

# **Ontwikkelingslocatie Klingelenberg te Tuil**

Waterhuishoudkundig- en rioleringsplan

Concept

Gebr. van Wanrooij Projectontwikkeling

Grontmij Nederland bv  
Zwolle, 1 december 2006

# Verantwoording

**Titel** : Ontwikkelingslocatie Klingelenberg  
te Tuil

**Subtitel** : Waterhuishoudkundig- en rioleringsplan

**Projectnummer** : 189859

**Referentienummer** : 11/99016840

**Revisie** : 1

**Datum** : 1 december 2006

**Auteur(s)** : Ing. R.C. Kloosterman

**E-mail adres** : ruud.kloosterman@grontmij.nl

**Gecontroleerd door** : Ing. F. Fokkema

**Paraaf gecontroleerd** :

**Goedgekeurd door** : Ing. S. Kamminga

**Paraaf goedgekeurd** :

**Contact** : Noordzeelaan 50  
8017 JW Zwolle  
Postbus 1364  
8001 BJ Zwolle  
T +31 38 499 16 00  
F +31 38 422 76 97  
E oost@grontmij.nl

# Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	5
1.1	Algemeen.....	5
1.2	Opbouw rapport.....	5
2	Samenvatting Watertoets.....	6
2.1	Algemeen.....	6
2.2	Huidige situatie waterhuishouding.....	6
2.3	Toekomstige situatie waterhuishouding.....	6
2.4	Duurzaam stedelijk waterbeheer.....	7
2.5	Aanvullende aandachtspunten.....	7
3	Uitgangspunten en randvoorwaarden.....	8
3.1	Algemeen.....	8
3.2	Oppervlaktewatersysteem.....	8
3.2.1	Berging.....	8
3.3	Bouwrijp maken/grondwatersysteem.....	9
3.3.1	Algemeen.....	9
3.4	Ontwateringsnormen.....	9
3.5	Aanleghoogtes.....	9
3.6	Hemelwaterafvoer.....	9
3.6.1	Infiltratievoorziening (wadi).....	10
3.6.2	Goten.....	10
3.6.3	Regenwater(verzamel)leiding.....	11
3.7	Bronmaatregelen.....	11
3.8	Vuilwaterstelsel.....	11
4	Detailering waterhuishouding.....	12
4.1	Inleiding.....	12
4.2	Toekomstige weghoogtes en vloerpeilen.....	12
4.2.1	Vloerpeilen.....	12
4.3	Ontwerp infiltratievoorzieningen.....	12
4.3.1	Algemeen.....	12
4.4	Verhard oppervlak.....	12
4.5	Goten.....	13
4.5.1	Dimensionering.....	13
4.6	Dimensionering wadi's.....	14
4.6.1	Aanleisen wadi's.....	15
4.7	Bergingsvijver.....	16
4.8	Drainage.....	16
4.9	Advies bouwrijp maken.....	17
5	Detailering riolering.....	18
5.1	Ontwerp DWA-riool.....	18
5.1.1	Afvalwaterdebieten.....	18
5.2	Regenwater(verzamel)leiding.....	18

5.2.1 Ontwerp ..... 18

Bijlage 1: Overzicht Toekomstige hoogteligging

Bijlage 2: Detaillering Waterhuishouding

Bijlage 3: Bergingsberekeningen

Bijlage 4: Detaillering Riolering

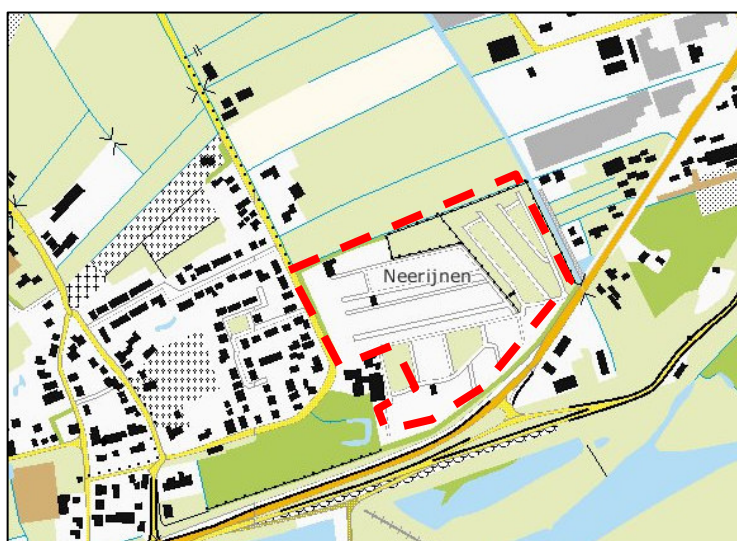
Bijlage 5: Grafiek Chezy / Thijssse

# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

In de gemeente Neerijnen is door Gebr. Van Wanrooij Projectontwikkeling uit Geffen en Witte Bouw BV uit Tiel de camping Klingelenberg in het dorp Tuil aangekocht. De locatie is gelegen aan de provinciale weg N830 (Steenweg / Graaf Reinaldweg) en biedt de mogelijkheid voor ontwikkeling van circa 170 woningen op circa 8 hectare.

In figuur 1.1 is de ligging van het plangebied weergegeven.



Figuur 1.1: Ligging onderzoekslocatie.

Voordat gestart kan worden met de uitwerking van de waterhuishouding en de riolering is in nauwe samenwerking met gemeente Neerijnen en Waterschap Rivierenland het Watertoets-traject doorlopen. De watertoets omvat het proces van informeren, afstemmen en adviseren om te komen tot een inhoudelijke beoordeling van de waterhuishoudkundige gevolgen van het bestemmingsplan. De watertoets heeft geresulteerd in de ‘natte paragraaf’ voor in het bestemmingsplan en heeft als input gediend voor de verdere uitwerking.

Het onderhavige rapport is het vervolg op het watertoetstraject waarin een uitwerking van de waterhuishouding en riolering wordt gegeven. De uitwerking dient als basis voor de besteksuitwerking.

## 1.2 Opbouw rapport

In hoofdstuk 2 wordt een samenvatting gegeven van het watertoetstraject waarna in hoofdstuk 3 de uitgangspunten en randvoorwaarden voor de uitwerking worden gegeven. Tenslotte wordt het waterhuishoudkundig- en rioleringsontwerp met het bijbehorende bouwrijpadadvies in de hoofdstukken 4 en 5 toegelicht. Als bijlagen zijn de verschillende ontwerptekeningen weergegeven.

