden een ideale proeflocatie zijn.

### 2.1.1 Internationale samenwerking

De gemeente Groningen streeft grensoverschrijdende samenwerking na op diverse beleidsterreinen. Om een waterproject aan te melden bij het EU programma Interreg, werd in 2012 aansluiting gezocht bij een initiatief van Wetsus. Dit programma bevordert de grensoverschrijdende samenwerking in de EU. De programmaperiode 2008 - 2014 is de vierde uitvoering van Interreg: Interreg 4 genoemd. Een van de onderdelen is het 'A gedeelte' waarin grensregio's samenwerken. Eén van deze regio's is het grensgebied Nederland - Duitsland. Dit gebied is verdeeld in vier deelregio's, de noordelijkste is de Eems Dollard Regio (EDR).

Het watertechnologische project (DeNeWA<sup>4</sup>), onder leiding van Wetsus, werd aangemeld bij het EDR bureau. Het project richtte zich op twee onderwerpen: warmte uit het riool en medicijnresten in het stedelijk afvalwater. Met betrekking tot de medicijnresten richtte de gemeente Groningen zich op het verzamelen van gegevens over de afvalwaterstromen van huishoudens. De grotendeels gescheiden afvoer van zwart- en grijswater van een complete wijk, maakte Drielanden tot een unieke meetlocatie. Zodoende werden de DeNeWa activiteiten een belangrijk onderdeel van Afvalwaterproject Drielanden. (zie ook bijlage 1).

## 2.2 Landelijke ontwikkelingen rond Nieuwe Sanitatie

In 1995 was de wijk Drielanden, samen met onder andere Lanxmeer in Culemborg en het Morrapark in Drachten, één van de voorlopers waar men met het oog op duurzaamheid, het afvalwater lokaal en op een natuurlijke manier wilde zuiveren. Men richtte zich op het lokaal zuiveren van grijswater.

Vanaf het begin van deze eeuw was er mede dankzij dit soort initiatieven, steeds meer belangstelling voor een andere wijze voor het verwerken van afvalwater. Op een andere wijze dan in de grootschalige rioolwaterzuiveringsinstallaties gebeurt. Onder de noemer

---

<sup>4</sup> DeNeWa staat voor **D**eutschland **N**ederland **W**ateronderzoek. Zie ook: [www.denewa.eu](http://www.denewa.eu)

Nieuwe Sanitatie begeleiden STOWA<sup>5</sup> en Rioned<sup>6</sup> tal van onderzoeken en projecten, waarbij de mogelijkheden van duurzame sanitatiesystemen werden verkend. Deze waren gericht op kleinschaliger decentrale systemen en / of op het scheiden of juist samenvoegen van bepaalde afval(water)stromen. Het lokaal verwerken van feces en urine bleek niet alleen mogelijk maar zou, afhankelijk van de situatie, ook voordelen kunnen opleveren.

In de “Perspectievennota Nieuwe Sanitatie” (STOWA-rapport 2010 – 2013) is vastgesteld dat Nieuwe Sanitatie aansluit bij een aantal maatschappelijke ontwikkelingen. In de nota werd er vanuit gegaan dat de opgedane kennis met betrekking tot Nieuwe Sanitatie op korte termijn vooral zou worden toegepast in het buitengebied en bij de ontwikkeling van duurzame stedelijke gebieden. En specifiek: in relatie tot zorgcentra, in verband met medicijnresten. In de Perspectievennota hebben STOWA en Rioned vooral de toepassingsmogelijkheden voor Nieuwe Sanitatie verkend. Echter veel vragen waren op dat moment nog niet te beantwoorden. De daaropvolgende jaren is daarom in een groot aantal onderzoeksprojecten gewerkt. Eén van die projecten is het Afvalwaterproject Drielanden.

Nieuwe Sanitatie is geen doel op zich. De wijze waarop we nu en in de toekomst ons afvalwater willen verwerken zal moeten passen in en onderdeel uitmaken van een grotere maatschappelijke context. Tot de eeuwwisseling zagen we afvalwater vooral als een last, waarvan we ons - tegen de laagste kosten - zo snel mogelijk van moesten ontdoen. Die context is veranderd. Het huidige inzicht is dat we moeten werken aan een circulaire economie. Een economie waar grondstoffen uit afval worden teruggewonnen, omdat de natuurlijke bronnen niet onuitputtelijk zijn. Daarnaast leiden bestuurlijke afspraken, zoals het Bestuursakkoord Water, en wettelijke kaders, zoals de Waterwet, ertoe dat we anders tegen de samenwerking in de keten aankijken. We werken aan effectiever en efficiënter afvalwaterbeheer. Zo komt er een transitie op gang waarin grondstoffen en energie uit afvalwater worden teruggewonnen. Middelvoorschriften worden vervangen door doelstellingen en lokaal maatwerk wordt boven algemene maatregelen gesteld. Tegelijkertijd worden we geconfronteerd met steeds meer kennis over de aanwezigheid en effecten van zogenaamde ‘Nieuwe Stoffen’ in het afvalwater. Het betreffen micro-verontreinigingen bestaande uit onder andere medicijnresten, hormoonsysteemverstorende stoffen (bijvoorbeeld uit cosmetica), micro-plastics, brandvertragers en dergelijke. Door deze ontwikkelingen staan de waterketenwaterbeheerders anno 2015 voor een belangrijke opdracht.

Om een helpende hand te bieden heeft de STOWA-Koepelgroep Nieuwe Sanitatie de belangrijkste ontwikkelingen voor zowel de stedelijke circulaire economie als voor het buitengebied geanalyseerd. Ze hebben aangegeven wat de relatie tot het afvalwatersysteem zou kunnen zijn en de meest relevante kennisvragen geïnventariseerd.

---

<sup>5</sup> STOWA: Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer. Stichting RIONED is de koepelorganisatie voor stedelijk waterbeheer en riolering in Nederland.

<sup>6</sup> RIONED is de koepelorganisatie voor stedelijk waterbeheer en riolering in Nederland.



- **Het stedelijk gebied**

Het stedelijk gebied zal in toenemende mate verduurzamen. Dat zien we bij de bouw (het thema duurzaam bouwen), het functioneren van de wijk (sluiten van kringlopen) en in het stedelijk waterbeheer (anticiperen op klimaatverandering). De ontwikkelingen zijn:

- De voortschrijdende verduurzaming van de bouw zelf. Voorbeelden zijn: het verminderen van de energiebehoefte, het gebruik van milieuvriendelijke materialen die na de gebruikperiode kunnen worden hergebruikt en het voorkomen van emissies uit woningen naar de omgeving.
- Het vergroten van zelfvoorzienende woningen en wijken en het streven naar het sluiten van energie- en grondstoffenkringlopen.
- De klimaatverandering. De toename van zowel het aantal als de extremitet van hittegolven en hevige clusterbuien vergt aanpassingen van de infrastructuur en de inrichting van openbare ruimten.

Die ontwikkelingen hebben ook invloed op de waterketen. Vanuit het duurzaam bouwen zal er behoefte zijn aan systemen die minder water gebruiken, wellicht energie opwekken en die flexibeler van aard zijn dan de huidige rioleringen. Om de zelfvoorzienendheid van de stad te vergroten zullen nutriënten uit de voedselketen weer herwonnen en hergebruikt worden. Hemelwater zal lokaal worden benut en stadslandbouw zal haar intrede doen, waarbij afvalwater voor de nodige meststoffen zorgt. Voor de klimaatbestendigheid van de stad zal er meer groen komen en zullen hemelwatersystemen en afvalwatersystemen wellicht volledig gescheiden worden.

Om hierop te anticiperen moeten er projecten in de stad zijn die zich richten op:

- allerlei vormen van het min of meer lokaal winnen en hergebruiken van energie en grondstoffen uit de waterketen;
- het zuinig omgaan met energie en grondstoffen door toepassing van 'natuurlijke' zuiveringstechnieken en / of waterbesparing;
- het scheiden van afval(water)stromen en decentrale zuivering.

- **Het buitengebied**

In het buitengebied is de afgelopen decennia veel geïnvesteerd in het aanleggen van mechanische riolering of incidenteel kleinschalige systemen voor individuele behandeling van afvalwater (IBA). In de komende jaren zijn nieuwe investeringen noodzakelijk: voor vervanging van bestaande systemen of voor het aansluiten van nieuwe locaties. In het 'Feitenonderzoek mechanische riolering' (STOWA / RIONED 2014) is vastgesteld dat bij herinvestering andere systemen moeten worden overwogen. Daarmee is het minder vanzelfsprekend om de komende 30 jaar opnieuw te investeren in het grootschalig aanleggen van drukriolen.

In het buitengebied is de landbouw de belangrijkste gebruiksfunctie. In deze sector is veel ervaring met het verwerken van organische stromen. Bij het zoeken naar alternatieven is het dan ook logisch om na te gaan, op welke wijze de landbouw een rol kan spelen bij het verwerken van het afvalwater in het buitengebied. Hiermee kan worden aangesloten bij ontwikkelingen als het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer, de behoefte aan organische stof en het sluiten van de nutriënten kringlopen.

Vanuit de waterketen zijn verschillende opties denkbaar:

- In het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer worden onder andere helofytenfilters in sloten voorgesteld, om nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen uit oppervlaktewater te verwijderen. Denkbaar is om dezelfde helofytenfilters eveneens te gebruiken voor het 'eigen' afvalwater.
- De behoefte aan compost /organische stof zal in de toekomst verder toenemen. Mogelijk zou afvalwater uit kleine kernen en / of recreatiegebieden door helofytenfilters kunnen worden gezuiverd. Het te oogsten materiaal wordt vervolgens gecomposteerd en gebruikt in de landbouw. Het effluent uit het helofytenfilter met het restant aan nutriënten kan als infiltratiewater worden gebruikt in bijvoorbeeld de boomteelt.
- Indien er geen behoefte is aan extra organische stof, kan er een minizuivering worden geplaatst. Daarbij wordt het effluent als nutriëntrijk irrigatiewater gebruikt of struviet gewonnen en lokaal gebruikt.
- Waar het in de riolering mogelijk is om aanpassingen te doen, zouden stromen kunnen worden gescheiden (urine en fecaliën) of juist samengevoegd (zwartwater en (huishoudelijk) groenafval of mest) voor een optimale benutting in de lokale landbouw (meststof, anaerobe vergisting).

Voor samenwerking met de landbouw moet naast een financieel sluitende business case (op basis van groen-blauwe diensten) er ook altijd een belang voor de landbouwer zijn bij het verwerken van één of meerdere reststromen (water, nutriënten, organische stof).

De geschetste ontwikkelingen dragen bij aan een verdere verduurzaming van de waterketen en het sluiten van kringlopen. Door de samenwerking met de landbouw te zoeken, wordt gestreefd naar integrale oplossingen waarin meerdere win-winsituaties worden nagestreefd. De lokale omgeving bepaalt in belangrijke mate de aard van de inrichting. Daarmee slaat de waterketen een belangrijke nieuwe (innovatieve) weg in.

Om hierop te anticiperen zijn projecten in het buitengebied nodig die:

- alternatieven onderzoeken voor de bestaande mechanische rioolstelsels;
- in combinatie met de agrarische bedrijfsvoering onderzoeken op welke wijze het afvalwater lokaal kan worden gewonnen en verwerkt en hoe energie en grondstoffen uit de waterketen kunnen worden hergebruikt.



(foto Carla Veldhuis)

### 2.2.1 De belangrijkste kennisvragen voor de landelijke onderzoeksagenda

De STOWA-Koepelgroep Nieuwe Sanitatie heeft in 2015 vastgesteld dat vooral meer kennis nodig is over:

- De mogelijke gevolgen voor de volksgezondheid.
- De inpasbaarheid van nieuwe sanitatie binnen de conventionele systemen.
- De continuïteit in beheer en onderhoud (met name van meer experimentele oplossingen).
- De kosten – baten.
- De mate van duurzaamheid en de belangrijkste duurzaamheidscriteria.
- De afstemming tussen inzameling – transport – verwerking grijs- en zwartwater.
- De verwerking van hemelwater.
- De eigendomsverhoudingen en verantwoordelijkheden in geval van nieuwe systemen.
- De risico's die samenhangen met een gebrek aan kennis en ervaring op uitvoeringniveau (bijvoorbeeld van de afdeling riolering van gemeenten).
- De risicobeheersing.
- Maatschappelijke acceptatie van nieuwe systemen.
- De eventuele risico's voor de diergezondheid.
- De invloed op het lokale en regionale watersysteem.
- De mogelijkheden van nieuwe heffings- en financieringsconstructies.

De Koepelgroep ziet graag dat onderzoeks- en pilotprojecten bijdragen aan het beantwoorden van deze vragen. Afvalwaterproject Drielanden is daar een voorbeeld van.

### 2.3 De wijk Drielanden

In de jaren '90 werd aan de Noord Oost kant van de stad Groningen de wijk Drielanden ontwikkeld. Mede op initiatief van de vereniging Ecologisch Wonen Groningen werd veel aandacht besteed aan de ecologie en het milieu. Dit kwam tot uiting in het stedenbouwkundig ontwerp, de architectuur en de bouwwijze. Bij de inrichting en het beheer van de woonomgeving stond (en staat) de ecologie centraal.



De wijk bestaat uit drie delen: Waterland, Zonland en Mooiland. Waterland heeft deels huurwoningen en deels koopwoningen. De wijk werd in samenwerking met woningbouwvereniging Gruno ontwikkeld. De huidige verhuurder is woningbouwvereniging Nijestee.

In Waterland, dat 166 woningen telt, werden experimenten ontwikkeld rond het thema water. De term *integraal waterbeheer*<sup>7</sup> was in die jaren nieuw. Verschillende innovatie ideeën werden vanuit de integrale visie uitgewerkt en toegepast. Zo was er aandacht voor waterbesparing en werden waterbesparende Gustavsberg toiletten geïnstalleerd, inclusief het bijbehorende systeem van stroomversnellers. Enkele bewoners hebben er in 2007 voor gekozen een zogenaamd Nonolet aan te schaffen. Dit toilet gebruikt geen water en werd meestal ingezet als tweede toilet. Andere bewoners kozen voor een tweede spoeltoilet in combinatie met een Sanibroyeur waarmee de toiletspoeling wordt vermalen. Deze werden aangesloten op het grijswaterriool. Een van de bewoners legde een eigen regenwatergebruikstelsel aan: het huishouden gebruikt het regenwater voor het wassen en de toiletspoeling. Het toenmalige waterleidingbedrijf Waprog verleende geen medewerking aan de plannen voor twee gescheiden waterleidingsystemen voor gebruikswater.

Het thema van *scheiden bij de bron* leidde tot de aanleg van twee gescheiden rioolsystemen, die als traditionele DWA riolen zijn aangelegd: één voor de inzameling en het transport van zwartwater en één voor het grijswater. Het hemelwater van de woningen werd direct, deels bovengronds, afgevoerd naar het oppervlaktewater dat onderdeel is van de wijkinfrastructuur<sup>8</sup>. Ter voorkoming van verontreiniging door auto's (olieresten) werden de straatkolken aangesloten op het zwartwatersysteem.

Het zwartwater werd via het hoofdriool ingezameld en afgevoerd naar de rioolwaterzuivering in Garmerwolde. Het grijswater werd ingezameld en door een rietveld (ook wel vloeiveld genoemd) geleid, dat speciaal daarvoor in de wijk werd aangelegd. In de wintermaanden werd het grijswater naar het riool geleid. Rond de verschuiving van de zuiveringstaak naar de gemeente, werd samengewerkt met de toenmalige waterkwaliteitsbeheerder: het Provinciaal Zuiveringsbeheer Groningen.

Het drievoudig gescheiden systeem betekende dat, ook in en rond de woningen, de drie waterstromen gescheiden moesten worden opgevangen en afgevoerd. Omdat men verwachtte dat het zwartwater onvoldoende zou doorstromen, is bij de eindwoningen en een aantal andere woningen het grijswater op het zwartwaterriool aangesloten.

De verdeling was:

|  |              |
|--|--------------|
| Grijs en zwart gescheiden riolen               | 111 woningen |
| Grijs en zwart gecombineerd op zwartwaterriool | 55 woningen  |

---

<sup>7</sup> Integraal waterbeheer was een nieuwe term die in de Derde Nota Waterhuishouding (1989) is uitgewerkt.

<sup>8</sup> De term afkoppelen werd pas geïntroduceerd in de Vierde Nota Waterhuishouding (1998).



Het in de jaren '90 aangelegde systeem heeft naar tevredenheid gewerkt. Het project was een goede aanleiding om het hele systeem een grondige onderhoudsbeurt te geven en te verbeteren.

Het riool lag tot de aanvang van het project op particuliere grond en was eigendom van en in beheer bij de woningcorporatie en de particuliere woningbezitters. Het onderhoud en beheer was matig georganiseerd door de eigenaren, waardoor het oplossen van storingen en verstoppingen regelmatig tot problemen leidde. Bij aanvang van het project in 2012 is er daarom voor gekozen om beheer en onderhoud van het stelsel weer onder te brengen bij de gemeente. Door het uitvoeren van regulier beheer en het aanbrengen van een aantal aanpassingen in het stelsel, nam het aantal verstoppingen en andere storingen af.

In 2015 is het twintig jarig bestaan van de wijk gevierd. De wijk heeft zich ontwikkeld tot een mooie, groene wijk met veel ecologische en duurzame initiatieven van bewoners.



(foto Jan van Dijk)



(foto Carla Veldhuis)

### 3. Het project op hoofdlijnen

Het project is ontwikkeld als een demonstratie- of pilot project, waarbij een systeemaanpassing op praktijkschaal in een woonwijk werd uitgetoet. In dit hoofdstuk wordt het project op hoofdlijnen beschreven, de uitwerking volgt in de daarop volgende hoofdstukken.

Bij aanvang van het project was het idee om al het stedelijk afvalwater<sup>9</sup> lokaal te behandelen, rekening houdend met het benutten van nutriënten en energie. Hiervoor zijn zes partijen benaderd met de vraag om oplossingen hiervoor te formuleren.

Het plan was om het zwartwater te behandelen in een anaerobic fluidized bed reactor (ABR) en het grijze water in een oxidatiebed. Na selectie is het plan van aanpak van één van de zes partijen geselecteerd. Gezien de beperkte ervaringen met het voorgestelde oxidatiebed is gekozen om de bestaande rietvelden aan te vullen met een verticaal doorstroomd helofytenfilter (VHF) van 1000 m<sup>2</sup>.

Tijdens de voorbereiding van de ABR als zwartwater voorziening waarbij biogas zou vrijkomen, bleek dat een goede en veilige bestemming voor de gasproductie te hoge kosten met zich mee zou brengen. Een ander idee was om het zwartwater voor te behandelen in een septic tank en het effluent van deze septic tank te lozen op het nieuwe VHF. Vanwege de hoge kosten voor het oxidatiebed werd daarvan afgezien.

Het project werd uiteindelijk gestart met een configuratie (zie figuur 1, bladzijde 19) waarin het zwartwater via de septic tank, als voorbezinker, via een doseerinstallatie naar het nieuwe VHF werd geleid. Het grijswater werd zonder voorbehandeling direct naar het nieuwe VHF geleid. Het effluent van het nieuwe filter werd opgevangen in de twee bestaande rietvelden, gevolgd door de uitlaat naar het wijkoppervlaktewater en de boezem.

Met deze infrastructuur kon worden geëxperimenteerd met de verschillende afvalwaterstromen. Er werden meetpunten ingericht om een intensief meetprogramma uit te kunnen voeren.

Om het project te kunnen begeleiden werd een projectteam gevormd met vertegenwoordigers van de gemeente en het waterschap. Een adviesbureau werd gevraagd een offerte te maken voor de engineering en de aanleg van het systeem voor zwartwaterbehandeling. In overleg met de DeNeWa partners werd een definitief meetprogramma opgesteld. Verbonden met het DeNeWa project, maar budgettair ontkoppeld, werd door de gemeente Groningen extra onderhoud gepleegd aan het rioolstelsel waardoor er zoveel mogelijk de bewust en onbewust aangelegde 'foutaansluitingen' ongedaan werden gemaakt.

