

Briefrapport
betreffende

**RIOLERINGS- EN
BERGINGSBEREKENINGEN DEN
BRABANDER TE CHAAM**

Opdrachtnummer: 1110-0057-000



FUGRO INGENIEURSBUREAU B.V.
Adviesgroep Stedelijke Hydrologie en Waterbeheer

Nijverheidsstraat 11
Postbus 242
3370 AE Hardinxveld-Giessendam
tel.: 0184-620700
fax: 0184-620711

Waterpas Den Bosch BV
Orthen 12
5231 XS Den Bosch

T.a.v. de heer F.G. Stevens

Onze ref: 1110-0057-000.R01/HWG/ Hardinxveld-Giessendam, 27 oktober 2010

Betreft: Riolerings- en bergingsberekeningen Den Brabander te Chaam

Geachte heer Stevens,

Hierbij sturen wij u de definitieve versie van onze rapportage met de resultaten van de riolerings- en bergingsberekeningen uitgevoerd ten behoeve van bovengenoemd project.

Het HWA-riool voor nieuwbouwlocatie "Den Brabander" te Chaam (fase 1 t/m 5) is hydraulisch getoetst aan ontwerpbuilen L08 en L10 uit de leidraad riolering. Naast het hydraulisch toetsen van de HWA-riolering is tevens de berging in de watergangen en de bergingsvoorzieningen getoetst aan een bui T=100 +10% conform de eisen van het Waterschap.

Voor opmerkingen en vragen naar aanleiding van deze rapportage kunt u contact op nemen met M.W. de Kwaadsteniet.

Vertrouwend hiermee de opdracht naar uw wens te hebben afgerond,

Met vriendelijke groet,
FUGRO INGENIEURSBUREAU B.V.

ir. H.W.P.M. Gielen
Adviseur Hydrologie

Bijlagen: Digitale tekening "Waterhuishouding Den Brabander versie 2.dwg";

1. PROJECTOMSCHRIJVING

Op de projectlocatie "Den Brabander" te Chaam wordt gefaseerd nieuwe woningbouw gerealiseerd. De projectlocatie ligt ten westen van de Baarleseweg en ten oosten van de Ulicotenseweg. Aan de zuid- en de westzijde van de projectlocatie stroomt de Rode Beek.

De nieuwbouw op de projectlocatie is onderverdeeld in 5 fasen:

- Fase 1 (status: uitgevoerd);
- Fase 2 (status: in uitvoering);
- Fase 3 (status: ontwerpfase);
- Fase 4 (status: ontwerpfase);
- Heerebeemd in de rapportage "Fase 5" genoemd (status: in uitvoering).

Een luchtfoto van de huidige situatie van de projectlocatie met de fasering is weergegeven in Figuur 1-1.

Figuur 1-1: Luchtfoto projectlocatie (bron: Google Maps)



Doel van het onderzoek

Het onderzoek heeft volgende doelstellingen:

- Integrale hydraulische toetsing van de HWA-riolering van fases 1 t/m 5;
- Controle van de beschikbare waterberging;
- Optimalisatie van keuze oppervlaktewaterpeil in relatie tot waterberging, ontwatering en waterveiligheid.

Rioolontwerp

In de woonwijken wordt een gescheiden riolering aangelegd. Het hemelwater wordt ingezameld en afgevoerd naar het oppervlaktewater aan de zuidzijde van het plangebied. Het rioolontwerp en de hydraulische toetsing van het HWA-riool van Fase 1 is verzorgd door Architecten- en Ingenieursbureau de Rooij b.v. uit Oosterhout. Het rioolontwerp voor fases 2 is door Fugro Ingenieursbureau BV ontworpen en getoetst, waarbij de rekenresultaten uit de rioolberekening van Fase 1 als randvoorwaarden in het ontwerp zijn aangehouden. Het rioolontwerp voor fase 5 is door Architectenburo Schoenmakers uit Achtmaal ontworpen en door Fugro Ingenieursbureau BV getoetst. Voor Fases 3 en 4 is nog geen rioolplan opgesteld.

Waterberging

Voor de berging van het door de riolering afgevoerde hemelwater van Fase 1 en 2 is een tijdelijke bergingsvoorziening aangelegd. Bergingsberekeningen voor de tijdelijke fase zijn uitgevoerd door AGEL Adviseurs uit Oosterhout.

In deze rapportage worden de bergingsberekeningen behandeld voor de bergingsvoorzieningen in de gebruikersfase. Het hemel- en drainagewater wordt afgevoerd naar de verschillende watergangen (zie Figuur 3-1). Vanuit de watergangen wordt gedoseerd (max. $3 \text{ l.s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$) geloosd op de Rode Beek. Indien het aanbod groter is dan deze lozingsnorm, dan dient het overtollige water te worden geborgen in de watergangen en in de bergingslaagtes. Om de berging te realiseren worden 3 stuwen met doorlaat aangelegd. Bij zware neerslag zal het peil in de watergangen worden opgestuwd en zullen de aangrenzende laagtes worden gevuld.

Documenten en informatie

Voor het vervullen van de opdracht is gebruik gemaakt van volgende documenten:

- Digitale tekening "Riolering D'n Brabander (Riool beide bladen).dwg";
- Digitale tekening "Waterhuishouding Den Brabander versie 2.dwg";
- Excelbestand "Hoeveelheden t.b.v. Waterberging versie 2".

Bovengenoemde tekeningen en het Excel bestand zijn gebruikt bij het schematiseren van de HWA-riolering voor de hydraulische toetsing van het riool en het schematiseren van de watergangen en de laagtes voor het toetsen van de berging op de projectlocatie.

2. TOETSING HWA-RIOLERING FASES 1 T/M 5

In dit hoofdsuk wordt het correct functioneren van de HWA-riolering onderzocht. Bij deze toetsing wordt de riolering los van het overige deel van het watersysteem beschouwd.

Beschrijving van het HWA-stelsel

De HWA-riolering is onderdeel van een gescheiden rioolstelsel. Het regenwater wordt op de conventionele wijze ingezameld en door een leidingennetwerk gelegen in de openbare weg afgevoerd naar het oppervlaktewater. Aangezien de riolering dieper ligt dan de bodemhoogte van de watergangen zal de riolering continu gevuld zijn met water. Bovendien bestaat er een verhoogd risico op bezinking van fijne deeltjes in de leidingen. Regelmatige controle en onderhoud zullen noodzakelijk zijn.

Voor fase 3 en 4 is geen rioolontwerp beschikbaar. Voor het hydraulisch toetsen van de riolering in deze fasen is in de wegen een vlakliggend HWA-riool geschematiseerd. De eigenschappen van de HWA-riolering zijn per fase weergegeven in Tabel 2-1.

Tabel 2-1: Eigenschappen van de HWA-riolering

Fase	Rioolontwerp	B.o.b. (m t.o.v. NAP)		Leidingdiam. (mm)		Maaiveld (m t.o.v. NAP)		materiaal (-)	Wandruwheid (mm)
		min.	max.	min.	max.	min.	Max.		
1	De Rooij b.v.	10,13	10,72	250	600	12,3	12,3	pvc/beton	3
2	Fugro	9,76	10,98	315	315	12,0	12,5	pvc	3
3	Niet aanwezig	10,78	10,78	315	315	12,3	12,3	-	3
4	Niet aanwezig	10,78	10,79	315	500	12,3	12,5	-	3
5	Schoenmakers	11,35	11,59	250	250	12,6	12,95	pvc	3

Toetsingsnormen

Het hydraulisch functioneren van de riolering wordt getoetst aan:

- 1) Bui L08 uit de Leidraad Riolering, waarbij een minimale waking van 20 cm wordt geëist;
- 2) Bui L10 uit de Leidraad Riolering, waarbij zich gedurende een korte periode een water-op-straatsituatie mag voordoen.