## 2 Samenvatting Watertoets

### 2.1 Algemeen

Op grond van een afspraak uit de startovereenkomst WB21 dienen decentrale overheden in de toelichting op ruimtelijke plannen een waterparagraaf op te nemen. De waterparagraaf is het eindresultaat van het te doorlopen watertoetstracject. In die paragraaf is uiteengezet wat voor gevolgen de ontwikkelingslocatie Klingelenberg heeft voor de waterhuishouding, dat wil zeggen het grondwater en het oppervlaktewater.

De afspraken ten aanzien van de waterhuishoudkundige situatie, voor zover relevant in het kader van het waterhuishoudkundig- en rioleringsontwerp, zijn opgenomen in dit hoofdstuk.

### 2.2 Huidige situatie waterhuishouding

De locatie is gelegen aan de provinciale weg N830 (Steenweg / Graaf Reinaldweg). De huidige maaiveldhoogte ter plaatse van de locatie varieert van NAP + 2,55 m tot NAP +3,50 m. De bodem bestaat tot aan de boordiepte (circa 3,5 m) uit zware zavel en of lichte klei. Op een drietal boorlocaties is de bodem vermengd met grof rivierzand. De Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) ter plaatse varieert van circa 0,20 tot circa 0,9 m-mv. De Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) varieert van circa 1,70 tot 2,0 m-mv. De infiltratiecapaciteit is beperkt. Aan de oostzijde wordt het plangebied begrensd door de Culemborgsche Vaart (een oude trekvaart) overeenkomend met een deel van A-watergang 207 en verderop met een deel van A-watergang 204. Het gebied is in de zomer watervoerend en kan op peil gehouden worden door een stuw in A-watergang 204. Het gebied ligt in een peilgebied met een zomerpeil van NAP + 1,80 m en een winterpeil van NAP +1,60 m.

Uit een stabiliteitstoets is in overleg met het waterschap de conclusie getrokken dat er dijktechnisch geen gebreken zijn en dat het profiel van vrije ruimte daarmee voldoet. Dit betekent dat buiten het profiel van vrije ruimte maatregelen kunnen worden getroffen zonder dat dit consequenties heeft voor de stabiliteit van de dijk.

Naast een stabiliteitstoets zijn ook kwelberekeningen uitgevoerd ten behoeve van de benodigde open waterberging. Voor de bergingsberekeningen zijn in overleg met Waterschap Rivierenland de volgende waardes gehanteerd:

- huidige kwelsituatie 6 mm/dag;
- toekomstige kwelsituatie 9 mm/dag.

Voor een toelichting op de kwelberekeningen en de stabiliteitstoets wordt verwezen naar de notities 'Stabiliteitstoets Klingelenberg' met referentienummer 130-141-1306-06 en de Notitie kwelberekeningen van 16 juni 2006.

Voor de huidige (geohydrologische) gebiedsbeschrijving wordt verwezen naar het rapport 'Ontwikkelingslocatie Klingelenberg te tuil, Watertoets en Waterparagraaf' met als documentnummer 130-141-191-'05.

### 2.3 Toekomstige situatie waterhuishouding

Door de ontwikkelingen die dit bestemmingsplan mogelijk maakt, is er sprake van een toename van verhard oppervlak waardoor versneld water wordt afgevoerd.

Door water langer in het gebied vast te houden, worden verdroging en afwenteling van water-overlast tegengegaan. Het streven is gericht op het niet aansluiten van hemelwater afkomstig van daken, wegen en terreinen. In overleg met gemeente en waterschap is gekozen om bodempassages in combinatie met open waterberging te realiseren in het plangebied. Uitgangspunt voor het ontwerp is dat hemelwater zichtbaar afgevoerd wordt naar een bodempassage of, indien sprake is van schone oppervlakken, rechtstreeks op het oppervlaktewater.

Uitgaande van globale bergingsberekeningen dient in het stedenbouwkundig ontwerp rekening te worden gehouden met een minimaal benodigd oppervlak op de waterlijn van 3350 m<sup>2</sup> (exclusief talud). Bij de bergingsberekening is uitgegaan van in totaal 20 mm berging gerealiseerd in bodempassages (wadi's). In de uitwerking (hoofdstuk 4) zijn de bergingsberekeningen gedetailleerd.

Uitgaande van bovengenoemde voorwaarden zal de uitbreiding geen gevolgen hebben voor de waterhuishoudkundige situatie buiten het plangebied.

In het plangebied wordt het huishoudelijk afvalwater via een droogweerafvoerstelsel afgevoerd naar het bestaande gemengd rioolstelsel. Afhankelijk van de hoogteligging gebeurt dit onder vrij verval of via een onderbemaling.

#### **2.4 Duurzaam stedelijk waterbeheer**

In relatie tot duurzaam stedelijk waterbeheer zal bij de inrichting van het plangebied rekening worden gehouden met de te gebruiken materialen in de te realiseren gebouwen of bouwwerken en verhardingen. De nadruk wordt gelegd op het gebruik van duurzame bouwmaterialen om schoon regenwater in het gebied te conserveren.

#### **2.5 Aanvullende aandachtpunten**

In het kader van de toekomstige waterhuishouding zijn nog een aantal aanvullende aandachtpunten gemaakt door het waterschap en gemeente. Deze aandachtpunten zijn opgenomen in het volgende hoofdstuk.

## 3 Uitgangspunten en randvoorwaarden

### 3.1 Algemeen

Voor het ontwerp van de waterhuishouding en de riolering is uitgegaan van het stedenbouwkundig ontwerp van 13 november 2006. Op basis van het watertoetraject worden in de onderstaande paragrafen de uitgangspunten, de randvoorwaarden en de ontwerpnormen voor het oppervlaktewatersysteem, het bouwrijp maken en het regenwater- en vuilwaterwatersysteem weergegeven.

Het streven is om de inrichting op basis van duurzaamheidsprincipes vast te stellen en te realiseren, waarbij tevens de aanleg- en beheerkosten van de verschillende maatregelen in het oog worden gehouden.