Om de buurt goed te informeren werd een klankbordgroep van bewoners gevormd. Deze groep kon inspreken op ideeën en voorstellen van het projectteam en zelf, of namens medebewoners, initiatieven inbrengen.

---

<sup>9</sup> Definities volgens de Wet milieubeheer:

stedelijk afvalwater: huishoudelijk afvalwater of een mengsel daarvan met bedrijfsafvalwater, afvloeiend hemelwater, grondwater of ander afvalwater;

huishoudelijk afvalwater: afvalwater dat overwegend afkomstig is van menselijke stofwisseling en huishoudelijke werkzaamheden.



Het projectteam Drielanden kwam gemiddeld eens per zes weken (24 keer) bij elkaar. In het projectteam werd de stand van zaken besproken aan de hand van voortgangsrapportages en werden door de leden wijzigingsvoorstellen en ideeën ingebracht. Het projectteam is tijdens het project een aantal keren van samenstelling veranderd om de fase van het project te sturen. Het streven was de vertegenwoordiging van de gemeente en het waterschap goed te organiseren en aanvullend extra onafhankelijke expertise te verzorgen. Soms waren speciale overleggen nodig om de resultaten en vervolgstappen te bespreken.

Een speciale rol was weggelegd voor de in de wijk woonachtige locatiemanager die in 1995 – 2000 een studie deed naar het bestaande systeem. Hij was beschikbaar om ter plaatse werkzaamheden uit voeren voor het project. Zijn kennis van Waterland is vaak essentieel gebleken om als projectteam de juiste beslissingen te nemen.

Gedurende het project zijn 24 projectwijzigingen noodzakelijk geweest om tot het uiteindelijke resultaat te komen. De wijzigingen betroffen installatie-ontwerp wijzigingen of financiële wijzigingen om de uitloop van het project mogelijk te maken.

Het project werd verdeeld in drie technische deelprojecten:

1. Grijs: het aanleggen van het nieuwe verticaal doorstroomde helofytenfilter.
2. Zwart: het aanbrengen van een zwartwatersysteem waarmee het behandelde zwartwater op het nieuwe VHF gebracht kon worden.
3. Meetprogramma: het specifiek meten van alle waterstromen, zowel qua debiet als samenstelling (zie hoofdstuk 4).

Deze technische projectonderdelen leidden tot een groot aantal activiteiten welke kort zijn weergegeven in bijlage 2.

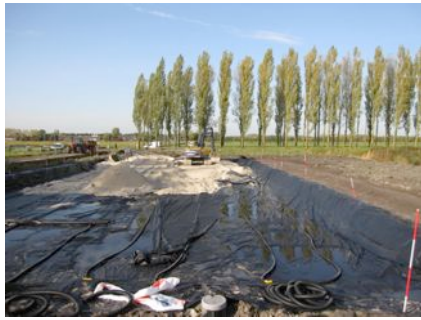
Daarnaast was een belangrijk onderdeel van het project de communicatie met de bewoners en het monitoren van de reacties van de buurt op de werkzaamheden en de systeemaanpassingen.

Een afgeleide vraag betrof de financiële aspecten die samenhangen met mogelijke veranderingen in de taakverdeling tussen gemeente en waterschap in de afvalwaterketen. In bijlage 4 wordt hier verder op in gegaan.

De plaatsing van het nieuwe VHF van 1000 m<sup>3</sup>, als aanvulling op de bestaande horizontaal doorstroomde rietvelden, werd na een aanbesteding gerealiseerd door Brinkvos Water<sup>10</sup> uit Ruinerwold. Een aantal kleine aanpassingen aan onder andere het stuursysteem van de pompen en de effluentput zorgden ervoor, dat het nieuwe filter effectief zijn werk deed.



<sup>10</sup> Brinkvos Water heeft de bedrijfsnaam veranderd in Global Wetlands B.V.



*Aanleg verticaal doostroomd helofytenfilter (foto's Global Wetlands BV)*

Er is veel tijd geïnvesteerd in het opzetten van een meetprogramma (zie hoofdstuk 4 en 5). Na een aanbestedingsprocedure is gekozen voor WLN als uitvoerende partij.

De begroting werd opgesteld in een Algemeen-, Grijswater-, Zwartwater- en Meetprogramma. Op grond van inkoopopdrachten en het volgen van de facturering kon een strakke regie gevoerd worden.

Naast de inzet door personeel van de gemeente Groningen en het waterschap Noorderzijlvest zijn 17 externe partijen ingezet om het project mogelijk te maken. Bedrijven met specifieke deskundigheid en/of apparatuur voor de installatie.

De vigerende vergunning en de daarin geformuleerde eisen aan de waterkwaliteit waren verouderd. Tijdens het project heeft de gemeente een nieuwe vergunning aangevraagd.

## 4. De uitvoering van het project

In het project zijn aanpassingen gedaan aan het systeem voor de inzameling en behandeling van het afvalwater. Met deze aangepaste infrastructuur is geëxperimenteerd en zijn meetgegevens verzameld om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden. In dit hoofdstuk worden het doel en de opzet van het project nader toegelicht.

### 4.1 Het doel van het project

Bij de start van het project werd uitgegaan van de vier in de inleiding genoemde vragen:

1. Is huishoudelijk afvalwater zodanig op wijkniveau te behandelen, dat het geloosd kan worden op het lokale watersysteem.
2. In hoeverre is het mogelijk om de energie uit het afvalwater te benutten.
3. Is het mogelijk om nutriënten terug te winnen en te benutten.
4. Welke maatschappelijke effecten heeft het lokaal behandelen van afvalwater.

In de beginfase is besloten de onderdelen energie en nutriënten niet nader te onderzoeken en hoofdzakelijk te concentreren op vraag 1 en 2. De technische experimenten met de aangelegde infrastructuur zijn uitgevoerd om een antwoord te geven op vraag 1. Daarbij werden vier specifieke projectdoelen geformuleerd:

1. Het toetsen of de kwaliteit van het effluent van het totale systeem voldoet aan de lozingseisen van het waterschap.
2. Het beantwoorden van specifieke vragen met betrekking tot de waterkwaliteit.
3. Het verkrijgen van inzicht in de maximale zuiveringscapaciteit van de verschillende onderdelen van het systeem. M.a.w.: hoeveel vuilbelasting kan de installatie (maximaal) aan als er wordt voldaan aan de lozingseisen.
4. Inzicht in de reacties van de buurt op de werkzaamheden en de systeemaanpassingen en op de communicatie hierover.

#### Ad. 1 Toetsing lozingseisen

Het water dat op oppervlaktewater wordt geloosd moet voldoen aan de normen die door waterschap Noorderzijlvest, als waterkwaliteitsbeheerder, worden gesteld. De eisen volgens de lozingsvergunning zijn samengevat in Tabel 1 en gelden voor het effluent van vloeiveld 2. De gemeente Groningen is verplicht om de waterkwaliteit (effluent vloeiveld 2) maandelijks te meten via steekmonsters en de resultaten te rapporteren aan het waterschap.

| Parameter       | eenheid | Norm      | Toetsing                               |
|-----------------|---------|-----------|--|
| Zuurstof        | mg/l    | > 5       | Individuele meting                     |
| Totaal-fosfaat  | mg/l    | < 0.15    | Voortschrijdend gemiddelde 10 metingen |
| Totaal-stikstof | mg/l    | < 2.2     | Jaargemiddelde                         |
| BZV             | mg/l    | < 5       | Individuele meting                     |
| Zuurgraad (pH)  |         | 6.5 – 9.0 | Individuele meting                     |
| Chloride        | mg/l    | < 200     | Individuele meting                     |
| Zwevende stof   | mg/l    | < 60      | Individuele meting                     |

Tabel 1 Lozingseisen volgens vergunning.

## Ad. 2 Specifieke vragen betreffende de waterkwaliteit

Dit project beoogt antwoord te geven op de volgende vragen:

- A. Wat is de kwaliteit van het grijs- en zwartwater en de variatie daarin?
- B. Wat is het zuiveringsrendement voor N, P, BZV, CZV en zware metalen van de septic tank en het VHF?
- C. Wat is de mate van pathogenen verwijdering (ziekteverwekkende bacteriën en virussen) door de zuiveringsinstallaties?
- D. In welke mate worden medicijnen verwijderd door de zuiveringsinstallaties? Hoe zijn de zuiveringsprestaties in vergelijking tot een standaard actiefslibstelsysteem (rwzi)?
- E. In welke mate dragen de nageschakelde vloeivelden bij aan de zuiveringsprestaties c.q. het voldoen aan de lozingsnormen?
- F. Hoe groot is de slibproductie van de septic tank?

## Ad. 3 Capaciteit zuiveringsinstallaties

Het project moet uiteindelijk inzicht geven in de capaciteit van de verschillende onderdelen van het zuiveringsconcept (septic tank, VHF en vloeivelden) in relatie tot de belasting. Zowel hydraulisch (debiet) als m.b.t. vuilvracht (stikstof, BZV, fosfaat, pathogenen en medicijnen). Met de verzamelde gegevens kan worden aangetoond of al het zwart- en grijswater probleemloos kan worden gezuiverd, of slechts een deel ervan.

## Ad. 4 De reacties van de buurt

Het project vindt plaats in een woonwijk met betrokken bewoners. Het is de vraag of de ingezette communicatie effectief is in het verkrijgen en behouden van draagvlak voor dit project. En of gerichte voorlichting mogelijk gewenste gedragsverandering kan bevorderen.

## 4.2 Opzet van het project

- **Dosering van grijs- en zwartwater**

De zuiveringsprestaties van de verschillende onderdelen zijn tijdens een duurproef van anderhalf jaar gevolgd: van oktober 2013 t/m januari 2015. Zwartwater is pas gedoseerd vanaf het najaar 2014, d.w.z. nadat was gebleken dat (1) het VHF stabiel functioneerde bij de zuivering van grijswater en bovendien (2) zwartwater goed kon worden gedoseerd. Uitgangspunt bij het opvoeren van de dosering was dat de eisen van de lozingsvergunning, die gericht is op het effluent van vloeiveld 2, en een 'eigen norm' m.b.t. E-coli (< 500 kve/100 ml, conform zwemwater richtlijn) niet werden overschreden. Bij het verhogen van de zwartwatergift (periode november 2014 – januari 2015) werd telkens getoetst aan het criterium: E. coli effluent VHF < 50.000 kve/100 ml. De E. coli afname in de vloeivelden bedraagt ruim 99% (ruim 2 log eenheden). Dit betekent dat bij een concentratie effluent van het VHF van <50.000 kve/100 ml verwacht mag worden dat nog wordt voldaan aan de zwemwaternorm van 500 kve/100 ml achter vloeiveld 2.

Vanaf 17 november 2014 is de zwartwatergift geleidelijk opgevoerd van circa 40% (november 2014) via circa 60% (december 2014) naar 100% (januari 2015).

Op 22 januari is de zwartwatergift, wegens een onacceptabele effluentkwaliteit van het VHF, teruggebracht naar circa 50%. De zwartwaterdosering is op 30 januari 2015 gestaakt wegens het einde van de onderzoeksperiode. Tabel 2 geeft een overzicht van de verschillende belastingen met zwartwater tijdens de onderzoeksperiode.

| Periode                     | Zwartwaterdosering (%) |
|-----------------------------|------------------------|
| oktober 2013 - 27 sept 2014 | 0                      |
| 27 september - 19 oktober   | 10                     |
| 19 oktober - 27 november    | 20                     |
| 27 november - 7 december    | 40                     |
| 7 december - 6 januari 2015 | 60                     |
| 6 januari - 23 januari      | 100                    |
| 23 januari - 30 januari     | 50                     |

*Tabel 2 Belasting zuiveringsinstallaties met zwartwater als percentage van de totale zwartwaterstroom*

- [Waterkwaliteitsmonitoring](#)

Op grond van de doelstellingen en onderzoeksvragen (par. 4.1) is een monitoringsplan opgesteld. Het monitoringsplan bestond uit laboratoriumanalyses, on-site analyses en online monitoring, aangevuld met veldwaarnemingen.

#### Laboratorium analyses

Monsters zijn geanalyseerd door het laboratorium van WLN, de bemonsteringsfrequentie was voor de meeste parameters meestal 4-wekelijks. Parameters waarvan geen significante verandering in zuivering wordt verwacht, zijn minder frequent gemeten. Op basis van de verkregen resultaten is het monitoringsprogramma gedurende het onderzoek een aantal keer bijgesteld. Parameters die regulier zijn gemeten zijn: BZV, CZV, N-Kj, N-totaal, P-totaal, medicijnen, hormonen, E.coli, bacteriofagen, pH, zwevende stof, chloride en zware metalen. In de volgende stromen is gemeten (zie figuur 1 met de meetpunten mp):

- Grijswater (mp 5), zwartwater / influent septic tank (mp 1),
- Effluent septic tank (mp 3),
- Influent VHF (mp 7),
- Effluent VHF (mp 8),
- Effluent VV1 (mp 9),
- Effluent VV2 (mp 10),
- Wijk-oppervlaktewater.

#### Onsite monitoring

Frequent, d.w.z. wekelijks of vaker, is de kwaliteit van effluent VHF, effluent VV1 en effluent VV2 gecontroleerd op de parameters ammonium, nitriet, nitraat en ortho-fosfaat. Deze on-site metingen zijn uitgevoerd door de locatiemanager met behulp van Dr. Lange Test Kits en een spectrofotometer.



## Online monitoring

Deze monitoring van waterkwaliteit vond plaats met een aantal sensoren / veldmeters:

- Grijswater en zwartwater: EGV en temperatuur
- Effluent VHF: EGV en temperatuur, zuurstof en troebelheid

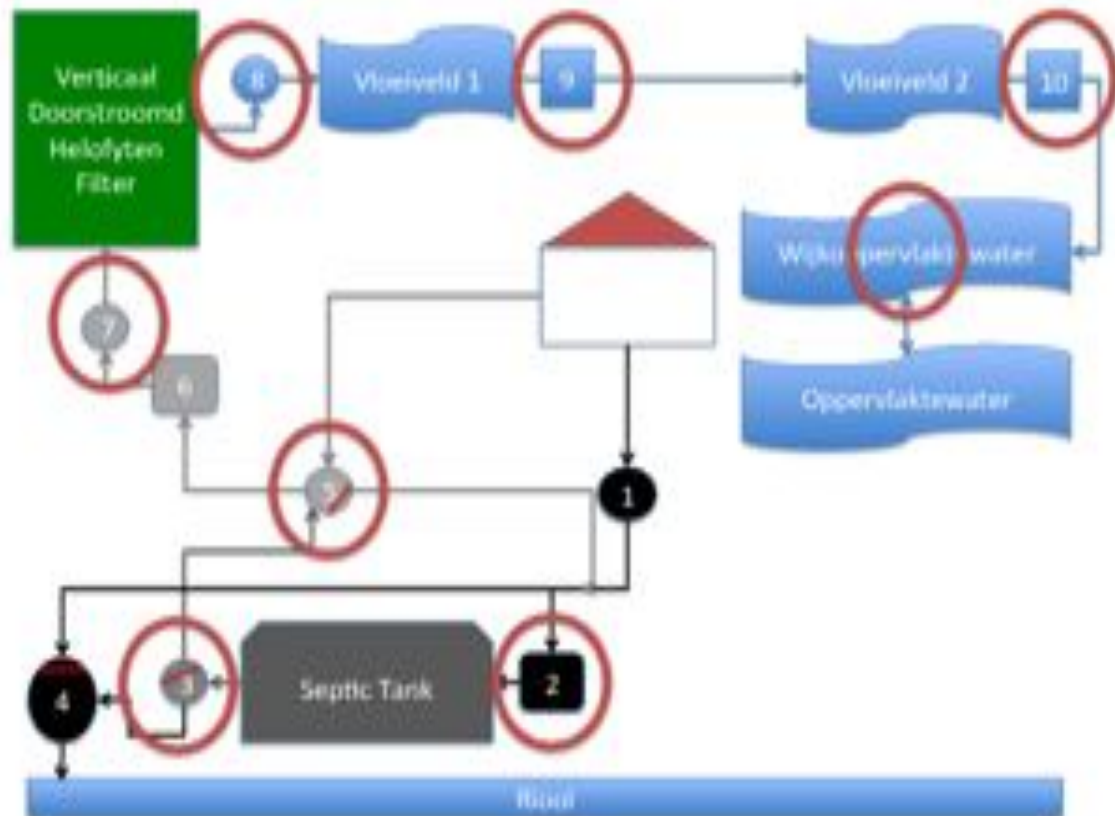


Fig. 1 Schematisch overzicht monitoringslocaties

- Reacties van de buurt

Er zijn meerdere acties ondernomen om een en ander in goed overleg met de bewoners te laten plaatsvinden. In bijlage 3 zijn deze weergegeven.

## 5. De meetresultaten

De in hoofdstuk 4 beschreven opzet heeft geleid tot een grote verzameling van gegevens. Deze worden in de volgende paragrafen op hoofdlijnen gepresenteerd.

### 5.1 Debieten zwartwater en grijswater in Waterland

Per dag wordt gemiddeld  $24 \text{ m}^3$  aan grijswater geproduceerd (minimaal  $7 \text{ m}^3/\text{d}$ , maximaal  $69 \text{ m}^3/\text{d}$ , in de periode 27-9-2014 tot 30-1-2015). Het zwartwaterdebiet bedroeg in die periode  $18 \text{ m}^3/\text{d}$  (minimaal  $6 \text{ m}^3/\text{d}$ , maximaal  $61 \text{ m}^3/\text{d}$ ). De debieten zijn afgeleid van het aantal pompuren. De totale productie van afvalwater (zwart + grijs) komt overeen met het gemiddeld drinkwaterverbruik in de wijk (gemiddeld  $43 \text{ m}^3/\text{d}$ ).



## 5.2 Belasting verticaal doorstroomd helofytenfilter (VHF)

### 5.2.1 Hydraulische belasting VHF

Figuur 2 presenteert het debiet van de voeding van het VHF. Tot het najaar van 2014 bedroeg de belasting gemiddeld 15-20 m<sup>3</sup>/d, d.w.z. het totale aanbod grijswater. Vanaf eind oktober 2014 is het debiet geleidelijk opgevoerd als gevolg van de dosering van zwartwater. Op basis van pompuren en pompcapaciteiten zijn uitschieters berekend tot 90 m<sup>3</sup>/d in januari 2015, toen de totale hoeveelheid zwartwater is gedoseerd. Mogelijk is hier toch regenwater bij gekomen.

