

Herziening waterstructuurplan Zwartebroek - Dwarsakker

definitief

In opdracht van Gemeente Barneveld
Opgesteld door MWH B.V.
Projectnummer M15A0135
Documentnaam m15a0135.r01
Datum 17 april 2015

Postadres
Postbus 270
2600 AG DELFT
Nederland
T +31(0)15 7511600

Bezoekadres
Poortweg 4
2612 PA DELFT
Nederland
www.mwhglobal.com

KVK Haaglanden 27 18 43 23
BNP Paribas 22 76 53 920
IBAN NL 75 BNP A 0227 653920/BIC
BNPANL2A
MWH is ISO 9001:2008 en VCA* gecertificeerd

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
	1.1 Aanleiding en doel	5
	1.2 Proces	6
	1.3 Leeswijzer	6
2	Huidige situatie	7
	2.1 Oppervlaktewater	7
	2.2 Riolering	8
	2.3 Grondwaterstanden	8
	2.4 Bodemopbouw en doorlatendheid	12
	2.5 Beleidsdocumenten	15
3	Waterstructuur	17
	3.1 Oppervlaktewater en wadi's	17
	3.2 Riolering	21
	3.3 Grondwater, ontwatering en wegpeil	25
	3.4 Aandachtspunten	28
4	Conclusies en aanbevelingen	29

Bijlage 1: Tekening Waterstructuurplan Zwartebroek (separaat)

Bijlage 2: Locatie peilbuizen

Bijlage 3: Inventarisatie regionale bodemopbouw

Bijlage 4: Boorstaten

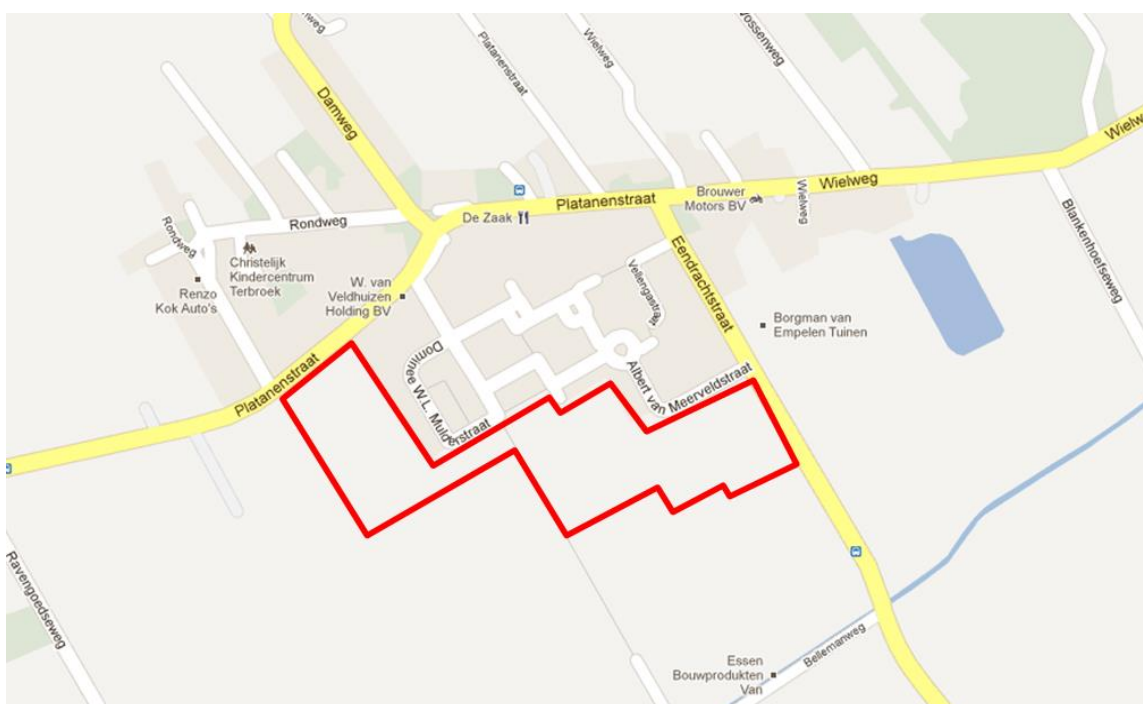
Bijlage 5: Retentieberekeningen

Bijlage 6: Ontwateringsberekeningen

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

Ten behoeve van de dorpsuitbreiding van de kern Zwartebroek, ten noordwesten van Barneveld, wordt een waterstructuurplan opgesteld. De dorpsuitbreiding betreft te ontwikkelen nieuwbouw ten zuiden van de kern Zwartebroek. De ligging van het te ontwikkelen gebied is weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1: Kern Zwartebroek en te ontwikkelen gebied (rode arcering)

Het waterstructuurplan heeft als doel om in een vroeg stadium overeenstemming te krijgen over de invulling van water binnen de dorpsuitbreiding. Om dit te bereiken, worden diverse partijen betrokken bij de opstelling van het plan. Het gaat hierbij om:

- Afdelingen BOR / V&I en Leefomgeving van de gemeente Barneveld.
- Waterschap Vallei en Veluwe.

1.2 Proces

Als eerste stap naar het opstellen van het waterstructuurplan is een inventarisatie gemaakt van de bestaande situatie. De resultaten van deze inventarisatie zijn in een notitie gepresenteerd en toegelicht (d.d. 15 juni 2012). Op 20 juni 2012 heeft een workshop plaatsgevonden waar met de betrokken partijen gezamenlijk de doelstellingen en visie zijn vastgesteld welke vertaald zijn in ontwerpuitgangspunten. Daarnaast is het ontwerp op hoofdlijnen vastgesteld.

Vervolgens is op basis van de uitkomsten van de workshop een viltstiftontwerp opgesteld (d.d. 26 juli 2012). Hierbij is ingegaan op:

- ontwatering en wegpeil;
- retentie (berging en afvoer);
- droogweerafvoer (aansluiting vuilwaterriolering).

Het viltstiftenontwerp is besproken en verder uitgewerkt in het inrichtingsplan. De volgende fase in het proces is het opstellen van het waterstructuurplan. Op basis van de genoemde documenten en overleggen uit eerdere fases is het waterstructuurplan opgesteld (d.d. 11 januari 2013).

Wijziging van het stedenbouwkundig plan (d.d. 21 juni 2013) heeft geleid tot aanpassing van het waterstructuurplan. Hierna is het stedenbouwkundig plan (begin 2015) opnieuw aangepast. In deze rapportage wordt het herzien waterstructuurplan beschreven.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 1 is een algemene inleiding gegeven op het plan. Hoofdstuk 2 beschrijft voor de huidige situatie de resultaten van de inventarisatie en het geohydrologisch onderzoek. De toekomstige waterstructuur (oppervlaktewater, riolering en grondwater) wordt toegelicht in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 sluit af met conclusies en aanbevelingen.

2 Huidige situatie

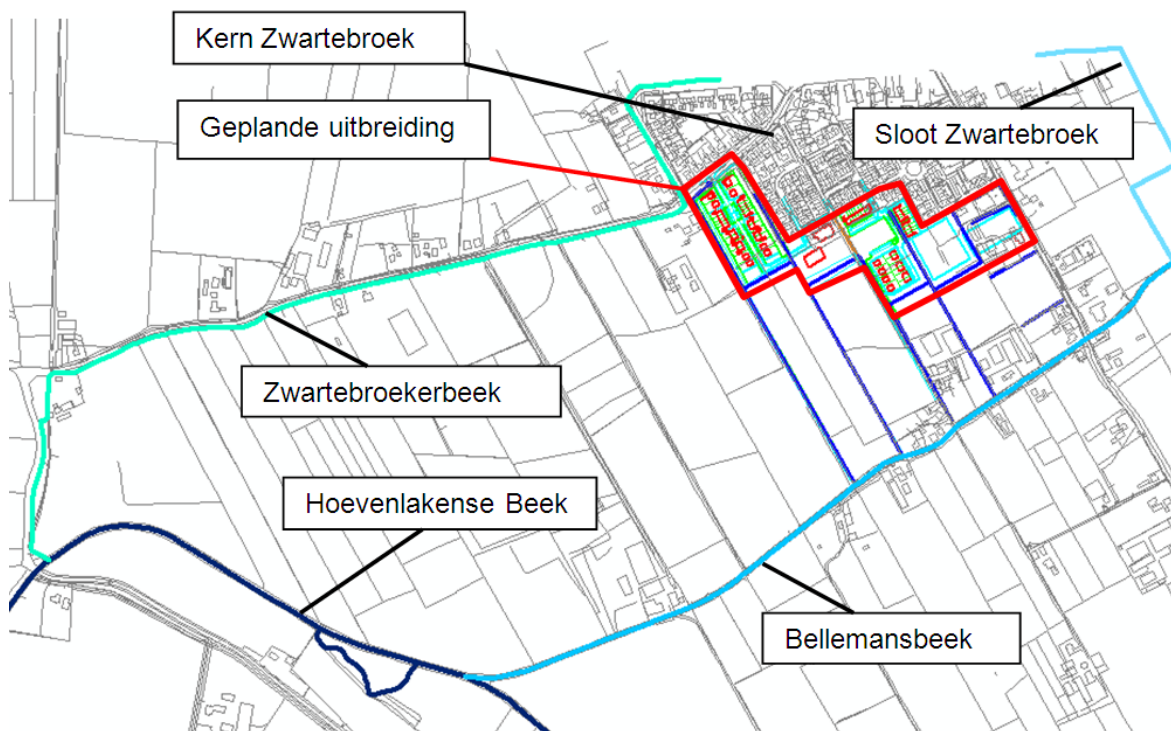
Gedurende de inventarisatiefase is het huidige terrein waarop de toekomstige uitbreiding gerealiseerd wordt in kaart gebracht. Voor de hoogteligging van het terrein is het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) gehanteerd. Daarnaast is geohydrologisch onderzoek uitgevoerd.

In dit hoofdstuk wordt achtereenvolgens ingegaan op:

- oppervlaktewater;
- riolering;
- grondwaterstanden;
- bodemopbouw en doorlatendheid;
- beleidsdocumenten.

2.1 Oppervlaktewater

De kern Zwartebroek maakt deel uit van het stroomgebied Barneveldse beken, specifiek van deelstroomgebied Hoevenlakense Beek. Het oppervlaktewater in het plangebied watert af in zuidwestelijke richting via de Bellemansbeek. In het noordwesten van de kern ligt de Zwartebroekerbeek. Deze beek watert af naar de zuidelijk gelegen Hoevenlakense Beek. Ten oosten van de kern ligt de Sloot Zwartebroek. Deze sloot watert af naar het zuiden en mondt uit in de Bellemansbeek. De Bellemansbeek watert vervolgens af naar de Hoevenlakense Beek.



Figuur 2: Hoofdwatergangen rondom Zwartebroek

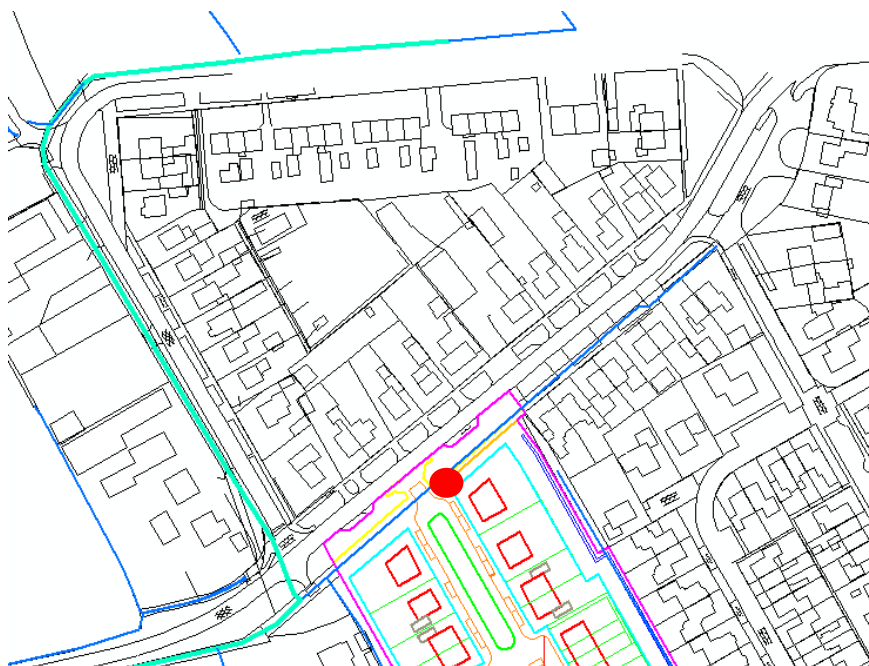
In onderstaande tabel zijn de streefpeilen van de genoemde watergangen weergegeven.

Tabel 1: Streefpeilen per watergang

Watergang	Zomerpeil (m NAP)	Winterpeil (m NAP)
Zwartebroekerbeek	2,80	2,60
Sloot Zwartebroek / Bellemansbeek	2,62	2,62

2.2 Riolering

In de kern Zwartebroek wordt afvalwater ingezameld door middel van gemengde riolering. De riolering heeft een bergbezinkriool met een externe overstort op de watergang in de Platanenstraat, ter hoogte van nummers 48-52. Deze overstort bevindt zich op de grens van het plangebied (zie Figuur 3).



