

# Woonontwikkeling Assenrade te Hattem

## Ontwerp waterhuishouding en riolering

projectnr. 172894  
revisie 07  
juni '10

### Opdrachtgever

Gemeente Hattem  
Postbus 93  
8050 AB Hattem

datum vrijgave

1 juni 2010

beschrijving revisie 07

Definitief

goedkeuring

B. Steentjes *BS*

vrijgave

D. Jansen *DJ*

	<b>Inhoud</b>	<b>Blz.</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>2</b>
1.1	Algemeen	2
1.2	Opdracht en doel	2
1.3	Stand van zaken en vervolg van het proces	3
1.4	Leeswijzer	3
<b>2</b>	<b>Huidige situatie</b>	<b>4</b>
2.1	Algemeen	4
2.2	Waterhuishouding	5
2.3	Bodemopbouw en geohydrologie	6
2.4	Riolering	8
2.5	Waterkeringen	8
2.6	Invloed huidige waterhuishouding op het ontwikkelen van de woonwijk	8
<b>3</b>	<b>Voorgenomen ontwikkeling</b>	<b>9</b>
3.1	Het verkavelingsplan	9
3.2	Fasering	10
3.3	Ambitieniveau en streefbeelden	11
<b>4</b>	<b>Voorontwerp waterhuishouding en riolering</b>	<b>13</b>
4.1	Waterhuishouding	13
4.2	Minimale maaiveldhoogte	16
4.3	Riolering	17
4.4	Oppervlaktewaterkwaliteit	19
4.5	Volksgesondheid	19
4.6	Beheer en onderhoud	19
4.7	Veiligheid	19
4.8	Geconstateerde knelpunten in het ontwerp	20
<b>5</b>	<b>Definitief ontwerp</b>	<b>22</b>
5.1	Waterhuishouding	22
5.2	Riolering	22
<b>6</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>23</b>
6.1	Conclusies	23
6.2	Aanbevelingen	23
	<b>Literatuurlijst</b>	<b>24</b>
	<b>Bijlagen</b>	
Bijlage 1	Verkavelingsplan	
Bijlage 2	Waterparagraaf - herziene versie december 2009	
Bijlage 3	Programma van eisen	
Bijlage 4	Analyse stijghoogte grondwater	
Bijlage 5	Profiel centrale watergang	
Bijlage 6	Voorontwerp rioleringsstructuur	
	<b>Tekening</b>	
172894WHP1	Definitief ontwerp riolering	

## 1 Inleiding

### 1.1 Algemeen

Voor u ligt het eindontwerp van de waterhuishouding en riolering voor realisatie van de woonwijk Assenrade te Hattem. In december 2009 is door Van Woerkom de Brouwer een aangepast verkavelingsplan opgesteld voor de woonwijk. Deze wijk zal plaats gaan bieden aan 278 woningen. Dit verkavelingsplan is het vertrekpunt voor het ontwerp. Het ontwerp is opgesteld binnen het vigerende beleid en in samenspraak met de gemeente Hattem en het waterschap Veluwe. Het plan is uitgewerkt door ingenieursbureau Oranjewoud B.V.

Aangezien het plan aanzienlijk is gewijzigd, is het proces om te komen tot een ontwerp nogmaals doorlopen. Gemeente en waterschap hebben overeenstemming bereikt over het (aangepaste) voorontwerp. Deze rapportage beschrijft de uitwerking tot en met het eindconcept.

### 1.2 Opdracht en doel

De doelstelling van het onderhavig plan is:

*Het komen tot een goed functionerend, beheersbaar en kostenefficiënt ontwerp van de waterhuishouding en de riolering bij de ontwikkeling van de lokatie Assenrade te Hattem.*

Om dit doel te bereiken zijn de volgende vragen beantwoord:

1. Welke oplossingsrichtingen zijn wenselijk?
2. Welke waterhuishoudkundige mogelijkheden biedt het plangebied?
3. Hoe ziet de toekomstige waterhuishouding er uit?

#### **Aanwezige informatie**

Aan de basis van onderhavig onderzoek ligt een verkavelingsplan opgesteld door Van Woerkom de Brouwer (d.d. december 2009), opgenomen in bijlage 1. Naast het opgestelde verkavelingsplan is er reeds beschikking over een milieukundig, geotechnisch en geohydrologisch onderzoek (Fugro d.d. 6 juli 2006, [lit. 1]) en is het watersysteem van Hattem geanalyseerd in een Sobek-model (Oranjewoud d.d. december 2006, [lit. 2]).

#### **Voorgeschiedenis**

Aan de hand van de gebiedskenmerken en het verkavelingsplan is een waterparagraaf opgesteld. De waterparagraaf is onderbouwd door middel van een waterhuishoudkundige toetsing van het verkavelingsplan [lit. 3]. Bij deze toetsing zijn de relevante thema's uit de handreiking watertoets nader uitgewerkt en geanalyseerd.

De waterparagraaf is goedgekeurd op d.d. 22 januari 2007 en in februari 2007 opgenomen in de toelichting bij het bestemmingsplan. Hiermee zijn de kaders voor het toekomstige ontwerp van waterhuishouding en riolering vastgelegd.

Aan de hand van de gebiedskenmerken en het vigerend beleid, verwerkt in de waterhuishoudkundige toetsing en de waterparagraaf, is een programma van eisen opgesteld. In het programma van eisen zijn de randvoorwaarden en uitgangspunten voor

het ontwerp opgesteld. Ook zijn de ontwerpeisen voor het dimensioneren van het toekomstige watersysteem opgenomen. Door voortschrijdende inzichten is het programma van eisen herzien, en zal ook de waterparagraaf worden herzien. De waterparagraaf is opgenomen in bijlage 2, en het programma van eisen is opgenomen in bijlage 3.

### **1.3 Status**

Het voorontwerp en het definitief ontwerp zijn besproken en vastgesteld in een gezamenlijk overlegtraject met de gemeente en het waterschap. In deze versie van het rapport is het plan uitgewerkt tot een definitief ontwerp. Onderhavig plan is de definitieve rapportage en ontwerp, met instemming van de gemeente en het waterschap.

### **1.4 Leeswijzer**

De gevolgde werkwijze heeft geresulteerd in een zestal hoofdstukken. De belangrijkste punten van het onderzoek zijn samengevat in het laatste hoofdstuk 'conclusies en aanbevelingen'. Verder is het rapport als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2 omvat een beschrijving van de huidige situatie. Deze richt zich allereerst op het aanwezige watersysteem en waterketen. De beschrijving van de huidige situatie maakt enerzijds inzichtelijk welke (waterhuishoudkundige) mogelijkheden er bestaan voor de toekomstige inrichting, anderzijds geldt de huidige situatie als referentiebeeld voor de effectbeschrijving van de toekomstige waterhuishouding en riolering.
- In hoofdstuk 3 zijn de voorgenomen ontwikkelingen beschreven. In dit hoofdstuk is een effectbeschrijving gegeven van de toekomstige waterhuishouding en riolering ten opzichte van de huidige situatie.
- Het voorontwerp van de waterhuishouding en riolering is in hoofdstuk 4 beschreven.
- In hoofdstuk 5 is het definitieve ontwerp weergegeven. Dit is tevens input voor de volgende fase.
- Tenslotte beschrijft hoofdstuk 6 de conclusies en aanbevelingen.

## 2 Huidige situatie

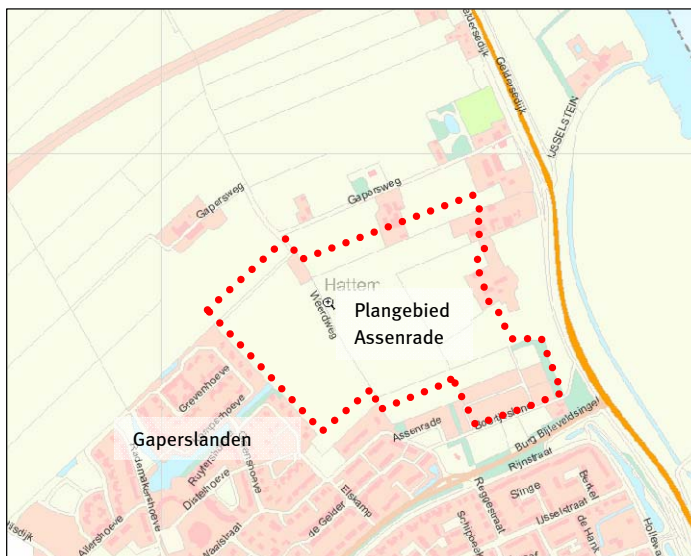
De huidige situatie en de geohydrologische, waterhuishoudkundige en rioleringskenmerken van het plangebied zijn beschreven aan de hand van de beschikbare literatuur en het geotechnisch en geohydrologisch veldonderzoek. Op basis van de analyse zijn de (on)mogelijkheden voor het ontwerp van de waterhuishouding en riolering ingeschat. Deze zijn samengevat in de laatste alinea van dit hoofdstuk.

### 2.1 Algemeen

Het plangebied ligt ten noorden van het bestaande stedelijke gebied van Hattem en heeft een bruto oppervlakte van circa 14,6 ha. In tabel 2-1 zijn de locatiegegevens beknopt weergegeven.

tabel 2-1 Locatiegegevens

Locatie gegevens	
provincie	Gelderland
gemeente	Hattem
waterschap	Veluwe
kern	Hattem
aanliggende wegen/straten	Gelderse Dijk - oostzijde Gapersweg - noordzijde Kamperhoeve en Ruyterhoeve - westzijde Waalstraat, Assenrade, Boertjesland en Crunershof
coördinaten	X : 200.100 - 200.650 Y : 499.500 - 499.900 Z : 1,6 - 2,7 m+NAP



Het centrum van Hattem ligt circa 1 km ten zuidoosten van het plangebied. Ten oosten van het plangebied ligt de Gelderse Dijk; een primaire waterkering van de IJssel. Aan de noordzijde ligt de Gapersweg. De westzijde van het gebied wordt begrensd door de Kamperhoeve en de Ruyterhoeve. Beide wegen die onderdeel

uitmaken van de woonwijk "Gaperslanden". De wegen die het gebied aan de zuidzijde begrenzen zijn; Waalstraat, Assenrade, Boertjesland en Crunershof.

### Grondgebruik

Het plangebied wordt in de huidige situatie grotendeel gebruikt als grasland. Het gebied is, op een boerderij na, geheel onverhard.

## 2.2 Waterhuishouding

De waterhuishouding is beschreven op basis van de watersysteemanalyse van Oranjewoud [Lit. 2].

### Peilvakken en afwateringsgebieden

Het plangebied ligt in de polder Hattem. Deze wordt bemalen door gemaal Antlia en slaat uit op de IJssel. In het plangebied stroomt het water globaal van oost naar west. Het plangebied valt binnen twee peilvakken, dit zijn het landelijke peilvak, peilvak 7 (zp: NAP +0,65 m/wp: NAP +0,45 m) en het peilvak van de woonwijk Gaperslanden, peilvak 18 (NAP +0,65 m). Peilvak 18 watert af op peilvak 7.

### Kunstwerken

In het plangebied liggen diverse duikers. De afvoer uit peilvak 18 vindt plaats ten westen van het plangebied. In het plangebied zijn geen peilregulerende kunstwerken aanwezig. Het waterpeil wordt in de huidige situatie gestuurd door stuw Gaperslanden en ligt ten (noord)westen van het plangebied.