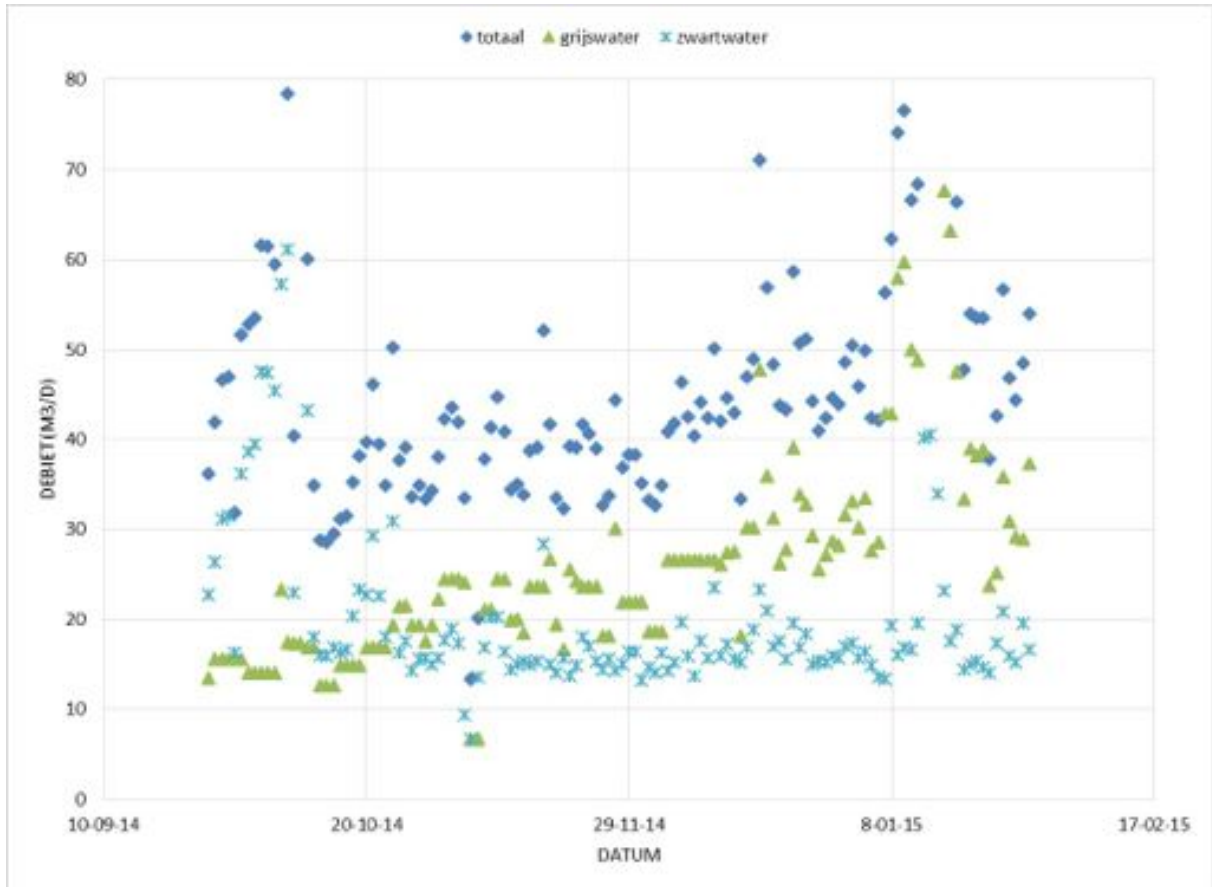


Fig. 2 Hydraulische belasting VHF gedurende 6 maanden

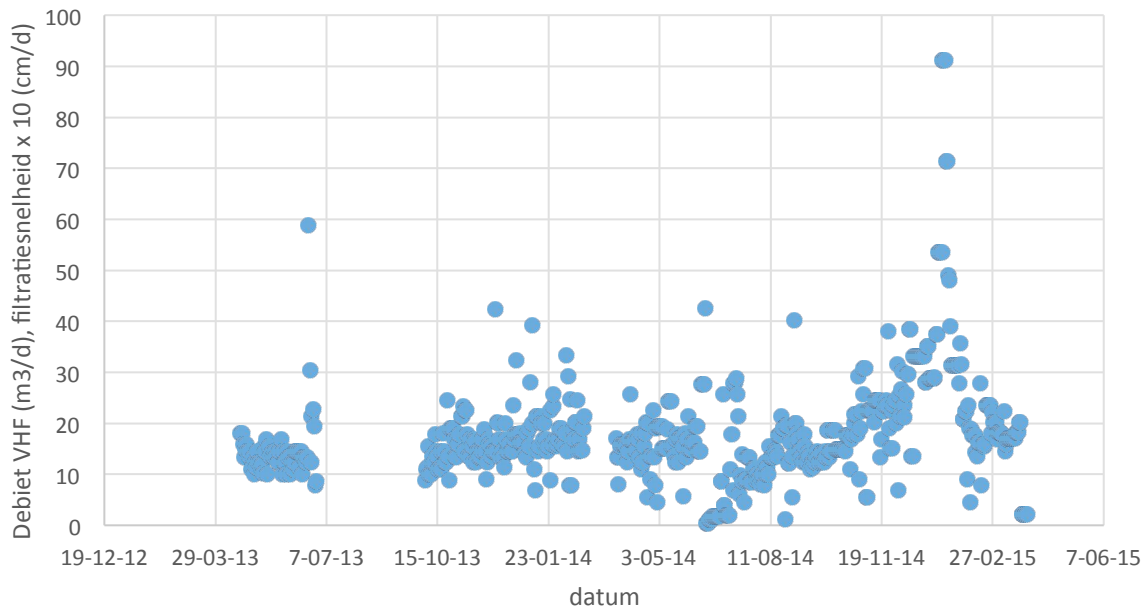


Fig. 2a Debiet en filtratiesnelheid over het verticaal doorstroomd helofytenfilter

### 5.2.2 Vuilbelasting VHF

Op basis van het voedingsdebiet VHF en de gemeten waterkwaliteit van het influent VHF zijn de vuilbelastingen berekend. Figuur 3 presenteert de BOD, N en P belasting in de tijd. Ook is het aantal vervuilingseenheden (V.E.) berekend op basis van 136 g TZV/d. In de grafiek is duidelijk de toename in belasting te zien als gevolg van de dosering zwartwater vanaf november 2015. Uiteindelijk is in januari 2015 een belasting bereikt van circa 240 V.E. a 136 g TZV/d (Fig. 3). De dosering van zwartwater in de periode van eind oktober t/m januari 2015 resulteerde in een lichte verhoging van het elektrisch geleidingsvermogen EGV (Fig. 5). Dit correspondeert met de geleidelijke verhoging van het chloridegehalte (Tabel 9).

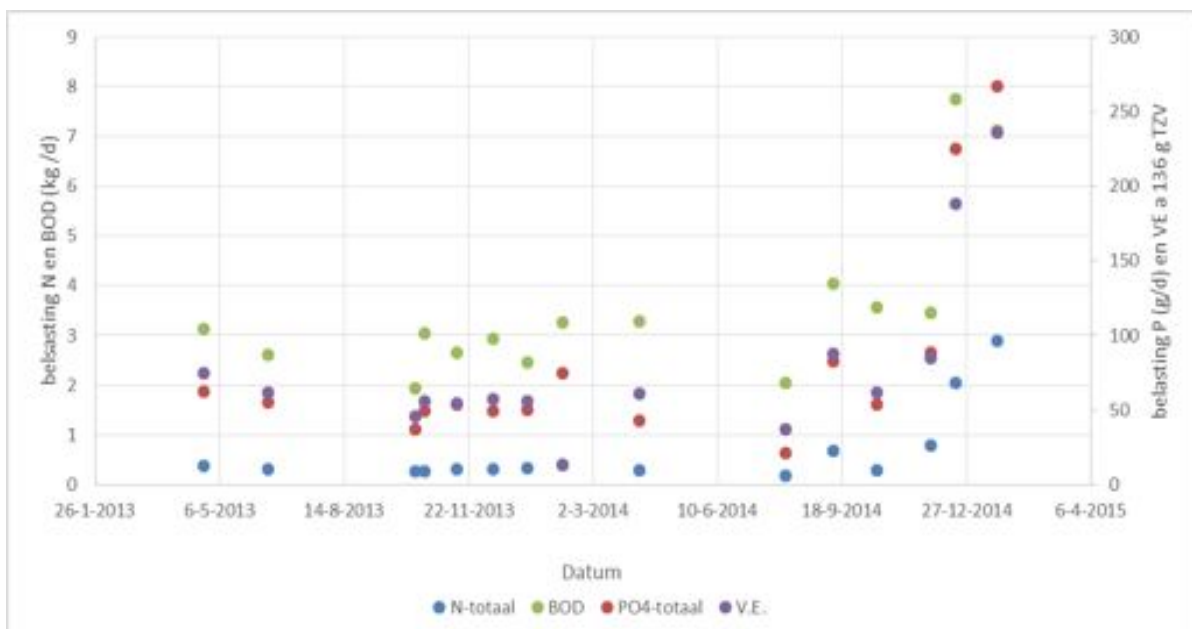


Fig. 3 Belasting VHF met N, P, BOD en V.E a 136 g TZV

### 5.3 Toetsing vergunningsnormen

Tabel 3 presenteert de kwaliteit van het effluent vloeiveld 2, d.w.z. het toetsingspunt voor de lozingsvergunning. Hieruit blijkt dat de parameter zuurstof, zwevende stof en fosfaat kritisch zijn, ook in de situatie met alleen grijswater (voorafgaand aan oktober 2014).

De zuurstofconcentratie is soms (net) onder de lozingsnorm van 5 mg O<sub>2</sub>/l. Blijkbaar is er nog een zuurstofvraag aan het eind van VV2, terwijl de zuurstof-inbreng beperkt is. Ook de norm voor zwevende stof (<30 mg/l) wordt soms overschreden door zwevende delen van planten bij het monsterpunt. Als deze plantendelen niet aanwezig zijn, voldoet zwevende stof ruim aan de norm. Indien uitspoeling van plantendelen plaatsvindt, kan dit ook leiden tot overschrijding van de totaal-fosfaat-norm (6-2-2014 en 4-8-2014). Met dosering van zwartwater is fosfaat kritisch (los van uitspoeling van plantendelen). Het zuiveringssysteem in Drielanden is echter niet ontworpen voor vergaande fosfaatverwijdering; er zijn geen fosfaatbindende stoffen toegevoegd. De lozingsnorm voor totaal-fosfaat wordt getoetst als jaargemiddelde; deze geldt dus niet voor een individuele meting.

De norm voor N-totaal komt niet in gevaar bij behandeling van alleen grijswater of kleine hoeveelheden zwartwater (<50%). Bij hogere doseringen zwartwater wordt ook de N-totaalnorm overschreden bij het effluent van vloeiveld 2.



*Vloeiveld 1*



*Vloeiveld 2 (foto's Jan van Dijk)*

|                   | O <sub>2</sub> | TSS           | Zuurgraad             | Chloride       | Totaal<br>stiksto | Totaal<br>fosfaat | BZV, 5              | E. coli    |
|-------------------|----------------|---------------|-----------------------|----------------|-------------------|-------------------|---------------------|------------|
| Datum             | mg/l           | mg/l          | pH                    | mg/l           | mg N/l            | mg P/l            | mg/l O <sub>2</sub> | kve/100 ml |
| 14-1-2014         | 9.8            | <3            | 7.7                   | 29             | 1.7               | 0.11              | 1.5                 |            |
| 6-2-2014          | 8.6            | <b>148</b>    | 7.5                   | 30             | 1.5               | <b>0.24</b>       | 2.4                 |            |
| 8-4-2014          |                | <3            | 7.8                   | 30             | 1.1               | 0.15              | 2.5                 | < 28       |
| 4-8-2014          |                | <b>76</b>     | 7.1                   | 31             | 1.6               | <b>0.29</b>       | 5                   | 760        |
| 11-9-2014         | <b>3.9</b>     | <b>35</b>     | 7.1                   | 39             | 1                 | 0.13              | 1.3                 | 88         |
| 16-10-2014        | <b>4.5</b>     | <b>54</b>     | 7.4                   | 57             | 1                 | 0.12              | 1.3                 | 29         |
| 28-11-2014        | 5.4            | <3            | 7.3                   | 59             | 0.6               | 0.12              | 0.9                 | < 28       |
| 18-12-2014        | 5              | <3            | 7.4                   | 49             | 1.5               | 0.06              | 3.7                 | < 28       |
| 21-1-2015         | <b>4.4</b>     | <3            | 7.4                   | 57             | <b>8.9</b>        | <b>0.98</b>       | 0.9                 | < 28       |
|                   |                |               |                       |                |                   |                   |                     |            |
| <b>vergunning</b> | <b>&gt;5</b>   | <b>&lt;30</b> | <b>6.5&lt;pH&lt;9</b> | <b>&lt;200</b> | <b>&lt;2.2</b>    | <b>&lt;0.15</b>   | <b>&lt;5</b>        |            |

Tabel 3 Kwaliteit effluent VV2 ten opzichte van lozingsnormen



Doseerkraan en debietmeter zwartwater (foto Jan van Dijk)

## 5.4 Kwaliteit zwart- en grijswater

Tabel 4 toont de kwaliteit van zwart- en grijswater in Drielanden in de periode oktober 2013 t/m augustus 2014.

|                             |                     | <b>zwartwater</b> | <b>grijswater</b> |
|-----------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
|                             |                     | <b>n = 6</b>      | <b>n=12</b>       |
| Onopgeloste bestanddelen    | mg/l                | 142 ± 95          | 27 ± 14           |
| Zuurgraad                   | pH                  | 8.6 ± 0.3         | 7.2 ± 0.3         |
| Chloride                    | mg/l                | 92 ± 22           | 71 ± 37           |
| Ammonium (mg N)             | mg N/l              | 84 ± 16           | 8.9 ± 2.7         |
| Kjeldahl                    | mg N/l              | 123 ± 25          | 22 ± 7.1          |
| Organisch gebonden stikstof | mg N/l              | 39 ± 17           | 12 ± 7.1          |
| Nitriet (mg N)              | mg N/l              | 0.04              | 0.03 ± 0.02       |
| Nitraat (mg N)              | mg N/l              | <0.1              | 0.14 ± 0.05       |
| Totaal stikstof             | mg N/l              | 160               | 22 ± 7.1          |
| Totaal fosfaat              | mg P/l              | 14 ± 6.0          | 3.3 ± 1.2         |
| Arseen                      | ug/l                | <10               | <10               |
| Cadmium                     | ug/l                | 0.4               | 0.2 ± 0.1         |
| Chroom                      | ug/l                | 0.8               | 1.5 ± 0.6         |
| Koper                       | ug/l                | 74 ± 33           | 98 ± 25           |
| Kwik                        | ug/l                | 0.15 ± 0.1        | <0.15             |
| Lood                        | ug/l                | <5                | 4.4 ± 0.2         |
| Nikkel                      | ug/l                | <10               | <10               |
| Zink                        | ug/l                | 275 ± 219         | 97 ± 30           |
| CZV                         | mg/l O <sub>2</sub> | 752 ± 474         | 408 ± 120         |
| BZV, 5 dagen                | mg/l O <sub>2</sub> | 268 ± 73          | 180 ± 61          |
| E.coli mbv MPN              | kve/100ml           | 1.8 ± 0.5 E+07    | 4.3 ± 3.7 E+06    |
| Bacteriofagen               | pve/l               | 1.8E+06           | 1.1 ± 0.8 E+07    |
| Carbamazepine               | ug/l                | 7.8 ± 1.5         | 0.3 ± 0.2         |
| Ibuprofen                   | ug/l                | 19 ± 15.7         | 4.0 ± 2.3         |
| Sulfametoxazool             | ug/l                | 0.61              | <0.05             |
| Atenolol                    | ug/l                | 2.3 ± 2.0         | 0.07              |
| Diclofenac                  | ug/l                | 0.16 ± 0.15       | 0.08 ± 0.06       |
| ketoprofen                  | ug/l                | <0.1              | <0.05             |
| naproxen                    | ug/l                | 16.4 ± 12.3       | 1.8 ± 2.3         |
| paracetamol                 | ug/l                | 735 ± 363         | 59 ± 32           |
| Metoprolol                  | ug/l                | 5.0 ± 2.3         | 0.3 ± 0.2         |
| cafeïne                     | ug/l                | 240 ± 98          | 188 ± 93          |
| Propranolol                 | ug/l                | 0.8 ± 0.6         | <0.05             |
| Sotalol                     | ug/l                | 0.16 ± 0.14       | 0.05              |
| lidocaine                   | ug/l                | 0.13 ± 0.08       | 0.06 ± 0.02       |
| beta-estradiol              | ng/l                |                   | <5                |
| alfa-ethynyløstradiol       | Ng/l                |                   | <5                |

Tabel 4 Kwaliteit zwartwater en grijswater (gemiddelde ± standaard deviatie)

Het zwartwater in Drielanden is veel minder geconcentreerd dan op andere locaties, zoals bijvoorbeeld gemeten op de Desah locaties in Sneek. De CZV concentratie in Sneek bedraagt 8.5 g/l (De Graaff, 2010), in Drielanden 0.75 g/l, d.w.z. een factor 11 minder geconcentreerd. Ook de totaal N en P concentratie van het zwartwater zijn in Drielanden circa een factor 10 lager dan in Sneek (Tabel 5). Dit is mede een gevolg van het feit dat in Drielanden spoeltoiletten worden gebruikt met circa 6 liter per spoeling, terwijl in Sneek vacuümtoiletten worden toegepast met minder dan 1 liter per spoeling. Bovendien wordt het toiletwater in Drielanden (één woning per huizenblok) verdund met grijswater om de doorspoeling van het riool te stimuleren.

| Component | Eenheid | Drielanden | Sneek |
|-----------|---------|------------|-------|
| CZV       | mg/l    | 752        | 8500  |
| Totaal N  | mg/l    | 160        | 1600  |
| Totaal P  | mg/l    | 14         | 180   |

Tabel 5 Gemiddelde concentraties in zwartwater Drielanden in verhouding tot Sneek (De Graaff, 2010)

De online monitoring van het zwartwater laat een duidelijk dagpatroon in geleidbaarheid zien: in de ochtend neemt de geleidbaarheid af, om vanaf de middag weer toe te nemen (Fig. 4). Er is voornamelijk geen verklaring voor dit fenomeen.

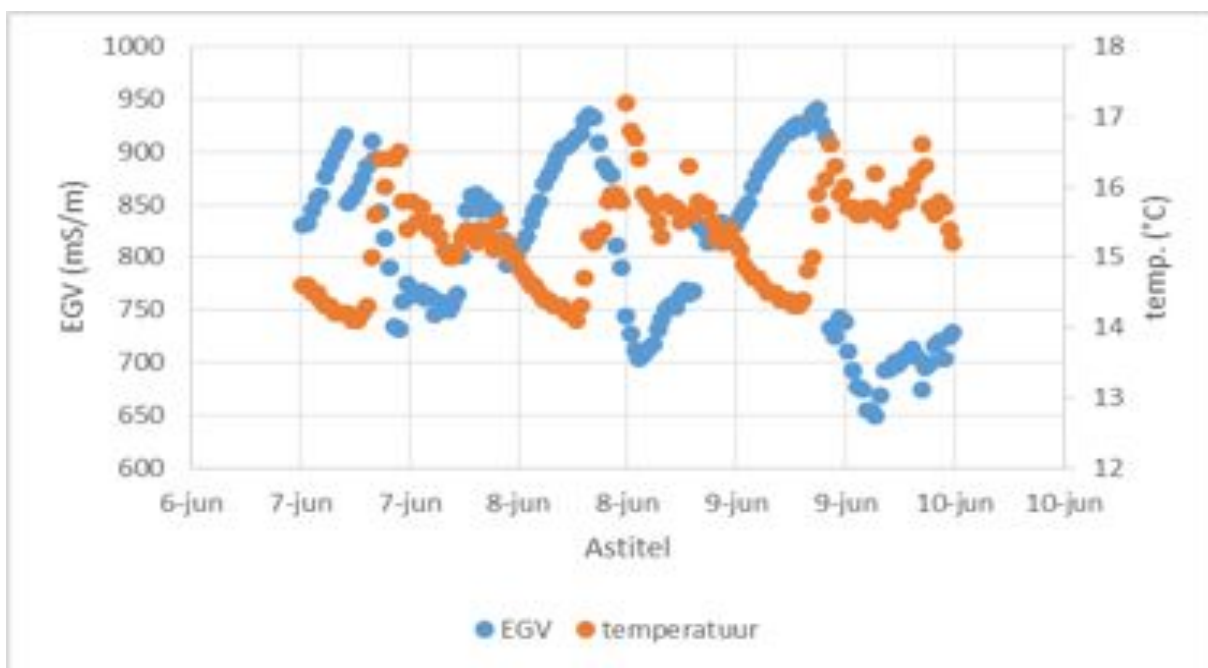


Fig. 4 Zwartwater EGV en temperatuur, dagverloop

De kwaliteit van het grijswater in Drielanden komt overeen met resultaten die uit andere studies zijn verkregen. Bijlage 5 presenteert een overzicht van 16 locaties elders m.b.t. COD/BOD, N en P (Hernandez Leal, 2011).