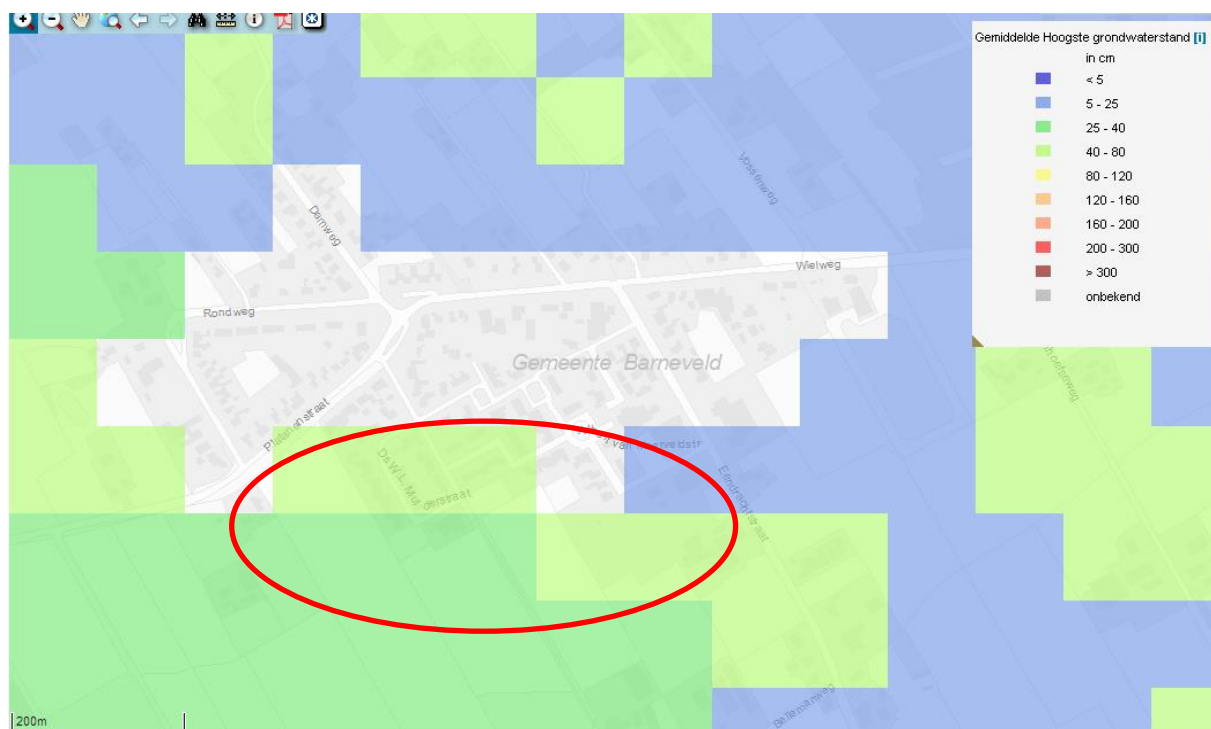
Figuur 3: Locatie overstort Platanenstraat (rode stip)

2.3 Grondwaterstanden

In deze paragraaf wordt de bepaling van de grondwaterstanden beschreven, omdat geen langdurige meetreeksen van het plangebied beschikbaar zijn is van verschillende bronnen gebruik gemaakt om een zo betrouwbaar mogelijke inschatting te maken.

Bodematlas Gelderland

Op basis van de gegevens uit de bodematlas van Gelderland, kan ter plaatse van het plangebied een GHG variërend van 25-40 cm-maaiveld tot 40-80 cm-maaiveld worden verwacht. In een klein deel van het plangebied (in het oosten) bedraagt de GHG 5-25 cm-maaiveld.



Figuur 4: Grondwaterstanden (GHG) Zwartebroek (bron bodematlas Gelderland)

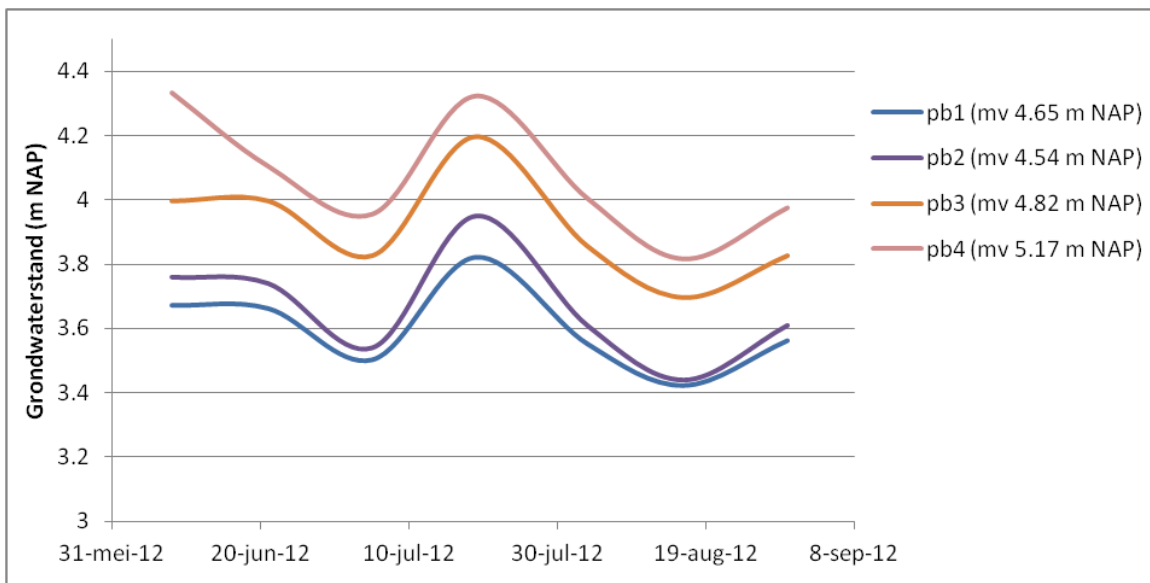
Grondwatertrappen

Op basis van de grondwatertrappenkaart van Nederland wordt een GLG variërend van 80 tot 120 cm-maaiveld of > 120 cm-maaiveld verwacht. (Grondwatertrap IIIb, IV of Vb of VI).

Recente metingen grondwaterstand

In totaal zijn vier boringen geplaatst, met een diepte variërend van 3 tot 8 m-mv. Deze boringen zijn afgewerkt met een peilbuis. De locatie van deze peilbuizen staat weergegeven in Bijlage 2. Op 25-5-2012 zijn in peilbuis 1 en peilbuis 2 grondwaterstanden van respectievelijk 1,30 m-mv en 1,50 m-mv aangetroffen. Bij de overige peilbuizen is op moment van plaatsen geen grondwaterstand aangetroffen.

In de maanden juni tot en met augustus is de waterstand in de peilbuizen zeven keer afgelezen. Deze zijn weergegeven in Figuur 5. De gemiddelde grondwaterstand bevond zich op die dagen op ca. 100 cm-maaiveld.



Figuur 5: Grondwaterstanden in geplaatste peilbuizen

DINOLoket

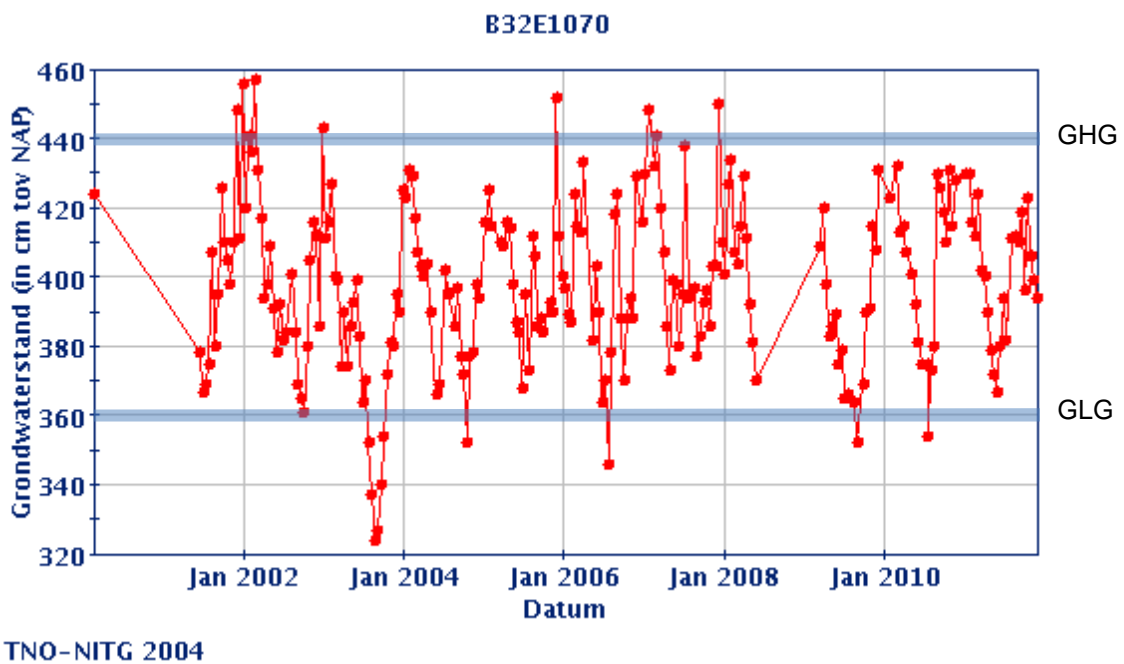
De meest representatieve grondwaterput (B32E1070) uit het DINOLoket bevindt zich in Zwartebroek iets ten noorden van de planlocatie (zie Figuur 6). Deze grondwaterput kent een maaiveldhoogte van 5,10 m +NAP en heeft één filter in de deklaag.

Zoals weergegeven in Figuur 7 is in de periode van 2000 tot 2012 een freatische GHG gemeten van circa 4,40 m +NAP (0,70 m -mv) en een GLG van 3,60 m +NAP (1,50 m -mv).

Deze GHG en GLG wordt ondersteund door de metingen van grondwaterputten B32E0052 en B32E0065 die zich in de buurt van Zwartebroek bevinden. De diepere filters in deze peilbuizen laten zien dat er sprake is van een kwelsituatie.



Figuur 6: Locatie grondwaterput B32E1070



Figuur 7: Gemeten grondwaterstanden put B32E1070

Roest

De aangetroffen sterk roesthoudende laag op een diepte van 2,90 tot 3,00 m-mv ter plaatse van peilbuis 3 is niet in tegenspraak met de aangetroffen huidige variatie in grondwaterstanden. Deze roestlaag is vermoedelijk gevormd onder invloed van zuurstof en moet dus boven de grondwaterspiegel zijn gevormd. Dit hoeft echter niet recentelijk te zijn gebeurd. De huidige ligging onder de grondwaterspiegel kan veroorzaakt zijn door menselijk ingrijpen als een (plaatselijke) ophoging van het land. Ook een geologische proces als sedimentatie kan hiervoor een oorzaak zijn. In alle vier de boringen zijn daarnaast sporen van roest aangetroffen op een diepte vanaf maaiveld tot 1,50 m-mv. Deze roestvorming is een aanwijzing voor niet continue aanwezigheid van grondwater op dit niveau.

Conclusie GLG/GHG

Ter plaatse van de planlocatie bevindt het maaiveld zich op NAP +4,50 à +5,00 m. Dit is vergelijkbaar met de maaiveldhoogte van grondwaterput B32E1070. Er zijn geen noemenswaardige watergangen of andere elementen aanwezig die van significante hydrologische invloed zijn en lokale verschillen in grondwaterstand tussen het plangebied en de grondwaterput zouden kunnen veroorzaken. Derhalve worden de metingen in DINO grondwaterput B32E1070 representatief verwacht voor de grondwatersituatie ter plaatse van het plangebied. De overeenstemming met de bodematlas van Gelderland en de grondwatertrappenkaart ondersteunen deze aanname.

De recente metingen van de grondwaterstand, op een niveau van 1,30 en 1,50 m-mv, zijn gemeten op 25 mei 2012. Aangezien dit niet een extreem droge periode was, is het aannemelijk te stellen dat de GLG lokaal nog wat lager ligt dan dit niveau.

Dit alles concluderende mag worden uitgegaan van een GHG van circa 0,70 m-mv (0,40 – 0,90 m-mv) en een GLG van circa 1,70 m-mv (1,40 – 1,90 m-mv). Op basis van de maaiveldhoogtes van 4,50 à 5,00 m+NAP bedraagt de GHG dus circa 3,80 à 4,30 m+NAP en de GLG 2,80 à 3,30 m+NAP.

2.4 Bodemopbouw en doorlatendheid

Maaiveld en landgebruik

Op basis van het Actueel Hoogtebestand Nederland (www.ahn.nl) is de hoogte van het maaiveld bepaald op circa NAP +4,50 à +5,00 m. Het maaiveld is licht glooiend, zoals in onderstaande figuur is te zien.



Figuur 8: Projectlocatie

Het gebied is momenteel in gebruik als landbouwgrond (akker) of grasland. Hierdoor zal het bovenste deel van de ondergrond tamelijk humeus zijn. Het organische stof gehalte is van invloed op de doorlatendheid, aangezien het de poriën tussen de zandmatrix deels verstopt.

De aanwezigheid van vegetatie (gewassen op de akker of gras) zorgt tevens voor doorworteling van de bodem. Afgestorven wortels kunnen voor 'preferente stroombanen' zorgen; dit betekent dat stroming makkelijker optreedt waardoor de infiltratiecapaciteit van de bodem toe neemt. Dit geldt ook voor de bovenste halve meter van het akkerland die door herhaaldelijk omploegen tamelijk los gepakt is, wat de doorlatendheid vergroot. Samendrukking van de grond door gebruik van landbouwvoertuigen zorgt daarentegen voor een afname van de doorlatendheid en infiltratiecapaciteit van de bodem.

Regionale bodemopbouw

Op basis van de gegevens uit DINO-loket, de databank van de ondergrond van Nederland (TNO), wordt vanaf maaiveld tot een diepte van NAP - 9,00 meter (=13,50 a 14,00 m-mv) een zandpakket verwacht (Bijlage 3). Hieronder komen afsluitende kleilagen voor.

Dit zandpakket bestaat in de bovenste meters uit matig fijn zand, plaatselijk met grindige of siltige bijmenging. Hieronder komt matig tot zeer grof zand voor met siltige bijmenging.

De bovenste halve meter wordt beschreven als een antropogeen opgebrachte bodemlaag. Het betreft een esdek, bestaande uit humeus rijk matig fijn zand. Gezien de ligging in stedelijk gebied is of wordt de bovenste 1 à 2 meter waarschijnlijk verstoord of ontgraven en wordt er mogelijk nieuw zand opgebracht. Dit zand is doorgaans matig fijn, zwak siltig van aard.

Voor berekening van de ontwatering is het van belang te weten of en op welke diepte eventuele matig tot zeer grove zanden voorkomen. Deze lagen kunnen zeer goed doorlatend zijn. Op basis van de boringen uit DINO-loket zou deze laag op een diepte van NAP +1,13 m (ruim 3,50 m-mv) voor kunnen komen. Mogelijk is deze laag pas op een diepte van NAP -7,00 m (11,50 à 12,00 m-mv) aanwezig (de Boxtel-3 zand-member van de Formatie van Boxtel, zoals weergegeven in het REGIS profiel).

Lokale bodemopbouw

In totaal zijn vier boringen geplaatst met een diepte variërend van 3 tot 8 m-mv. Deze boringen zijn afgewerkt met een peilbuis. De locatie van deze peilbuizen staat weergegeven in Bijlage 2; de boorstaten van deze peilbuizen in Bijlage 4.

