

water

In
Drielanden

Beschrijving Watersysteem
Rapportage Bouwrijp Maken

februari 1997

INHOUD

Voorwoord

DEEL 1 Historie en beschrijving

- 1.1 Inleiding
- 1.2 Het thema water
- 1.3 Afvalwaterscheiding in Waterland

DEEL 2 Beheer en onderhoud

- 2.1 Verantwoordelijkheden
- 2.2 Overzicht maatregelen
- 2.3 Onderzoek en wettelijke controle

DEEL 3 Kosten

- 3.1 Algemeen
- 3.2 Milieuvriendelijk bouwen
- 3.3 PVC of Gres
- 3.4 Scheiden van grijs en zwart afvalwater
- 3.5 Wijkwater

DEEL 4 Evaluatie

J. Niezen

Planrealisatie Wegen en Groen

Dienst RO/EZ, Gemeente Groningen

Voorwoord

Het ontwikkelen van een milieuvriendelijke wijk is geen sinecure. In de ontwerpfase van Drielanden hebben we ons meermalen afgevraagd wat de relatie is tussen milieuvriendelijk bouwen en civiele techniek. In de woningbouw ligt het er allemaal dik bovenop, maar wat is in hemelsnaam "ecologisch bouwrijp maken"?

Al in een vroeg stadium van het planproces is water als belangrijk thema naar voren gekomen. Uiteindelijk hebben water in de woonomgeving, waterbesparing en zuivering van afvalwater voor een belangrijk deel het gezicht van de wijk bepaald. Met name de structuur van het wijkwater en de zuivering van grijs afvalwater zijn voor Nederlandse begrippen verregaand.

De wijk nadert zijn voltooiing. De watersystemen treden in werking. Het is nu zaak dat de nieuwe bewoners en de beheerders goed weten hoe de systemen werken. Hiermee is het eerste doel van dit rapport benoemd: uitleggen wat er in Drielanden gemaakt is. In deel 1 wordt uiteen gezet hoe het watersysteem en de riolering werken. Deel 2 gaat vervolgens in op de beheers- en onderhoudsmaatregelen die specifiek zijn voor deze wijk. In deel 3 worden de meerkosten van een aantal ecologische maatregelen afgezet tegen de totale kosten van het bouwrijp maken.

Dit verslag is een tussenrapportage. Het behandelt een aantal onderdelen van de openbare ruimte in de wijk Drielanden. Het moment van schrijven is de situatie direct na het bouwrijp maken. Om dit te verduidelijken; niet behandeld worden: wegaanleg en woonrijp maken, groeninrichting, woningbouw en kosten van woonrijp maken.

Met een evaluatie van deze tussenrapportage besluit deel 4 dit rapport.

DEEL 1 HISTORIE EN BESCHRIJVING

1.1 Inleiding

De Groningse wijk Drielanden heeft een bijzondere ontstaansgeschiedenis. Het initiatief tot de ontwikkeling is genomen door de vereniging Ecologisch Wonen Groningen. Het initiatief is door de gemeente overgenomen als onderdeel van het begin jaren '90 ontwikkelde Strategisch Integraal Milieubeleidsplan. De inbreng van de vereniging EWG heeft ertoe geleid dat de randvoorwaarden voor de ontwikkeling van Drielanden van te voren sterk zijn bepaald.

De wijk is in 1992/93 ontwikkeld als een milieuvriendelijke woonwijk van ca. 400 woningen. De wijk is als uitbreiding aan de bestaande woonwijk Lewenborg vastgebouwd. De ontsluiting van het plangebied, zowel voor bovengrondse als ondergrondse infrastructuur was bijzonder gemakkelijk. De lokatie is bouwrijp gemaakt in 1994. In 1996 zal de laatste woning worden opgeleverd. Bij het bouwrijp maken zijn de volledige waterstructuur en het volledige rioolstelsel, inclusief helofytenfilters in één keer aangelegd.

Drielanden is, zoals de naam al zegt, onderverdeeld in drie buurten, genaamd Waterland, Zonland en Mooiland. Voor de drie buurten zijn verschillende thema's gebruikt ten aanzien van milieuaspecten. In Waterland (166 woningen) ligt de nadruk op het thema water. Voor de wijk als geheel is er een wijkwaterstructuur opgezet. Alleen in Waterland wordt grijs afvalwater gescheiden van het zwart, en wordt het lokaal gezuiverd.

1.2 Het thema water

In de eerste contacten uit de initiatieffase tussen ambtenaren en leden van de vereniging EWG is sterk de richting bepaald naar het thema water. Hierdoor zijn in een vroege fase van het project randvoorwaarden gesteld. Deze zijn meegenomen in de exploitatieopzet. Het betreft randvoorwaarden ten aanzien van wateroppervlak, zuivering en grijs afvalwater. Om het thema water integraal te benaderen is eerst gekeken naar de waterkringloop binnen de wijk. Vervolgens zijn de belangrijkste milieuthema's benoemd.

1.2.1 Waterkringloop

Binnen een woonwijk speelt zich een klein gedeelte af van de mondiale waterkringloop. Binnen de mondiale waterkringloop is de totale hoeveelheid water constant. De waterkringloop is een continu proces van verdamping, neerslag en stroming. Binnen een woonwijk vinden we een aantal onderdelen van het kringloopproces terug. We kunnen de volgende waterstromen onderscheiden:

IN	-drinkwater	
	-regenwater	
	-gebiedsvreemd oppervlaktewater (eventueel)	
UIT	-afvalwater	-grijs
		-zwart
	-overtollig regenwater	-schoon
		-verontreinigd
	-verdamping	

De gebruikte termen "grijs" en "zwart" voor afvalwater worden gebruikt om twee fracties binnen het afvalwater te benoemen. Zwart afvalwater omvat ongeveer 30% van de totale afvalwaterproductie van huishoudens, en beperkt zich tot het afvalwater uit toiletspoeling. Grijs afvalwater vormt de overige 70% van het huishoudelijk afvalwater.

Regenwater afstromend via verhard oppervlak dat door autoverkeer is gebruikt, wordt beschouwd als verontreinigd. Met name de eerste bui na een droge periode neemt veel verontreiniging mee.

1.2.2 Integraal waterbeheer

Op basis van de waterkringloop kan een strategie ontwikkeld worden om het milieu te sparen. Hiertoe moeten alle deelstromen worden afgestemd op instandhouding van een kwalitatief hoogwaardige oppervlaktewaterstructuur. Doorstroming en zuivering binnen het oppervlaktewatersysteem zijn hierin sterk bepalend. We spreken bij deze aanpak van integraal waterbeheer. Ondanks het feit dat we goed bekend zijn met het proces van verdamping en neerslag, zowel inhoudelijk als kwantitatief, hebben we steeds meer moeite met de winning van ons drinkwater en verdrogen grote gebieden in Nederland. Oorzaak hiervan zijn de versnelde afvoer van regenwater, het toenemend gebruik van drinkwater en toenemende vervuiling van het grondwater. Hierdoor is de trend ontstaan om niet meer alleen naar onderdelen van de waterkringloop te kijken. In toenemende mate zal de omgang met water binnen een natuurlijk begrensde gebied worden onderworpen aan een totaalvisie vanuit een integraal waterbeheer. In het ontwerp van een nieuwe wijk dienen waterstromen te worden ingebed binnen de bestaande omgeving. Van daaruit kunnen normen worden gesteld ten aanzien van de na te streven waterkwaliteit en waterbalans binnen het gebied.

Hieruit vloeit voort dat in de beoordeling van het functioneren van rioolstelsels in de toekomst ook een normverschuiving zal optreden. De huidige norm is gebaseerd op een maximaal aantal overstortingen per overstortlokatie. In de toekomst zal vooral worden gekeken naar de te verwachten vuillast in relatie tot het ontvangende oppervlaktewater bij overstortingen uit het stelsel.

1.2.3 Milieuvriendelijk bouwen

De belangrijkste onderdelen die in het kader van milieuvriendelijk bouwen binnen het thema water in een woonwijk kunnen worden uitgewerkt, zijn:

- terugdringen van het drinkwatergebruik

Dit betreft vooral bouwkundige maatregelen in de woning. Op wijkniveau kan gedacht worden aan een tweede waterleidingnet van gebruikswater.