### 3.2 Oppervlaktewatersysteem

#### 3.2.1 Berging

Conform de wensen van het Waterschap Rivierenland wordt in het plangebied de benodigde berging berekend aan de hand van een drietal maatgevende neerslagsituaties. Bij de dimensioneringsberekeningen voor de piekberging wordt uitgegaan van:

- een ontwerpbui met een frequentie van eens per 2 jaar + 10%, inclusief de (huidige en toekomstige) kwelsituatie;
- een ontwerpbui met een frequentie van eens per 10 jaar + 10%, waarbij een maximale peilstijging mag optreden van 30 cm (exclusief kwel);
- een ontwerpbui met een frequentie van eens per 100 jaar + 10%, waarbij een drooglegging van 0,10 m t.o.v. wegpeil moet worden gegarandeerd.

Bij de berekening wordt verder uitgegaan van:

- landelijke afvoer van 1,5 l/s/ha uit het plangebied;
- de bergingszone watert zonder knijpconstructie af op de Culemborgse Vaart;
- bergingszone heeft een zomerpeil van NAP +1,80 m en winterpeil van NAP +1,60 m.

Ten aanzien van beheer en onderhoud moet de bergingszone op een dusdanige manier zijn vormgegeven en beplant dat dit voor het beheer en onderhoud geen obstakels oplevert. Dit betekent:

- voldoende diepte van de retentie (minimaal 1,0 m bij laagste zomerpeil), bodempeil NAP +0,80 m;
- rondom de retentie dient een 4 m brede obstakelvrije strook aanwezig te zijn (wettelijke zone keur Waterschap);
- bij talud van minimaal 1:5 kan het talud ook als onderhoudszone worden gebruikt;
- oever minimaal 50% natuurvriendelijke inrichten. Een natuurlijke oever betekent een minimaal talud van 1:5 vanaf de waterbodem.

In bijlage 2 is het profiel van de bergingszone tot aan de weg weergegeven.



### 3.3 Bouwrijp maken/grondwatersysteem

#### 3.3.1 Algemeen

Voor de afwatering van het plangebied zijn de volgende uitgangspunten en randvoorwaarden gehanteerd.

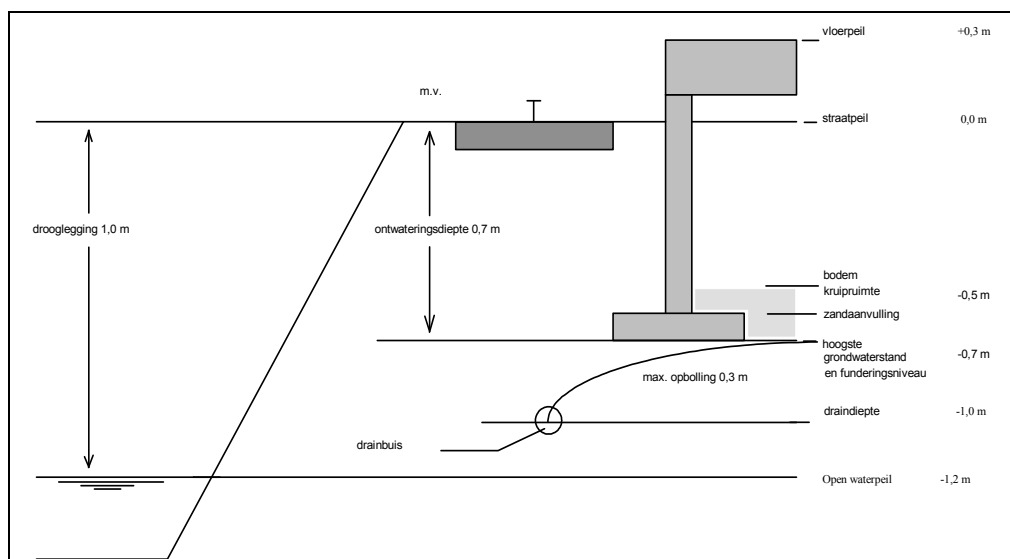
- In eerste instantie wordt er uitgegaan van oppervlakkige afvoer van de woningen naar de wegen. In de wegen worden 'visueel' goten toegepast.
- Het ontwerp van de noodzakelijke kruisingen van goten met wegen is vanuit verkeerskundig/stedenbouwkundig oogpunt uitgewerkt.
- Er worden geen belemmerende constructies in de wegen toegepast in verband met de waterafvoer.
- Voor oppervlakkige neerslagafvoer via goten naar infiltratievoorzieningen, is een verhang (minimaal 3‰) in de wegen noodzakelijk.

#### 3.4 Ontwateringsnormen

De onderstaande ontwateringsnormen worden voorgesteld bij de uitwerking van de detailplannen voor de waterhuishouding:

- wijkwegen: grondwaterstand 0,7 m – wegpeil;
- ontwatering t.o.v. van vloerpeil: grondwaterstand maximaal 1,0 m – vloerpeil (overschrijding per jaar gedurende maximaal 14 dagen);
- groenvoorzieningen en tuinen: grondwaterstand maximaal 0,5 m – mv.

In figuur 3.1 staan genoemde ontwateringsdieptes weergegeven.



Figuur 3.1: Ontwateringsnormen

#### 3.5 Aanleghoogtes

De aanleghoogtes moeten zodanig worden bepaald dat hemelwater (via goten) oppervlakkig kan afvoeren naar de aanwezige infiltratievoorzieningen in het plangebied en dat op een zo'n duurzaam mogelijke wijze invulling wordt gegeven aan grondwaterneutraal bouwen.

#### 3.6 Hemelwaterafvoer

Met betrekking tot hemelwaterafvoer in plangebied Klingelenberg zijn onderstaande onderdelen nodig om een goede afwatering te realiseren:

- bovengrondse afvoer (goten);
- wadi's / bermpassages;
- regenwater(verzamel)riool.

