



## 'Hydrologisch Neutraal Bouwen' van de wijk Terlo in Bergeijk

---

### *Beoordeling maatregelen*

**Datum:** 1-7-2011  
**Auteur(s):** Ir. W. Beekman

© 2011 Artesia B.V.  
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

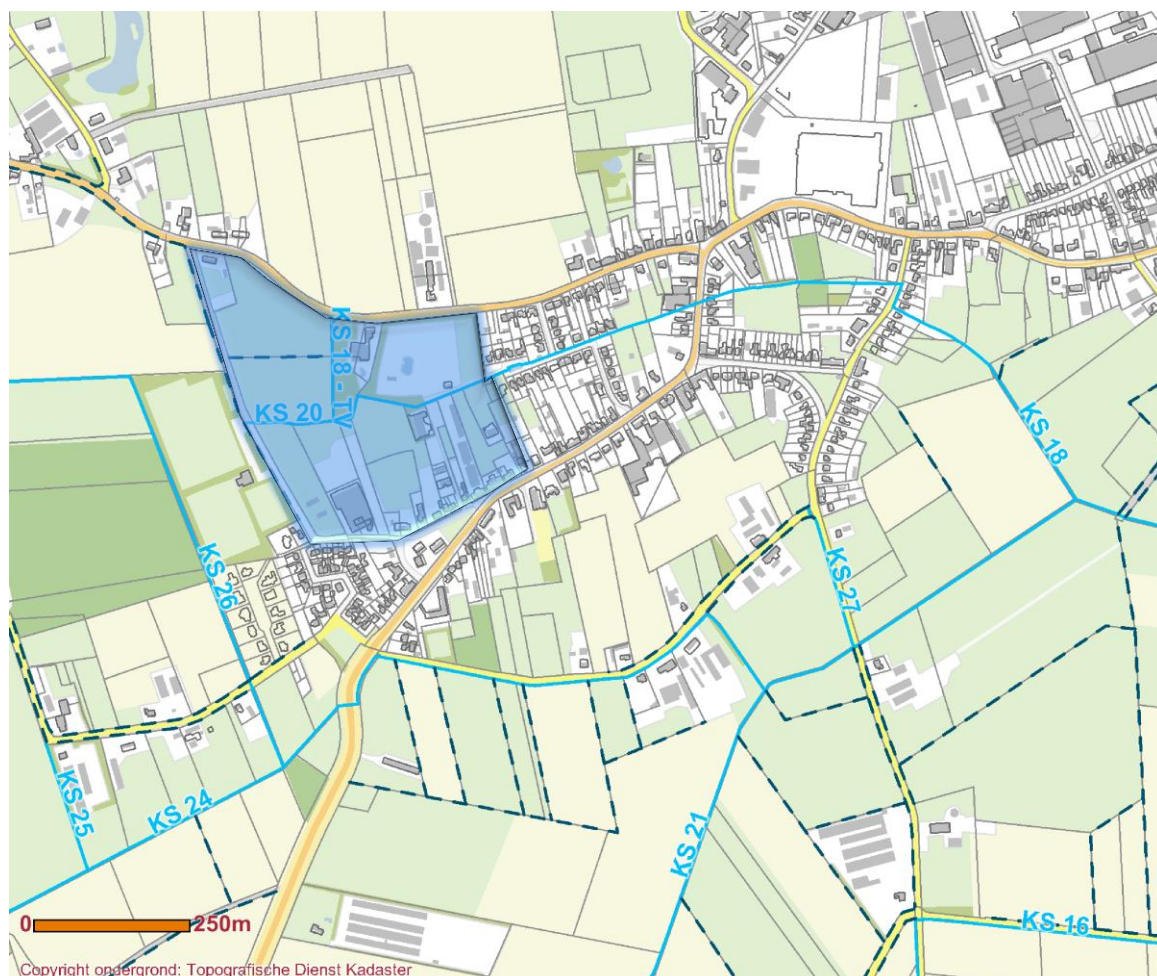
# INHOUD

<i>1</i>	<i>Inleiding</i> .....	<i>1</i>
<i>2</i>	<i>Hydrologische beschrijving Breerijt</i> .....	<i>2</i>
2.1	De uitgangspunten en randvoorwaarden.....	2
2.2	De afwatering .....	3
2.3	Drooglegging.....	6
2.4	De regionale hydrologie.....	6
<i>3</i>	<i>Beoordeling van de water-risico's</i> .....	<i>8</i>