- terugdringen van de afvalwaterstromen

De invalshoeken bij dit thema zijn op woningniveau hergebruik en scheiding aan de bron. Op wijkniveau zijn dit scheiding aan de bron en zuivering aan de bron.

1.3 Afvalwaterscheiding in Waterland

Alvorens de afvoersystemen voor grijs en zwart afvalwater te beschrijven wordt enige aandacht besteed aan de context van dit onderwerp. Teneinde een woonwijk te realiseren is de gemeente afhankelijk van participanten in het proces en andere overheden. De inbreng van deze partijen is medebepalend voor de kwaliteit van het project. Daarom eerst een korte beschrijving van de samenwerking met de belangrijkste participanten. Daarna volgt een overzicht van het totaal aan gerealiseerde maatregelen op het gebied van water binnen Waterland. Voor dat de afvalwatersystemen worden beschreven wordt de werking van het wijkwatersysteem tenslotte nog beschreven.

1.3.1 Inzet van betrokkenen

Vanuit de inzet de totale waterstroom opnieuw te beschouwen zijn een aantal betrokken instanties benaderd. Waterleverantie, waterkwaliteitsbeheer en waterkwantiteitsbeheer zijn geen gemeentelijke verantwoordelijkheid. Daarnaast dient de gemeentelijke ontwikkeling parallel te lopen met de ontwikkeling van de woningen.

De bouw van de 150 woningen in Waterland is ontwikkeld door de woningbouwvereniging Gruno. Hiermee is een goede samenwerking tot stand gekomen. Dit heeft geleid tot een zeer specifieke uitwerking van het zwart waterstelsel. Ondanks het feit dat er in de woningen een aantal waterbesparende maatregelen zijn genomen, was het budget voor waterbesparende maatregelen beperkt. Er is binnen het woningbouwprogramma een breed pakket aan milieuvriendelijke maatregelen genomen, waarbij waterbesparing niet de hoogste prioriteit heeft gehad.

De plannen voor het aanleggen van een tweede waterleidingnet voor gebruikswater zijn in een vroeg stadium gestrand, omdat we hier geen medewerking voor kregen bij het waterleidingbedrijf WAPROG. Het waterleidingnet is traditioneel uitgevoerd.

Door de waterkwaliteitsbeheerder, Prov. Zuiveringsbeheer Groningen, is alle medewerking verleend aan het opzetten van het grijs watersysteem. Door zelf grijs afvalwater te gaan zuiveren heeft de gemeente zich een provinciale taak toegeëigend. De provincie levert een kleine, eenmalige bijdrage aan de aanleg van het helofytenfilter. De werking van het filter zal moeten worden gecontroleerd. Er is geen mogelijkheid lastenverlichting voor de burger te bewerkstelligen door een korting op de zuiveringsheffing te geven.

De waterkwantiteitsbeheerder is het waterschap Hunsingo. Door het waterschap is medewerking verleend aan het gesloten wijkwatersysteem. Een deel van de watergangen wordt door het waterschap in beheer genomen. Het waterschap heeft verder geen bijzondere inzet ten aanzien van het project geleverd.

1.3.2 Overzicht maatregelen

Op wijk- en woningnivo zijn de volgende maatregelen gerealiseerd:

WIJKNIVO:

- vergroten van het wateroppervlak tot 10% van het totaal oppervlak
- weten van gebiedsvreemd water
- creëren van verschillende biotopen en oevertypen binnen het waterstelsel
- minimaliseren van het verhard oppervlak
- handhaven van delen van de bestaande slotenstructuur
- afvalwaterscheiding in grijs en zwart
- circulatie en reiniging van het wijkwater
- gres rioleringsbuizen
- PP drainagebuizen
- weinig tot geen regenwaterriolen (RWA)

WONINGNIVO:

- Gustavsberg toiletsysteem
- scheiding grijs en zwart afvalwater
- waterbesparende douches, perlators
- thermostaatkranen
- PP riolerings- en drainagebuizen
- gedeeltelijke afvoer van regenwater via het maaiveld

polypropeen

1.3.3 Wijkwater

De waterkringloop van Waterland is uitgewerkt als schema in bijlage 4. Het schema stelt een stromende kringloop van wijkwater voor, waar in- en uitgaande stromen op aansluiten. In hoofdlijn bevat het watersysteem de volgende onderdelen:

- Het drinkwater verlaat de woning in twee stromen, een grijs en een zwart afvalwaterstroom. De zwart afvalwaterstroom wordt via het zwart waterriool rechtstreeks afgevoerd naar het moerriool.
- Het grijs afvalwater wordt via het grijs waterriool en pompput P1 naar het helofytenfilter voor zuivering van grijs afvalwater gepompt. Vanuit dit helofytenfilter wordt het effluent met een factor 20 verdund afgevoerd naar het helofytenfilter voor de zuivering van het wijkwater. Hiertoe dient een pompmaal P2, dat het wijkwater continu rondpompt.
- In het tweede helofytenfilter wordt het wijkwater gezuiverd. De verblijftijd in het filter is ongeveer 1 dag. Het filter heeft een oppervlak van 3000 m². Het wijkwater circuleert op deze wijze door de wijk.
- Ter plaatse van het pompmaal bevindt zich tevens de overstort naar de polder. Het peil in de polder is 25-50 cm lager dan het peil in de wijk. Tijdens droge perioden in de zomer kan het wijkwaterpeil tot 25 cm dalen. Op dat moment wordt er automatisch water vanuit de polder ingelaten. Dit zal naar verwachting bijna nooit gebeuren.
- Het regenwater dat op de wijk valt wordt in de meeste gevallen rechtstreeks naar het oppervlaktewater afgevoerd. In Waterland gebeurt dit letterlijk, met uitzondering van het regenwater dat op parkeerplaatsen valt. Dit stroomt in het zwart waterriool. In Zonland En Mooiland wordt regenwater opgevangen in een verbeterd gescheiden rioolstelsel.

In bijlage 1 is de wijkwaterstructuur weergegeven in een schets van de wijk. De pijlen geven de stroomrichting van het water aan. Het water stroomt uiteindelijk naar het punt waar zich de overstort naar de polder en het wijkwatergemaal P2 zich bevinden. Het pompmaal voor het wijkwater is een rioolgemaal met twee compartimenten. In het eerste compartiment stroomt het effluent van het grijswaterfilter. In dit compartiment is een traditionele rioolwaterpomp met een geringe capaciteit gemonteerd. De pomp werkt op basis van een in- en uitslagpeil. Vanuit dit compartiment wordt het water opgepompt en geloosd in het tweede compartiment. Het tweede compartiment staat in open verbinding met het wijkwater. In dit compartiment bevindt zich een zwaardere pomp die het wijkwater tesamen met het effluent van het grijswaterfilter verpompt naar het helofytenfilter voor de zuivering van het wijkwater. Deze pomp wordt geschakeld met een instelbare tijdklok. In principe draait de pomp tweederde van de tijd.

Het wijkwater kent een aantal verschillende karakteristieken. In de eerste plaats is dat een formele gracht, die het front van de wijk vormt. In de tweede plaats zijn dit een aantal bestaande poldersloten, die in het plan gehandhaafd zijn. Ten derde zijn dit de groene aders tussen de drie buurten, waarin met variabele taluds en waterdieptes is gewerkt. In deze laatstgenoemde zones zal natuurontwikkeling plaatsvinden. Dit houdt in dat er ook verschillende onderhoudsvormen van toepassing zijn op onderdelen van de wijkwaterstructuur.

1.3.4 Zwart afvalwater

Zowel het zwart als het grijs afvalwaterriool in Waterland zijn uitgevoerd als een traditioneel DWA riool (droog weer afvoer). Het zijn twee parallel lopende stelsels die als een boomstructuur hun water afvoeren via de centrale as richting het moerriool. Het zwart afvalwater wordt rechtstreeks op het moerriool geloosd. In bijlage 3 is de lay-out van het zwartwaterstelsel weergegeven. In de tekening zijn de rioolstrengen als dikke zwarte lijnen weergegeven. Put A is de eindput van het moerriool van Lewenborg, waar op geloosd wordt. De putten B vormen de

uiteinden van het zwartwaterstelsel, waarop de verzamelleidingen (g) van het Gustavsbergsysteem aansluiten.