## 5.5 Zuiveringsprestaties

De tabellen 6 toont een overzicht van de waterkwaliteit tijdens de zuivering: van het influent van het VHF) tot en met het effluent van vloeiveld 2. Daarbij is een verdeling gemaakt tussen de periode dat het water alleen werd belast met grijswater (april 2013 t/m september 2014) en de periode dat het filter ook werd belast met zwartwater (oktober 2014 t/m januari 2015).

| parameter                |                      | influent VHF   | Effluent VHF   | Effluent VV1   | effluent V2    |
|--------------------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                          |                      | n=15           | n = 15         | n = 11         | n = 9          |
| Zuurstof                 | mg O <sub>2</sub> /l |                |                |                | 5.9 ± 2.3      |
| Onopgeloste bestanddelen | mg/l                 | 35 ± 11        | 3.2 ± 4.7      |                | 78 ± 49        |
| Zuurgraad                | pH                   | 7.3 ± 0.4      | 7.2 ± 0.1      |                | 7.4 ± 0.2      |
| Chloride                 | mg/l                 | 67 ± 6         | 54 ± 9         |                | 42 ± 13        |
| Ammonium (mg N)          | mg N/l               | 18 ± 19        | 4.4 ± 7.5      |                |                |
| Kjeldahl                 | mg N/l               | 31 ± 22        | 5.6 ± 9.9      | 3.0 ± 5.7      | 1.9 ± 2.5      |
| Organisch geb. stikstof  | mg N/l               | 14 ± 10        | 2.0 ± 2.9      |                |                |
| Nitriet (mg N)           | mg N/l               | 0.09 ± 0.01    | 0.08 ± 0.07    | 0.05 ± 0.06    | 0.05 ± 0.06    |
| Nitraat (mg N)           | mg N/l               | < 0.1          | 6.9 ± 5.9      | 1.9 ± 2.6      | 0.5 ± 0.3      |
| Totaal stikstof          | mg N/l               | 31 ± 22        | 13 ± 11        | 4.2 ± 6.1      | 2.0 ± 2.4      |
| Totaal fosfaat           | mg P/l               | 4.2 ± 1.8      | 1.0 ± 1.2      | 0.5 ± 0.7      | 0.3 ± 0.3      |
| Arseen (na destr.)       | ug/l                 | <10            | <10            |                |                |
| Cadmium                  | ug/l                 | 0.2            | 0.1 ± 0.1      |                |                |
| Chroom                   | ug/l                 | 1.8 ± 0.7      | 1.2 ± 0.8      |                |                |
| Koper                    | ug/l                 | 111 ± 28       | 12 ± 9         |                |                |
| Kwik                     | ug/l                 | <0.15          | <0.15          |                |                |
| Lood                     | ug/l                 | 4.4 ± 0.2      | <5             |                |                |
| Nikkel                   | ug/l                 | <10            | <10            |                |                |
| Zink                     | ug/l                 | 124 ± 91       | 21 ± 14        |                |                |
| CZV                      | mg/l O <sub>2</sub>  | 461 ± 81       | 25 ± 12        |                |                |
| BZV, 5 dagen             | mg/l O <sub>2</sub>  | 202 ± 36       | 3.7 ± 2.8      |                | 2.2 ± 1.4      |
| E.coli mbv MPN           | kve/100ml            | 4.2 ± 3.7 E+06 | 8.4 ± 2.1 E+04 | 4.5 ± 4.1 E+02 | 1.4 ± 2.5 E+02 |
| Bacteriofagen            | pve/l                | 1.2 ± 1.0 E+07 | 2.1 ± 1.9 E+03 |                |                |
| Carbamazepine            | ug/l                 | 0.7 ± 0.7      | 0.6 ± 0.4      |                |                |
| Ibuprofen                | ug/l                 | 5.5 ± 3.7      | 1.1 ± 0.5      |                |                |
| Sulfametoxazool          | ug/l                 | <0.05          | <0.05          |                |                |
| Atenolol                 | ug/l                 | 0.07 ± 0.01    | 0.04           |                |                |
| Diclofenac               | ug/l                 | 0.08 ± 0.06    | 0.04 ± 0.02    |                |                |
| Ketoprofen               | ug/l                 | <0.05          | <0.05          |                |                |
| Naproxen                 | ug/l                 | 4.1 ± 5.0      | 0.8 ± 0.7      |                |                |
| Paracetamol              | ug/l                 | 123 ± 135      | 3 ± 5          |                |                |
| Metoprolol               | ug/l                 | 0.4 ± 0.4      | 0.2 ± 0.3      |                |                |
| Caffeine                 | ug/l                 | 243 ± 218      | 6 ± 8          |                |                |

|                        |      |             |             |  |  |
|------------------------|------|-------------|-------------|--|--|
| Propranolol            | ug/l | <0.05       | <0.05       |  |  |
| Sotalol                | ug/l | 0.05        | 0.2 ± 0.4   |  |  |
| lidocaine              | ug/l | 0.06 ± 0.02 | 0.15 ± 0.23 |  |  |
| beta-estradiol         | ng/l | <5          | <5          |  |  |
| Alfa-ethynyloestradiol | ng/l | <5          | <5          |  |  |

Tabel 6 Waterkwaliteit op verschillende locaties in de waterzuivering Drielanden (april 2013 t/m sept. 2014, alleen grijswater)

Uit tabel 6 kan het volgende worden afgeleid:

- Het vloeiveld heeft een negatieve impact op onopgeloste bestanddelen.
- In het vloeiveld lijkt verdunning op te treden met regenwater, gezien de afname van chloride.
- In de vloeivelden vindt nog significante verwijdering van N en P plaats.
- Metalen blijven achter in het VHF.

In de navolgende paragrafen worden de zuiveringsprestaties van de verschillende zuiveringsonderdelen verder toegelicht.

### 5.5.1 Verticaal doorstroomd helofytenfilter (VHF)

- Stikstof, fosfaat en BZV

Figuur 5 toont de verwijdering van N-totaal, P-totaal en BZV in het VHF. De BZV verwijdering is vrijwel volledig geweest tijdens de gehele onderzoeksperiode. Alleen tijdens de laatste periode (januari 2015) met 100% zwartwaterdosering dook de BZV verwijdering net onder de 95%. Waarschijnlijk als gevolg van zuurstoflimitatie, d.w.z. dat de O<sub>2</sub> vraag in VHF groter was dan de O<sub>2</sub> inbrengcapaciteit.

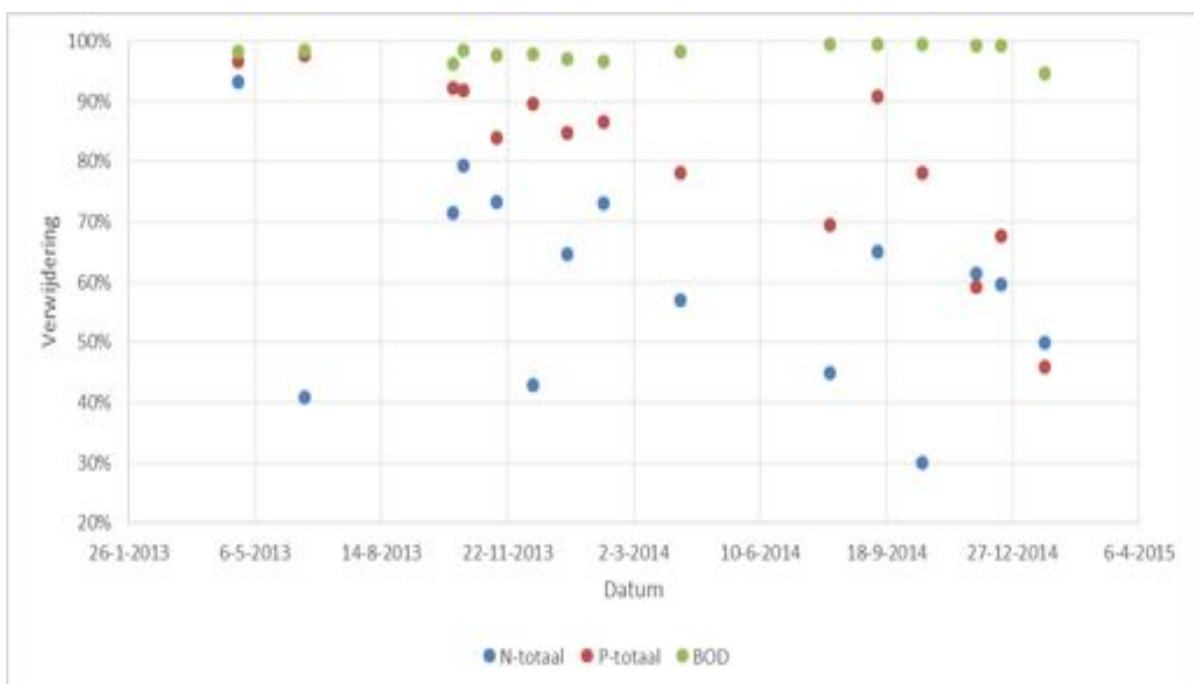


Fig. 5 Zuiveringsrendementen VHF voor N-totaal, P-totaal en BZV

De stikstofverwijdering (totaal-N) door het VHF varieerde tijdens de onderzoeksperiode tussen 80% en 40% (Fig. 5), de extremen buiten beschouwing gelaten. Fig. 6 en Tabel 7 tonen dat bij hogere belasting (60 – 100% zwartwater) de nitrificatie niet meer volledig was. Dit ging gepaard met verhoogde ammoniumgehalten in het effluent. Omdat ook de BZV en CZV verwijdering bij 100% zwartwaterdosering niet meer volledig was, is het vermoeden dat de onvolledige nitrificatie wordt veroorzaakt door zuurstoflimitatie. Mede vanwege de gebrekkige nitrificatie en lage  $\text{NO}_3$  gehalten in het effluent bij 100% zwartwatergift, is geen prioriteit gegeven aan het testen van recirculatie over het VHF. De recirculatie is dus niet getest tijdens dit onderzoek.

Figuur 6 toont dat de mate van N-totaal verwijdering onafhankelijk is van de belasting: ook bij lage belasting (< 1 kg/d ofwel < 1 g/m<sup>2</sup>/d) was de N-totaal verwijdering soms laag, d.w.z. < 60%. In dat geval is de gebrekkige N-verwijdering een gevolg van gebrekkige denitrificatie: de omzetting van nitraat naar  $\text{N}_2$ -gas. Bij hoge N-belasting (> 2.5 kg/d ofwel > 2.5 g/m<sup>2</sup>/d) als gevolg van veel zwartwater, is de N-verwijdering beperkt als gevolg van gebrekkige nitrificatie: de omzetting van ammonium naar nitraat. Zoals gezegd is dit waarschijnlijk te wijten aan onvoldoende  $\text{O}_2$ -inbrengcapaciteit.

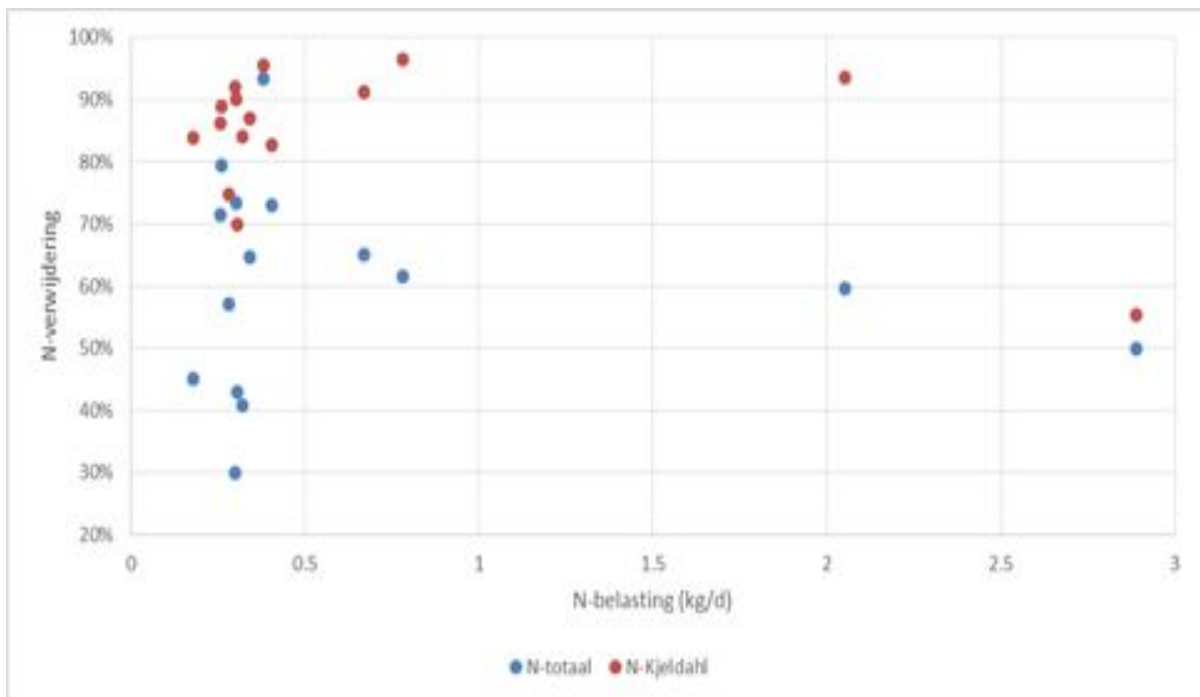


Fig. 6 N-verwijdering VHF bij verschillende belasting

De onvolledige denitrificatie bij lage N-belasting (grijswater) duidt mogelijk op de situatie dat slechts een klein deel van het VHF volume anoxisch is: de zone waarin geen zuurstof aanwezig is. Het effluent van het VHF had gedurende de onderzoeksperiode overwegend lage  $\text{O}_2$ -concentraties < 0.5 mg/l (Fig. 7).

De fosfaatverwijdering in het VHF toonde tijdens het onderzoek een dalende trend: van 90% in april 2013 tot circa 50% aan het einde van de duurproef (januari 2015). De P-verwijdering in het VHF wordt waarschijnlijk grotendeels veroorzaakt door sorptie aan het filtermateriaal, naast (een beperkter deel door) P-fixatie in de planten op het VHF. In de loop van de tijd neemt de sorptiecapaciteit (en daarmee de P-verwijdering) af als gevolg van belading. Verwacht wordt dat de afname in P-verwijdering zich in de tijd doorzet. Opgemerkt dient te worden dat het VHF in Drielanden niet is ingericht voor vergaande P-verwijdering.

| dosering |            | Influent (mg/l) |       | Effluent (mg/l) |       |       |
|----------|------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-------|
|          |            | N-kj            | P-tot | N-kj            | NO3-N | P-tot |
| 10%      | 16-10-2014 | 20              | 3.6   | 1.6             | 12    | 0.8   |
| 40%      | 28-11-2014 | 52              | 5.9   | 1.8             | 18    | 2.4   |
| 60%      | 18-12-2014 | 62              | 6.8   | 4               | 21    | 2.2   |
| 100%     | 21-1-2015  | 92              | 8.5   | 41              | 4.4   | 4.6   |

Tabel 7 N en P verwijdering VHF

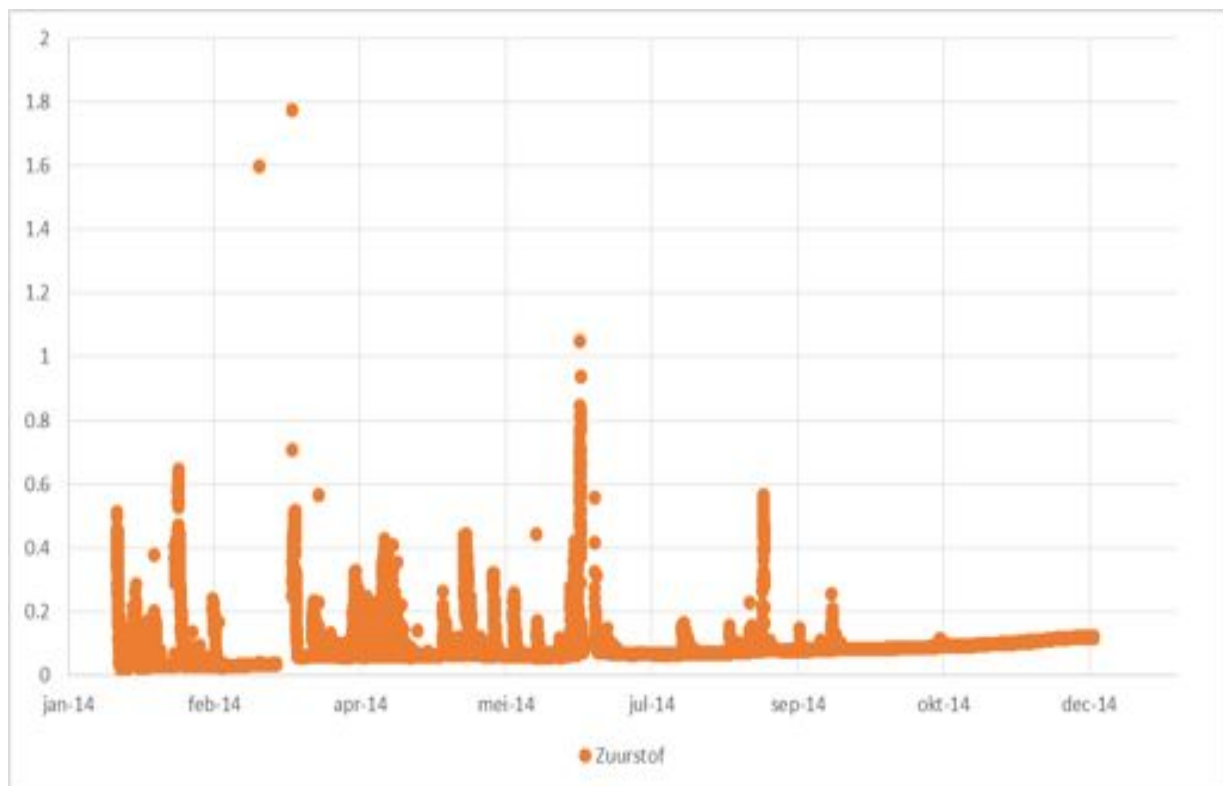


Fig. 7 Zuurstofconcentratie in effluent VHF

- E-coli en bacteriofagen

Tabel 8 presenteert de verwijdering van E. coli door het VHF. Het blijkt dat bij een zwartwaterdosering van 60% de verwijdering 2-3 log eenheden bedraagt. Bij 100% zwartwater vindt een sterke daling in verwijdering plaats. Waarschijnlijk vanwege een hogere hydraulische belasting en mogelijk in combinatie met plaatselijk anaerobe condities. Op grond van de resultaten, d.w.z. behalve beperkte E. coli verwijdering ook een gebrekkige nitrificatie, is op 22/1 besloten om de dosering van zwartwater terug te brengen naar 50%.

| <b>dosering<br/>zwartwater</b> | <b>datum</b> | <b>influent<br/>E.coli<br/>(kve/100 ml)</b> | <b>Effluent<br/>E.coli<br/>(kve/100<br/>ml)</b> | <b>log-<br/>verwijdering</b> |
|--------------------------------|--------------|---|---|------------------------------|
| 20%                            | 17-11-2014   | 3000000                                     | 5300  | 2.8                          |
| 40%                            | 28-11-2014   | 4600000                                     | 120000  | 1.6                          |
| 60%                            | 18-12-2014   | 8500000                                     | 17000   | 2.7                          |
| 60%                            | 24-12-2014   | 1600000                                     | 6100  | 2.4                          |
| 60%                            | 31-12-2014   | 6000000                                     | 32000   | 2.3                          |
| 100%                           | 15-1-2015    | 3200000                                     | 1000000   | 0.5                          |
| 100%                           | 20-1-2015    | 2500000                                     | 200000  | 1.1                          |
| 100%                           | 21-1-2015    | 1600000                                     | 140000  | 1.1                          |
| 0%                             | 29-1-2015    | 2700000                                     | 110000  | 1.4                          |

*Tabel 8 E. coli verwijdering VHF*

- Medicijnen en metalen

Tabel 9 toont de verwijdering van medicijnen en zware metalen door het VHF. De percentages komen overeen met de ranges die in conventionele rwzi's (actiefslibsystemen) zijn aangetoond. Bij medicijnen lijkt er een relatie tussen het verwijderingspercentage en de biologische afbreekbaarheid (= stofeigenschap) van het betreffende geneesmiddel.

| Component               | eenheid | Influent VHF | Effluent VHF | Verwijdering            |
|-------------------------|---------|--------------|--------------|-------------------------|
| Arseen                  | ug/l    | <10          | <10          | n.d. (not determined)   |
| Cadmium                 | ug/l    | 0.2          | 0.1          | 50%                     |
| 5Chroom                 | ug/l    | 1.8          | 1.2          | 33%                     |
| Koper                   | ug/l    | 111          | 12           | 89%                     |
| Kwik                    | ug/l    | <0.15        | <0.15        | n.d.                    |
| Lood                    | ug/l    | 4.4 ± 0.2    | <5           | n.d.                    |
| Nikkel                  | ug/l    | <10          | <10          | n.d.                    |
| Zink                    | ug/l    | 124          | 21           | 83%                     |
| Carbamazepine           | ug/l    | 0.7          | 0.6          | 14%                     |
| Ibuprofen               | ug/l    | 5.5          | 1.1          | 80%                     |
| Sulfametroxazol         | ug/l    | <0.05        | <0.05        | n.d.                    |
| Atenolol                | ug/l    | 0.07         | 0.04         | 43%                     |
| Diclofenac              | ug/l    | 0.08         | 0.04         | 50%                     |
| Ketoprofen              | ug/l    | <0.05        | <0.05        | n.d.                    |
| Naproxen                | ug/l    | 4.1          | 0.8          | 80%                     |
| Paracetamol             | ug/l    | 123          | 3            | 98%                     |
| Metoprolol              | ug/l    | 0.4          | 0.2          | 50%                     |
| Caffeine                | ug/l    | 243          | 6            | 98%                     |
| Propranolol             | ug/l    | <0.05        | <0.05        | n.d.                    |
| Sotalol                 | ug/l    | 0.05         | 0.2 ± 0.4    | Nihil (verwaarloosbaar) |
| Lidocaine               | ug/l    | 0.06 ± 0.02  | 0.15 ± 0.23  | Nihil                   |
| Beta-estradiol          | ng/l    | <5           | <5           |                         |
| Alfa-ethynylloestradiol | ng/l    | <5           | <5           |                         |

Tabel 9 Verwijdering medicijnen en zware metalen VHF

### 5.5.2 De vloeivelden

Figuur 8 presenteert de verwijderingspercentages van N-totaal en P-totaal tijdens de onderzoeksperiode in de vloeivelden. De grafiek toont een significante verwijdering voor beide nutriënten: 50 - 90 %. De N-verwijdering is vooral een gevolg van denitrificatie in de vloeivelden, dus de reductie van nitraat naar stikstofgas. De P-verwijdering is waarschijnlijk een gevolg van bezinking / filtratie van deeltjes en opname van fosfaat door de planten en enige absorptie aan bodemdeeltjes.



