

Gemeente Schiedam

Waterretentie Vlietland

Witteveen+Bos
Willemstraat 28
postbus 3465
4800 DL Breda
telefoon 076 523 33 33
telefax 076 514 44 42

Waterretentie Vlietland

referentie SDM104-3-P/niel2/002	projectcode SDM104-3-P	status concept 01
projectleider drs.ing. A.Balla	projectdirecteur prof.dr.ir. F.H.L.R. Clemens	datum 10 juni 2010

autorisatie goedgekeurd	naam drs.ing. A.Balla	paraaf
-----------------------------------	---------------------------------	---------------

INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	1
1.1. Aanleiding	1
1.2. Doelstelling	1
1.3. Leeswijzer	1
2. INVENTARISATIE RETENTIEVOORZIENINGEN	2
2.1. Waterkelder	2
2.2. Vegetatiedaken	3
2.3. Lavakoffers	4
2.4. Waterbergende fundering	4
2.5. Beoordeling oplossingsrichtingen	6
3. INPASSING EN KEUZE UIT RETENTIEVOORZIENINGEN	7
3.1. Het stedenbouwkundig plan	7
3.2. Retentieopgave en toelaatbare afvoer	8
3.3. Inpasbaarheid retentievoorzieningen	8
3.4. Keuze uit oplossingsvarianten	9
3.5. Afvoermogelijkheden	10
4. ONTWERP RETENTIEVOORZIENING EN AFVOER	12
4.1. Ontwerp retentievoorziening	12
4.2. Ontwerp hemelwaterafvoer	12
4.3. Indicatieve kostenraming	14
4.4. Onderzoek en monitoring	14
4.5. Aanbevelingen beheer en onderhoud	15
5. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	17
5.1. Waterretentie	17
5.2. Waterafvoer	17
6. REFERENTIES	18
 laatste bladzijde	 22
 bijlagen	 aantal bladzijden
I Bergingsberekeningen	1
II Rioleringskaart	1
III Kostenraming aanleg waterbergende fundering en afvoer	3

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding

In 2008 heeft Witteveen+Bos voor de gemeente Schiedam een waterparagraaf opgesteld voor de herontwikkeling van de voormalige ziekenhuislocatie Vlietland. Hieruit is gebleken dat het niet mogelijk is om binnen het stedenbouwkundige plan open water aan te leggen [ref. 1]. Daarna is in 2009 door Witteveen+Bos nagegaan of het benodigde oppervlak aan open water kan worden gerealiseerd door het verbreden van de singels langs de Stadhouderslaan. Ook dit bleek niet haalbaar te zijn [ref. 2].

Op 25 januari 2010 heeft een overleg tussen de gemeente Schiedam en het hoogheemraadschap van Delfland (HHD) plaatsgevonden. Hierbij is afgesproken dat de retentieopgave moet worden opgelost door middel van een retentievoorziening die water in het plangebied vasthoudt en vertraagd afvoert. Met het overleg is een voorkeur uitgesproken voor het toepassen van waterbergende fundering. Andere opties zijn de toepassing van een waterkelder, lavakoffers of vegetatiedaken.

Voor de vertraagde afvoer uit de voorziening gaat de voorkeur uit naar afvoer via een leiding op de singel langs de Stadhouderslaan. Indien dit niet inpasbaar is vanwege bestaande leidingen, is vertraagde afvoer op de boezem middels een nieuw aan te leggen gemaal een alternatief.

1.2. Doelstelling

Met dit onderzoek worden de volgende oplossingsrichtingen geïnventariseerd om invulling te geven aan de retentieopgave bij de herontwikkeling van de ziekenhuislocatie Vlietland: een waterkelder, lavakoffers, vegetatiedaken en waterbergende fundering. Aan de hand van de inventarisatie en het planvoornemen wordt afgewogen welk alternatief het best inpasbaar is. Dit alternatief wordt vervolgens verder uitgewerkt en gedimensioneerd aan de hand van de uitgangspunten van het HHD en de ontwerp-richtlijnen uit de Leidraad Riolering.

Bij het onderzoek zijn tevens enkele aanvullende werkzaamheden inbegrepen:

- het opstellen van een indicatieve kostenraming voor de aanleg van de gekozen oplossingsrichting;
- aandacht voor beheer en onderhoud;
- nagaan van de inpasbaarheid van de afvoerleidingen en de dimensionering hiervan.

Vervolgens zal de eerder opgestelde waterparagraaf voor de Ziekenhuislocatie Vlietland worden aangepast (dit is onderdeel van de opdracht) [ref. 1].

1.3. Leeswijzer

Onderhavig rapport kan als volgt worden gelezen:

- in hoofdstuk 2 is een algemene inventarisatie van de mogelijke retentievoorzieningen uitgewerkt;
- in hoofdstuk 3 wordt ingezoomd op de inpassingsmogelijkheden op planniveau en wordt een keuze uit de retentievoorzieningen gemaakt;
- tot slot is in hoofdstuk 4 het ontwerp van de retentievoorziening en de afvoer uitgewerkt;
- hoofdstuk 5 geeft een algemene conclusie en aanbevelingen.

2. INVENTARISATIE RETENTIEVOORZIENINGEN

Tijdens het afstemmingsoverleg tussen de gemeente Schiedam en het hoogheemraadschap van Delfland op 25 januari 2010 zijn verschillende oplossingsrichtingen voor een retentievoorziening besproken, te weten, de inpassing van één van de volgende voorzieningen:

- een waterkelder;
- vegetatiedaken;
- lavakoffers;
- waterbergende fundering.

In onderstaande paragrafen is een korte inventarisatie uitgewerkt over de werking van de verschillende retentievoorzieningen. Iedere paragraaf eindigt met een tabel waarin kengetallen worden genoemd ten aanzien van de toepasbaarheid, waterberging, waterzuivering, het beheer en onderhoud, ervaringen en de aanlegkosten. Dit zijn allen belangrijke criteria die mede bepalend zijn voor de te maken keuze. Een keuze wordt overigens nog niet in dit hoofdstuk gemaakt, maar pas wanneer het planvoornemen is beoordeeld (zie hoofdstuk 3).

2.1. Waterkelder

Een waterkelder is een ondergrondse betonnen constructie die tijdelijk hemelwater kan bergen en die het hemelwater vervolgens vertraagd afvoert naar het oppervlaktewater (zie afbeelding 2.1 voor twee referentiefoto's). De constructie is inpasbaar onder bijvoorbeeld een weg, parkeerplaats of groenzone.