Het zwart waterriool ligt alleen in de centrale as. Door toepassing van het Gustavsbergsysteem voor de inzameling van het toiletwater is een deel van de inzamelingsfunctie bij de ontwikkelaar van de woningen komen te liggen. Het WSS (Water Saving System) systeem van de Zweedse fabrikant Gustavsberg is één van de meest waterbesparende sanitaire systemen van dit moment. Het systeem bestaat uit een samenstel van kranen, douches, toiletpotten en spoelbakken, die tesamen op een afvoerleiding van geringe diameter dienen te worden aangesloten. Door de zeer geringe hoeveelheid toiletspoelwater van minimaal 4 liter is de kans op verstopping groot. Daarom voorziet het systeem in stroomvergroters. Dit zijn opvangbakken met enkele tientallen liters inhoud die automatisch overhevelen als ze geheel gevuld raken. Deze stroomvergroters zijn $\pm 1,30$ m hoog. Het Gustavsbergsysteem heeft voor toepassing in Drielanden twee grote nadelen:

- Het systeem is ontwikkeld voor toepassing in de hoogbouw. De stroomvergroters leveren een verval in de afvoerleiding van $\pm 1,20$ m op. Hierdoor komt de aansluiting van de verzamelleiding op het gemeenteriool onnodig diep te liggen, namelijk op $\pm 2,00$ m diepte.
- In Drielanden wordt het grijs van het zwart afvalwater gescheiden. Dit houdt in dat spoeling met 4 liter in de eindwoningen van elke streng niet haalbaar is. De spoelbakken zijn in deze woningen op 6 liter ingesteld, en zelfs dat is niet voldoende. Van deze woningen is het zwart en het grijs afvalwater gekoppeld op de Gustavsbergleiding, om voldoende doorspoeling te krijgen.

Per woningblok wordt het zwart afvalwater centraal geloosd op aansluitpunten van het gemeentelijk riool. De verzamelleidingen liggen in de uitgegeven grond en vallen zodoende onder de verantwoordelijkheid van woningbouwvereniging en verenigingen van eigenaren. Teneinde deze optie te kunnen realiseren is door de gemeente een financiële bijdrage geleverd aan de ontwikkelaar van de woningen. Deze bijdrage is gefinancierd uit de besparing op het zwart waterstelsel. De besparing is ontstaan doordat niet elke woning individueel door de gemeente bediend hoeft te worden, en rioolstrengen korter zijn geworden.

1.3.5 Grijs afvalwater

De grijs afvalwaterstroom wordt via het grijs waterriool afgevoerd richting het moerriool. In bijlage 2 is de layout van dit stelsel weergegeven. Vlak voor de aansluiting op het moerriool (put A) wordt het water opgevangen in een rioolgemaal (P1). Dit gemaal pompt het water rechtstreeks in het helofytenfilter voor de zuivering van het grijze afvalwater (via de gestippelde leiding naar put B). In het rioolgemaal is een schuif ingebouwd, waardoor het grijs afvalwater direct door kan stromen naar het moerriool. De pomp treedt niet in werking als de schuif geopend is. Deze optie is ingebouwd als beveiliging bij calamiteit, maar dient tevens om tijdens vorstperiodes of onderhoudsperiodes het helofytenfilter te kunnen ontlasten.

Voor het ontwerp van de helofytenfilters is een studie gemaakt door het ingenieursburo Grontmij. In deze studie is het zuiveringsrendement berekend. In de studie is voor grijs waterzuivering een vloeiveld ontworpen van 3000 m². Dit vloeiveld is gebaseerd op een belasting van 450 personen en een verblijftijd van het grijze afvalwater van 20 dagen. Helofyten is een verzamelnaam voor onder water wortelende planten met boven het water groeiend loof. In Drielanden is hiervoor riet gekozen.

Het helofytenfilter is uitgegraven als een 30 cm diepe vijver in de bestaande grondslag van zware klei, en heeft een waterpeil dat beneden het wijkwaterpeil en het polderpeil is gelegen. Zodoende kan er geen uittreding van grijs afvalwater plaats vinden via de bodem. Om beheers- en onderhoudstechnische redenen is de keuze voor een vloeiveld boven een infiltratieveld of een wortelzonezuiveringsveld is gemaakt.

Het werkingsprincipe van het helofytenfilter is gebaseerd op drie principes:

- Aan de stengels van de helofyten hechten zich micro-organismen, die zich voeden met de verontreinigingen in het water en deze omzetten in natuurlijk afbreekbare stoffen.
- Het tweede principe is bezinking.
- Het derde werkingsprincipes is natuurlijke afbraak door chemische reacties in het water.

Het gevolg van de zuiveringsprocessen is dat er een bezinkingslaag ontstaat. Deze dient enerzijds als voeding voor de beplanting. Anderzijds ontstaat er een opeenhoping van zware verontreinigingen, die periodiek (5-10 jaar) verwijderd dient te worden.

Het verdere onderhoud van het filter bestaat uit het jaarlijks maaien. Dit kan het best tijdens een vorstperiode gebeuren als het filter ligt dichtgevroren. Om de 5-10 jaar moet het filter opnieuw worden ingeplant, afhankelijk van hoe het riet zich ontwikkelt. Om groot onderhoud te kunnen plegen aan het filter kan het filter in de winterperiode droog gezet worden. Om het filter droog te zetten moet er gepompt worden. Om het filter door te kunnen spoelen is een leiding naar de overstortput (F) gelegd. In deze put bevindt zich een schuif die normaal gesloten is.

In de komende periode zal een onderzoek worden opgestart naar de werking van het filter. Het zuiveringsrendement en de invloed van het filter op de kwaliteit van het wijkwater zijn van directe invloed op het woonklimaat in de wijk. Bovendien dient het zuiveringsrendement van het filter te worden gecontroleerd in het kader van de WVO. Voor het onderzoek is binnen het helofytenfilter een proefvak gemaakt volgens de principes van het infiltratieveld. Dit proefvak bevindt zich achter de inlaatput (B) van het filter. Vanuit deze put kan een deel van het water in het 100 m² grote infiltratieveld worden ingelaten. Door middel van schuiven kan naar believen 10, 20 of 30 % van het totale aanbod in het infiltratieveld worden geleid. Het infiltratieveld werkt volgens het principe van wortelzonezuivering. Het afvalwater stroomt vertikaal door de doorwortelde bodemlaag, en wordt opgevangen door drains. De drains voeren het water af naar put C. Dit is een kunststofput met een overstort bestaande uit aluminium balkjes. Hiermee kan in principe het peil in het infiltratieveld geregeld worden. In deze put kan tevens het effluent van het infiltratieveld bemonsterd worden. Het effluent wordt vanuit put C in het vloeiveld geloosd.

DEEL 2 BEHEER EN ONDERHOUD

2.1 Verantwoordelijkheden

De verantwoordelijkheid voor beheer en onderhoud van een wijk is in handen van verschillende partijen. Voor de openbare ruimte zijn er in Drielanden twee partijen verantwoordelijk. De eerste partij is de gemeente. De tweede is het waterschap Noorderzijlvest. De verantwoordelijkheid voor het zuiveren van (grijs) afvalwater behoort normaal gesproken toe aan de dienst Zuiveringsbeheer van de Provinciale Waterstaat. In het geval van Drielanden is deze verantwoordelijkheid door de provincie opgelegd aan de gemeente. De scheiding tussen gemeente en waterschap wordt gedefinieerd door de onderkenning van de hoofdwatgangen in het gebied. Deze behoren door het waterschap te worden onderhouden teneinde de waterafvoerende werking te garanderen.

Over de overname van watgangen moet tussen gemeente en waterschap nog overleg gevoerd worden. In de praktijk zal het beheer waarschijnlijk door de gemeente worden uitgevoerd.

Nieuw in Drielanden is de situatie van een bewonersvereniging die te kennen geeft een aantal taken van de gemeente over te willen nemen. Hiervoor is Wijkbeheer de aanspreekbare partij.

Dit deel 2 van de beschrijving heeft tot doel de verschillende beheers- en onderhoudsaspecten te benoemen in relatie tot de werkwijze van de verschillende onderdelen. Op basis hiervan kunnen door de vakdirectie Openbare Werken en de beheervereniging van Drielanden afspraken worden gemaakt.

2.2 Overzicht maatregelen

In het navolgende overzicht zijn de verschillende werkzaamheden ten aanzien van beheer en onderhoud van de wijk uitgesplitst.