Aangesloten verhard oppervlak

De aangesloten verharde oppervlakken zijn ingedeeld volgens de types uit de Leidraad Rioleringen. In Tabel 2-2 zijn de verschillende oppervlakken per fase weergegeven.

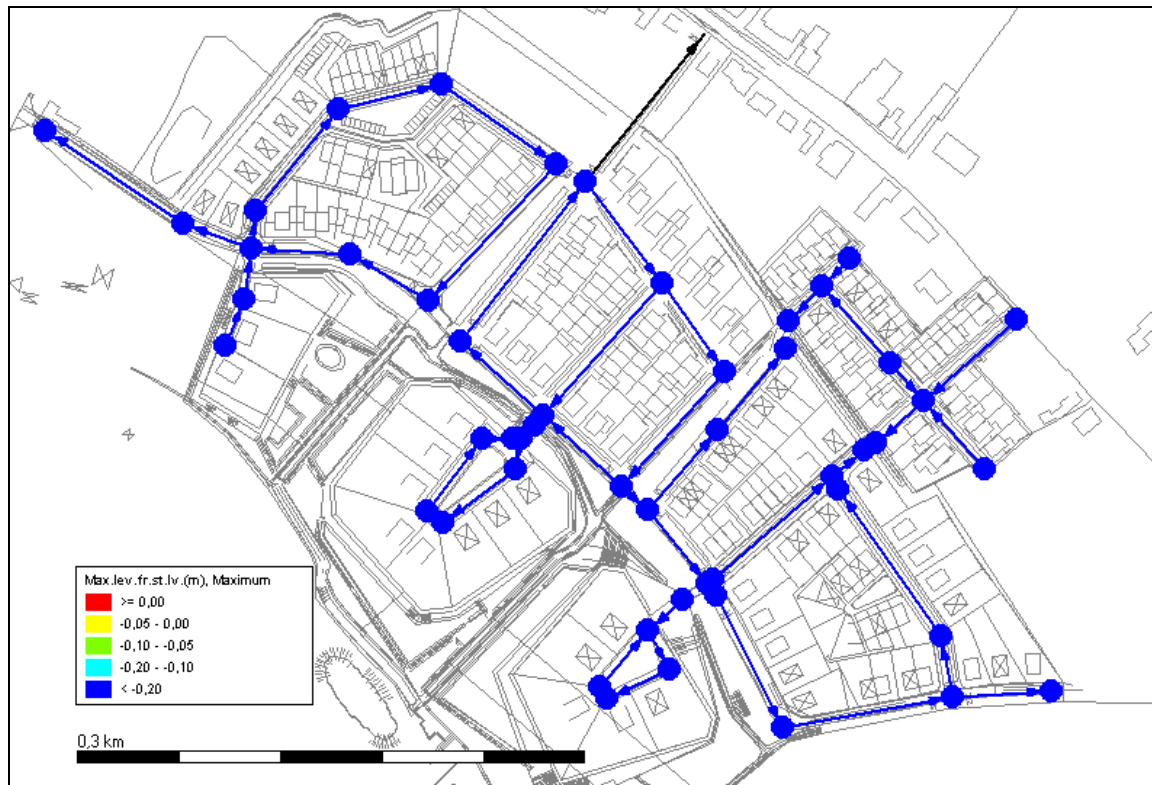
Tabel 2-2: Verhard oppervlak toegekend aan het HWA-riool

Fase	Openbaar terrein	Particulier terrein		Totaal
	Straat opp. [m ²]	Straat opp. [m ²]	Dak opp. [m ²]	opp. [m ²]
Fase 1	4.418	3.171	4.369	11.958
Fase 2	3.600	3.500	2.000	9.100
Fase 3	5.237	2.201	3.141	10.579
Fase 4	4.605	3.410	1.850	9.865
Fase 5	2.400	n.v.t.	2.500	4.900
Baarleseweg	1.250	n.v.t.	n.v.t.	1.250

Resultaten controleberekeningen

Voor de controleberekeningen is gebruik gemaakt van de modelsoftware Sobek Urban. Van de riolering is een hydraulisch model gemaakt. Met dit model is eerst de afstroming van het verhard oppervlak berekend en vervolgens de stroming in het rioolnetwerk gesimuleerd.

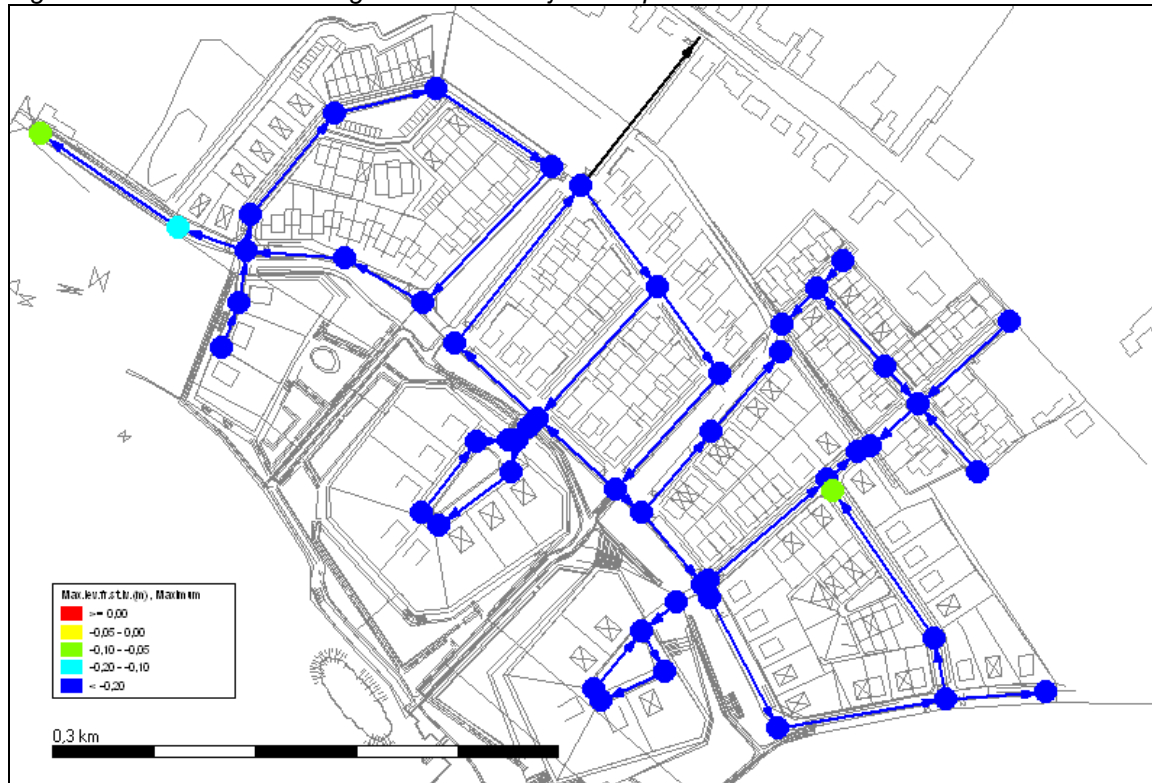
Figuur 2-1: Berekende waking in HWA-riool bij ontwerpbui L08



In Figuur 2-1 is de berekende waking in het stelsel bij bui L08 weergegeven. In Figuur 2-2 is de berekende waking bij bui L10 afgebeeld. Uit de berekeningen blijkt dat bij bui L08 de waking $>0,20$ m is. Bij bui L10 wordt er geen water op straat berekend. Daarmee voldoet het stelsel aan de gestelde eisen.

Het stelsel ligt grotendeels beneden het oppervlaktewaterpeil, waardoor er nauwelijks berging in het stelsel aanwezig is. Het stelsel beschikt over voldoende hydraulische capaciteit om het hemelwater naar de watergangen af te kunnen voeren.