afbeelding. 2.1. Referentiefoto's waterkelder



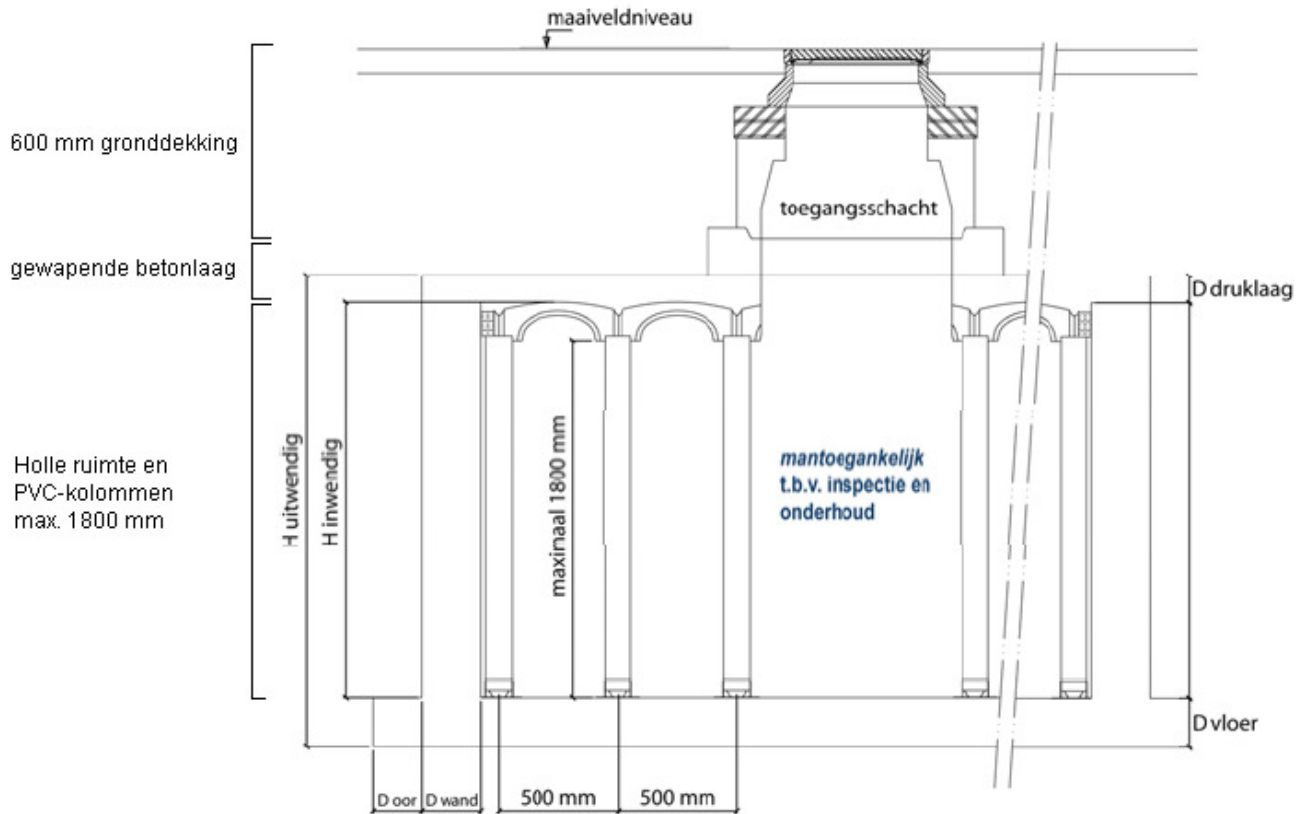
Bron: www.waterblock.nl



Bron: www.wketelaars.nl

De bodem van de kelder bestaat uit gestort beton, waar betonnen wanden omheen worden geplaatst. In de kelder worden verticaal PVC-buizen aangebracht ter vergroting van de draagkracht van de constructie. Op deze PVC-buizen worden koepelvormige, kunststoffen deksels geplaatst waar vervolgens beton op wordt gestort om de kelder af te dekken. De constructie heeft over het algemeen een hoogte van maximaal 2,0 m. De gronddekking op de kelder is gebruikelijk 0,6 m. Diepe kelders kunnen voor onderhoud via een put toegankelijk worden gemaakt. De bovengrondse open- en niet bebouwde ruimte die benodigd is voor inpassing van de kelder varieert en is afhankelijk van de bergingsbehoefte. In afbeelding 2.2 wordt een tekening gegeven van de doorsnede van een waterkelder.

afbeelding 2.2. Tekening van doorsnede waterkelder [ref. 4]



tabel 2.1. Kengetallen ten aanzien van de waterkelder

aspect	
toepasbaarheid	<ul style="list-style-type: none"> - inpasbaar onder een weg (tot verkeersklasse 60), parkeerplaats of groenzone; - moet op voldoende afstand van bomen gesitueerd zijn (in verband met. beworteling); - het systeem moet toegankelijk zijn voor onderhoud; - de inpassing moet worden afgestemd met kabels en leidingen;
waterberging	<ul style="list-style-type: none"> - berging van afvloeiend hemelwater uit het hele plangebied, via een hemelwaterriool; - iedere m² beschikbaar oppervlak kan bij maximale benutting 1,8 m³ waterberging opleveren;
waterzuivering	<ul style="list-style-type: none"> - geen zuiverende werking. In de kelder kan bezinking optreden van onopgelost vuil;
beheer en onderhoud	<ul style="list-style-type: none"> - jaarlijkse inspectie wordt aanbevolen; - reiniging: weinig over bekend. Naar schatting gemiddeld eens in de 5 jaar met hogedrukreiniging;
ervaringen	<ul style="list-style-type: none"> - verspreid over Nederland zijn waterkelders ingepast om aan een bergingsopgave te voldoen; - voorbeelden: Delft, Amsterdam, Eindhoven, Enschede;
kostenindicatie aanleg (eenheidsprijs)	<ul style="list-style-type: none"> - EUR 300 - 400 per m³ waterberging.

2.2. Vegetatiedaken

Vegetatiedaken zijn retentievoorzieningen die op daken met een helling tot 45° kunnen worden toegepast (zie afbeelding 2.3. voor referentiefoto). Een vegetatiedak bestaat uit een substraatlaag begroeid met veelal mos-sedum- of grasvegetatie voor de waterberging, met daaronder een drainagelaag voor de afvoer van overtollig water. Waterkerende folie houdt de onderliggende dakconstructie droog. Gemiddeld kan 15 mm hemelwater op een vegetatiedak worden geborgen [ref. 5].

afbeelding 2.3. Referentiefoto vegetatiedak



Bron: www.woonbron.nl

tabel 2.2. Kengetallen ten aanzien van vegetatiedaken

aspect	
toepasbaarheid	- toepasbaar op daken met een helling <45°;
waterberging	- berging van uitsluitend (een deel van) het hemelwater dat op het dak valt;
waterzuivering	- in de substraatlaag vindt zuivering van hemelwater plaats;
beheer en onderhoud	- extensieve mos-sedumdaken vereisen weinig onderhoud;
ervaringen	- jaarlijks moeten zaailingen verwijderd worden en de waterafvoer gecontroleerd worden;
	- veelvuldig toegepast in het buitenland (Duitsland, Zweden en Canada), minder in Nederland;
kostenindicatie aanleg (eenheidsprijs)	- voorbeelden in Nederland: Delft Universiteit, Schiphol Amsterdam;
	- EUR 2.000,- per m ³ waterberging (gebaseerd op meerprijs t.o.v. regulier dak).

2.3. Lavakoffers

Lavakoffers of lavafilters zijn retentievoorzieningen die onder het maaiveld kunnen worden aangebracht. Het lavasteen heeft een hoge porositeit om een waterbergingsvolume te creëren en een zuiverende werking. Lavafilters worden veelvuldig voor luchtbehandeling toegepast, maar inzet voor waterberging in stedelijk gebied is in de praktijk nog een nieuw fenomeen.

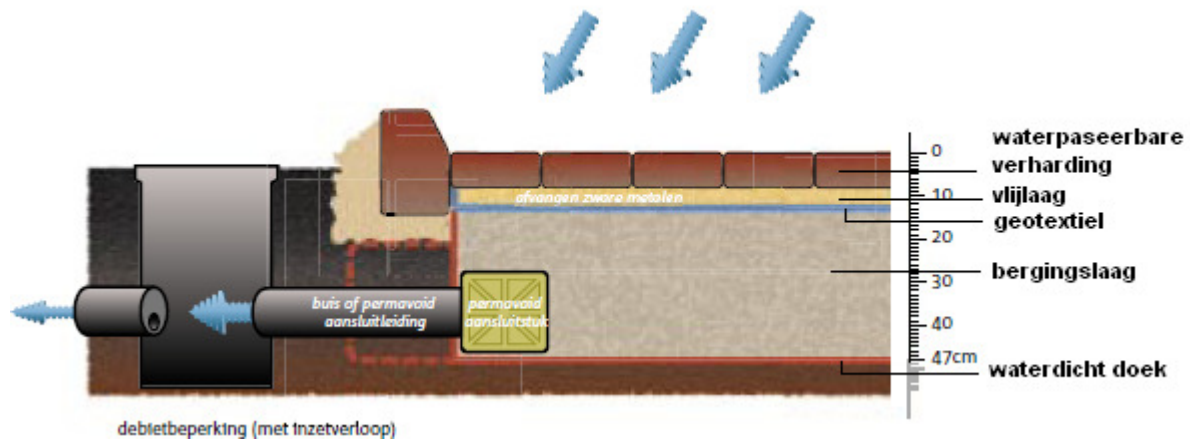
tabel 2.3. Kengetallen ten aanzien van lavakoffers

aspect	
toepasbaarheid	- inpasbaar onder onverhard oppervlak;
waterberging	- berging van afvloeiend hemelwater uit het hele plangebied, via een hemelwaterriool;
	- over de effectiviteit is nog weinig bekend;
waterzuivering	- in de lavakoffers vindt biologische zuivering plaats met behulp van micro-organismen;
beheer en onderhoud	- weinig over bekend;
ervaringen	- in een bestaande wijk in Werkendam wordt een pilot uitgevoerd;
kostenindicatie aanleg (eenheidsprijs)	- weinig over bekend.

