

## RAPPORT

### **Waterhuishoudkundig plan Keerkring 5 te Amersfoort**





## RAPPORT

### **Waterhuishoudkundig plan Keerkring 5 te Amersfoort**

OPDRACHTGEVER	Vastbouw Vastgoedontwikkeling BV Postbus 125 3750 GC BUNSCHOTEN-SPAKENBURG
DATUM	3 juli 2015
DOCUMENTNUMMER	P12-0210-006
OPGESTELD DOOR	ing. H. Nieuwhof-Langeveld
GEAUTORISEERD	ing. H.W. Boom
PROJECTLEIDER	ing. M. Boot
GEZIEN	

BOOT organiserend ingenieursburo B.V.  
Bemmelseweg 57  
6660 AD ELST

WEBSITE <http://www.buroboot.nl>

E-MAIL [info@buroboot.nl](mailto:info@buroboot.nl)

## Titelpagina

SOORT ONDERZOEK	Waterhuishoudkundig plan
ONDERZOEKSLOCATIE	Keerkring 5 te Amersfoort
OPDRACHTGEVER	Vastbouw Vastgoedontwikkeling BV Postbus 125 3750 GC BUNSCHOTEN-SPAKENBURG Telefoon: 054-8539999
CONTACTPERSOON	A. Ceelen
UITGEVOERD DOOR	BOOT organiserend ingenieursburo B.V. Bemmelseweg 57 6660 AD ELST
CONTACTPERSOON	dhr. H.W. Boom

## Inhoudsopgave

<b>INHOUDSOPGAVE</b> .....	<b>3</b>
<b>1 INLEIDING</b> .....	<b>4</b>
1.1 ALGEMEEN .....	4
1.2 DOEL .....	4
1.3 DOCUMENTEN .....	4
1.4 OPBOUW RAPPORTAGE .....	5
<b>2 BESTAANDE SITUATIE</b> .....	<b>6</b>
2.1 INRICHTING .....	6
2.2 MAAIVELDHOOGTE, GEOHYDROLOGIE EN BODEMOPBOUW .....	6
2.3 WATERHUISSHOUDING .....	8
2.4 GEGEVENS GRONDWATER .....	10
2.5 VELDWERK .....	11
2.6 VELDONDERZOEK .....	11
2.7 RESULTATEN VELDWERK .....	12
2.8 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK .....	12
2.9 RIOLERING .....	12
<b>3 UITGANGSPUNTEN</b> .....	<b>13</b>
3.1 ONTWERPRICHTLIJNEN .....	13
3.2 DUURZAAMHEIDTHEMA'S .....	13
3.3 OVERLEG .....	13
3.4 RANDVOORWAARDEN T.A.V. ONTWERP WATERSYSTEEM .....	13
<b>4 ONTWERP WATERSYSTEEM</b> .....	<b>15</b>
4.1 TOELICHTING ONTWERP .....	15
4.2 AFVLOEIENDE OPPERVLAKKEN .....	16
4.3 DIMENSIONERING BERGING .....	16

### BIJLAGEN

A	: Situatietekening in-situ infiltratieonderzoek
B	: Boorbeschrijving bodemopbouw
C	: Gegevens NITG-TNO
D	: Meetdata infiltratieproeven
E	: Berekening berging
F	: Tekening KE12-0210-001 blad 01 Verharde oppervlakken bestaande situatie
G	: Tekening L12-0210-003 blad 01 Voorlopig ontwerp

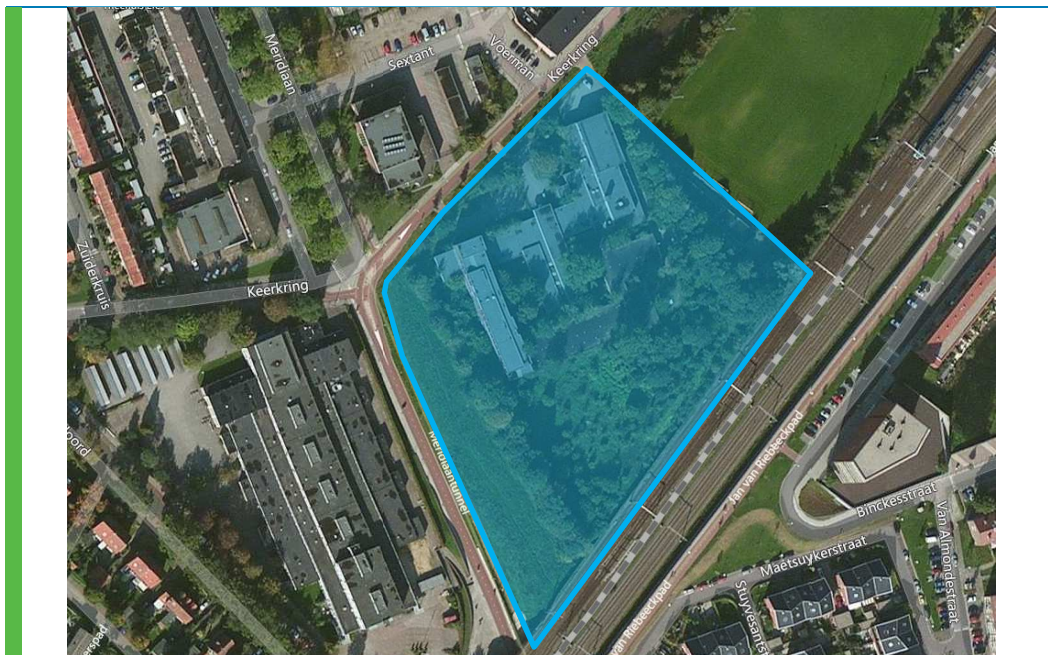
# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

In opdracht van Vastbouw Vastgoedontwikkeling BV is een waterhuishoudkundig plan opgesteld t.b.v. het project 'Keerkring 5' te Amersfoort.

Het project betreft nieuwbouw van 4 appartementencomplexen, inclusief de daarbij behorende infrastructuur. De oppervlakte van het totale plangebied bedraagt ca. 1,8 ha (zie figuur 1.1).

figuur 1.1 Ligging planlocatie



Bron: bing kaarten

Het plangebied is centraal binnen de bebouwde kom van Amersfoort gelegen. Aan de noord-oostzijde van het plangebied bevindt zich sportpark de Koppel en aan de zuidoostzijde is de spoorlijn gelegen. Ten zuidwesten wordt het plangebied begrensd door de Meridiaan-tunnel en ten noordwesten wordt de grens gevormd door de Keerkring.

## 1.2 Doel

Doel van het waterhuishoudingplan is bepalen op welke wijze de waterhuishouding in het plangebied vorm kan worden gegeven om daarmee aan te sluiten bij de ambitie voor duurzaam waterbeheer.

## 1.3 Documenten

Onderstaand een overzicht van de documenten die betrekking hebben op dit rapport.

- Concept plankaart bestemmingsplan Keerkring Amersfoort d.d. 30-04-2015 door Vastbouw Oost BV.

#### 1.4 Opbouw rapportage

Allereerst wordt de huidige waterhuishoudkundige situatie van het terrein in beeld gebracht. Vervolgens worden de uitgangspunten beschreven welke enerzijds gelden vanuit het beleid en anderzijds zijn opgesteld naar aanleiding van overleg met betrokken partijen. Op basis van deze uitgangspunten en het ontwerp is daarna de benodigde retentie van hemelwater en de wijze van afvoer van hemelwater uitgewerkt.

## 2 Bestaande situatie

### 2.1 Inrichting

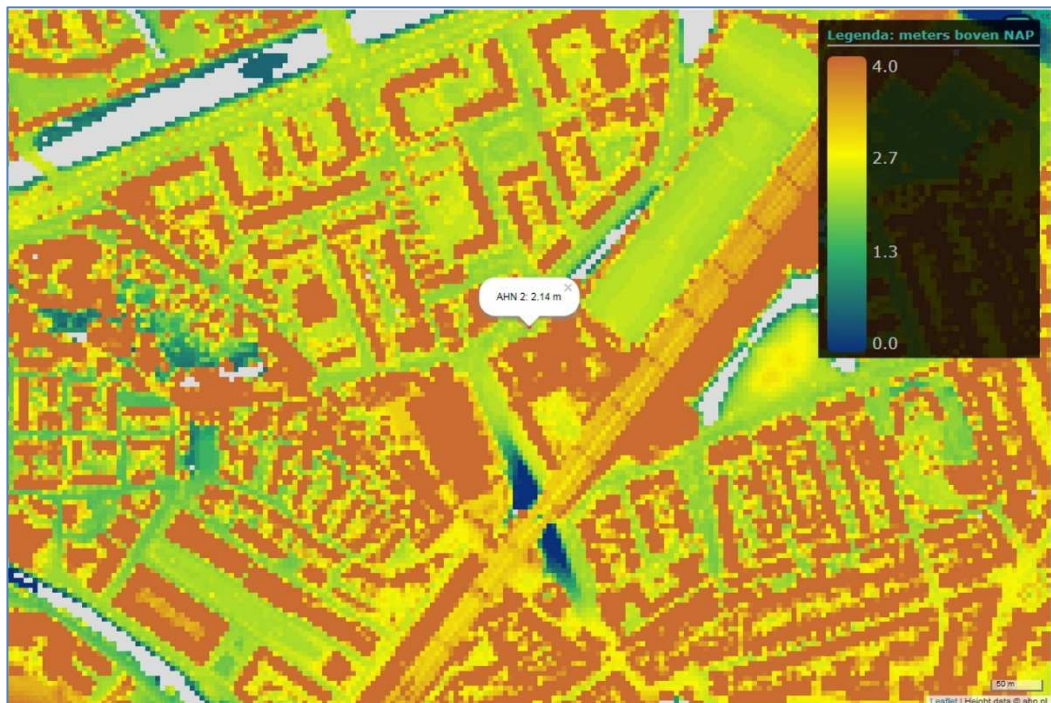
Binnen het plangebied bevindt zich in de huidige situatie bebouwing (voormalige kweek-school) met de daarbij behorende infrastructuur. Het terrein bevat voor circa 30 % bebouwing en verharding en voor het overige tuin en groenstroken.

### 2.2 Maaiveldhoogte, geohydrologie en bodemopbouw

#### *Bestaande maaiveldhoogte*

Het niveau van het maaiveld ter plaatse van het projectgebied is tussen +2,0 á +2,3 m NAP. Bron hiervoor is de uitgevoerde hoogtemeting van april 2015. De gemeten hoogtes komen globaal overeen met de AHN kaart (zie figuur 2.1).

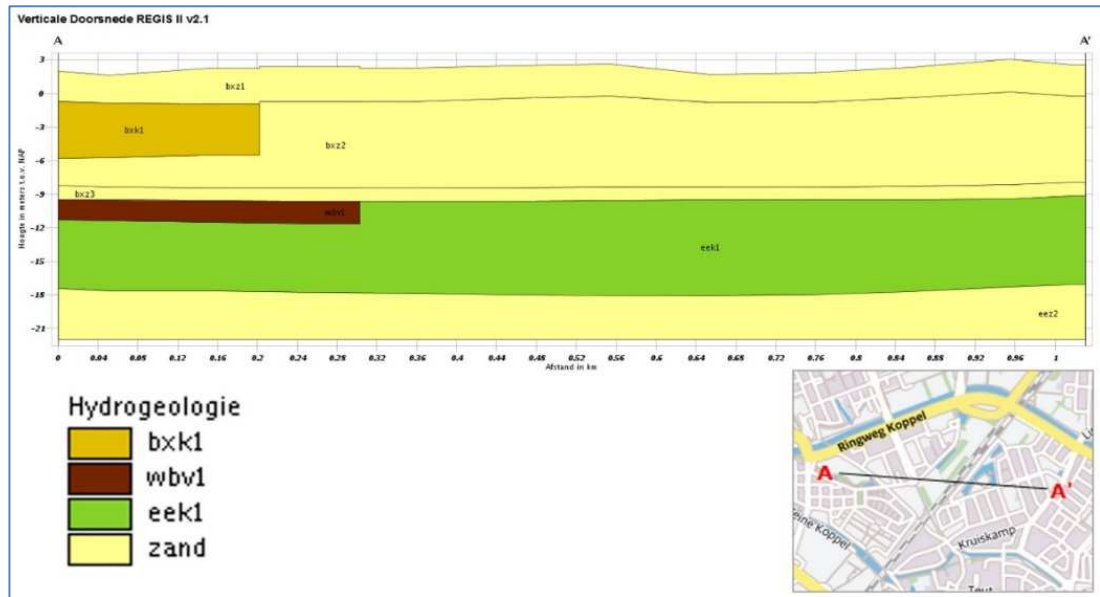
**figuur 2.1: Maaiveldhoogte omgeving projectlocatie, bron AHN**



#### *Regionale bodemopbouw*

In figuur 2.2 is de regionale geologische bodemopbouw van de projectlocatie aan de hand van een dwarsdoorsnede volgens REGIS II weergegeven. De geohydrologische kenmerken en samenstelling van deze lagen zijn weergegeven in tabel 2.1.

figuur 2.2: Geologische dwarsdoorsnede ter plaatse van de projectlocatie (bron: Dinoloket)



tabel 2.1: Gehanteerde geohydrologische schematisering

DIEPTE GRONDLAAG <sup>1)</sup>		GEOHYDROLOGISCHE EENHEID		SAMENSTELLING
VAN [M NAP]	TOT [M NAP]	FORMATIENAAM <sup>1)</sup>	KENMERK	
+2,15 (=maaiveld)	-9,70	Boxtelzanden (1 <sup>e</sup> -, 2 <sup>e</sup> - en 3 <sup>e</sup> zandige eenheid)	Freatisch pakket (watervoerend)	Zandig (matig tot fijn)
-9,70	-17,5	Eem Formatie (1 <sup>e</sup> kleiige eenheid)	Slecht doorlatend <sup>2)</sup>	Kleiig (zandige klei en/of klei- ige zand)

<sup>1)</sup> Bron: Landelijk model Regis II v2.1 (2009, DINoloket); de werkelijke diepte en formatienaam kan afwijken (vooral nabij geologische breukzones).