<i>Activiteit</i>	<i>Uitvoering beheer en onderhoud</i>	<i>Opmerkingen</i>
<i>riolen, inspectieputten</i>	OW-CCW	
<i>Gustavsberg- verzamellei- dingen zwart water</i>	Gruno c.q. verenigingen van eigenaren	
<i>pompputten (2)</i>	OW-CCW	
<i>kolken</i>	OW-CCW beheer Milieudienst (MD) onderhoud	
<i>overstortput naar polder</i>	Waterschap	risico van verstopping, peil- beheer werkt automatisch

<i>Activiteit</i>	<i>Uitvoering beheer en onderhoud</i>	<i>Opmerkingen</i>
<i>in/uitlaatwerken helofytenfilters</i>	OW-WBH	verstopping, bezinking: regelmatig opschonen
<i>peilbeheer helofytenfilters</i>	OW-WBH	in principe vaste peilen, alleen beïnvloeden tbv onderhoud
<i>maaïen helofytenfilters</i>	OW-WBH	jaarlijks, maaïsel afvoeren, evt in samenwerking met bewonersvereniging
<i>inplanten helofytenfilters</i>	OW-CCW	5-10 jaarlijks
<i>bodemslib verwijdering helofytenfilters</i>	OW-CCW	5-10 jaarlijks
<i>controle effluent grijswaterfilter</i>	SBW-PWG	gedurende proefperiode 2-3 jaar
<i>oevers en taluds wijkwater met gras</i>	OW-WBH	regelmatig maaïen, extensief beheer
<i>oevers en taluds wijkwater met natuurlijke begroeiing</i>	OW-WBH	ecologisch beheer, evt in samenwerking met bewonersvereniging
<i>opschonen overige watergangen</i>	OW-CCW	
<i>onderhoud bruggen</i>	OW-CCW	

OW = Openbare Werken, CCW = afd. Civiel en Cultuurtechnische Werken, WBH = afd. Wijkbeheer

Ten behoeve van het ecologisch beheren van de wijk zal er door PWG een advies worden opgesteld over mogelijkheden en methoden van aanpak.

2.3 Onderzoek en wettelijke controle

Drielanden heeft een experimenteel karakter. Met name de aspecten van waterbeheer en de zuivering van grijs afvalwater zijn bijzonder. Zoals in deel 1 is aangegeven zijn er drie redenen om een onderzoek te starten naar de werking van de systemen:

- Drielanden is een experiment. Door veel water te realiseren in de directe woonomgeving en hier tevens zuiveringsprocessen in te laten afspelen is de waterkwaliteit sterk medebepalend voor het woonklimaat. De goede waterkwaliteit zal aangetoond moeten worden.
- Een experiment slaagt pas als na planning, berekening en uitvoering ook controle plaatsvindt op werking. De investering is pas de moeite waard als kan worden aangetoond dat het systeem werkt.

- Voor het helofytenfilter voor de zuivering van het grijs afvalwater zijn eisen gesteld aan de kwaliteit van het effluent. Hiertoe zal door de Provincie een vergunning worden verleend in het kader van de WVO (Wet Verontreiniging Oppervlaktewater). In de vergunning zullen eisen worden gesteld aan controle van het effluent.

Waterkwaliteit is langs chemische en biologische weg te beoordelen. Om de werking van het systeem te controleren zal er op een aantal plaatsen gemeten moeten worden:

- Inkomende stroom grijs afvalwater (chemisch);
- Uitgaande stroom infiltratieveld (chemisch);
- Uitgaande stroom helofytenfilter grijs water (chemisch);
- Kwaliteit wijkwater (chemisch en biologisch);
- Eventueel: kwaliteit polderwater (chemisch en biologisch);
- Eventueel: kwaliteit vijverwater Lewenborg.

Voorgesteld wordt een onderzoek te starten in 1996 met een looptijd van 3 jaar. Aan het eind van het onderzoek moeten de meetresultaten worden geïnterpreteerd en geëvalueerd. Hiertoe zal een rapportage moeten worden uitgevoerd.

Voor het onderzoek moet door een ter zake kundig bureau of organisatie een voorstel worden geschreven en een kostenraming worden gemaakt. Het onderzoek moet gefinancierd worden vanuit de exploitatie van de wijkaanleg.

DEEL 3 KOSTEN

3.1 Algemeen

In dit deel zijn berekeningen gemaakt van "meerkosten" van milieuvriendelijk bouwen. Als uitgangspunt (referentie) worden de totale kosten van het bouwrijp maken genomen. Zoals in het voorwoord reeds is aangegeven, betekent dit dat er alleen gerekend is aan zaken die in de bouwrijpfase voltooid zijn. In de bouwrijpfase zijn rioleringsstelsel en watersysteem beide volledig aangelegd. Voor het watersysteem praten we alleen over het grondwerk en de voorzieningen zoals duikers en overlaten. De inrichting met groen is niet meegenomen.

3.2 Milieuvriendelijk bouwen

3.2.1 Gekozen opties

In Drielanden is er voor gekozen de grenzen van het ecologisch bouwen op het stedenbouwkundig en civieltechnische vlak te gaan verkennen. Uitgangspunt is geweest dit te doen binnen de normale grenzen van een grondexploitatie voor een nieuwbouwwijk. Al vroeg viel de keuze op het thema water.

Er zijn een aantal randvoorwaarden van invloed geweest op de uitwerking van het plan. Met name voor de aanleg van de oppervlaktewaterstructuur en de helofytenfilters zijn deze:

- Het water van het gebied is gemakkelijk te isoleren van de rest van het gebied, waardoor een gesloten wijkcircuit gevormd kan worden.
- Via de watergang aan de noordzijde van het plan zijn de toevoer en de afvoer van het water gewaarborgd.
- Door de keuze van de bouwgrenzen binnen de bestemmingsplangrenzen was er met name in de randen van het gebied voldoende ruimte voor water.
- De ligging van de gasunieleiding langs de stuurboordswal maakte dat ook in deze zone ruimte ontstond voor water.

In de afwegingen van stedenbouwkundig ontwerp, civieltechnische opzet en kosten zijn de volgende onderdelen gerealiseerd:

- In het plan is uitgegaan van een percentage van 10 % oppervlakte water, in plaats van de gebruikelijke 4-5 %. Dit extra grondwerk sluit goed aan op het streven om een gesloten grondbalans te krijgen. Het was hierbij mogelijk een polderpeil binnen Drielanden te kiezen dat 25 cm boven het zomerpeil van de omliggende polder staat, waarbij er voldoende drooglegging blijft.
- Het wijkwater circuleert via een helofytenfilter, en wordt zodoende voortdurend gezuiverd. Wijkvreemd water wordt geweerd.
- De bestaande slotenstructuur van de polder is gedeeltelijk gehandhaafd.
- In Waterland is de aanleg van regenwaterriolen geminimaliseerd. Er wordt voornamelijk rechtstreeks op het oppervlaktewater afgevoerd.
- In Waterland wordt grijs en zwart afvalwater gescheiden, het grijze afvalwater wordt in de wijk gezuiverd d.m.v. een helofytenfilter.
- Toepassing van gres als rioleringsmateriaal in Waterland.

Niet gerealiseerd is:

- Zuivering van alle afvalwater in een helofytenfilter.
- Uitvoering van de rioleringsexperimenten voor geheel Drielanden.
- Gebruik van regenwater c.q. wijkwater voor secundaire doeleinden.
- Toepassing van een poldermolen voor watercirculatie.

3.2.2 De kosten

Er zijn een drietal vergelijkingen gemaakt van de kosten van het ecologisch bouwen en het bouwen op de traditionele manier. In de volgende paragrafen zijn verder uitgewerkt:

- Het rioleren met PVC wordt vergeleken met het rioleren met gres.
- Het gescheiden rioolstelsel in Waterland wordt vergeleken met een enkelvoudig DWA stelsel.
- De situatie met een gesloten wijkwatersysteem wordt vergeleken met een situatie waarbij het wijkwater in vrije verbinding staat met de omgeving, en niet wordt gezuiverd.

Bij de berekening van de uitvoeringskosten zijn de kosten ten opzichte van de inschrijvingsstaat berekend, welke bij het bestek van Drielanden, bouwrijp maken fase 2 hoort. De inschrijvingsstaat is gemaakt door LARECO NEDERLAND B.V., de aannemer van het werk.