2.4. Waterbergende fundering

Waterbergende fundering maakt het mogelijk om het wegoppervlak te benutten voor hemelwaterretentie. De twee belangrijkste componenten van een dergelijk systeem zijn de waterdoorlatende bestrating en de waterbergende funderingslaag. Voor de waterzuivering en de afscherming van de fundering van de ondergrond heeft het systeem daarnaast een ingebouwde vlijlaag, een geotextiel en eventueel een waterdicht doek. Een veel toegepaste waterbergende fundering is Aquaflow. De funderingslaag in een Aquaflowvoorziening heeft een grove en open structuur met bijna 40 % holle ruimte [ref. 9]. De systeemopbouw van Aquaflow wordt in afbeelding 2.4 geïllustreerd.

afbeelding 2.4. Systemopbouw waterbergende fundering (Aquaflow) [ref. 9.]



De inloop van regenwater in de voorziening verloopt via doorlatende voegen of poreuze stenen. In onvervuilde staat is de doorlatendheid van de poreuze stenen zeer hoog (tot meer dan 10.000 l/s.ha). Dit is ruim voldoende om de zwaarste piekbuien mee op te vangen. Door vervuiling van het oppervlak zal de doorlatendheid echter geleidelijk afnemen. Met voldoende onderhoud (vegen) is dit goed te beheersen.

Er zijn zowel infiltrerende als bergende funderingen beschikbaar. Bij de eerste variant zijn geen drains of leidingen noodzakelijk en infiltreert het hemelwater rechtstreeks in de bodem. De infiltratiecapaciteit van de bodem moet voor een dergelijke voorziening wel voldoende zijn. Bij de bergende variant wordt de funderingslaag omhuld met een waterdicht doek. Het hemelwater stroomt bij dit type systeem via drains (in de funderingslaag) naar het oppervlaktewater. In afbeelding 2.5 zijn enkele referentiefoto's van waterbergende fundering opgenomen (Aquaflow).

Op basis van telefonisch contact met Aquaflow B.V. (d.d. 29-03-2010, contactpersoon: de heer Boomsma) blijkt dat de funderingsdikte van het Aquaflowpakket kan worden afgestemd op de waterbergingsbehoefte. Zo toont afbeelding 2.4 een ca. 34 cm dikke funderingslaag, maar afhankelijk van de waterbergingsbehoefte zijn ook dikkere funderingslagen toepasbaar. De waterpasseerbare verharding en filterlaag heeft een dikte van ca. 13 cm.

afbeelding 2.5. Referentiefoto's waterbergende fundering



Bron: www.aquaflow.nl

tabel 2.3. Kengetallen ten aanzien van waterbergende fundering

aspect	
toepasbaarheid	<ul style="list-style-type: none"> - inpasbaar bij wegbanen en parkeerplaatsen (tot verkeersklasse 60); - voorkeur gaat uit naar waterbergende fundering onder de rijbanen. Parkeervakken zijn minder effectief schoon te houden, vanwege geparkeerde auto's. Ook is het risico op verontreinigingen met organische stoffen door bladval hier groter dan op de rijbanen; - inpasbaar bij zowel goede als minder goed doorlatende gronden (wel bepalend voor keuze type waterbergende fundering); - de inpassing moet worden afgestemd met kabels en leidingen; - er dient rekening te worden gehouden met de indeling van het wegprofiel; - het aanbod van het afvloeiende hemelwater van daken kan zowel bovengronds via goten, als ondergronds via leidingen plaatsvinden; - bomen dienen in verband met wortelgroei en bladval op voldoende afstand te worden gepland;
waterberging	<ul style="list-style-type: none"> - berging van hemelwater dat op de doorlatende verharding valt, maar ook van naastgelegen trottoirs en afstromend hemelwater van daken (oppervlakkig of via leidingen);
waterzuivering	<ul style="list-style-type: none"> - in de vlijlaag en het filterdoek vindt afvang van zware metalen en koolwaterstoffen plaats;
beheer en onderhoud	<ul style="list-style-type: none"> - om dichtslibbing van de voorziening te voorkomen dient frequent te worden gereinigd met een reguliere veeg-zuigwagen of ZOAB-cleaner; - extra aandacht voor gebieden waar veel organische delen kunnen vrijkomen, zoals bij bomen; - jaarlijks moet de drain worden doorgespoten en visuele inspectie plaatsvinden;
ervaringen	<ul style="list-style-type: none"> - wordt veelvuldig toegepast, o.a. in Gouda en Delft;
kostenindicatie aanleg (eenheidsprijs)	<ul style="list-style-type: none"> - EUR 150 per m³ waterberging (meerprijs t.o.v. reguliere bestrating).

2.5. Beoordeling oplossingsrichtingen

In tabel 2.5 wordt een oordeel gegeven over alle kengetallen die in voorgaande inventarisatie worden genoemd. De aspecten zijn beoordeeld met positief, negatief of gemiddeld. Sommige informatie is afhankelijk van het planvoornemen of onbekend. Deze aspecten worden in het grijs aangegeven. Uit de tabel blijkt dat de waterkelder en de waterbergende fundering op de meeste punten positief scoren. Vegetatiedaken blijken niet goed te scoren op kosten en waterbergend vermogen. Over lavakoffers is bij de meeste aspecten nog te weinig kennis beschikbaar om een degelijk oordeel te kunnen geven.

tabel 2.5. Score beoordelingscriteria

aspect	waterkelder	vegetatiedaken	lavakoffers	waterbergende fundering
toepasbaarheid				
waterberging		lage effectiviteit		
waterzuivering	geen zuivering			
beheer en onderhoud				
ervaringen			weinig toegepast	
kostenindicatie aanleg		hoge kosten		

Kleuraanduiding:

- groen: scoort positief;
- rood: scoort negatief;
- geel: scoort gemiddeld;
- grijs: geen kengetallen of afhankelijk van planvoornemen en daarom in dit stadium niet te beoordelen.

De toepasbaarheid van een voorziening is uiteindelijk afhankelijk van locatiespecifieke omstandigheden en het planvoornemen. Maatwerk is dus noodzakelijk. In het volgende hoofdstuk zal verder in worden gegaan op inpassingmogelijkheden op planniveau en een uiteindelijke keuze tussen de oplossingsvarianten worden gemaakt.

3. INPASSING EN KEUZE UIT RETENTIEVOORZIENINGEN

Op basis van de criteria inpasbaarheid, kosten (bij gelijke effectiviteit), ervaring, waterzuivering en beheer- en onderhoud zal worden bepaald welke oplossingsvariant in het plangebied zal worden ingepast. Pas daarna wordt de benodigde omvang van de retentievoorziening bepaald en het ontwerp van de voorziening uitgewerkt. Op het criterium 'inpasbaarheid' na, zijn de andere criteria reeds in het vorige hoofdstuk behandeld. Dit omdat de inpasbaarheid afhankelijk is van de toekomstige inrichting van het gebied. In de volgende paragrafen wordt daarom op de inpasbaarheid nagegaan, om vervolgens tot een uiteindelijke keuze tussen de oplossingsvarianten te komen. Vervolgens wordt op basis van locatiespecifieke omstandigheden en het planvoornemen nagegaan hoe de afvoer uit de retentievoorziening het beste kan plaatsvinden.

3.1. Het stedenbouwkundig plan

In januari 2010 is in opdracht van de gemeente Schiedam een 'stedenbouwkundig programma van eisen' opgesteld voor de ziekenhuislocatie [ref. 6]. Het plangebied heeft een oppervlak van ca. 4 ha. Volgens de inrichtingsschets zal het verharde oppervlak in de toekomstige situatie 2,5 ha. zijn. Voor de groenzone (onverharde oppervlak) is 40 % gereserveerd. In afbeelding 3.1. wordt het stedenbouwkundig plan weergegeven.

afbeelding 3.1. Plankaart stedenbouwkundig plan



Om de inpasbaarheid van waterbergende fundering te controleren is inzicht in de bruikbare verhardingen van belang. In de eerder opgestelde waterparagraaf [ref.1] wordt een verdeling van het verhard oppervlak gepresenteerd, zoals weergegeven in tabel 3.1.

tabel 3.1. Verdeling verhard oppervlak toekomstige situatie [ref. 1]

type verharding	oppervlak (m ²)
openbaar weg- en trottoiroppervlak en parkeervakken	11.481
verharding binnen uitgeefbaar terrein	3.172
dakoppervlak gebouwen	8.359
dakoppervlak parkeergarage	1.996

3.2. Retentieopgave en toelaatbare afvoer

De retentievoorziening en afvoer moeten worden gedimensioneerd op basis van de retentieopgave die volgt uit de beleidsuitgangspunten van het HHD en is afgestemd op de inpassingsmogelijkheden in het plangebied. De beleidsuitgangspunten van het HHD worden in het volgende tekstkader gepresenteerd.

beleidsuitgangspunten Hoogheemraadschap van Delfland

In de Beleidsnota Normering Wateroverlast [ref. 3] heeft het HHD haar beleidsuitgangspunten opgenomen ten aanzien van waterretentie. Het uitgangspunt is dat het watersysteem in stedelijk gebied voldoet aan de werknorm van 1 keer per 100 jaar uit het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW).