Figuur 2-2: Berekende waking in HWA-riool bij ontwerpbeurt L10



3. WATERBERGING

Systeembeschrijving

Voor het bergen van hemelwater op de projectlocatie worden watergangen en laagten aangelegd. Een overzicht van de watergangen wordt weergegeven in Figuur 3-1 (blauwe lijnen in de figuur). Een overzicht van de laagten is weergegeven in Figuur 3-2 (blauwe knooppunten met de aanduiding L in de figuur). Om het water te kunnen bergen wordt op drie plaatsen in de watergangen een stuw met doorlaat aangebracht. Voor het bergen van hemelwater in twee laagten worden knijpconstructies aangebracht.

Neerslag binnen het plangebied valt deels direct in de watergangen en laagten. Een deel van de neerslag op het verharde oppervlak komt via de riolering in de watergangen terecht. Van de neerslag op het onverharde oppervlak zal een deel niet tot afstroming komen. Een ander deel zal direct afstromen naar de watergangen/laagten. Tevens zal een deel via de drainage naar de watergangen worden afgevoerd. Eenmaal in de watergangen wordt er via de doorlaten in de stuwen en geknepen afvoeren, vertraagd afgevoerd. Indien de aanvoer van hemelwater groter is dan de gelimiteerde afvoer zal het water geborgen worden en het waterpeil in de watergangen en laagten toenemen. Na het volledig vullen van de berging zal het water ter plaatse van de stuwen, overstorten naar de lagergelegen watergangen. Op het laagste punt van het systeem aan de zuidzijde van het plangebied wordt het water gedoseerd geloosd op de Rode Beek.

Schematisering systeem

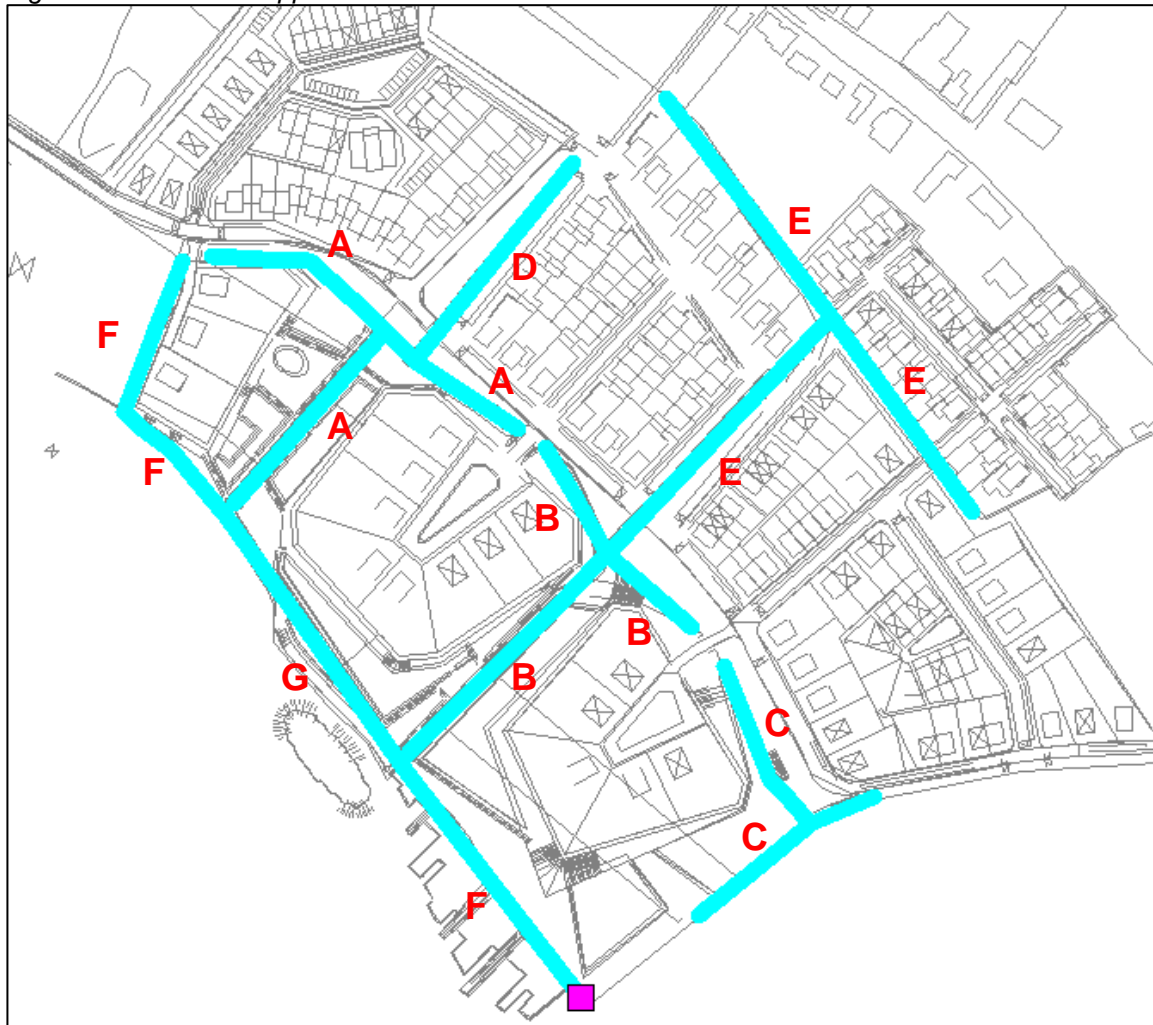
Watergangen

De eigenschappen van de verschillende watergangen, zoals geschematiseerd in de bergingsberekeningen zijn samengevat in Tabel 3-1. Hieruit blijkt dat alleen watergangen B en C permanent watervoerend zal zijn.

Tabel 3-1: Uitgangspunten watergangen in de bergingsberekeningen

Watergang	Vorm	Breedte	Bodemhoogte	Waterpeil	Maaiveld
	[-]	[m]	[m t.o.v. NAP]	[m t.o.v. NAP]	[m t.o.v. NAP]
A	<i>rechthoek</i>	2,94	10,59	10,6	12,3
B	<i>rechthoek</i>	3,18	10,39	10,6	12,3
C	<i>rechthoek</i>	1,72	10,78	11,4	12,3
D	<i>rechthoek</i>	2,78	10,59	10,6	12,3
E	<i>rechthoek</i>	2,25	11,27	-	12,5
F	<i>rechthoek</i>	1,0	10,30	10,0	12,3
G	<i>rechthoek</i>	2,35	10,30	10,0	12,3