# 1 Inleiding

De voorzitter van de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State heeft de goedkeuring van GS voor de uitwerkingsplannen voor de stedenbouwkundige ontwikkeling van Terlo op 3 maart j.l. geschorst. De voorzitter motiveert deze schorsing met het feit dat er in het stroomgebied van de Breerijt wateroverlast is opgetreden die niet met de in het waterhuishoudingsplan van de ontwikkelingslocatie Terlo geformaliseerde kennis kan worden begrepen. Om opheffing van de schorsing kan worden verzocht indien aannemelijk kan worden gemaakt dat de te treffen maatregelen de nadelige effecten van de plannen op de waterhuishouding in de omgeving zullen neutraliseren. Hierbij moeten de ingebrachte kritiekpunten van de bezwaarden worden betrokken alsmede het voortschrijdend inzicht dat is opgedaan in het nadere onderzoek aan de waterhuishouding van de Breerijt.

In deze rapportage wordt ingegaan op de zekerheden en de onzekerheden van het hydrologische functioneren van de Breerijt (waterloop KS 18, zie Figuur 1) en op de effectiviteit van de beoogde maatregelen om Terlo hydrologisch neutraal te ontwikkelen.



**Figuur 1: De Breerijt (KS 18) tegen topografisch achtergrond en globale begrenzing Terlo**

## 2 Hydrologische beschrijving Breerijt

De hydrologische analyse van de Breerijt, zoals uitgevoerd in het waterhuishoudingsplan van Terlo [Oranjewoud, versie nov 2010] steunt op drie pilaren:

- theorie;
- metingen;
- interpretaties, waaronder vuistregels, ervaringen en verbanden.

Daarmee is de beschrijving van het functioneren van een beek-systeem geen exacte wetenschap, maar omgeven met onzekerheden. Dit gegeven vormt de basis voor het gerezen verschil in inzicht over het functioneren van de Breerijt. Tot op heden is het niet gebruikelijk om dit aspect van onzekerheid in hydrologische studies te behandelen, hetgeen verklaard waarom dat ook in het waterhuishoudingsplan van Terlo niet expliciet is behandeld. De onverwachte recente problemen met de waterhuishouding hebben ertoe geleid om alsnog naar de ranges van de gehanteerde uitgangspunten te kijken.

In deze beoordeling willen we de beschikbare gegevens en de daarop gebaseerde interpretaties van de verschillende studies langslopen aan de hand van de volgende onderverdeling:

1. de uitgangspunten en randvoorwaarden
2. de afwatering
3. de drooglegging
4. de hydrologische omgeving

### 2.1 De uitgangspunten en randvoorwaarden

#### *Wateroverlast in huidige situatie*

In het uitbreidingsgebied Terlo treedt in de huidige situatie van tijd tot tijd wateroverlast op. De meest recente probleemsituatie was midden november 2010. Een eerdere gerapporteerde inundatie deed zich voor in februari 2002 [rapportage Gemeente Bergeijk: Functioneren Breerijt, juni 2011]. Ook in februari 2010 deden zich inundaties voor [rapportage Rasenberg, nov 2010] en mogelijk ook op andere momenten.

De grondwaterreeksen vertonen over de afgelopen 10 jaar een regelmatig seizoensverloop, waarbij de jaarlijkse maxima in een nauwe band liggen. Twee gemeentelijke meetpunten liggen zo dicht bij de Breerijt, dat ze ook representatief geacht kunnen worden voor het waterpeil. De gerapporteerde overstromingssituaties vallen telkens in een piek van de grondwaterstandsreeks (logisch gezien de locatie). Indien de overstromingen grondwatergebonden zijn, dan zouden deze vrijwel jaarlijks moeten voorkomen. De particuliere meetpunten in de natuurtuin en langs de waterloop KS18-TV geven in de 2-jarige meetperiode zomer 2006–zomer 2008 aan dat het grondwater in deze winters tot aan maaiveld komt en ondersteunen deze suggestie dus.

Uit de gegevens kan minimaal worden geconcludeerd dat de ontwatering en afwatering van het gebied te wensen overlaat.

### **Randvoorwaarden**

Voor het gebied de Breerijt hanteert het Waterschap de Dommel bij de Watertoets voor de beoordeling van bestemmingsplanwijziging het uitgangspunt van hydrologisch neutraal bouwen [Waterhuishoudingsplan Terlo , par 3.1, nov 2010]. Dit criterium omvat onder meer het voorkomen van verdroging en het niet verhogen van de afvoer uit het gebied bij een neerslagintensiteit met een herhalingstijd van 10 jaar. Het probleem hierbij is dat de representatieve grondwaterdynamiek voor het gebied niet bekend is, evenals de afvoer bij de genoemde herhalingstijd.