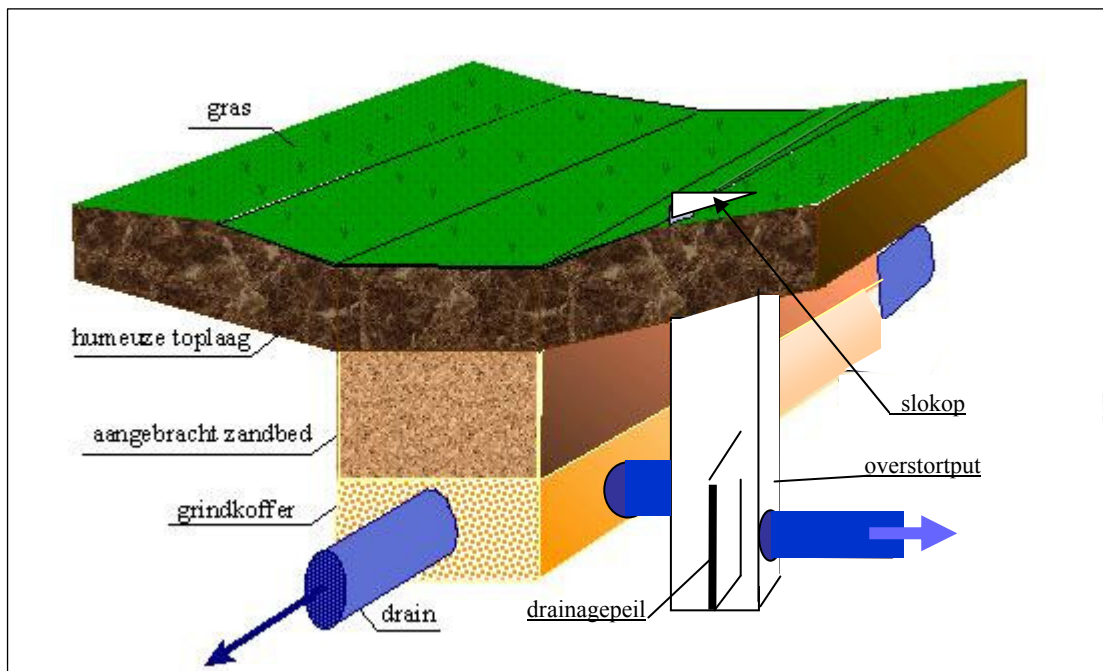
In onderstaande paragrafen zijn de ontwerpeisen en uitgangspunten van de genoemde onderdelen beschreven.

### 3.6.1 Infiltratievoorziening (wadi)

Hemelwater afkomstig van daken en wegen dient via goten af te wateren richting de wadi's. Vanuit de wadi's infiltreert het water via een bodempassage naar een onderliggende koffer waarna het uiteindelijk vertraagd via een drain en een transportriool afwatert richting het te realiseren open water.

De wadi's worden vlak aangelegd om een gelijkmatig over het oppervlak verdeelde infiltratie te bewerkstelligen. Verder worden de volgende ontwerputgangspunten gehanteerd bij de detaillering:

- streven naar een minimale breedtemaat van 3,0 m (beheertechnisch);
- minimaal talud 1:3;
- bodemdpte maximaal 0,4 m met 0,1 m waking;
- geen ondergrondse aansluitingen op de wadi;
- de wadi's bestaan uit gras, hierbij is het van belang dat het gras machinaal gemaaid en afgevoerd kan worden. Ook dient een goed toegankelijke inrit voor het onderhoud aanwezig te zijn.



Figuur 3.2 doorsnede opbouw wadi's

### 3.6.2 Goten

Op particulier terrein dient het water, middels afvoergoten, van de daken van het huis naar de straat te worden getransporteerd. Bij het dimensioneren van de goten worden de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- Maximum gootlengte is 150 m.
- minimum verhang is 3 ‰.
- De goten worden berekend met de formule van Chezy waarbij een intensiteit van 30 l/sec/ha is gehanteerd. De mate van overlast is vervolgens bepaald aan de hand van een bui van 60 l/sec/ha.

Verder zijn er een aantal praktische randvoorwaarden:

- bochten in de goten: geen haakse bochten toepassen (maximaal 135°);
- kruisingen met wegen: deze moeten waar mogelijk worden voorkomen;

- het hemelwater dat op de daken (inclusief achterzijde) valt dient naar de voorzijde van de woning te worden getransporteerd.

### 3.6.3 Regenwater(verzamel)leiding

Nadat de wadi's volledig benut zijn treden de slokops in werking welke aangesloten zijn op een transportriool. Het transportriool staat in open verbinding met het open water in het plangebied.

De uitgangspunten bij het ontwerp van het regenwaterriool zijn:

- minimale dekking op de kruin van de buis van 1,10 m;
- rwa-riool loost onder water waardoor stelsel gedeeltelijk gevuld is;
- hemelwater dient zonder wateroverlast (geen hydraulische knelpunten) afgevoerd te worden naar de retentievijver.

### 3.7 Bronmaatregelen

Het hemelwater worden ontkoppeld van de afvalwaterstroom. Het is dan noodzakelijk dat de kwaliteit van het afstromende water goed is. Dit kan worden bereikt door rekening te houden met onderstaande aspecten:

- geen toepassing van zink, koper en lood. Daar waar producten (die deze parameters bevatten) in aanraking komen met regenwater dienen zij te worden vervangen door niet uitlogende materialen (eventueel opnemen in bouwbesluit van de gemeente Enschede);
- voorkomen van foute aansluitingen;
- geen hoge verkeersintensiteiten;
- geen parkeerterreinen voor langparkeren;
- wegen intensief vegen;
- voorkomen van het wassen van auto's door particulieren in het plangebied. Via communicatie dient aan (toekomstige) bewoners duidelijk te worden gemaakt er regels bestaan voor een dergelijke duurzame woonwijk.

Verder dient er naar te worden gestreefd om het gebruik van bestrijdingsmiddelen, strooizout en dergelijke tot een minimum te beperken. Ook moet aandacht worden besteed aan hondenuitlaatplaatsen om te voorkomen dat de verontreinigingen naar de infiltratievoorzieningen af kunnen spoelen.

### 3.8 Vuilwaterstelsel

In het plangebied Klingelenberg wordt een apart vuilwaterstelsel gerealiseerd. Het vuilwaterstelsel wordt wanneer mogelijk onder vrijverval aangesloten op het gemengd riool in de Haarstraat.

Voor het ontwerpen van het vuilwaterstelsel worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- gemiddelde woningbezetting is 2,7 inwoners/woning;
- gemiddelde aanvoer vuilwater 120 l/inw/dag;
- maximale aanvoer vuilwater 12,0 l/inw/uur;
- minimale buisdiameter is beton  $\varnothing$  250 mm;
- bodemval van minimaal 5 cm toepassen in inspectieputten waar sprake is van een bocht in het riool van 60 graden of meer; bodemval ook toepassen bij zijaansluitingen;
- verhang beginriolen 4 ‰;
- verhang eindriolen 2 ‰;
- minimale dekking op de kruin van de buis van 1,10 m.