<sup>2)</sup> De laag van -9,70 m NAP tot -17,5 m NAP (Formatie van Eem, klei) wordt vanwege zijn beperkte verticale doorlatendheid beschouwd als de geohydrologische basis.

### Waterdoorlatendheid diepe bodem

Op basis van de gegevens van het regionaal geohydrologisch informatie systeem van Nederland is de waterdoorlatendheid van de verschillende bodemlagen ingeschat. De waarden zijn weergegeven in tabel 2.2.

tabel 2.2: Doorlatendheid grondlagen

DIEPTE <sup>1)</sup> Tot [m NAP]	GEOHYDROLOGISCHE EENHEID Formatienaam	GEOHYDROLOGISCHE PARAMETER		
		KD [m <sup>2</sup> /d]	Kh gemiddeld [m/d]	KV gemiddeld [m/d]
-9,70	Formatie van Boxtel	310	26	*
-17,5	Formatie van Eem	-	C = 893 dagen/ Kv = 0,0087	

\* Geen informatie beschikbaar. Inschatting: Kv ≈ 0,1 Kh

<sup>1)</sup> Bron: Landelijk model Regis II v2.1 (2009, DINoloket); de werkelijke diepte en formatienaam kan afwijken (vooral nabij geologische breukzones).



### Lokale bodemopbouw

De ondiepe bodemopbouw is bepaald aan de hand van de uitgevoerde boringen GH01 en GH02. De situatie tekening met de boringen is weergegeven in bijlage A en de bodembeschrijving per boring in bijlage B. De schematisatie hiervan is weergegeven in tabel 2.3.

**tabel 2.3: Overzicht Bodemopbouw**

DIEPTE [M - MV]		LITHOLOGIE
Van	Tot	
0,00	0,08	KLINKERS (volledig)
0,08	0,35	ZAND, matig fijn, zwak siltig; plaatselijk zwak humeus, zwak roest houdend (vanaf ca. 0,2 m-mv)!
0,35	0,70/0,90	ZAND, zeer fijn, zwak tot matig siltig, zwak tot sterk humeus; plaatselijk stort of ophooglaag met een bijmenging van baksteen, kolengruis, sintels en glas
0,70/0,90	1,30	ZAND, zeer fijn, matig siltig, matig tot sterk humeus met een zwakke bijmenging van aardewerk.
1,30	2,50	ZAND, zeer tot matig fijn; plaatselijk zwak grindig, zwak roesthoudend (tot ca. 1,80 m-mv)!
2,50	5,00*	ZAND, matig fijn tot matig grof, zwak tot matig siltig.

\* Maximaal verkende boordiepte in het kader van het geohydrologisch onderzoek

### Sonderingen

Door VWB is op de projectlocatie een geotechnisch grondonderzoek uitgevoerd. Uit het rapport blijkt dat vanaf maaiveld tot ca. -5 á -7 m NAP (9,5 m-mv) een doorgaand siltig zandpakket aanwezig is. Van ca. -8 tot -9 m NAP bevindt zich een kleiig tussenlaag. Volgens tot -29 m NAP (max. verkende sondeerdiepte) is een zandig pakket aanwezig. De situatietekening met sonderingen, de voorboorstaten en XYZ-metingen zijn opgenomen in bijlage B.

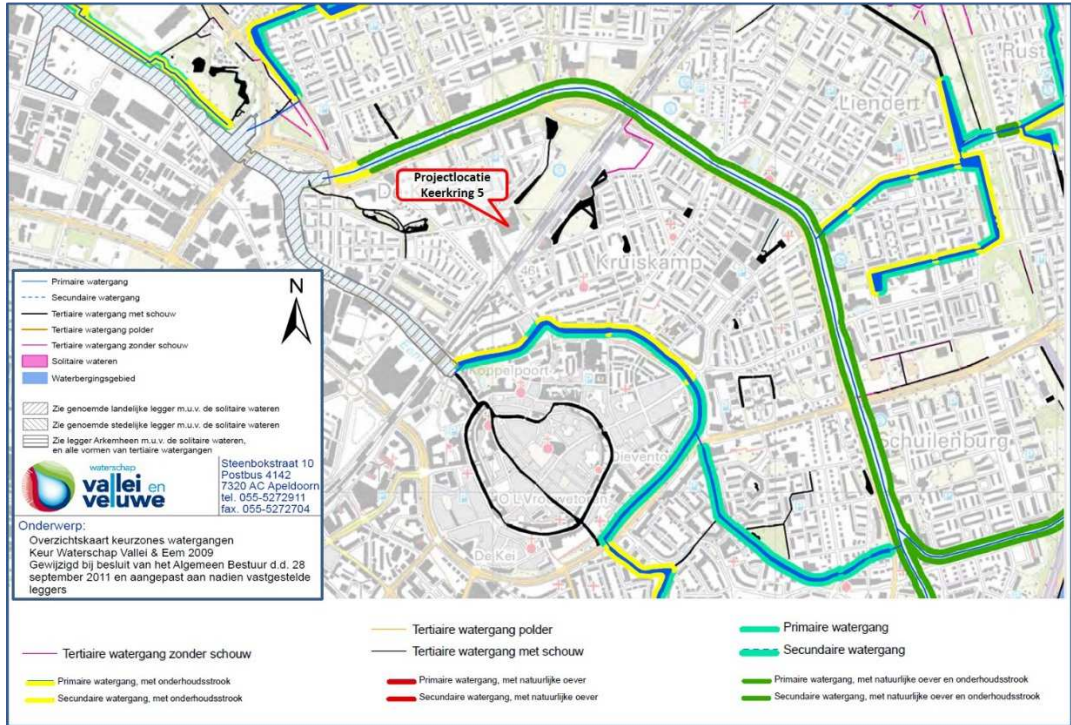
## 2.3 Waterhuishouding

### Oppervlaktewater

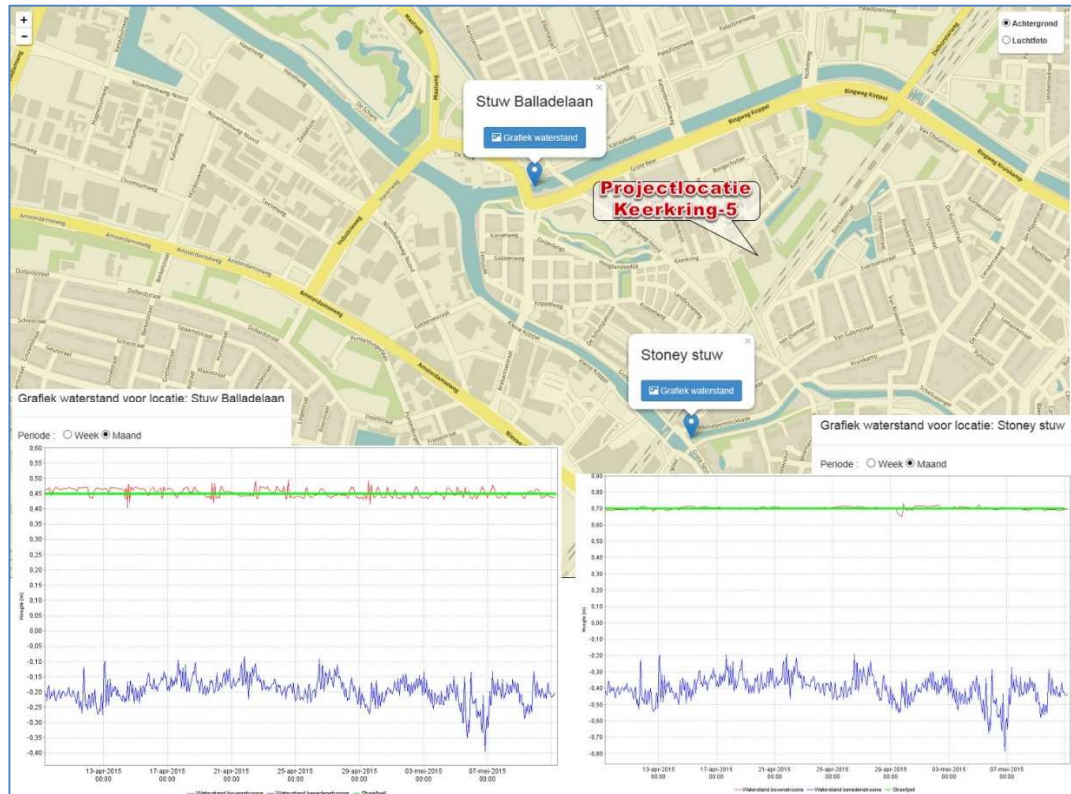
Ten noordoosten op ca. 10 meter van de projectlocatie is een B-watergang aanwezig, gelegen langs de Keerkring. Deze watergang is in beheer van de Gemeente Amersfoort. Het gemeten waterpeil (april 2015) in deze watergang is ca. +0,52 m NAP, zie bijlage G.

De nabijgelegen hoofdwatervgangen (o.a. het Valleikanaal) zijn in het beheer van Waterschap Vallei en Veluwe en weergegeven in figuur 2.3. Het waterschap Vallei en Veluwe hanteert in dit gebied een streefpeil van ca. +0,45 m NAP (zie figuur 2.4).

figuur 2.3: Ligging watergangen in de omgeving van de onderzoekslocatie. Bron: Legger Waterschap Vallei en Veluwe.



figuur 2.4: Peilgegevens oppervlaktewatersysteem in de omgeving van de onderzoekslocatie. Bron: Actuele waterstanden Waterschap Vallei en Veluwe.



## 2.4 Gegevens grondwater

### *Grondwaterstroming*

De verwachte lokale horizontale stromingsrichting van het freatisch grondwater in het eerste watervoerende pakket is noordwestelijk gericht (Regis I/ Dinoloket TNO).

### *Grondwaterstanden regionaal*

Uit de langdurig gemonitorde TNO-peilbuizen (Dinoloket) zijn in de omgeving van de onderzoekslocatie gegevens m.b.t. grondwaterfluctuaties opgevraagd. De locaties van deze peilbuizen met tijdstijghoogtelijnen zijn in bijlage C opgenomen. In tabel 2.4 is de statistische uitwerking van deze gegevens weergegeven.

**tabel 2.4: Statistische uitwerking gebruikte TNO-peilbuizen in de omgeving v/d projectlocatie**

PEILBUIS	MAAIVELD [m NAP]	FILTER		STATISTISCHE EIGENSCHAPPEN			
		van [m NAP]	tot [m NAP]	HG* [m NAP]	GHG* [m NAP]	GMC* [m NAP]	GLG* [m NAP]
B32B1900	+2,11	-0,03	-1,03	+1,16	+0,94	+0,76	+0,58
B32B1897	+1,76	-0,37	-1,37	+0,77	+0,60	+0,41	+0,23
B32B0360	+2,25	+0,31	-0,69	+1,08	+0,90	+0,74	+0,58
B32B0361	+1,85	+0,78	-0,22	+1,74	+1,45	+1,06	+0,68

\* HG = hoogst gemeten grondwaterstand, GHG = gemiddeld hoogste grondwaterstand, GMC = Gemiddeld Grondwaterstand en GLG = gemiddeld laagste grondwaterstand

### *Grondwaterstanden en -fluctuaties lokaal*

De lokaal gemeten grondwaterstanden in de boorprofielen zijn opgenomen in bijlage B en weergegeven in tabel 2.5.

**tabel 2.5: Analyse grondwaterstanden en afleiding van de GHG/GMG/GLG**

PEILBUIS/ INFORMATIE- BRON	MAAIVELD [M NAP]	GHG [M NAP]	GHG [M-MV]	GMG [M NAP]	GMG [M-MV]	GLG [M NAP]	GLG [M-MV]
GH01 (BOOT)	+2,10	+1,70	0,40 <sup>1)</sup>	+0,85	1,25 <sup>2)</sup>		
GH02 (BOOT)	+2,30			+0,80	1,50 <sup>2)</sup>	+0,50	1,80 <sup>1)</sup>
B32B1900 (TNO)	+2,11	+0,94	1,17	+0,76	1,35	+0,58	1,53
B32B1897 (TNO)	+1,76	+0,60	1,16	+0,41	1,35	+0,23	1,53
B32B0360 (TNO)	+2,25	+0,90	1,35	+0,74	1,51	+0,58	1,67
B32B0361 (TNO)	+1,85	+1,45	0,40	+1,06	0,79	+0,68	1,17
Grondwaterkaart Provincie	+2,15	+1,35	0,80			+0,35	1,80
<i>Uitgangsniveaus Freatisch</i>	<i>+2,15</i>	<i>+1,35</i>	<i>0,80</i>	<i>+0,85</i>	<i>1,30</i>	<i>+0,35</i>	<i>1,80</i>

<sup>1)</sup> Hydromorfe GHG/GLG gemeten d.d. 30-4-2015 in boorprofiel

<sup>2)</sup> Gemeten op 30-4-2015 (grondwaterstand in boorprofiel)

### *Samengevat*

Op basis van de gemeten grondwaterstanden en de voorhanden zijnde gegevens is de volgende optimale schatting van het regime van het freatisch grondwater afgeleid:

- ▶ Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG): +1,35 m NAP
- ▶ Gemiddelde grondwaterstand (GMG): +0,85 m NAP
- ▶ Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG): +0,35 m NAP

## 2.5 Veldwerk

Uit het voorgaande kan worden geconcludeerd dat in de ondergrond waarschijnlijk (afhankelijk van de aanwezigheid en plaatselijke diepte van slecht doorlatende lagen) een mogelijk matig tot redelijk doorlatend bodempakket aanwezig is. Met behulp van enkele diepe boringen is de bodemopbouw meer gedetailleerd in kaart gebracht. Tevens zijn een aantal infiltratieproeven uitgevoerd waaruit de K-waarde is berekend. Op basis hiervan kan een uitspraak worden gedaan over de infiltratiecapaciteit van de bodem.