De boorbeschrijvingen laten vanaf maaiveld tot een diepte van 8,00 m-mv zeer fijn zand zien. Zand met een grotere korrelgrootte is nergens aan getroffen. Het zeer fijne zand heeft overal een siltige en humeuze bijmenging. In de bovenste 0,50 tot 1,00 meter is sprake van een sterk humeuze bijmenging; daaronder zwak tot matig humeus. De siltige bijmenging is overwegend zwak; alleen op een diepte van 7,60 tot 8,00 m-mv en op een diepte van 6,20 tot 6,40 m-mv is een matig siltige bijmenging aangetroffen (boring PB1).

Op een diepte van 1,00 tot 1,50 m-mv zijn plaatselijk sporen van planten of hout aangetroffen (boring PB1 en PB2).

In boring PB3 is op 2,90 tot 3,00 m-mv een sterk roesthoudende laag aangetroffen. Volgens de boer van dit akkerland komt deze roestlaag in een groter gebied rondom boring PB3 voor, op het noordelijke deel van het perceel. Op het perceel ten zuiden van boring PB3 komt deze roestlaag niet meer voor. In andere boringen is deze roestlaag evenmin aangetroffen. De lokale aanwezigheid van een sterk roestige laag is van belang voor de doorlatendheid ter plaatse. Door het hoge gehalte aan roest kitten de zandkorrels samen. Rondom peilbuis 3 wordt op een diepte van 3 m-mv derhalve een matig tot slecht doorlatende laagje verwacht die als weerstandslaag op zal treden.

Schatting doorlatendheid

Met behulp van een zandliniaal is de korrelgrootte van het zand geschat op circa 100 tot 250 μm . Aan het aangetroffen zand, met zeer fijne korrelgrootte (105-150 μm) en een zwak slibhoudende bijmenging, wordt een horizontale doorlatendheid van circa 4 meter per dag toegeschreven. Afhankelijk van de bijmenging varieert deze horizontale doorlatendheid tussen de 1 meter per dag (sterk slibhoudend zeer fijn zand) en 6 meter per dag (schoon zeer fijn zand).

Bij zand met een iets grotere korrelgrootte, omschreven als matig fijn zand (150-210 μm), kan deze horizontale doorlatendheid toenemen tot circa 10 meter per dag (range: 3 tot 15 meter per dag).

Aangezien er sprake is van een redelijk homogene zandige grondlaag, is de verticale doorlatendheid van de ondergrond circa 4 tot 10 keer zo klein als de horizontale doorlatendheid. Ter plaatse van peilbuis 3, waar op een diepte van circa 3 m-mv een sterk roesthoudend laagje voorkomt, is de verticale doorlatendheid naar verwachting aanzienlijk kleiner.

Conclusie doorlatendheid

De horizontale doorlatendheid in de bovenste acht meter bedraagt circa 4 tot 10 meter per dag. Lokaal kan deze doorlatendheid iets lager uit vallen (1 tot 3 meter per dag) door een verhoogde bijmenging van silt (t.p.v. pb1 op een diepte van 6,2 tot 6,4 m-mv), een verhoogde bijmenging van humus (t.p.v. pb1 op een diepte van 7,5 tot 7,6 m-mv) of door het voorkomen van sterk roesthoudend zand (t.p.v. pb3 op 2,9 tot 3,0 m-mv). In de bovenste 0,5 tot 1,0 meter is de horizontale doorlatendheid lager; eveneens iets van 1 tot 3 meter per dag. Door recente omploeging in het akkerland kan deze horizontale doorlatendheid lokaal groter zijn.

Door stroming langs preferente stroombanen in de bodem (bijvoorbeeld veroorzaakt door macroporiën, wortels, e.d.) in betere doorlatende sublagen van de ondergrond zou de effectieve horizontale doorlatendheid 4 tot 10 meter per dag kunnen bedragen.

De horizontale doorlaafactor wordt gebruikt in de ontwateringsberekening. Om veilig te rekenen, wordt een doorlaafactor van 1,2 m/dag gehanteerd.

De verticale doorlatendheid in de bovenste acht meter bedraagt circa 1 meter per dag. Door recente omploeging of het voorkomen van oude wortelkanalen, kan deze verticale doorlatendheid lokaal groter zijn. De plaatselijk voorkomende dunne laagjes zeer fijn zand met een verhoogde bijmenging van silt, humus of roest zorgen voor een hydraulische weerstand. Hierdoor neemt de verticale doorlatendheid plaatselijk af tot 0,05 – 0,5 meter per dag.

2.5 Beleidsdocumenten

Afsluitend wordt aangegeven welke beleidsdocumenten van belang zijn gedurende het opstellen van het waterstructuurplan. Ten behoeve van het waterstructuurplan zijn de volgende beleidsdocumenten van belang:

- Normering en uitgangspunten voor stedelijk gebied (WVE).
- GRP Gemeente Barneveld 2010-2014.

Gedurende het opstellen van het waterstructuurplan is rekening gehouden met normering en de uitgezette beleidslijnen in voornoemde documenten.

Normering en uitgangspunten voor stedelijk gebied (WVE)

Bij de ontwikkeling van nieuw stedelijk gebied is het algemene uitgangspunt dat met de ontwikkeling ervan ten aanzien van water géén afwenteling op de omgeving (en in de tijd) plaatsvindt. Daartoe hanteert het waterschap de tritsen: 'vasthouden – bergen – afvoeren' voor waterkwantiteit en 'schoon houden – scheiden – schoonmaken' voor waterkwaliteit, en houdt het rekening met voorspelde klimaatontwikkelingen.

Voor verschillende onderdelen die deel uit zullen maken van het waterstructuurplan, zoals de dimensionering van watergangen, zijn specifieke normen en richtlijnen opgenomen in het document 'Normering en uitgangspunten voor stedelijk gebied (WVE)'.

GRP 2010-2014

In het Gemeentelijk Rioleringsplan is aangegeven dat bij nieuwbouw hemelwater en vuilwater gescheiden zal worden aangeleverd. Hemelwater wordt bij voorkeur bovengronds vastgehouden. Vervolgens hanteert de gemeente de voorkeursvolgorde: bergen, afvoeren.

Andere aandachtspunten vanuit het GRP zijn:

- Opnemen in het waterstructuurplan hoe toekomstige bewoners worden geïnformeerd over o.a. hemelwaterafvoer op het perceel.
- Zoveel mogelijk gebruik van duurzame en milieuvriendelijke materialen.
- Grondwaterneutraal bouwen.

Standaard Ontwerp- en Uitvoeringseisen

Voor de bepaling van de ontwatering zijn de eisen overgenomen zoals vastgesteld in de Standaard ontwerp- en uitvoeringseisen van civiel- en cultuurtechnische werken van de gemeente Barneveld (uitgiftedatum 12 april 2012).

Met betrekking tot (grond)waterkwaliteit gelden de volgende aandachtspunten:

- Het wegwater is evenals het dakwater van voldoende kwaliteit om rechtstreeks af te voeren naar oppervlaktewater.
- Geen uitlogbare materialen toepassen.
- Doorstroming waterpartijen bevorderen door juiste vormgeving.

3 Waterstructuur

In dit hoofdstuk wordt de toekomstige waterstructuur van het plangebied beschreven. Achtereenvolgens wordt ingegaan op oppervlaktewater, riolering en grondwater. Het hoofdstuk wordt afgesloten met enkele aandachtspunten voor de verdere uitwerking. Uitgangspunt bij deze beschrijving is het stedenbouwkundig plan Zwartebroek – Dwarsakker d.d. 24 februari 2015.

3.1 Oppervlaktewater en wadi's

In het plangebied worden diverse wadi's gerealiseerd. Hiermee wordt hemelwater zoveel mogelijk vastgehouden, geborgen en afgevoerd. Dit is conform het beleid zoals opgenomen in het GRP en sluit tevens aan bij het waterschapsbeleid.

Hemelwater van verhard oppervlak in het te ontwikkelen gebied wordt via goten bovengronds afgevoerd naar de wadi's. Een deel van de wadi's is ontworpen in dezelfde richting als de kavelsloten. Een ander deel van de wadi's bevindt zich aan de zuidrand van de ontwikkeling. De locatie van de wadi's en zijn weergegeven op het stedenbouwkundig ontwerp (Bijlage 1).

Om inzicht te krijgen in de benodigde hoeveelheid berging (3.1.1) en de hoeveelheid water die mag afvoeren naar het landelijk gebied (3.1.3) zijn retentieberekeningen uitgevoerd. De retentieberekeningen zijn opgenomen in Bijlage 5.

3.1.1 Uitgangspunten en toetsing

Aan de hand van het bruto oppervlak, het afvoerend oppervlak en de maximale waterstanden in de wadi is bepaald hoe groot de benodigde waterberging en –oppervlak dient te zijn, deze is getoetst aan de beschikbare ruimte zoals deze in het inrichtingsplan gereserveerd is.

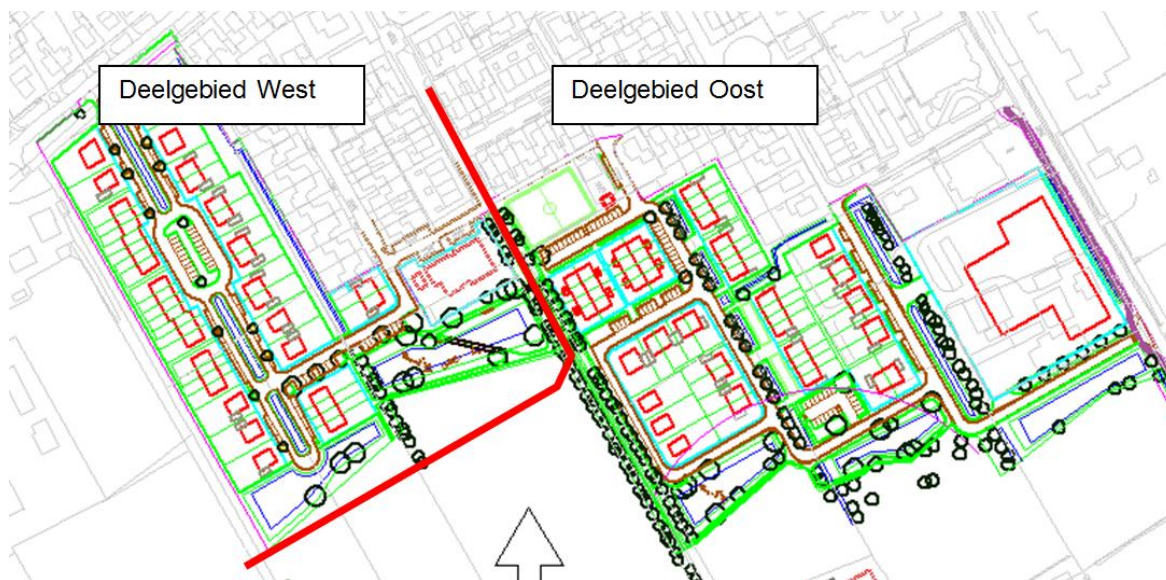
Ten behoeve van de bepaling van de benodigde berging en de toegestane afvoer zijn volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Grondwatertrap VI:
 - afvoernorm 0,67 l/s/ha.
- De optredende peilstijging wordt getoetst aan:
 - T=10 → waterpeil tot slokop (0,30 m waterdiepte);
 - T=100 → waterpeil tot maaiveld (0,50 m waterdiepte).

Aanvullend is gecontroleerd of de waterberging voldoende is voor de buien uit module C2100 van de Leidraad Riolering.

- Bui 08: minimaal 20 cm waking ten opzichte van wegpeil;
- Bui 09: geen water op straat;
- Bui 10: geen schade aan woningen.

Voor de bepaling van de waterberging en toegestane afvoer is het plangebied onderverdeeld in oost en west (zie Figuur 9). Binnen deze deelgebieden worden de wadi's met elkaar verbonden door duikers. Per deelgebied komt er een lozingspunt op het oppervlaktewater.



Figuur 9: Deelgebieden t.b.v. waterberging en afvoer

3.1.2 Waterberging

De benodigde hoeveelheid berging is bepaald op basis van de toelaatbare peilstijging. Voor de berekening zijn de buien gehanteerd zoals opgenomen in het waterschapsbeleid. Het gaat om:

- T=10 kortdurende bui;
- T=10 langdurende bui;
- T=100 kortdurende bui;
- T=100 langdurende bui.

In de berekening is gebleken dat de peilstijging bij T=10 lang maatgevend is. De benodigde waterberging is voor de twee deelgebieden weergegeven in Tabel 2. In deze tabel is tevens weergegeven wat in het huidig stedenbouwkundig plan de beschikbare hoeveelheid waterberging is. Hieruit blijkt dat in beide deelgebieden voldoende waterberging aanwezig is. De overmaat aan waterberging kan gebruikt worden bij eventuele toekomstige uitbreidingen.

Tabel 2: Toetsing waterberging per deelgebied

	Deelgebied west	Deelgebied oost
Bruto oppervlak (m ²)	27.515	39.640
Afvoerend oppervlak (m ²)	9.336	16.489
Afvoerend oppervlak (%)	34	42
Benodigd wateroppervlak (m ²)*	1.230	2.470
Benodigde waterberging bij T=10 (m ³)**	369	741
Beschikbaar wateroppervlak (m ²)**	2.146	2.870
Beschikbare berging (m ³)**	644	861
Beschikbare berging (mm)**	56	44
Maximaal optredende peilstijging (m) T=10	0,20	0,27
Maximaal optredende peilstijging (m) T=100	0,27	0,37
Volume bui 08 (m ³)	185	326
Volume bui 09 (m ³)	274	485
Volume bui 10 (m ³)	333	589

* T=10 lang is maatgevend

** (t.o.v.) gemiddeld bij 0,3 m waterdiepte

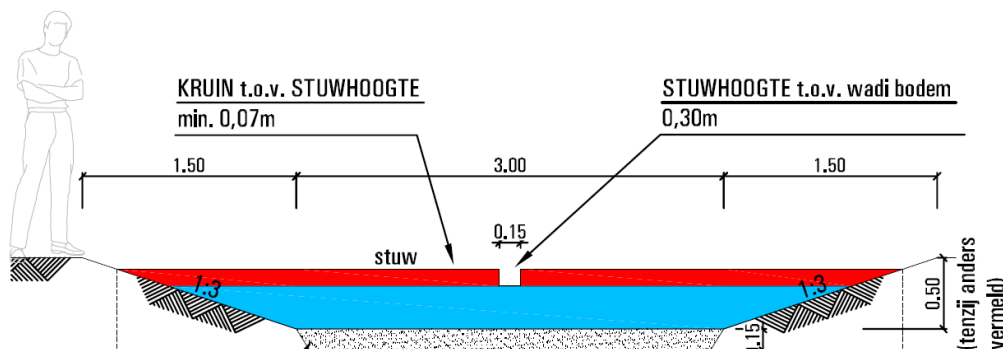
3.1.3 Afvoer

De afvoer vanuit het nieuwe stedelijk gebied naar het huidige watersysteem mag niet toenemen ten opzichte van de oorspronkelijke afvoer (maatgevende landelijke afvoer). Om inzicht te krijgen in de hoeveelheid water die per deelgebied vanuit de wadi's af mag voeren naar het oppervlaktewater is per gebied bepaald wat de afvoernorm bedraagt.