## 4 Detaillering waterhuishouding

### 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is nader ingegaan op de detaillering van de waterhuishouding. Er wordt aandacht besteed aan de te hanteren peilen van wegen en de details van de wadi's, transportriool en het oppervlaktewatersysteem.

### 4.2 Toekomstige weghoogtes en vloerpeilen

De lokale bodemgesteldheid en de hoogteligging van het plangebied zijn bepalend voor de waterhuishouding. Op basis van de beschikbare geohydrologische informatie is aangegeven dat ophoging nodig is om aan de ontwateringsnormen te voldoen. Naast ophoging wordt geadviseerd drainage in de wegen toe te passen zodat ten tijde van hoge waterstanden in de Waal een goede ontwatering kan worden gegarandeerd.

Naast het halen van de ontwateringsnormen is de weghoogtes zodanig bepaald dat hemelwater oppervlakkig kan afvoeren naar de aanwezige wadi's en berm passages.

In bijlage 1 is het stedenbouwkundige ontwerp met toekomstige wegpeilen opgenomen.

#### 4.2.1 Vloerpeilen

Op basis van ervaring wordt ten aanzien van de vloerpeilen geadviseerd deze minimaal 0,30 m boven de kruin van de weg te plaatsen.

### 4.3 Ontwerp infiltratievoorzieningen

#### 4.3.1 Algemeen

Vanaf de woningen wordt hemelwater afgevoerd naar de weg waar het hemelwater via goten afwatert richting wadi's. Als de berging in de wadi's is benut voert het overtollig hemelwater af richting het open water binnen het plangebied.

Slokops in de wadi aangesloten op een regenwaterriool zorgen ervoor dat overtollig hemelwater zonder overlast af kan voeren op de bergingsvijver.

De bergingsvijver is zodanig gedimensioneerd dat voldaan wordt aan de eisen van het Waterschap Rivierenland. Daarbij wordt opgemerkt dat in overleg met het waterschap is besloten geen knijpconstructie toe te passen wanneer de peilstijging  $\leq 30$  cm bedraagt ten tijde van een bui met een herhalingsdij van 10 jaar (+10% vanwege klimaatontwikkeling).

In bijlage 2 is bovengenoemd watersysteem gedetailleerd uitgewerkt weergegeven en in onderstaande paragrafen is het ontwerp nader toegelicht.

### 4.4 Verhard oppervlak

Het plangebied is opgedeeld in afwateringsgebieden welke via goten afvoeren naar de wadi's, berm passages of rechtstreeks naar open water.

Het totaal afvoerend verhard oppervlak bedraagt 3,52 ha: Uitgaand van een bruto oppervlak van circa 8,0 ha (inclusief onverhard) bedraagt het verhard oppervlak circa 44 %.

Verdeling afvoerend oppervlak:

- afvoerend naar de wadi's 3,00 ha;
- afvoerend naar de bermpassages 0,32 ha;
- rechtstreeks afvoerend naar open water 0,20 ha.

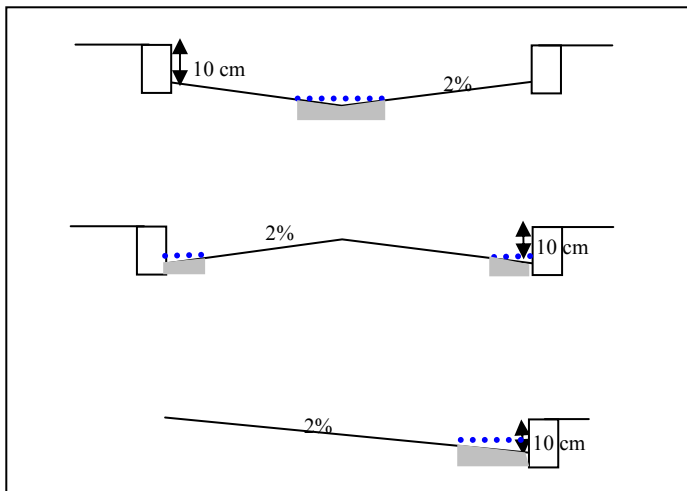
#### 4.5 Goten

De goten in het plangebied zullen het hemelwater afvoeren van de wegen naar de wadi's. Afhankelijk van het afvoerend verhard oppervlak en het beschikbare wegverhang variëren de benodigde dimensies van de goten om een juiste afvoer te kunnen garanderen.

Tijdens overleg met de gemeente Neerrijnen en het stedenbouwkundig bureau Van Pouderoyen is besloten de goot zodanig in de weg te straten dat de weg als één grote goot kan worden gezien (zie figuur 4.1). Door deze wijze van straten worden onveilige situaties veroorzaakt door goten, onder andere bij kruisingen en bij gladheid, voorkomen.

Aandachtspunten bij de uitvoering zijn:

- de wegkruisingen dienen zodanig bestraat te worden dat het hemelwater op de juiste wijze verder afwatert richting de wadi;
- de afwatering vanaf de weg de wadi in, het hemelwater dient door middel van een verhard stroomprofiel de wadi in te lopen zodat uitspoeling wordt voorkomen;
- om uitspoeling te voorkomen dient de (visuele) goot in cementspecie te worden aangelegd.



Figuur 4.1 weg / goot-profielen van wegen in Klingelenberg

##### 4.5.1 Dimensionering

Goten worden normaliter gedimensioneerd met de formule van Chezy waarbij een intensiteit van 30 l/sec/ha wordt gehanteerd. De mate van overlast (waterniveau buiten de goot) wordt vervolgens bepaald aan de hand van een bui van 60 l/sec/ha. Aangezien de weg nu als één grote goot wordt bestraat is het dimensioneren niet zinvol. Wil er wateroverlast optreden in de vorm van water in de tuinen zal het water een hoogte van circa 10 cm (trottoirbanden) moeten overbruggen. Dit zal niet gebeuren aangezien de wegen onder vrijverval met minimaal 3 ‰ afwateren richting het laagste punt, de wadi. Een slokop in de wadi zorgt er vervolgens voor dat het water te allen tijde af kan voeren.

In het plangebied is één situatie waarin een roostergoot wordt voorgesteld. De situatie is in bijlage 2 aangegeven. Vanwege de relatief lange afstand naar de wadi wordt het moeilijker om een goede afwatering (stromingsrichting) te kunnen garanderen. Door een roostergoot toe te passen wordt dit ondervangen.

Qua beeldvorming kan men de goten accentueren door kleurverschillen aan te brengen tussen goot en weg.