Tijdens het veldwerk uitgevoerd, d.d. 30 april 2015, zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- Verrichten van 2 boringen (GH01 en GH02) tot een diepte van circa 5 m beneden maaiveld.
- Het zintuiglijk beoordelen van het bij de boring vrijgekomen bodemmateriaal op bodemkundige parameters.
- Bemonstering van het opgeboorde bodemmateriaal.
- Verrichten van infiltratieproeven (zie tabel 2.6).
- Het inmeten van de bemonsteringslocaties.

De boorlocaties zijn weergegeven in bijlage A.

## 2.6 Veldonderzoek

### *Waterdoorlatendheidondiepe bodem*

In beide boorgaten zijn met behulp van Aardvark Permeameter (insitu infiltratiemetingen o.b.v. constant-head) een tweetal infiltratiemetingen uitgevoerd. De data verwerking is geautomatiseerd (zie bijlage D). De berekening van de K-waarde is uitgevoerd met behulp van de formules van Reynolds en Glover, waarna het gemiddelde wordt genomen.

De meetresultaten zijn weergegeven in tabel 2.6 en de meetdata in bijlage D.

**tabel 2.6: Resultaten infiltratiemeting**

BORING	DIEPTE METING CM-MV	BODEMSAMENSTELLING	K-WAARDE (M/DAG) <sup>1)</sup>
GH01	105	Zand, zeer fijn matig humeus matig siltig	0,37 - 0,65
GH02	100	Zand, zeer fijn, matig siltig.	0,17 - 0,3

<sup>1)</sup> Onderstaande classificatie van doorlatendheid (in m/dag) is afkomstig uit Cultuurtechnisch Vademecum, 2000.

< 0,01	zeer slecht doorlatend
0,01 - 0,10	slecht doorlatend
0,10 - 0,50	matig doorlatend
0,50 - 1,0	vrij goed doorlatend
1,0 - 10	goed doorlatend
> 10	zeer goed doorlatend

## 2.7 Resultaten veldwerk

Schematisatie van de aangetroffen bodemopbouw is weergegeven in tabel 2.3 en de bodem-beschrijving per boring in bijlage B. Ter plaatse van de boringen GH01 en GH02 is tot een diepte van maximaal 0,90 meter minus maaiveld een stort- en/of ophooglaag aangetroffen. De ondergelegen bodemlaag bestaat uit zeer fijn, matig siltig en matig tot sterk humeus zand. De humeuze bodemlaag is aanwezig tot 1,3 á 1,45 meter minus maaiveld. Rond deze diepte bevindt zich ook het grondwater. Onder de grondwaterspiegel bestaat de bodem uit zeer fijn tot matig grof zand en is zwak tot matig siltig.

De K-waarde is bepaald van de bodemlagen die van belang zijn bij de dimensionering van de infiltrerende voorziening. Gekeken is naar het dieptetraject wat van invloed is op de infiltratie van het regenwater (ca. 0 - 250 cm-mv).

De berekende K-waarden zijn weergegeven in tabel 2.6. Deze K-waarden zijn representatief voor de zeer fijn tot matig zandige en siltige bodemlagen ter plaatse, in het traject van circa 0 tot 250 cm-mv. Daarnaast zijn in hetzelfde traject zwak tot matig humeus lagen aanwezig waardoor de K-waarde naar verwachting lager is dan 5 m/dag. Vanwege de aanwezige zwak grindige bodemmateriaal (boring GH01) is de K-waarde naar verwachting wat hoger.

## 2.8 Conclusies en aanbevelingen geohydrologisch onderzoek

Ter plaatse van de onderzoeklocatie is onderzoek verricht met als doel bepaling van de mogelijkheden tot infiltratie van (regen)water in de bodem. Onderstaande gegevens zijn vastgesteld, waaruit de bijbehorende conclusies kunnen worden getrokken:

- ▶ De globale maaiveldhoogte ter plaatse bedraagt +2,15 m NAP. De grondwaterstand bevindt zich naar verwachting op een gemiddelde diepte van +0,85 m NAP (1,30 m -mv).
- ▶ De GHG en GLG zijn ingeschat op respectievelijk +1,35 en +0,35 m NAP.
- ▶ De doorlatendheid van de bodem (K-waarde) in het traject 0 - 250 cm-mv varieert van 0,17 tot 0,65 meter per dag. De K-waarde in zwak grindige bodemlagen is naar verwachting hoger.
- ▶ Uit het voorgaande blijkt dat de bodemlaag 0 - 250 cm-mv weliswaar matig geschikt is voor infiltratie; vanwege de heterogene bodemopbouw dienen de infiltrerende voorzieningen met zorg te worden gedimensioneerd.
- ▶ Geadviseerd wordt eventueel storende bodemlagen tijdens de aanleg van de infiltrerende voorzieningen (zo veel mogelijk) te verwijderen en zo nodig aanvullende boringen te verrichten (evt. gecombineerd met infiltratie metingen) ter plaatse van de exacte locaties van de infiltrerende voorzieningen.

## 2.9 Riolering

Onder de rijbaan ten noorden van de onderzoeklocatie (Keerkring) is een gescheiden rioolstelsel aanwezig. Daarnaast is onder de rijbaan ten westen van de planlocatie een hemelwater riool aanwezig. In het gescheiden rioolstelsel is het hemelwater separaat van het vuilwater aangesloten en wordt het vervolgens getransporteerd naar het oppervlaktewater. De diepteligging en diameters van de bestaande riolering zijn weergegeven op tekening in bijlage G.

## 3 Uitgangspunten

### 3.1 Ontwerprichtlijnen

De uitgangspunten zoals deze in dit rapport genoemd zijn, zijn afkomstig uit:

- Rijksbeleid: 'Nationaal Waterplan 2009-2015', 'Waterbeleid in de 21e eeuw (WB21)' en 'Nationaal Bestuursakkoord Water'
- Provinciaal beleid: Waterplan 2010-2015, provincie Utrecht
- Waterschapsbeleid:
  - Waterbeheersplan 2010-2015 van voormalig waterschap Vallei en Eem
  - Beleidsregels Keur Waterschap Vallei en Veluwe 2013<sup>1</sup> (in werking getreden per 1 maart 2015)
- Gemeentelijk beleid:
  - Waterplan Amersfoort december 2004 (gezamenlijk plan van zowel waterschap als gemeente)
  - Gemeentelijk Rioleringsplan 2 oktober 2012

### 3.2 Duurzaamheidsthema's

In dit plan zullen de mogelijkheden worden bekeken om op een duurzame wijze met het water om te gaan. De thema's van duurzaam waterbeheer worden samengevat in 2 tritsen. Het gaat om de trits 'schoonhouden – scheiden – zuiveren' voor de waterkwaliteit en de trits 'vasthouden – bergen – afvoeren' voor de waterkwantiteit.

De algemene thema's van duurzaam waterbeheer zijn als volgt:

- Voorkeur 1: vasthouden van hemelwater in de bodem binnen het plangebied.
- Voorkeur 2: bergen van hemelwater in oppervlaktewater binnen het plangebied.
- Voorkeur 3: afvoeren van hemelwater naar buiten het plangebied.

De ambitie voor het omgaan met het hemelwater in het plangebied is om het hemelwater deels binnen het plangebied vast te houden in de bodem en deels af te voeren naar het watersysteem van het waterschap.

### 3.3 Overleg

Met de onderstaande personen en instanties heeft overleg plaats gevonden inzake de te hanteren randvoorwaarden t.a.v. de waterhuishouding:

- Gemeente Amersfoort: dhr. Van 't Klooster  
dhr. Lensink
- Waterschap Vallei en Veluwe: dhr. W. Doorn

De randvoorwaarden staan in paragraaf 3.4 omschreven.

### 3.4 Randvoorwaarden t.a.v. ontwerp watersysteem

Voor de waterhuishouding van het plangebied dient te worden uitgegaan van de randvoorwaarden, genoemd in tabel 3.1.

tabel 3.1: Uitgangspunten

UITGANGSPUNTEN		
Maatgevende bui* (Waterschap)	Herhalingstijd: Drooglegging:	1 x per 100 jaar (ca. 87 mm in 24 uur)** 0,00 m -mv (inundatie)
Ontwateringseisen		1,00 m onder bebouwing met kruipruimte 0,60 m onder bebouwing zonder kruipruimte 0,70 m onder secundaire wegen/woonstraten 0,50 m onder tuinen/groenvoorzieningen
Grondwaterstanden	GHG: GLG:	ca. 1,35 m +NAP ca. 0,35 m +NAP
Bestaande maaiveldhoogte:		ca. 2,0 m – 2,3 m +NAP
Waterpeil in betreffend peilgebied	Streefpeil:	0,45 m +NAP
Landelijke afvoer	Normaal: Tijdens T=100:	1,5 l/s. ha 2 x 1,5 l/s. ha = 3,0 l/s. ha
Doorlatendheid bodem	K-waarde:	gem. 0,4 m/etm (excl. veiligheidsfactor)
Veiligheidsfactor:		2

\*Te rekenen over toename van verhard oppervlak.

\*\*Of vuistregel hanteren: 600 m<sup>3</sup> /ha.

*Overige uitgangspunten:*

- Bij nieuwbouw dient minimaal een “gescheiden stelsel” aangelegd te worden, waarbij hemelwaterafvoer niet naar de AWZI/RWZI wordt afgevoerd maar via infiltratie in de bodem of naar open water wordt afgevoerd;
- In verband met waterkwaliteit huidige kopsloot bij voorkeur geen compensatie in de vorm van oppervlaktewater (wens waterschap);
- Watercompensatie realiseren over toename van verhard oppervlak;
- Bij voorkeur waterschap hemelwater infiltreren in bodem met overloopvoorziening op huidige tertiaire watergang;
- Geen uitlogende materialen toepassen.

## 4 Ontwerp watersysteem

### 4.1 Toelichting ontwerp

Voor het onderhavige plangebied is getracht de thema's van duurzaam waterbeheer aan te houden volgens de trits: vasthouden-bergen-afvoeren. Hieronder zijn de ondernomen stappen weergegeven.

Gezien de doorlatendheid van de bodem in relatie tot de grondwaterstand, is infiltratie naar de ondergrond beperkt mogelijk. Om afvoer van hemelwater vanuit het plangebied te allen tijde te garanderen dienen infiltrerende voorzieningen met zorg te worden gedimensioneerd.

Voorgesteld wordt binnen de plangrenzen een gescheiden stelsel aan te leggen en alle gebouwen van een HWA uitlegger voorzien. Afstromend hemelwater, afkomstig van daken en verhardingen, zal deels rechtstreeks worden aangesloten op de geprojecteerde retentievoorzieningen en deels op de aan te leggen ondergrondse HWA-stelsels.

Met de gemeente en het waterschap is overeengekomen dat de benodigde ruimte om de toename van afstromend hemelwater binnen het plangebied te kunnen bergen en infiltreren, gevonden kan worden in de vorm van wadi's. De wadi's zijn geprojecteerd aan de noordwest- en noordoostzijde van het plangebied (zie tek. bijlage G).

In de wadi's wordt het hemelwater, afkomstig van alle bebouwing en de verharde oppervlakken in het noordwestelijk plandeel, tijdelijk geborgen en infiltreert het vervolgens naar de ondergrond. De geprojecteerde wadi's zijn onderling verbonden en voorzien van een overloopvoorziening op de noordoostelijk gelegen watergang. Wanneer de volledige berging in de wadi's benut is, stroomt het hemelwater, middels de overloopvoorziening, rechtstreeks af naar de bestaande noordoostelijk gelegen watergang.

De positionering van de wadi's is gerelateerd aan de toekomstige afwerkhoogten, waarbij rekening is gehouden met het toekomstig hoogteverschil binnen het plangebied.

Afstromend hemelwater, afkomstig van de zuidoostelijk gelegen verhardingen, wordt middels kolken aangesloten op het geprojecteerde HWA-stelsel onder de rijbaan. Vanuit het HWA-stelsel zal het hemelwater vervolgens rechtstreeks uitstromen in de bestaande noordoostelijk gelegen watergang.

Met bovenstaande omgang van het hemelwater is de trits vasthouden-bergen-afvoeren op doelmatige wijze ingevuld.

Binnen het plangebied wordt een afwerkhoogte voorgesteld van minimaal 2,05 m +NAP ter plaatse van de rijbaan en minimaal 2,35 m +NAP ter plaatse van de bebouwing. Dit is bepaald op basis van de minimale ontwaterings- en droogleggingseisen en aansluitend op de bestaande situatie. Bij deze peilen wordt het toepassen van kruipruimten mogelijk geacht.



## 4.2 Afvloeiende oppervlakken

Op basis van het voorlopig ontwerp zijn diverse type verhardingen binnen het plangebied geprojecteerd (zie tekening bijlage G). De hierbij behorende oppervlakken zijn weergegeven in tabel 4.1.

tabel 4.1 Overzicht diverse oppervlakken

TYPE OPPERVLAK	AFVLOEIENDE OPPERVLAKTE [M <sup>2</sup> ]	ONVERHARDE OPPERVLAKTE [M <sup>2</sup> ]	OPPERVLAKTE (%)
<b>Afstromend op wadi</b>			
Bebouwing	3.600	-	20
rijbaan	1.450	-	8
Parkeren	1.650	-	9
Trottoir	1.300	-	7
<i>Subtotaal</i>	<i>8.000</i>	-	
<b>Rechtstreeks afstromend op watergang</b>			
rijbaan	1.500	-	8
Parkeren	1.750	-	10
Trottoir	800	-	4
<i>Subtotaal</i>	<i>4.050</i>	-	
Trappartijen/vlonders*	-	230	1
Groenvoorziening	-	6.150	33
<i>Subtotaal plangebied</i>	<i>12.050</i>	<i>6.380</i>	<i>100</i>
<b>Totaal plangebied</b>		<b>18.430</b>	

\* hemelwater afkomstig van de trappartijen en vlonders zal afstromen naar onverharde delen op het terrein en aldoor infiltreren naar de bodem.