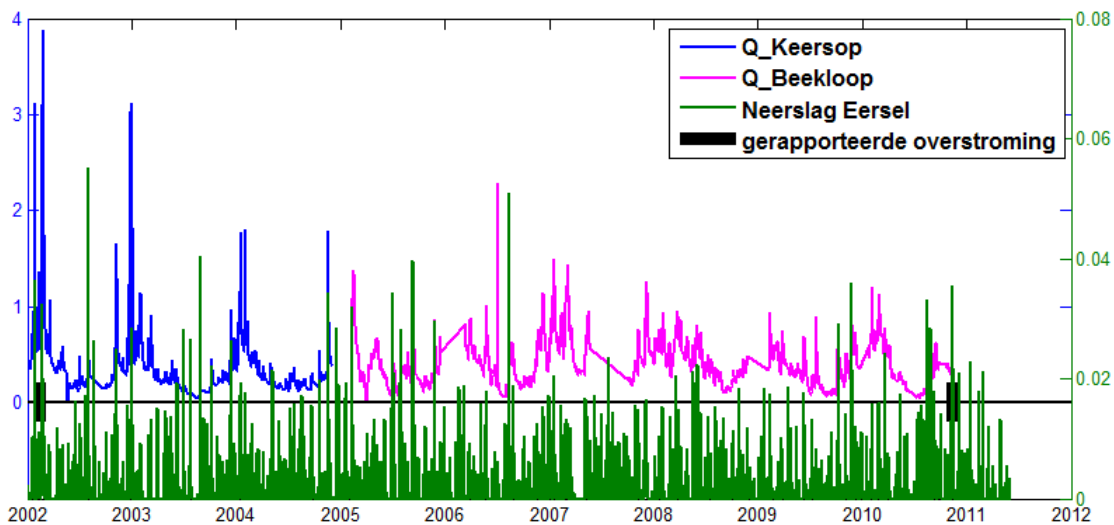
Dit probleem wordt in het waterhuishoudingsplan opgelost door het criterium te concretiseren tot een afvoer-maximum (19 l/s), bepaald door het waterschap aan de hand van een vuistregel en de eis dat de aan te leggen bergingsvoorzieningen boven de GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand) moeten worden aangelegd. De GHG is in het waterhuishoudingsplan bepaald op 31 m NAP, aan de hand van de waarnemingen in enkele peilbuizen over de periode dec 2001 – mei 2010.

De gemeente Bergeijk heeft voor het watersysteem ook enkele ambities opgesteld: zij streeft naar een reductie van de kans op wateroverlast en wil voldoende drooglegging in het plangebied realiseren. In principe zijn deze wensen realiseerbaar (niet elkaar uitsluitend) en zouden daarmee bovendien tegemoet komen aan de zorgen die spreken uit de ingediende zienswijzen van de omwonenden.

## **2.2 De afwatering**

### **Dynamiek**

De Breerijt vormt de hoofdafwatering van het gebied en vormt één van de zijlopen van de Keersop. De afvoer van de Breerijt wordt niet gemeten. Alleen in de Keersop en de Beekloop zijn bij de samenvloeiing bij Westerhoven meetpunten die elkaar in de tijd opvolgen. Om een idee te geven van de afvoercharacteristiek van deze meetpunten hebben we Figuur 2 toegevoegd, op basis van gegevens van de website van waterschap De Dommel. Uit het afvoerverloop blijkt dat vooral de Keersop hoge pieken vertoont. Ten tijde van de gerapporteerd overstromingssituatie in november 2010 zijn geen afvoer-metingen beschikbaar (zwarte verticale lijn rechts). De gerapporteerde overstroming in februari 2002 (zwarte verticale lijn links) valt samen met een hoge afvoer in de Keersop. Opvallend is dat er slechts een beperkt verband is met de neerslag. Alleen in de winter is dit verband soms wel aanwezig. Ook is duidelijk dat de neerslag van november 2010, bekeken over de afgelopen 10 jaar, niet extreem is, maar regelmatig wordt overschreden.