### Invloed IJssel

Uit metingen blijkt dat het waterpeil op de IJssel periodiek 2,5 m kan stijgen (maximale duur 2 weken). Indien het peil op de IJssel hoog is, heeft dit een direct effect op het waterpeil. Het waterpeil in het plangebied stijgt dan enkele decimeters en het grondwaterpeil stijgt zelfs tot maaiveld. Alleen met ontwateringmiddelen (drainage) kan deze stijging worden beperkt. Bij hoge IJsselstanden dient zodoende relatief veel water het gebied uitgevoerd te worden om voldoende ontwatering en drooglegging te blijven garanderen.

#### Maatgevende standen IJssel

De IJssel heeft een directe invloed op de grondwaterstanden in het plangebied. Wanneer het waterpeil van de IJssel laag is heeft de IJssel een drainerende werking. Is het waterpeil hoog dan is er sprake van een kwelsituatie. Op circa 2,5 kilometer ten noorden van de planlocatie wordt, bij meetpunt Katerveer, continu het waterpeil van de IJssel gemeten. Rijkswaterstaat geeft, ter plaatse van meetpunt Katerveer, de volgende maatgevende peilen die gemiddeld eens per periode voorkomen (zie tabel).

Frequentie	Maatgevend Hoogwaterpeil IJssel (in m t.o.v. NAP)
1 keer per 5 jaar	+3,09
1 keer per 10 jaar	+3,32
1 keer per 25 jaar	+3,60
1 keer per 100 jaar	+3,94

In 1993 en 1995 zijn de hoogste waterstand van de afgelopen jaren waargenomen. De standen waren toen NAP +4,30 m en NAP +4,15m [bron: M. Veenstra, gemeente Hattem]

## 2.3 Bodemopbouw en geohydrologie

### Hoogteligging

De maaiveldhoogte in het plangebied is vastgesteld tijdens het veldonderzoek van de Fugro [Lit.1]. Hieruit blijkt dat de maaiveldhoogte varieert van N.A.P.+2,8 m in het oosten tot minder dan N.A.P.+1,0 m in het westen. Hiertussen is een geleidelijk maaiveldverloop. Het gebied valt hiermee te kenmerken als relatief vlak.

### Bodemopbouw

De regionale bodemopbouw is samengevat in tabel 2-2. De beschrijving van de bodemopbouw is overgenomen uit de Grondwaterkaart Nederland [lit. 4], enkele TNO-boringen en veldonderzoek van Fugro en UDM.

tabel 2-2 regionale bodemopbouw

Hydrologische eenheid	Dikte bodemlaag [m]	Top bodemlaag [m t.o.v. NAP]	Samenstelling	Gemiddelde doorlatendheid (m/dag)	
Deklaag	oostzijde	1	3	slechtdoorlatende kleilaag	< 0,1
	westzijde	5	1	overgaand in fijne zanden	
1 <sup>E</sup> WVP*	oostzijde	118	-2	matig grove tot zeer grove zanden met plaatselijk grindige bijmenging en plaatselijke storende lagen	gemiddeld > 10
	westzijde	116	-4		
Geohydrologische basis	n.v.t.	-120	-	-	

\* WVP: Watervoerend pakket

Uit de tabel blijkt dat de bodem hydrologisch is opgebouwd uit drie lagen.

De deklaag bestaat uit klei en heeft een dikte variërend van 1,0 tot 5,3 m. De deklaag is slecht doorlatend. Uit veldmetingen blijkt dat de kleilaag lokaal ontbreekt. Tevens blijkt de eerste meter beneden maaiveld plaatselijk te bestaan uit matig fijn, zwak siltig zand [lit.1]. Door de aanwezigheid van klei in de deklaag is de bodem niet zonder meer geschikt voor het infiltreren van hemelwater. Indien het toekomstige maaiveld wordt opgehoogd (met zand) kan het wel geschikt gemaakt worden voor infiltratie.

Het watervoerende pakket bestaat uit matig grove tot zeer grove zanden met plaatselijk grindige bijmengingen. Er komen in het watervoerende pakket storende lagen voor. Het watervoerende pakket staat in directe verbinding met de IJssel. Het watervoerende pakket staat daarnaast in verbinding met de Veluwe.

De geohydrologische basis bevindt zich op circa NAP -120 m.

### Geohydrologie

#### *Grondwaterstanden in eerste watervoerende pakket*

De stijghoogte van het eerste watervoerende pakket wordt niet of nauwelijks beïnvloed door de ontwatering en afwatering in het plangebied. Ter bepaling van de gemiddelde hoogste, gemiddelde en gemiddeld laagste grondwaterstand (respectievelijk GHG, GG en GLG) is het meetnet van TNO geraadpleegd. De TNO-peilbuizen bevinden zich op een dusdanige afstand van de onderzoekslocatie dat er geen harde uitspraak te doen is over de stijghoogte van het grondwater in het watervoerende pakket ter plaatse van de onderzoekslocatie. Ook de fluctuaties zijn op basis van deze gegevens niet te voorspellen. Wel dient er rekening gehouden te worden met zeer extreme grondwaterstijgingen bij hoge waterstanden van de IJssel (zie ook bijlage 4).

### *Grondwaterstanden in de deklaag (freatisch vlak)*

Het grondwaterstandsverloop van de deklaag is overgenomen uit de grondwatertrappen uit de Stiboka bodemkaart Nederland en uitgezet tegen de gemeten grondwaterstanden tijdens het veldonderzoek van UDM [lit. 5].

In het plangebied heerst grondwatertrap III en IV. Dit betekent dat de hoogste grondwaterstand dicht onder het maaiveld ligt ( $< 0,40$  m-mv) en de laagste grondwaterstand relatief diep is ( $> 1,20$  m-mv). De grondwaterstanden worden echter sterk beïnvloed doordat er gewerkt wordt met een beheersbaar oppervlaktewaterpeil (streefpeil). Door het aanwezige slotenstelsel, in combinatie met het beheersbare streefpeil, worden met name (zeer) hoge grondwaterstanden voorkomen.

De gegevens uit de grondwatertrappenkaart worden bevestigd door het uitgevoerde veldonderzoek. In een periode dat de grondwaterstand zich tussen de gemiddeld hoogste en gemiddelde grondwaterstand bevond blijkt de grondwaterstand te variëren tussen 0,7 en 1,5 m-mv (respectievelijk NAP +0,6 m en NAP +1,2 m). De hoogste grondwaterstanden worden gemeten aan de westzijde (nabij de IJssel). De IJssel stond op het moment van meting relatief hoog (NAP +1,3 m bij meetpunt Katerveer).

### *Invloed van de IJssel*

Een hoog peil op de IJssel heeft direct invloed op de stijghoogte van het grondwater in het watervoerende pakket en daarmee die van het freatisch vlak. Het beheersbare peil in combinatie met het gedetailleerde afwateringsstelsel zal de grondwaterstijging gedeeltelijk beperken. Desondanks wordt verwacht dat het grondwaterpeil in het plangebied, bij hoogwater op de IJssel (waarbij het waterpeil eens in de 100 jaar nog ruim 2,5 meter verder kan stijgen dan het moment van de uitgevoerde grondwaterstandsmetingen), plaatselijk tot aan het maaiveld te komen.

### *Kwel en infiltratie*

De kwel en infiltratie in het plangebied zijn overgenomen uit de wateratlas van de provincie Gelderland (bron WOG studie/ Stone onderzoek). Hieruit blijkt dat de grondwaterflux in het plangebied varieert van matige kwel (1,0 mm/dag) tot matige infiltratie (-1,0 mm/dag). Het optreden van kwel of infiltratie is seizoensafhankelijk, afhankelijk van het oppervlaktewaterpeil van de IJssel, en sterk afhankelijk van de maaiveldhoogte.

### *Conclusie grondwaterstanden*

Op basis van de aanwezige gegevens wordt verwacht dat een groot gedeelte van het jaar de grondwaterstanden in de deklaag variëren tussen de 0,4 en 0,8 m+NAP. Bij de veldmetingen, uitgevoerd met een relatief hoog peil van de IJssel, varieerde de grondwaterstanden tussen NAP + 0,6 m en NAP + 1,2 m. Uit deze veldmetingen blijkt de grondwaterstand in de oostzijde van het plangebied het hoogst ten opzichte van NAP. De invloed van de IJssel op de grondwaterstanden blijkt groot te zijn. Hoge IJsselstanden leiden tot grote stijghoogtes in het watervoerende pakket en tot een kwel in het plangebied. Bij lage IJsselstanden werkt de IJssel drainerend.

Bij de toekomstige ontwikkeling is het dan ook belangrijk dat minimaal de huidige afwatering behouden blijft. Extra maatregelen (drainage) zijn noodzakelijk om te voorkomen dat hoge pieken op de IJssel leiden tot (grond)wateroverlast in het toekomstige plangebied. Daarnaast is de kans op eventuele grondwateroverlast sterk afhankelijk van de toekomstige maaiveldhoogte.



## 2.4 Riolering

De waterhuishouding is beschreven op basis van de watersysteemanalyse Hattem [lit. 2]. In het plangebied is geen riolering aanwezig. Wel is het aangrenzende stedelijke gebied gerioleerd. De wijk Gaperslanden beschikt over een (verbeterd) gescheiden stelsel, terwijl de bebouwing langs de Burgemeester Bijleveldsingel is aangesloten op een gemengd riool. Het vuilwater uit het plangebied kan op beide systemen worden aangesloten. In de uitwerking mag geen directe koppeling tussen beide stelsel worden gerealiseerd.

## 2.5 Waterkeringen

Ten oosten van het plangebied ligt een primaire waterkering van de IJssel (Gelderse dijk). De toekomstige woningbouw is op circa 80 meter van de teen van de waterkering gepland. Dit betekent dat de wijk gedeeltelijk in de buitenbeschermingszone van de waterkering is gelegen. Binnen de buitenbeschermingszone mag onder andere geen grond afgevoerd of geëgaliseerd worden en mogen geen hogedrukleidingen aangelegd worden.

Binnen de buitenbeschermingszones gelden echter minder stringente regelingen dan binnen de beschermingszone (20 meter van teen dijk) en de keurzone (4 meter van teen dijk). Zolang werken of voorzieningen de stabiliteit van de dijk niet negatief beïnvloeden worden ze in principe toegestaan. Hiervoor dient wel een ontheffing op de Keur aangevraagd te worden.