Tabel 3: Afvoernorm per deelgebied

	Deel west	Deel oost
Afvoernorm T=10 (l/s)	0,99	1,78
Afvoernorm T=100 (l/s)	1,42	2,54

Om de afvoernorm naar het bestaande oppervlaktewater te borgen, wordt voor de lozing van beide deelgebieden op het oppervlaktewater in de wadi's per deelgebied een stuw met debietsbegrenzer geplaatst. De begrenzing wordt gerealiseerd door een doorlaat in de kruin van de stuw. Achter de stuw bevindt zich een slokop met een afvoerriool naar het oppervlaktewater. De locaties van de stuwen zijn weergegeven op de tekening in Bijlage 1 en een detail van wadi met stuw is opgenomen in Figuur 10.



Figuur 10: Doorsnede wadi en stuw

Omdat de deelgebieden relatief klein zijn, is de bijbehorende afvoernorm laag; hierdoor dient een kleine doorlaat gerealiseerd te worden. Deze zijn in de praktijk gevoelig voor verstoppingen e.d. Het beschreven systeem met stuw en doorlaat is dusdanig ontworpen dat deze een maximale grootte heeft en toch zo dicht mogelijk bij de gestelde afvoernorm in de buurt komt. Doordat de optredende peilstijgingen beperkt blijven, is ervoor gekozen om de doorlaathoogte op het niveau van maximaal toelaatbare peilstijging behorend bij T=10 te plaatsen. Bij een T=10 bui wordt neerslag dus geborgen in de wadi's en geschiedt de afvoer door infiltratie.

De doorlaatbreedte is ontworpen op de afvoernorm behorend bij T=100. De bovenkant van de stuw (kruin) is gelijk aan de maximaal toelaatbare peilstijging behorend bij T=100.

Voor beide deelgebieden zijn de stuwafmetingen gelijk. De doorlaatbreedte is bepaald op 0,15 m. De stuwhoogte (uitsparing) is 0,30 m boven bodemhoogte. De kruin van de stuwen ligt minimaal op 0,37 m boven bodemhoogte. Een principetekening van de stuw is weergegeven in Figuur 10 en op de tekening in Bijlage 1. De minimale bovenbreedte voor de stuw is bepaald op 0,80 m. De opstuw bij de afvoer behorend bij T=100 bedraagt bij stuw oost 0,08 m. Bij deelgebied west (stuw west) ligt de peilstijging nog onder de kruinhoogte (maximaal 0,27 m) en wordt dus niet afgevoerd.

Bij de genoemde stuwafmetingen bedraagt het debiet bij T=100 2,8 l/s. Hiermee wordt in deelgebied west de afvoernorm zeer gering overschreden. Omdat het plangebied en de bijbehorende afvoernorm relatief klein zijn, is het uit praktisch oogpunt niet haalbaar en noodzakelijk het debiet verder te beperken. Het waterschap heeft hiermee ingestemd.

3.1.4 Wadi's

In het plangebied wordt waterberging gecreëerd door wadi's aan te leggen. Hemelwater wordt via goten, dan wel de wegverkanting, afgevoerd naar de wadi's. De locatie van de wadi's is weergegeven op de tekening in Bijlage 1. De wadi's staan per deelgebied met elkaar in verbinding door een welput op de bodem van de wadi en duikers (diameter Ø400mm) tussen de wadi's.

De wadi's lozen per deelgebied door middel van een slokop met afvoerriool op het oppervlaktewater. Voor de slokop bevindt zich een stuw, zoals beschreven in de vorige paragraaf. Het afvoerriool naar het oppervlaktewater is ontworpen met een diameter Ø400mm. Bij deze diameter is de stroomsnelheid (bij T=100) maximaal 0,4 m/s.

De wadi's krijgen een bodemhoogte van 0,50 m (en de meest oostelijke 0,80 m) onder maaiveld. Onder de wadi's wordt grondverbetering toegepast met een afvoerdrain (Ø250mm). De drains die onder de wadi's liggen lozen op kavelsloten.

Om te voorkomen dat grondwater vrij wordt afgevoerd, dient een overstort dan wel verhoging in de drain aangebracht te worden. Met het oog op de ontwatering is de overstort/verhoging geprojecteerd op 3,70 m NAP. De afvoerende zaksloten dienen minimaal deze bodemhoogte te hebben. Op de plantekening is aangegeven wat de diepte en de benodigde bovenbreedte van de ontvangende zaksloten is.

Ledigingscapaciteit

De ledigingstijd van de wadi's is per deelgebied bepaald, hierbij is uitgegaan van een maatgevende doorlatendheid van de toplaag (gras). Conform Leidraad Riolering (C2200) is een doorlatendheid van 0,5 m/dag aangehouden. Op basis hiervan bedraagt de ledigingstijd van de wadi's in het westelijk deelgebied globaal 9 uur, voor oostelijk gelegen wadi's bedraagt de ledigingstijd globaal 15 uur. Doorgaans wordt 24 uur aangehouden als maximaal toelaatbare ledigingstijd. De ledigingstijd voldoet dus aan genoemde norm.

Op de tekening in Bijlage 1 is een principetekening opgenomen van de wadi's en de duikerverbinding tussen de wadi's.

3.2 Riolering

In deze paragraaf wordt ingegaan op de toekomstige riolering van het plangebied. Als eerste worden de gehanteerde uitgangspunten beschreven. Daarna wordt ingegaan op de nieuw aan te leggen afvalwaterriolering en afvoer hiervan, later wordt specifiek stilgestaan bij de bergbezinkleiding welke zich in het noorden van het plangebied bevindt. Vervolgens wordt de toekomstige hemelwaterafvoer beschreven.

3.2.1 Uitgangspunten

Voor het globale ontwerp van de afvalwaterriolering zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Minimale dekking: 1,20 m.
- Minimale diameter 250 mm (PVC).
- Afschot:
 - afschot beginstrengen 1:250 (eerste 150 m);
 - minimaal afschot 1:500;
 - gemiddeld afschot 1:400.

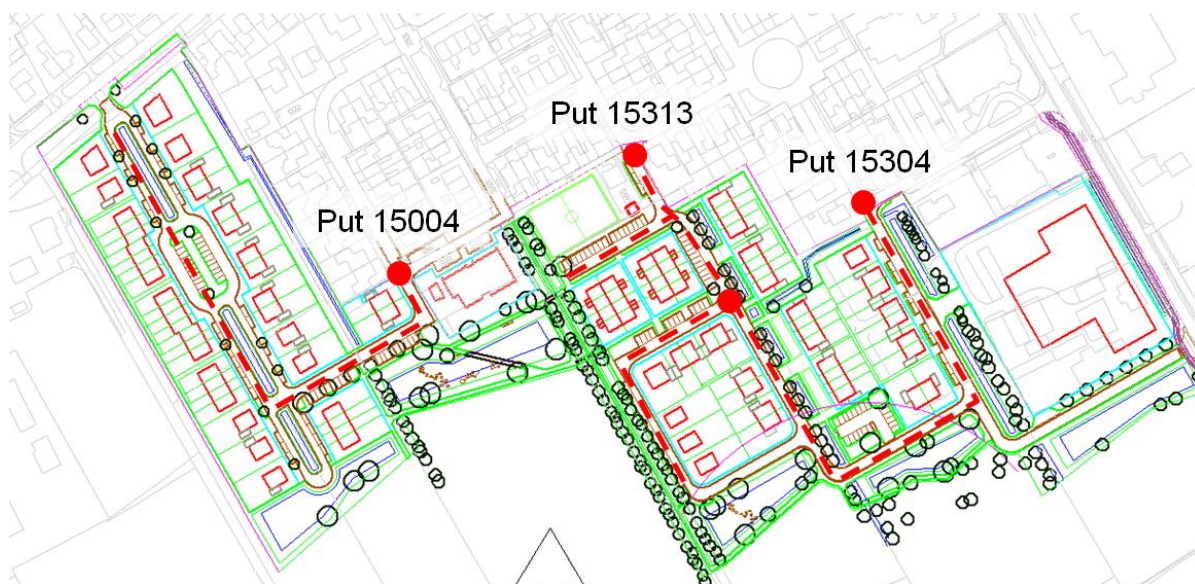
Voor het ontwerp van de hemelwaterriolering (goten) zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Maximale gootlengte 70 m.
- Minimaal verhang 1:250.

3.2.2 Afvalwaterriolering

Afvalwater (droogweerafvoer) wordt onder vrij verval afgevoerd naar de omliggende bestaande gemengde riolering. Hierbij wordt de vuilwaterriolering van de deelgebieden aangesloten op de gemengde riolering waarbij, indien mogelijk, de aansluitpunten zover mogelijk van de bergbezinkleiding liggen.

Het te ontwikkelen gebied zal op drie locaties aansluiten op de omliggende gemengde riolering (put 15004, 15313, 15304). Voor bepaling van de hoogste bob's is uitgegaan van een minimale dekking van 1,20 m en een buisdiameter van Ø 250 mm (PVC). Voor het meest westelijke gelegen vuilwaterriool is een diepere ligging aangehouden zodat in de toekomst een eventueel zuidelijk gelegen uitbreiding onder vrijval kan afvoeren. De drie aansluitlocaties met bijbehorende langste tracés zijn weergegeven in Figuur 11.



Figuur 11: Aansluitlocaties afvalwaterriolering

Voor de drie aansluitlocaties is bepaald wat het maatgevende (langste) tracé is. Vervolgens is uitgaande van het vastgestelde wegpeil bepaald wat het haalbare afschot is. Voor het westelijk gebied (put 15004) is het haalbare afschot 1:350 (lengte tracé: 280 m). Voor het oostelijk gebied (aansluitend op put 15313 en 15304) zijn de afschotten zoals genoemd onder de uitgangspunten haalbaar.

3.2.3 Bergbezinkleiding

Het plangebied wordt in het noordwesten begrensd door een kopsloot waarop een riooloverstort van het gemengde stelsel overtollig water loost. In praktijk leveren dergelijke situaties na werking van de overstort vaak stankoverlast op. Met de realisatie van nieuwbouw in de buurt van deze overstort neemt de kans op klachten toe.

In deze paragraaf wordt een afweging gemaakt tussen handhaving van de huidige situatie en het treffen van maatregelen in de vorm van een overkluizing tot de kadastrale grens van Platanenstraat 59.

De locatie van de externe overstort en het deel watergang wat eventueel te overkluizen is, staat weergegeven in Figuur 12.



Figuur 12: Locatie bergbezinkleiding (rode stip) en deel te overkluizen watergang (oranje arcering)

De afweging tussen beide opties wordt gedaan op onderstaande criteria. Omdat niet alle criteria even zwaar wegen is per criterium een weefactor gehanteerd.

Stankoverlast

Zoals eerder beschreven zijn kopsloten waarop riooloverstorten lozen gevoelig voor stankoverlast. Door een overkluizing aan te leggen, wordt de kans op klachten van (toekomstig) omwonenden verkleind.

Ontwatering

De bestaande sloot draagt bij aan de ontwatering van het gebied. Bij aanleg van een overkluizing en demping van de sloot bestaat de kans op stijgende grondwaterstanden. Door bij de werkzaamheden een drain mee te leggen blijft de ontwaterende functie behouden.

Waterberging

Gedurende hevige neerslag en overstortingen uit het gemengde riool wordt een deel van het water geborgen in de sloot waarna het afgevoerd wordt. Afhankelijk van de wijze waarop de overkluizing gerealiseerd wordt, zou door aanleg van de overkluizing de bergende functie kunnen vervallen. Dit is het geval als de watergang vervangen wordt door een duiker.

Kosten

Aanleg van een overkluizing brengt kosten met zich mee, naar verwachting zijn deze lager bij combinatie met het bouwrijp maken.

Gelegenheid aanpak

Tijdens het bouwrijp maken is het tracé van de beoogde overkluizing goed toegankelijk. Na aanleg van de geplande woningen en toegangsweg is realisatie van de overkluizing lastiger uitvoerbaar.

Beeldkwaliteit

De bestaande kopsloot maakt deel uit van het huidige straatbeeld. Naar verwachting draagt demping van de kopsloot niet positief bij aan dit beeld.

Tabel 4: Multi criteria analyse kopsloot na overstort BBL

	Weefactor	Handhaven huidige	Aanleg overkluizing tot gebiedsgrens Dwarsakker	Opmerkingen
Stankoverlast	50	-	+	
Ontwatering	10	+	0	Drain mee leggen
Waterberging	10	+	-	Alleen bij beduikering, aspect vervalt als gekozen wordt voor overkluizing.
Kosten	10	+	-	
Gelegenheid aanpak stankoverlast	10	-	+	
Beeldkwaliteit	10	+	-	
Totaal		-20	+30	

Op basis van bovenbeschreven afweging wordt geadviseerd bestaande sloot te overkluizen tot de plangrens.

3.2.4 Hemelwaterriolering

Regenwater van wegen, daken en privé verharding wordt in het plangebied afgevoerd naar de wadi's. In een groot deel van het plangebied kan dit door middel van de wegverkanting. In enkele delen van het plangebied dienen goten te worden aangelegd. De afvoer door middel van de goten dan wel de wegverkanting is op de tekening in Bijlage 1 weergegeven. Hierop staan de globale tracés en tevens de te hanteren wegpeilen van de goten. Als uitgangspunt (laagste wegpeil) is gehanteerd het vastgestelde minimale wegpeil in de ontwateringsberekening (zie paragraaf 3.3.2).

Voor het verhang van de goten is 1:250 aangehouden. De maximale gootlengte is vastgesteld op 70 m. Op een aantal locaties is door het aangebrachte verschil in het wegpeil, het hoogteverschil wegpeil – vloerpeil minder dan de gewenste 0,3 m. Omdat dit in die gevallen het hoogste punt is en de goten hemelwater zullen afvoeren naar de lager gelegen wadi's kan op dit punt afgeweken worden van het uitgangspunt.