#### 4.6 Dimensionering wadi's

In het plangebied liggen elf wadi's, waar het hemelwater wordt geborgen en geïnfiltrerd. Naast de wadi's zijn een viertal berm passages gerealiseerd welke na vulling overlopen naar het aanliggende open water. In tabel 4.2 is de belasting van de wadi's op basis van het aangesloten verhard oppervlak (inclusief wadi oppervlak) weergegeven.

**Tabel 4.2 Dimensies wadi's en berm passages**

Nr Wadi	Verhouding bodem/verhard	Verhouding ongunstig?	lengte IT (m)	bodembreedte gem. (m)	Bodem opp (m2)	Talud 1:	bergingsdiepte (m)	Verhard opp (m2)	Beschikbare berging (m3)	Beschikbare berging (mm)
1	7	nee	70	5	550	3	0,2	3810	118	31,1
2	9	nee	33	2,1	123	3	0,2	1155	29	24,7
3	15	nee	19	2	65	3	0,2	945	15	16,2
4	14	nee	24	6	170	3	0,2	2340	37	15,8
5	10	nee	40	12	435	3	0,3	4505	141	31,4
6	11	nee	21	9	150	3	0,3	1680	51	30,2
7	15	nee	25	12	300	3	0,3	4420	97	21,9
8	22	ja	11	6,5	72	3	0,15	1555	11	7,4
9	10	nee	40	3,5	210	3	0,2	2170	47	21,6
10	13	nee	40	5,2	225	3	0,2	2905	50	17,1
11	13	nee	54	6,5	350	3	0,3	4550	120	26,3
z1	39	ja	10	0,8	8	5	0,1	310	1	4,2
z2	41	ja	10	0,8	8	5	0,1	330	1	3,9
z3	35	ja	10	1,1	11	5	0,1	390	2	4,1
z4	26	ja	80	1	80	3	0,1	2100	10	5,0
<b>TOTAAL</b>					1793			33165	730	22,01

De nummering komt overeen met de wadi's weergegeven in bijlage 2 waarin ook de dimensionering is aangegeven.

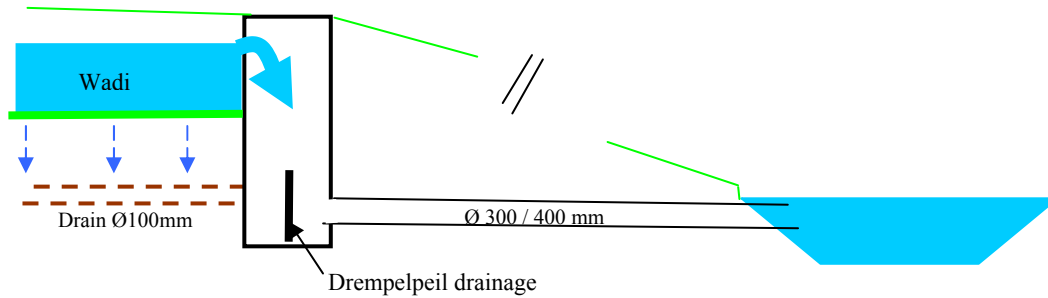
Opmerkingen bij het ontwerp:

- boven de bergingsdiepte zit nog 0,10 m waking;
- de beschikbare berging is inclusief taluds;
- het verhard oppervlak van de woningen (achterzijde woningen) gelegen aan de bestaande watergangen voeren rechtstreeks (via de berm) af op aanliggende watergang.

Voor de wadi's gelegen langs de hoofdweg is gekozen voor een bergingsdiepte van 0,2 m vanwege de geringe beschikbare ruimtes. Daarnaast worden enkele wadi's langs de hoofdweg relatief zwaar belast kijkend naar de verhouding tussen het beschikbaar bodem- en het afvoerend oppervlak. Bij een verhouding van >15 (kolom 2 tabel 4.1) kan worden gezegd dat er relatief veel verhard oppervlak aangesloten is waardoor de wadi ook relatief snel wordt belast. Door een bergingsdiepte van 0,2 m aan te houden worden problemen voorkomen (versmering en langdurig volstaan van de wadi).

In figuur 4.2 is het werkingsprincipe van de slokop weergegeven. De slokop dient tevens als ontvangstput voor de drainage onder de wadi. Een drempel voor de drainageleiding voorkomt onnodige hemelwaterafvoer naar open water bij een grondwaterstand die lager is dan de drempel. Hiermee wordt vormgegeven aan het duurzaam grondwaterbeheer.

De drainagepeilen zijn in bijlage 2 weergegeven

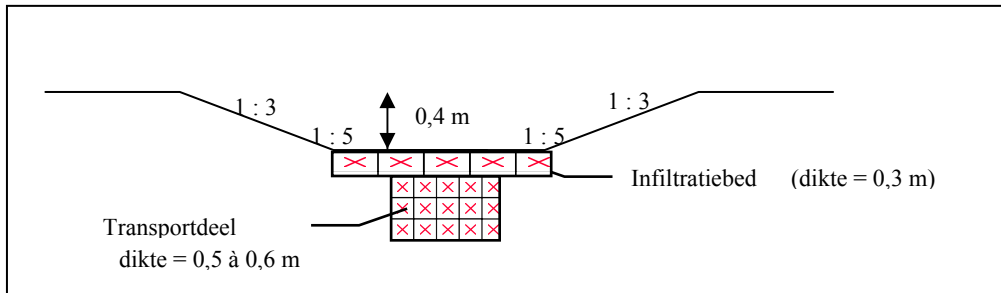


Figuur 4.2: Werking slokop

#### 4.6.1 Aanleggeisen wadi's

Voor de wadi's gelden aanleggeisen. Voor het infiltratiebed geldt dat het organisch stofgehalte van de humuslaag maximaal 3% en dat het leempercentage maximaal 8% bedraagt. De korrelgrootte van het infiltratiebed dient minimaal te bestaan uit matig grof zand, met een korrel diameter van M50 220  $\mu\text{m}$ .