## 2.6 Invloed huidige waterhuishouding op het ontwikkelen van de woonwijk

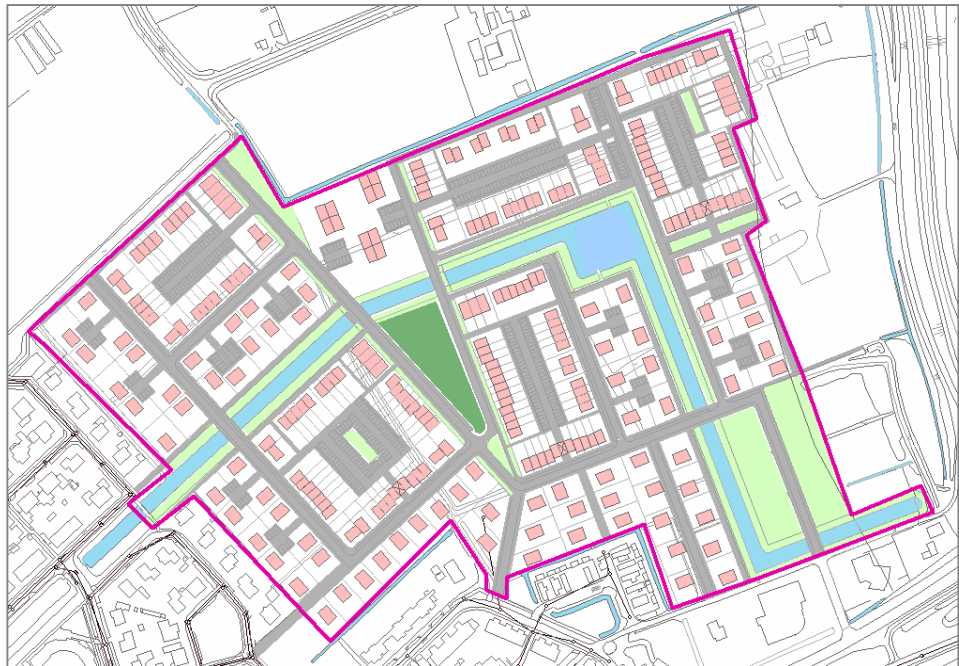
Hieronder volgen een aantal belangrijke punten uit dit hoofdstuk die bepalend zijn voor de uiteindelijk waterhuishoudkundige inrichting van de wijk Assenrade:

1. In het plangebied heerst grondwatertrap III en IV en voldoet zonder maatregelen niet aan de ontwaterings- en droogleggingsnormen voor stedelijk gebied. Maaiveldophoging is noodzakelijk.
2. Onder invloed van de IJssel kan het oppervlaktewaterpeil stijgen met enkele decimeters en het grondwaterpeil stijgt zelfs tot nabij het maaiveld. Het draineren van het gebied is nodig om deze piek in grondwaterstanden af te vangen. De intensiteit van de drainage dient bepaald te worden.
3. Het oppervlaktewater in het plangebied maakt onderdeel uit van twee peilvakken binnen de polder Hattem. Hier zijn peilen ingesteld van NAP +0,45 m (winterpeil)/ NAP +0,65 m (zomerpeil) en NAP +0,65 m. De aansluitende wijk Gaperslanden heeft een oppervlaktewaterpeil van NAP +0,65.
4. De watergang door het plangebied heeft een belangrijke afvoerfunctie voor het bovenstroomse stedelijke gebied van Hattem. Deze afvoerfunctie moet gehandhaafd blijven. De watergang moet van voldoende capaciteit zijn om de afvoer te blijven garanderen.
5. Ten oosten van het plangebied ligt een primaire waterkering van de IJssel (Gelderse dijk). Rondom de waterkering is er een keurzone, een beschermingszone en een buitenbeschermingszone aanwezig. Eventuele maatregelen binnen deze zone moeten passen binnen de Keur van het Waterschap.

## 3 Voorgenomen ontwikkeling

### 3.1 Het verkavelingsplan

Door Van Woerkom de Brouwer, is in samenwerking met de gemeente Hattem, een verkavelingsplan voor de toekomstige wijk Assenrade opgesteld. In onderstaande figuur is het plan opgenomen, met het onderscheid in daken, wegen, water en groen. In bijlage 1 is het verkavelingsplan opgenomen.



Figuur 3-1: verkavelingsplan.

#### Wijziging waterhuishouding en maaiveldhoogte

##### *De centrale watergang*

In het verkavelingsplan is reeds rekening gehouden met water. De centrale watergang vormt een belangrijk element in de wijk, maar vormt tevens de verbinding tussen de wijk Assenrade en de kern van Hattem. Deze watergang heeft een belangrijke afvoerfunctie en moet van voldoende capaciteit zijn. Het minimale natte oppervlak<sup>1</sup> moet 5,8 m<sup>2</sup> zijn om voldoende afvoer vanuit stedelijk gebied te kunnen garanderen [lit. 2].

##### *Peilvakwijziging*

Het noordwesten van het gebied maakt onderdeel uit van een ander peilvak (peilvak 18) dan de rest van het gebied. Dit is om praktische redenen niet wenselijk. In de toekomstige situatie zal het gehele plangebied deel uit maken van peilvak 18. Dit betekent dat het gebied een waterpeil van NAP +0,65 m zal krijgen, in plaats van een zomerpeil van NAP +0,65m en winterpeil van NAP +0,45 m.

---

<sup>1</sup> het doorstroomoppervlak bij streefpeil

### *Minimale maaiveldhoogte*

Om te voorkomen dat hoge waterstanden op de IJssel leiden tot wateroverlast in het plangebied moet het plangebied opgehoogd en gedraineerd worden. De minimale maaiveldhoogte is bepaald op NAP +2,12 m. Het aansluitende gebied aan de westzijde (Gaperslanden) en de zuidzijde (Boertjesland) ligt respectievelijk op circa NAP +2,2 m en NAP +2,1 m à NAP +2,3 m. Op deze hoogtes dient te worden aangesloten. De gemeente kiest ervoor om het gebied aan te leggen op NAP +2,20m.

### **Woningbouwprogramma**

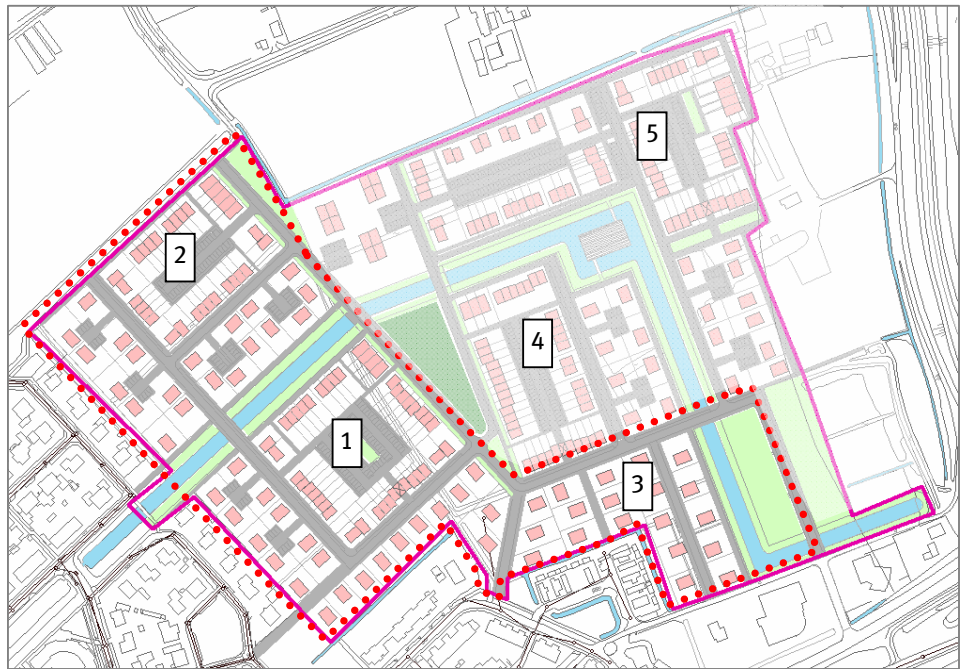
In onderstaande tabel is op basis van het verkavelingsplan de oppervlakteverdeling van de toekomstige situatie weergegeven.

Tabel 3-1: oppervlakteverdeling

Beschrijving	oppervlakte (m)	% van totaal oppervlak
<b>verhard oppervlak</b>	<b>74.653</b>	<b>51%</b>
- dakoppervlak	18.250	12%
- oppervlak voortuinen	14.623	10%
- oppervlak wegen, trottoirs, parkeervakken, speelplaatsen	41.780	29%
<b>onverhard oppervlak</b>	<b>71.387</b>	<b>49%</b>
- particulier (achtertuinten)	43.870	30%
- openbaar groen	19.342	13%
- oppervlaktewater	8.175	6%
<b>Totaal</b>	<b>146.040</b>	<b>100%</b>

## **3.2 Fasering**

De wijk Assenrade wordt gefaseerd aangelegd. Bij de aanleg van de eerste fase dient rekening gehouden worden met de aankoppeling van de volgende fases. De deelgebieden 1, 2 en 3 zullen als eerste bouwrijp en vervolgens ontwikkeld worden. Het is nog niet duidelijk hoe de fasering van het overige gedeelte van de wijk is. In figuur 3-2 is het onderdeel dat in de eerste fase gerealiseerd wordt weergegeven.



Figuur 3-2: fasering in de aanleg.

Het betreft hier de watergang (inclusief waterhuishoudkundige voorzieningen), de weg aan de noordzijde van de watergang. En de woningen ten zuiden van de watergang.

### 3.3 Ambitieniveau en streefbeelden

Het ambitieniveau en de streefbeelden komen voort het beleid. Daarom is het vigerende waterbeleid op nationaal, provinciaal gemeentelijk en waterschapsniveau geanalyseerd.

Een verdere toelichting op het beleid is opgenomen in het programma van eisen zoals opgenomen in (bijlage 3).

#### **Ambitieniveau**

Het plangebied zal in de toekomst geheel gebruikt worden als woonwijk. Gestreefd wordt naar een uniform, veilig, multifunctioneel, betrouwbaar en robuust systeem.

#### *Uniform*

Er zijn (altijd) verschillende mogelijkheden om het hemelwater en het vuilwater te verwerken. Gestreefd wordt om zo veel mogelijk met eenduidige uniforme systemen te werken en waar mogelijk aan te sluiten op systemen uit de aanliggende wijken.

#### *Veiligheid*

Vanwege het toekomstige gebruik van de locatie staat veiligheid centraal. Rekening moet worden gehouden met het beperken van de verdrinkingsrisico's. Dit betekent dat de oevers niet te steil mogen zijn en/of dat er indien mogelijk een plasdrasberm aangelegd moet worden. Daarnaast dient er gewerkt te worden met ondiepe voorzieningen en/of diepe voorzieningen waarbij de bereikbaarheid beperkt wordt.

Bij een veilig systeem gaat het verder om voldoende ontwatering, afwatering en berging, zodat er, als gevolg van het gebruik van het plangebied, geen wateroverlast optreedt

binnen en buiten het plangebied. Dit geldt voor het grondwater, het oppervlaktewater en het vuilwater (riolering).

#### *Multifunctioneel*

Getracht wordt om de beschikbare openbare ruimte zo optimaal mogelijk te benutten. Het is deze openbare ruimte waar het water verwerkt dient te worden. De benodigde ruimte voor water wordt met name bepaald door extreme neerslaggebeurtenissen die incidenteel voorkomen. Een groot gedeelte van de benodigde ruimte wordt dan ook maar incidenteel aangewend om water te verwerken. Op deze ruimte is meervoudig ruimtegebruik, in de vorm van verblijven en recreëren goed mogelijk. Onderscheid wordt gemaakt in zones voor water, zones om te recreëren en zones die grote delen van het jaar aanwezig zijn om te recreëren en incidenteel nodig zijn voor het verwerken van hemelwater.

#### *Betrouwbaar en robuust*

Door gebruik te maken van te creëren hoogteverschillen op de locatie en het hemelwater met name bovengronds te verwerken ontstaat een robuust en betrouwbaar systeem. Het hoogteverschil maakt het mogelijk om te werken met de trits vasthouden - bergen - afvoeren. Gestreefd wordt om deze trits in het ontwerp van de waterhuishouding te volgen.

#### **Streefbeelden**

Gestreefd wordt het watersysteem deel uit te laten maken van de woonwijk zonder dat de waterhuishouding belemmeringen oplevert voor gebruiksfuncties binnen de woonwijk. Er moet voldoende ruimte in het plan overblijven voor groene speelzones. Water mag gezien worden maar moet samen met andere functies onder gebracht worden in de wijk.