Figuur 3-1: Overzicht oppervlaktewater



Bergingslaagten

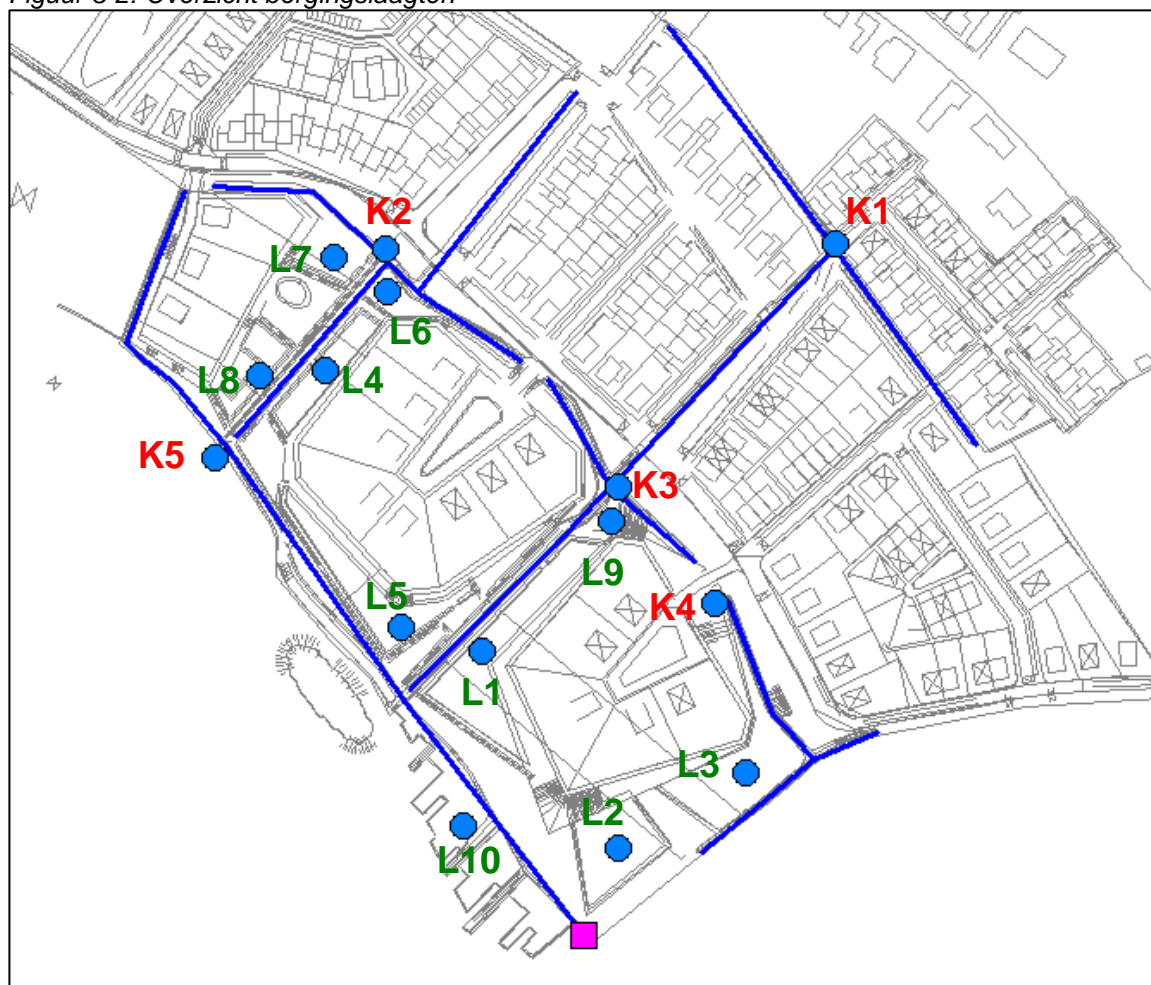
Er worden 10 bergingslaagtes (L1 t/m L10) aangelegd, waarvan er 9 direct in verbinding staan met de watergangen. Een overzicht hiervan is weergegeven in Figuur 3-2. De eigenschappen zoals geschematiseerd in de bergingsberekeningen zijn weergegeven in Tabel 3-2.

Opgemerkt wordt dat laagte L10 (van natuurmonumenten) volgens de aangeleverde informatie een berging van 1000 m³ heeft. Uitgaande van een berging tussen NAP +10,3 m en NAP +10,6 m bedraagt het oppervlak opgenomen in de schematisatie 3333 m². Volgens de digitale tekening is het oppervlak van het perceel van natuurmonumenten slechts ca. 2.340 m².

Tabel 3-2: Uitgangspunten bergingslaagten

Laagte	Oppervlak laagte	Neerslag op open water	Bodemhoogte	Maaiveld	Koppeling met
	[m ²]	[m ²]	[m t.o.v. NAP]	[m t.o.v. NAP]	[-]
L1	722	722	10,9	11,1	Watergang B
L2	1150	1150	11,0	11,4	-
L3	1510	1510	11,4	12,0	Watergang C
L4	664	664	10,9	11,1	Watergang A
L5	1150	1150	10,6	11,1	Watergang B
L6	426	426	10,7	11,1	Watergang A
L7	722	722	10,7	11,1	Watergang A
L8	421	421 </td <td>10,6</td> <td>11,1</td> <td>Watergang A</td>	10,6	11,1	Watergang A
L9	166	166	10,6	11,1	Watergang B
L10	3333	3333	10,3	10,6	Watergang F

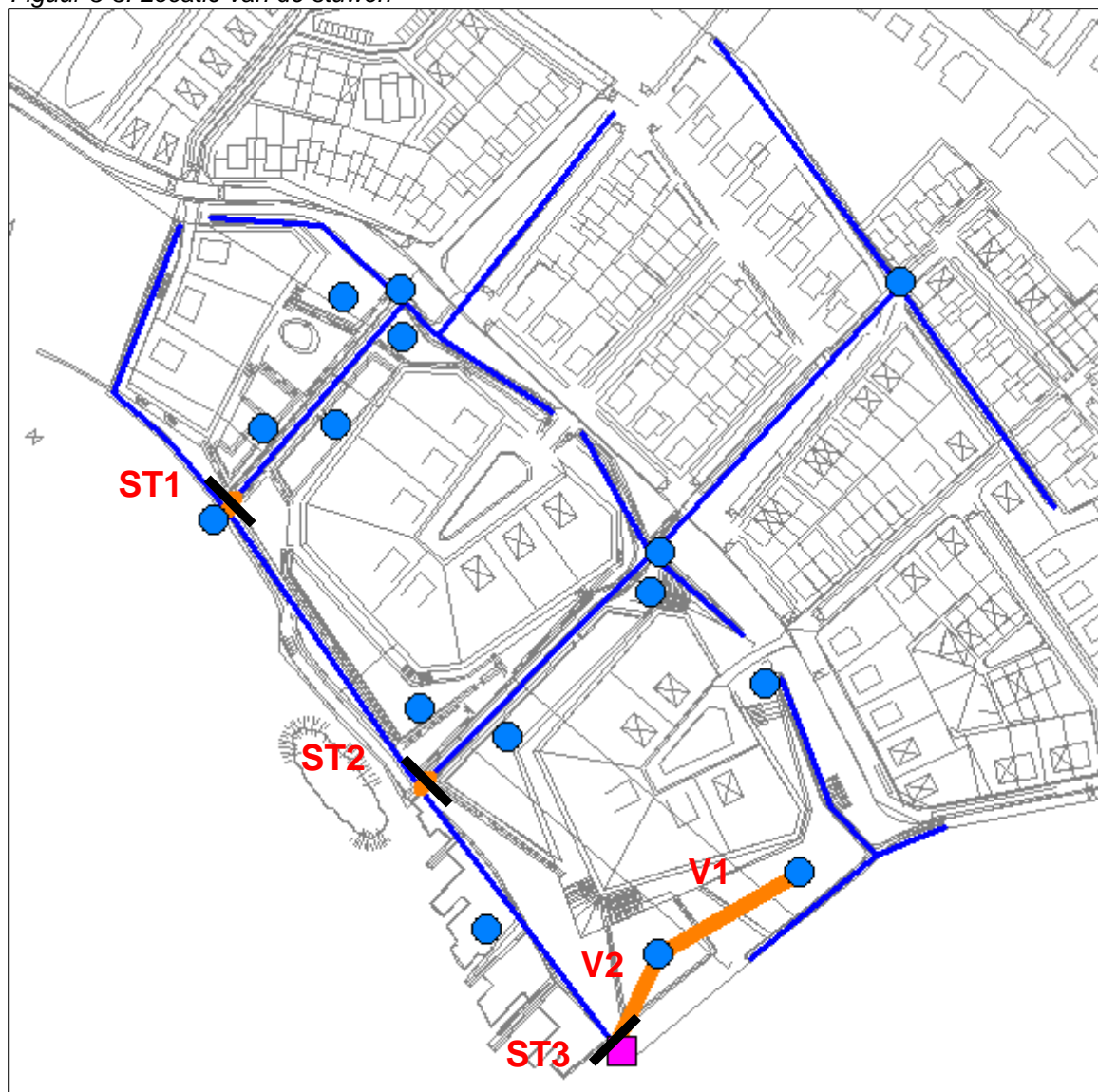
Figuur 3-2: Overzicht bergingslaagten



Waterafvoer

Het overtollig water wordt via een doorlaat in de stuwen (zie Figuur 3-3) gedoseerd geloosd. De eigenschappen van de drie stuwen zoals geschematiseerd in de bergingsberekeningen zijn samengevat in Tabel 3-3. Naast de stuwen worden 2 laagten voorzien van een gelimiteerde afvoer. De eigenschappen van de gelimiteerde afvoeren, zoals geschematiseerd in de bergingsberekeningen zijn samengevat in Tabel 3-4. Laagte L3 staat in open verbinding met watergang C en heeft een gelimiteerde afvoer naar laagte L2. Laagte L2 heeft geen open verbinding met een watergang, maar heeft een gelimiteerde aanvoer vanuit laagte L3 en voert gelimiteerd af naar watergang F (nabij de stuw naar de Rode Beek).