In bijlage 5 is een evaluatie van het gebruik van gres en van het verschil in kosten met PVC/beton opgenomen. Deze bijdrage is vervaardigd door P. Saathof van LARECO. De conclusies en aanbevelingen bieden nuttige tips voor de bepaling van het toekomstige milieubeleid van de gemeente. De kostenvergelijking, die door ons is overgedaan in paragraaf 3.2, komt tot een vergelijkbare conclusie.

3.3 PVC of Gres.

In Waterland (166 woningen) is gres als rioleringsmateriaal toegepast. Dit materiaal is lange tijd niet meer gebruikt voor riolering. Het is in Waterland weer toegepast omdat de algemene indruk was dat dit materiaal milieuvriendelijker was dan PVC. Er was tot 1994 geen onderzoek naar geweest, maar men was het erover eens dat PVC niet milieuvriendelijk genoeg was. Daar het hier om kleine diameters gaat (ø200, ø250), werd het gebruik van betonbuizen uitgesloten (kleinere diameters dan ø300 worden in beton nooit toegepast). Hierdoor lag de keuze van gres voor de hand.

In de loop van de tijd zijn de PVC- en de betonindustrie zich gaan manifesteren op milieu gebied. Ze hebben naar aanleiding hiervan hun eigen rapporten geschreven. Met gevolg dat er nu verschillende rapporten bestaan die elk het materiaal van de sponsor van het onderzoek aanbevelen als meest milieuvriendelijk. De indruk die op dit moment bestaat verschilt van die van 1994 in zoverre dat er minder negatief over PVC wordt gedacht. Medio 1996 komt de stichting Rioned in het kader van de leidraad riolering met een eigen bijdrage, welke een integrale milieubeschouwing is over de aanleg van riolering. Hierin is ook aandacht besteed aan het materiaal. Maar bij de keuze van het materiaal zijn ook andere factoren interessant, met name de geografische ligging van het gebied in verband met het transport. Deze leidraadmodule is de eerste enigszins objectieve beschouwing die we krijgen als het gaat om materiaalkeuze vanuit het milieuoogpunt.

Ondanks het feit dat tijdens de keuze voor gres nog niet veel bekend was over het milieu aspect van gres, zal de keuze nooit een slechte zijn geweest. Dit geldt zowel vanuit milieu- als technisch kwalitatief oogpunt. Ook heeft de toepassing in Waterland de mogelijkheid geboden om ervaring op te doen en zijn we meer te weten gekomen over de kosten- en uitvoeringsaspecten van het materiaal gres.

Een vergelijking tussen de normale rioleringspraktijk en Drielanden geeft het volgende beeld:

<i>Normale rioleringspraktijk anno 1996.</i>						
	Huis + kolkaansluitingen ø125 / ø160	ø200	ø250	ø315	ø400	ø500
<i>PVC</i>	☐	☐	☐	☐	☐	-
<i>Beton</i>	-	-	-	-	☐	☐
<i>Gres</i>	-	-	-	-	-	-

<i>Waterland</i>			
	Huis + kolkaansluitingen ø150	ø200	ø250
<i>Gres</i>	☐	☐	☐

<i>Zonland en Mooiland</i>				
	Huis + kolkaansluitingen ø125	ø200	ø250	ø300
<i>PVC</i>	☐	☐	☐	-
<i>Beton</i>	-	-	-	☐

Bij de kostenberekening is uitgegaan van de volgende punten:

- Bij het berekenen van de kosten van het rioleren in gres is uitgegaan van Waterland waar diameters van ø250 mm en ø200 mm voor het hoofdriool zijn gebruikt, en ø150 supersleve buizen voor de aansluitingen.
- Bij het berekenen van de kosten van het rioleren in PVC is uitgegaan van het rioolstelsel van Waterland, maar dan als materiaal PVC in plaats van gres. Voor de huisaansluitingen zijn als hulpstukken een ontstoppingsstuk, een bocht en een inlaat gebruikt.
- Er is ook nog een tussenweg bekeken, namelijk een combinatie van gres en PVC. Hierbij is het riool in gres uitgevoerd en de aansluitingen in gres en PVC. De aansluitingen zijn als volgt

opgebouwd: als inlaat is een gres t-stuk gebruikt, als standpijp een gresbuis, hier bovenop wordt een supersleve t-stuk aangebracht, met daaraan vast een PVC overgangsstuk. De rest van de uitlegger wordt in PVC uitgevoerd.

- In de kostenoverzichten is de totale aanneemsom herberekend. Van de materiaalkosten zijn alleen de kosten van rioleringsmaterialen opgenomen. Dit houdt in dat de berekende bouwsommen en totalen **niet** de totale projektkosten zijn, maar alleen maat zijn voor de **kostenverschillen**. De aanneemsom van f 1.800.000,- is de werkelijke aanneemsom van het bestek "Drielanden fase 2 Bouwrijp Maken". De totale kosten incl. BTW en VAT bedroegen f 3.365.000,-. De totale kosten van fase 1 (kop Zonland) bedroegen f 1.500.000,-. Het gehele bouwrijp maken van de lokatie heeft dus f 4.865.000,- gekost.

Gebruik van gres levert meerkosten op bij de nieuwaanleg van riolering. De extra kosten worden veroorzaakt doordat het materiaal gres duurder is dan PVC, en omdat het leggen van het riool met gres bewerkelijker is. Dit laatste komt doordat de gresbuizen zwaarder zijn en het op maat maken iets meer tijd kost.

De berekening van PVC als vervanging van gres.

Hierbij wordt er van uitgegaan dat alle gres wordt vervangen door PVC.

De kosten van gres zijn **werkelijke** kosten, de kosten van PVC zijn **fictieve** kosten.

	<i>GRES</i>	<i>PVC</i>	<i>Vershil</i>
<i>Aanneemsom</i>	f 1.800.000,-	f 1.752.740,-	f 47.200,-
<i>Rioleringsmaterialen</i>	f 137.100,-	f 94.600,-	f 42.500,-
<i>Ged. Bouwsom</i>	f 1.937.100,-	f 1.847.340,-	f 89.760,-
<i>TOTAAL incl. BTW en VAT</i>	f 2.508.500,-	f 2.392.300,-	f 115.900,-

Het percentage dat het subtotaal uitmaakt van de aanneemsom is als volgt berekend:

$$(f 1.447.000 / f 1.800.000) * 100 \% = 80,4 \%$$

Dit percentage is gehanteerd om de fictieve aanneemsom met gebruik van PVC te berekenen.

De berekening van de combinatie gres/PVC als vervanging van gres.

Gres/PVC : een gres hoofdriool met PVC aansluitleidingen vanaf de standpijp.

Gres : hoofdriool en aansluitleidingen volledig in gres, zoals het is uitgevoerd.

	<i>GRES aansluitleidingen</i>	<i>PVC aansluitleidingen</i>	<i>Vershil</i>
<i>Aanneemsom</i>	<i>f 1.800.000,-</i>	<i>f 1.779.350,-</i>	<i>f 20.650,-</i>
<i>Rioleringsmaterialen</i>	<i>f 137.100,-</i>	<i>f 128.600,-</i>	<i>f 8.500,-</i>
<i>ged. Bouwsom</i>	<i>f 1.937.100,-</i>	<i>f 1.907.950,-</i>	<i>f 29.150,-</i>
<i>TOTAAL incl. BTW en VAT</i>	<i>f 2.508.500,-</i>	<i>f 2.470.800,-</i>	<i>f 37.700,-</i>

3.4 Scheiden van grijs en zwart afvalwater

Het DWA-riool van Waterland is gescheiden in een grijs water afvoer (GWA) en een zwart water afvoer (ZWA). Het grijze water wordt lokaal gezuiverd, wat één van de meest bijzondere toepassingen is in Drielanden. Het lokaal zuiveren van het zwarte afvalwater was niet haalbaar. Daarom is er gekozen voor gescheiden inzameling. Bovendien levert de scheiding in de toekomst mogelijkheden op voor experimenten van hergebruik van grijs afvalwater.

De toepassing van het scheiden van afvalwaterstromen, en van het lokaal zuiveren in een helofytenfilter heeft tot een aantal ingrepen geleid:

- Er komt een verdubbeling van het DWA-riool.
- Er komt een verdubbeling van het aantal huisaansluitingen.
- Er worden extra putten geplaatst als gevolg van de verdubbeling van het DWA riool.
- Er wordt meer grondwerk verricht als gevolg van het extra riool (een verbreding van de rioolsleuf van 1,40 m)
- Er moet een pompemaal en persleidingen komen.
- Er wordt een helofytenfilter met in- en uitlaatwerken aangelegd.
- Als proef wordt een infiltratiefilter aangelegd.