In de eerder opgestelde waterparagraaf [ref. 1] werden de mogelijkheden voor de inpassing van open water onderzocht om de waterbergingsopgave op te lossen. Op deze waterbergingsopgave is een bergingsnorm van 325 m³/ha van toepassing. Deze norm heeft in de waterparagraaf geleid tot een opgave van 1.300 m³ voor de 4 ha. plangebied. Voor de retentievoorziening moet de toetsing echter aan een T=100 bui van het HHD plaatsvinden. Deze T=100 bui is een langdurige bui van 48 uur en gaat uit van een totale neerslaghoeveelheid van 110 mm. In de bui is rekening gehouden met het zogenaamde kusteffect en de extra neerslag door de klimaatsveranderingen volgens het midden-scenario 2050 Waterbeleid 21e eeuw (+10%). Ten aanzien van de afvoercapaciteit hanteert het HHD een bemalingsnorm van 0,2 m³/min.ha. [ref. 3]

De retentieopgave is berekend op basis van de T=100 bui van het waterschap [ref. 3]. De resultaten van deze berekening zijn opgenomen in bijlage I. Hieruit blijkt dat de retentieopgave 1.690 m³ bedraagt. Opgemerkt wordt dat bij deze berekening is uitgegaan van volledige afstroming van alle verharde oppervlakken (straten, daken, etc.). De retentieopgave blijkt hoger uit te vallen dan de waterbergingsopgave uit de waterparagraaf. Dit komt omdat bij de berekening van de retentieopgave rekening is gehouden met het aandeel verhard oppervlak en de toelaatbare afvoer, terwijl de bergingsnorm van 325 m³/ha een (algemeen) afgeleide bergingsnorm is voor stedelijk gebied.

Voor de vertraagde afvoer is met het hoogheemraadschap van Delfland afgestemd dat een afvoernorm 0,2 m³/min.ha moet worden gehanteerd. Op deze wijze vindt geen afwenteling van te bergen hemelwater plaats.

3.3. Inpasbaarheid retentievoorzieningen

In onderstaande tabel wordt aangegeven of en hoe de oplossingsvarianten in het plangebied in te passen zijn. Lavakoffers zijn gezien de te beperkte praktijkervaringen niet meegenomen in deze tabel.

tabel 3.2. Inpasbaarheid retentievoorzieningen

inpasbaarheid	
vegetatiedaken	- het stedenbouwkundig plan beoogt grotendeels woningen te realiseren met een dakhelling > 45°. woningen met platte daken zullen in de minderheid zijn. hierdoor zijn vegetatiedaken niet of beperkt inpasbaar op de planlocatie. daarmee vallen vegetatiedaken af als mogelijke oplossing;
waterkelder	- in het nieuwe woongebied zal een groot aantal bomen behouden blijven. de aanwezigheid van deze bomen vormt een knelpunt voor de inpassing van een waterkelder. bovendien is het openbaar beschikbare oppervlak beperkt. de beste mogelijkheid voor de inpassing van een waterkelder wordt gevormd door de binnenplaatsen met parkeervakken. hier is ruimte om een kelder met een oppervlakte van 200 - 300 m ² in te passen.
waterbergende fundering	- waterbergende fundering is inpasbaar onder de ontsluitingswegen die door het plangebied lopen (grijs gekleurd in afbeelding 3.1) en op binnenplaatsen. het systeem kan in principe ook onder parkeervakken worden toegepast, maar alleen indien dit noodzakelijk is vanuit de waterbergingsbehoefte, omdat dit oppervlak minder effectief schoon te houden is door geparkeerde auto's. ook is hier het risico op verontreinigingen met organische stoffen door bladval groter dan op de rijbanen.

3.4. Keuze uit oplossingsvarianten

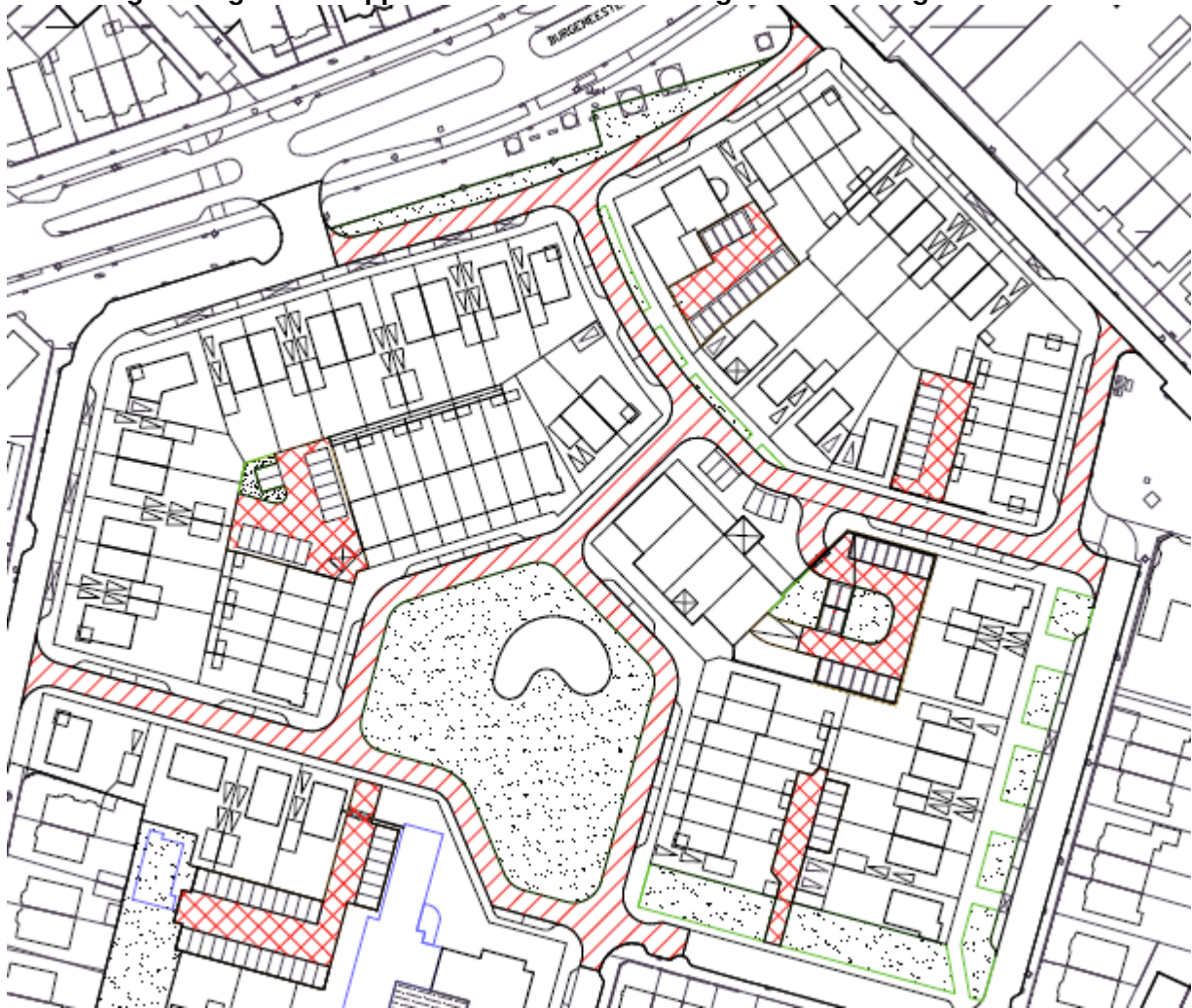
Op basis van het stedenbouwkundig plan blijkt de meeste ruimte beschikbaar te zijn voor de waterbergende fundering. Het vegetatiedak blijkt in het plangebied geen geschikte oplossing te zijn en bovendien slecht te scoren op het aspect effectiviteit. Een waterkelder is op een parkeerplaats in principe wel (beperkt) inpasbaar. Worden echter ook de aanlegkosten mee afgewogen dan blijkt een waterkelder meer te kosten dan waterbergende fundering. De lavakoffers vallen af op het criterium 'ervaring'. Er is nog te weinig over de bergingseffectiviteit van dit type systeem en het beheer en onderhoud bekend, om deze in het plangebied toe te passen. Vandaar dat de keuze valt op inpassing van een retentievoorziening in de vorm van waterbergende fundering. Onderstaand wordt nader bepaald welke oppervlakken benut kunnen worden voor waterbergende fundering.