In de bestaande situatie is een verhard oppervlak aanwezig van (3.830 m<sup>2</sup> bebouwing + 1.270 m<sup>2</sup> verharding=) ca. 5.130 m<sup>2</sup>, welke zal worden verwijderd (zie bijlage F). Binnen het plangebied is daarmee sprake van een toename van (12.050 m<sup>2</sup> - 5.130 m<sup>2</sup> =) ca. 6.920 m<sup>2</sup> verhard oppervlak.

Conform beleid van het waterschap dient voor de toename aan verhard oppervlak compensatie te worden gerealiseerd.

## 4.3 Dimensionering Berging

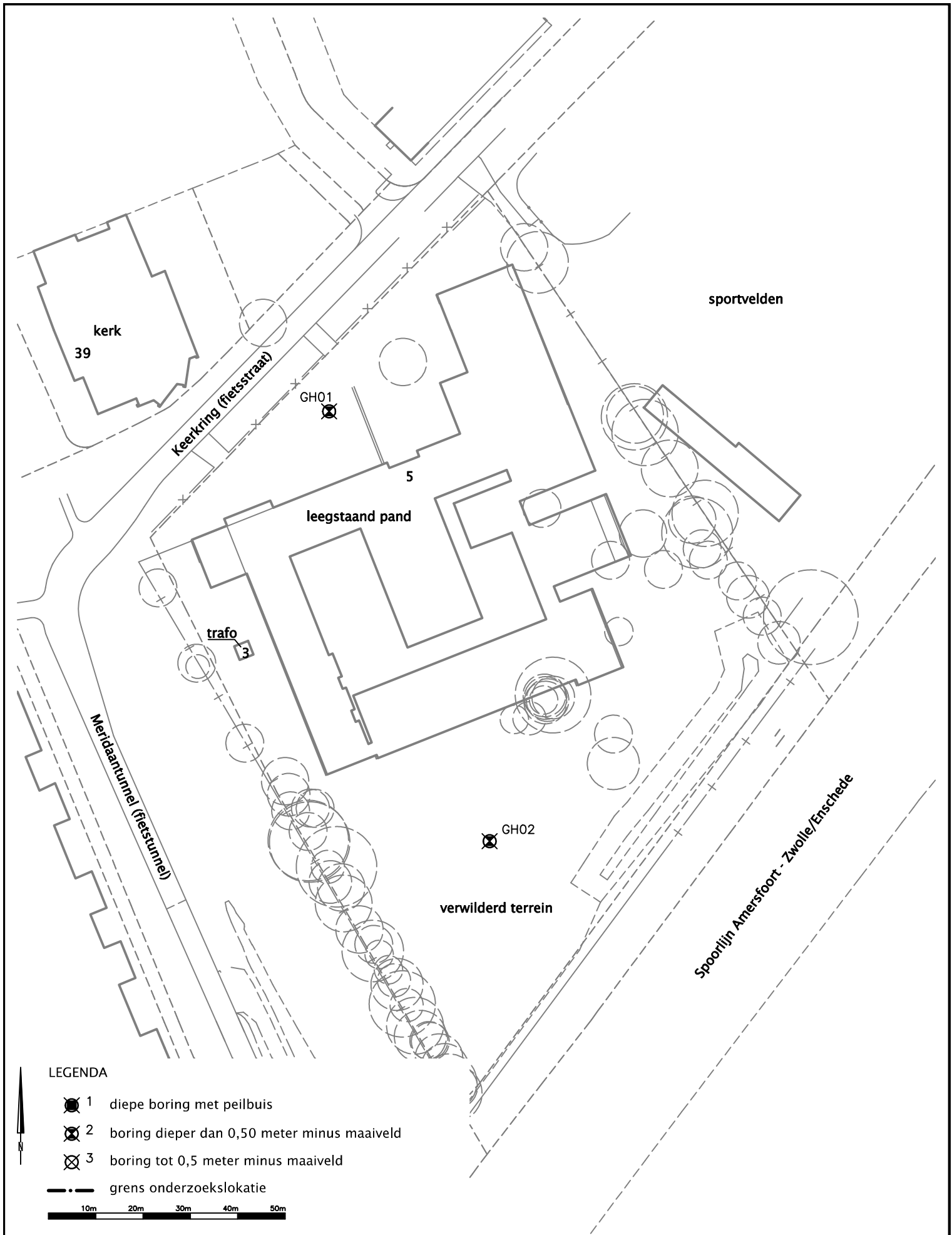
De beschikbare berging en infiltratie in de geprojecteerde wadi's binnen het plangebied is in tabel 4.2 en op tekening in bijlage G weergegeven. Hierbij is voor de wadi's een bodemdiepte van 0,5 m -mv gehanteerd en taluds 1:4.

tabel 4.2 Overzicht beschikbare berging en infiltratie in wadi's





TYPE BERGINGS-/INFILTRATIE MEDIUM	BODEM OPPERVLAK [M <sup>2</sup> ]	OPPERVLAK BIJ MAX PEILOPZET [MM]	MAX PEILOPZET [M <sup>1</sup> ]	INHOUD WADI BIJ MAX PEILOPZET [M <sup>3</sup> ]	INFILTRATIE-CAPACITEIT [M <sup>3</sup> /H]
Wadi	276	545	0,5	205	6,5

Bovenstaande gegevens zijn ingevoerd en de maatgevende neerslaggebeurtenis T=100 wordt bekeken (zie berekening bijlage E). Uit de berekening blijkt dat tijdens de genoemde neerslaggebeurtenis het hemelwater kan worden geborgen. Hiermee voldoet het plan aan de door het waterschap gestelde eisen.

Situatietekening in-situ infiltratieonderzoek



LEGENDA

-  1 diepe boring met peilbuis
-  2 boring dieper dan 0,50 meter minus maaiveld
-  3 boring tot 0,5 meter minus maaiveld
-  grens onderzoekslokatie



Veenendaal  
tel. 0318 - 52 76 00  
Elst (Gld)  
tel. 0481 - 37 71 65  
<http://www.buroboot.nl>

Opdrachtgever : Vastbouw Vastgoedontwikkeling BV  
Project : Amersfoort - Keerkring 5  
Onderwerp : Situatietekening

Wijzigingen:

Datum : 1 mei 2015

Schaal : 1:1000

Bestand : ME12-0210

ruimtelijke informatie

ruimtelijke inrichting

ruimtelijk beheer

Tek. : eja

Formaat : A4

Blad : 2 van 2

Resultaten grondonderzoek

Blad 1: Boorbeschrijving uitgevoerd grondonderzoek, BOOT

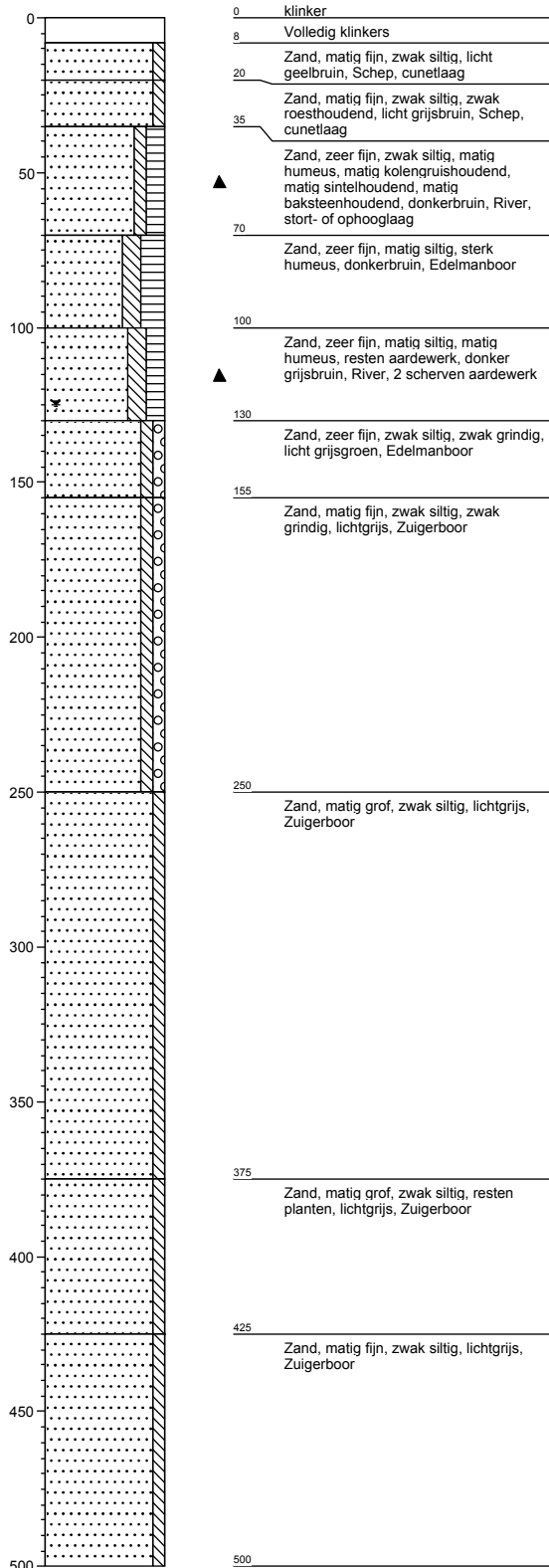
Blad 2: Situatietekening Geotechnisch sonderingen, voorboor-  
staten en XYZ-metingen, VWB/Grontmij Nederland B.V.

Blad 3: Situatietekening boringen en sonderingen, TNO

## Boring: GH01

Datum: 30-04-2015  
Opmerking:

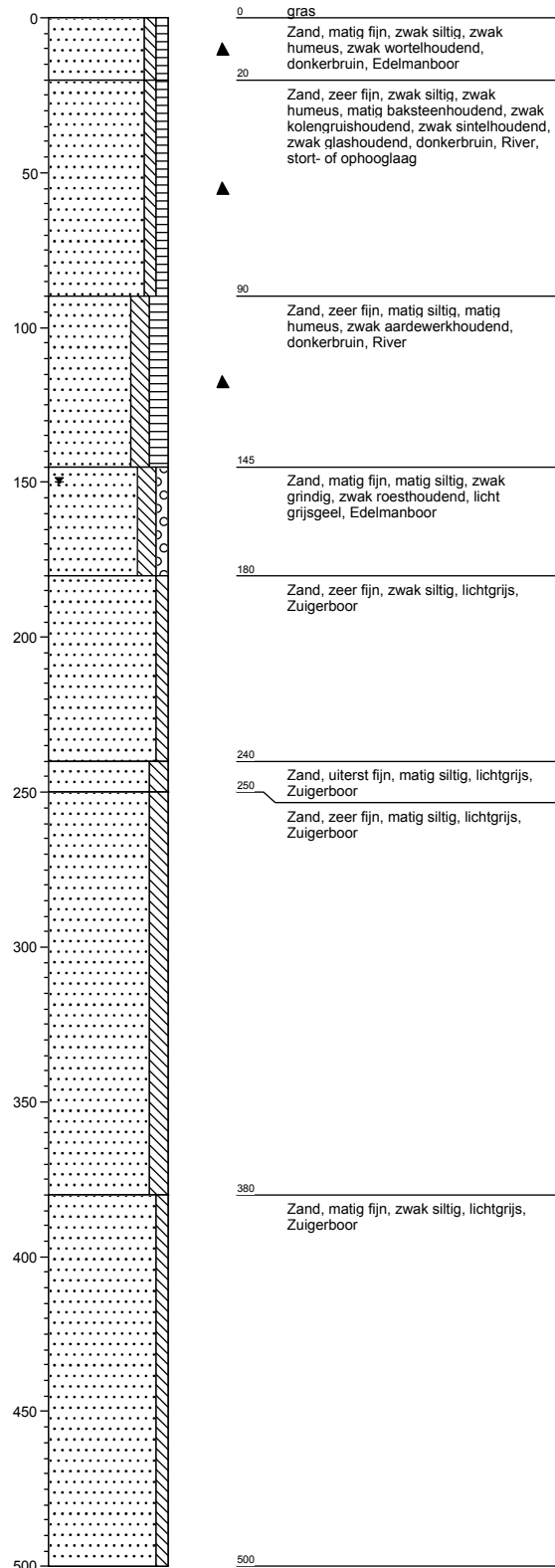
GHG: 125  
GWS: 155  
GLG: 155  
X: 155034,77  
Y: 463982,86  
hoogte mv 2,1  
referentievlak N.A.P.



## Boring: GH02

Datum: 30-04-2015  
Opmerking:

GHG: 150  
GWS: 180  
GLG: 180  
X: 155068,69  
Y: 463992,05  
hoogte mv 2,3  
referentievlak N.A.P.