Hemelwater van de achterzijde van de woningen kan in een aantal gevallen (rijtjeswoningen) worden aangesloten op zaksloten aan de achterzijde van de percelen. Als dit niet mogelijk is of als aansluiting op de wadi de voorkeur heeft, dient een leiding door de spouwmuur, onder het huis of langs de gevel te worden gelegd.

3.3 Grondwater, ontwatering en wegpeil

In deze paragraaf wordt ingegaan op de drooglegging en ontwatering van het te ontwikkelen gebied. Voor het gebied wordt bepaald hoe voldoende ontwatering gerealiseerd kan worden. Hierbij wordt vastgesteld wat de minimale wegpeilen zijn.

3.3.1 Uitgangspunten

Aanpak

Aan de hand van de formules van Hooghoudt zijn ontwateringsberekeningen uitgevoerd. Op basis van o.a. doorlaatfactor, waterpeil, de afstand tussen watergangen wordt per deelgebied berekend welke ontwateringsdiepte gehaald wordt bij een afvoer van 13 mm/dag.

Uitgangspunten

- Gedurende de inventarisatiefase is de doorlatendheid globaal bepaald. Op basis hiervan wordt een doorlaatfactor van 1,2 m/dag gehanteerd.
- Tijdens veldbezoek is het waterpeil in de kavelsloten vastgesteld. Dit bevindt zich op ca. 0,80 m onder maaiveld. Het maaiveld ter plaatse van de observatie bedraagt volgens de AHN 4,60 m+NAP. Op basis hiervan wordt een waterpeil van 3,80 m+NAP aangehouden bij het uitvoeren van de ontwateringsberekening. Dit komt globaal overeen met een GHG van 0,70 m onder maaiveld (in het plangebied 3,80 à 4,30 m+NAP). De watergang betreft een zaksloot; mogelijk zakt het water zo nu en dan uit tot de bodem van de zaksloot. Om echter worst case te rekenen, wordt uitgegaan van genoemd waterpeil als ontwateringsbasis.
- Uitgangspunt met betrekking tot de vloerpeilen en tuinhoogten zijn als volgt:
 - Vloerpeil 0,30 m + wegpeil.
 - Tuinhoogte 0,10 m + wegpeil.
- Per deelgebied is het percentage verhard oppervlak bepaald. Dit getal is meegenomen in de ontwateringsberekening.
- Bij bepaling van het verhard oppervlak zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:
 - Daken (inclusief schuren in achtertuinen), openbare verharding en achterpaden voeren 100 % af.
 - Voortuinen voeren voor 50 % af.
- De ontwateringsberekening resulteert in een afvoer in millimeters per dag. Als uitgangspunt is een ontwerpafvoer van 13 mm/dag (langdurige afvoer op 4 dagen bij $T=1$, Buishand en Velds) gehanteerd.

Toetsing

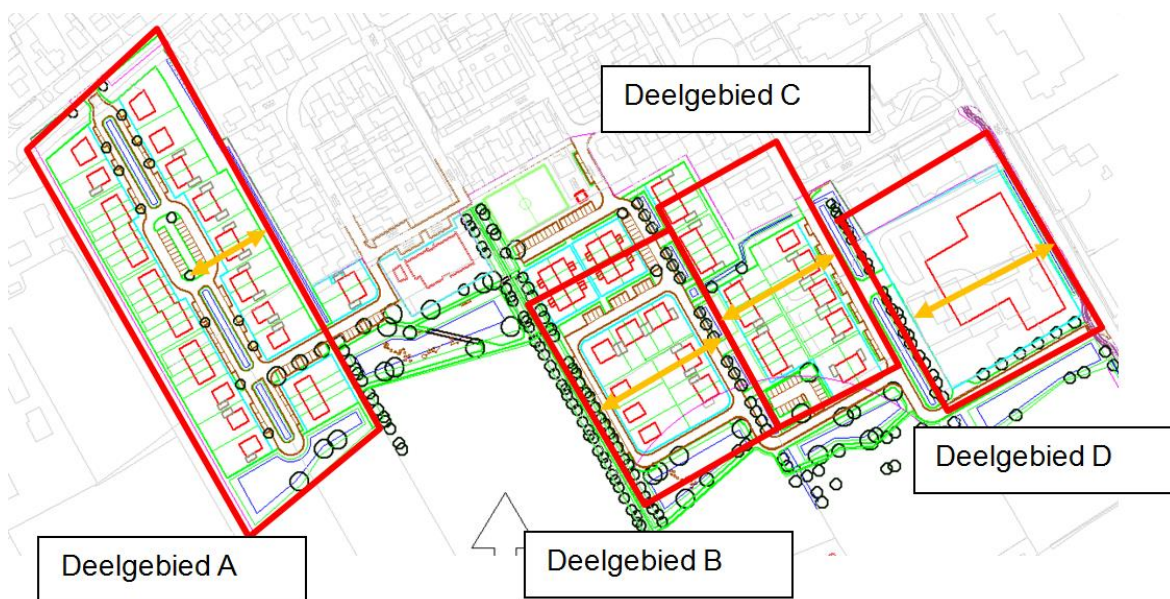
De te hanteren ontwateringseisen die vastgesteld zijn:

- Woonstraten 0,70 m. t.o.v. wegpeil.
- Primaire wegen 0,90 m. t.o.v. wegpeil.

- Woning met kruipruimte 0,70 m. t.o.v. vloerpeil.
- Woning zonder kruipruimte 0,30 m. t.o.v. vloerpeil.
- Tuinen en openbaar groen 0,50 m. t.o.v. maaiveld.
- Droogligging 1,00 – 1,20 m. t.o.v. streefpeil.

3.3.2 Ontwerp

Aan de hand van het stedenbouwkundig plan is het projectgebied ten behoeve van de bepaling van de ontwatering onderverdeeld in vier deelgebieden. Per deelgebied is bepaald wat de afstand tussen de watergangen is en is berekend wat de ontwatering is. De deelgebieden zijn weergegeven in Figuur 13.



Figuur 13: Deelgebieden t.b.v. berekening van de ontwatering (oranje peil: berekening maatgevende opbolling)

Ten behoeve van de verbetering van de ontwatering en tevens het verwerken van de vrijgekomen grond wordt het maaiveld van het te ontwikkelen gebied verhoogd. De voorgestelde maaiveldhoogtes en de resultaten van de ontwateringsberekening zijn per deelgebied weergegeven in Tabel 5. De maatgevende locatie voor de toetsing (ter plaatse van de maximale opbolling) zijn grijs gearceerd in de tabel. De ontwateringsberekeningen zijn grafisch weergegeven in Bijlage 6.

Tabel 5: Berekende ontwatering per deelgebied (grijze arcering: maatgevende locatie t.b.v. toetsing)

Deelgebied	Afstand tussen watergangen (m)	Huidig maaiveld (m NAP)*	Ontwerp minimaal wegpeil (m NAP)**	Vloerpeil (m NAP)	Tuinhoogte (m NAP)	Berekende ontwatering (m)	Toetsing
Deelgebied A	50	4,30 - 4,60	4,80	5,10	4,90	0,84 t.o.v. vloerpeil	0,70 m - vloerpeil (woning met kruipruimte)
Deelgebied B	80	4,80-5,10	5,20	5,50	5,30	0,63 t.o.v. tuinhoogte en 0,83 t.o.v. vloerpeil	0,50 m – tuinhoogte en 0,70 t.o.v. vloerpeil
Deelgebied C	80	4,80-5,20	5,20	5,50	5,30	0,84 t.o.v. vloerpeil	0,70 m - vloerpeil
Deelgebied D	90	4,50-5,20	5,45	5,75	5,55	0,71 t.o.v. wegpeil	0,70 m - wegpeil (woonstraat)

* bron: AHN2

** Hierin is het ontwerp van de goten t.b.v. hemelwaterafvoer nog niet meegenomen.

De voorgestelde minimale wegpeilen variëren tussen de 4,80 m+NAP en de 5,50 m+NAP. De uiteindelijke weghoogtes worden uitgewerkt bij het ontwerp van de goten voor de hemelwaterafvoer (zie paragraaf 3.2.4).

Voor de achterzijde van de Albert van Meerveldstraat 72-76 wordt geadviseerd op het grensvlak van de nieuwe ontwikkeling met de bestaande bebouwing een zaksloot dan wel drain aan te brengen (zie Bijlage 1).

Indien deze maatregelen worden getroffen en de bestaande sloten die op de tekening staan conform de aangegeven locatie/bodemhoogte gehandhaafd worden, is verder geen drainage (bouwblokdrainage) nodig.

3.4 Aandachtspunten

Verwacht wordt dat met het uitgewerkt waterstructuurplan inclusief genoemde aanvullende maatregelen (ophoging/zaksloten/drainage), de nieuwbouw geen nadelige invloed heeft op de bestaande waterhuishouding en woningen. Wel zijn enkele aandachtspunten gesignaleerd waar bij de verdere uitwerking van het plan rekening mee gehouden dient te worden. Het gaat hierbij om de volgende aspecten:

- De hoogteligging van bestaand gebied is van belang bij de uitwerking van de plannen. Om hoogteverschil op te vangen, kunnen geprojecteerde groenstroken worden benut. In het kader van dit waterstructuurplan is een aantal putdekselhoogtes en tuinhoogtes ingemeten.
 - De tuinhoogtes in het centrale deel (achterzijde Albert van Meerveldstraat 72-76) zijn circa 0,40 m lager dan de geprojecteerde naastliggende tuinhoogtes van de toekomstige ontwikkeling. Dit hoogteverschil dient in de groenstrook te worden opgevangen.
 - De geprojecteerde weghoogte in het centrale deel (Jan Landmanstraat) en het oostelijk deel (Albert van Meerveldstraat) ligt respectievelijk 0,40 en 0,60 m hoger dan de bestaande weghoogte waarop aangesloten wordt. Dit hoogteverschil dient bij de verdere uitwerking te worden opgevangen.
- Voor deelgebied D (onderscheiden bij bepaling van de ontwatering en het wegpeil) is het van belang na te gaan of het haalbaar is om de maaiveldophoging te realiseren. De weghoogtes van de Eendrachtstraat ter plaatse zijn onbekend. Als niet voldoende ophoging gerealiseerd wordt, is het noodzakelijk om extra drainage aan te leggen, dit mede is afhankelijk van de specifieke inrichting van het gebied.
- Op een aantal punten is nog niet duidelijk of sprake is van een hoogteverschil tussen bestaand gebied en de geprojecteerde ontwikkeling. Geadviseerd wordt om daar extra inmetingen te doen of wel deze onderdelen mee te nemen bij een volledige inmeting van het ontwikkelgebied. Het gaat hierbij om:
 - De tuinhoogtes aan de achterzijde van de Ds. W.L. Mulderstraat 8-24.
 - De tuinhoogtes aan de achterzijde van de Jan Landmanstraat 2-16.
 - De tuin/weghoogte aan de achterzijde van de Albert van Meerveldstraat 88-90.
 - De tuinhoogte van de bestaande woning aan de Eendrachtstraat 75.
- Bij de aanleg van de sloten t.b.v. de ontwatering is het van belang dat een onderhoudspad aanwezig is. In sommige gevallen kan dit worden gecombineerd met het achterpad. Bij verdere uitwerking van dit plan moet nagegaan worden hoe het onderhoudspad kan worden ingepast.
- In een volgend stadium dient de bovengrondse hemelwaterafvoer verder uitgewerkt en gedetailleerd te worden. Hierbij gaat het o.a. om de precieze locatie van de goten in samenhang met de wegprofilering, de aansluiting op de wadi's, etc. Geadviseerd wordt om goten zodanig aan te leggen dat maximaal bochten van 45 graden aanwezig zijn.

4 Conclusies en aanbevelingen

In voorliggend plan is de huidige en toekomstige waterstructuur van de uitbreiding van de kern Zwartebroek beschreven.

Het toekomstig watersysteem voldoet aan de eisen van Waterschap Vallei en Veluwe. In het plan is door de aanleg van een systeem met wadi's die met elkaar verbonden zijn voldoende waterberging opgenomen.

Het plan sluit goed aan bij het beleid van gemeente en waterschap door hemelwater bovengronds via goten af te voeren naar de wadi's. Afvalwater van de uitbreiding wordt geloosd op het bestaande gemengde stelsel van de kern Zwartebroek. Ten aanzien van de bergbezinkleiding wordt op basis van een multi-criteria analyse aanbevolen om de bestaande kopsloot te overkluizen tot aan de plan-grens.

Bij de weergegeven ophoging is de ontwatering voldoende en er is sprake van grondwater neutraal bouwen. Voor de overgang tussen bestaand en toekomstig gebied zijn maatregelen opgenomen in dit plan.

Op een aantal locaties is hoogteverschil aanwezig tussen bestaand en toekomstig gebied (zie paragraaf 3.4). Bij de verdere uitwerking van het plan dient hieraan aandacht te worden gegeven. Het gaat om de volgende locaties:

- Bestaande tuinhoogtes in het centrale deel (achterzijde Albert van Meerveldstraat 72-76). Deze zijn circa 0,4 m lager dan de geprojecteerde naastliggende tuinhoogtes van de toekomstige ontwikkeling. Dit hoogteverschil dient in de groenstrook te worden opgevangen.
- Geprojecteerde weghoogte in het centrale deel (Jan Landmanstraat) en het oostelijk deel (Albert van Meerveldstraat). Deze ligt respectievelijk 0,40 en 0,60 m hoger dan de bestaande weghoogte.

Aanbevolen wordt om de weghoogte van de Eendrachtstraat ter hoogte van de geplande ontwikkeling in te meten. Vervolgens kan worden nagegaan of de geplande maaiveldhoogtes van de aangrenzende nieuwe ontwikkeling haalbaar zijn en wat het op te vangen hoogteverschil eventueel is.

Aanbevolen wordt om nog onbekende maaiveldhoogtes in te meten om na te gaan of aansluiting en/of ophoging lokaal eventueel problemen oplevert, zodat bij de uitwerking van het plan dit met de inrichting van het plangebied opgevangen kan worden. Hierbij gaat het om:

- De tuinhoogtes aan de achterzijde van de Ds. W.L. Mulderstraat 8-24.
- De tuinhoogtes aan de achterzijde van de Jan Landmanstraat 2-16.
- De tuin/weghoogte aan de achterzijde van de Albert van Meerveldstraat 88-90.
- De tuinhoogte van de bestaande woning aan de Eendrachtstraat 75.