## 4 Voorontwerp waterhuishouding en riolering

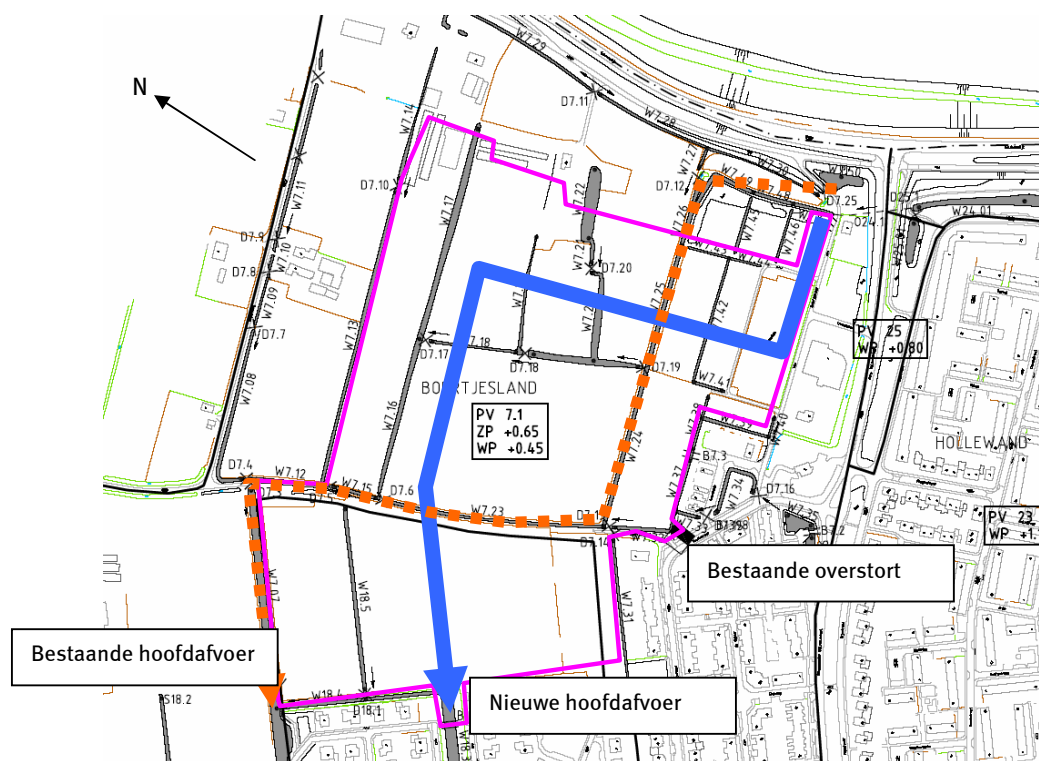
Het ontwerp van de waterhuishouding en riolering van Assenrade is er op gericht om een eenvoudig en uniform systeem te realiseren. Voor het ontwerpen van de waterhuishouding en de riolering van de woonwijk Assenrade is een Programma van Eisen opgesteld. Dit programma van eisen is opgenomen in bijlage 3.

Op basis van de geohydrologische parameters, het beleid en de beschikbare ruimte voor water is er voor gekozen het hemelwater middels de trits vasthouden - bergen - afvoeren te verwerken. In kwalitatieve zin is het uitgangspunt, in aansluiting op de nieuwe waterwetgeving, dat het afstromend hemelwater uit een woonwijk in beginsel 'schoon genoeg is om zonder verdere maatregelen teruggebracht te worden in het milieu'.

### 4.1 Waterhuishouding

#### Watersysteem Assenrade

De centrale watergang verbindt het bovenstrooms gelegen peilvak 24 met peilvak 18. Om deze reden is het niet mogelijk om peilvak 7 in het plangebied te behouden. In de toekomst zal het peil worden gestuurd door de stuwen op de grens van het stedelijke gebied Gaperslanden. Het noordelijke deel van het stedelijk gebied krijgt dan een oppervlaktewaterpeil (streefpeil) van NAP +0,65 m (peilvak 18). Al het water afkomstig uit de kern van Hattem (en de wijken Gaperslanden en Assenrade) stroomt dan via deze stuwen die liggen op de grens van het stedelijk gebied Gaperslanden. De watergangen die ten noorden van het plangebied zijn gelegen blijven tot peilvak 7 behoren.



Figuur 4-1: bestaand watersysteem met plangebied en nieuwe watergang.

### **Watersysteem Gaperslanden**

De vijver door Gaperslanden krijgt een afvoerende functie. De aanwezige schotbalkstuwten moeten aangepast worden. Deze stuwten zijn enige jaren geleden aangebracht door het waterschap. Hiernaast dient het watersysteem in de wijk op korte termijn uitgebaggerd te worden.

### **Onderhoud**

De gemeente gaat een groenstructuur toepassen langs de watergang. Dit betekent onder meer een boombeplanting op de taluds, met een wenselijke helling van 1:5. Aan de andere zijde wordt een talud toegepast van 1:3. Consequentie hiervan is onderhoud vanaf de kanten niet mogelijk is, en dat varend onderhoud noodzakelijk is. In §4.6 is nader op het beheer en onderhoud ingegaan.

### **Dwarsprofiel**

In de watersysteemanalyse [lit. 2] is een afwateringsberekening gemaakt. Hierbij zijn eisen gesteld aan maximale peilstijging en minimale afvoercapaciteit. De afvoercapaciteit van de watergang dient minimaal 0,65 m<sup>3</sup>/s te bedragen. Dit vereist een nat oppervlak van circa 5,80 m<sup>2</sup>.

In bijlage 5 is een dwarsdoorsnede van de centrale watergang weergegeven. In het profiel is rekening gehouden met varend onderhoud. De breedte van de waterspiegel komt op 6,28m, en de watergang komt in de beschoeiing.

Vanuit het verkavelingsplan is van insteek tot een insteek een breedte beschikbaar van 23 m. Van wegkant tot wegkant is dit 25 m. Er is voldoende ruimte beschikbaar om het vereiste (natte) dwarsprofiel te kunnen realiseren. De extra ruimte in het profiel wordt benut om een plas-draszone te creëren, die een waterbergende functie heeft. Door de aanleg van 'kribben' in deze zone wordt voorkomen dat de plas-draszone ook een afvoerende functie krijgt.

### **Afvoercapaciteit**

Bij de maatgevende situatie (T=10 jaar) mag de peilstijging niet hoger zijn dan in de huidige situatie. Voor de centrale watergang betekent dit dat de peilstijging niet meer dan 0,43 m mag bedragen. Deze eis is strenger dan de in het programma van eisen gestelde eis van een maximale peilstijging van 0,50 m bij de situatie T=1 jaar.

Een nat oppervlak van circa 5,80 m<sup>2</sup> is vereist. Het in bijlage 5 opgenomen (ontwerp)dwarsprofiel is hierop afgestemd.

Een ander uitgangspunt is dat bij de landelijke afvoer (1,5 l/s per ha) het verval over een duiker niet groter mag zijn dan 5 mm. Volgens de watersysteemanalyse [lit. 2] ligt bovenstrooms van peilvak 7 (bovenstrooms van Assenrade) een gebied van ca. 202 ha. Gegeven de landelijke afvoer komt dit overeen met een afvoer van 330 l/s (inclusief de benodigde afvoer voor Assenrade zelf).

Voor het voor varend onderhoud minimaal benodigde duikerprofiel (zie §4.6) is berekend dat bij de landelijke afvoer een opstuwning van 2 mm optreedt over de lengte van de duiker. Dit betekent dat de eisen voor varend onderhoud maatgevend zijn voor de afmetingen van de duikers.

### **Waterberging**

Op basis van het verkavelingsplan is de benodigde berging bepaald. Uitgaande van de maatgevende T=10 situatie is bepaald dat in het plangebied 2.148 m<sup>3</sup> aan berging gerealiseerd dient te worden. Deze hoeveelheid is gebaseerd op de toename van het verhard oppervlak in het plangebied als gevolg van de voorgenomen ontwikkeling.

In totaal is de bergingseis in het plangebied dus 2.148 m<sup>3</sup>.

Hiernaast wordt vanuit de stedelijke wateropgave (SWO) voor de kern Hattem gezocht naar een bergingslocatie voor een extra 2.700 m<sup>3</sup> afkomstig uit bovenstroomse locaties. In overleg met gemeente en waterschap is vastgesteld dat realisatie van deze 'extra' berging in enige mate wenselijk, maar geen eis is. Door de aanleg van de plas-zones ontstaat wel extra berging. Dit is aan één zijde mogelijk, over een lengte van ca. 430m. Dit leidt tot een bergingsmogelijk van ca. 800 m<sup>3</sup>. In figuur 4.1 zijn de lokatie aangegeven.

In de watersysteemanalyse [lit. 2] is de beschikbare berging in de centrale watergang middels een dynamische berekening met het computerprogramma Sobek bepaald. Hierbij is vastgesteld dat de centrale watergang een berging biedt van 1.200 m<sup>3</sup> in het doorstroomprofiel (bij de maximaal toegestane peilstijging van 0,43 m) voor het water uit Assenrade.

Hiernaast zijn in het stedenbouwkundig ontwerp op twee lokaties verruimingen in de watergangen opgenomen die extra berging bieden (in figuur 4.1 zijn deze locaties aangegeven):

- lokatie 1: inrichting van een deel van de groenvoorziening als groene berging. Uitgangspunt is een bodempeil dat 5cm boven het reguliere peil ligt, en een peilstijging tot 43cm.
- lokatie 2: dit is een centrale vijverpartij.
- Plas-draszone: verbreding van het profiel op de waterlijn, voorzien van 'kribben' om een afvoerende functie te voorkomen.

Een opsomming van de beschikbare berging is in tabel 4.1 gegeven.



Figuur 4.1: Waterberging buiten vaste profiel van centrale watergang.



Tabel 4.1: beschikbare berging

Locatie	Berging aanwezig [m <sup>3</sup> ]
centrale watergang	1.200
lokatie 1	410
lokatie 2	540
plas-draszone	800
totaal	2.950

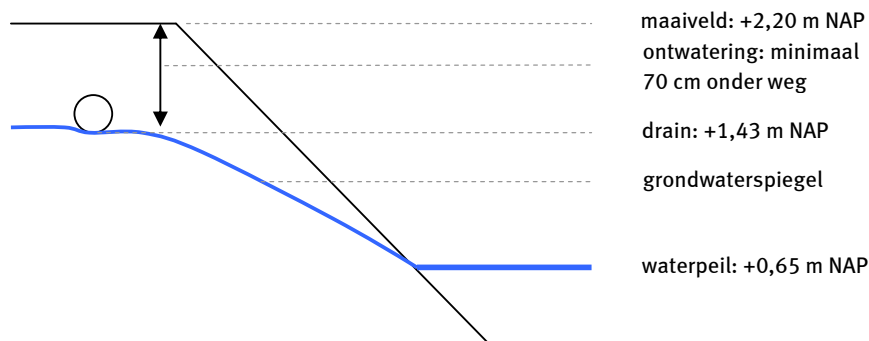
In Assenrade kan 2.950 m<sup>3</sup> aan berging in de watergang en de uitloop worden gerealiseerd. Het systeem voldoet aan de bergingseis van 2148 m<sup>3</sup> voor Assenrade zelf.

Hiernaast kan 803 m<sup>3</sup> worden geborgen. Dit komt ten goede aan de stedelijke wateropgave voor de bovenstroomse lokaties.