Om duidelijkheid te krijgen in het voor waterbergende fundering bruikbare aandeel verhard oppervlak, is een digitale tekening van het planontwerp in Autocad-formaat ingemeten (versie 7, d.d. 13-08-2009, aangeleverd door Wissing stedebouw en ruimtelijke vormgeving). Er is van uitgegaan dat parkeerplaatsen (in verband met de slechte beheersbaarheid door geparkeerde auto's), poortjes achter de percelen en trottoirs niet geschikt zijn voor waterbergende fundering. Oppervlakken die wel opgemeten zijn, zijn de ontsluitingswegen in het plangebied en de binnenplaatsen (met uitzondering van parkeervakken). Deze vlakken zijn gearceerd in het plangebied weergegeven in afbeelding 3.2. De bevindingen daarbij zijn als volgt:

- de ontsluitingswegen (in afbeelding 3.1 in het grijs weergegeven) hebben een oppervlak van 3.575 m²;
- de binnenplaatsen (zonder parkeervakken) liggen verspreid over het plangebied (in afbeelding 3.1 in het lichtgrijs weergegeven). Deze delen hebben een gezamenlijk oppervlak van 1.960 m².

Veiligheidshalve is er rekening mee gehouden dat in de kroonprojectie van bestaande, te handhaven bomen geen waterbergende fundering kan worden aangelegd. Dit oppervlak is maximaal 200 m² (inschatting op basis van Google Maps). Het totaal beschikbare oppervlak voor waterbergende fundering komt daarmee op 5.335 m².

afbeelding 3.2. Ingemeten oppervlakken t.b.v. waterbergende fundering



3.5. Afvoermogelijkheden

De locaties van oppervlaktewater in de omgeving van het plangebied en de ligging van leidingen zijn bepalend voor de afvoermogelijkheden vanaf de retentievoorziening naar open water. Er zijn twee afvoermogelijkheden voorgesteld tijdens het overleg van 25 januari 2010:

- op circa 100 - 150 m ten zuiden van het plangebied ligt ter hoogte van de Stadhouderslaan een waterloop. De maaiveldhoogte rondom deze waterloop is ongeveer NAP +0,30 tot NAP +0,50 m [ref. 2.]. Het praktijkpeil bedraagt NAP -0,53 m tot -0,54 m (om en nabij 1 m drooglegging). Er zijn geen gegevens van peilstijgingen in de huidige situatie bekend. Via een afvoerleiding kan het hemelwater vertraagd op deze waterloop worden afgevoerd. De hemelwaterafvoer kan het beste via de Nassau Dillenburgerstraat plaatsvinden, aangezien de transportafstand door deze straat het kleinst is (circa 130 m, opgemeten op kaart);
- op circa 150 - 200 m noordoostelijk van het plangebied ligt een boezemwatergang bij de Nieuwe Haven. Indien afvoer naar de Stadhouderslaan niet mogelijk blijkt te zijn in verband met de ligging van de aanwezige leidingen, is het alternatief om het water uit de retentievoorziening vertraagd af te voeren op de boezemwatergang. De consequentie hiervan is dat een gemaal aangelegd moet worden om het water op de boezem te pompen.

In afbeelding 3.2. worden de twee afvoermogelijkheden in een kaart geïllustreerd (bron: Google Maps).

afbeelding 3.2. Afvoermogelijkheden in kaart



Van de twee afvoermogelijkheden gaat de voorkeur uit naar afvoer op de singel in de Stadhouderslaan, waarbij geen pompvoorziening nodig is. Dit omdat deze oplossing beter aansluit op duurzaam stedelijk waterbeheer, aangezien geen gemaal hoeft te worden ingepast.

Voor het signaleren van eventuele knelpunten t.a.v. afvoer op de singel zijn gegevens over de ligging van de bestaande leidingen opgevraagd bij de gemeente Schiedam. Een kaart van het rioleringsstelsel in de omgeving van het plangebied is opgenomen in bijlage II. Uit de gegevens blijkt het volgende:

- in het betreffende stadsdeel is een gemengd stelsel aanwezig;
- maaiveldhoogtes in het gebied tussen de ziekenhuislocatie en de singel aan de Stadhouderslaan variëren tussen NAP 0,49 m en NAP 0,60 m;
- op het punt waar de afvoer in de Nassau Dillenburgerstraat begint is haaks op de afvoerrichting (door de Charlotte de Bourbonstraat) een gemengd riool gelegen. De leidingen komen hier op de kruising van de wegen de put in op een b.o.b.-hoogte van NAP -1,22 m (eivormige leiding 300/450 mm) en NAP -1,30 m (Ø 400 mm);
- halverwege het traject ligt (haaks op de Nassau Dillenburgerstraat) de Louise de Colignystraat. De leidingen in deze straat zijn op de kruising van de wegen op een put aangesloten op een b.o.b.-hoogte van NAP -1,61 m. De diameter van deze leidingen is Ø 400 mm;
- langs de singel aan Stadhouderslaan loopt haaks aan de Nassau Dillenburgerstraat een leiding die op de kruising van de wegen een put in komt op een b.o.b.-hoogte van NAP -3,25 m. De diameter van deze leidingen is Ø 1000 mm;
- onder de Nassau Dillenburgerstraat is een brandleiding gelegen die buiten gebruik is (op basis van mondelinge mededeling van de heer R. de Lange, gegevensbeheerder gemeente Schiedam). De exacte diameter van deze buis is onbekend; de heer R. de Lange schat de diameter op minimaal 300 mm.

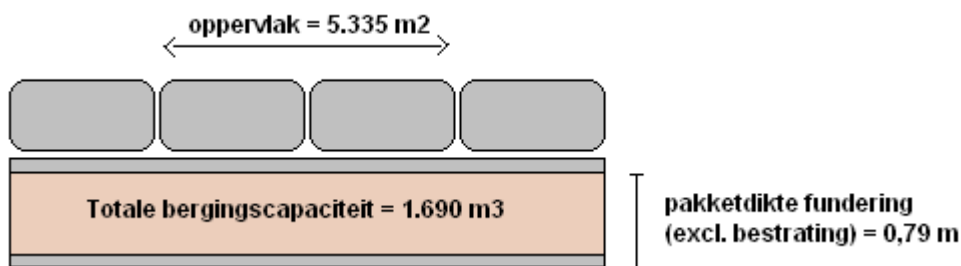
4. ONTWERP RETENTIEVOORZIENING EN AFVOER

4.1. Ontwerp retentievoorziening

De pakketdikte van de waterbergende fundering moet worden afgestemd op de retentieopgave. De retentieopgave bedraagt 1.690 m^3 . In het plangebied is ca. 5.335 m^2 openbare verharding bruikbaar voor waterbergende fundering (zie hoofdstuk 3.1). Dit oppervlak betreft de ontsluitingswegen en binnenterreinen zonder parkeervakken.

Ter bepaling van de waterbergingscapaciteit wordt aangenomen dat 40% van het funderingspakket uit holle ruimte bestaat en dus beschikbaar is voor de waterberging [ref. 9.]. Dit betekent dat het funderingspakket een dikte moet hebben van 79 cm om met 5.335 m^2 waterbergende fundering 1.690 m^3 water te kunnen bergen (zie afbeelding 4.1 voor een schematische weergave). Bij een bestrating- en filterlaag van ca. 13 betekent dit een totale pakketdikte van ca. 92 cm.

afbeelding 4.1. Ontwerp waterbergende fundering



4.2. Ontwerp hemelwaterafvoer

In het plangebied zal 25.000 m^2 verharding aanwezig zijn. De bemalingsnorm van het HHD leidt bij deze oppervlakte tot een maximaal toegestane afvoercapaciteit van $8,33 \text{ l/s}$. Bij deze afvoercapaciteit wordt de voorziening bij een $T=100$ bui binnen 3 dagen geledigd. Om te voldoen aan de afvoernorm van HHD zullen debietbeperkende maatregelen in de leegloopconstructie van de waterbergende fundering moeten worden getroffen. Het debiet kan beheerst worden door in de leegloopconstructie de diameter van het uiteinde van de drainageleiding op dit maximale debiet af te stemmen. Het water stroomt vanaf dit punt via een inspecteerbare put gedoseerd de afvoerleiding in richting de singel. Veiligheids halve wordt aanbevolen om bij de leegloopconstructie een overloop in te bouwen, voor het geval het uiteinde van de drain dichtslibt.

afbeelding 3.2. Leegloopconstructie



Bron: www.aquaflow.nl

De benodigde diameter van de hemelwaterleiding is afhankelijk van het hydraulisch verhang in de leiding. Hoe kleiner dit verhang, des te groter dient de leidingdiameter te zijn en des te groter de kans op slibafzetting. De minimale afvoercapaciteit dient $8,33 \text{ l/s}$ te zijn (in ieder geval groter dan de capaciteit van het debietbeperkende leidingstuk). De relatie tussen het benodigde debiet en het hydraulisch ver-

hang in de leiding bepaald welke buisdiameter technisch gezien nodig is. Tabel 4.1 geeft een overzicht van de afvoercapaciteit bij verschillende buisdiameters en verschillend hydraulisch verhang [ref. 7.].