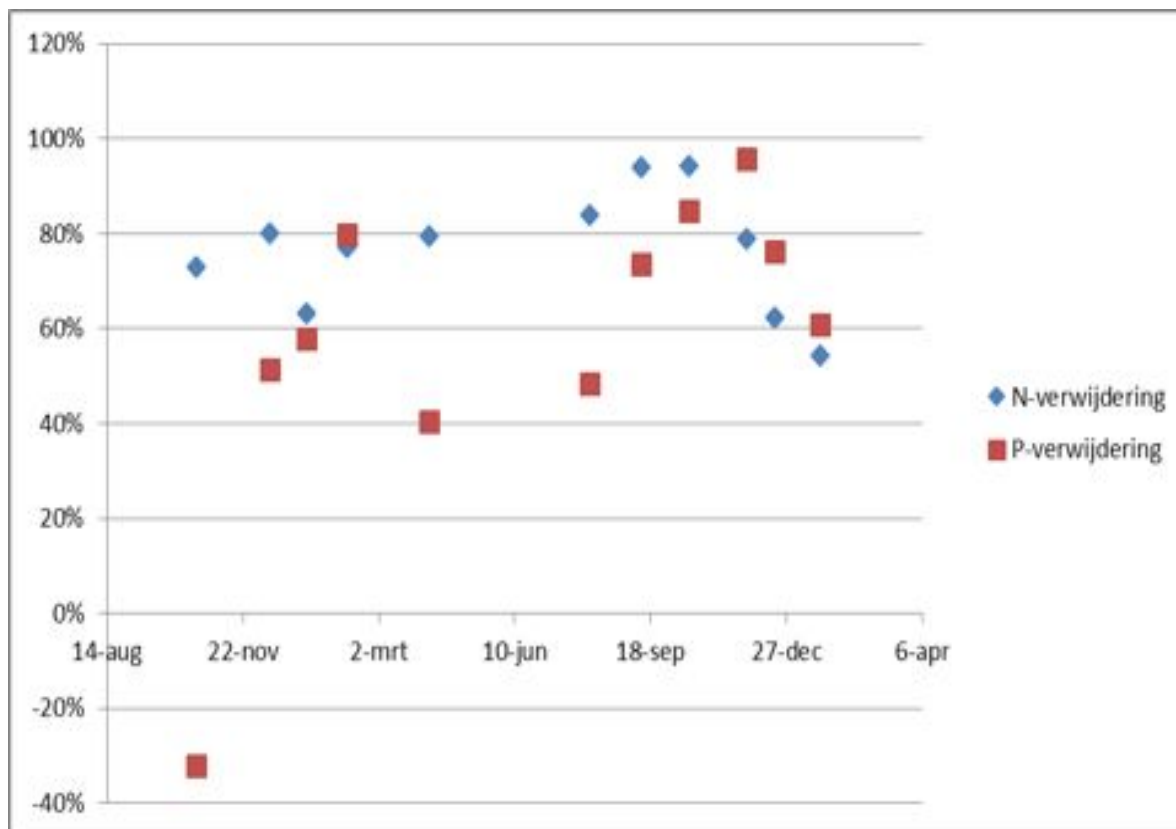


Fig. 8 Verwijderingspercentages van N-totaal en P-totaal tijdens de onderzoeksperiode

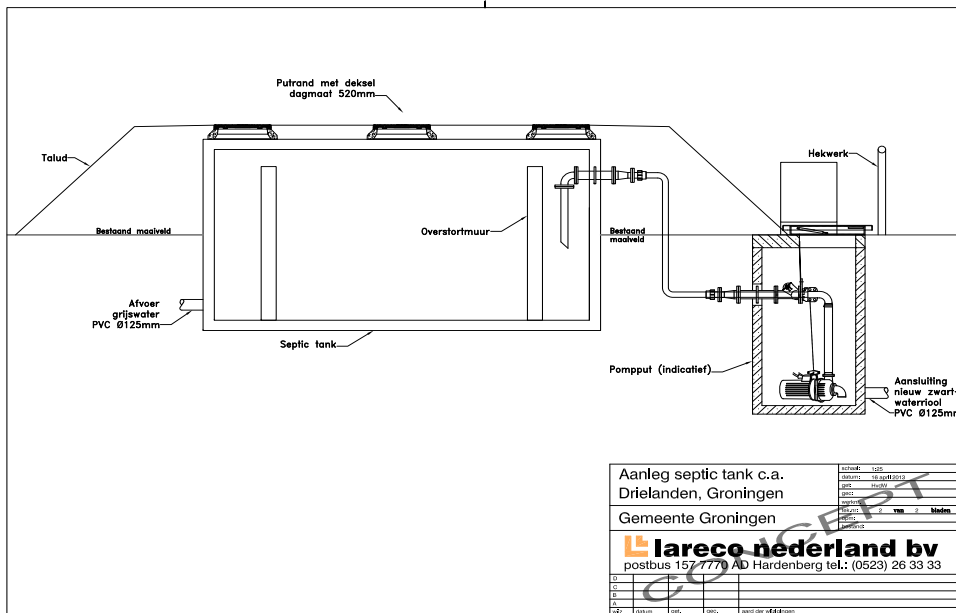
De reductie van E. coli in de vloeivelden (VV1 + VV2) bedraagt 2-3 log eenheden (Tabel 6). Mede door deze grote verwijdering is de hygiënische kwaliteit op basis van E.coli altijd goed geweest (Tabel 10). Ter vergelijking: de norm voor zwembadwater is < 1800 kve/100 ml, bij <500 kve/100 ml valt de hygiënische kwaliteit van zwembadwater in de categorie 'zeer goed'.

| datum      | E.coli mpn (kve/100 ml) |
|------------|-------------------------|
| 8- 4-2014  | < 28                    |
| 4- 8-2014  | 760                     |
| 11- 9-2014 | 88                      |
| 16-10-2014 | 29                      |
| 28-11-2014 | < 28                    |
| 18-12-2014 | < 28                    |
| 21- 1-2015 | < 28                    |

Tabel 10 E. coli concentratie effluent VV2

### 5.5.3 De septic tank

Tabel 11 presenteert de kwaliteit van het effluent van de septic tank ten opzichte van het influent, d.w.z. zwartwater. Uit de tabel blijkt dat het zuiveringsrendement van de septic tank nihil is. De septic tank in Drielanden is sinds september 2013 in gebruik. De cijfers presenteren de gemiddelde waterkwaliteitsdata van 6 meetrondes. Het zuiveringsrendement voor BZV en zwevende stof (TSS) is negatief, evenals voor fosfaat en koper, waarschijnlijk als gevolg van slibuitspoeling. Hoewel een niet representatieve monsternamen als gevolg van het pompregime in de influentput niet is uit te sluiten, is wel duidelijk dat de septic tank niet naar behoren functioneert.



Septic tank, net aangelegd



Septic tank, begroeid (foto's Jan van Dijk)

| Parameter                | eenheid             | Zwart water    | Effluent Septic tank |
|--------------------------|---------------------|----------------|----------------------|
| Onopgeloste bestanddelen | mg/l                | 142 ± 95       | 361 ± 507            |
| Zuurgraad                | pH                  | 8.6 ± 0.3      | 7.9 ± 0.8            |
| Ammonium (mg N)          | mg N/l              | 84 ± 16        | 114 ± 5              |
| Kjeldahl-N               | mg N/l              | 123 ± 25       | 148 ± 22             |
| Organisch geb. stikstof  | mg N/l              | 39 ± 17        | 32 ± 22              |
| Nitriet (mg N)           | mg N/l              | 0.04           | 0.023 ± 0.01         |
| Nitraat (mg N)           | mg N/l              | <0.1           | <0.1                 |
| Totaal stikstof          | mg N/l              | 160            | 148 ± 22             |
| Totaal fosfaat           | mg P/l              | 14 ± 6.0       | 20 ± 11              |
| Arseen (na destructie)   | ug/l                | <10            | <10                  |
| Cadmium                  | ug/l                | 0,4            | 0,2                  |
| Chroom                   | ug/l                | 0.8            | 1.3                  |
| Koper                    | ug/l                | 74 ± 33        | 105 ± 22             |
| Kwik                     | ug/l                | 0.15 ± 0.1     | <0.15                |
| Lood                     | ug/l                | <5             | <5                   |
| Nikkel                   | ug/l                | <10            | <10                  |
| Zink                     | ug/l                | 275 ± 219      | 265 ± 191            |
| CZV                      | mg/l O <sub>2</sub> | 752 ± 474      | 1394 ± 842           |
| BZV, 5 dagen             | mg/l O <sub>2</sub> | 268 ± 73       | 445 ± 166            |
| E.coli mbv MPN           | kve/100ml           | 1.8 ± 0.5 E+07 | 1.5 ± 1.3 E+07       |

Tabel 11 Kwaliteit influent en effluent van de septic tank



Fig. 9 Sliblaag in midden-compartiment van de septic tank, gezien vanaf het influentcompartiment (foto: 16 september 2014). Bij toevoer van influent stroomt het water over de sliblaag naar het effluentcompartiment.

Tijdens de visuele inspectie op 16 september 2014 is gebleken dat het hoofdcompartiment (midden-compartiment) volledig was gevuld met een sliblaag. Geconstateerd is dat bij toevoer van influent, het water aan de zijkant over de sliblaag stroomt, rechtstreeks naar het effluentcompartiment (zie foto Fig. 9). De verblijftijd is in die situatie nihil.

Mogelijk wordt in die situatie CZV/BZV en TSS van de drijfslag meegenomen naar het effluentcompartiment. Dit zou kunnen verklaren waarom de concentraties CZV, BZV en TSS in het effluent op een hoger niveau liggen dan in het influent. Datzelfde geldt voor fosfaat en koper.

Duidelijk is dat de septic tank van Drielanden niet naar behoren heeft gefunctioneerd. De belangrijkste reden hiervoor is dat de hydraulische belasting veel te hoog was voor een septic tank van deze omvang. De hydraulische belasting was in Drielanden ruim vijf keer hoger dan ontwerprichtlijnen die zijn voorgeschreven bij gebruik van een septic tank voor huishoudelijke lozingen. De verblijftijd is hierdoor te kort en de turbulentie in de tank te groot. Voor adequate bezinking is circa 200 uren standtijd gewenst.

Op basis van literatuurdata kan een relatie worden afgeleid tussen hydraulische belasting en de verwachte leegfrequentie (verwijderen van bezinksel) van de septic tank (Fig. 10). Uit de grafiek blijkt dat bij een belasting van > 0.5 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>.d de tank meerdere keren per jaar moet worden gelegegd. De belasting in Drielanden is 1 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>.d, d.w.z. dat een hoge leegfrequentie (circa maandelijks) wordt verwacht.

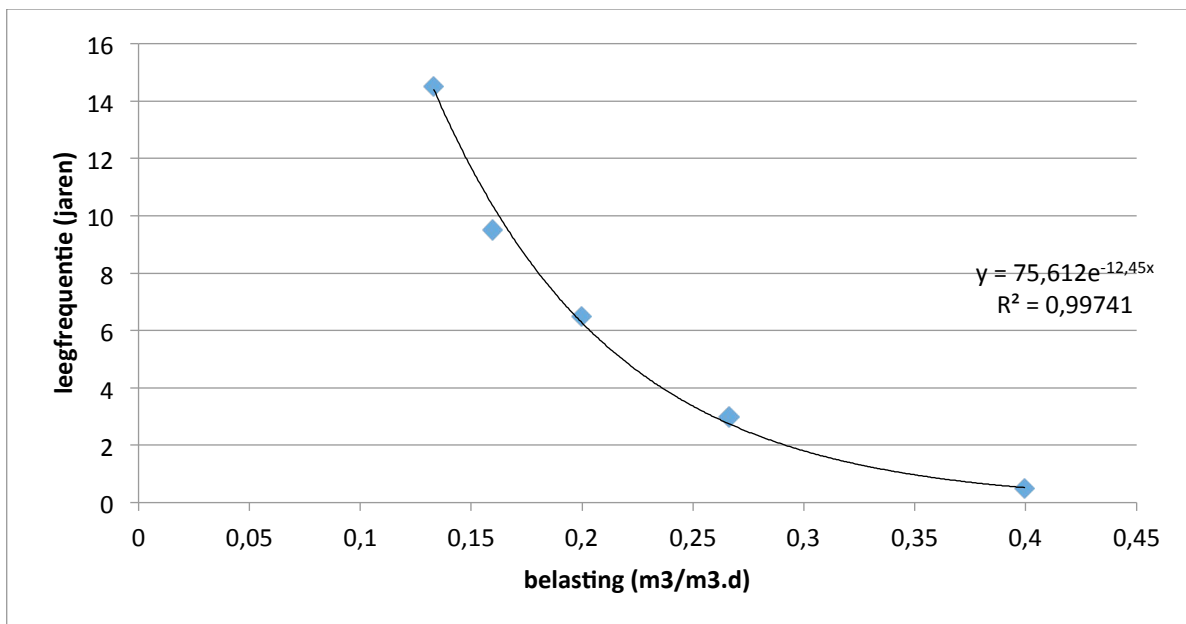


Fig. 10 Relatie tussen hydraulische belasting en de verwachte leegfrequentie op basis van literatuurdata

## 5.6 Conclusies meetprogramma

Uit de bovenbeschreven resultaten kan het volgende worden geconcludeerd:

- Het onderzoek heeft aangetoond dat het verticaal doorstroomde helofytenfilter met de nageschakelde vloeivelden in het algemeen goed functioneert.
- Wanneer het filter niet wordt overbelast, d.w.z. wanneer het filter alleen wordt belast met grijswater en eventueel aangevuld met een beperkte hoeveelheid zwartwater (< 60% van de zwartwaterstroom), de verwijdering van BZV, stikstof en medicijnresten qua ordegrootte (rendement) vergelijkbaar is met een conventionele rwzi.
- De verwijdering van medicijnresten ligt eveneens op een vergelijkbaar niveau; de mate van verwijdering lijkt afhankelijk van de biodegradeerbaarheid van de betreffende stof.
- Ten opzichte van een conventionele rwzi presteert het systeem in Drielanden veel beter als het gaat om de verwijdering van E.coli (indicator voor de hygiënische kwaliteit). De verwijdering in het totale systeem (VHF + vloeivelden) is circa 5 log eenheden. In een conventionele rwzi is de verwijdering 1-2 log eenheden.
- De fosfaatverwijdering in het VHF neemt langzaam maar zeker af. Opgemerkt dient te worden dat het helofytenfilter niet was gedimensioneerd op fosfaatverwijdering, d.w.z. er is geen laag ijzermoer of schelpen in het filter aangebracht.
- Bij hoge zwartwatergiftten, d.w.z. bij belastingen > 60% van de zwartwaterstroom, raakt het VHF overbelast. De effluentkwaliteit is dan slecht, d.w.z. onvoldoende om te worden gecompenseerd door de nazuiverende capaciteit van de vloeivelden.
- De overbelasting bij >60% lijkt een gevolg van onvoldoende capaciteit voor zuurstofinbreng in het VHF. Dit heeft tot gevolg dat de N-verwijdering onvoldoende wordt. Ook neemt de verwijdering van E.coli sterk af, waarschijnlijk als gevolg van zuurstofloosheid.

Het exacte punt waarbij overbelasting optreedt, is in het onderzoek niet goed vastgesteld: het ligt ergens tussen 60 en 100 % zwartwatergift. Onder de maximale zwartwaterbelasting liepen de zuiveringsprestaties terug. Deze belastingproef heeft echter te kort geduurd om hieraan vergaande conclusies te verbinden.

## 6. Eindevaluatie en conclusies

De in de inleiding beschreven vier deelvragen waren:

- 1 Is huishoudelijk afvalwater op wijkniveau zodanig te behandelen dat het kan worden geloosd op het lokale watersysteem.**
- 2 In hoeverre is het mogelijk de energie uit het afvalwater te benutten.
- 3 Is het mogelijk nutriënten terug te winnen en te benutten.
- 4 Welke maatschappelijke effecten heeft het lokaal behandelen van afvalwater.**

Deze deelvragen konden niet alle worden beantwoord. Al in de beginfase van het project werd besloten om af te zien van de winning van biogas uit een kleine vergister. Ook de winning van nutriënten kon niet worden meegenomen in de uitvoering.

De activiteiten concentreerden zich op de behandeling van het afvalwater en het beantwoorden van de vragen 1 en 4.

In het project is ervoor gekozen om ervaringen in de beschreven praktijkomgeving op te doen. Het is niet ingericht als onderzoeksproject waaruit eenduidige en vergaande conclusies kunnen worden getrokken. De in hoofdstuk 5 weergegeven resultaten kunnen op hun eigen merites worden beoordeeld. Toch zijn er wel een aantal conclusies te trekken. In volgende paragrafen wordt beschreven welke conclusies kunnen worden getrokken bij deelvraag 1 en 4. Waar mogelijk worden deze aangevuld met aanbevelingen. Het hoofdstuk wordt afgesloten met enkele algemene conclusies.