Figuur 3-3: Locatie van de stuwen



Tabel 3-3: Uitgangspunten stuwen

Stuw	Drempelhoogte	Drempelbreedte
	[m t.o.v. NAP]	[m]
ST1	11,1	2
ST2	11,1	2
ST3	10,6	1

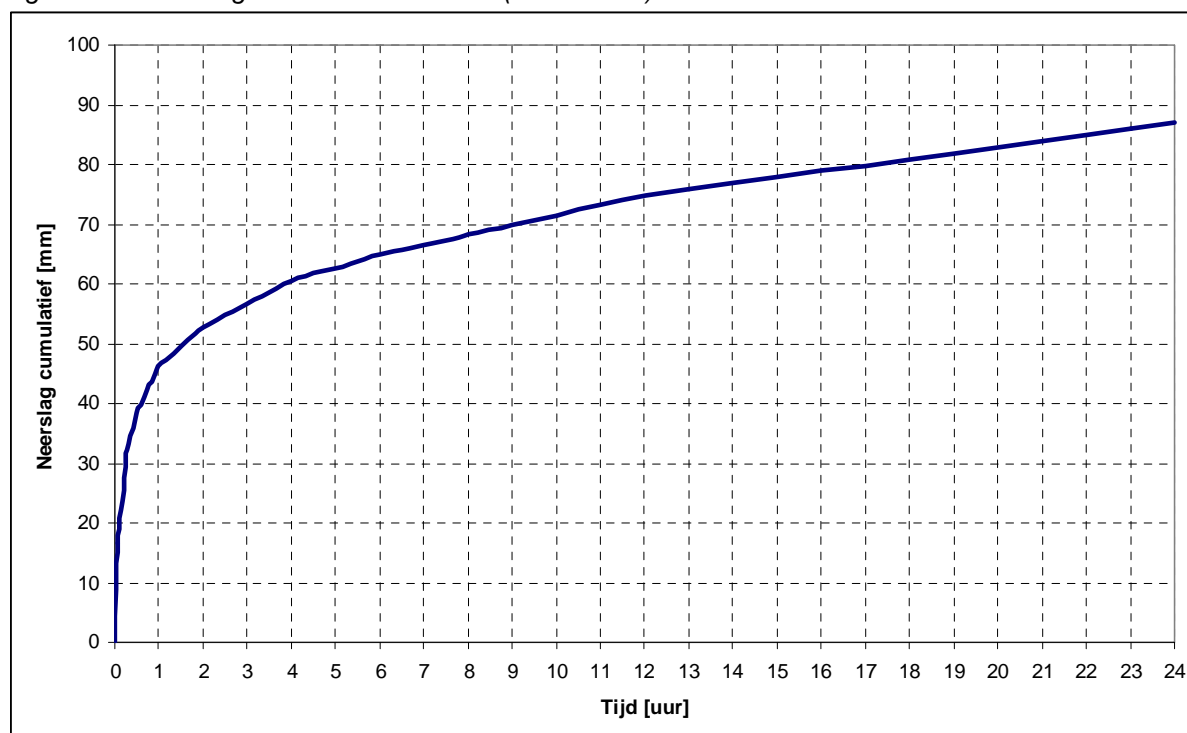
Tabel 3-4: Uitgangspunten gelimiteerde afvoeren

Gelimiteerde afvoer	Bruto terreinoppervlak	Afvoernorm	Afvoer	Afvoerniveau
	[m ²]	[l/s/ha]	[m ³ /uur]	[m t.o.v. NAP]
ST1	61.773	3	66,7	10,6
ST2	18.913	3	20,4	10,6
ST3	118.755	3	128,3	10
V1	34.616	3	37,4	11,4
V2	34.616	3	37,4	11,0

Toetsingsnormen

De waterberging wordt getoetst aan een bui T = 100 +10% volgens de kromme van het KNMI (2005) met een duur van 24 h (zie Figuur 3-4). Onder invloed van deze bui mag het water in de bergingsvoorzieningen niet hoger stijgen dan het ontwerpmaaiveldniveau variërend van ca. NAP +10,6 m tot NAP +12,95 m. Binnen de duur van de bui mag er enkel gelimiteerd worden afgevoerd naar de Rode Beek. Er mag geen extra water overstorten.

Figuur 3-4: Neerslagkromme T=100+10% (KNMI 2005)



Afvoerend oppervlak

Voor de bergingsberekeningen is het complete oppervlak als afvoerend beschouwd, waarbij is verondersteld dat naast het gerioleerde oppervlak tevens het niet-gerioleerd onverhard oppervlak direct afwatert op de watergangen. Oppervlakkige berging, berging in de bodem en afvoervertraging zijn in beperkte mate mee genomen, zodat de berekeningssituatie negatiever is dan in werkelijkheid het geval zal zijn (worst case benadering). De run off van het onverhard oppervlak is in de bergingsberekeningen gemodelleerd als "onverhard" volgens de methode uit de Leidraad Riolering. Een overzicht van de oppervlakken is weergegeven in Tabel 3-5.

Tabel 3-5: Oppervlakteverdeling voor bergingsberekening

Fase	Verhard oppervlak	Open Water	Laagten	Onverhard terrein	Bruto terreinoppervlak
	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]
Fase 1	11.958	55	0	8.156	20.169
Fase 2	9.100	1.812	2.240	12.414	25.566
Fase 3	10.579	378	1.143	12.772	24.872
Fase 4	9.865	491	3.548	20.712	34.616
Fase 5	4.900	0	0	3.928	8.828
Baarleseweg	1.250	0	0	0	1.250
Perceel natuurmonumenten	0	121	3.333	0	3.454
Totaal	47.652	2.857	10.264	57.982	118.755

Resultaten bergingsberekeningen

Waterbalans

In Tabel 3-6 is de waterbalans weergegeven na 24 uur. Hieruit blijkt dat het systeem inmiddels weer aan het leeglopen is. Op dat ogenblik wordt ca. 4.334 m³ geborgen. Dit blijkt echter onvoldoende aangezien ca. 749 m³ over de stuw naar de Rode Beek wordt afgevoerd. Dit zou in theorie 0 m³ moeten zijn om de volledige bui dient binnen het plangebied te kunnen bergen.

Tabel 3-6: Waterbalans op tijdstip t = 24 h

Bruto terreinoppervlak	118.755 m ²
Neerslag (86,9 mm in 24 uur)	10.319 m ³
- Verdamping	74 m ³
- Infiltratie	1.861 m ³
- Berging op het maaiveld	231 m ³
Instroming in het HWA-riool en naar open water/laagten	8.153 m ³
- Gelimiteerde afvoer naar de Rode Beek	3.070 m ³
- Overstort (stuw 3) naar de Rode Beek	749 m ³
- Berging in de watergangen/laagten en riolering	4.334 m ³

Berekende waterpeilen in de laagten

In Tabel 3-7 zijn de maximale berekende waterpeilen per laagte weergegeven. Hieruit kan het volgende worden opgemaakt:

- De berging in laagte L2 wordt niet volledig benut;
- Het waterpeil in laagte L3 en daarmee tevens het waterpeil in watergang C loopt op tot aan het ontwerpmaaiveldniveau van Fase 3;
- De waterpeilen in de overige laagten stijgen tot boven het stuwpeil, waardoor er water overstort ter plaatse van stuwen (ST 1 t/m 3).