## 4.2 Minimale maaiveldhoogte

Naar het plangebied treden twee grondwaterstromen op. Dit zijn de regionale kwel van de Veluwe en periodieke dijkse kwel vanaf de IJssel. Hier dient verschillend mee te worden omgegaan. De afvoer van de regionale kwel dient zoveel mogelijk beperkt te worden. Dijkse kwel kan onbeperkt worden afgevoerd.

Doordat het waterpeil onder de hoogste grondwaterstand is gelegen, wordt er nu al gedurende een deel van het jaar regionale kwel afgevoerd. Omdat het waterpeil en het oppervlak aan open water nauwelijks veranderen, blijft deze afvoer in de toekomst gelijk, mits de drainage geen toename van de grondwaterafvoer veroorzaakt. Hiervoor dient de drainage boven de GHG liggen. Voor het plangebied betekent dit dat de drainage minimaal op NAP +1,43 m moet liggen. Uitgaande van de kritieke ontwateringsdiepte onder wegen van minimaal 0,7 m is gekozen voor een minimale straatpeil van NAP +2,20 m. Dit sluit aan op de bouwhoogte van Gaperslanden. In figuur 4.2 is een overzicht gegeven van de voorgestelde peilen voor Assenrade.



Figuur 4.2: Waterpeilen in het plangebied Assenrade.

## 4.3 Riolering

Uitgangspunt is dat een gescheiden stelsel aangelegd wordt in het plangebied. Het hemelwater is in principe schoon en naar het oppervlaktewater afgevoerd. Het vuilwater zal uiteindelijk afgevoerd worden naar de RWZI.

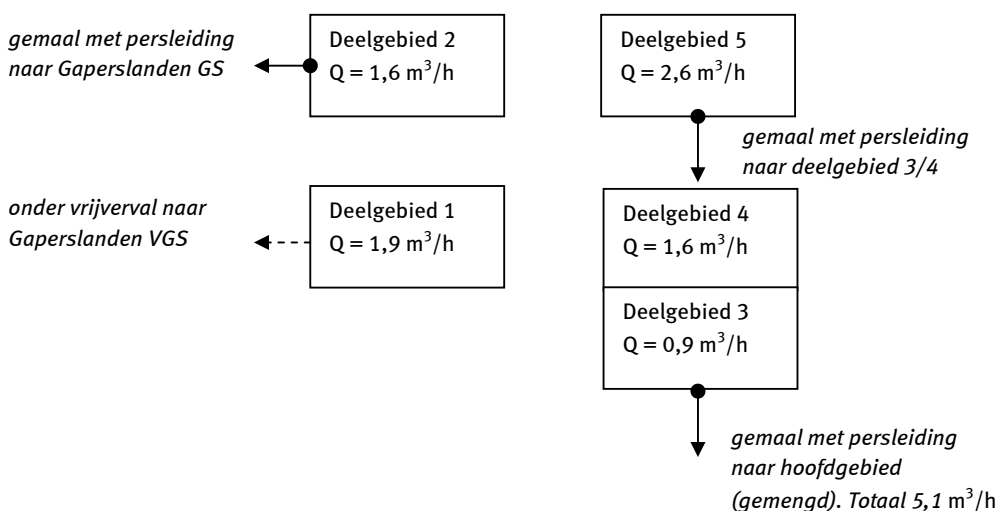
### Vuilwaterafvoer

In tabel 4-2 staat de verwachte vuilwaterproductie in Assenrade weergegeven. Uitgangspunten hierbij zijn: 2,5 inwoner per woning en een verbruik van 12 l/uur gedurende 10 uur per dag (= 1 i.e.). De totale piekafvoer komt hiermee op 8,3 m<sup>3</sup>/h.

Tabel 4-2: vuilwaterproductie.

deelgebied	aantal woningen	aantal inwoners [i.e.]	vuilwaterproductie [m <sup>3</sup> /h]
1	63	158	1,9
2	54	135	1,6
3	21	53	0,6
4	53	133	1,6
5	87	218	2,6
totaal	278	695	8,3

De structuur van het vuilwaterstelsel (vwa-stelsel) is weergegeven in bijlage 6. Onderstaande figuur geeft de afvoer schematisch weer.



Figuur 4.3: Schema vuilwaterafvoer.

Aanbevolen wordt te onderzoeken of de instellingen van de bestaande gemalen aangepast moeten worden. Gezien de beperkte hoeveelheden die op de bestaande stelsels worden geloosd worden geen problemen verwacht met de bestaande gemaalcapaciteiten.

Bij het opstellen van het ontwerp is een aantal zaken in overweging genomen of geconstateerd:

- De fasering zoals opgenomen in figuur 3.2.
- Vrijvervalkruisingen met de watergang zijn niet mogelijk. De diepteligging van de leiding zou dan 3,80m onder maaiveld bedragen, en de bodem van het gemaal zou

nog dieper moeten komen te liggen. Er is voor gekozen om de watergang, indien nodig, te kruisen met persleidingen.

- Deelgebied 1 kan onder vrij-verval worden aangesloten op het DWA-stelsel van Gaperslanden, ter plaatse van de kruising Frederikshoeve/Ruytershoeve (put 1424). De hoogteligging van het bestaande DWA-riool is +0,08m NAP. De kruising met de bestaande HWA-leiding vraag wel aandacht. Aanbevolen wordt de situatie goed in te meten.

*Uitgaande van en maximale lengte van 320m en een verhang van 1:300 is de bob van de eindstreng +1,14m NAP. De dekking op de eindstreng bedraagt dan 80cm, en dat is de uiterste grens.*

Het (onder vrij verval) aansluiten op de bestaande riolering van deelgebied 1, samen met deelgebied 3, op het bestaande stelsel in de Waalstraat (put 1398) is in overweging genomen, maar blijkt niet mogelijk.

*De hoogteligging van het bestaande riool is +0,05m NAP. Uitgaande van en maximale lengte van 370m en een verhang van 1:300 is de bob van de eindstreng +1,28m NAP. De dekking op de eindstreng bedraagt dan 70cm, en dat is niet voldoende.*

- Het onder vrij verval aansluiten van deelgebied 2 op de bestaande stelsels van Gaperslanden is niet mogelijk, omdat een bestaande watergang moet worden gekruist.

Een opvoergemaal is noodzakelijk. Deze verpompt het afvalwater naar de Kamperhoeve. Het heeft de voorkeur om de persleiding door te trekken tot aan het gemaal van Gaperslanden (put B1670), in verband met de kans op stankoverlast bij het lozingspunt.

- Deelgebied 3 zou onder vrijverval aangesloten kunnen worden op het bestaande gemengde stelsel in de Waalstraat (put 1398). Echter zou voor het aansluiten van deelgebied 4 een opvoergemaal benodigd zijn. Bovendien heeft het aansluiten van een klein DWA-stelsel op een gemengd stelsel een aantal nadelen:

- kans op instroming van gemengd water in het DWA-stelsel tijdens regenval.

Hierdoor stroomt vuilwater de verkeerde kant op. Ruimte voor een terugslagklep is niet aanwezig.

- insluiting van lucht, met kans op borrelende toiletten.

Aanbevolen wordt de deelgebieden 3 en 4 middels één centraal gemaal en persleiding af te voeren naar het gemengde stelsel in de Waalstraat (put 1398).

- De afvoer van deelgebied 5 zal de watergang moeten kruisen. Hiervoor is een gemaal en persleiding noodzakelijk. Met één centraal gemaal zal deelgebied 5 het vuilwater afvoeren naar gemengde stelsel in de Waalstraat, via deelgebied 3 en 4.

### **Hemelwaterafvoer**

Zoals gesteld aan het begin van dit hoofdstuk is het uitgangspunt dat het afstromend hemelwater uit een woonwijk in beginsel 'schoon genoeg is om zonder verdere maatregelen teruggebracht te worden in het milieu'.

Het voorontwerp van de hemelwaterafvoerstructuur is in bijlage 6 weergegeven. Er is voor gekozen om het aantal uitlaten op het oppervlaktewater te beperken. Mocht op termijn, bijvoorbeeld door metingen, toch de noodzaak blijken voor een zuiverende voorziening ten behoeve van hemelwater dan kan deze achteraf worden aangebracht.

In de structuurschets zijn de hemelwateruitlaten om esthetische redenen in bruggen/duikers geplaatst. Of dit mogelijk is hangt af van de nog te maken keuze voor duiker- of brugtype.

#### 4.4 Oppervlaktewaterkwaliteit

Afstromend regenwater van verharde oppervlakken wordt afgevoerd naar oppervlaktewater. Uitgangspunt, in aansluiting op de nieuwe waterwetgeving, dat het afstromend hemelwater uit een woonwijk in beginsel 'schoon genoeg is om zonder verdere maatregelen teruggebracht te worden in het milieu'.

#### 4.5 Volksgezondheid

De waterhuishoudkundige voorzieningen komen in de toekomst in stedelijk gebied te liggen. Dit betekent dat er eisen worden gesteld aan de inrichting en het functioneren. Voorkomen moet worden dat de voorzieningen risico's veroorzaken voor verdrinking. Dit wordt bereikt door het toepassen van flauwe taluds in watergangen (1:5,4).

#### 4.6 Beheer en onderhoud

##### Watergang

In de toekomstige situatie dienen de waterhuishoudkundige voorzieningen onderhouden te worden. Het waterschap zal met varend onderhoud de centrale watergang gaan. Dit houdt in de onderkant van brugdekken en de bovenzijde van duikers minimaal op NAP +1,95 m moet komen te liggen om een vrije doorvaarthoogte van 1,25 m te kunnen garanderen. Een diepgang is benodigd van 1 m en een breedte van 2 m. Hiernaast zijn voorzieningen noodzakelijk voor het te water laten van de maaiboot en het afvoeren van het maaisel.

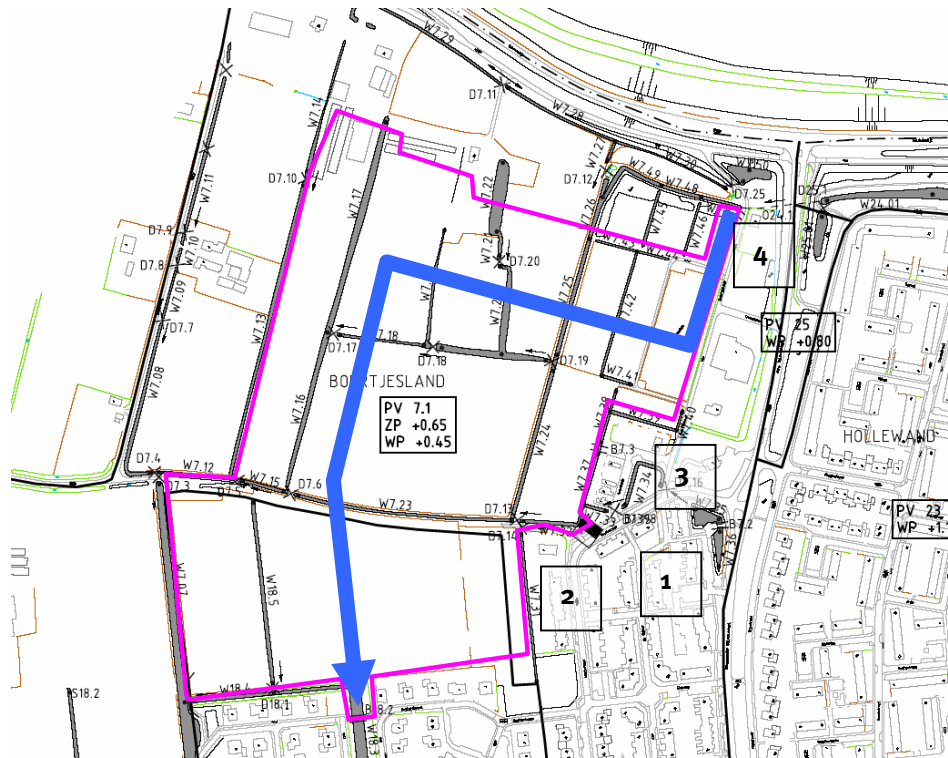
##### Taluds

De gemeente gaat een groenstructuur toepassen langs de watergang. Dit betekent onder meer de aanplant van bomen aan één zijde van de watergang, op de taluds. Deze hebben een wenselijke helling van 1:5. Hieromheen kan gemaaid worden met bijvoorbeeld een gazonmaaier. De andere zijde zal bestaan uit een plas-draszone en gras of een lage aanplant. Ook deze zijde zal door de gemeente onderhouden gaan worden.