Veenendaal  
tel. 0318 - 52 76 00  
Elst (Gld)  
tel. 0481 - 37 71 65  
<http://www.buroboot.nl>

Ingenieurs met een verhaal

Onderwerp: Boorbeschrijving  
Opdrachtgever: Vastbouw Vastgoedontwikkeling BV  
Projectnaam: Amersfoort - Keerkring 5  
Projectcode: P12-0210  
Pagina 1 van 1  
d.d. 01-05-2015

# Legenda

## grind

- Grind, siltig
- Grind, zwak zandig
- Grind, matig zandig
- Grind, sterk zandig
- Grind, uiterst zandig

## zand

- Zand, kleiig
- Zand, zwak siltig
- Zand, matig siltig
- Zand, sterk siltig
- Zand, uiterst siltig

## veen

- Veen, mineraalarm
- Veen, zwak kleiig
- Veen, sterk kleiig
- Veen, zwak zandig
- Veen, sterk zandig

## klei

- Klei, zwak siltig
- Klei, matig siltig
- Klei, sterk siltig
- Klei, uiterst siltig
- Klei, zwak zandig
- Klei, matig zandig
- Klei, sterk zandig

## leem

- Leem, zwak zandig
- Leem, sterk zandig

## overige toevoegingen

- zwak humeus
- matig humeus
- sterk humeus
- zwak grindig
- matig grindig
- sterk grindig

## geur

- geen geur
- zwakke geur
- matige geur
- sterke geur
- uiterste geur

## olie

- geen olie-water reactie
- zwakke olie-water reactie
- matige olie-water reactie
- sterke olie-water reactie
- uiterste olie-water reactie

## p.i.d.-waarde

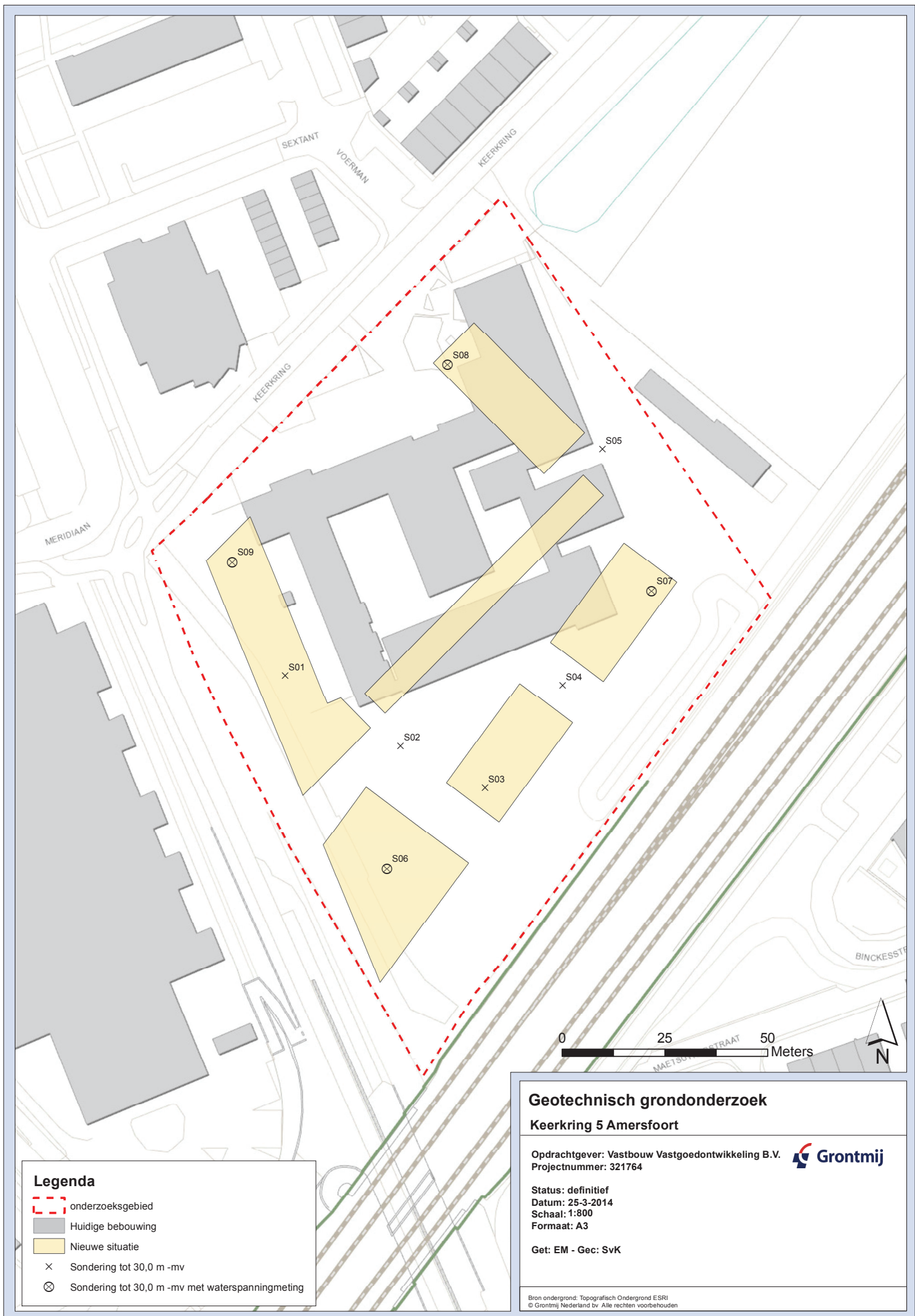
- >0
- >1
- >10
- >100
- >1000
- >10000

## monsters

- geroerd monster
- ongeroid monster

## overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand
- slib
- water



**Legenda**

- onderzoeksgebied
- Huidige bebouwing
- Nieuwe situatie
- x Sondering tot 30,0 m -mv
- ⊗ Sondering tot 30,0 m -mv met waterspanningmeting

**Geotechnisch grondonderzoek**  
**Keerkring 5 Amersfoort**

Oprachtgever: Vastbouw Vastgoedontwikkeling B.V.   
 Projectnummer: 321764

Status: definitief  
 Datum: 25-3-2014  
 Schaal: 1:800  
 Formaat: A3

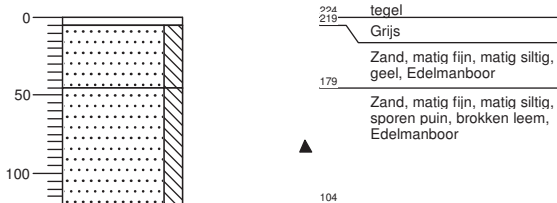
Get: EM - Gec: SvK

Bron ondergrond: Topografisch Ondergrond ESRI  
 © Grontmij Nederland bv. Alle rechten voorbehouden



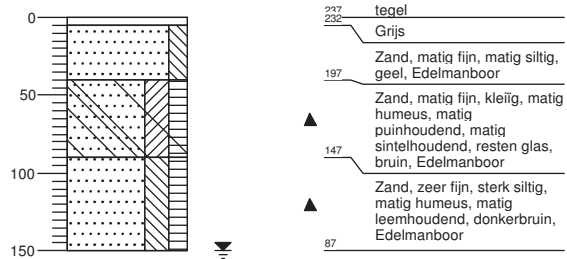
**Boring: S05**

X: 155092,55  
Y: 463967,82  
Datum: 31-03-2014  
GWS:  
GHG:  
GLG:  
Opmerking:  
Boormeester: Jan-Willem Boer  
Hoogte t.o.v. NAP 2,24 N.A.P.



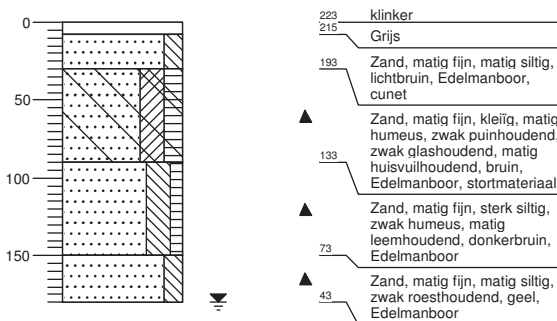
**Boring: S07**

X: 155100,92  
Y: 463934,99  
Datum: 31-03-2014  
GWS: 150  
GHG:  
GLG:  
Opmerking:  
Boormeester: Jan-Willem Boer  
Hoogte t.o.v. NAP 2,37 N.A.P.



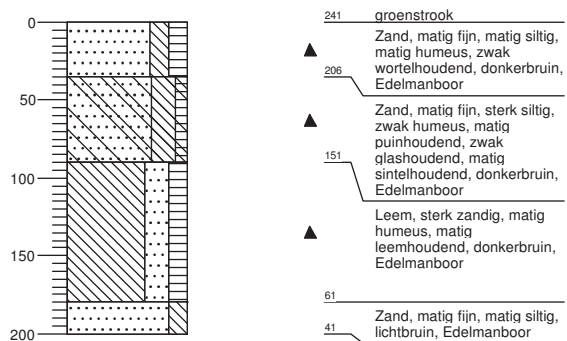
**Boring: S08**

X: 155053,61  
Y: 463986,6  
Datum: 31-03-2014  
GWS: 180  
GHG:  
GLG:  
Opmerking:  
Boormeester: Jan-Willem Boer  
Hoogte t.o.v. NAP 2,23 N.A.P.



**Boring: S06**

X: 155041,62  
Y: 463863,92  
Datum: 31-03-2014  
GWS:  
GHG:  
GLG:  
Opmerking:  
Boormeester: Jan-Willem Boer  
Hoogte t.o.v. NAP 2,41 N.A.P.



**Algemene meetpuntgegevens****Projectcode: 321764**

<i>Meetpnt</i>	<i>Deelloc.</i>	<i>Datum</i>	<i>Diepte</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>MVh</i>	<i>Ref.</i>	<i>MVtype</i>	<i>GWS</i>	<i>GLG</i>	<i>GHG</i>	<i>Srt</i>
S01		31-03-2014		155015,39	463909,61	2,44	NA					B
S05		31-03-2014	120	155092,55	463967,82	2,24	NA	TL				B
S06		31-03-2014	200	155041,62	463863,92	2,41	NA	GK				B
S07		31-03-2014	150	155100,92	463934,99	2,37	NA	TL	150			B
S08		31-03-2014	180	155053,61	463986,6	2,23	NA	KL	180			B



## Bijlage C

- Blad 1: Situatietekening met gemeten hoogten maaiveld en peil oppervlaktewater (BOOT)
- Blad 2: Situatietekening peilbuizen en monitoringsgegevens grondwaterstanden (TNO)
- Blad 3: Grondwaterkaart met GHG/GLG (Provincie Utrecht)
- Blad 4: Isohypsenaart 1<sup>e</sup> WVP (QGIS/TNO)



### COÖRDINAATSTELSEL

De weergegeven ondergrond is indicatief ter referentie. Hierdoor kunnen verschillen optreden in de weergave van de situatie. De gemeten situatie is gemeten in het coördinaatstelsel RD2008.

### UITGANGSPUNT HOOGTEN

Uitgangshoogte: NAP bout 03280360 met hoogte: + 2,236m NAP bron: RWS

### LEGENDA

	Gemeten bebouwing		Boom
	Bestaande bebouwing (niet nauwkeurig) 6.45		Gemeten hoogte in NAP
	Kadastrale grens (niet nauwkeurig)		Dorpelhoogte/vloerpeil
	Rasters en hekwerken		Duikeringang (met b.o.b.)
	Hagen		Straatkolk
	Boomkruin		30 meter grens
	Ligging spoorstaaf		Geluidswal
	Ligging spoorstaaf (geëxtrapoleerd)		

## Vastbouw Vastgoedontwikkeling BV

PROJECT : Amersfoort, Keerkring 5  
 ONDERWERP : Situatietekening

Wijzigingen	
Datum	Get.
29-04-2015	bkh
06-05-2015	emi
08-05-2015	emi

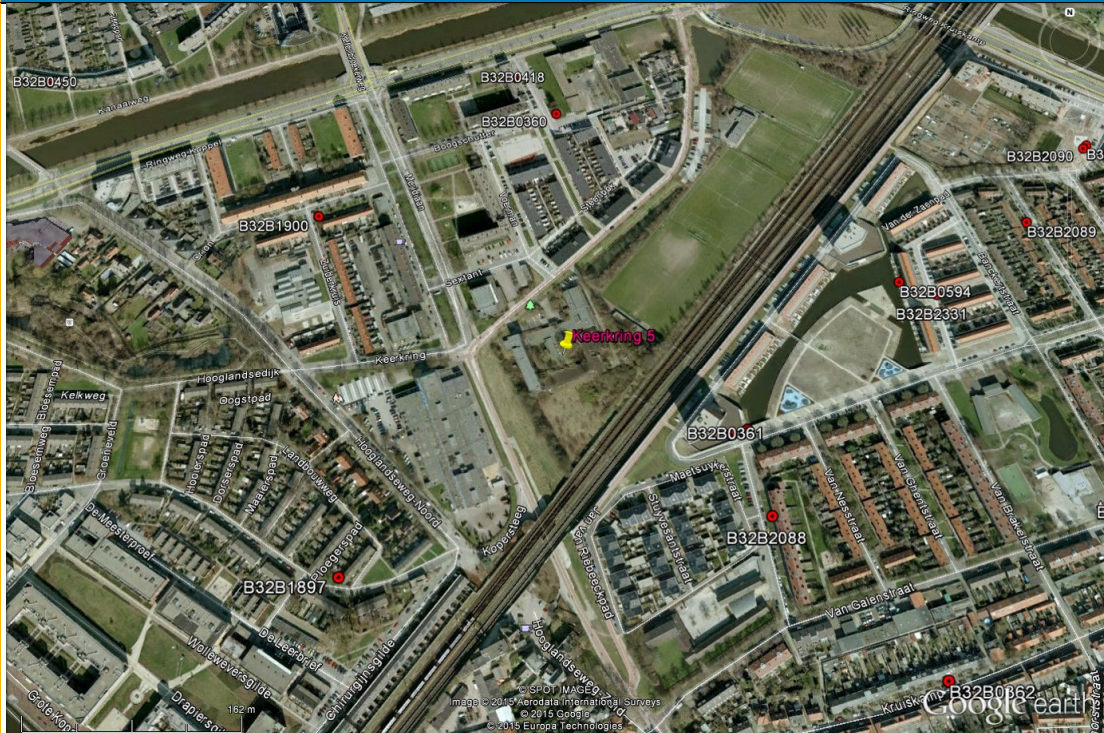
Tekeninggegevens	
Datum	: 22 mei 2012
Tekenaar	: emi
Projectleider	: jh
Schaal	: 1:500
Formaat	: A1

ruimtelijke informatie  
 ruimtelijke inrichting  
 ruimtelijk beheer

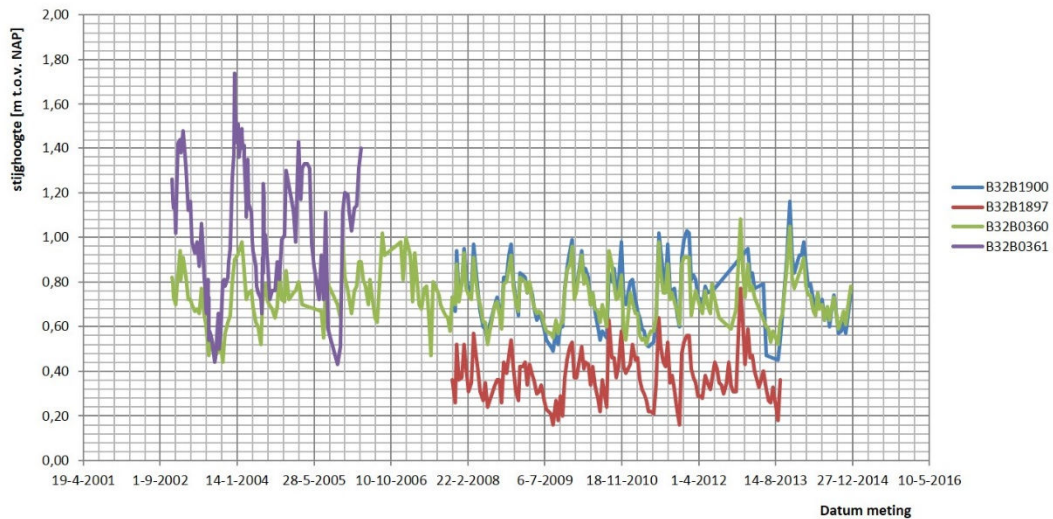
Veenendaal  
 tel. 0318 - 52 76 00  
 Elst (Gld)  
 tel. 0481 - 37 71 65  
<http://www.buroboot.nl>