**Figuur 2: Afvoer van de Keersop en de Beekloop bij Westerhoven in relatie tot de neerslag op Eersel**

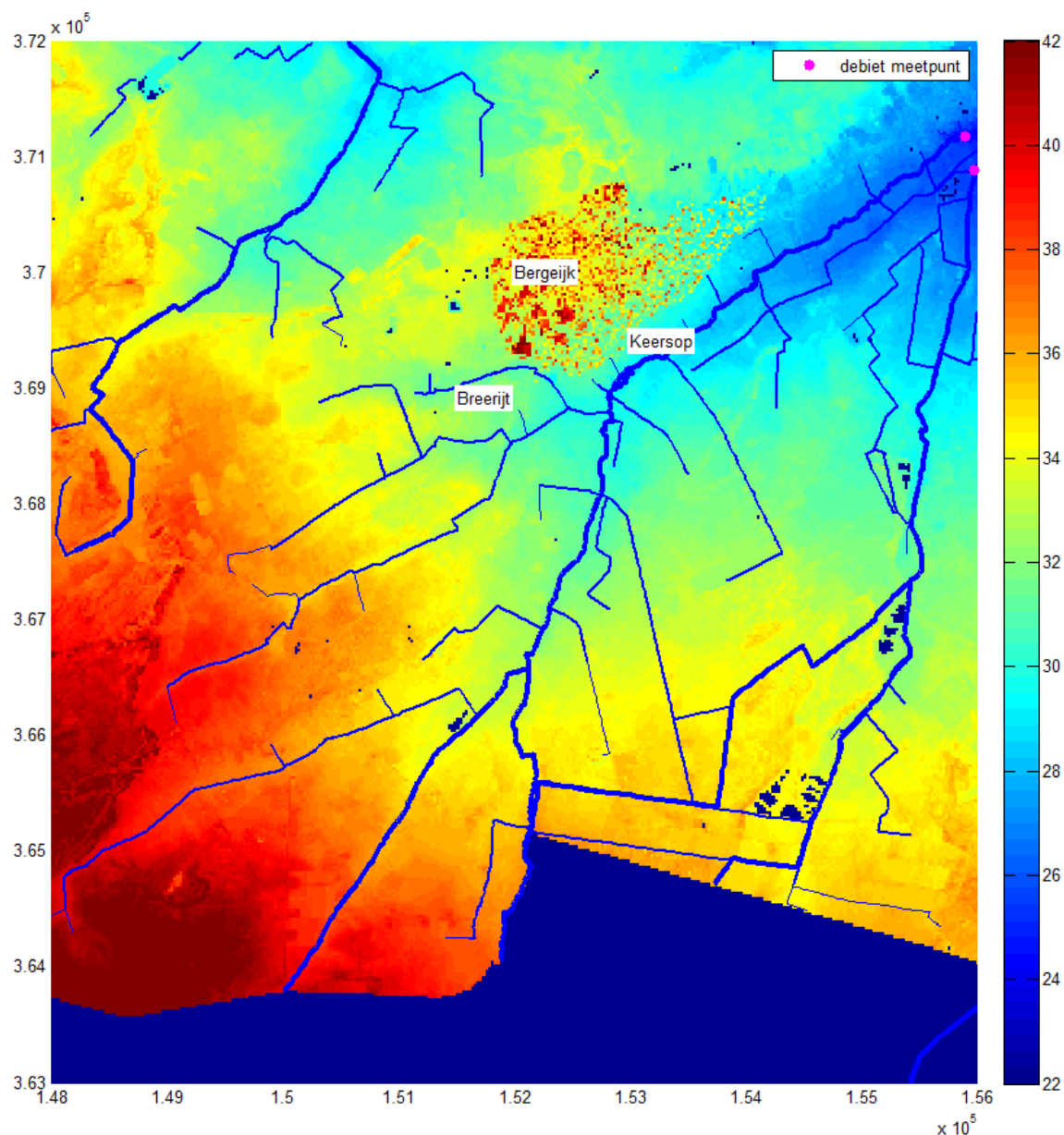
Uit het afvoerregime kan de conclusie worden getrokken dat het beekstelsel van de Keersop in de winter een snel en sterk reagerend systeem is. In de zomer is de Keersop relatief ongevoelig voor de neerslag en bereikt nooit een piekafvoer (jaarmaximum). Waarschijnlijk geldt deze conclusie ook voor de samenstellende delen, waaronder de Breerijt.