Tabel 3-7: Berekende maximale waterpeil per laagte

Laagte	Oppervlak laagte	Maaiveld	Berekende waterpeil
	[m ²]	[m t.o.v. NAP]	[m t.o.v. NAP]
L1	722	11,1	11,2
L2	1150	11,4	11,1
L3	1510	12,0	12,3
L4	664	11,1	11,2
L5	1150	11,1	11,2
L6	426	11,1	11,2
L7	722	11,1	11,2
L8	421	11,1	11,2
L9	166	11,1	11,2
L10	3333	10,6	10,7

Berekende overstort- en afvoervolumes

In Tabel 3-8 zijn de berekende overstort- en afvoervolumes weergegeven na 24 uur. Ter plaatse van stuw 3 kan worden opgemaakt dat er naast de gelimiteerde afvoer naar de Rode Beek er ook water overstort. Daarmee voldoet de berging niet aan de eisen van het waterschap.

Tabel 3-8: Berekeningsresultaten stuwen en gelimiteerde afvoer

Voorziening	Gelimiteerde afvoer	Overstortvolume
	[m ³]	[m ³]
ST1	1.594	798
ST2	488	806
ST3	3070	749
V1	895	-
V2	881	-

4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Conclusies

- Uit de hydraulische toetsing van de HWA-riolering blijkt dat bij bui L08 de waking $>0,20$ m is. Bij bui L10 wordt er geen water op straat berekend. Daarmee voldoet het stelsel aan de gestelde eisen.
- Uit de bergingsberekeningen blijkt dat er in het huidige ontwerp bij een Bui T=100+10% water overstort richting de Rode Beek. Het Waterschap eist dat deze neerlag binnen het plangebied dient te worden geborgen, waarbij maximaal 3 l/s/ha mag worden afgevoerd. De berging voldoet niet aan de eisen van het Waterschap.

Aanbevelingen

- Aan de HWA-riolering aangehouden in de berekeningen voor Fase 3 en 4 ligt geen rioolontwerp ten grondslag. Indien een rioolontwerp beschikbaar is, wordt voorgesteld deze hydraulisch te toetsen.
- De berging in laagte L2 wordt gedeeltelijk benut. De afvoer vanuit laagte L3 en watergang C is beperkt, waardoor het berekende waterpeil in laagte L3 en watergang C oploopt tot aan het ontwerpmaaiveldniveau van NAP +12,3 m. Voorgesteld wordt tussen laagte L3 en L2 en tussen L2 en watergang F stuwen aan te brengen met een overstortniveau van respectievelijk ca. NAP +12,0 m en ca. NAP 11,4 m. Hiermee kan het waterniveau in laagte L3 en watergang C worden gereguleerd en wordt de berging in de lager gelegen laagte L2 maximaal benut.
- Voorgesteld wordt de stuwen 1 en 2 en daarmee het maaiveldniveau ter plaatse van de laagten (L1, L4 t/m L9) te verhogen naar een niveau van ca. NAP +11,3 m. Hierdoor wordt er minder water afgevoerd naar de watergangen F en G. Naast de toegestane gelimiteerd afvoer ter plaatse van stuw 3 treedt de overstort niet in werking bij een bui T=100+10%. Door deze wijzigingen door te voeren in het huidige ontwerp (zoals aangehouden in de berekeningen) voldoet de berging aan de eisen van het waterschap.
- Volgens de aangeleverde informatie heeft laagte L10 (van Natuurmonumenten) een berging van 1.000 m^3 . Uitgaande van een waterbergende schijf van 0,3 m (tussen NAP +10,3 m en NAP +10,6 m) zou het oppervlak ca. 3.333 m^2 moeten bedragen. Volgens de digitale tekening is het oppervlak van het perceel van Natuurmonumenten slechts ca. 2.340 m^2 (ca. 700 m^3). Bij zowel een berging van 1000 m^3 als 700 m^3 voor laagte L10 voldoet de berging aan de gestelde eisen indien voor stuwen 1 en 2 het overstortniveau wordt verhoogd naar NAP +11,3 m.



FASE 3 FOCUS
Ontwerpmaaielddoogte 12,30+

FASE 1

FASE HEEREBEEMD

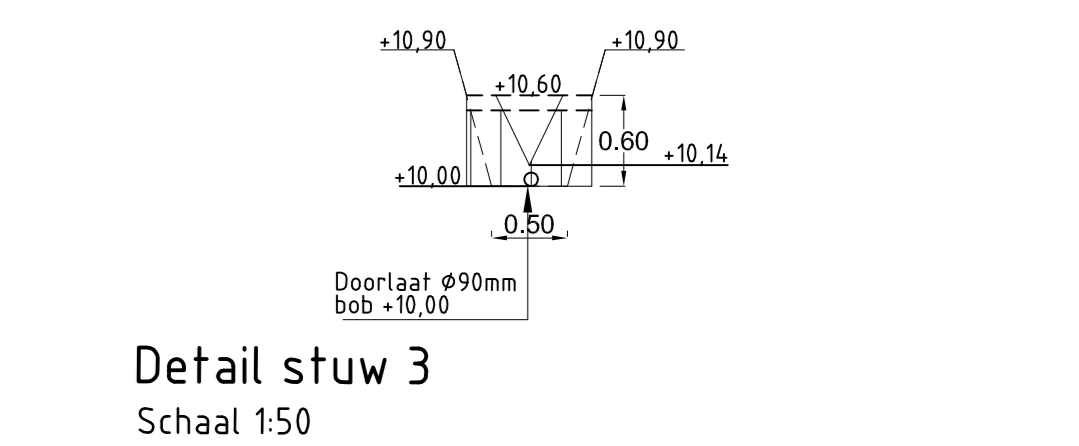
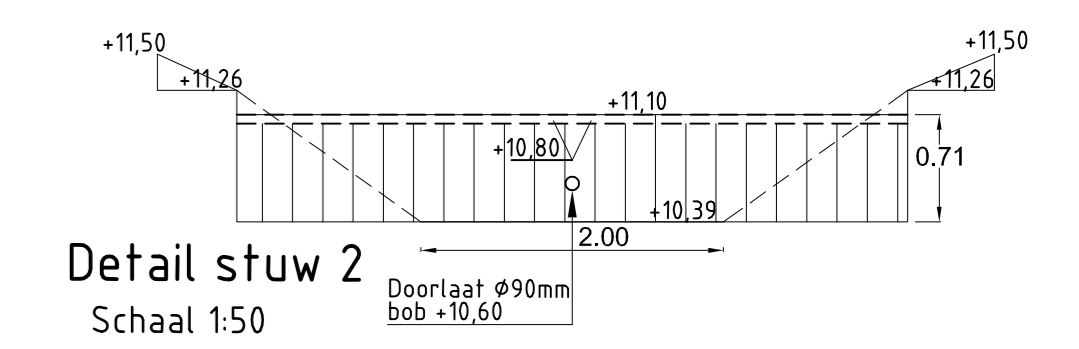
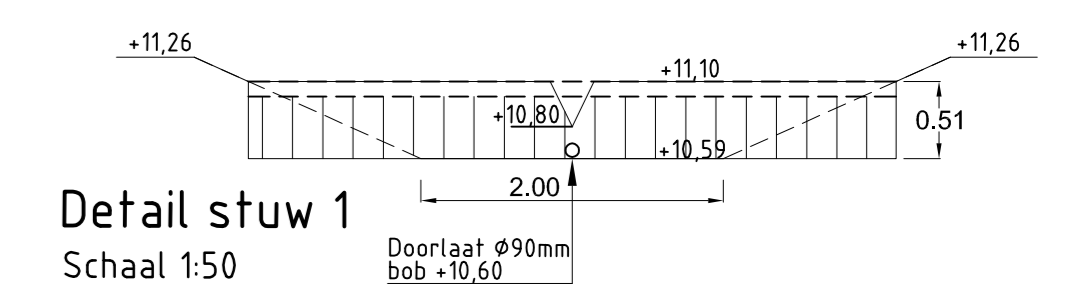
FASE 4
Ontwerpmaaielddoogte 12,30+