Nadat het systeem in werking is getreden zullen ook nog kosten worden gemaakt met het onderhoud, en de stroom die nodig is voor het pompemaal. Deze kosten zijn in dit gedeelte niet opgenomen. Het onderzoek naar de werking van het systeem gaat $\pm$ f100.000,- kosten.

Om een goede vergelijking te kunnen maken tussen de beide systemen, is er van uitgegaan dat er geen Gustavsberg-systeem wordt toegepast. De toepassing van het Gustavsberg-systeem heeft tot gevolg dat de zwart water-aansluitingen per bouwblok worden gekoppeld. Dit heeft tot gevolg dat er minder riolering gelegd hoeft te worden en dat het aantal huisaansluitingen beperkt wordt tot het aantal bouwblokken. Aangezien het Gustavsbergsysteem is gefinancierd met de winst die is ontstaan uit de besparing op het zwart waterriool, is het Gustavsbergsysteem voor deze prijsvergelijking niet interessant. Het levert alleen een vertroebeld beeld. Belangrijkste reden is dat we hier kijken naar de direkte kosten van het bouwrijp maken, terwijl de bijdrage aan het

Gustavsbergsysteem direkt uit de grondexploitatie is betaald. Deze bijdrage bedroeg, inclusief waterbesparende kranen, overigens f 178.000,- incl BTW en VAT.

Ten behoeve van de vergelijking is als rioleringsmateriaal in deze fictief met PVC gerekend. De vergelijking tussen PVC en gres komt elders aan de orde.

Er wordt dus vergeleken:

ZWA/GWA: Een scheiding van het afvalwater in ZWA en GWA riolering, uitgevoerd in PVC, zonder de toepassing van het Gustavsberg-systeem. Het grijs afvalwater wordt opgevangen in een pompemaal, verpompt naar een helofytenfilter en aldaar gezuiverd.

DWA: Een traditionele DWA riolering, uitgevoerd in PVC, zonder de toepassing van het Gustavsberg-systeem. Het riool voert alle water rechtstreeks af naar het moerriool langs de Stuurboordswal.

In deze berekening is evenals in paragraaf 3.2 wel de totale aanneemsom uitgerekend, maar voor de materialen is slecht het verschil in kosten uitgerekend. De berekende bouwsommen en totalen geven dus alleen een indicatie voor de verschillen aan, niet de werkelijke projectkosten.

De berekening van het verschil tussen DWA en ZWA/GWA

	<i>ZWA/GWA</i>	<i>DWA</i>	<i>Vershil</i>
<i>Aanneemsom</i>	f 1.762.570,-	f 1.619.490,-	f 143.080,-
<i>Rioleringsmaterialen: meerkosten</i>	f 96.340,-	f -	f 96.340,-
<i>Ged. Bouwsom</i>	f 1.858.910,-	f 1.619.490,-	f 239.420,-
<i>TOTAAL incl. BTW en VAT</i>	f 2.407.300,-	f 2.097.240,-	f 310.060,-

3.5 Wijkwater.

Het wijkwatercirculatiesysteem heeft betrekking op de gehele wijk Drielanden. De kenmerken van het systeem zijn de volgende:

- vergroting van het wateroppervlak van 4 á 5 % naar 10 %.
- duikers voor het doorlaten van water in en uit de omliggende polder.
- een pompemaal (nr. 2) ten behoeve van het rondpompen van het wijkwater en een persleiding.
- een helofytenfilter (nr. 2) ten behoeve van de zuivering, met in- en uitlaatwerken.

De kosten op termijn, zoals onderhoud en de stroom van het gemaal, zullen niet in de berekening worden meegenomen. Ook de extra kosten ten gevolge van de vergroting van het wateroppervlak tot 10% van het totaal zullen in de berekening niet worden meegenomen.

In de berekening worden de kosten bepaald van een systeem dat een open verbinding heeft met de polder, waar geen zuivering en circulatie plaatsvindt.

In deze berekening is evenals in paragraaf 3.2 wel de totale aanneemsom uitgerekend, maar voor de materialen is slecht het verschil in kosten uitgerekend. De berekende bouwsommen en totalen geven dus alleen een indicatie voor de verschillen aan, niet de werkelijke projectkosten.

	<i>Wijkwater met helofytenfilter</i>	<i>Open watersysteem</i>	<i>Vershil</i>
<i>Aanneemsom</i>	<i>f 1.800.000,-</i>	<i>f 1.702.900,-</i>	<i>f 97.100,-</i>
<i>Materialen filter e.d.</i>	<i>f 66.600,-</i>	<i>f -</i>	<i>f 66.600,-</i>
<i>ged. Bouwsom</i>	<i>f 1.866.600,-</i>	<i>f 1.702.900,-</i>	<i>f 163.700,-</i>
<i>TOTAAL incl. BTW en VAT</i>	<i>f 2.417.200,-</i>	<i>f 2.205.300,-</i>	<i>f 211.900,-</i>

DEEL 4 EVALUATIE

Het thema water

Dit thema is goed benoembaar en hanteerbaar gebleken. Tegen betrekkelijk geringe meerkosten blijkt een verbetering van het watersysteem als geheel mogelijk te zijn. De voornaamste componenten hierin, ten opzichte van traditionele wijken zijn:

- een groter nat oppervlak (ca. 10%);
- minder lozing van (regen) water;
- variatie in diepte, oevers en begroeiing.

Het grootste nadeel bij dit thema vormt het grondgebruik. Hier staat tegenover dat besparingen in kosten van rioolaanleg mogelijk zijn.

In toekomstige wijken is het raadzaam een groter percentage oppervlaktewater, als in Drielanden, tot norm te verheffen. Het is wel belangrijk dat er een structuur wordt uitgewerkt in samenhang met de totale waterkringloop en waterbalans binnen een wijk. Thema's die om een meer specifieke aandacht in toekomstige projecten vragen zijn:

- scheiding van (regen)waterstromen aan de bron;
- infiltratie;
- conservering.

In feite zal er in de toekomst steeds meer een "natuurlijke" waterbalans worden nagestreefd, waarbij alleen het (landelijke) neerslagoverschot en het echt vervuilde water worden afgevoerd. Drielanden heeft Groningen in een ontwikkelingsproces gebracht met perspectief op een duurzame, waterrijke stad.

Afvalwaterscheiding

De scheiding van afvalwater zoals Waterland wordt toegepast vormt een stap in één mogelijke richting van riolering in de toekomst. Het zuiveren van grijs afvalwater binnen de wijk is een brongerichte aanpak van afvalwater. Bewoners worden direct geconfronteerd met hun eigen afvalwater. Het helofytenfilter loost binnen de wijk. Onderzoek zal moeten uitwijzen of het watersysteem inderdaad de verwachte hoge waterkwaliteit kan handhaven.

In toekomstige wijken hoeft grijs waterzuivering niet te worden herhaald. Relevante opties voor afvalwaterbehandeling in de toekomst zijn:

- zuivering van alle afvalwater in een helofytenfilter. Dit zal dan om redenen van hygiëne en stankoverlast op redelijke afstand van een woonwijk moeten gebeuren.
- meer aandacht voor hergebruik van (grijs) afvalwater, een 2e waterleidingnet en waterbesparing.