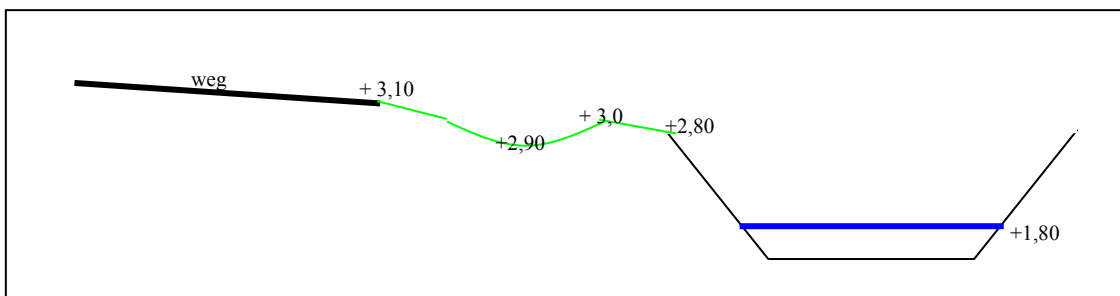
De koffer met drainage moet met goed doorlatend materiaal worden aangevuld. Voor het transportdeel wordt de samenstelling aangehouden: organisch materiaal < 0,5 %, lutum < 1 á 2% en een M<sub>50</sub>-cijfer van circa 230  $\mu\text{m}$ .



Figuur 4.3: Principe doorsnede wadi

Voor de wadi's geldt verder dat deze horizontaal dienen te worden aangelegd om gelijkmatige infiltratie te bewerkstelligen.

Voor de zakbermen geldt dat minimaal 4 mm berging wordt gehaald voordat hemelwater overloopt naar oppervlaktewater. Bij 4 mm berging wordt een groot deel van de buien vallend in een jaar opgevangen in de berm passage. Uiteindelijk zal het geborgen hemelwater via de bodem afvoeren naar het oppervlaktewater. In onderstaande figuur is het profiel van de berm passages in Klingelenberg weergegeven.



Figuur 4.4 Principe-profiel berm passage (profielen zijn ook in bijlage 2 aangegeven)



#### 4.7 Bergingsvijver

Hoewel de berging in de wadi's onvoldoende is om een hevige bui in zijn geheel op te vangen, voldoet de berging in het totale waterhuishoudkundig systeem wel. De benodigde berging welke niet kan worden gevonden in de wadi's wordt opgevangen in het oppervlaktewater.

In het plangebied is langs de Culemborgse Vaart een bergingszone ontworpen. Ten tijde van de watertoets is de bergingszone berekend aan de hand van aannames. Nu de exacte bergingcapaciteit van de wadi's bekend is, zijn de peilstijgingen berekend met het eerder vastgesteld oppervlak op de waterlijn tijdens het watertoetstraject.

Opgemerkt wordt dat de bergingsvijver berekend is met het totaal aan afvoerend oppervlak uit plangebied Klingelenberg (3,52 ha). Dus inclusief het afvoerend oppervlak wat via berm passages afvoert op de aanliggende watergangen en inclusief het afvoerend oppervlak wat rechtstreeks afvoert op de watergang.

Uit de berekeningen blijkt dat de bergingsvijver ruim voldoet aan de eisen van Waterschap Rivierenland. In bijlage 3 zijn de bergingsberekeningen weergegeven en onderstaande de resultaten.

- $T = 2 + 10\%$  inclusief kwelsituatie geeft een peilstijging van 0,02 m;  
*Toelichting:  $T=2$  situatie is ongeveer 20 mm in een uur, de wadi's kunnen dit bergen waardoor er sprake is van lage afvoercapaciteit en dus nauwelijks een peilstijging;*
- $T = 10 + 10\%$  exclusief kwel geeft een peilstijging van 0,24 m;  
*Toelichting: bij een peilstijging < 30 cm is een knijpconstructie overbodig. (uitgangspunt Waterschap Rivierenland);*
- $T = 100 + 10\%$  exclusief kwel geeft een peilstijging van 0,46 m;  
*Toelichting: bij een  $T=100 + 10\%$  situatie mag een peilstijging optreden tot 0,1 m - wegpeil. Bij een drooglegging van 1,1 m wordt hier dus aan voldaan.*

De bergingsvijver heeft een waterpeil gelijk aan de Culemborgse Vaart. Dat wil zeggen een zomerpeil van NAP + 1,80 m en een winterpeil van NAP + 1,60 m.

#### 4.8 Drainage

Uit het geohydrologisch onderzoek (rapport Watertoets) blijkt dat de gemiddeld hoogste grondwaterstand tot circa NAP + 2,50 m stijgt. Het huidige maaiveld varieert van NAP +2,55 m tot NAP +3,50 m. Rondom plangebied Klingelenberg zijn A-B watergangen aanwezig met een zomerpeil van NAP + 1,80 m en een winterpeil van NAP +1,60 m. Door de ontwaterende werking van deze watergangen ligt de gemiddeld hoogste grondwaterstand nabij open water rond de NAP + 2,20 m.

In overleg met gemeente en waterschap is besloten het maaiveld op te hogen in combinatie met drainage. Door het maaiveld op te hogen tot circa NAP + 3,20 m wordt de ontwateringsnorm onder de weg gehaald. De drainage biedt aanvullend veiligheid voor hoge grondwaterstanden ten tijde van hoge waterstanden in de Waal.

De drainage onder weg de weg kan afwateren op de aanwezige watergangen rondom het plangebied. Geadviseerd wordt de drainage één meter onder wegpeil aan te leggen. Door middel van een regelput kan een drainagepeil worden ingesteld op basis van de ontwateringsnorm (-0,70 m-wegpeil) en de laagste weghoogte.

Kruipruimteloos bouwen geldt in principe als uitgangspunt. Door de vloerpeilen 30 cm boven de kruin van de weg te realiseren wordt daarmee voldaan aan de ontwateringsnormen onder woningen. Wanneer met kruipruimtes wordt gebouwd wordt geadviseerd bouwblokdrainage toe te passen welke aangesloten kan worden op drainage in de weg.



#### 4.9 Advies bouwrijp maken

Om wateroverlast in de toekomst te voorkomen, wordt geadviseerd om bij het bouwrijp maken aandacht te schenken aan de volgende punten.