#### 4.7 Veiligheid

Het plangebied grenst in het oosten aan een primaire waterkering. Voorkomen moet worden dat de stabiliteit van de waterkeringen als gevolg van de ontwikkelingen wordt ondermijnd. Om de veiligheid te waarborgen dient voor (ongewenste) activiteiten in de keurzone een KEUR ontheffing aangevraagd worden. De aanleg van de wijk zal buiten de keurzone plaatsvinden.

## 4.8 Geconstateerde knelpunten in het ontwerp



1. Ten zuiden van het plangebied bevindt zich momenteel een gemengde overstortput (put 1398 in de Waalstraat). Via een overstortleiding loost deze put op een watergang in het plangebied (uitlaat 1398A). Volgens het Ontwerp-Basisrioleringsplan kern Hattem [lit. 6] bedraagt de jaarlijkse piekmissie 51 kg CZV in de destijds aanwezige situatie en 30 kg CZV na uitvoering van de voorgestelde maatregelen, en is hiermee de kleinste van de gemengde overstorten (overstortfrequentie ca 6x per jaar, invloedsgebied 0,7 ha). De overstort heeft wel een functie als nooduitlaat tijdens extreme neerslag, en kan dus niet worden opgeheven.  
De afvoerleiding wordt verlegd naar de centrale watergang in Assenrade, via deelgebied 1. Op deze leiding wordt dan tevens het hemelwater aangesloten. Door deze leiding voldoende groot te kiezen zal deze leiding wellicht in de toekomst deel gaan uitmaken van de regenwaterstructuur van Hattem.  
In verband met de fasering zal wellicht een tijdelijke watergang of een nadere voorziening noodzakelijk zijn.
2. Achter de woningen langs de Waalstraat ligt een kleine sloot. Het voornemen van de gemeente is deze op te heffen. Aanbevolen wordt ter plaatse van de sloot wel drainage aan te leggen, omdat de ervaring leert dat dergelijke plekken gevoelig zijn voor wateroverlast. Het drainagesysteem kan worden aangesloten op de aan te leggen hemelwaterleiding.
3. Tussen de Waalstraat en de uitbreiding (deelgebied 3) is een watersysteem aanwezig dat een nieuwe afvoer zal moeten krijgen. Het is een optie deze te koppelen aan de combineerde duiker/hemelwaterriolering vanaf overstort B1398. Een andere optie is het watersysteem aan de noordzijde aan te sluiten op het bestaande watersysteem nabij Boertjesland. De gemeente onderzoekt hiertoe de mogelijkheden.

4. Ten opzichte van een eerder opgesteld stedenbouwkundig ontwerp is de centrale watergang in het zuidoosten van het plangebied naar het westen verplaatst om uit de Keur-zone van de IJssel te blijven. De koppeling met het bovenstrooms gelegen water moet echter wel in stand blijven. In het verkavelingsplan is daarom een watergang opgenomen langs het Boertjesland. Deze dient om de centrale watergang met de duiker (800mm) onder de Burgemeester Bijleveldsingel en het Boertjesland te verbinden. Het is van belang dat deze watergang dezelfde dimensies behoudt als de bestaande watergang die momenteel in noordelijke richting doorloopt (W7.47, W7.48 en W7.49). Voor de aanleg van deze watergang zal een ontheffing van de Keur noodzakelijk zijn.

## 5 Definitief ontwerp

### 5.1 Waterhuishouding

Gemeente en waterschap hebben in een gezamenlijk overleg overeenstemming bereikt over de waterhuishoudkundige inrichting. Het watersysteem wordt ingericht zoals beschreven in paragraaf 4.1. Op de ontwerp-tekening 172894-WHP1 is aangegeven, waar de gewenste drie laad- en losplaatsen kunnen worden gerealiseerd.

### 5.2 Riolering

Aan de hand van het programma van eisen is het structuurontwerp uitgewerkt tot een definitief ontwerp. Het ontwerp is op de ontwerp-tekening weergegeven (172894-WHP1). Het onderstaande dient hierbij te worden opgemerkt:

- In het programma van eisen is ruimte gelaten voor de materiaalkeuze van de leidingen. Geadviseerd wordt om dwa-riool uit te voeren in pvc. Bij het opstellen van het ontwerp is hiermee rekening gehouden (voor het vaststellen van de bob's). Het hwa-riool kan eventueel in beton worden uitgevoerd. Hierover dient in een vervolgfase te worden beslist.
- Het afvalwateraanbod is dusdanig laag (8,3 m<sup>3</sup>/h in totaal, zie paragraaf 4.3) dat de minimale leidingdiameter zal volstaan voor het dwa-riool (ø250).
- Voor het bepalen van de leidingdiameters van het hwa-riool is een afvoercapaciteitsberekening uitgevoerd. Hierbij zijn de eisen gehanteerd, zoals gesteld in bijlage 2. Vanwege de korte afstanden tot de hemelwateruitlaten volstaat in de meeste gevallen de minimale diameter, ø300. Uitzondering hierop is het tracé van de bestaande overstort in de Waalstraat naar de dichtstbijzijnde uitlaat. Hierover volgt meer in het laatste punt.
- Bij de berekening van de afvoercapaciteit van het hwa-rioolstelsel is rekening gehouden met verharding van voortuinen (inritten e.d.). In paragraaf 3.2 is hierop nader ingegaan.
- Zoals in paragraaf 4.8 is vermeld, dient het water afkomstig van overstort B1398 in de Waalstraat in de plansituatie te worden afgevoerd via het hwa-stelsel van Assenrade (knelpunt 3). Bij het toetsen van de afvoercapaciteit van het hwa-stelsel is gesteld dat in de maatgevende situatie (bij bui 08, T=2 -situatie) geen belemmering in de afvoer van deze overstort mag ontstaan. Concreet betekent dit dat er bij het ontwerp voor is gezorgd, dat in de maatgevende situatie het waterpeil benedenstrooms van overstort B1398 niet hoger komt dan de drempel (+1,49 m NAP).

## 6 Conclusies en aanbevelingen

### 6.1 Conclusies

- Het ontwerp waterhuishouding en riolering van de woonontwikkelingslocatie Assenrade voorziet in de (waterhuishoudkundige) eisen en wensen die de gemeente Hattem, het waterschap Veluwe en Oranjewoud tezamen hebben bepaald.
- Het plangebied wordt in zijn geheel onderdeel van peilvak 18 met een streefpeil van +0,65 m NAP.
- In het plangebied is varend onderhoud in de watergangen noodzakelijk.
- Het ontwerp van de watergang voldoet aan de eis voor het bieden van berging voor het eigen gebied. Hiernaast kan 803 m<sup>3</sup> van de 2.700 m<sup>3</sup> berging die wordt gezocht in het kader van de stedelijke wateropgave (SWO), worden geborgen in het plangebied.
- Gegeven de ontwateringseis is een minimaal maaiveld benodigd van +2,20 m NAP.
- Vuilwater wordt afgevoerd naar gemengde/dwa stelsels in de naastgelegen wijken. Het hemelwater wordt op het lokale water geloosd. Het hemelwater is schoon genoeg om zonder verdere maatregelen te lozen op het oppervlaktewater.

### 6.2 Aanbevelingen

- Bij het verdere ontwerp van de duikers in de watergang moet rekening worden gehouden met de eisen die het varend onderhoud met zich meebrengt.
- Achter de woningen langs de Waalstraat ligt een kleine sloot. Het voornemen van de gemeente is deze op te heffen. Aanbevolen wordt ter plaatse van de sloot wel drainage aan te leggen, omdat de ervaring leert dat dergelijke plekken gevoelig zijn voor wateroverlast. Het drainagesysteem kan worden aangesloten op de aan te leggen hemelwaterleiding.
- Tussen de Waalstraat en de uitbreiding (deelgebied 3) is een watersysteem aanwezig dat een nieuwe afvoer zal moeten krijgen. Het is een optie deze te koppelen aan de combineerde duiker/hemelwaterriolering vanaf overstort B1398. Een andere optie is het watersysteem aan de noordzijde aan te sluiten op het bestaande watersysteem nabij Boertjesland. De gemeente onderzoek hiertoe de mogelijkheden.
- De centrale watergang loopt langs het Boertjesland een stuk door de Keur-zone van de IJssel. Voor de aanleg van deze watergang zal een ontheffing van de Keur noodzakelijk zijn.



## Literatuurlijst

- [lit. 1] Geotechnisch en geohydrologisch onderzoek Fugro;
- [lit. 2] Watersysteemanalyse Hattem, Oranjewoud, december 2006;
- [lit. 3] Woonontwikkeling Assenrade te Hattem: Waterhuishoudkundige toetsing verkavelingsplan, Oranjewoud, februari 2007;
- [lit. 4] Grondwaterkaart Nederland, dienst grondwaterverkenning TNO, maart 1978;
- [lit. 5] Bodemkaart van Nederland, Stiboka, 1982;
- [lit. 6] Ontwerp-Basisrioleringsplan kern Hattem, Oranjewoud, december 2005.

## **Bijlage 1 : Verkavelingsplan (versie december 2009)**



## **Bijlage 2: Waterparagraaf bij de ontwikkeling van de woningbouwlocatie 'Assenrade'** *herziene versie, december 2009*

### **Inleiding**

De gemeente Hattem is voornemens om in Hattem de woningbouwlocatie Assenrade te ontwikkelen. Hiervoor zijn een geohydrologisch veldonderzoek (Fugro ingenieursbureau B.V, juni 2006), een verkavelingsplan (Van Woerkom De Brouwer, december 2009) en een waterhuishoudkundige analyse (ingenieursbureau Oranjewoud B.V, februari 2007) uitgevoerd. De voorgaande versie van het plan is conform de watertoetsprocedure besproken met het waterschap Veluwe (dhr. J. Kabout) en de gemeente Hattem (dhr. M. Veenstra/ dhr. R. Sleepers). De belangrijkste resultaten van deze procedure zijn samengevat in de onderstaande waterparagraaf. Voor de achtergronden van het proces en de analyse wordt verwezen naar het rapport 'Toelichting watertoetsprocedure Assenrade' (kenmerk 168655, revisie 00).

Naar aanleiding van een aangepast verkavelingsplan en gewijzigde inzichten is de waterparagraaf herzien. De watertoetsprocedure zal opnieuw moeten worden doorlopen.