FASE 2
Ontwerpmaaielddoogte 12,30+

FASE 3 GEMEENTE
Ontwerpmaaielddoogte 12,30+

Ontwerpmaaielddoogte 12,30+

FASE 4



- Legenda**
- Bebouwing
 - Situatie
 - HWA riolering
 - Rand berging
 - Nieuwe hoogte f.o.v. NAP
 - Stuw met stuwhoogte
 - Faseringsgrens

Gemeente Alphen Chaam		WATERPAS	
Ecologische zone Den Brabander		Officieel gereguleerd gebied	
Waterhuishouding		Tel. 0746 444 400 Fax 0746 444 299	
getekend E. Baggen	formaat A0 schaal 1:500 / 1:50 datum 01-10-2015	acc. nr. type bestek	status concept tussenvoer 9747-WA-001



Nijverheidsstraat 11
Postbus 242
3370 AE HARDINXVELD-
GIESSENDAM
tel.: 0184-620700
fax: 0184-620711

Waterpas Den Bosch BV
Orthen 12
5231 XS Den Bosch

T.a.v. de heer F.G. Stevens

Onze ref. : 1110-0057-000.B02/HWG Hardinxveld-Giessendam, 3 december 2010

Betreft : Aanvullende werkzaamheden bergingsberekeningen Den Brabander te Chaam

Geachte heer Stevens,

Hierbij sturen wij een brief met de resultaten van de aanvullende werkzaamheden (op projectnummer 1110-0057-000) voor het verkrijgen van goedkeuring van het Waterschap op de bergingsberekeningen.

Op 25 november 2010 is er contact opgenomen met de heer Lambregts (Senior adviseur water- en emissiebeheer) van Waterschap Brabantse Delta. Voordat goedkeuring kan worden gegeven op de bergingsberekening voor project "Den Brabander te Chaam", wil het Waterschap de volgende punten hebben toegelicht of nader onderbouwd:

- De verschillen in retentieberekeningen uitgevoerd door AGEL en Fugro;
- Dimensioneren van de "geknepen" afvoer in de stuw naar de Roode Beek op basis van de volgende uitgangspunten:
 - o Minimale diameter van 50 mm van het gat in de stuw;
 - o Het afvoerdebiet wordt berekend op basis van het berekende peilstijging in de retentie bij een bui T=100;
 - o De afvoer dient te voldoen aan de afvoernorm van 1,34 l/s/ha;
- Voorstel voor de uitvoering van de noodoverlaat richting de Roode Beek.

Voor opmerkingen en vragen naar aanleiding van deze rapportage kunt u contact op nemen met M. W. de Kwaadsteniet (tel.: 0184-620700).

Vertrouwend hiermee de opdracht naar uw wens te hebben afgerond,

Met vriendelijke groet,
FUGRO INGENIEURSBUREAU B.V.

ir. H.W.P.M. Gielen
Adviseur Hydrologie

Samenvatting telefonisch overleg met Waterschap Brabantse Delta

- Tijdens het telefoongesprek van 25 november 2010 geeft de heer Lambregts aan dat de in de bergingsberekeningen aangehouden afvoernorm van 3 l/s/ha komt niet overeen met de huidige geldende afvoernorm van het Waterschap. Volgens het huidige beleid bedraagt de afvoernorm 1,34 l/s/ha bij een bui T=100 (2 keer de maatgevende afvoer in zandgebied, ofwel 2 keer 0,67 l/s/ha).
- Met deze afvoernorm wordt in het beleid de benodigde retentie berekend op 780 m³/ha verhard oppervlak. Het verharde oppervlak binnen het plangebied bedraagt 4,765 ha. De benodigde berging komt op 3.717 m³. De binnen het plangebied aanwezige berging van 4.334 m³ voldoet daarmee aan het beleid van het Waterschap;
- Door AGEL is in april 2006 een retentieberekening gerapporteerd. Hierop is in het kader van de watertoets door het Waterschap positief geadviseerd. Er is een verschillende methode toegepast voor het berekenen van de afstroming van met name het onverharde oppervlak in de berekeningen van AGEL ten opzichte van de bergingsberekeningen van Fugro. In de berekening van Fugro wordt het inloopmodel toegepast conform de Leidraad Riolerig (module C2100 NRRW 4.3 model);
- De huidige rapportage uitgebracht door Fugro onder projectnummer 1110-0057-000 hoeft niet te worden aangepast;
- In een aanvullende brief dient een korte beschrijving te worden gegeven van de verschillen tussen de retentieberekeningen van AGEL en FUGRO voor met name het onverharde oppervlak;
- Het Waterschap wil een rekenkundige onderbouwing van de "geknepen" afvoer in de stuw naar de Roode beek;
- Het Waterschap wil een voorstel voor een voorziening van een noodoverlaat richting de Roode Beek.

Beknopte toelichting verschillen in retentieberekeningen AGEL en Fugro

In tabel 1 is een overzicht weergegeven van de oppervlakken en de afvoercoëfficiënten, zoals aangehouden in de verschillende bergingsberekeningen. Opgemerkt wordt dat de inrichtingstekeningen die ten grondslag liggen aan deze berekeningen verschillen!

Tabel 1 verschillen in uitgangspunten tussen de verschillende berekeningen

	AGEL (27-06-2006)	Fugro (27-10-2010)
Verhard oppervlak (ha)	5,65	4,77
Onverhard oppervlak (ha)	9,08	5,80
Water (ha)	0,72	0,29
Retentievoorziening (ha)	0	1,03
Totaal oppervlak (ha)	15,45	11,88
Afvoercoëfficiënt (l/s/ha)	1,67	1,34*

* In de rapportage van Fugro is een hogere afvoernorm aangehouden dan vermeldt.

In het huidige beleid van het Waterschap dient de benodigde retentie te worden berekend op 780 m³/ha verhard oppervlak bij afvoernorm van 1,34 l/s/ha. Het verharde oppervlak binnen het plangebied is ca. 4,77 ha. De benodigde berging komt op 3717 m³. De binnen het plangebied aanwezige berging van 4.334 m³ voldoet daarmee aan het beleid van het Waterschap.

Naast neerslag van verhard oppervlak zal er ook neerslag van het onverharde terrein tot afstroming komen. In de retentieberekeningen van AGEL is hiervoor een coëfficiënt van ca. 0,18 aangehouden.

In de bergingsberekeningen van Fugro is tevens de HWA-riolering hydraulisch getoetst. Voor het functioneren van de HWA-riolering is het van belang inzicht te krijgen in het uitstroomniveau (lees waterpeil in de bergingen en watergangen) van de HWA-riolering wat onder vrijverval afvoert naar de watergangen. Hiervoor is een geïntegreerd model gemaakt.

Uitgangspunt voor deze berekeningen is dat van al het onverharde terrein er neerslag tot afstroming komt:

- Een deel van het onverharde terrein wordt uitgevoerd in taluds/terpen van leem, waarvan hemelwater bij hevige regenval direct afstroomt in de watergangen en bergingen;
- Een deel zal over het maaiveld afstromen naar het verharde oppervlak en via het HWA-riool worden afgevoerd;
- Ter plaatse van het onverharde terrein wordt drainage aangelegd, waardoor het hemelwater in de bodem wordt afgevangen en afgevoerd naar de watergangen en bergingen;
- Van een deel van het onverharde terrein zal er geen neerslag tot afstroming komen. Hier is in de berekeningen geen rekening mee gehouden. Verwacht wordt dan ook dat de berekende hoeveelheid neerslag die tot afstroming komt een (beperkte) overschatting is van de werkelijkheid.