Kosten

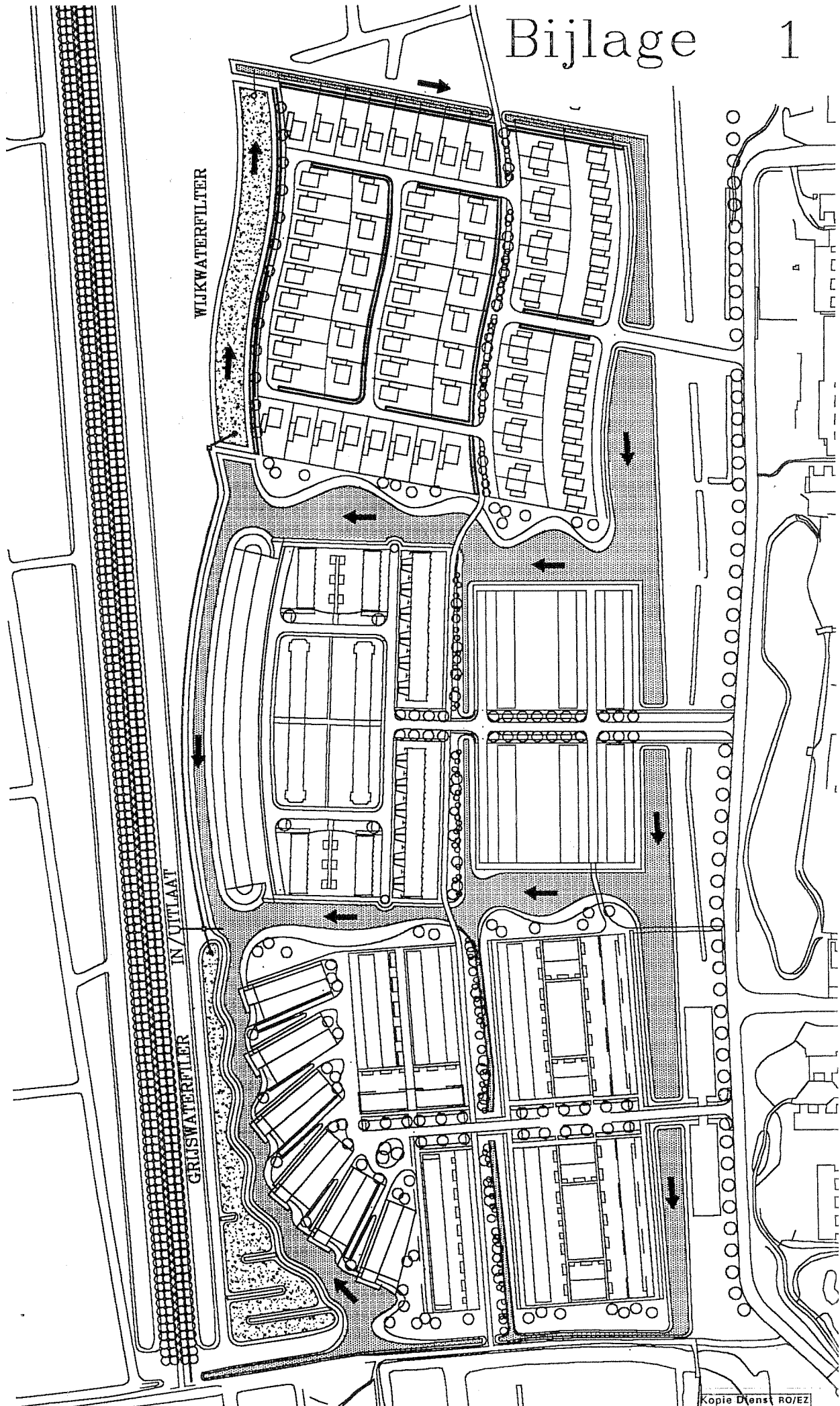
De gekozen opties in Drielanden zijn prijsverhogend geweest ten opzichte van traditioneel bouwen. De meerkosten van gres riolering zijn betrekkelijk gering (f 150.000,-). De meerkosten van het scheiden van grijs en zwart afvalwater (inclusief zuivering) zijn aanzienlijk hoger (f 310.000,-). De meerkosten van het wijkwatersysteem zijn f 210.000,-.

Behalve deze meerkosten zijn er ook aanzienlijke besparingen gerealiseerd in de omvang van het verhard oppervlak en het regenwaterrioleringsstelsel.

Exploitatief lijkt een goed oppervlaktewatersysteem op te wegen tegen riolering. Aangezien de besparingen niet zijn berekend, en wij geen inzicht hebben in de exploitatie van Drielanden, is dat op deze plaats niet te onderbouwen.