### **Maximale afvoer**

Het debiet dat uit een deelgebied afkomstig is, is behalve van de responskarakteristiek van het gebied (de snelheid waarin neerslag zich manifesteert in de afvoer), afhankelijk van het oppervlak van het deelgebied. Deze karakteristiek lijkt eenvoudig te bepalen, maar blijkt dat in de praktijk niet te zijn. Ook in het geval van de Breerijt is daar veel onzekerheid over: bedoelde waterscheidingen blijken onder natte condities mogelijk niet als zodanig te functioneren. De afleiding bovenstrooms (westelijk) van de Breerijt vormt een risico voor (her)verbinding onder extreme (natte) omstandigheden.

Het stroomgebied van de Keersop boven het debietmeetpunt is op basis van de topografische grenzen (zie Figuur 3) 30 tot 40 km<sup>2</sup> groot. Het hoogste debiet dat in de meetreeks is gemeten bedroeg circa 4 m<sup>3</sup>/s. Dat betekent dat het maximale afvoer uit het gebied circa 10 tot 12 mm/dag bedraagt. Vertaald naar het natuurlijk stroomgebied van de Breerijt (circa 200 ha) zou dat een maximaal gemiddeld dag-debiet opleveren van maximaal 300 l/s. Indien de afleiding van het westelijk deel van het stroomgebied (Muggenhoofd/De Rund) effectief is zou op basis van deze gegevens een maximaal gemiddeld dagdebiet van 100 l/s worden verwacht. Dit getal ligt aan de bovenkant van

de range in literatuurwaarden van de benodigde afvoercapaciteit en hoger (factor 2) dan het uitgangspunt dat gehanteerd is voor het waterhuishoudingsplan.



Figuur 3: Terreinhoogte (m NAP) van het stroomgebied van de Keersop

### **Afvoersysteem**

Voor de ongestoorde afwatering is het profiel van de betreffende waterloop van belang, zowel de zogenaamde hydraulische straal als het (lengte)-verhang bepalen in belangrijke mate de opstuwing en het afvoerloop. Daarnaast kunnen obstakels in het stroombed en de stromingsweerstand ook een dominante invloed hebben. In het Waterhuishoudingsplan zijn deze aspecten niet expliciet opgenomen. Wel is vastgesteld dat de bestaande vernauwingen in de overkluzingen en duikers moeten worden opgeheven.



In de aanvullende studie '*Functioneren Breerijt*' door de gemeente Bergeijk is het bekende profiel in modelvorm opgenomen. Uit dit lengte profiel blijkt dat het verloop zeer grillig is, met een aantal relatieve knelpunten. Ondanks het feit dat dit verloop volgens de modelberekeningen geen beperkingen oplevert voor de afvoer in de meeste scenario's vormt deze variatie wel een risico voor het ontstaan van verstopping en anderszins voor het optreden van een grotere stromingsweerstand in de beek door het ontstaan van sterke turbulentie. Bij een veldbezoek is tevens duidelijk geworden dat het tracé van de ondergrondse duiker een flink aantal haakse knikpunten bevat, die de doorstroming maar ook inspectie op verstoppingen bemoeilijken. Een (hydraulisch) regelmatig stroombed zou het ongestoord functioneren van de afwatering zeer ten goede komen.

### 2.3 Drooglegging

Wateroverlast is een situatie waarin de ontwateringsdiepte (afstand van maaiveld tot freatische waterstand) te klein of negatief (bij inundatie) is. Dit kan het gevolg zijn van overstroming met van elders aangevoerd water vanuit een watergang. Het kan ook lokaal ontstaan, maar het is altijd het gevolg van een te geringe drooglegging (hoogteverschil tussen maaiveld en slootpeil) en in combinatie daarmee een te grote drainageweerstand.