In een volgend stadium dient de bovengrondse hemelwaterafvoer verder uitgewerkt en gedetailleerd te worden. Hierbij gaat het o.a. om de precieze locatie van de goten in samenhang met de wegprofieling, de aansluiting op de wadi's, etc. Geadviseerd wordt om goten zodanig aan te leggen dat maximaal bochten van 45 graden aanwezig zijn.

Bijlagen

Bijlage 1: Tekening Waterstructuurplan Zwartebroek (separaat)

Bijlage 2: Locatie peilbuizen

Bijlage 3: Inventarisatie regionale bodemopbouw

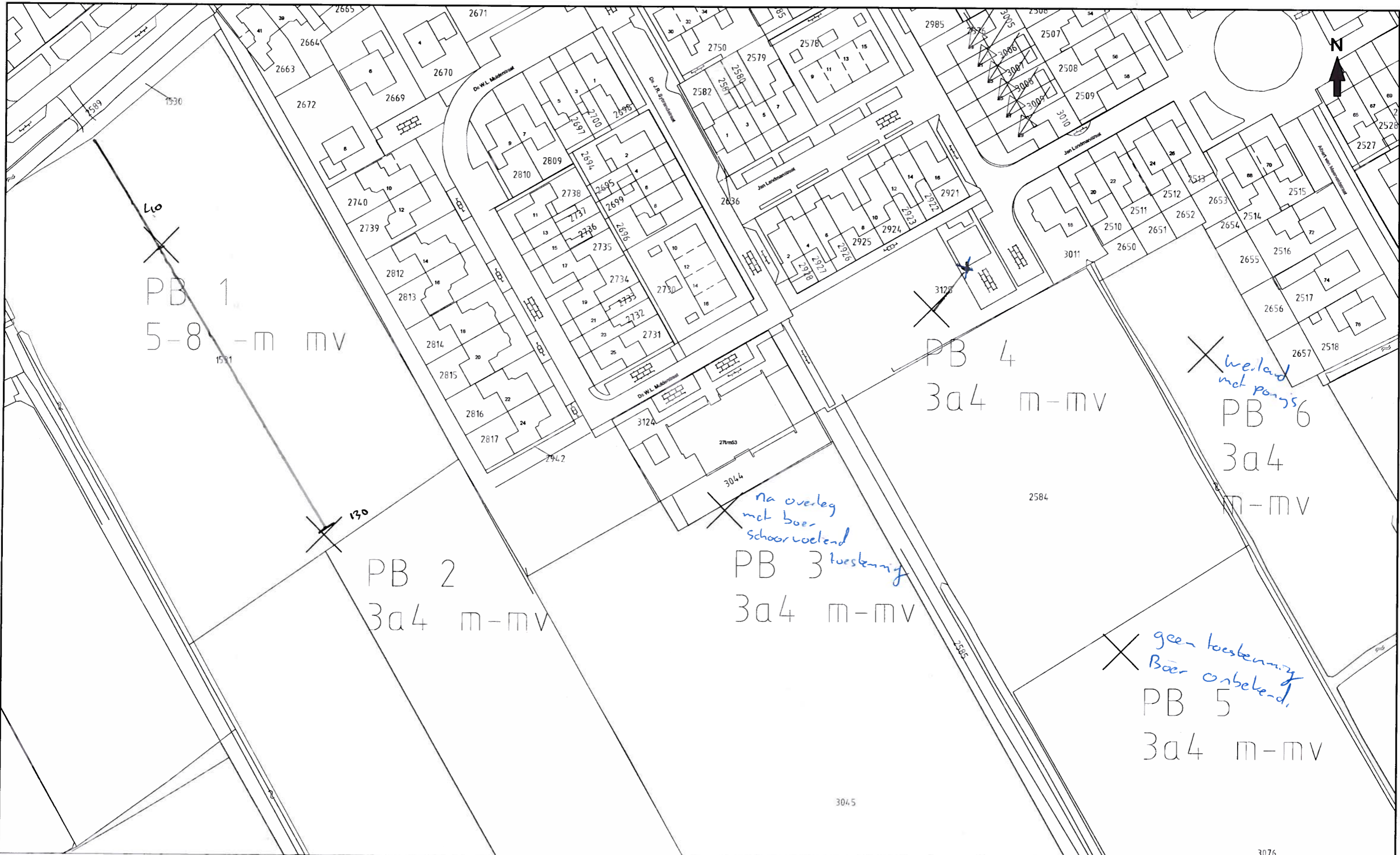
Bijlage 4: Boorstaten


Bijlage 5: Retentieberekeningen

Bijlage 6: Ontwateringsberekeningen

Bijlage 1: Tekening Waterstructuurplan Zwartebroek (separaat)

Bijlage 2: Locatie peilbuizen



formaat: A3 M12A212-02 PS1	BIJLAGE SITUATIETEKENING	BIJLAGENR. 2
	PROJECT WATER STRUCTUURPLAN ZWARTEBROEK	 MWH
	OPDRACHTGEVER GEMEENTE BARNEVELD	
	DATUM 22-5-2012	SCHAAL 1:1000

**BUILDING
A BETTER WORLD**

Bijlage 3: Inventarisatie regionale bodemopbouw

Inventarisatie regionale bodemopbouw

Locatie:



RD coördinaten

X=163059

Y=465430

Verkavelingsplan



Het plangebied (licht roze) en bestaande bebouwing (rood)

Verwachte bodemopbouw en geohydrologisch parameters

Bodemopbouw volgens REGIS II.1

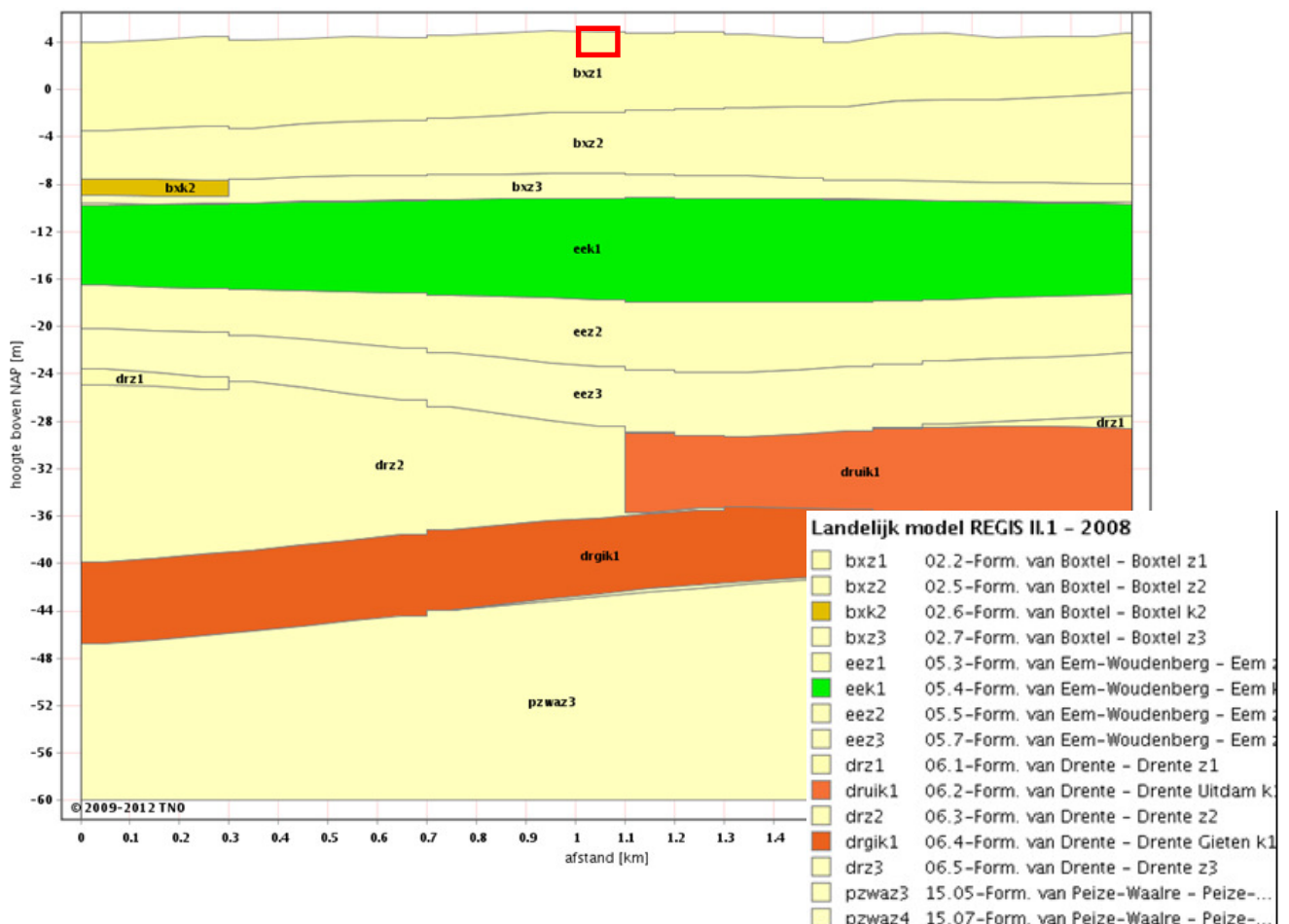
Model: Landelijk model REGIS II.1 - 2008

Locatie (x,y): 163059,465430

naam	code	info	top (M t.o.v. NAP)	basis (M t.o.v. NAP)	kD (m2/dag)	kh (m/dag)	sdh (m/dag)	c (dagen)	hgv (m t.o.v. NAP)	kv (m/dag)	sdv (m/dag)
02.2-Form. van Boxtel - Boxtel z1	bxz1	info	4.88	-1.75	190	29	16				
02.5-Form. van Boxtel - Boxtel z2	bxz2	info	-1.75	-7.03	150	29	16				
02.7-Form. van Boxtel - Boxtel z3	bxz3	info	-7.03	-9.13	61	29	16				
05.3-Form. van Eem-Woudenberg - Eem z1	eez1	info	-9.13	-9.15	0.41	16	7.9				
05.4-Form. van Eem-Woudenberg - Eem k1	eek1	info	-9.15	-17.8				1000	-9.15	0.0085	0.0035
05.5-Form. van Eem-Woudenberg - Eem z2	eez2	info	-17.8	-22.66	100	21	9.8				
05.7-Form. van Eem-Woudenberg - Eem z3	eez3	info	-22.66	-27.43	110	22	11				
06.1-Form. van Drente - Drente z1	drz1	info	-27.43	-27.79	10	28	15				
06.2-Form. van Drente - Drente Uitdam k1	druik1	info	-27.79	-35.59				20000	-27.79	0.0004	0.0002
06.3-Form. van Drente - Drente z2	drz2	info	-35.59	-35.79	5.1	26	14				
06.4-Form. van Drente - Drente Gieten k1	drjik1	info	-35.79	-42.27				740	-35.79	0.0087	
06.5-Form. van Drente - Drente z3	drz3	info	-42.27	-42.31	1.1	28	15				
15.05-Form. van Peize-Waalre - Peize-Waalre z3	pzwaz3	info	-42.31	-61.81	630	33	18				
15.07-Form. van Peize-Waalre - Peize-Waalre z4	pzwaz4	info	-61.81	-84.59	880	38	21				
15.09-Form. van Peize-Waalre - Peize-Waalre z5	pzwaz5	info	-84.59	-121.68	1400	37	21				
15.13-Form. van Peize-Waalre - Peize-Waalre z7	pzwaz7	info	-121.68	-164.65	1400	33	17				
16.1-Form. van Maassluis - Maassluis z1	msz1	info	-164.65	-165.31	15	23	12				
16.2-Form. van Maassluis - Maassluis complex	mzc	info	-165.31	-224.75	700	12	6.2	2300		0.026	0.0096

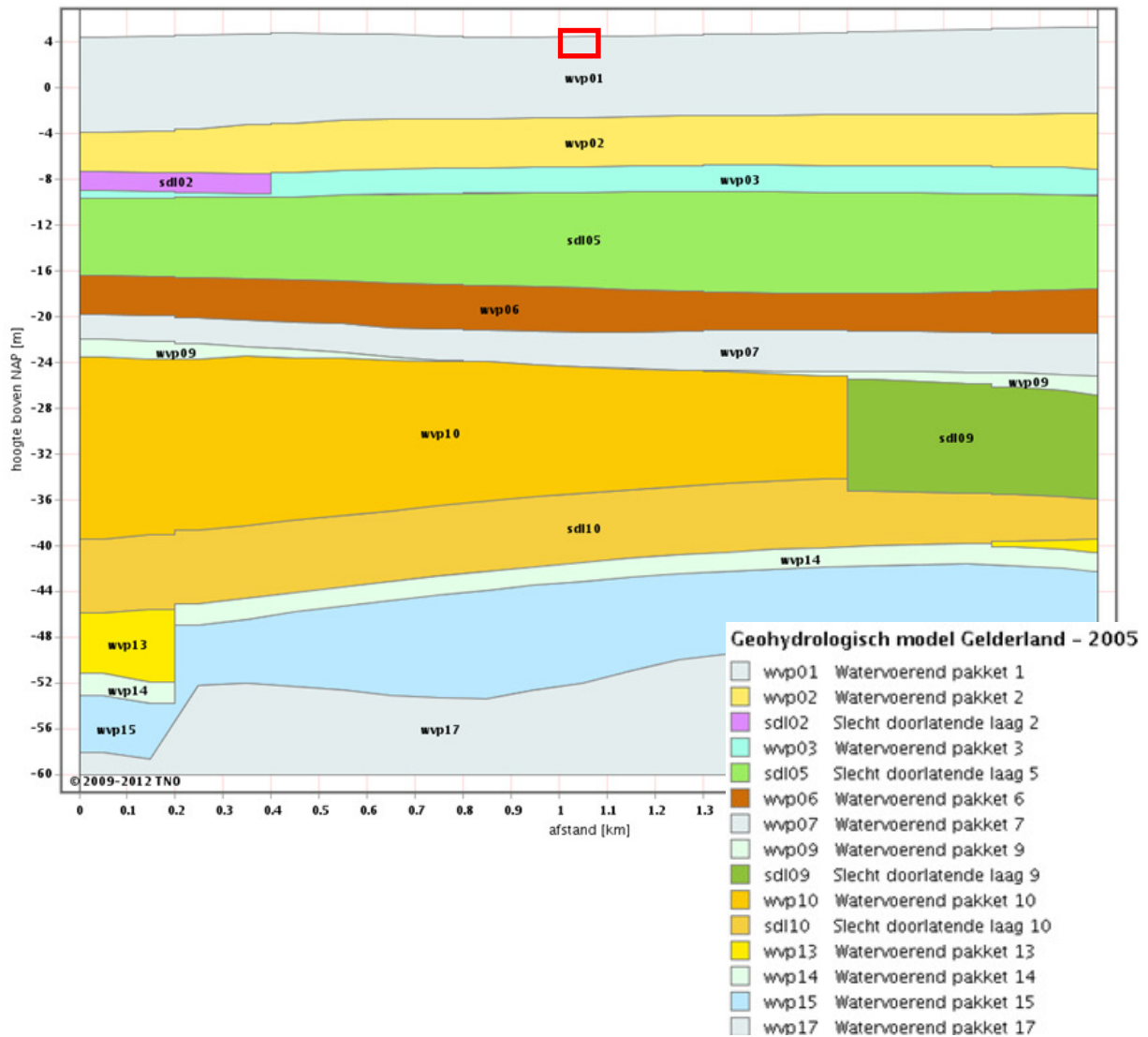
N.B. Deze in REGIS gehanteerde doorlatendheden kunnen ondiep nogal eens een overschatting geven, aangezien er uitgegaan wordt van een puur natuurlijk afgezette bodemlaag, zonder antropogene inbreng, verstoorte grond, inspoeling van silt of lutum etc.