## 6.1 Conclusies t.a.v. de twee deelvragen

### **Deelvraag 1: Is huishoudelijk afvalwater op wijkniveau zodanig te behandelen dat het kan worden geloosd op het lokale watersysteem.**

Het project maakte gebruik van de ruim 20 jaar oude, bijzondere infrastructuur van een rioolstelsel waarin grijs- en zwartwater afzonderlijk worden ingezameld en getransporteerd. Een conclusie is dat deze ondergrondse infrastructuur van leidingen, putten en aansluitingen niet altijd goed was geregistreerd. Dat leidde herhaaldelijk tot verrassingen en deed een beroep op het improvisatievermogen van de gemeentelijke medewerkers.

De resultaten indiceren dat het helofytenfilter met de nageschakelde vloeivelden goed functioneerde. De BZV verwijdering, de stikstofafbraak en de afbraak van medicijnresten en pathogenen voldeden over het algemeen goed. Uitzondering was de fosfaatverwijdering welke bij de verhoogde zwartwaterbelasting te hoog opliep. Niet geheel vreemd, aangezien het helofytenfilter niet was gedimensioneerd op fosfaatverwijdering. Ander opvallend punt was de nitraatafbraak die bij hoge belasting in het filter achter bleef. Onder de maximale zwartwaterbelasting liepen de zuiveringsprestaties terug. De belastingproef heeft echter te kort geduurd om hier vergaande conclusies aan te verbinden.

De septic tank functioneerde niet naar behoren. De belangrijkste reden hiervoor was dat de hydraulische belasting te hoog is voor een septic tank van deze omvang, waardoor de gewenste voorbezinking niet kan optreden.

Uit de eindfase van de duurproef kan worden geconcludeerd dat:

- het VHF bij 100% zwartwatergift overbelast raakt, waardoor sterk teruglopende E. coli verwijdering en onvolledige nitrificatie worden bereikt;
- het punt van overbelasting tussen 60% en 100% zwartwatergift ligt;
- zuurstoflimitatie waarschijnlijk een hoofdrol speelt bij de overbelasting: er wordt onvoldoende zuurstof ingebracht om alle organische stof en ammonium te oxideren. Gevolg is plaatselijke zuurstofloosheid en stagnerende nitrificatie;
- zuurstofloosheid in combinatie hydraulische overbelasting verklaren mogelijk de sterk verminderde verwijdering van E. coli bij de hoge belasting.

Deze deelvraag kan dus nog niet met een eenduidig *Ja* of *Nee* worden beantwoord. De resultaten indiceren dat het kan, de onderzochte parameters geven aan dat de zuivering in



het filter met de nageschakelde vloeivelden voldoet. Maar verbeteringen en voortgaande monitoring zijn gewenst. De effecten van de noodzakelijke verbeteringen, zoals het volledig afkoppelen van regenwater, het verbeteren van de voorbezinking en de toevoegen van P verwijdering behoeven nader onderzoek.

#### **Deelvraag 4: Welke maatschappelijke effecten heeft het lokaal behandelen van afvalwater.**

In dit project zijn verschillende maatschappelijke effecten te beoordelen. Hieronder wordt ingegaan op de betrokkenheid van de bewoners en de rol van de overheid.

- **De betrokkenheid van de bewoners.**

Drielanden is in de jaren '90 ontwikkeld als een ecologische wijk met vanaf het eerste begin betrokken bewoners. Leden van het projectteam hebben regelmatig contact onderhouden met bewoners, in de vorm van een klankbordgroep en een aantal informatieavonden voor alle bewoners en andere geïnteresseerden. Ook tijdens het officiële startmoment van het project, in bijzijn van de toenmalige wethouder, zijn de bewoners betrokken. Informatie werd gedeeld

d.m.v. nieuwsbrieven en via de wijkwebsite. Daarnaast zijn er twee enquêtes onder de bewoners gehouden, waaruit veel informatie is verzameld.

De conclusie is dat het mogelijk is, en ook een voorwaarde voor succes, de bewoners te betrekken bij dit soort experimenten om de acceptatie en medewerking te verwerven en te behouden. De aanbeveling is: betrek bewoners bij dit soort projecten ruim voor de aanvang van het project en onderhoud gedurende het project het contact.



*Rondwandeling met bewoners (foto Carla Veldhuis)*

- **De rol van de overheid**

Waterland heeft al vanaf de aanleg van de wijk Drielanden een gescheiden afvalwatersysteem. De huiseigenaren waren tevens eigenaar van het zwartwaterriool dat voor hun huis langs liep. De exploitatie en beheer van het zwartwaterriool moest door de bewoners worden geregeld. Twintig jaar later, bij aanvang van het project, bleken de afspraken rond het gescheiden afvalwatersysteem te zijn verwaterd, doordat veel nieuwe bewoners (sommige woningen waren al vier keer van bewoner gewisseld) niet op de hoogte waren van de afspraken. Het collectief geheugen van de bewoners van Waterland bleek niet voldoende. Op verzoek van de bewoners heeft de gemeente het zwartwaterriool weer traditioneel in beheer genomen.

De conclusie is: buitenpandig transport van afvalwater kan niet aan collectieven van bewoners overgelaten worden, maar is een taak van de overheid.

De woningen zijn zodanig ontworpen dat alleen op de begane grond een zwart wateraansluiting of zwart- én grijswateraansluiting beschikbaar is. Op verzoek van bewoners kon tijdens de bouw wel een kostbare extra aansluiting worden gerealiseerd. De meeste bewoners hebben daar destijds niet voor gekozen. Een klein aantal bewoners heeft op de eerste verdieping een waterloos composttoilet laten installeren. Bij aanvang van het project bleek geen enkele woning meer zo'n toilet te hebben. In een groot aantal woningen is in de loop der jaren op de eerste verdieping een extra toilet aangelegd en aangesloten op het grijswatersysteem, voorzien van een vermaler (Sanibroyeur). Dit verklaart waarschijnlijk voor een deel de aanwezigheid van zwartwater in het grijswatersysteem.

De conclusie: faciliteiten voor het inpandig scheiden van afvalwater dienen op alle verdiepingen beschikbaar en toegankelijk te zijn. De bewoners moeten goed geïnformeerd worden over de aansluitmogelijkheden en de ongewenste effecten van de aansluiting van zwartwater op het grijswaterafvoersysteem.

Na het aantreffen van grote hoeveelheden vochtige doekjes in het zwarte afvalwater van de septic tank, is actief met de bewoners gecommuniceerd over de gevolgen van het gebruik van deze doekjes. Veel bewoners gaven aan niet van de gevolgen op de hoogte te zijn. Na de informatieverstrekking was het lozen van vochtige doekjes merkbaar verminderd.

Conclusie: goede voorlichting over vochtige doekjes (en ander afval dat door het toilet wordt gespoeld) heeft effect op het gedrag van de bewoners.

Aanbeveling: blijf bewoners regelmatig informeren over de gevolgen van het lozen van vochtige doekjes.

## 6.2 Algemene conclusies

De systemen en de taakverdeling in de afvalwaterketen zullen in de toekomst veranderen. Dit project bewijst dat andere combinaties van technieken en methoden mogelijk zijn. Ook landelijk gezien zijn de ecologische wijk Drielanden en het afvalwaterproject Drielanden een inspirerend voorbeeld en daarmee een visitekaartje van het Waterschap Noorderzijlvest en de gemeente Groningen.

De les uit de hiervoor beschreven ervaringen en keuzes in het project is dat het uitermate belangrijk is om goed na te denken over de manier van inzamelen van afval(water). Als gekozen wordt voor scheiding van stromen, dan is het van belang dat de kans op vermenging door verkeerde aansluitingen zo klein mogelijk is. Daarom zijn goed bijgehouden blauwdrukken van de (afval)waterstromen in een wijk leidend. Indien het streven is om nutriëntenterugwinning en of energieproductie door anaerobe behandeling in te passen, dan is het zinvol om de zwartwaterstroom zo dik mogelijk te maken. Deze kan eventueel worden gemengd met groente en fruit afval (GF). Voor eventuele toekomstige projecten betekent dit, dat de inzameling van zwartwater met GF via een vacuümsysteem een interessante optie is. Door deze stromen te combineren, ontstaat ook een logistiek voordeel in de keuken. Nu verdwijnt veel GF in het grijze afval. Met behulp van een voedselvermaler in de keuken kan het GF eenvoudig en hygiënisch worden afgevoerd en wordt het volume van het grijze afval verminderd. Door in te zetten op een robuust systeem voor inzameling en de wijze van verwerken open te laten, kan worden vermeden dat betrokkenen worden afgeschrikt door hoog technologische oplossingen.

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat het in 2010 een terechte gedachte was om Drielanden te zien als goede proeftuin voor nieuwe sanitatie: de experimenten en de metingen hebben een schat aan informatie opgeleverd.

## 7. Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Gedurende het project zijn aanpassingen aan de onderzoeksopzet en aan de infrastructuur doorgevoerd. Op basis van de ervaring zijn aanvullende verbeteringen in beeld gebracht, die bij een mogelijk vervolg kunnen worden geëffectueerd.

Tijdens het project zijn er enkele problemen aan het licht gekomen, die hebben geleid tot een niet optimaal functioneren van de installatie en daarmee tot onzekerheid in de onderzoeksresultaten. Drie problemen worden hieronder toegelicht:

- Hydraulische overbelasting van de septic tank.
- Verstopping in de doseerinrichting door vochtige doekjes.
- De verwijdering van nitraat (denitrificatie) in het VHF.

De hydraulische overbelasting van de septic tank is met name het gevolg van de keuze die werd gemaakt om de volledige fractie zwartwater (ca. 20m<sup>3</sup>/dag) eerst over de septic tank te leiden. Om vervolgens achter de septic tank te bepalen welk deel naar het VHF afgevoerd zou worden en welk deel naar de hoofdriolering. Deze verdeling werd bepaald door het in meer of mindere mate openzetten van een membraamkraan (doseerkraan) achter de septic tank en gecontroleerd door middel van een debietmeter (Magflow). Dit leidde vooral bij lage doseringen tot verstoppingen in de doseerkraan. Bijkomend probleem in het reguleren van de zwartwaterstroom naar het VHF was het slecht functioneren van de debietmeter bij lage stroomsnelheden.

De verstoppingen in de doseerinrichting werden voor een deel veroorzaakt door de zogenaamde vochtige doekjes in het zwartwater. Er is geprobeerd deze doekjes tegen te

houden door middel van een bij de ingang van de zwartwaterput geplaatste korf. Maar deze hield ook zoveel van de andere vaste bestanddelen tegen, dat deze vervolgens dagelijks handmatig geleegd moest worden. Er werd een rooster voor de doseerinrichting in de verdeelput achter de septic tank geplaatst. Dit leidde tot weer tot verstopping van het rooster, waardoor er te weinig zwartwater naar het VHF werd afgevoerd.

De prestaties van het VHF, voor wat betreft de nitraatverwijdering bij hogere belastingen, vielen tegen. Om die reden is er in een later stadium, tegelijkertijd met het installeren van een nieuwe effluentput, tevens een recirculatie pomp geplaatst. Hiermee kon een deel van het VHF-effluent worden teruggevoerd naar de VHF-influentput. Volgens informatie uit andere onderzoeken zou dit kunnen leiden tot een betere denitrificatie. Tijdens de looptijd was er te weinig tijd om de recirculatie in werking te stellen en de resultaten daarvan te onderzoeken. Voortzetting van de testen kan hierover uitsluitsel geven.

## 7.1 Voorstellen tot verbetering van het systeem

Om bij een eventueel vervolgonderzoek de zwartwaterstroom naar het VHF beter te kunnen reguleren zonder de septic tank te overbelasten, wordt voorgesteld om niet achter de septic tank te bepalen welk deel naar het VHF gaat maar er voor. De pomp in het zwartwatergemaal zal dan middels een tijdschakelaar een van te voren bepaalde hoeveelheid zwartwater over de septic tank pompen. Waarna het rechtstreeks onder vrij verval naar de grijs- en zwartwater verzamelput zal stromen en vandaar via een persleiding naar de vetafscheider en VHF.

Hiertoe is het nodig dat de schuif aan het eind van het zwartwater aanvoerriool open staat. Zo kan het water dat niet over de septic tank wordt geleid, rechtstreeks naar het hoofdriool stromen. Om ervoor te zorgen dat er altijd een bepaalde hoeveelheid zwartwater beschikbaar is om naar de septic tank te pompen, zal er in dit riool een stuw worden aangebracht.

Aan de septic tank zelf zullen ook verbeteringen moeten worden aangebracht. Om te voorkomen dat vochtige doekjes en andere niet afbreekbare zaken in het VHF belanden, zal op de scheidingsmuur tussen het tweede en derde compartiment een rooster over de gehele breedte van de septic tank geplaatst kunnen worden. De verwachting is dat deze voldoende water zal doorlaten zonder te verstopen. De eventueel aanwezige doekjes zullen in het tweede compartiment bezinken. De uitlaat van het derde compartiment kan worden verplaatst van onder naar boven, zodat het effectieve volume van de septic tank toeneemt. Daarmee ook de verblijftijd van het zwarte water, wat zal leiden tot een grotere effectiviteit. De septic tank in Drielanden heeft een inhoud van  $16\text{m}^3$ . Er zal experimenteel vastgesteld moeten worden hoeveel zwartwater daarin naar behoren behandeld kan worden, of hoe groot het gewenste volume zou moeten zijn.

De verwachting is dat bij recirculatie van 25 tot 30% een meetbare toename van de denitrificatie zal plaatsvinden, zonder dat het leidt tot hydraulische overbelasting van het VHF. Het genitrificeerde water wordt dan gemengd met het (nog) koolstofrijke aangevoerde water, waardoor de denitrificatie wordt mogelijk gemaakt. Ook dit zal experimenteel moeten worden vastgesteld.

Extra en regelmatige voorlichting aan de bewoners, over de onwenselijkheid van het doorspoelen van vochtige doekjes en andere materialen, is aan te bevelen.

## Bijlage 1. Het project DeNeWa

Delen van het afvalwaterproject Drielanden werden uitgevoerd binnen het project DeNeWa. DeNeWa staat voor **D**eutschland **N**ederland **W**ateronderzoek. Zie ook: [www.denewa.nl](http://www.denewa.nl). In het DeNeWa project hebben Duitse en Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen twee jaar onderzoek verricht op twee thema's: desinfectie van ziekenhuisafvalwater en riothermie.

- Behandeling van ziekenhuisafvalwater / zwartwater huishoudens

Ziekenhuizen lozen hun afvalwater op het riool. Restanten van geneesmiddelen, hormoonverstorende stoffen, antibiotica e.d. vormen een bestanddeel van dit afvalwater. In afvalwater van ziekenhuizen worden ook antibiotica resistente bacteriën aangetroffen. De aanwezigheid hiervan kan leiden tot de bevordering en verspreiding van resistentie. Rond het thema verwijderen van medicijnresten werd onderzoek gedaan, o.a. het PILLS project ([www.pills-project.eu](http://www.pills-project.eu)). In het DeNeWa project is echter zijdelings onderzoek gedaan antibiotica resistentie, de nadruk lag met name op desinfectie. De volgende deelprojecten zijn gedefinieerd:

- Ontwikkeling van life-dead sensor (door Biotrack).
- Decentrale behandeling van afvalwater van ziekenhuizen (door OOWV en DE.ENCON).
- Desinfectie met membraantechnologie en hoge flux ozonisatie (door Pharmafilter en Westra).
- Synergetische desinfectie met ultrasoongeluid en UV-straling (door Water Waves, Bright Spark en EasyMeasure).
- Fluide Bed Inductie reactor (door Pure Green, EasyMeasure en Westt).
- Karakterisering van ziekenhuisafvalwater en desinfectie door middel van inzet van bacteriofagen (door Wetsus).
- Onderzoek aan zwartwater van huishoudens in de wijk Drielanden, gemeente Groningen.

De technologieën werden uitgetest op de demonstratiesite bij het Antonius ziekenhuis in Sneek.

- Riothermie

Met **riothermie** (warmteterugwinning uit rioolwater) bestaat reeds meerdere jaren praktijkervaring, met name in Zwitserland en Duitsland. In Nederland is deze techniek nog nauwelijks ontwikkeld, maar men begint geïnteresseerd te raken. Binnen het project wordt gekeken naar het ontwikkelen en testen van business cases voor kleinschalige terugwinning van warmte uit de riolering, vervuiling van warmtewisselaars in een zuivelfabriek en de ontwikkeling van een GIS-tool om kansrijke locaties voor warmteterugwinning in beeld te brengen. Het grootste deel van dit werkpakket werd door de Duitse collega's uitgevoerd

De deelnemende bedrijven en instellingen aan het DeNeWa project zijn:

- Van Duitse zijde: DE.ENCON, OOWV, IRO GmbH, Stadt Aurich, Ing.büro Kann-Dehn.
- Van Nederlandse zijde: Biotrack, Water Waves, EasyMeasure, Bright Spark, Pharmafilter, Westra, Pure Green, Gemeente Groningen, KWR, Waterbedrijf Groningen, Westt en Wetsus.

Allen delen de ambitie om hun netwerk uit te breiden en de samenwerkingsmogelijkheden met Duitse collega-bedrijven te onderzoeken en vorm te geven.

## Bijlage 2. Overzicht van de activiteiten en infrastructurele aanpassingen

Afvalwaterproject Drielanden leidde tot veel activiteiten en infrastructurele aanpassingen, die hieronder kort worden weergegeven.

- Digitale Waterkaart

De gemeente Groningen en de waterschappen Noorderzijlvest en Hunze en Aa's werken al enige tijd aan een digitale waterkaart. Alle installaties in Drielanden zijn tijdens het project weergegeven op deze kaart.

- Illustraties

Tijdens de opening is het project gepresenteerd aan betrokkenen en omwonenden, onder andere door middel van illustraties van ontwerpbureau Maartjes Ruimte. Deze illustraties worden in de rapportage gebruikt. Bovendien waren ze op borden afgedrukt en hingen ter informatie op een aantal strategische plaatsen in de wijk.

- Zwartwater riool bewoners

Het zwartwater riool dat loopt vanaf de huizen naar de straat, is door de gemeente in een apart project vervangen aangezien het aan vervanging toe was. Er is gekozen voor een riool onder vrij verval. Dit is op gemeentegrond geplaatst, waardoor de gemeente weer volledig verantwoordelijk is voor al het afvalwater vanuit de wijk.

- Zwart water riool na put

Op de parkeerplaatsen zijn alle straatkolken afgekoppeld en lozen nu op het oppervlaktewater. Vervolgens is een uitlaat gemaakt op het riool. Door het dichtdraaien van de schuif aan het einde van het riool ontstaat voldoende buffer om via de uitlaat zwartwater te bufferen voor behandeling.

- Zwartwatergemaal

Naast het zwartwaterriool is op de parkeerplaats een zwartwatergemaal in een put aangebracht. Zwartwater wordt op basis van het waterpeil opgepompt naar de septic tank. In deze put werd het project met verschillende problemen geconfronteerd:

1. In het influent werden veel ongeregelheden aangetroffen zoals vochtige doekjes. Vanwege de kans op verstopping mogen ze niet op het VHF komen en dienen ze dus te worden verwijderd. Na het plaatsen van een rooster, welke ook verstopping veroorzaakte, is een publiciteitsactie onder de bewoners uitgevoerd. Dit heeft tot een significante vermindering van de overlast gezorgd.



2. De pomp in het gemaal bleek te zwaar, het bracht met te veel kracht het zwartwater in de septic tank. Om de toestroom te regelen is daarom is een bypass aangebracht.

- Septic terp (septic tank)

Op de parkeerplaats is achter het zwart watergemaal een septic tank ingegraven met een inhoud van  $16\text{m}^3$ . De septic tank is ingedeeld in drie kamers die in elkaar overstromen. De septic tank wordt ook wel 'septic terp' genoemd, omdat hij half bovengronds is geplaatst. Door deze te beplanten (op verzoek van de bewoners) lijkt de tank enigszins op een terp.

Na twee meetweken was de verwachting dat er per etmaal  $8\text{m}^3$  zwart water behandeld zou moeten worden. Met een standtijd van twee dagen zou  $16\text{m}^3$  voldoende moeten zijn. Tijdens het beproeven bleek echter dat het debiet zwart water soms opliep tot  $60\text{m}^3$ . Dit leidde tot het vermoeden dat niet alle regenwateraansluitingen zijn afgekoppeld. De uitgang van de septic tank was te laag geplaatst, waardoor de derde kamer geen werking had. Uiteindelijk is vastgesteld dat de septic tank iedere maand moest worden geleegd.