Bestand : L12-0210-001  
 Blad : 1

## Situatietekening peilbuizen en grafiek grondwaterstanden (TNO)

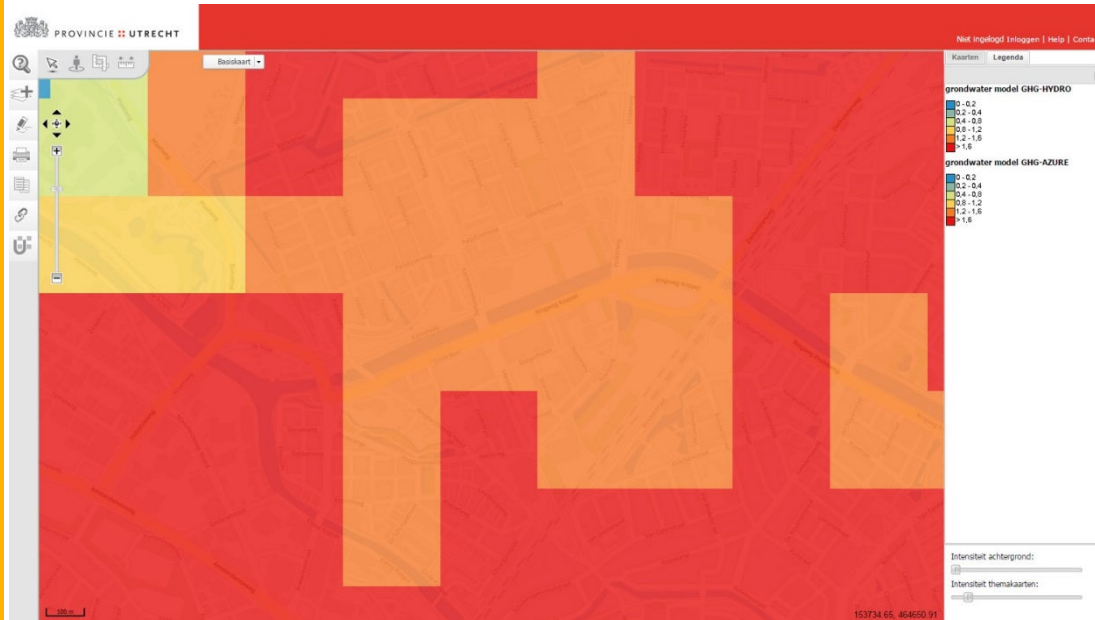


Peilbuis	Maaiveld [m + NAP]	Filter		Statistische eigenschappen			
		van [m + NAP]	tot [m + NAP]	HG [m + NAP]	GHG [m + NAP]	Gemiddelde [m + NAP]	GLG [m + NAP]
B32B1900	2,11	-0,03	-1,03	1,16	0,94	0,76	0,58
B32B1897	1,76	-0,37	-1,37	0,77	0,60	0,41	0,23
B32B0360	2,25	0,31	-0,69	1,08	0,90	0,74	0,58
B32B0361	1,85	0,78	-0,22	1,74	1,45	1,06	0,68

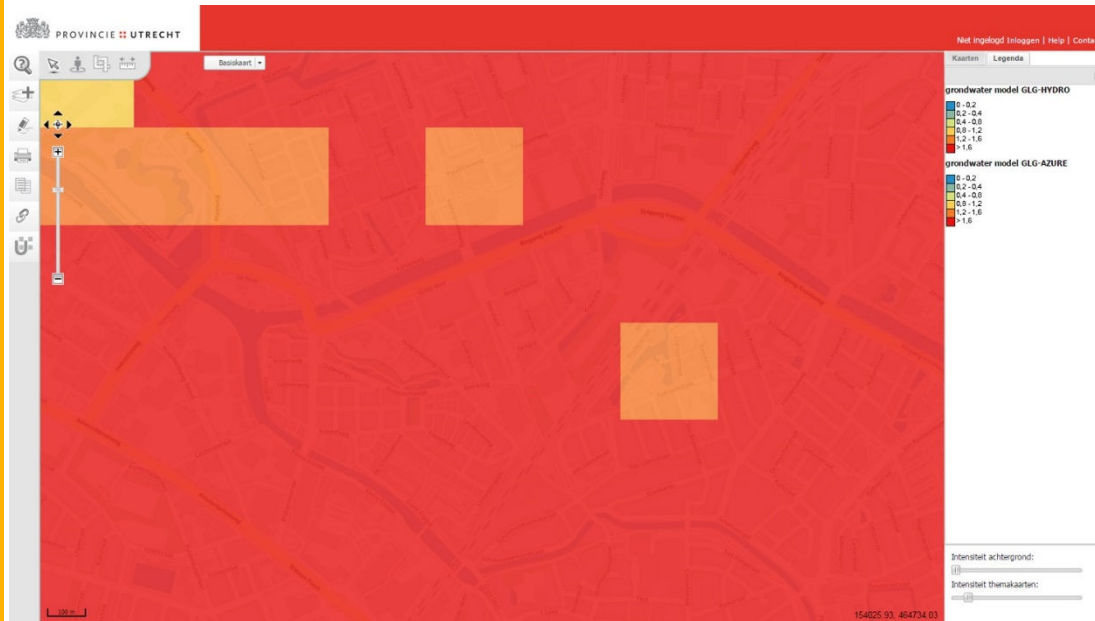


# Grondwaterkaart met GHG/GLG (Provincie Utrecht)

## GHG



## GLG



# Isohypsenkaart 1<sup>e</sup> WVP (TNO/ QGIS)





## Bijlage D

### Meetdata infiltratieproeven

Location: Amersfoort - Keerkring 5  
 Site: GH01

Date of Readings: apr 30, 2015

Time interval: 1 minutes

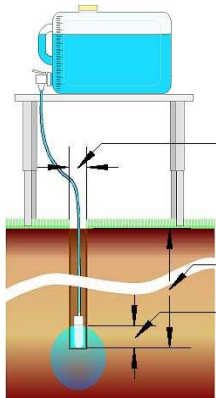
Ksat Method: Glover Solution

Steady Flow Rate achieved when Water Consumption Rate changes less than  
 +/- 15 ml for 5 consecutive readings

Steady Flow Rate: 34,48 ml/min  
 Percolation Rate: 34,54 ml/min  
**Ksat:** 0,65  
 Meters / day

Site Details:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Notes:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



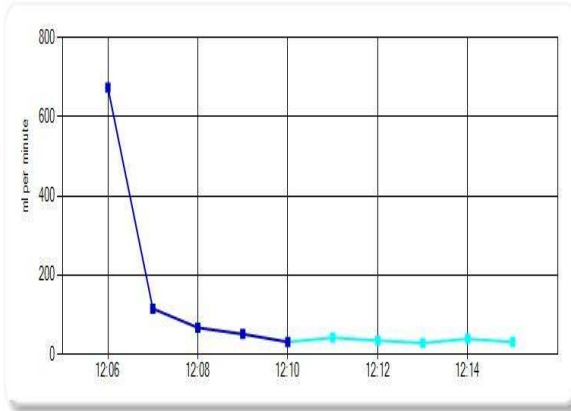
Site GPS Position

Longitude: 0 degrees 0 minutes 0 seconds East  
 Latitude: 0 degrees 0 minutes 0 seconds North

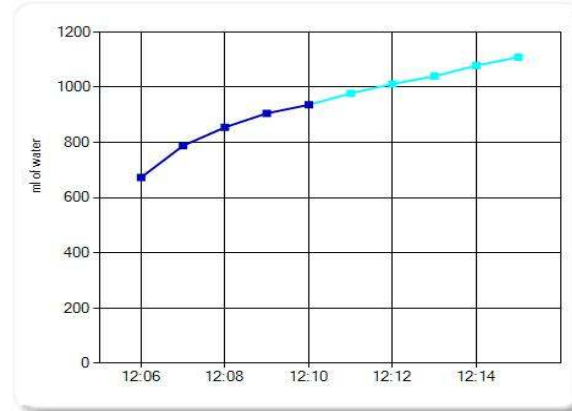
- 10 cm Hole Diameter
- 20 ° C Water Temperature
- 105 cm Hole Depth
- 10 cm Water Height in Hole
- 140 cm Water Table Depth

Soil Texture Structure Category:  
 Most structured soils from clays through loams; also includes unstructured medium and fine sands. The category most frequently applicable for agricultural soils.

Water Consumption Rate



Total Water Consumed



Time	Reservoir Water Level (ml)	Elapsed Time Interval (minutes)	Interval Water Consumed (ml)	Total Water Consumed (ml)	Water Consumption Rate (ml / min)	Ignore this Reading?
12:05:15	7948	0				
12:06:15	7274,6	1	673,4	673,4	673,4	
12:07:15	7159,8	1	114,8	788,2	114,8	
12:08:15	7093	1	66,8	855	66,8	
12:09:15	7042,4	1	50,6	905,6	50,6	
12:10:15	7011,6	1	30,8	936,4	30,8	
12:11:15	6970,2	1	41,4	977,8	41,4	
12:12:15	6936	1	34,2	1012	34,2	
12:13:15	6908	1	28	1040	28	
12:14:15	6869,4	1	38,6	1078,6	38,6	
12:15:15	6839,2	1	30,2	1108,8	30,2	

Location: Amersfoort - Keerkring 5  
 Site: GH01

Date of Readings: apr 30, 2015

Time interval: 1 minutes

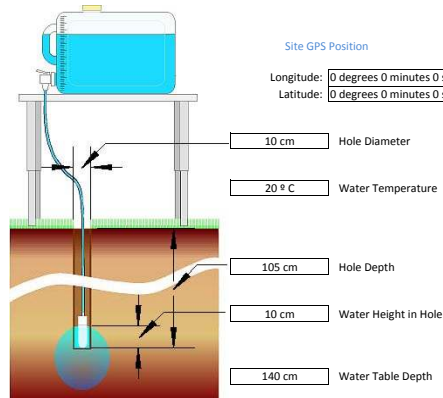
Ksat Method: Reynolds and Elrick Solution

Steady Flow Rate achieved when Water Consumption Rate changes less than  
 +/- 15 ml for 5 consecutive readings

Steady Flow Rate: 34,48 ml/min  
 Percolation Rate: 34,54 ml/min  
**Ksat:** 0,37  
 Meters / day

Site Details:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

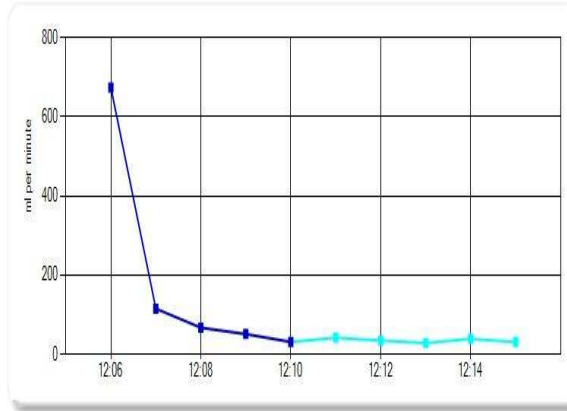
Notes:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



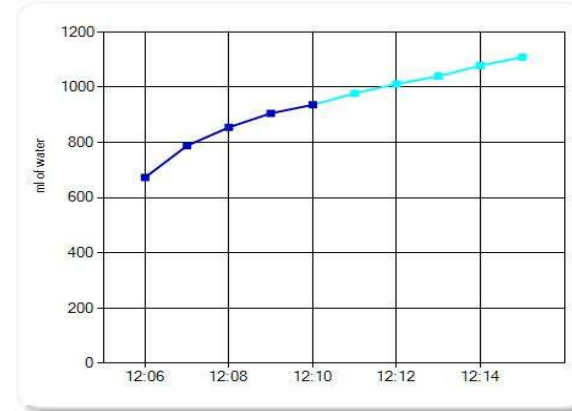
Site GPS Position  
 Longitude: 0 degrees 0 minutes 0 seconds East  
 Latitude: 0 degrees 0 minutes 0 seconds North

Soil Texture Structure Category:  
 Most structured soils from clays through loams; also includes unstructured medium and fine sands. The category most frequently applicable for agricultural soils.