In profiel:

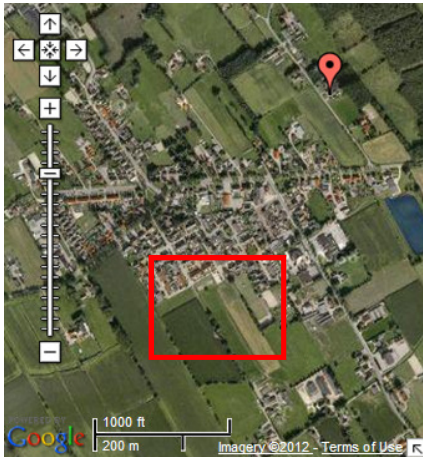


Deklaag is afwezig.

Van nature komt vanaf maaiveld tot een diepte van circa NAP -9,0 meter een watervoerend pakket voor:

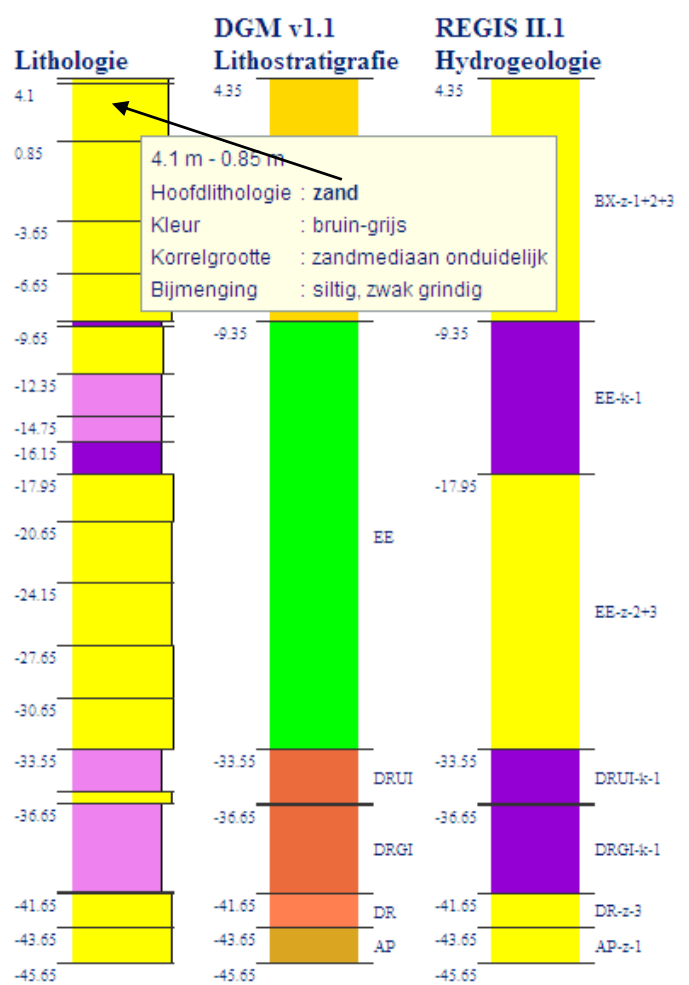


Diepe boring REGIS (DINO-loket)



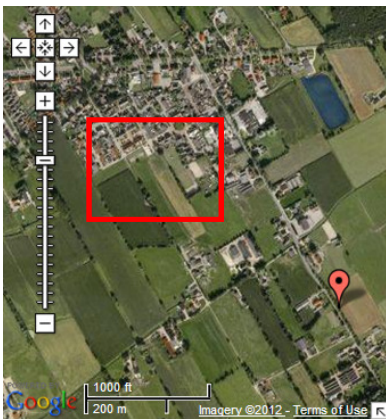
NITG-Nummer	B32E0052
Rijksdriehoek coördinaten	163320, 465860
UTM31 ED50 coördinaten	,
Bepaling locatie	
Plaatsnaam	Zwartebroek
Provincie	Gelderland
Kaartblad	
Maaiveld (m t.o.v. NAP)	4.35
Bepaling maaiveld	

B32E0052

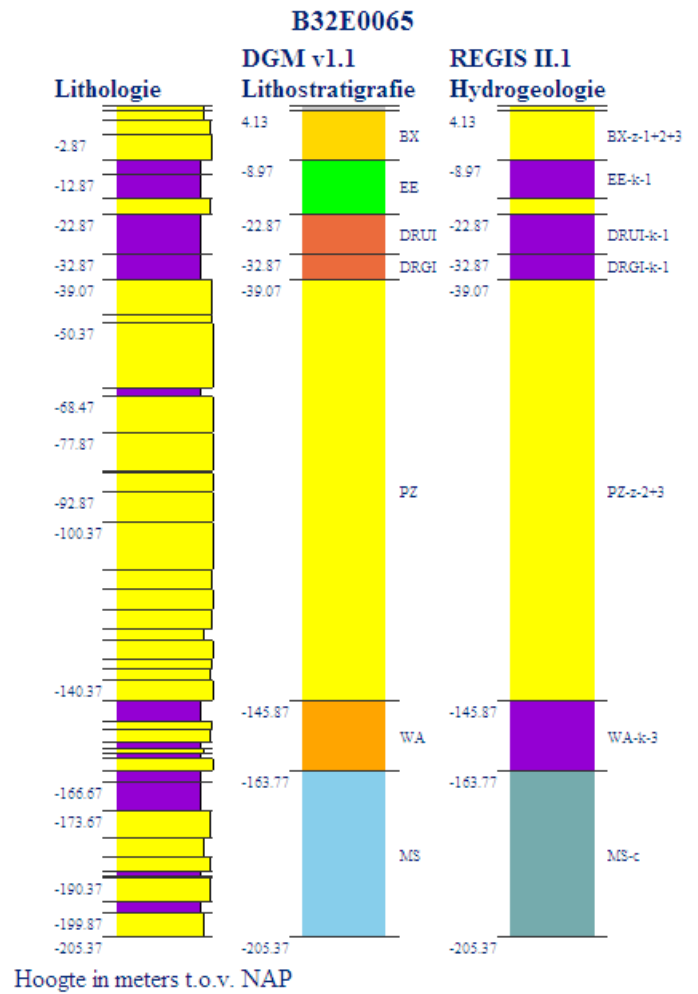


Hoogte in meters t.o.v. NAP

De bovenste halve meter wordt beschreven als een antropogeen opgebrachte bodemlaag. Het betreft een esdek, bestaande uit humeus rijk matig fijn zand.
 Hieronder volgt matig fijn, zwak grindig zand van NAP +4,63 tot 1,13 m.
 Daaronder matig grof tot zeer grof zand (zwak siltig) tot NAP -9,0 m.



NITG-Nummer	B32E0065
Rijksdriehoek coördinaten	163540, 465060
UTM31 ED50 coördinaten	
Bepaling locatie	
Plaatsnaam	Barneveld
Provincie	Gelderland
Kaartblad	
Maaiveld (m t.o.v. NAP)	4.63
Bepaling maaiveld	

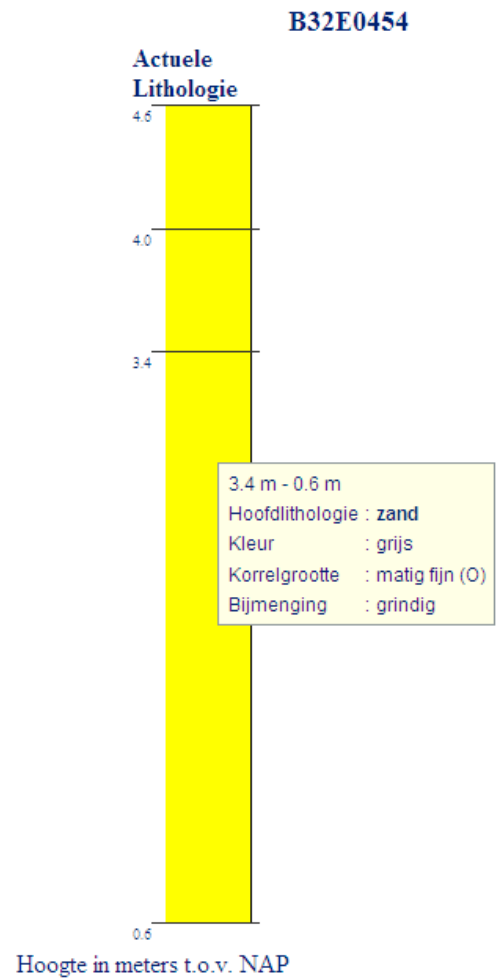


Nabijgelegen boring DINOLOket:



NITG-Nummer	B32E0454
OLGA-Nummer	
Rijksdriehoek coördinaten	162900, 465530
UTM31 ED50 coördinaten	671208, 5783983
Bepaling locatie	
Plaatsnaam	
Provincie	Gelderland
Kaartblad	32E
Maaiveld (m t.o.v. NAP)	4.60
Bepaling maaiveld	

Matig fijn zand met grindige bijmenging.



De sonderingen die in DINOLOket in de buurt zijn weergegeven, geven helaas geen sondeerresultaten.

Conclusie

Regionale bodemopbouw

Verwacht wordt een zandpakket vanaf maaiveld (NAP +4,5 à +5,0 m) tot een diepte van NAP -9,0 meter. Hieronder komen afsluitende kleilagen voor.

Dit zandpakket bestaat in de bovenste meters uit matig fijn zand, plaatselijk met grindige of siltige bijmenging. Hieronder komt matig tot zeer grof zand voor met siltige bijmenging.

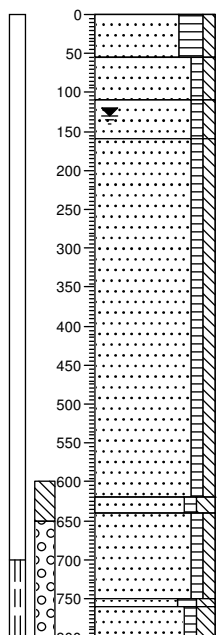
De bovenste halve meter wordt beschreven als een antropogeen opgebrachte bodemlaag. Het betreft een esdek, bestaande uit humeus rijk matig fijn zand.

Gezien de ligging in stedelijk gebied is of wordt de bovenste 1 a 2 meter waarschijnlijk verstoord of ontgraven, en wordt er mogelijk nieuw zand opgebracht. Dit zand is doorgaans matig fijn, zwak siltig van aard.

Bijlage 4: Boorstaten

Boring: PB1

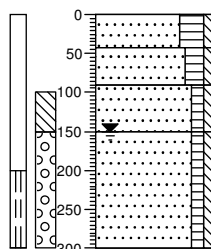
Datum: 25-5-2012



- 0 akker
- 55 Zand, zeer fijn, sterk humeus, zwak siltig, donker zwartbruin
- 110 Zand, zeer fijn, zwak humeus, zwak siltig, sporen roest, bruingeel
- 160 Zand, zeer fijn, zwak humeus, zwak siltig, zwak plantenhoudend, sporen hout, bruingeel
- Zand, zeer fijn, zwak humeus, zwak siltig, licht bruingeel
- 620
- 640 Zand, zeer fijn, zwak humeus, matig siltig, licht bruingeel
- Zand, zeer fijn, zwak humeus, zwak siltig, licht witgrijs
- 750
- 760 Zand, zeer fijn, matig humeus, matig siltig, zwak veenhoudend, licht witgrijs
- 800 Zand, zeer fijn, zwak humeus, matig siltig, licht witgrijs

Boring: PB2

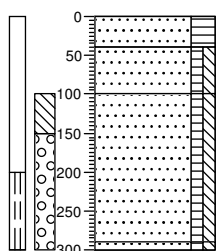
Datum: 25-5-2012



- 0 akker
- 42 Zand, zeer fijn, sterk humeus, zwak siltig, donker zwartbruin
- 90 Zand, zeer fijn, matig humeus, zwak siltig, neutraal grijsbruin
- 150 Zand, zeer fijn, zwak humeus, zwak siltig, zwak roesthoudend, sporen planten, licht oranjebruin
- Zand, zeer fijn, zwak humeus, zwak siltig, licht bruingrijs
- 300

Boring: PB3

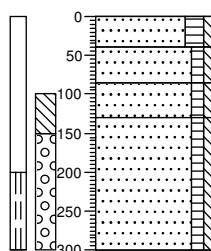
Datum: 25-5-2012



- 0 gras
- 40 Zand, zeer fijn, sterk humeus, zwak roesthoudend, zwak wortelhoudend, bruinzwart
- 100 Zand, zeer fijn, zwak humeus, zwak siltig, licht geelgrijs
- Zand, zeer fijn, zwak humeus, zwak siltig, licht bruingrijs
- 260
- 300 Zand, zeer fijn, zwak humeus, zwak siltig, sterk roesthoudend, licht bruingrijs

Boring: PB4

Datum: 25-5-2012



- 0 groenstrook
- 40 Zand, zeer fijn, matig humeus, zwak siltig, matig wortelhoudend, donker zwartbruin
- 85 Zand, zeer fijn, zwak humeus, zwak siltig, sporen roest, grijsgeel
- 130 Zand, zeer fijn, zwak humeus, zwak siltig, zwak grindhoudend, sporen roest, licht bruingrijs
- Zand, zeer fijn, zwak humeus, zwak siltig, licht bruingrijs
- 300

getekend volgens NEN 5104

Projectcode: M12A0212

Opdrachtgever: Gemeente Barneveld

Projectnaam: Water structuurplan Zwartebroek



Bijlage 5: Retentieberekeningen

Bruto oppervlak komt overeen met som andere oppervlakken

Deelgebied	West	
Bruto oppervlak (ha)	2.75	
Toename van verhard oppervlak (ha)	0.93	34%
Onverhard oppervlak + reeds aanwezig afvoerend oppervlak (ha)	1.69	62%
Minimaal wadi oppervlak (ha)	0.12	4%