- Effluentput septic tank

Na de septic tank is een effluentput aangebracht met twee uitgangen. De ene uitgang gaat naar de doseerkraan. De tweede uitgang naar het riool. In de put zijn diverse voorzieningen aangebracht om het doseren te verbeteren. Ook is een rooster aangebracht om te voorkomen dat vochtige doekjes naar het VHF zouden kunnen komen.

- Doseereenheid

Oorspronkelijk zou in de effluentput een doseerinrichting worden aangebracht. Er is echter besloten om een aparte doseerkraan met debietmeter aan te brengen. De constructie is kwetsbaar, omdat er kleine debieten gemakkelijk verstopping opleveren. Het effluent van de doseereenheid loost op het grijswatergemaal.

- Grijswatergemaal

In het grijswatergemaal is een extra inlaat gemaakt voor het behandelde zwartwater. Tevens zijn de debieten van beide pompen opnieuw vastgesteld. De schuif naar het zwartwaterriool stond standaard op dicht.

- Persleiding

De persleiding na het grijswatergemaal stroomt uit in een gemaal. In dit gemaal zijn diverse aanpassingen gedaan. Er is een vetafscheider geplaatst en er zijn aanpassingen aan het buizenstelsel gedaan, om de turbulentie in de put waarin de vetafscheider is geplaatst te minimaliseren.

- Influentput VHF

Na de vetafscheider is voor het VHF een influentput aangebracht. Deze put werkt als doseersysteem om precies de juiste hoeveelheid met de juiste kracht op het VHF te brengen. Tijdens het project is het besturingssysteem aangepast aan de standaard van de gemeente. Om de capaciteit te kunnen regelen is een bypass achter de pomp geplaatst.

- Verticaal Doorstroomd Helofyten Filter

Er is in Waterland een nieuw VHF geplaatst voor het oude Horizontaal Doorstroomd Helofyten Filter. Het nieuwe VHF werkt 365 dagen per jaar, 24 uur per dag en behoeft in de winter niet meer te worden stilgelegd. Het VHF is niet ingericht op fosfaatverwijdering.

- Effluentput VHF

De door de leverancier geleverde effluentput voldeed niet. Er is door de leverancier een beter exemplaar geplaatst, waarmee recirculatie van effluent mogelijk werd en de monsternamen beter gefaciliteerd kon worden.

- Vloeveld 1

De oorspronkelijke vloevelden in Drielanden zijn gebleven en verwerken nu het effluent van het nieuwe VHF.

- Putten effluent vloeveld 1

De putten aan het einde van vloeveld 1 hadden drie functies.

1. Bijmengen wijkwater aan het effluent van vloeveld 1.
2. Effluent vloeveld 1 opbrengen naar een persleiding richting vloeveld 2.
3. Overtollig wijkwater wegpompen naar buiten de wijk.

Functie 1 is komen te vervallen: er wordt geen wijkwater meer bijgemengd.

- Vloeveld 2

Dit vloeveld ligt achter Zonland en lost het effluent op het wijkwater.

- Meetput effluent vloeveld 2

Dit is het meetpunt waar het effluent moet voldoen aan de vergunning. De put is opnieuw gangbaar gemaakt.

- Wijkwater

Het wijkwater stroomt langzaam door de wijk en bij een overschot stroomt het over naar de boezem buiten de wijk.

- Vergunning

Binnen de vigerende vergunning heeft het waterschap via een gedoogbeschikking ruimte gegeven om de installatie te beproeven. De proefperiode liep van 1 augustus 2014 tot 31 januari 2015. In deze periode is het behandelde zwarte water stapsgewijs aan het grijze water toegevoegd. Dit heeft een duidelijk beeld gegeven van de (on)mogelijkheden van het totale systeem. Het aanvragen van de nieuwe vergunning is opgepakt door de gemeente en buiten het project geplaatst.

### Bijlage 3. Contacten met de bewoners

Er zijn meerdere acties ondernomen om een en ander in goed overleg met de bewoners te laten plaatsvinden. In onderstaand overzicht worden de acties toegelicht:

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Buurtvereniging         | Gedurende het project was er contact met de buurtvereniging Drielanden. In overleg met hen werd informatie en de nieuwsbrieven over het project op de wijkwebsite geplaatst. |
| Website Buurtvereniging | De redactie van de wijkwebsite heeft in overleg met de het buurtbestuur voor een eigen link gezorgd, waarop de informatie over het afvalwaterproject werd geplaatst.         |

|                  |  |
|------------------|--|
| Nieuwsbrieven    | Gedurende het project hebben de bewoners van Waterland zes nieuwsbrieven in hun brievenbus ontvangen, met daarin de bijzonderheden en voortgang van het project. Andere geïnteresseerden konden de digitale versie op de wijkwebsite lezen. Om bewoners te ontmoeten/spreken heeft de communicatieadviseur de brieven telkens zelf in Waterland rondgebracht.  |
| Startbijeenkomst | Op 25 juni 2013 is de startbijeenkomst georganiseerd, met nationale en internationale gasten. Wethouder Jan Seton van de gemeente Groningen heeft samen met een van de bewoners de afvalwaterinstallatie in dienst gesteld. Voor de bewoners en andere aanwezigen was een informeel openingsfeestje georganiseerd. Met muziek en hapjes, maar ook met informatieve rondleidingen langs de afvalwaterstromen en de bijzondere natuur in de wijk. Behalve de genodigden, de projectgroepleden en de bij het project betrokken gemeenteambtenaren, waren naar schatting 50 bewoners van Waterland aanwezig. Omdat er op dezelfde dag een DeNeWa-projectbijeenkomst in Groningen was georganiseerd, waren ook deze deelnemers aanwezig bij de feestelijke opening. |
| Klankbordgroep   | Gedurende het project is een klankbordgroep van bewoners actief geweest. De projectorganisatie heeft hen met regelmaat geïnformeerd over de ontwikkeling van het project en hen benaderd als er zaken met betrekking tot de bewoners speelden. Door hun betrokkenheid en lokale kennis zijn bepaalde vraagstukken snel en goed opgelost. Voorbeelden zijn: het honoreren van het verzoek om de tijdelijke onderzoeksunit te bekleden met planten en van de septic tank een 'septic terp' -ook met beplanting- te maken. De groep bestond uit vijf bewoners, aan het einde nog aangevuld met twee geïnteresseerde, nieuwe wijkbewoners. De klankbordgroep is zes à zeven keer bij elkaar geweest. Daarbuiten was er contact via e-mail.                         |
| Enquêtes         | Er zijn een twee enquêtes gehouden onder de bewoners van Waterland. Een aan het begin en een aan het einde van het project. Deze enquêtes gaven veel inzicht over de situatie met betrekking tot het afvalwater in Waterland en de welke overlast bewoners tijdens het project hebben ervaren.   |
| Bewonersavonden  | Er zijn drie bewonersavonden georganiseerd. Tijdens deze avonden werden de bewoners geïnformeerd over de voortgang van het project. Op een van deze avonden hebben studenten van de Hanzehogeschool hun onderzoek 'Drielanden over 20 jaar' gepresenteerd.   |
| Huisbezoeken     | Naar aanleiding van signalen zijn een aantal keren huisbezoeken gedaan om meer specifieke onderwerpen te bespreken. Een goed voorbeeld is het bespreken van de lozing van vochtige doekjes.  |

|                      |  |
|----------------------|--|
| Informatieborden     | Er zijn in Waterland drie informatieborden geplaatst met daarop uitleg over de afvalwaterzuivering op die specifieke locatie. Eén extra bord geeft informatie over de natuur in en om het oppervlaktewater.  |
| Locatiemanager       | Een belangrijke rol was weggelegd voor de locatiemanager Jan van Dijk die tevens bewoner van het eerste uur van Drielanden is. Behalve lid van de projectgroep was hij dus ook aanspreekpunt voor andere bewoners.   |
| Communicatieadviseur | Naast de locatiemanager was -gedurende het hele project- een van de projectgroepleden verantwoordelijk voor de communicatie met de bewoners.   |
| Lustrum Drielanden   | Tijdens het 20 jarig lustrumfeest van de wijk, heeft een lid van het projectteam de aanwezigen over het project verteld. Er was weer een rondwandeling langs afvalwaterstromen en de natuur georganiseerd: ruim 50 geïnteresseerde wijkbewoners wandelden mee. Op de duurzaamheidsmarkt was de communicatieadviseur van het afvalwaterproject namens de gemeente Groningen present, met informatie over water en groen in de stad. |
| Klachten             | Tijdens het project is gemonitord op aantallen klachten. Bij de gemeente zijn tijdens het project geen officiële klachten ingediend. Wel waren er een paar meldingen over het niet zorgvuldig herbestraten van voortuinen, waar de riolering was aangepast. Uiteraard zijn deze meldingen meteen opgepakt en opgelost. Ook de opmerkingen n.a.v. de enquête zijn aangepakt.  |

## Speciale acties

### Beheer zwartwaterleiding

Bij het ontwerpen van Drielanden in de jaren negentig is ervoor gekozen om de zwartwaterleiding uit de huizen in eigendom te geven aan de bewoners. Deze leiding en de bijbehorende zogenaamde 'stroomversnellers' lagen in de grond van de eigenaren van de woningen. Om het beheer (onderhoud en exploitatie) goed te kunnen regelen, zouden de bewoners een Vereniging Van Eigenaren oprichten. De grijswaterleiding bleef dan in eigendom van de gemeente en lag in de grond van de gemeente.

Tijdens een van de bewonersavonden bleek dat er nooit een VVE was opgericht en dat de problemen met de zwartwaterleiding onderling werden 'opgelost'. De bewoners wilden graag stoppen met het beheer van de zwartwaterleiding.

De gemeente heeft in 2014 en 2015 de zwartwaterleiding, die toch al vervangen moest worden, verlegd naar 1,5 meter uit de gevel en in eigendom genomen.

### Huis-aan-huis-actie afvalbakjes

Tijdens het beproeven van de installatie bleek dat er vrij veel vochtige doekjes in het afvalwater aangetroffen werden. Voor de dunne leidingen van het helofytenfilter zou dit rampzalig kunnen worden, vanwege verstoppingen in dat systeem. De klankbordgroep bedacht een praktische oplossing: geef de bewoners een afvalbakje om op het toilet te plaatsen.



Door middel van een huis-aan-huis-actie, uitgevoerd door twee projectteamleden, kregen alle bewoners persoonlijk een afvalbakje aangeboden. Met een informatieve sticker en een begeleidende brief met uitleg en verzoek om medewerking. De actie bleek succesvol: het aantal vochtige doekjes, en andere zaken die niet in het zwarte afvalwater thuishoren, namen merkbaar af.

#### Bijlage 4. Financiële aspecten bij een verandering in de keten.

De visie zoals verwoord in het project Duurzaamheid in de Waterketen (zie hoofdstuk 2.1) kan leiden tot andere taakverdelingen in de waterketen. Hiermee is in Afvalwaterproject Drielanden geëxperimenteerd: de zuiveringstaak van het waterschap is ten dele overgenomen door de gemeente. Hiermee ontstaat een nieuwe situatie die aanleiding geeft om te onderzoeken of de financiële stromen anders kunnen gaan lopen. In deze bijlage wordt kort ingegaan op de situatie, zoals die was en hoe die qua financiële stromen kan worden. De regelgeving wordt kort benoemd en de mogelijke scenario's met gevolgen voor het waterschap, de gemeente en de bewoners worden uitgewerkt. Benadrukt moet worden dat deze bijlage een tentatieve uitwerking is van een onderzoeksvraag binnen het sanitatieproject in Drielanden.

De vraag is: hoe kunnen financiële stromen lopen in een nieuwe situatie van een sanitatieproject ten opzicht van de huidige 'normale' situatie. Hierbij worden de financiële stromen tussen waterschap, bewoners, gemeente en eventueel derden in ogenschouw genomen. De juridische (on-)mogelijkheden zijn nog niet meegenomen.

##### **De uitgangssituatie**

Grijswater (ca. 17m<sup>3</sup> per etmaal) wordt van 1 april tot 1 oktober behandeld in een helofytenfilter en daarna geloosd op het wijkwater. In de oude situatie werd van 1 oktober tot 1 april het grijze water onbehandeld geloosd op het riool. Zwart water (ca. 20m<sup>3</sup> per etmaal) werd via een apart riool in de buurt opgevangen en geloosd op het riool en afgevoerd naar de rwzi. Regenwater (ca. 5m<sup>3</sup> per etmaal) van de parkeerplaatsen werd geloosd op het riool.

De bewoners worden tweemaal belast:

Rioolheffing: eigenaren van woningen betalen rioolheffing aan de gemeente. In 2014 bedraagt deze € 136,80 per jaar.

Zuiveringsheffing: voor iedere aansluiting wordt zuiveringsheffing per vervuilingseenheid (VE) geheven. Voor 2014 is dat € 63,58 per VE. Per woning worden 3 vervuilingseenheden in rekening gebracht door het waterschap. Dit geldt alleen voor meerpersoonshuishoudens. Voor een éénpersoonshuishoudens wordt één VE in rekening gebracht.

#### **Geraamde kosten bewoners per jaar (euro)**

|                                |          |             |
|--------------------------------|----------|-------------|
| Aantal wooneenheden            | 166      | Wijktotaal  |
| Rioolheffing                   | € 136,80 | € 22.708,80 |
| Verontreinigingsheffing per VE | € 63,58  |             |
| “ bij 3 VE                     | € 190,74 | € 31.662,84 |
| Totaal                         | € 327,54 | € 54371,64  |

#### **Geraamde hoeveelheid afvalwater (m<sup>3</sup>) voor Waterland**

|   |       |
|---|-------|
| Totaal aantal m <sup>3</sup> per etmaal   | 42    |
| Aantal etmalen                            | 365   |
| Totaal aantal m <sup>3</sup> per jaar oud | 15330 |
| Aantal m <sup>3</sup> per wooneenheid     | 92    |

#### **Nieuwe situatie**

Grijswater (ca. 17m<sup>3</sup> per etmaal) wordt het hele jaar behandeld op een helofytenfilter en daarna geloosd op het wijkwater. Zwartwater (ca. 20m<sup>3</sup> per etmaal) wordt het hele jaar behandeld in een septic tank en vermengd met het grijswater, behandeld op een helofytenfilter en daarna geloosd op het wijkwater. Regenwater van de parkeerplaatsen (ca. 5m<sup>3</sup> per etmaal) wordt direct geloosd op het oppervlaktewater. Er wordt geen afvalwater geloosd op het hoofdriool en afgevoerd naar de rwzi. Met uitzondering van het bezinksel uit de septic tank en de overloop, indien de aanvoer naar het systeem te groot is.

Er wordt gemiddeld 42m<sup>3</sup> per etmaal minder geloosd op het afvalwatersysteem van het waterschap. Dat is ca. 15.330 m<sup>3</sup> per jaar. De 5 m<sup>3</sup>/dag schoon water is verdisconteerd in de VE-prijs, en wordt verder niet mee gerekend. Dit staat gelijk aan 92m<sup>3</sup> per jaar per wooneenheid.

#### **Regelgeving**

De gemeente heeft de zorgplicht voor het inzamelen en transporteren van stedelijk afvalwater volgens art. 10.33 van de Wet milieubeheer.

Als iemand woont in een gebied waar een riool aanwezig is, is diegene verplicht daarop aan te sluiten (conform Besluit lozingen afvalwater huishoudens). De verontreinigingsheffing



betreft ook het lozen van behandeld afvalwater op oppervlaktewater en dient geheven te worden.

Het waterschap heeft de zorg voor de zuivering van stedelijk afvalwater, dat via het openbare vuilwaterriool aan een zuiveringstechnisch werk (rwzi) wordt aangeboden. Naast deze heldere taakverdeling kan volgens art. 3.8 van de Waterwet ook een andere taakverdeling worden afgesproken.

#### Artikel 3.8 Wtw

Waterschappen en gemeenten dragen zorg voor de met het oog op een doelmatig en samenhangend waterbeheer benodigde afstemming van taken en bevoegdheden, waaronder het zelfstandige beheer van inname, inzameling en zuivering van afvalwater.

#### **Scenario's**

Twee scenario's voor de financiële stromen worden hier nader behandeld:

- a. Huidige systeem handhaven.
- b. Minder VE's per aansluiting.

#### **Ad a. Huidig systeem handhaven**

De heffing voor de bewoners blijft ongewijzigd, omdat er voor de bewoners niets verandert. De gemeente past de installatie in het huidige onderhoudsplan in. Het waterschap bespaart behandeling van afvalwater in de waterketen van ca. 15.330 m<sup>3</sup>/jr. Aangenomen wordt dat dit 2VE's per wooneenheid minder kosten voor het waterschap geeft ad circa € 21.000,=.

Voordelen (+) en nadelen (-) voor dit scenario:

- + Conform wet- en regelgeving.
- + Besparing in de waterketen.
- + Besparing kan gebruikt worden voor investering en onderzoek.
- Afspraken maken over de verdeling van de opbrengsten.

#### **Ad b. Minder VE's per aansluiting**

De gemeente heft rioolheffing en het waterschap verlaagt het aantal VE per wooneenheid tot 1 VE. Dit geeft een inkomstenderving voor het waterschap en geen vermeerdering van inkomsten voor de gemeente.

Voordelen (+) en nadelen (-) voor dit scenario:

- Is niet conform wet- en regelgeving.
- Geen besparing die kan leiden tot investering.
- + Besparing voor de bewoners.

N.B. t.a.v. besparing in de waterketen. Besparen in de waterketen doe je maar voor één ding: voor de uiteindelijke kosten voor de klant. Dat doe je direct bij optie B en indirect bij optie A. In optie A is het de vraag of de burger dit gaat terugzien. Bij optie B is het de vraag of er bij een andere partij, de gemeente, extra investeringskosten komen te liggen.

## **Conclusie**

Optie A biedt goede mogelijkheden en geeft een verschuiving van de budgetten in de waterketen. Gemeente en waterschap maken afspraken over de verdeling van de budgetten.

## **Discussie/aanbevelingen**

Een juridische toets is nog essentieel. Dit om te kijken of het waterschap wel VE's in rekening kan brengen voor dienstverlening die zij niet leveren.

Als het waterschap niet mag/hoeft te heffen, heeft zij een derving van inkomsten. Kunnen deze als lozingsheffing bij de gemeente in rekening worden gebracht?

Anderzijds gaat de gemeente een verontreinigingsheffing aan de bewoners opleggen voor (1) investeringen beheer en onderhoud van het sanitatieproject en door (2) lozingsheffing aan het waterschap te betalen.

De gemeente gaat nu, gedurende de pilot, onderhoudskosten betalen. Op het moment dat er geherinvesteerd moet worden, kan worden besloten de pilot te stoppen of continueren. De kosten voor onderhoud en herinvestering moeten vooralsnog komen uit het rioolbudget van de gemeente.

Als juridisch blijkt dat het waterschap mag blijven heffen, kan worden bekeken of zij een deel van het exploitatievoordeel kan overhevelen naar de gemeente, voor de door haar geleverde inspanning.