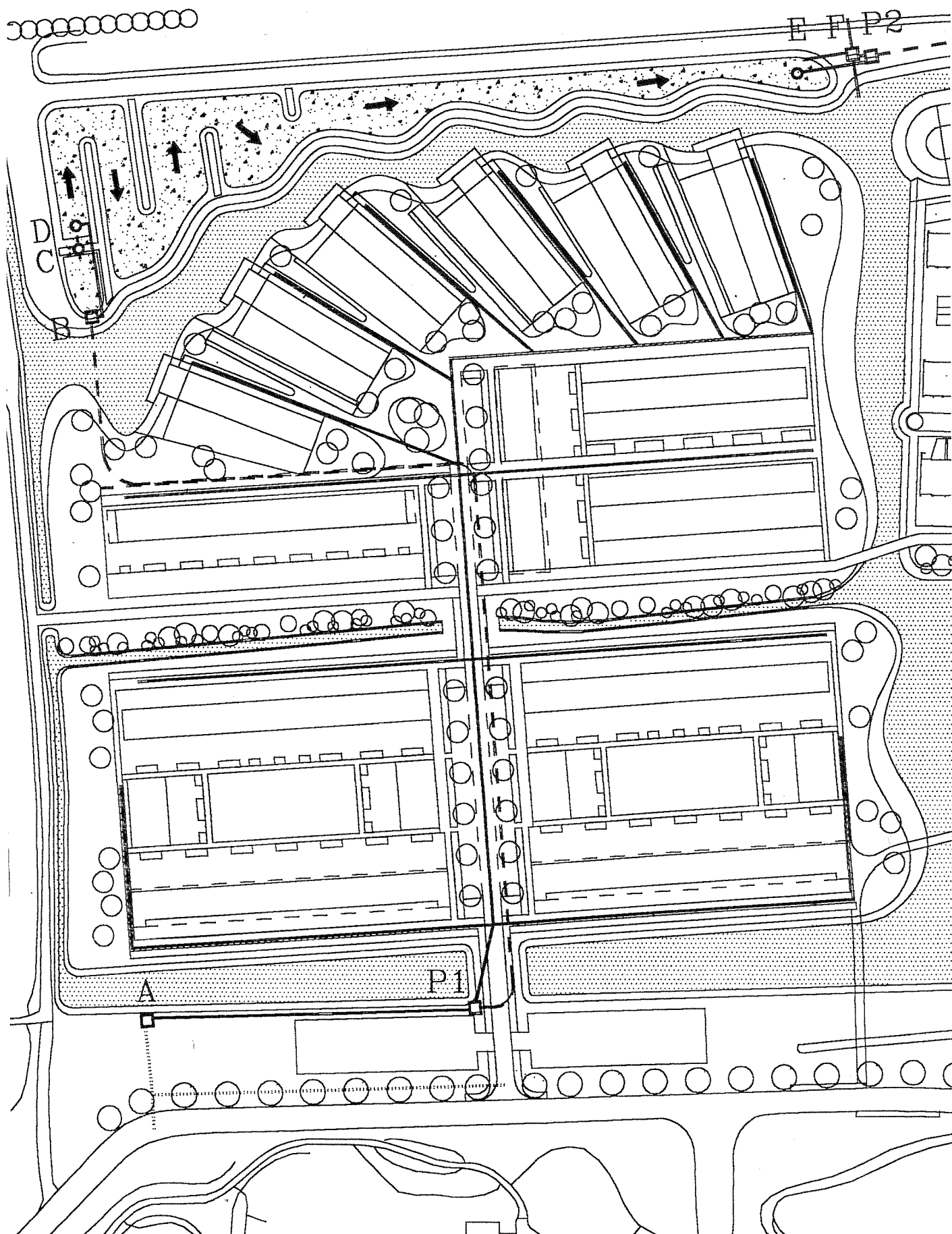
Drielanden Wijkwaterstruktuur

Bijlage 1



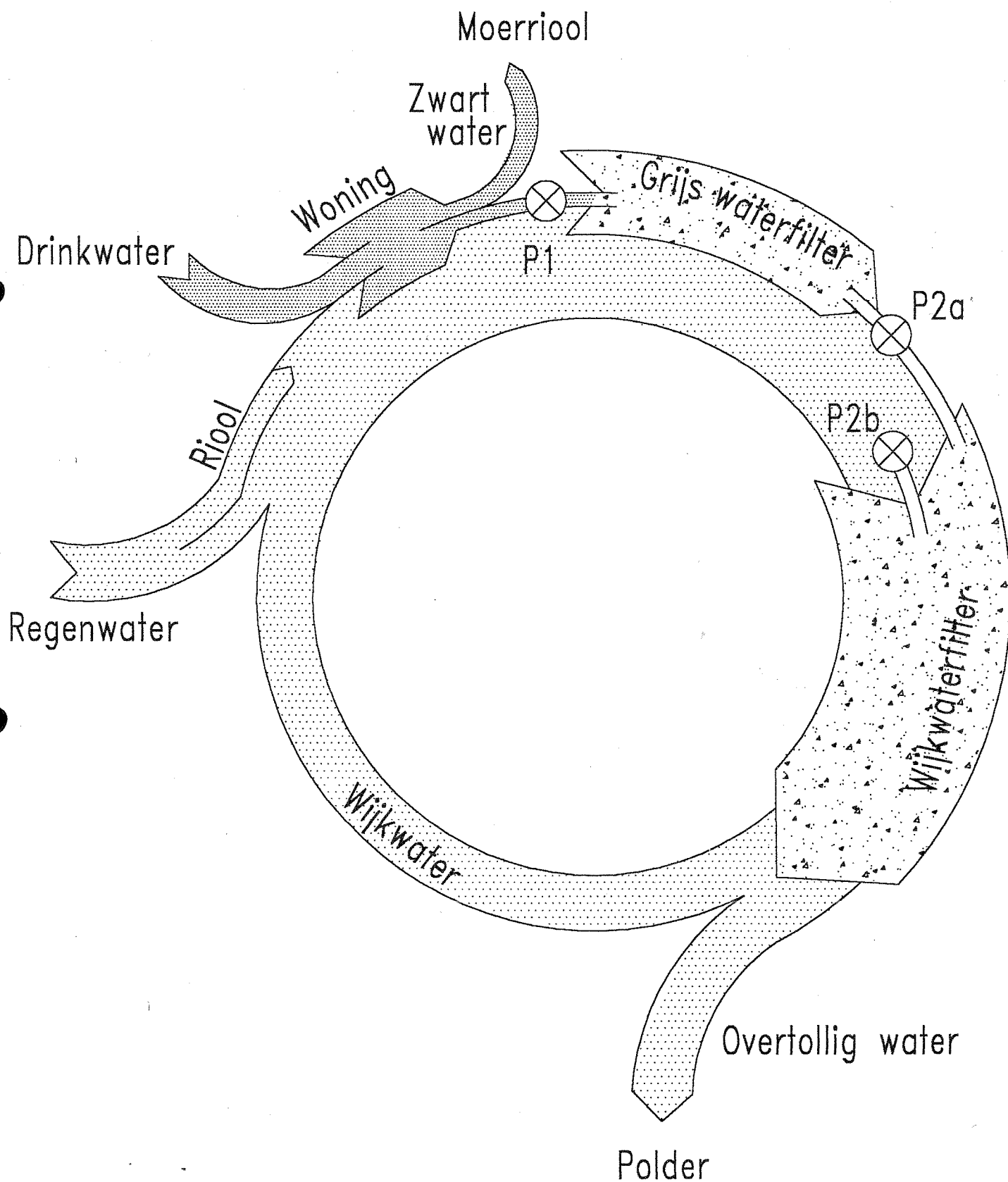
Bijlage 2

Waterland Grijs Afvalwater



Bijlage 4

Waterkringloop Waterland



Bijlage 3

Waterland Zwart Afvalwater



Bijlage 5

Evaluatie en kostenbeschouwing

P. Saathof, Lareco Nederland b.v.

GRES-TOOL

LEVERANTIE

Retourzendingen levert problemen.
Bij leverancier Giverbo is materiaal kennis gering.
Fabrikant Euro Ceramic heeft de levering op het werk zeer goed begeleid.
Advies; in het vervolg materialen betrekken rechtstreeks van fabrikant.
Kwaliteit van geleverde materialen was voorzover waarneembaar goed.
De huidige generatie gresbuizen die zijn voorzien van kunststof (polyurethaan) ringen in de mof en op de spie zijn geweldig verbeterd ten opzichte van de oude buizen.
Gresbuizen die in het verleden werden toegepast waren op zich goed, maar de verbinding was een zwakke schakel.

VERWERKING

Omdat de in de hoofdstreng toe te passen T-stukken een korte lengte hebben (0,60 m') is het wenselijk deze 1 à 2 cm hoger te leggen waarmee wordt voorkomen dat door het leggen van de eerstvolgende buis (2,0m') het T-stuk te ver naar beneden wordt weggedrukt.
Door de vaste verbinding van de zachte Pu-ring op de spie en de harde Pu-ring in de mof is de kans op lekkage ten opzichte van de gebruikelijke rubbering bij beton nihil.
Het uitrijden en uitleggen van de gresbuizen dient met grote zorgvuldigheid te gebeuren i.v.m. het kwetsbare karakter van het gres.
Het aanbrengen van gres super sleve huis- en kolkaansluitingen is zeer bewerkelijk qua uitrijden en leggen.

PRIJS; zie bijlage

CONCLUSIE'S EN AANBEVELINGEN

De meeste van de in het milieuplan genoemde milieu-eisen zijn in de praktijk gehanteerd en hebben positief uitgewerkt in hiervoor genoemde doelen.
Gedurende de uitvoering is het algemene milieu besef bij het personeel betrokken bij de uitvoering toegenomen.
Bij inschakeling van onderaannemers moeten ook bij hen milieu gedragsregels vooraf worden doorgenomen.
Gegeven de mogelijke kwaliteitsverbeteringen, de theoretische levensduur van 100 jaar ten opzichte van die van beton (40 jaar), en prijzen ligt het voor de hand rioolstelsels in uitbreidingsplannen uit te voeren in gres voor hoofdleidingen en gerecycled p.v.c. voor huis en kolkaansluitingen.
Tot slot een relativerende opmerking.
Op de keper beschouwd is "ecologisch" bouwrijpmaken niet sterk afwijkend van bouwrijpmaken zoals dat voor "Drielanden" uitgevoerd werd.
Het is echter mogelijk een bijdrage te leveren (hoewel moeilijk te kwantificeren) aan de beperking van milieu bezwaren die het noodzakelijk bouwrijp- woonrijpmaken nu eenmaal inhouden.

Vergelijking prijzen van uitvoering riool in beton en p.v.c. ten opzichte van gres.

Als voorbeeld is genomen Waterland in Drielanden met voor deze wijk specifieke uitgangspunten;

- 166 woonhuizen
- 40 kolkaansluitingen standaard
- 166 aansluitingen voor standaard DWA (standaard) op een hoofdriool
- 332 aansluitingen voor "zwart" en "grijs" water (ZWA en GWA) op twee hoofdriolen
- 83 aansluitingen gebombineerd voor RWA

Genoemde prijzen zijn exclusief;
leverantie zand, leveren en aanbrengen putten, bemaling, eenmalige kosten, uitvoering en winst en risico.

GRES

Afvoer	Lengte(m') of stuks	Soort	Diam. mm	Prijs leggen	Prijs lev.	Prijs tot.	Afvoer Lengte(m') of stuks	Soort	Diam. mm	Prijs leggen	Prijs lev.	Prijs tot.	Prijs verschil
ZWA	380	gres	250	33	50	83	DWA	pvc	250	28	23	51	32
ZWA	90	gres	200	33	37	70	DWA	pvc	200	28	15	43	27
GWA	1260	gres	200	30	37	67	DWA	pvc	200	25	15	40	27
RWA	290	gres	200	30	37	67	RWA	beton	300	30	28	58	9
ZWA	790	gres	150	35	14	49	DWA	pvc	160	25	11	36	13
ZWA	175	gres	150	38	14	52	DWA	pvc	160	28	11	39	13
G+RWA	1100	gres	150	35	14	49	D+RWA	pvc	160	25	11	36	13
	40	T-st.	250	32	95	127		gatbuis	160		36	36	
	210	T-st.	200	32	72	104		kliekind.	160	15	15	30	
	580	hulpst.	150	20	30	50		hulpst.	160	8	20	28	22

Totaal Gres ca. f 300.000,- Totaal Beton/Pvc ca. f 190.000,-

Dat wil zeggen per woning ca. f 1.800,- Dat wil zeggen per woning ca. f 1.150,-

Opmerkingen; uitvoering in gres is ca. 50% duurder dan uitvoering in beton en pvc.
In Waterland is behalve het materiaal ook gekozen voor extra lengte hoofdriool en huisaansluiting ten behoeve van scheiding DWA in ZWA en DWA.