Voor het hydraulisch verhang wordt een hydraulisch verhang van 1:300 aanbevolen. De opstuwung van een leiding van 130 m is daarbij ca. 40 cm. Hiermee zal de leiding niet leiden tot water-op-sraat. In principe kan volstaan worden met een leidingdiameter van minimaal \varnothing 160 mm. Echter wordt vanuit het oogpunt van beheer en onderhoud aanbevolen om een leidingdiameter van \varnothing 250 mm te hanteren.

tabel 4.1. Afvoercapaciteit geheel gevulde ronde buizen

Diam mm	1:100		1:200		1:300		1:400		1:500		1:750		1:1000		1:1500		1:2000	
	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v
125	8,4	0,68	5,9	0,48	4,8	0,39	4,2	0,34	3,7	0,30	3,0	0,25	2,6	0,21	2,1	0,17	1,8	0,15
160	16,3	0,81	11,5	0,57	9,4	0,47	8,1	0,40	7,2	0,36	5,9	0,29	5,1	0,25	4,1	0,21	3,6	0,18
200	29,7	0,94	20,9	0,67	17,1	0,54	14,8	0,47	13,2	0,42	10,8	0,34	9,3	0,30	7,6	0,24	6,6	0,21
250	53,9	1,10	38,1	0,78	31,0	0,63	26,9	0,55	24,0	0,49	19,6	0,40	16,9	0,34	13,8	0,28	12,0	0,24
300	87,8	1,24	62,0	0,88	50,6	0,72	43,8	0,62	39,1	0,55	31,8	0,45	27,6	0,39	22,5	0,32	19,3	0,27
400	189	1,51	134	1,06	109	0,87	94,5	0,75	84,2	0,67	68,7	0,55	59,8	0,48	48,2	0,38	42,0	0,33
500	342	1,74	242	1,23	198	1,01	171	0,87	153	0,78	125	0,63	108	0,55	87,3	0,44	76,7	0,39
600	555	1,96	392	1,39	320	1,13	278	0,98	247	0,87	203	0,72	174	0,62	142	0,50	125	0,44
700	836	2,17	590	1,53	482	1,25	418	1,09	374	0,97	304	0,79	263	0,68	214	0,55	185	0,48
800	1.190	2,37	841	1,67	686	1,37	594	1,18	530	1,05	434	0,86	374	0,74	306	0,61	263	0,52
900	1.625	2,55	1.149	1,81	937	1,47	811	1,27	726	1,14	590	0,93	512	0,81	420	0,66	363	0,57
1.000	2.148	2,73	1.518	1,93	1.238	1,58	1.074	1,37	960	1,22	782	1,00	676	0,86	555	0,71	477	0,61
1.200	3.474	3,07	2.454	2,17	2.006	1,77	1.735	1,53	1.550	1,37	1.266	1,12	1.095	0,97	896	0,79	768	0,68
1.400	5.216	3,39	3.684	2,39	3.008	1,95	2.603	1,69	2.333	1,52	1.906	1,24	1.650	1,07	1.337	0,87	1.166	0,76
1.600	7.410	3,69	5.241	2,61	4.281	2,13	3.698	1,84	3.314	1,65	2.702	1,34	2.333	1,16	1.906	0,95	1.650	0,82
1.800	10.105	3,97	7.140	2,81	5.831	2,29	5.049	1,98	4.523	1,78	3.698	1,45	3.186	1,25	2.617	1,03	2.247	0,88
2.000	13.334	4,24	9.430	3,00	7.694	2,45	6.656	2,12	5.945	1,89	4.864	1,55	4.210	1,34	3.414	1,09	2.958	0,94

Toelichting: berekend volgens formule van Colebrook, Q = debiet in l/s, bij wandruwheid k = 3,0 mm.

Bij het ontwerp van afvoerleidingen moet rekening worden gehouden met voldoende gronddekking en voldoende diepteligging ten opzichte van kruisende leidingen. Indien dit niet het geval is moeten maatregelen worden getroffen. Voor de gronddekking worden de volgende uitgangspunten aangehouden:

- minimaal 1,0 m gronddekking tussen leiding en maaiveld;
- minimaal 0,30 m afstand tussen twee kruisende leidingen.

Om voldoende gronddekking te creëren moet een buis met een doorsnede 250 mm op een b.o.b.-hoogte van minimaal 1,25 m-mv liggen (bij een maatgevende maaiveldhoogte van NAP +0,49 m is de b.o.b.-hoogte dan NAP -0,76 m. Aangezien er minimaal 0,30 m dekking tussen kruisende leidingen moet zitten mag de bovenkant van een onderliggende leiding op maximaal NAP +1,06 m liggen. De gevolgen voor kruisingen met bestaande leidingen worden in tabel 4.2 weergegeven.

tabel 4.2. Toets kruisingen retentieafvoer met bestaande leidingen

straat	b.o.b. leiding (m nap)	diameter (m)	bovenkant leiding (m nap)	maatgevende hoogte (m nap)	toetsoordeel
Charlotte de Bourbonstraat	-1,22	0,4	-0,82	-1,06	voldoet niet
Louise de Colignystraat	-1,61	0,4	-1,21	-1,06	voldoet
Stadhouderslaan	-3,25	1	-2,25	-1,06	voldoet

Uit tabel 4.2 blijkt dat zich op de kruising met de leiding in de Charlotte de Bourbonstraat een knelpunt voordoet. Zonder maatregelen zou sprake zijn van onvoldoende afstand tussen beide leidingen (name-lijk 0,06 m dekking). Het probleem kan worden opgelost via één van de volgende maatregelen:

- de waterbergende fundering zou tot in een deel van de Charlotte de Bourbonstraat kunnen worden uitgevoerd. De verzamelput ligt in dat geval ten zuiden van de bestaande leiding, waarmee een kruising wordt voorkomen;
- of er wordt een zinker ingepast onder de bestaande leiding in de Charlotte de Bourbonstraat door. Deze zinker wordt in dat geval minimaal 0,30 m onder de bestaande leiding aangebracht (NAP - 1,52 m). In de zinker wordt een buisdiameter van 400 mm aanbevolen in verband met de doorstro-ming, wat een noodzakelijke b.o.b.-hoogte van maximaal NAP -1,92 m betekent. Geadviseerd wordt om bij de zinker een signaleringssysteem aan te leggen, waarmee eventuele verstoppingen kunnen worden geconstateerd.

Aanbevolen wordt om te controleren of afvoer via de aanwezige brandleiding in de Nassau Dillenbur-gstraat mogelijk is (zie bijlage II). Indien de diameter en de conditie van de brandleiding toereikend blijkt te zijn, kan deze in principe worden hergebruikt voor de hemelwaterafvoer. Dit bespaart kosten voor de aanleg van een nieuw hemelwaterriool. Voor hergebruik dient de buis geïnspecteerd te worden. Als blijkt dat de brandleiding onder de Nassau Dillenburgstraat niet voldoet kan deze worden verwijderd en kan in dezelfde sleuf een nieuwe leiding worden aangelegd.

4.3. Indicatieve kostenraming

Voor de aanleg van de waterbergende fundering is een indicatieve kostenraming opgesteld. Er is een kostenraming opgesteld voor de aanleg van Aquaflow en voor de aanleg van waterbergende fundering op basis van kalksteenslag. Aquaflow is de meest gebruikelijke waterbergende funderingsvoorziening die toegepast wordt.