### **Algemeen**

De woningbouwlocatie Assenrade ligt ten noorden van de kern Hattem en grenst in het oosten aan de Gelderse dijk. Het gebied is in de huidige situatie in gebruik als landbouwgrond en is nagenoeg volledig onverhard. Het plangebied heeft een bruto oppervlakte van 14,6 ha. Voor de toekomstige situatie zijn (geschakelde, twee-onder-één-kap en vrijstaande) woningen voorzien in combinatie met bebouwing voor gemeenschappelijke doeleinden. Het plan is ruim opgezet wat blijkt uit een reservering van circa 20% van de oppervlakte voor water en openbaar groen.

### **Waterhuishoudkundige aspecten**

Bij de ontwikkeling van het gebied moet rekening worden gehouden met de mogelijke knelpunten of aandachtspunten qua waterhuishouding en riolering. Daarom zijn alle waterhuishoudkundige aspecten geanalyseerd voor de huidige, wenselijke en toekomstige situatie (conform handreiking watertoets, deel II). Voor de woningbouwlocatie Assenrade zijn de onderstaande aspecten van belang. Hier dient in het ontwerp van de waterhuishouding en riolering invulling aan gegeven te worden:

1. Grondwateroverlast
2. Verdroging
3. Wateroverlast
4. Riolering
5. Oppervlaktewaterkwaliteit
6. Veiligheid
7. Inrichting en beheer

1. *Grondwateroverlast:* De grondwaterstanden in het plangebied zijn relatief hoog en periodiek is er kwel vanuit de IJssel. Hierdoor voldoet het in de huidige situatie niet aan de ontwateringnormen voor stedelijk gebied. Het plangebied wordt in de toekomst opgehoogd om aan de ontwateringnormen te voldoen. Voor het afvangen van dijke kwel wordt drainage toegepast.
2. *Verdroging:* Het plangebied ligt binnen de hydrologische beïnvloedingsgebied van de Veluwe. Het onnodig afvoeren van grondwater zou verdroging in de hand kunnen werken. Daarom wordt het drainagepeil boven de hoogste grondwaterstand uitgelegd en wordt alleen grondwater afgevoerd indien dit afkomstig is van dijke kwel;

3. *Wateroverlast* : In de huidige situatie beschikt het plangebied over voldoende bergingscapaciteit. Ook is het gebied aangewezen als (onderdeel van een groter) zoekgebied voor waterberging. Dit is voor het tegengaan van wateroverlast in de bestaande kern Hattem (circa 2.700 m<sup>3</sup>). Hierover is met het waterschap afgesproken dat deze berging in principe niet in het plangebied van Assenrade wordt gerealiseerd maar bij andere ontwikkelingen wordt meegenomen. Verder geldt dat er in de toekomst wel voldoende berging- en afvoercapaciteit gerealiseerd, zodat er geen verslechtering optreedt ten aanzien van de huidige situatie en wordt voldaan aan de normen van het waterschap Veluwe. Dit kan voor worden gerealiseerd in de watergang (toekomstige bestemming: water). Ook is uit de berekeningen gebleken dat de watergang en de kunstwerken in het toekomstige tracé voldoende ruim gedimensioneerd zijn de afvoer uit het stedelijke gebied te kunnen verwerken;
4. *Riolering*: In het plangebied is in de huidige situatie geen riolering aanwezig. In de toekomst wordt een gescheiden stelsel aangelegd. Hiervoor is er voldoende ruimte gereserveerd. Het hemelwater wordt direct geloosd op oppervlaktewater. Een deel wordt opgevangen in een retentievoorziening, het overige deel benut de bergingscapaciteit van de centrale watergang. Het vuilwater wordt aangesloten op de bestaande riolering van de kern Hattem. Deze voert af naar de RWZI;
5. *Oppervlaktewaterkwaliteit*: In de huidige situatie zijn geen problemen ten aanzien van de waterkwaliteit. Het afstromend hemelwater uit een woonwijk is in beginsel schoon genoeg is om zonder verdere maatregelen terug te worden gebracht in het milieu;
6. *Volksgezondheid*: In de huidige situatie is de inrichting het functioneren afgestemd op het agrarische gebruik. In de toekomst wijzigt dit naar een stedelijke functie. De inrichting en het functioneren zijn hierop afgestemd. De toekomstige voorzieningen vormen geen risico's voor verdrinking (flauwe taluds of fysieke barrières) en stilstaand water wordt voorkomen (voldoende doorspoeling en beperkte ledigingstijd);
7. *Veiligheid*: In de huidige situatie vormt de bestaande bebouwing geen problemen voor de stabiliteit van de waterkering. Dit geldt tevens voor de toekomstige situatie. De bebouwing en de waterhuishoudkundige voorzieningen zijn gesitueerd buiten de wettelijke beschermingszones van de primaire waterkering (KEURZONE);
8. *Beheer en onderhoud*: Voor beheer en onderhoud is voldoende ruimte opgenomen in het plan. De voorzieningen zijn allemaal bereikbaar vanaf de openbare weg en de watergangen zijn geschikt voor varend onderhoud.

Conform de handreiking watertoets worden nog een viertal thema's onderkent. Deze thema's spelen niet voor Assenrade. Het betreft de thema's watervoorziening (seizoensberging), grondwaterkwaliteit (waterwingebieden) en natte natuur (HEN/ SED-wateren) en bodemdaling. Wel wordt ten aanzien van bodemdaling het volgende opgemerkt:

- *Bodemdaling*: Het plangebied heeft een zettinggevoelige ondergrond. Dit kan mogelijk consequenties hebben voor de toekomst (zettingen en opbarsten). Deze risico's zijn in beeld gebracht middels geotechnisch onderzoek. Hieruit is gebleken dat er in deze fase geen onoverkomelijkheden zijn voor de waterhuishouding. Wel dienen na het opstellen van het definitieve ontwerp controleberekeningen uitgevoerd te worden.

### Bijlage 3: Programma van eisen Assenrade

Tabel 1 Uitgangspunten wateroverlast

- De watergangen in het plangebied dienen over voldoende afvoercapaciteit te beschikken;
- De afvoer van het overtollige water dient onder vrij verval plaats te vinden;
- Het overtollige hemelwater dient zolang mogelijk in het gebied te worden vastgehouden, dit kan bij voorkeur door het toepassen van infiltratie- en/ of retentievoorzieningen, als dit niet mogelijk is wordt retentie toegepast.;

*Ontwerpeisen:*

- *De bergingscapaciteit in de retentievijvers (oppervlaktewater) voldoen aan (zomer)regenduurlijn van T=10 jaar conform Buishandt met een klimaatcorrectie van 10%;*
- *De peilstijging bedraagt maximaal 0,50 m bij T= 1 jaar;*
- *Oppervlakte aan openwater bedraagt minimaal 8% van het totale verharde oppervlak.*

Tabel 2 Uitgangspunten riolering

- Bij het ontwerp van het rioolstelsel dient gewerkt te worden volgens de Leidraadmodule B2200 "Functioneel ontwerp";
- Bij het ontwerp van het vuilwaterstelsel worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:
  - minimale diameter: Ø 250 mm;
  - minimale dekking: 1,10 m; uiterst 0,80 m;
  - verhang 1:250 tot 1:1000;
  - minimale schuifspanning : 1,0 N/m<sup>2</sup> ;
  - maximale strenglengte: 75 m;
  - kruisingen ten opzichte van de waterbodem: -1,00 m onder bodem; deze kruisingen zoveel mogelijk vermijden;
  - kruisingen met overige leidingen: 0,20 m tussen buitenkant leidingen.
  - voldoende afvoercapaciteit om het DWA-aanbod te verwerken, uitgaande van 2,5 inwoner per woning, en een piekafvoer van 12 l/h per inwoner
- Bij het ontwerp van het hemelwaterstelsel worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:
  - minimale diameter: Ø 300 mm;
  - minimale dekking: 1,10 m; uiterst 0,80 m;
  - verhang vlak of 1:1000;
  - maximale strenglengte: 75 m;
  - kruisingen ten opzichte van de waterbodem: -1,00 m onder bodem; deze kruisingen zoveel mogelijk vermijden;
  - kruisingen met overige leidingen: 0,20 m tussen buitenkant leidingen.
  - voldoende afvoercapaciteit om, in theorie, water-op-straat bij bui 08 uit de Leidraad Riolering (T=2) te voorkomen.

*Toetsingscriteria:*

- *Het DWA riool is gedimensioneerd op en getoetst aan bovenstaande criteria;*
- *Het HWA riool is gedimensioneerd op en getoetst aan bovenstaande criteria.*

Tabel 3 Uitgangspunten volksgezondheid

- Voor beschoeiingen worden alleen milieuvriendelijke materialen toegestaan;
- Tegen waterverontreiniging bij brandbestrijding en ongevallen worden preventieve maatregelen genomen.

*Ontwerpeisen:*

- *De diepte van berging/ retentievijvers bedraagt minimaal 1,0m;*
- *De berging/ retentievijvers beschikken over een talud van minmaal 1:3.*

Tabel 4 Grondwateroverlast

- De inrichting van het plangebied mag de grondwatersituatie niet negatief beïnvloeden, de huidige situatie dient minimaal gehandhaafd te blijven;
- De grondwatersituatie dient afgestemd te zijn op de toekomstige functies binnen het plangebied, indien vereist dient de maaiveldhoogte of het vloerpeil van de bebouwing verhoogd te worden en niet het grondwaterpeil verlaagd;
- Bij het dempen van watergangen dient rekening gehouden te worden met bestaande drainagesystemen;
- Boven storende lagen worden bij voorkeur geen infiltratievoorzieningen aangelegd, tenzij de laag wordt doorboord of verwijderd.

*Ontwerpeisen:*

- *De ontwateringsdiepte onder primaire wegen bedraagt 1,00 m;*
- *De ontwateringsdiepte onder woonstraten bedraagt 0,70 m;*
- *De ontwateringsdiepte onder woningen met kruipruimte bedraagt 0,70 m;*
- *De ontwateringsdiepte onder groen/tuinen bedraagt 0,50 m;*
- *De ontwateringsdiepte onder woningen zonder kruipruimte bedraagt 0,30 m;*
- *Parkeerkelders, laad- en losbunkers (bebouwing in het grondwater) dienen waterdicht aangelegd te worden.*

Tabel 5 Uitgangspunten oppervlaktewaterkwaliteit

- Vervuiling aan de bron wordt voorkomen door te bouwen conform 'Duurzaam bouwen';
- Het afstromend hemelwater uit een woonwijk in beginsel schoon genoeg is om zonder verdere maatregelen teruggebracht te worden in het milieu.
- Doodlopende sloten dienen voorkomen te worden;
- Het watersysteem dient doorspoelbaar te zijn;
- Het gebruik van uitlogende materialen voor bouwwerken (b.v. zinken dakgoten) wordt verboden;
- Het tegengaan van onkruid wordt gerealiseerd door het kiezen van de juiste bestrating (type tegels of asfalt) er mogen in ieder geval geen chemische bestrijdingsmiddelen worden toegepast;
- Het afvoeren van afvalwater via de openbare weg (bijvoorbeeld ramenwassen of reinigen afvalcontainers) dient te worden voorkomen;
- Het strooien van zout bij gladheid dient tegengegaan te worden; een alternatief is het strooien van natzout;
- Er dient tijdig voorlichting gegeven te worden aan de toekomstige bewoners van het plangebied, dit kan bijvoorbeeld door het opstellen van een communicatieplan.