Water Consumption Rate



Total Water Consumed



Time	Reservoir Water Level (ml)	Elapsed Time Interval (minutes)	Interval Water Consumed (ml)	Total Water Consumed (ml)	Water Consumption Rate (ml / min)	Ignore this Reading?
12:05:15	7948	0				
12:06:15	7274,6	1	673,4	673,4	673,4	
12:07:15	7159,8	1	114,8	788,2	114,8	
12:08:15	7093	1	66,8	855	66,8	
12:09:15	7042,4	1	50,6	905,6	50,6	
12:10:15	7011,6	1	30,8	936,4	30,8	
12:11:15	6970,2	1	41,4	977,8	41,4	
12:12:15	6936	1	34,2	1012	34,2	
12:13:15	6908	1	28	1040	28	
12:14:15	6869,4	1	38,6	1078,6	38,6	
12:15:15	6839,2	1	30,2	1108,8	30,2	

Location: Amersfoort - Keerkring 5  
 Site: GH02

Date of Readings: apr 30, 2015

Time interval: 1 minutes

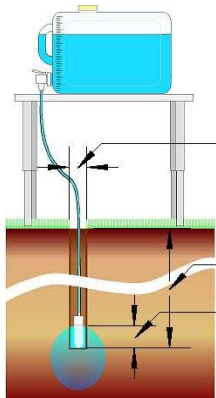
Ksat Method: Glover Solution

Steady Flow Rate achieved when Water Consumption Rate changes less than  
 +/- 15 ml for 5 consecutive readings

Steady Flow Rate: 15,64 ml/min  
 Percolation Rate: 15,67 ml/min  
**Ksat:** 0,30  
 Meters / day

Site Details:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Notes:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

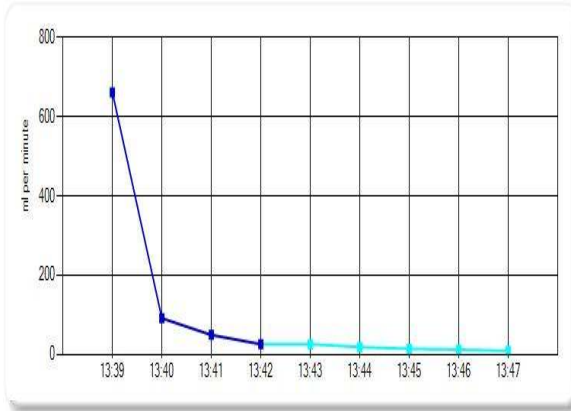


Site GPS Position  
 Longitude: 0 degrees 0 minutes 0 seconds East  
 Latitude: 0 degrees 0 minutes 0 seconds North

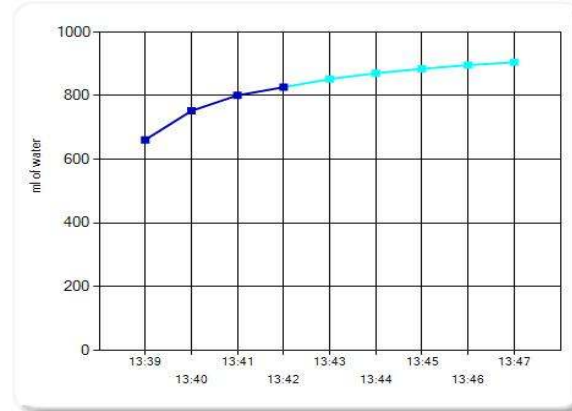
10 cm Hole Diameter  
 20 ° C Water Temperature  
 100 cm Hole Depth  
 10 cm Water Height in Hole  
 140 cm Water Table Depth

Soil Texture Structure Category:  
 Most structured soils from clays through loams; also includes unstructured medium and fine sands. The category most frequently applicable for agricultural soils.

Water Consumption Rate



Total Water Consumed



Time	Reservoir Water Level (ml)	Elapsed Time Interval (minutes)	Interval Water Consumed (ml)	Total Water Consumed (ml)	Water Consumption Rate (ml / min)	Ignore this Reading?
13:38:13	5848,6	0				
13:39:13	5187,4	1	661,2	661,2	661,2	
13:40:13	5096,4	1	91	752,2	91	
13:41:13	5047,6	1	48,8	801	48,8	
13:42:13	5022	1	25,6	826,6	25,6	
13:43:13	4996,2	1	25,8	852,4	25,8	
13:44:13	4978	1	18,2	870,6	18,2	
13:45:13	4964,2	1	13,8	884,4	13,8	
13:46:13	4952,4	1	11,8	896,2	11,8	
13:47:13	4943,8	1	8,6	904,8	8,6	
13:48:13	4934,8	1				Yes
13:49:13	4929,2	1				Yes

Location: Amersfoort - Keerkring 5  
 Site: GH02

Date of Readings: apr 30, 2015

Time interval: 1 minutes

Ksat Method: Reynolds and Elrick Solution

Steady Flow Rate achieved when Water Consumption Rate changes less than

+/- 15 ml for 5 consecutive readings

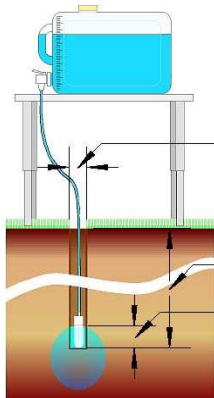
Steady Flow Rate: 15,64 ml/min  
 Percolation Rate: 15,67 ml/min  
**Ksat:** 0,17  
 Meters / day

Site Details:

Empty text box for site details.

Notes:

Empty text box for notes.



Site GPS Position

Longitude: 0 degrees 0 minutes 0 seconds East  
 Latitude: 0 degrees 0 minutes 0 seconds North

10 cm Hole Diameter

20 ° C Water Temperature

100 cm Hole Depth

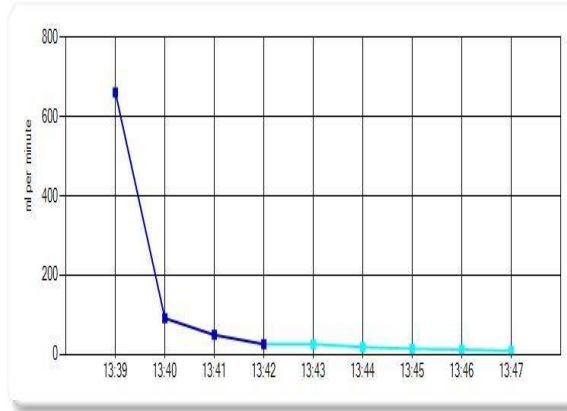
10 cm Water Height in Hole

140 cm Water Table Depth

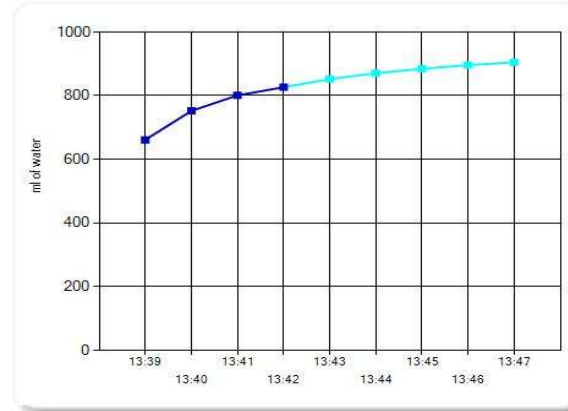
Soil Texture Structure Category:

Most structured soils from clays through loams; also includes unstructured medium and fine sands. The category most frequently applicable for agricultural soils.

Water Consumption Rate



Total Water Consumed



Time	Reservoir Water Level (ml)	Elapsed Time Interval (minutes)	Interval Water Consumed (ml)	Total Water Consumed (ml)	Water Consumption Rate (ml / min)	Ignore this Reading?
13:38:13	5848,6	0				
13:39:13	5187,4	1	661,2	661,2	661,2	
13:40:13	5096,4	1	91	752,2	91	
13:41:13	5047,6	1	48,8	801	48,8	
13:42:13	5022	1	25,6	826,6	25,6	
13:43:13	4996,2	1	25,8	852,4	25,8	
13:44:13	4978	1	18,2	870,6	18,2	
13:45:13	4964,2	1	13,8	884,4	13,8	
13:46:13	4952,4	1	11,8	896,2	11,8	
13:47:13	4943,8	1	8,6	904,8	8,6	
13:48:13	4934,8	1				Yes
13:49:13	4929,2	1				Yes

## Methode constant-head permeameter

De K-waarde wordt bepaald met behulp van de constant-head permeameter. Deze meting betreft uitsluitend in-situ infiltratieproeven in de onverzadigde zone.

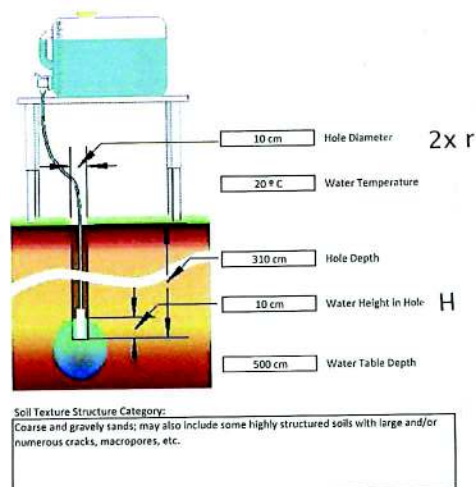
Hierbij wordt met behulp van het 'Aardvark Permeameter' een constant waterniveau gerealiseerd in het boorgat. Voorafgaand aan de meting wordt de bodemlaag verzadigd. Indien de verzadiging is bereikt wordt het debiet waarbij het water infiltreert gemeten. Doel is het bereiken van een constant debiet gedurende een bepaalde tijd. Hierna wordt door het 'Aardvark Permeameter' met behulp van de Glover Solution de K-waarde van de betreffende bodemlaag berekend.

Indien geen slecht of niet doorlatende bodemlagen aanwezig zijn binnen een afstand van  $2x$  de waterkolom (H) in het boorgat, dan kan met behulp van de Glover Solution de K-waarde worden berekend. De Glover solution is in onderstaande formule weergegeven.

$$K_{sat} = \frac{\left( \operatorname{hyp} \sin^{-1} \frac{H}{r} \right) - \left( \sqrt{\left( \frac{r}{H} \right)^2 + 1} \right) + \left( \frac{r}{H} \right)}{2\pi * H^2} * Q$$

De parameters H en r zijn in figuur 1 weergegeven.

**Figuur 1**



## Bijlage E

### Berekening berging

## Berekening benodigde berging bij een bepaalde bui. (Methode van Buishands en Velds)

<b>Opdrachtgever:</b>	Vastbouw Vastgoedontwikkeling B.V.	<b>Projectnummer:</b>	P12-0210
<b>Project:</b>	Amersfoort, Keerkring 5	<b>Datum:</b>	3 juli 2015

	<i>wadi</i>	
Herhalingstijd bui:	1 keer per 100	jaar + 10%
Afvoernorm (landelijk gebied):	3,0	l/s.ha
Bruto oppervlakte plangebied:	1,84	ha
Afvloeiende oppervlakte:	0,69	ha
Oppervlakte wadi's (bodem):	276	m <sup>2</sup>
Oppervlakte wadi's (bij max. peilopzet):	545	m <sup>2</sup>
Geaccepteerde peilopzetin wadi's:	0,50	m
K-waarde ondergrond:	0,38	m/etm
Veiligheidsfactor:	2	
Geaccepteerde ledigingstijd:	24	uur
Infiltratiecapaciteit:	6,5	m <sup>3</sup> /h
Maximaal benodigde berging:	204	m <sup>3</sup>
Aanwezige berging in media:	205	m <sup>3</sup>
Extra benodigde berging:	-1	m <sup>3</sup>
Ledigingstijd (infiltratie-)media:	14,6	uur