- de eenheidsprijs voor de aanleg van Aquaflow is geraamd op EUR 96,39 per m²;
- dit komt neer op ca. EUR 515.000,-- voor het gehele nieuwbouwplan;
- de eenheidsprijs voor de aanleg van waterbergende fundering op basis van kalksteenslag is ge-raamd op EUR 65,45 per m²;
- dit komt neer op ca. EUR 350.000,-- voor het gehele nieuwbouwplan;
- het aanleggen van de afvoerleiding inclusief zinkerconstructie is geraamd op EUR 23.600,--.

In de kosten zijn naast materiaal en aanlegkosten, ook enkele gebruikelijke staartposten opgenomen. Bij de kostenraming is geen rekening gehouden met de benodigde kosten van reguliere bestrating. Er is dus niet uitgegaan van een meerprijs ten op zichten van reguliere bestrating. Een gedetailleerde kos-tenraming is opgenomen in bijlage III.

4.4. Onderzoek en monitoring

Waterbergende fundering leidt tot mogelijke effecten die voorafgaand aan de aanleg onderzocht dienen te worden of na aanleg gemonitord dienen te worden om risico's van wateroverlast- of onderlast te verminderen. Het betreft:

- de mogelijke effecten van de waterbergende fundering op de grondwaterstanden in de omgeving. Door het aanbrengen van de waterdichte folielaag zal geen hemelwater infiltreren. Bovendien is hiermee een waterscheidende laag in de bodem aangetast, waardoor er geen ondiepe horizontale

grondwaterstroming kan plaatsvinden. Bij lagere grondwaterstanden in de omgeving is er een risico op zetting en bij hogere grondwaterstanden een risico op wateroverlast;

- de mogelijke dichtslibbing van de doorlatende bestrating door de inloop van straat straatvuil, vuil van bouwactiviteiten en bladval;
- sommige componenten in het afvoersysteem zijn gevoelig voor slibvorming en verstoppingen. Het gaat hier om een eventuele zinker en de knijpconstructie bij de verzamelput. Bij de knijpconstructie zal een verstopping niet meteen tot wateroverlast leiden, omdat hier ook een noodoverloop wordt ingepast.

Op het gebied van onderzoek en monitoring worden vanwege deze mogelijk effecten de volgende aanbevelingen gedaan:

- voorafgaand aan de aanleg dient gecontroleerd te worden wat de mogelijke invloed is van de waterbergende fundering op de grondwaterstanden in de omgeving. Beoordeling kan plaats vinden op basis van het geotechnisch onderzoek en de metingen uit het grondwatermeetnet van de gemeente. Indien nodig dienen maatregelen te worden getroffen om het risico op zettingen of grondwateronderlast te voorkomen. Door middel van monitoring kan gecontroleerd worden of er geen ongewenste effecten optreden;
- dichtslibbing van de doorlatende verharding dient door middel van doorlatendheidsmetingen gemonitord te worden. Indien de doorlatendheid substantieel verminderd is dienen aanvullende onderhoudsmaatregelen te worden uitgevoerd;
- aanbevolen wordt een signaleringssysteem aan te leggen bij de eventuele zinker en de knijpconstructie, waarmee eventuele verstoppingen kunnen worden geconstateerd.

4.5. Aanbevelingen beheer en onderhoud

Er zijn verschillende effecten die mogelijk leiden tot een verminderd functioneren van de retentievoorziening. Bij waterbergende fundering is het grootste risico een vermindering van de infiltratiecapaciteit. Er bestaat namelijk het risico op dichtslibbing van de doorlatende laag. Met name de inloop van straatvuil, vuil van bouwactiviteiten en bladval vormen een risico. Het gevolg is dat de infiltratiecapaciteit van de toplaag langzaam afneemt. De omstandigheden in het plangebied leiden tot de volgende aandachtspunten en aanbevelingen ten aanzien van het beheer en onderhoud:

- in de bouwfase dienen bouwverkeer, zand- en grondtransporten zoveel mogelijk beperkt te worden, in verband met dichtslibben;
- in het plangebied komt veel groen/bomen voor, waardoor rekening dient te worden gehouden met hoogfrequent vegen met een veeg-zuigwagen (tot max. 12 keer per jaar);
- ten behoeve van het behoud van de gewenste afvoercapaciteit dient ook de zinker in de afvoerleiding frequent te worden onderhouden;
- in aanvulling op een signaleringssysteem, kunnen door middel van visuele inspecties problemen omtrent verzakkingen en verstoppingen in de leidingen tijdig gesignaleerd worden;
- bij eventuele aanleg van een Koude- en Warmte Opslag (KWO) dient er aandacht te zijn voor het voorkomen van het doorboren van de waterdichte folielaag. Indien KWO wordt toegepast, ligt de voorkeur bij het eerst aanleggen van de KWO voorzieningen en daarna realiseren van de waterbergende fundering.

Met een goed beheerplan kan voorkomen worden of beperkt worden dat de waterbergende fundering gedurende de tijd verminderd zal functioneren. Een aanzet voor een beheersplan, inclusief de frequentie van die maatregelen, wordt gegeven in tabel 4.1. Deze maatregelen zijn gebaseerd op module C3200 van de Leidraad Riolerings [ref. 8.] Het is van belang een verdere uitwerking van het beheer en onderhoud vast te leggen in een beheersplan. Hierin dienen ook de kosten nader uitgewerkt te worden en dienen de kosten van de beheer- en onderhoudswerkzaamheden vastgelegd te worden.

tabel 4.1. Maatregelen beheer en onderhoud

maatregel	aspect	frequentie
regelmatig schoon houden van de verharding met een veeg-zuigwagen	dichtslibben	4 - 12 keer per jaar
doorspuiten van de afvoerende drain	dichtslibben, afzetting, verstopping	1 keer per jaar
visuele inspectie van de verharding	verzakking	1 keer per jaar
visuele inspectie van de leidingen en putten (waaronder leegloopconstructie)	verstopping en slibvorming	1 keer per jaar
doorlatendheid meten poreuze stenen	dichtslibben	1 - 5 keer per jaar

5. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

5.1. Waterretentie

- om de retentieopgave bij de planontwikkeling van de ziekenhuislocatie op te lossen moet een retentievoorziening met een capaciteit van 1.690 m³ worden ingepast;
- waterbergende fundering blijkt het best toepasbaar te zijn in het plangebied. Andere vormen van retentievoorzieningen passen niet binnen het stedenbouwkundig plan of zijn vanuit praktisch oogpunt minder geschikt;
- voor waterbergende fundering blijkt ca. 5.335 m² oppervlak geschikt te zijn. Om de retentieopgave op te lossen betekent dit dat een funderingsdikte van 0,79 m moet worden gehanteerd;
- een funderingsdikte van 0,79 m is dikker dan een standaard bergend funderingspakket. Deze heeft een dikte van ca. 0,34 m. Toepassing van een dikker funderingspakket zal betekenen dat de aanlegkosten hoger worden dan gemiddeld;
- een indicatieve raming van de aanlegkosten van Aquaflow komt uit op EUR 515.000,--;
- de aanleg van waterbergende fundering op basis van kalksteenslag kost circa. EUR 350.000,--;
- Aquaflow is de meest gebruikelijke waterbergende funderingsvoorziening die toegepast wordt.

5.2. Waterafvoer

- vanuit het plangebied mag maximaal 8,33 l/s worden afgevoerd;
- hydraulisch gezien kan volstaan worden met een leidingdiameter van 160 mm. Vanuit praktische overwegingen wordt een leidingdiameter van minimaal 250 mm aanbevolen;
- bij voorkeur wordt hiervoor de bestaande, niet gebruikte brandleiding gebruikt;
- bij voorkeur vindt de afvoer onder vrij verval plaats;
- indien een nieuwe leiding wordt ingepast ontstaat een knelpunt bij een bestaande leiding in de Charlotte de Bourbonstraat. Tussen beide leidingen is onvoldoende dekking. Het knelpunt kan worden opgelost door een zinker in te passen in de nieuwe afvoerleiding, of door de waterbergende fundering voor een deel in de Charlotte de Bourbonstraat uit te voeren (en daarmee kruising met de bestaande leiding te voorkomen). Een zinker moet worden aangelegd op een b.o.b.-hoogte van maximaal NAP -1,92 m (bij een leidingdiameter van 400 mm);
- het aanleggen van de afvoerleiding inclusief zinkerconstructie is geraamd op EUR 23.600,--.