Wadi oppervlak

gepland:	2146 m ²
minimaal benodigd:	1230 m ²
maatgevend scenario:	Bui T=10 lang

Maatgevende afvoer	0.67 l/s/ha
Vermenigvuldigingsfactor T=10	1.4 -
Vermenigvuldigingsfactor T=100	2 -
Maximale peilstijging T=10	0.30 m
Maximale peilstijging T=100	0.50 m

	Afvoernorm (l/s)	Afvoernorm (m ³ /h)
T=10	0.99	3.57
T=100	1.42	5.10

	Tijdstap (uur)	Neerslag (mm)	Neerslag (m ³)	Landelijk afvoer (m ³)	Benodigde berging (m ³)	Optredende peilstijging (m)	
Bui T=10 kort	1	4	42	9	33	0.03	voldoet
	1	30	317	9	308	0.25	voldoet
Totaal					341	0.28	voldoet
Bui T=10 lang	24	12	127	223	0	0.00	voldoet
	24	56	592	223	369	0.30	voldoet
Totaal					369	0.30	voldoet
Bui T=100 kort	1	5	53	13	40	0.03	voldoet
	1	45	475	13	462	0.38	voldoet
Totaal					502	0.41	voldoet
Bui T=100 lang	24	15	158	319	0	0.00	voldoet
	24	78	824	319	506	0.41	voldoet
Totaal					506	0.41	voldoet

Bruto oppervlak komt overeen met som andere oppervlakken

Deelgebied	Oost	
Bruto oppervlak (ha)	3.96	
Toename van verhard oppervlak (ha)	1.65	42%
Onverhard oppervlak + reeds aanwezig afvoerend oppervlak (ha)	2.07	52%
Minimaal wadi oppervlak (ha)	0.25	6%

Wadi oppervlak

gepland:	2870	m2
minimaal benodigd:	2470	m2
maatgevend scenario:	Bui T=10 lang	

Maatgevende afvoer	0.67	l/s/ha
Vermenigvuldigingsfactor T=10	1.4	-
Vermenigvuldigingsfactor T=100	2	-
Maximale peilstijging T=10	0.3	m
Maximale peilstijging T=100	0.5	m

	Afvoernorm (l/s)	Afvoernorm (m3/h)
T=10	1.78	6.40
T=100	2.54	9.15

	Tijdstap (uur)	Neerslag (mm)	Neerslag (m3)	Landelijk afvoer (m3)	Benodigde berging (m3)	Optredende peilstijging (m)	
Bui T=10 kort	1	4	76	13	62	0.03	voldoet
	1	30	569	13	555	0.22	voldoet
Totaal					618	0.25	voldoet
Bui T=10 lang	24	12	228	321	0	0.00	voldoet
	24	56	1062	321	740	0.30	voldoet
Totaal					740	0.30	voldoet
Bui T=100 kort	1	5	95	19	76	0.03	voldoet
	1	45	853	19	834	0.34	voldoet
Totaal					910	0.37	voldoet
Bui T=100 lang	24	15	284	459	0	0.00	voldoet
	24	78	1479	459	1020	0.41	voldoet
Totaal					1020	0.41	voldoet

Bijlage 6: Ontwateringsberekeningen

Formule van Hooghoudt

Opdrachtgever: **Gemeente Barneveld**
 Project: **Waterstructuurplan - deelgebied A**
 Projectnr. **m15a0135**
 Datum: **17-apr-15**
 Medewerker: **Richard Wilbrink**



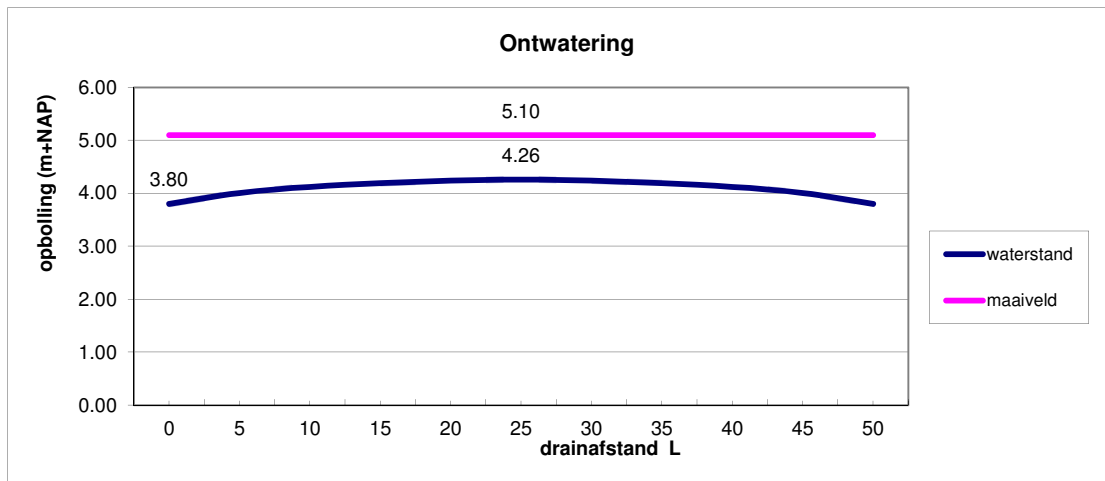
Opmerkingen:

D = Diepte tot de onderlatende laag beneden de drain
 L = de afstand tussen de drains
 r = straal van de drain
 k1 en k2 = doorlaatfactor grondlaag
 m = beschikbare opbolling
 q(m) = berekende afvoer
 d(equiv) = dikte van de equivalentlaag

Berekening

Bron

D=	7 m	k1 (boven drain) =	1.2 m/d	cunet goed doorlatend vloerpeil = weghoogte +0,3m kavelsloten WP:0,8 m- NAP+4,6 m (AHN)
L=	50 m	k2 (onder drain) =	1.2 m/d	
r=	0.225 m	vloerpeil	5.10 m+NAP	
		ontwatering	0.84 m-m.v.	
		waterpeil / drainhoogte	3.80 m+NAP	
		drooglegging - opstuwin	1.3 m t.o.v. waterpeil/drainhoogte	
d(equiv)=	3.85 m	m=	0.46 m	
		kwel=	0.0 mm/d	
		gesloten verhard	45 %	
	q(m vast)	7.2 mm/d	bij 100% onverhard	
		13.1 mm/d	t.o.v. onverhard oppervlak (gecorrigeerd voor kwel)	



Formule van Hooghoudt

Opdrachtgever: **Gemeente Barneveld**
 Project: **Waterstructuurplan - deelgebied B**
 Projectnr. **m15a0135**
 Datum: **17-apr-15**
 Medewerker: **Richard Wilbrink**



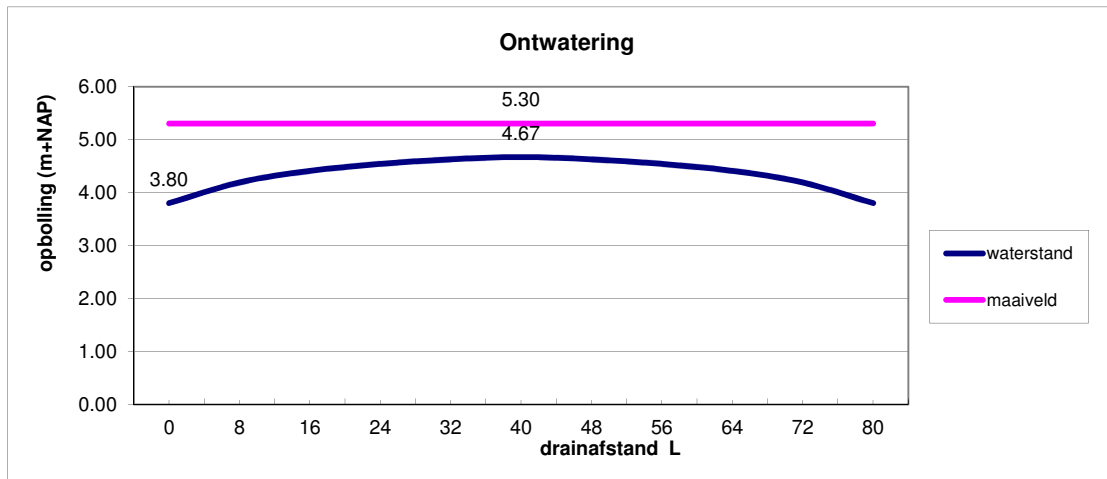
Opmerkingen:

D = Diepte tot de onderlatende laag beneden de drain
 L = de afstand tussen de drains
 r = straal van de drain
 k1 en k2 = doorlaatfactor grondlaag
 m = beschikbare opbolling
 q(m) = berekende afvoer
 d(equiv) = dikte van de equivalentlaag

Berekening

Bron

D=	7 m	k1 (boven drain) =	1.2 m/d	cunet goed doorlatend tuinhoogte = wegpeil + 0,1 m kavelsloten WP:0,8 m- NAP+4,6 m (AHN)
L=	80 m	k2 (onder drain) =	1.2 m/d	
r=	0.225 m	tuinhoogte	5.30 m+NAP	
		ontwatering	0.63 m-m.v.	
		waterpeil / drainhoogte	3.80 m+NAP	
		drooglegging - opstuwin	1.5 m t.o.v. waterpeil/drainhoogte	
d(equiv)=	4.63 m	m=	0.87 m	
		kwel=	0.0 mm/d	
		gesloten verhard	49 %	
		q(m vast)	6.6 mm/d bij 100% onverhard 13.0 mm/d t.o.v. onverhard oppervlak (gecorrigeerd voor kwel)	



Formule van Hooghoudt

Opdrachtgever: **Gemeente Barneveld**
 Project: **Waterstructuurplan - deelgebied C**
 Projectnr. **M15A0135**
 Datum: **17-apr-15**
 Medewerker: **Richard Wilbrink**



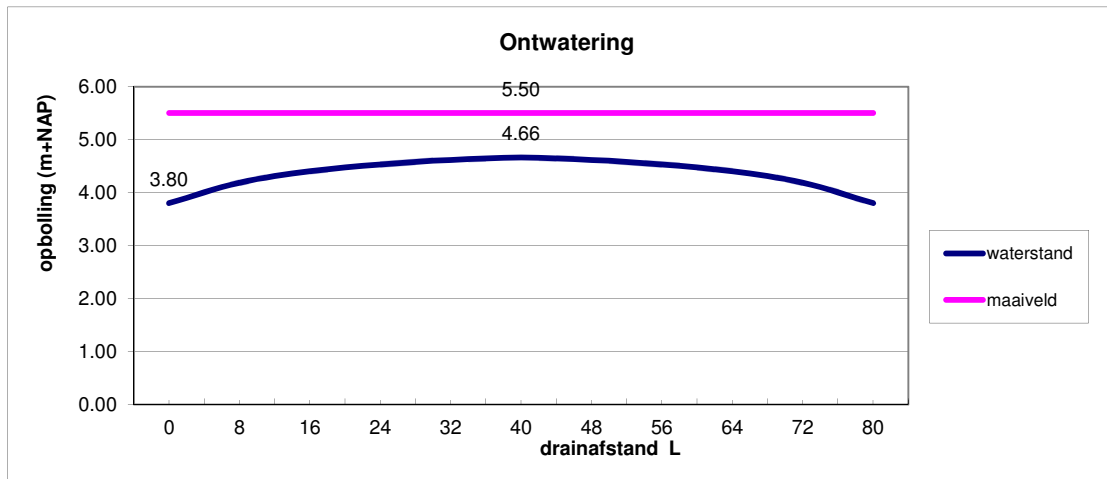
Opmerkingen:

D = Diepte tot de onderlatende laag beneden de drain
 L = de afstand tussen de drains
 r = straal van de drain
 k1 en k2 = doorlaatfactor grondlaag
 m = beschikbare opbolling
 q(m) = berekende afvoer
 d(equiv) = dikte van de equivalentlaag

Berekening

Bron

D=	7 m	k1 (boven drain) =	1.2 m/d	
L=	80 m	k2 (onder drain) =	1.2 m/d	cunet goed doorlatend
r=	0.225 m	vloerpeil	5.50 m+NAP	vloerpeil = wegpeil + 0,30 m
		ontwatering	0.84 m-m.v.	
		waterpeil / drainhoogte	3.80 m+NAP	kavelsloten WP:0,8 m- NAP+4,6 m (AHN)
		drooglegging - opstuwin	1.7 m t.o.v. waterpeil/drainhoogte	
d(equiv)=	4.63 m	m=	0.86 m	
		kwel=	0.0 mm/d	
		gesloten verhard	50 %	
	q(m vast)	6.5 mm/d	bij 100% onverhard	
		13.1 mm/d	t.o.v. onverhard oppervlak (gecorrigeerd voor kwel)	



Formule van Hooghoudt

Opdrachtgever: **Gemeente Barneveld**
 Project: **Waterstructuurplan - deelgebied D**
 Projectnr. **m15a0135**
 Datum: **17-apr-15**
 Medewerker: **Richard Wilbrink**



Opmerkingen:

D = Diepte tot de onderlatende laag beneden de drain
 L = de afstand tussen de drains
 r = straal van de drain
 k1 en k2 = doorlaatfactor grondlaag
 m = beschikbare opbolling
 q(m) = berekende afvoer
 d(equiv) = dikte van de equivalentlaag

Berekening

D=	7 m	k1 (boven drain) =	1.2 m/d	Bron
L=	90 m	k2 (onder drain) =	1.2 m/d	
r=	0.225 m	weghoogte	5.45 m+NAP	cunet goed doorlatend
		ontwatering	0.71 m-m.v.	
		waterpeil / drainhoogte	3.80 m+NAP	kavelsloten WP:0,8 m- NAP+4,0
		drooglegging - opstuwin	1.65 m t.o.v. waterpeil/drainhoogte	
d(equiv)=	4.81 m	m=	0.94 m	
		kwel=	0.0 mm/d	
		gesloten verhard	55 %	
	q(m vast)	5.9 mm/d	bij 100% onverhard	
		13.1 mm/d	t.o.v. onverhard oppervlak (gecorrigeerd voor kwel)	