*Ontwerpeisen:*

- *Er zijn geen toetsingscriteria opgesteld ten aanzien van het behalen van de oppervlaktewaterkwaliteit, aangezien deze niet middels berekeningen wordt bepaald. Wel wordt verwacht dat er wordt toegelicht wat de verwachting is ten aanzien van het behalen van de MTR-waarde.*

Tabel 6 Uitgangspunten inrichting, uitvoering, beheer en onderhoud

- De inrichting is in overeenstemming met het stedelijke beeld;
- Water, oevers en onderhoudsstroken worden in principe eigendom van Waterschap Veluwe; De verwerving vindt plaats op basis van agrarische waarde;
- De watergangen zijn bij voorkeur geschikt voor varend onderhoud, in andere gevallen dient in bebouwd gebied rekening gehouden te worden met een onderhoudsstrook van eenzijdig 4 meter langs de watergang.
- Peilregulerende kunstwerken komen in beheer bij Waterschap Veluwe, overige kunstwerken bij de gemeente;
- De watergangen (baggeren) en oevers (maaien en afvoeren) worden regelmatig onderhouden;
- De wadi's (maaien) worden regelmatig onderhouden door de gemeente;
- Voordat met demping van bestaande watergangen begonnen wordt, moet de watergangen zijn ontdaan van baggerspecie en/of andere aanwezige verontreinigingen;
- De voor demping gebruikte materialen moeten voldoen aan de eisen uit de "Bouwstoffenbesluit bodem- en oppervlaktewaterenbescherming" en het "Interprovinciaal beleid voor de hygiënisch verantwoorde toepassing van secundaire grondstoffen in werken";

*Ontwerpeisen:*

- *De diepte van watergangen bedraagt minimaal 1,0 m.*
- *bij varend onderhoud; voorzieningen voor het te water laten van de maaiboot en het afvoeren van maaisel.*
- *bij varend onderhoud; doorvaarbare duikers.*

## Bijlage 4 : Analyse stijghoogte grondwater

### Stijghoogte grondwater in watervoerend pakket

Om beter inzicht te krijgen in de grondwaterstand in het watervoerend pakket ter plaatse van de onderzoekslocatie is gebruik gemaakt van een vijftal TNO-peilbuizen. In tabel 1 zijn de ligging en de bepaalde GLG, GG en GHG van de geraadpleegde peilbuizen weergegeven. Bij twee peilbuizen zijn de stijghoogten op verschillende diepten geraadpleegd. Hieruit blijkt dat de stijghoogte op een diepte van enkele meters minus maaiveld nauwelijks verschilt van de stijghoogte dieper in het watervoerend pakket. Bevestigd wordt dat het watervoerende pakket ondiep begint en dat er niet of nauwelijks sprake is van storende lagen.

tabel 1: Grondwaterstanden geraadpleegde peilbuizen

peilbuis	filter- stelling	Afstand (m) en richting tov midden onderzoeks-locatie	meetperiode  (jaren)	grondwaterstanden (m+NAP)				
				MIN	GLG	GG	GHG	MAX
B27E0173	5 - 6	1500 oost	1998 - 2005	-0,16	0,16	0,44	0,87	1,61
B27E0173	50 - 52	1500 oost	1998 - 2005	-0,15	0,08	0,44	0,86	1,59
B27E0001	9 - 32	1300 west	1997 - 2004	1,61	1,85	2,09	2,38	2,72
B27E0221	4 - 5	2500 oost	1998 - 2005	-0,03	0,31	0,63	1,08	1,38
B27E0221	43 - 45	2500 oost	1998 - 2005	0,01	0,33	0,70	1,31	1,76
B27E0259	4 - 6	3200 oost	2000 - 2006	-0,04	-	0,26	-	0,96
B27D0098	2 - 3	1600 noordwest	1998 - 2005	0,16	0,31	0,45	0,67	1,49
B27D0098	12 - 14	1600 noordwest	1998 - 2005	0,17	0,31	0,45	0,67	1,47
B27D0098	43 - 45	1600 noordwest	1998 - 2005	0,16	0,30	0,44	0,67	1,47
B21G0492	11 - 13	1000 noord	1998 - 2005	-0,04	0,25	0,54	1,25	3,41

Peilbuis B21G0492 ligt op vergelijkbare afstand van de IJssel als het plangebied. Uit deze peilbuis blijkt dat de gemeten maximale grondwaterstand in het watervoerend pakket ruim 2 meter hoger is dan de GHG van dit pakket. De IJssel blijkt een duidelijke invloed te hebben op de grondwaterstanden in haar omgeving.

De TNO-peilbuizen bevinden zich op een dusdanige afstand van de onderzoekslocatie dat er geen harde uitspraak te doen is over de stijghoogte van het grondwater in het watervoerende pakket ter plaatse van de onderzoekslocatie. Ook de fluctuaties zijn op basis van deze gegevens niet te voorspellen. Wel dient er rekening gehouden te worden met zeer extreme grondwaterstijgingen bij hoge waterstanden van de IJssel.

### Stijghoogte grondwater in deklaag

Het grondwaterstandsverloop van de deklaag is overgenomen uit de grondwatertrappen uit de Stiboka bodemkaart Nederland en uitgezet tegen de gemeten grondwaterstanden tijdens het veldonderzoek van UDM [lit. 5]

#### Grondwatertrappen

In het plangebied heerst grondwatertrap III en IV. Dit betekent dat de hoogste grondwaterstand dicht onder het maaiveld ligt (<0,40 m-mv) en de laagste grondwaterstand relatief diep (> 1,20 m-mv). De grondwaterstanden worden echter sterk beïnvloed doordat er gewerkt wordt met een beheersbaar oppervlaktewaterpeil (streefpeil). Door het aanwezige slotenstelsel, in combinatie met het beheersbare streefpeil, worden met name (zeer) hoge grondwaterstanden voorkomen.

De gegevens uit de grondwatertrappenkaart worden bevestigd door het uitgevoerde veldonderzoek. In een periode dat de grondwaterstand zich tussen de gemiddeld hoogste



en gemiddelde grondwaterstand bevond blijkt de grondwaterstand te variëren tussen 0,7 en 1,5 m-mv (0,6 en 1,2 m+NAP). De hoogste grondwaterstanden worden gemeten aan de westzijde (nabij de IJssel). De IJssel stond op het moment van meting relatief hoog.

#### *Het veldonderzoek*

Ten behoeve van het verkennend bodemonderzoek (UDM) zijn er 12 peilbuizen in het plangebied geplaatst. In deze peilbuizen zijn op 9 juni 2006 de grondwaterstanden gemeten. Een overzicht van de resultaten is weergegeven in tabel 2. Aan de hand van de aangeleverde maaiveldhoogtes zijn de grondwaterstanden tevens aangegeven in meters ten opzichte van NAP.

Peilbuis	Maaiveldhoogte		grondwaterstand	
	(m NAP)	(m-mv)	(m-mv)	(m NAP)
1	2,2	1,00	1,00	1,2
2	1,8	0,77	0,77	1,0
3	1,2	0,87	0,87	0,3
4	2,2	1,05	1,05	1,1
5	1,8	0,75	0,75	1,1
6	1,7	0,70	0,70	1
7	1,7	0,81	0,81	0,9
8	1,7	1,10	1,10	0,6
9	1,8	1,35	1,35	0,6
10	1,65	0,90	0,90	0,8
11	1,8	1,00	1,00	0,8
12	2,1	1,47	1,47	0,6

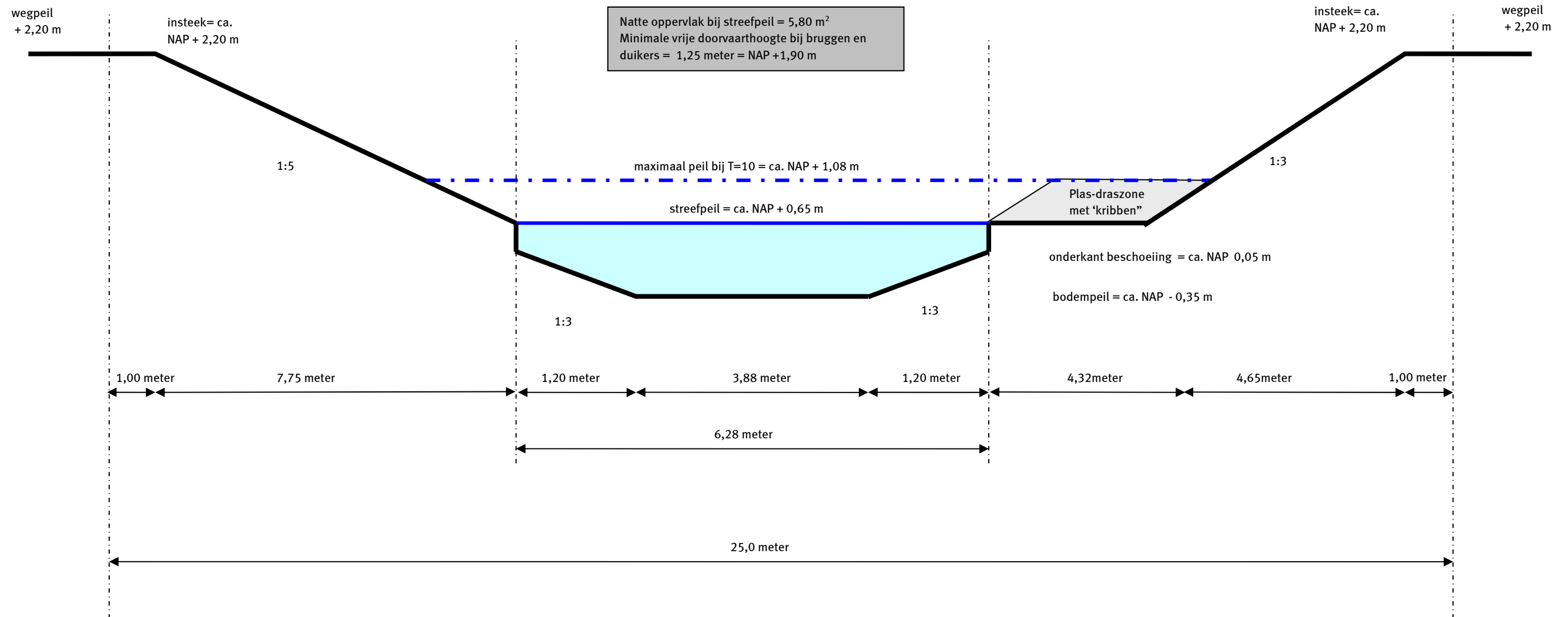
\* stand IJssel = normaal

\*\* stijghoogte in Watervoerend pakket lager dan gemiddeld

Uit de geraadpleegde TNO-peilbuizen, met een filterstelling het watervoerende pakket, blijkt dat in deze periode de grondwaterstand tussen de gemiddelde en de gemiddeld hoogste grondwaterstand is gelegen. Een hoog waterpeil op de IJssel is hier mede verantwoordelijk voor. De grondwaterstanden in het plangebied blijken het hoogst te zijn aan de zijde van de IJssel. Waarschijnlijk zijn deze hoge grondwaterstanden een gevolg van een relatief hoog waterpeil van de IJssel.

Op basis van de aanwezige gegevens wordt verwacht dat een groot gedeelte van het jaar de grondwaterstanden variëren tussen de 0,4 en 0,8 m+NAP. In periodes dat de IJssel een waterstand heeft die hoger is dan de grondwaterstand in het plangebied stijgen de grondwaterstanden in het plangebied. De grondwaterstanden blijken, op basis van het uitgevoerde veldonderzoek, in het oostzijde van het plangebied het hoogst ten opzichte van NAP.

### Bijlage 5: Profiel centrale watergang



**Bijlage 6: Voorontwerp rioleringsstructuur (het Definitief ontwerp is bijgevoegd op tekening 172894-WHP1)**