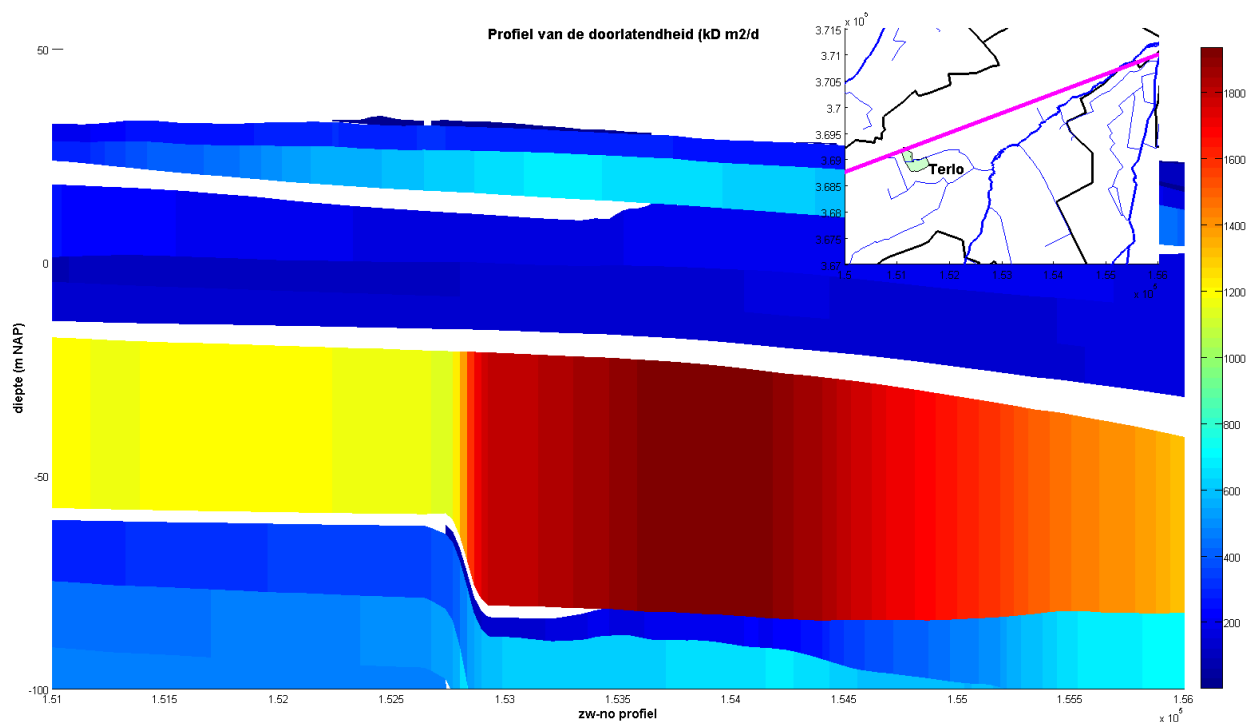
Langs de Breerijt liggen een aantal relatief laag gelegen gebieden, die bij watervoerendheid van de Breerijt een zeer geringe drooglegging hebben. Deze gebieden zijn onder andere in november 2010 onder gelopen. Deze gebieden zijn in de winter waarschijnlijk permanent vrij nat, door de kwel die hier optreedt. Het gevolg is dat er bij neerslag relatief weinig berging aanwezig is, waardoor er snel plasvorming optreedt. Op het moment dat plassen ontstaan zullen zich in de laagste delen door oppervlakkige afstroming grotere inundaties ontwikkelen. Dergelijke wateroverlast kan worden voorkomen door de drooglegging te vergroten (verminderen peilstuwings/verlaging drempels in de Breerijt) en de drainageweerstand te verlagen (begreppeling).

### 2.4 De regionale hydrologie

De Keersop en andere beken in deze regio ontspringen op de hoge gronden op de grens met België. Het maaiveld ligt hier op circa 40 m NAP en loopt in noord-oostelijke richting af. In dit gebied wordt de kweldruk opgebouwd, die zich in de beekdalen en laag gelegen gebieden kan manifesteren. De Breerijt is een klein subdal van de Keersop. Op basis van de gradiënt in de topografie is het waarschijnlijk dat de kop van de Breerijt (de bovenstroomse uiteinden) de meeste kwel ontvangt. Als natuurlijk dal draineert de Breerijt ook over de rest van haar traject. Er zijn geen metingen die deze kwelflux kwantificeren.



De grondwaterstanden zakken niet ver uit. Dat betekent dat de capaciteit van het grondwatertransport ongeveer in evenwicht is met de grondwateraanvulling bovenstrooms. Volgens REGIS (het nationale bodemarchief) ligt onder het dal van de Breerijt op circa 10 meter diepte een weerstand biedende laag (zie Figuur 4). De bovenste laag is goed doorlatend, maar vrij dun. Daardoor kan de zomerneerslag relatief snel worden opgenomen en is in de winter de drainage naar de beken snel.