- Het hemelwater dat op de daken valt dient naar de voorzijde van de woning te worden getransporteerd, zodat het hemelwater kan worden afgevoerd naar de goten langs de wegen.
- Op gedeelten van het terrein die moeten worden opgehoogd wordt geadviseerd vooraf de zodelaag te breken. Hiermee wordt voorkomen dat door aanwezigheid van de zodelaag na ophogen een slecht doorlatende laag ontstaat.
- Ter plaatse van niet bebouwde terreingedeelten (tuinen en groenstroken en dergelijke) moet door grondtransporten en bouwwerkzaamheden ontstane verdichtingen tijdens het bouwrijp maken worden opgeheven. Dit kan middels een diepe grondbewerking (bij voorkeur spitten met een hydraulische kraan).
- Bij de afwerking van het terrein dienen ingesloten laagten te worden voorkomen, zodat het water niet in de richting van de bestaande bebouwing afstroomt.
- Geadviseerd wordt om tijdens de bouwrijp-fase een tijdelijk greppelsysteem aan te brengen voor hemelwaterafvoer. Er moet op worden toegezien dat de afvoer van het regenwater onder alle omstandigheden naar de greppel mogelijk is. Dit houdt in dat de oppervlaktewaterafvoer onder alle omstandigheden is gewaarborgd, eventueel moeten tijdelijke voorzieningen worden aangebracht.
- Laat bij voorkeur alle grondwerk onder droge weers- en terreinomstandigheden laten plaatsvinden om structuurbederf en ongewenste verdichtingen te voorkomen (zie ook punt drie).
- Het ophogen van het terrein moet worden gedaan met goed doorlatend materiaal.

## 5 Detaillering riolering

### 5.1 Ontwerp DWA-riool

De toekomstige weghoogtes in het plangebied variëren van ongeveer NAP + 2,90 m in het westen van het plangebied tot NAP + 3,20 m in het oosten van het plangebied. Vanwege de toekomstige hoogteligging, de lange afstand tot aan het lozingspunt en de aansluithoogte van het vrijverval riool in de Haarstraat is afvoer onder vrijverval naar één lozingspunt niet haalbaar.

Het dwa-stelsel voert daarom onder vrijverval naar een gemaal. Het gemaal voert het afvalwater via een persleiding af naar het gemengd riool in de Haarstraat (rioolput 405).

Het gemaal is in het midden van het plangebied geplaatst om zo onnodig diepe riolering te voorkomen. Daarnaast is in het midden een stuk openbaar groen gelegen waardoor het gemaal makkelijk bereikbaar is en niet dichtbij een woning ligt in verband met eventuele stankoverlast bij storing.

Gestreefd is naar het creëren van een vermaasd dwa-stelsel, zodat bij eventuele verstoppingen in een rioolstreng het vuilwater alsnog tot afstroming kan komen.

Het dwa-ontwerp is weergegeven in bijlage 4.

#### 5.1.1 Afvalwaterdebieten

Voor de raming van de afvalwaterhoeveelheden is uitgegaan van de in paragraaf 3.9 genoemde uitgangspunten. In het onderstaande is een overzicht gegeven van de afvoerhoeveelheden.

Woonwijk Klingelenberg:

- 168 woningen \* 2,7 inw \* 12,0 l / h geeft 5,44 m<sup>3</sup>/h.

Het type pomp en bijbehorende persleiding dient in de besteksfase te worden bepaald.

### 5.2 Regenwater(verzamel)leiding

Nadat wadi's volledig benut zijn, treden de slokops in werking welke aangesloten zijn op een verzamelleiding. Deze leiding transporteert het hemelwater naar de bergingszone binnen het plangebied.

De uitgangspunten bij het ontwerp van het regenwaterriool zijn:

- minimale dekking op de kruin van de buis van 1,10 m;
- rwa-riool loost onder water waardoor stelsel gedeeltelijk gevuld is;
- hemelwater via verzamelleiding zonder wateroverlast (geen hydraulische knelpunten) afgevoerd te worden naar de bergingszone.

#### 5.2.1 Ontwerp

Normaliter wordt riolering ontworpen op een Bui 08 van de Leidraad Riolering. Dit is een bui die statistisch eens in de twee jaar op kan treden. De piek van een Bui 08 bedraagt 110 l/sec/ha.

De gemiddelde berging vooraf in de wadi's bedraagt 22 mm. Dit betekent dat de piek van de bui 08 (eerste uur) opgevangen kan worden door de wadi's. De verzamelleiding voert vervolgens alleen een kleine afvoerhoeveelheid af naar de bergingszone.

Om ook bij grotere langdurige buien een goede afvoer naar het open water te kunnen garanderen is de verzamelleiding gedimensioneerd op een T=10 situatie. Door de berging in de wadi's af te zetten tegen de afvoerintensiteit ten tijde van een T=10 situatie kan worden gezegd dat de benodigde afvoercapaciteit door de verzamelleiding wordt verkleind. Bij 22 mm berging bedraagt de afvoer ten tijde van een T=10 situatie 25 l/sec/ha.

In bijlage 5 is de grafiek weergegeven waarin de afvoerintensiteit bij verschillende buien is afgezet tegen de bergingscapaciteit.

Bij een totaal afvoerend oppervlak van circa 3,0 ha (oppervlak afkomstig van de wadi's) bedraagt de afvoerintensiteit 75 l/sec.

Aan de hand van de formules van Chezy en Thijssse is een grafiek, ter bepaling van de benodigde diameter, opgesteld voor gevulde leidingen met een zandruwheid van  $k = 3$  mm. De grafiek is ook in bijlage 5 toegevoegd.

Uit de grafiek valt af te leiden dat bij een toegestane hydraulische verhanglijn van 3,6 ‰ en een afvoerintensiteit van 75 l/sec een diameter van  $\varnothing 400$  mm op het eind benodigd is.

Bepaling van hydraulische verhanglijn:

- Laagste slokophoogte betreft NAP +2,80 m, bij waterpeil NAP + 1,80 m en gerekend met 10 cm waking nabij slokop is de toegestane opstuwing 0,80m. Bij een lengte van de verzamelleiding tot aan de bergingszone van 210 m is de toegestane hydraulische verhanglijn 4,3 ‰;
- Langste afstand verzamelleiding bedraagt 330 m, slokophoogte daar betreft NAP + 3,10 m. Dit geeft bij een waterpeil NAP + 1,80 m en gerekend met 10 cm waking een toegestane opstuwing van 1,20 m en hydraulische verhanglijn 3,64 ‰.

Het ontwerp van de verzamelleiding is in bijlage 2 en 3 weergegeven.

## **Bijlage 1**

### Overzicht Toekomstige hoogteligging

## **Bijlage 2**

### Detaillering Waterhuishouding

## **Bijlage 3**

### Bergingsberekeningen

## **Bijlage 4**

### Detaillering Riolering

## **Bijlage 5**

Grafiek Chezy / Thijsse