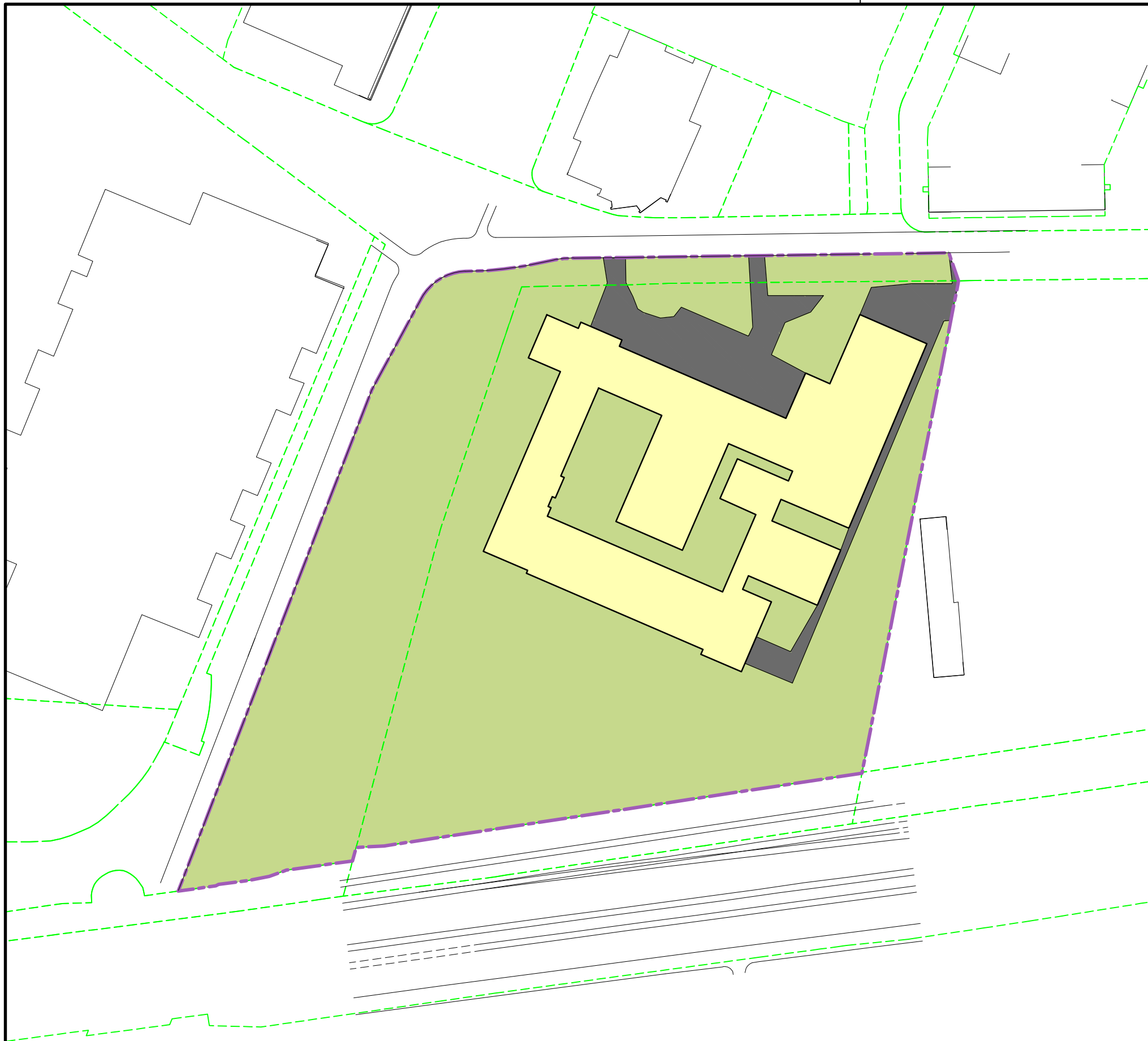
**GEEN EXTRA BERGING  
VOLDOET WEL**

<i>Duur</i> in min.	<i>Q regen</i> in l/s.ha	<i>Q afvoer</i> in m <sup>3</sup>	<i>Afvoernorm</i> in m <sup>3</sup>	<i>Q infiltratie</i> in m <sup>3</sup>	<i>Benodigde berging</i> in m <sup>3</sup>
5	537,13	111,51	0,62	0,54	110,34
15	328,13	204,36	1,87	1,62	200,87
30	211,53	263,48	3,74	3,25	256,50
45	155,98	291,43	5,61	4,87	280,95
60	123,86	308,56	7,47	6,50	294,59
90	88,88	332,13	11,21	9,75	311,17
120	69,19	344,73	14,95	13,00	316,79
180	50,49	377,34	22,42	19,50	335,42
240	40,04	398,99	29,89	26,00	343,10
300	33,11	412,42	37,37	32,50	342,55
360	28,16	420,91	44,84	39,00	337,07
480	22,22	442,84	59,79	52,00	331,05
600	18,48	460,37	74,74	65,00	320,64
720	15,73	470,24	89,68	78,00	302,56
840	13,97	487,23	104,63	90,99	291,60
960	12,54	499,83	119,58	103,99	276,26
1080	11,33	508,06	134,52	116,99	256,54
1200	10,45	520,66	149,47	129,99	241,20
1440	9,02	539,29	179,37	155,99	203,94
1680	8,03	560,12	209,26	181,99	168,87
1920	7,15	569,99	239,16	207,99	122,84
2160	6,60	591,91	269,05	233,99	88,87
2400	6,05	602,87	298,94	259,98	43,94
2640	5,72	626,99	328,84	285,98	12,17
2880	5,39	644,52	358,73	311,98	-26,19
3360	4,84	675,21	418,52	363,98	-107,28
3840	4,40	701,52	478,31	415,97	-192,76
4320	4,07	730,02	538,10	467,97	-276,05
5040	3,63	759,62	627,78	545,97	-414,13
5760	3,41	815,52	717,47	623,96	-525,91
7200	2,97	887,86	896,83	779,95	-788,92
8640	2,64	947,05	1076,20	935,94	-1065,08
10080	2,42	1012,82	1255,56	1091,93	-1334,67
11520	2,31	1104,90	1434,93	1247,92	-1577,95
12960	2,09	1124,63	1614,30	1403,91	-1893,58
14400	1,98	1183,82	1793,66	1559,90	-2169,75



## Bijlage F

Tekening KE12-0210-001 blad 01  
Waterhuishouding bestaande situatie



## LEGENDA

Waterhuishouding (bestaande situatie)

- Bebouwing, oppervlakte ca. 3.830 m<sup>2</sup>
- Verharding verkeer, oppervlakte ca. 1.270 m<sup>2</sup>
- Groenvoorziening, oppervlakte ca. 13.300 m<sup>2</sup>



Veenendaal  
tel. 0318 - 52 76 00  
Elst (Gld)  
tel. 0481 - 37 71 65  
<http://www.buroboot.nl>

Opdrachtgever : VAST BOUW  
Project : Keerkring Amersfoort  
Onderwerp : Waterhuishouding bestaande situatie

Wijzigingen:

Datum : 03-07-2015

Schaal : 1:1000

Bestand : KE12-0210-001

Tek. : kdo

Formaat : A3

Blad : 01

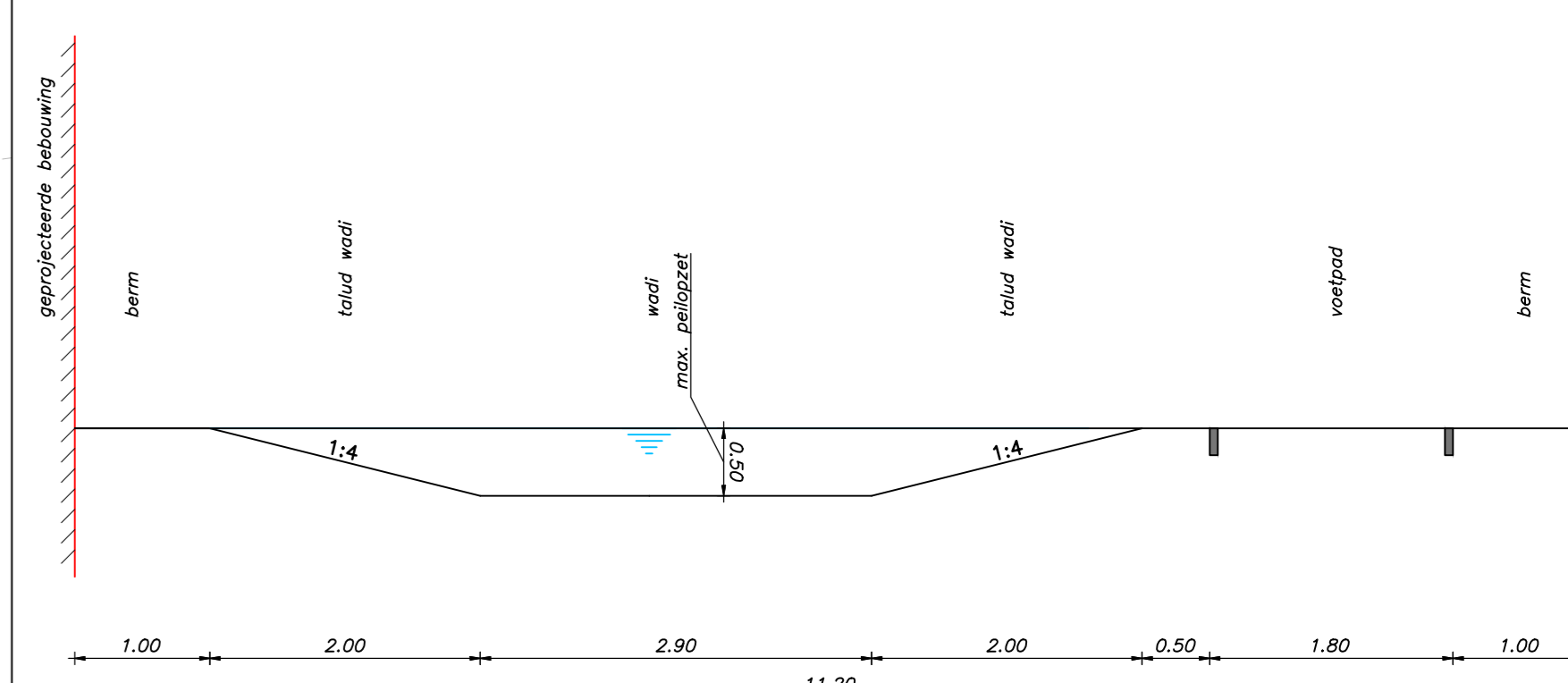
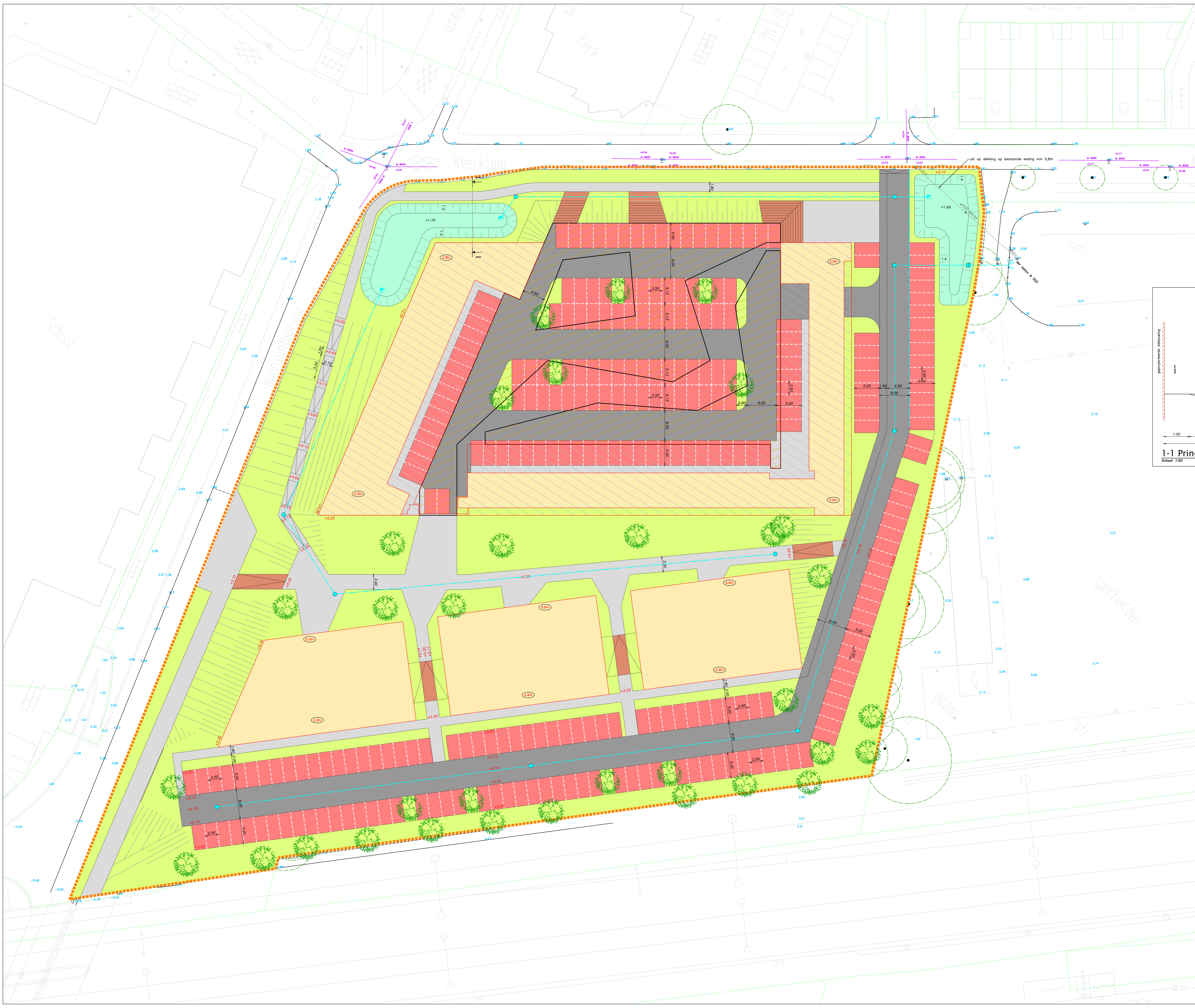
ruimtelijke informatie

ruimtelijke inrichting

ruimtelijk beheer

## Bijlage G

Tekening L12-0210-003 blad 01  
Voorlopig ontwerp



- LEGENDA**
- Kadastrale grens (niet nauwkeurig)
  - Gemeten hoogte in NAP
  - Bestaande boom
  - Bestaande boomkruin
  - Bouwpeil
  - Ontverphoogte
  - Bebouwing begane grond
  - Bebouwing verdieping
  - Bebouwing plateau
  - Rijbaan
  - Parkeren
  - Groenzone
  - Wadi
  - Trap
  - Nieuwe boom
  - HWA-riool
  - HWA-inspectieput
  - Overstortvoorziening
  - In-uitstroomvoorziening wadi
  - HWA-uitstroomvoorziening
  - Bestaande HWA leiding

**VAST BOUW**

PROJECT : Amersfoort, Keerkring 5  
 ONDERWERP : Voorlopig ontwerp  
 Waterhuishouding

Wijzigingen		Foteringgegevens		Status
Datum	Gr.	Datum	Gr.	
		3 juli 2015		Ontwerp
				Concept
				Definitief
				Voor aflevering
				Revisie
Bestand : L12-0210-003				
Blad : 05				

**BOOT**  
 ruimtelijke informatie  
 ruimtelijke inrichting  
 ruimtelijk beheer

Veenendaal  
 tel. 0318 - 52 76 00  
 Eilat (Glad)  
 tel. 0481 - 37 17 66  
 http://www.bootbouw.nl



# BOOT: ingenieurs met een verhaal

Werken aan een duurzame leefomgeving. Dat is het kleurrijke verhaal van BOOT. Een verhaal dat zich afspeelt in woonwijken en op bedrijventerreinen, op sportvelden en bungalowparken of gewoon in de natuur. Een verhaal in grijs en groen dus. Ze wisselen elkaar af en gaan soms ook in elkaar over. En een verhaal met een rode draad: het verantwoord inrichten van de ruimte.

De leefomgeving waaraan we werken is immers evenzeer van ons als van toekomstige generaties. Bewust omgaan met ruimte is voor BOOT dan ook een belangrijke opgave. We zijn gespecialiseerd in ruimtelijke informatie en ruimtelijke inrichting. Daarin zijn we niet uniek, wel in onze visie en de aanpak die daaruit voortvloeit.

## Contact

### Vestiging Veenendaal

Plesmanstraat 5

Postbus 509

3900 AM Veenendaal

T (0318) 52 76 00

E [info@buroboot.nl](mailto:info@buroboot.nl)

### Vestiging Elst

Bemmelseweg 57

Postbus 154

6660 AD Elst

T (0481) 37 71 65

I [www.buroboot.nl](http://www.buroboot.nl)

Bezoek ook onze website met onder meer aansprekende voorbeelden van onze projecten.