Voor de afstroming van neerslag is het inloopmodel toegepast conform de Leidraad Riolering (module C2100 NWRW 4.3 model). In het inloopmodel wordt rekening gehouden met verdamping, berging, infiltratie en afstromingsvertraging van neerslag afhankelijke van het type oppervlak waarop de neerslag terecht komt.

Door het toepassen van het inloopmodel in de berekeningen van Fugro komt er meer neerslag in de watergangen en bergingen dan in de berekeningen van AGEL. Door een groter bruto terreinoppervlak aangehouden in de berekeningen van AGEL en een hogere afvoercoëfficiënt van 1,67 l/s/ha mag er meer water worden afgevoerd naar de Roode Beek dan in de berekeningen van Fugro.

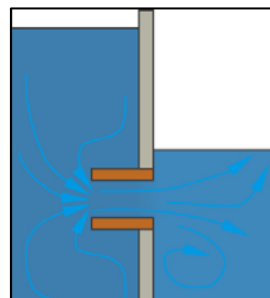
Rekenkundige onderbouwing “geknepen afvoer” (buisje van borda)

Het Waterschap wil vanuit de berging een gelimiteerde afvoer naar de Roode Beek door onder in de stuw een doorlaat aan te brengen. De minimale van de doorlaat bedraagt 50 mm. Om een indruk te krijgen van het afvoerdebiet bij verschillende waterstanden zijn indicatieve debietberekeningen gemaakt, waarbij is uitgegaan van de maximaal berekende peilstijging in de watergang voor de stuw tot een niveau van NAP +10,6 m. Het maximale peilverschil komt daarmee op 0,6 m. Voor een indicatie van de afvoerdebieten is gebruik gemaakt van de volgende formule (buisje van Borda):

$$Q = \mu A \sqrt{2g \Delta h}$$

waarin:

Q	debiet [m ³ /s]
μ	afvoercoëfficiënt, contractiecoëfficiënt [-]
Δh	waterstandsverschil over de doorlaat [m]
A	oppervlak van de doorlaat [m ²]
g	zwaartekracht versnelling [m/s ²]



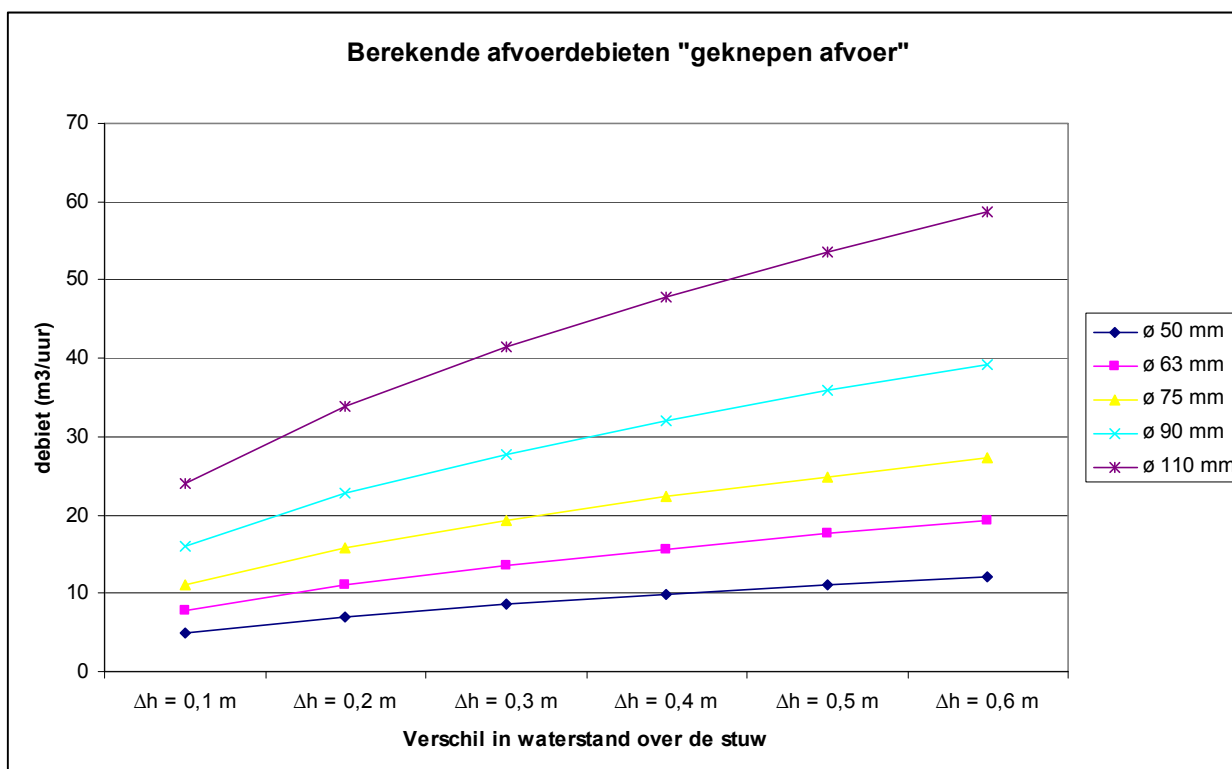
Aangehouden in de debietberekening:

- μ : 0,5 m;
- Δh : varieert van 0,1 à 0,6 m;
- g : 9,81 m/s²

De indicatief berekende debieten zijn weergegeven in tabel 2 en figuur 1

Tabel 2: Resultaten indicatieve debietberekening

Leiding diam. (mm)	A (m ²)	Indicatief berekend debiet bij: (m ³ /uur)					
		$\Delta h = 0,1$ m	$\Delta h = 0,2$ m	$\Delta h = 0,3$ m	$\Delta h = 0,4$ m	$\Delta h = 0,5$ m	$\Delta h = 0,6$ m
50	0,0020	5,0	7,0	8,6	9,9	11,1	12,1
63	0,0031	7,9	11,1	13,6	15,7	17,6	19,3
75	0,0044	11,1	15,8	19,3	22,3	24,9	27,3
90	0,0063	16,0	22,7	27,8	32,1	35,9	39,3
110	0,0010	24,0	33,9	41,5	47,9	53,6	58,7



Figuur 1: Resultaten indicatieve debietberekening

Bij een afvoernorm van 1,34 l/s/ha bedraagt de afvoer vanuit het plangebied 57,3 m³/uur. Voorgesteld wordt de doorlaat onder in de stuw uit te voeren in een diameter van 110 mm.

Voorstel voorziening noodoverlaat

Het nadeel van een “geknepen” afvoer in de vorm van een buisje onder in de stuw is de gevoeligheid voor verstopping. Indien er water in de berging staat is het buisje onder water moeilijker visueel te controleren. Om bij verstopping of calamiteiten te voorkomen dat het water niet wordt afgevoerd naar de Roode Beek en voor problemen zorgt in de watergang/berging dient het water over te storten naar de Roode Beek.

Eenzijds wil het Waterschap dat het water in berging in geval van calamiteiten wordt afgevoerd naar de Roode Beek. Anderzijds wil het Waterschap niet dat er grote hoeveelheden water overstorten naar de Roode Beek. Voorgesteld wordt in de stuw een V-vormige opening aan te brengen. Hierdoor wordt vanaf een vast niveau beperkt water afgevoerd. Naarmate het peil stijgt neemt het natte oppervlak in de V-vormige opening toe en daarmee tevens het afvoerdebiet. Op deze manier stort niet al het water vanaf een bepaald niveau direct over, maar wordt er vertraagd afgevoerd waarbij een beperkte hoeveelheid extra berging wordt gebruikt. De berging dient wel op deze peilstijging te worden ingericht. De “noodoverlaat” zorgt er niet voor dat de berging leeg kan lopen. Het buisje onder in de stuw dient regelmatig te worden gecontroleerd op verstopping.