Bijlage 5 Samenstelling grijswater op verschillende locaties (bron: Hernandez Leal, 2011)

|                                |                  |         |     |          |           |          |         |
|--------------------------------|------------------|---------|-----|----------|-----------|----------|---------|
| 111 houses, D <sup>a</sup>     | 4 months         | 258-354 |     | 9.7-16.6 |           |          | 5.2-9.6 |
| 111 houses, D <sup>b</sup>     | 9 months, n = 6  | 640     |     | 27.2     | 4.2       | 8        | 9.8     |
| 37 houses, S <sup>c</sup>      | 2 months, n = 8  | 361     |     | 18.1     |           |          | 3.9     |
| 47 houses, S <sup>d</sup>      | n = 4            | 588     |     | 9.7      |           |          | 7.5     |
| 150 houses, NL <sup>e</sup>    | 2 weeks, n = 104 | 425     | 215 | 17.2     | 7.2       | 2.3      | 5.7     |
| 32 houses, NL <sup>f</sup>     | 4 months, n = 10 | 1583    |     | 47.8     | 16.4      | 2.3      | 9.9     |
| 81-room-hotel, E <sup>g</sup>  | 1 year, n = 24   | 171     |     | 11.4     |           |          |         |
| 6 person-farm, IS <sup>h</sup> | 9 months, n = 72 | 686     | 370 | 14       |           |          | 18 40   |
| House 1, IS <sup>h</sup>       | 1 year, n = 96   | 474     | 195 |          |           |          | 17      |
| House 2, IS <sup>h</sup>       | 1 year, n = 96   | 200     | 62  |          |           |          | 3       |
| 6 houses, IS <sup>i</sup>      | 5 weeks, n = 5   |         | 133 | 19       |           |          | 31 34   |
| 13 families, J <sup>j</sup>    | n = 6            | 1351    | 873 | 17       |           |          | 76      |
| Villages, SA <sup>k</sup>      | n = 100          | 4770    |     | 72       |           |          |         |
| University, SA <sup>l</sup>    | not indicated    |         |     | 206      | 157       | 40       | 69      |
| 4 houses, CR <sup>m</sup>      | 1 year, n = 11   |         | 107 |          |           | 6.25     |         |
| One family, USA <sup>n</sup>   | n = 10           |         |     | 0.6-5.2  | 0.12-2.49 | 1.9-16.9 |         |

<sup>a</sup> Li et al. (2003)

<sup>b</sup> Elmitwalli and Orterpohl (2007)

<sup>c</sup> Pittschen and Niemczynowicz (1997)

<sup>d</sup> Palmquist and Hansens (2005)

<sup>e</sup> Hernandez Leal et al. (2007)

<sup>f</sup> March et al. (2004)

<sup>g</sup> Gross et al. (2005)

<sup>h</sup> Shafran et al. (2005)

<sup>i</sup> Wiel-Shafran et al. (2006)

<sup>j</sup> Al-Jayyousi (2002)

<sup>k</sup> Carden et al. (2007)

<sup>l</sup> Jackson et al. (2006)

<sup>m</sup> Dallas et al. (2004)



**?** **Drielanden**



| Kentallen per deelgebied                     | Waterland       | Zonland         | Mooiland        | Totaal          |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Oppervlakte (m<sup>2</sup>)</b>           | 73.028          | 57.798          | 65.435          | 193.261         |
| Wegen  | 12.894<br>(18%) | 9.537<br>(17%)  | 6.317<br>(10%)  | 28.748<br>(15%) |
| Bebouwing                                    | 9.589<br>(13%)  | 9.722<br>(17%)  | 8.923<br>(14%)  | 28.234<br>(15%) |
| Oppervlaktewater (totaal)                    | 8.440<br>(12%)  | 10.012<br>(17%) | 12.559<br>(19%) | 31.011<br>(16%) |
| Verticaal doorstromend Helofytenfilter (VHF) | 1000            |                 |                 |                 |
| Vloeveld 1                                   | 2.300           |                 |                 |                 |
| Vloeveld 2                                   | 3.000           |                 |                 |                 |
| Overig                                       | 35.805<br>(49%) | 28.526<br>(49%) | 37.635<br>(58%) | 98.466<br>(51%) |
| Aantal huizen                                | 165             | 145             | 82              | 392             |
| Geschat aantal inwoners (obv CBS 2012)       | 404             | 355             | 200             | 959             |

## Gebiedsbeschrijving

### Kenmerken en ligging

De ecologische woonwijk Drielanden is in de jaren '90 aangelegd. De wijk grenst aan de noordkant van de wijk Lewenborg, ten noorden van de stad Groningen. Het wordt omgeven door het gebied Noorddijk.

Drielanden bestaat uit de drie deelgebieden Waterland, Zonland en Mooiland. Van deze drie is vooral Waterland bekend vanwege zijn gescheiden afvalwaterinzameling en lokale waterzuivering door middel van een verticaal doorstromend helofytenfilter (VHF) en twee vloeivelden.

Waterland bestaat uit 165 huizen waarvan het zwartwater en grijswater apart wordt ingezameld. Op basis van inwonersgegevens van het CBS is een schatting gemaakt van het aantal inwoners. In dit geval 2.45 inwoner per huishouden, wat resulteert in een schatting van 404 inwoners voor Waterland, 355 voor Zonland en 200 voor Mooiland.

Tevens is een berekening gemaakt van de toegewezen zuiveringsoppervlakte ( $m^2$ ) per huis in Waterland. Dit is bereikt door de oppervlakte van het verticaal doorstromende helofytenfilter (VHF) en de twee vloeivelden te delen door het aantal aangesloten huizen. Dit resulteert in respectievelijk  $6m^2$  VHF,  $14m^2$  vloeiveld1 en  $18m^2$  vloeiveld2 per huis. Totaal is er voor elk huis in Waterland  $38m^2$  gereserveerd voor waterzuivering.

### Bodemopbouw en grondwater

De bodemopbouw in het gebied bestaat overwegend uit kleigronden (eerd- en poldervaaggronden). Wat betreft de grondwaterstanden wordt het gebied aangeduid als 'intermediair' d.w.z. dat er zowel perioden met infiltratie als perioden met kwel voorkomen. De drooglegging in het gebied is voldoende om een goede ontwatering te kunnen realiseren. Er zijn geen grondwatergerelateerde problemen bekend.



## Riolering



Drielanden is gescheiden gerioleerd. Zonland en Mooiland beschikken over een DWA en een HWA stelsel. Het regenwater is afgekoppeld en wordt afgevoerd naar omliggend omgevingswater.

In Waterland is de riolering verder onderverdeeld. De DWA bestaat hier uit een grijs- en een zwartwater stelsel. Bij alle woningen in Waterland wordt grijs- en zwartwater apart ingezameld en afgevoerd. Het regenwater is net als in Mooiland en Zonland afgekoppeld en wordt afgevoerd naar het omgevingswater.

Deze onderverdeling in zwart- en grijswater maakt een efficiëntere zuivering mogelijk en is gunstig voor de functionering van het verticaal doorstromend helofytenfilter (VHF) en de twee vloeivelden. Een uitgebreide uitleg over de functionering van het stelsel volgt in de sectie "Installaties en verbindingen".

In 2013 is het rioolstelsel in Waterland (gedeeltelijk) vernieuwd. Het bestaande zwartwater riool is verlegd en er hebben enkele wijzigingen plaatsgevonden, voornamelijk bij de huisaansluitingen. Huisaansluitingen zijn zoveel mogelijk uit de voortuinen van de percelen gehaald en verlegd naar een meer centrale locatie onder de wegen.

Daarnaast zijn de geïnstalleerde "stroomversnellers" uit het zwartwater systeem buiten werking gesteld. Deze waren geïnstalleerd om voldoende stroming te houden in het zwartwatersysteem. Helaas bleken deze een averechts effect te hebben en waren ze een bron van verstopping. Hierdoor is besloten ze buiten werking te stellen.

Een compleet en gedetailleerd overzicht van de ligging van de riolering in de Drielanden (inclusief type leidingen, exacte ligging en diameters) is te vinden in het ArcReader project.

### Aan- en afvoer situatie

Tijdens een afvoersituatie wordt het water van Drielanden afgevoerd naar het landelijk gebied van de Noorddijk. Vanaf hier wordt het richting poldergemaal gebracht.



Bij hevige neerslag wordt water eerst in watergangen en vijvers geborgen. Het teveel aan water wordt vervolgens afgevoerd naar het boezemwatersysteem. In het gebied is voldoende ruimte aanwezig om tijdens perioden met extreme neerslag het overtollig water tijdelijk te bergen.

De maximale gebiedsafvoer van Drielanden bedraagt ongeveer 56l/s. De totale inlaathoeveelheid bedraagt 9l/s.

### Omgeving



*Gescheiden inzameling zwart- en grijswater in de wijk Waterland.*

Alle toiletten in de wijk Waterland zijn aangesloten op een zwartwater circuit, waardoor een geconcentreerde afvalwaterstroom ontstaat. Door deze aparte inzameling wordt de relatief schone grijswaterstroom (water afkomstig uit douche en/of keuken) niet onnodig vervuild. Andersom wordt de zwartwaterstroom ook zo min mogelijk verdund om de zuivering zo efficiënt mogelijk te laten verlopen. Om de doorstroming van het zwartwaterriool te bevorderen is het wel noodzakelijk dat een klein gedeelte van het grijswater wordt bijgemengd.



#### *Septic tank als voorbehandeling zwartwater*

Zwart water wordt apart ingezameld en naar de septic tank geleid waar de zware, en meest vervuilende, bestanddelen bezinken. De septic tank is de eerste stap in het zuiveringsstelsel Drielanden.



#### *Verzamelpunt zwart- en grijswater*

Uiteindelijk komen de behandelde zwartwaterstroom afkomstig uit de septic tank en de onbehandelde grijswaterstroom samen, waarna het richting het verticaal doorstromend helofytenfilter (VHF) wordt gepompt voor verdere zuivering.



*Schematisch overzicht afvalwaterproject Waterland*

Het afvalwaterproject Waterland is een initiatief van de Gemeente Groningen en maakt gebruik van Europese subsidieregeling Interreg voor duurzame ruimtelijke en regionale ontwikkeling.



*Het verticaal doorstromend helofytenfilter en de twee vloeivelden maken deel uit van de natuurlijke omgeving van de Drielanden.*

De Drielanden liggen in een natuurlijke en waterrijke omgeving waarin het VHF en de twee vloeivelden goed tot hun recht komen.

## Locatie A: grijswater gemaal



*Gemaal A.1*

Bij gemaal A.1 komt al het grijswater van Waterland samen met het voorgezuiverde water uit de septictank B.5. Het gemaal pompt dit vervolgens via een persleiding richting vetafscheider C13 en uiteindelijk richting het VHF C.10.

**Put nr:** 98.916

**Fabrikant:** Flygt

**Type:** 2x CP 3057 Steady 7

**Capaciteit:** 9m<sup>3</sup>/uur

**Jaar van aanleg:** 1995



*Debietmeter op de persleiding richting VHF*





### *Signalering A.2*

Eventuele storingen van het gemaal A.1 zijn hier af te lezen en/of te verhelpen. Signalering A.2 staat in contact met Signalering C.12, waardoor bij problemen met gemaal A.1 automatisch ook maatregelen worden genomen verder in het systeem bij gemaal C.11.

Bij monsterput A.3 (zie tekening) kan de zwartwaterkwaliteit worden gecontroleerd. Mocht de zwartwaterkwaliteit niet goed genoeg blijken, dan kan worden besloten om de schuiven A.4 en B.9 te openen en al het afvalwater naar het bestaande (zwartwater)riool af te voeren.

## Locatie B: septic tank



*Septic tank B.5, gemaal B.6 & signalering B.7*

Op de foto de ligging van septic tank B.5, gemaal B.6 en Signalering B.7. Door de verhoogde ligging staat de septictank ook wel bekend als *Septic-terp*.

De septic tank wordt gebruikt als (voor)bezinkingsbassin. Hier bezinken de meest vervuilende stoffen; de zware en vaste bestanddelen van de zwartwaterstroom. De overgebleven en minder vervuilde vloeibare waterstroom stroomt onder vrij verval naar gemaal A.1. Hier komt het samen met de grijswaterstroom en wordt het vervolgens richting VHF C.10 gepompt. Bij een storing of een te slechte waterkwaliteit (gemeten bij monsterput A.21 of A.22), wordt schuif B.9 open gezet en wordt al het afvalwater afgevoerd naar het hoofdriool.

**Aannemer:** Lareco Nederland B.V.

**Capaciteit:** circa 20m<sup>3</sup>

**Jaar van aanleg:** 2013

**Website:** [www.lareco.nl](http://www.lareco.nl)





*Gemaal B.6*

Bij het inspectieluik van gemaal B.6 is er de mogelijkheid om de inkomende, onbehandelde zwartwaterkwaliteit te meten (monsterput A.21). De waterkwaliteit van de uitkomende zwartwaterstroom kan worden gemonitord in monsterput A.22 (niet op de foto).

**Put nr:** 98.912

**Fabrikant:** Flygt

**Type:** CP 3057

**Capaciteit:** 10m<sup>3</sup>/uur

**Jaar van aanleg:** 2013



*Signalering B.7*

Signalering B.7, monitoring van Gemaal B.6. Eventuele storingen van het gemaal zijn hier af te lezen en/of te verhelpen. In de toekomst zal deze signalering in verbinding staan met Signalering A.2 waardoor bij calamiteiten schuif B.9. geopend moet worden.

**Fabrikant:** Flygt

**Type:** General Controller FGC-313

**Bijzonderheden:** In de toekomst: automatische verbinding met signalering A.2.

### Locatie C: verticaal doorstromend helofytenfilter (VHF)



*Verticaal doorstromend helofytenfilter (VHF) C.10*

Op de foto het verticaal doorstromend helofytenfilter C.10. Dit helofytenfilter is in 2012 aangelegd door de firma BrinkVos water. Het VHF meet ongeveer 22 bij 45 meter en heeft een oppervlakte van 1000m<sup>2</sup>.

**Aannemer:** Brinkvos water

**Capaciteit:** 1000m<sup>3</sup>

**Afmetingen:** 45m (L) x 22m (B) x1m (H)

**Jaar van aanleg:** 2012

**Type:** verticaal doorstromend

**Toplaag:** 10cm gewassen schelpen

**Filtermateriaal:** 80cm filterzand

**Onderlaag:** 10cm gewassen schelpen

**Website:** [www.brinkvoswater.nl](http://www.brinkvoswater.nl)



Detailfoto van de toplaag van VHF C.10. De toplaag van 10cm bestaat uit schelpen en riet, de ondergrond uit filterzand. Het VHF heeft een dikte van ongeveer 1 meter waarin een netwerk van verdeelbuisjes ligt waardoor afvalwater wordt geleid.

*Verticaal doorstromend helofytenfilter (VHF) C.10 (detail)*



*Gemaal C.11*

Inspectieluik van het gemaal C.11. Vanuit hier wordt het afvalwater het VHF ingepompt. Eventueel is hier ook de kwaliteit van de inkomende waterstroom te meten.

Gemaal C11

**Put nr:** 98.914

**Fabrikant:** Homa

**Type:** TP 70

**Capaciteit:** 9m<sup>3</sup>/uur

**Jaar van aanleg:** 2013



#### *Signalering C.12*

Signalering C.12, monitoring van Gemaal C.11. Eventuele storingen van het gemaal zijn hier af te lezen en/of te verhelpen.



#### *Vetafscheider C.13 (Duikersloot)*

Inspectieput van de vetafscheider C.13. Aanwezig vet in het afvalwater wordt hier verwijderd zodat er geen verstoppingen in het VHF en/of vloeiveld kunnen ontstaan.



*Monsterput C.14*

Detailfoto van monsterput C.14. Al het gezuiverde afvalwater uit het verticaal doorstromend helofytenfilter stroomt door deze put. Door hier monsters te nemen, kan de waterkwaliteit en hiermee de werking van het VHF worden gecontroleerd.

### **Locatie D: vloeivelden**



*Vloeiveld D.15*

Overzichtsfoto van het eerste vloeiveld. Het voorbehandelde afvalwater stroomt vanuit het verticaal doorstromende helofytenfilter C.10 onder vrij verval richting het vloeiveld. Het vloeiveld bestaat voornamelijk uit riet en heeft een oppervlakte van ongeveer 2300m<sup>2</sup>. De dichte rietbeplanting zorgt ervoor dat het afvalwater verder wordt gereinigd.





#### *Vloeveld D.15*

Inlaat aan het begin van het eerste vloeveld D.15. Water afkomstig van het VHF C.10 stroomt hier het vloeveld in. Het streefpeil bedraagt -1.65m NAP.



#### *Vloeveld D.15*

Uitlaat aan het einde van het vloeveld D.15. Hier kan tevens de actuele waterstand worden gemeten.



#### *Vloeiveld D.15*

Detailfoto van de uitlaat van het eerste vloeiveld D.15. Het water stroomt via vrij verval en door het rooster richting gemaal D.18. Het streefpeil bedraagt -1,65m NAP.

**Oppervlakte:** 2300m<sup>2</sup>

**Afmetingen:** 180m (L) x 15m (B) (gemiddeld)

**Filtermateriaal:** Riet

**Streefpeil:** -1,65m NAP



#### *Gemaal D.16, D.18 en monitoring D.17*

Overzichtsfoto van de gemalen D.16 en D.18 inclusief monitoring D.17. Door middel van twee toegangsluiken zijn de gemalen bereikbaar en kan de waterkwaliteit worden gemonitord (monsterput D.20).



**Put nr:** 98.910

Gemaal D.16:

**Functie:** bijmengen wijkwater (vijverpomp)

**Fabrikant:** Flygt

**Type:** CP 3085 MT

**Capaciteit:** 25m<sup>3</sup>/uur

**Jaar van aanleg:** 1994

Gemaal D.18:

**Functie:** doorpompen naar vloeiveld 2 (rondspoelpomp)

**Fabrikant:** Flygt

**Type:** CP 3067 HT

**Capaciteit:** 38m<sup>3</sup>/uur

**Jaar van aanleg:** 1994



*Stuwput met automatische inlaatvoorziening D.24*

Duiker met stuw en terugslagklep. Het waterpeil van de Drielanden wordt geregeld door de duiker met stuw en automatische inlaatvoorziening D.24. Het streefpeil binnen de Drielanden is -1,30m NAP. Bij een hoger peil zal via de stuw worden geloosd op het omgevingswater. Bij een te laag waterpeil (beneden de -1,55m NAP) dan wordt via de automatische inlaatvoorziening (terugslagklep) omgevingswater ingelaten om ervoor te zorgen dat het waterpeil binnen de Drielanden op niveau blijft.

**Stuwdrempel:** db = 1.00 meter (?), dh = NAP -1,30m

**Inlaatvoorziening:** terugslagklep < -1,55m NAP



*Monsterput D.20 (gemaal D.16 ook zichtbaar)*

Inspectie- en monsterput D.20. De waterkwaliteit kan hier worden gemeten.



*Monitoring D.17*

Monitoringskast D.17. Eventuele storingen van het gemaal D.16 of D.18 zijn hier af te lezen en/of te verhelpen.



#### *Vloeiveld D.19*

Overzichtsfoto van het tweede vloeiveld, vloeiveld D.19. Het vloeiveld bestaat uit riet en heeft een oppervlakte van  $\pm 3000\text{m}^2$ . De rietbeplanting in het tweede vloeiveld zorgt voor een verdere en laatste reiniging voordat het op het wijkwater wordt geloosd. Het streefpeil bedraagt -1,20m NAP.

**Oppervlakte:**  $3000\text{m}^2$

**Afmetingen:** 200m (L) x 15m (B) (gemiddeld)

**Filtermateriaal:** Riet

**Streefpeil:** -1,20m NAP



Film over Afvalwaterproject Drielanden, in opdracht van de gemeente Groningen:  
<https://www.youtube.com/watch?v=I2BxHV45CPw>  
(door Jeen de Vos Producties)

## Colofon

Deze eindrapportage is mede tot stand gekomen door medewerking van betrokkenen en projectteamleden van Afvalwaterproject Drielanden:

Debets BV

Gemeente Groningen

JvD Advies & Ondersteuning

Malissa Oude Sogtoen

RJvO Management perspectief

STOWA

Veldhuis Communicatie & Projectorganisatie

Waterschap Noorderzijlvest

WLN

### **Leveranciers**

Ecologisch hovenierbedrijf Klavertje vier

Global Wetlands BV (voormalig Brinkvos)

Jeen de Vos Producties

JenL Datamanagement

Lareco

Studio MARCHA!

Tauw

### **Speciale dank aan:**

Alle bewoners van Waterland

Buurtvereniging Drielanden

Klankbordgroep Waterland

**Mede gefinancierd door Interreg.**





Unterstützt durch / Mede mogelijk gemaakt door



[www.deutschland-nederland.eu](http://www.deutschland-nederland.eu)