5.3. Nazorg

- aanbevolen wordt om bij de knijpconstructie een overloop in te passen, zodat de afvoer blijft functioneren bij het dichtslibben hiervan. Tevens wordt aanbevolen een signaleringssysteem in te passen om het dichtslibben van de knijpconstructie te detecteren;
- aanbevolen wordt eenzelfde signaleringssysteem in te passen bij de zinkerconstructie, ter signalering van het eventueel dichtslibben van deze zinker;
- de waterdichte folie beïnvloedt mogelijk de grondwaterstanden. Dit kan leiden tot een risico op zettingen of wateroverlast. Mede op basis van geotechnisch onderzoek kunnen voorafgaand aan de aanleg eventuele effecten op grondwaterstanden worden onderzocht. Middels monitoring van grondwaterstanden kunnen effecten bij- en na de aanleg van de waterbergende fundering worden onderzocht;
- in verband met het veel voor komen van groen/bomen dient rekening te worden gehouden met hoogfrequent vegen met een veeg-zuigwagen (tot maximaal 12 keer per jaar);
- een goed beheerplan is essentieel voor de waarborging van het functioneren van de retentievoorziening.

6. REFERENTIES

1. Witteveen+Bos (2008), Waterparagraaf Ziekenhuislocatie Vlietland, projectcode: SDM104-1.
2. Witteveen+Bos (2009), Notitie Aanvullende werkzaamheden waterparagraaf, projectcode: SDM104-2.
3. Hoogheemraadschap van Delfland (2005) Beleidsnota Normering Wateroverlast.
4. Waterblock B.V., Documentatiemap waterbergingskelders, geraadpleegd via www.waterblock.nl.
5. K. Hees, van (2010), De effectiviteit en efficiency van alternatieve waterbergingsvormen. Witteveen+Bos, Breda.
6. Wisseling Stedebouw en ruimtelijke vormgeving, Barendrecht (2010) Stedenbouwkundig programma van eisen, Ziekenhuislocatie Burgemeester Knappertlaan, Schiedam.
7. Leidraad Riolering, module B2200, Functioneel ontwerp: inzameling en transport van hemelwater.
8. Leidraad Riolering, module C3200, Beheer van infiltratievoorzieningen.
9. Aquaflow B.V. (2010), Aquaflow brochure.

BIJLAGE I Bergingsberekeningen

Dimensionering retentievoorziening Vlietland

Opgesteld door: HEEK
Projectcode: SDM104-2-1

Invoer

Totaal oppervlak 40.000 m²
Oppervlak verhard 25.000 m²
Toegestane afvoer 0,2 m³/min./ha

*Bemalingsnorm verhard oppervlak
HHD*

Berekening

Tabel a.: Berekeningen op basis van toetsbui T=100

uur	mm*	m3 wateraanvoer vanuit verharding	m3 afvoer vanuit voorziening	m3 te bergen
2	54	1350	60	1290
4	66	1650	120	1530
8	74	1850	240	1610
12	82	2050	360	1690
24	95	2375	720	1655
48	110	2750	1440	1310

*Neerslag Delfland Middenscenario 2050

Resultaat Bergingsopgave

Benodigde berging 1690,0 m³

BIJLAGE II Rioleringskaart



RIOLBEHEERKAART GEM SCHIEDAM
LOCATIE VOORMALIG VLIETLANDZIEKENHUIS

Datum: 23-03-2010
Schaal: 1 : 5000
Getekend door:
Ruud de Lange

GEM SCHIEDAM
BDR Gegevensbeheer
Riolbeheerkaart tbv
Overst/Laen/Infilte

BIJLAGE III Kostenraming waterbergende fundering en afvoer

BESTE KS POST- NUMM ER	OMSCHRIJVING	EEN- HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS- VERPLICHTING	A	PRIJS PER EENHEID IN EURO	TOTAAL BEDRAG IN EURO
1	AQUAFLOW					
101010	Aanbrengen zandcunet 500 mm	m3/m2	0,50	V	6,00	3,00
101020	Aanbrengen geotextiel (t.b.v. scheiding zand en fundering)	m2	1,00	V	5,00	5,00
101030	Aanbrengen Aquaflow fundering (grof gebroken gesteente), 700 mm	m2	1,00	V	35,00	35,00
101040	Aanbrengen geotextiel (t.b.v. scheiding fundering en straatlaag)	m2	1,00	V	5,00	5,00
101050	Aanbrengen straatlaag (fijn gebroken gesteente), dik 50 mm	m2	1,00	V	5,00	5,00
101060	Aanbrengen Aquaflow betonstraatstenen, keiformaat	m2	1,00	V	28,00	28,00
				V		0,00
				V		0,00
	SUBTOTAAL					81,00
	TRANSPORT SUBTOTAAL					81,00
9	STAARTPOSTEN					
919990	Totaal eenmalige kosten €	EUR	0,00	N	1,00	0,00
929990	Uitvoeringskosten	EUR	6,48	N	1,00	6,48
939990	Algemene kosten	EUR	4,86	N	1,00	4,86
949990	Winst en risico	EUR	4,05	N	1,00	4,05
	Geraamde eenheidsprijs/m2, incl. aannemersoverhead					96,39

BESTE KS POST-NUMMER	OMSCHRIJVING	EENHEID	HOEVEELHEID RESULTAATS-VERPLICHTING	A	PRIJS PER EENHEID IN EURO	TOTAAL BEDRAG IN EURO
1	VARIANT AQUAFLOW					
101010	Aanbrengen zandcunet 500 mm	m3/m2	0,50	V	6,00	3,00
101020	Aanbrengen geotextiel (t.b.v. scheiding zand en fundering)	m2	1,00	V	3,00	3,00
101030	Aanbrengen kalksteenslag 7/32, dik 700 mm	m2	1,00	V	20,00	20,00
101040	Aanbrengen geotextiel (t.b.v. scheiding fundering en straatlaag)	m2	1,00	V	3,00	3,00
101050	Aanbrengen straatlaag van Nederlandse steenslag, dik 50 mm	m2	1,00	V	3,50	3,50
101060	Aanbrengen waterpasserende betonstraatstenen, keiformaat	m2	1,00	V	22,50	22,50
				V		0,00
				V		0,00
	SUBTOTAAL					55,00
	TRANSPORT SUBTOTAAL					55,00
9	STAARTPOSTEN					
919990	Totaal eenmalige kosten €	EUR	0,00	N	1,00	0,00
929990	Uitvoeringskosten	EUR	4,40	N	1,00	4,40
939990	Algemene kosten	EUR	3,30	N	1,00	3,30
949990	Winst en risico	EUR	2,75	N	1,00	2,75
	Geraamde eenheidsprijs/m2, incl. aannemersoverhead					65,45

BESTE KS POST- NUMM ER	OMSCHRIJVING	EEN- HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS- VERPLICHTING	A	PRIJS PER EENHEID IN EURO	TOTAAL BEDRAG IN EURO
1	AFVOERLEIDING					
101010	Opbreken elementenverharding	m2	550,00	V	3,50	1.925,00
101020	Grond ontgraven uit sleuf (diepte 1,50 m, talud 1:1)	m3	475,00	V	2,50	1.187,50
101030	Aanbrengen PVC-buis Ø250 mm	m1	130,00	V	30,00	3.900,00
101040	Aanbrengen betonput 800x800 mm, incl. putrand	st	1,00	V	1.250,00	1.250,00
101050	Aanbrengen uitstroombak	st	1,00	V	1.000,00	1.000,00
101060	Aanbrengen grondverbetering 200 mm	m3	30,00	V	15,00	450,00
101070	Aanvullen sleuf met vrijgekomen grond	m3	435,00	V	3,00	1.305,00
101080	Aanbrengen elementenverharding	m2	550,00	V	10,00	5.500,00
	SUBTOTAAL					16.517,50
	TRANSPORT SUBTOTAAL					16.517,50
9	STAARTPOSTEN					
919990	Totaal eenmalige kosten €	EUR	0,00	N	1,00	0,00
929990	Uitvoeringskosten	EUR	1.321,40	N	1,00	1.321,40
939990	Algemene kosten	EUR	991,05	N	1,00	991,05
949990	Winst en risico	EUR	825,88	N	1,00	825,88
950010	<i>Meerkosten zinkerconstructie (incl. staartkosten)</i>					
	Aanbrengen betonputten 800x800 mm, incl. putrand	st	2,00	V	1.785,00	3.570,00
	Meerkosten PVC-buis Ø400 mm t.o.v. Ø250 mm (incl. grondwerk)	m1	10,00	V	35,70	357,00
	Geraamde aannemingssom, incl. meerkosten zinkerconstructie					23.582,83