**Figuur 4: Dwarsprofiel van de bodemgelaagdheid, ingekleurd naar de doorlatendheid. De witte lagen zijn slechtdoorlatend (de ligging van het profiel is in het locatiefiguurtje weergegeven) .**

## 3 Beoordeling van de water-risico's

De waterhuishoudkundige conditie van de locatie Terlo is voor landbouwkundig gebruik niet altijd gunstig en biedt ook van tijd tot tijd problemen met woon-functies. Een gelukkige bijkomstigheid vanuit landbouwkundige oogpunt is dat de gebieden vooral 's winters kampen met wateroverlast en 's zomers gevrijwaard lijken van verdroging.

Bouwen in Terlo verandert de waterhuishouding. Er is geen reden om aan te nemen dat deze veranderingen per se een verslechtering inhouden met betrekking tot frequentie en mate van wateroverlast. Er zijn voldoende mogelijkheden om de veranderingen te mitigeren en om verbeteringen door te voeren. De opgestelde rapportages van de voorgestelde toekomstige waterhuishouding en de aanvullende opties die in de analyse over het functioneren van de Breerijt zijn voorgesteld beschrijven maatregelen die bijdragen aan de beheersing van de waterhuishouding.

### ***Kernpunten Waterhuishoudingsplan***

In het Waterhuishoudingsplan van de bouwlocatie Terlo (versie 8 nov 2010) wordt een goede uitwerking gegeven van het begrip hydrologisch neutraal bouwen. Gemist worden vooral een analyse van de drooglegging in relatie tot de afwatering en de waargenomen dynamiek in de Breerijt. In deze versie van het Waterhuishoudingsplan zijn de meeste meetresultaten uit de 'bevindingen waterhuishoudkundig plan' van Rasenberg BV overgenomen. De berekening van de benodigde extra berging ter compensatie van de stedenbouwkundige ontwikkeling, gaat uit van conservatieve schattingen (aan de veilige, hoge kant) van het benodigde volume. Indien de peilafstelling flexibel wordt uitgevoerd, conform het advies, zal het mogelijk zijn om de waterhuishouding operationeel verder te optimaliseren.

### ***Kernpunten risico's en onzekerheden***

De evaluatie van Rasenberg heeft duidelijk gemaakt dat volledigheid en precisie in hydrologisch veldonderzoek moeilijk is. Het horizontaal veronderstellen van grondwaterstanden, wat impliciet wordt gedaan met de stelling dat de GHG op 31 m NAP ligt, is vaak een verkeerde hypothese. Als het kritisch ligt kan gebruik gemaakt worden van de techniek van grondwatermodellering om grondwaterstanden en grondwaterdynamiek te interpoleren. Het aanleggen van grote waterbassins leidt echter wel tot een horizontale uitmiddeling van het grondwater.

Het door Rasenberg genoemde risico op inundatie vanuit de bergingsvijvers is reëel. De aanleg van beschermde (grond)dammen kan soelaas bieden, maar is niet inherent duurzaam. Wateroverlast op de lage percelen zal ook in de toekomst voorkomen en hangt samen met de eis van het waterschap betreffende het handhaven van de GHG-karakteristiek. Ophoging van de bouwlocaties in de laag gelegen delen zal het huidige reguliere inundatiegebied verkleinen. Hierdoor wordt de inundatiedruk op de resterende gebieden groter.

Voor extreme situaties met een herhalingstijd van meer dan 100 jaar wordt de belasting op het afvoersysteem mogelijk groter door de stedenbouwkundige ontwikkeling van Terlo, maar dit hoeft niet per se zo te zijn. In die situatie zal veel grond blank komen te staan. Geïnuundeerde gebieden gedragen zich vergelijkbaar met verharde terreinen. Op basis daarvan is geen grote verandering in hydrologisch ongemak te verwachten.

### ***Kernpunten rapportage 'Functioneren Breerijt'***

In de rapportage '*Functioneren Breerijt*', [Gemeente Bergeijk, versie juni 2011]) wordt het functioneren van de Breerijt uitgebreid geanalyseerd. Metingen, waarnemingen en modelberekeningen worden in deze rapportage gecombineerd tot voor de problematiek relevante inzichten. Deze rapportage maakt de volgende conclusies aannemelijk:

- De piekafvoer uit het stroomgebied van de Breerijt is waarschijnlijk hoger dan op basis van de gangbare aannames geschat zou worden.
- De Breerijt is een waterloop met vele obstakels. Met name de ondergrondse trajecten van de Breerijt zijn hydraulisch zeer ongunstig aangelegd en kennen een aantal knelpunten: stukken met een olopend bodemverhang, veel haakse bochten en krappe dimensies.
- De capaciteit van de Breerijt is onvoldoende (de beek treedt buiten zijn oevers) tijdens piekafvoeren met een herhalingstijd van circa 10 jaar.
- Wateroverlast in de vorm van water aan maaiveld treedt regelmatig in de winter op, door geringe drooglegging.
- De beoogde peilinstelling voor Terlo leidt tot een significante afname van de drooglegging bovenstrooms. (De peilkeuze bij Triloo heeft op vergelijkbare wijze geleid tot wateroverlast aan de Breerijt. Het peil is daarop aangepast op een lager niveau).
- De huidige GHG in het 'stuwgebied' van de Terlo verloopt globaal van 30.75 tot 31.60 m NAP.
- De inrichting van de waterhuishouding van Terlo leidt wel tot een robuustere peilbeheersing bij hoge afvoeren.

Met het opgestelde model is het mogelijk gebleken een redelijke benadering van de op 13/14 november 2010 opgetreden overstromingen te berekenen.

### ***Kernpunten maatregelen***

De gemeente Bergeijk wil compenseren voor het onttrekken van huidige feitelijke inundatiegebieden en wil de bestaande wateroverlast verminderen. Daarvoor zijn in de rapportage '*Functioneren Breerijt*', [Gemeente Bergeijk, juni 2011]) een aantal maatregelen onderzocht, en worden uiteindelijk de volgende maatregelen voorgesteld:

- Vergroten van de berging, gekoppeld aan de Breerijt.
- Uitvoeren Noordelijke omleiding langs en in de Weebosserweg.
- Instellen van een zomer en winterpeil in de waterpartijen van Terlo.

In genoemde rapportage is aannemelijk gemaakt dat de Noordelijke omleiding, effectief is: de hydraulische belasting op het bovenstroomse deel van de Breerijt wordt daarmee aanzienlijk verlaagd.

De effectiviteit van bovenstroomse berging is moeilijk te kwantificeren door het gegeven dat het een berging betreft van begrensde capaciteit en met beperkte sturingsmogelijkheden. In principe zal zo'n berging worden ingezet op het moment dat er reeds overlast optreedt. De overlast zal daardoor lager uitvallen, maar toch gewaardeerd worden als een overlast-situatie. Ook uit de gepresenteerde berekeningen blijkt dat het effect weliswaar significant is maar de problemen nog niet oplost. De maatregel draagt dus bij aan de robuustheid van het systeem. De maatregel is vaak goed te combineren met andere ruimtelijke functies, omdat inzet voor waterberging altijd in de winter zal vallen.

Het instellen van een zomer en winterpeil is effectief op het onderdeel peilverlaging in de winter. Het voorgestelde zomerpeil is een illusie: het peil in de waterlopen/waterpartijen zal meebewegen met het grondwaterpeil in de zomer. Het oorspronkelijk beoogde permanente stuwpeil op 31.00 m NAP en de afvoerbegrenzing boven dit peil leidt onder natte (winter)condities tot aanzienlijk hogere peilen dan de huidige en dus tot vernatting en meer wateroverlast in het gebied. De beek is van nature drainerend en dient dus een peil te hebben dat zich onder de GHG beweegt. Doordat de toekomstige inrichting van de waterhuishouding van Terlo zal bestaan uit grote waterpartijen verdwijnt het karakter van een beek met een gradueel verlopend waterpeil. Het vinden van een representatief gemiddelde is niet eenvoudig op voorhand te geven, maar ligt duidelijk onder het genoemde stuwpeil. In alle gevallen zal de grondwaterdynamiek veranderen. Dit wordt veroorzaakt doordat de aan te leggen waterpartijen een lagere drainage weerstand hebben en ruimtelijke een nivellering van peil zullen veroorzaken. Om in de praktijk te kunnen inspelen op de wensen om enerzijds de verdroging te beperken en anderzijds de wateroverlast te beheersen is flexibel peilbeheer een verstandige keuze. Uit de berekeningen blijkt dat wateroverlast-situaties sterk worden beperkt indien men met het 'winterpeil' aansluit op de bestaande hoogste drempelhoogte (30.41 m NAP) in de overkluizing van de Breerijt. Dit peil kan worden beschouwd als de onderkant van de range voor het in te stellen winterpeil.

***Conclusie algemeen:***

In de rapportage '*Functioneren Breerijt*' is door analyse van veldmetingen en door ondersteunende berekeningen overtuigend aangetoond dat de voorgestelde aanvullende maatregelen de wateroverlast-problematiek rond de Breerijt zeer sterk reduceren.





