



**RAPPORT**  
**Infiltratieonderzoek**  
**Vennenweg, Gastel**  
**AM10037**

**Opdrachtgever**  
BRO Tegelen  
Industriestraat 94  
5931 PK Tegelen

**Projectnummer**  
Aeres Milieu projectnummer AM10037

**Status rapport**  
Definitief

**Autorisatie**

Opsteller rapport:	paraaf	datum
Vrolix Michiel		9 juni 2010
Kwaliteitscontrole:	paraaf	datum
ing. B.W. Buizer		9 juni 2010





## INHOUDSOPGAVE

<b>1. INLEIDING</b>	<b>3</b>
<b>2. INFILTRATIEONDERZOEK</b>	<b>5</b>
<b>3. VELDMETINGEN EN RESULTATEN ANALYSE</b>	<b>7</b>
3.1 <i>Opzet</i>	
3.2 <i>Uitvoering, resultaten en interpretaties</i>	
<b>4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES</b>	<b>9</b>

### **Bijlagen:**

- 1** Topografische overzichtskaart
- 2** Kadastrale situatie
- 3** Situatietekening onderzoekslocatie met meetpunten en fotostandplaatsen
- 4** Boorprofielen en zintuiglijke waarnemingen
- 5** Foto's onderzoekslocatie



## 1. INLEIDING

In opdracht van BRO Tegelen heeft Aeres Milieu B.V. een kwalitatief infiltratieonderzoek uitgevoerd op de locatie:

Adres onderzoekslocatie	: Vennenweg (ong) te Gastel
Gemeente	: Cranendonck
Kadastrale registratie	: gemeente Maarheeze Sectie G nr. 558
Coördinaten R.D.stelsel	: X = 166894 / Y = 366621
Peil maaiveld	: $\pm 30$ meter + NAP
Oppervlakte	: circa 13.000 m <sup>2</sup>
Waterschap	: De Dommel
Huidig perceelsgebruik	: agrarisch (weiland)
Toekomstig perceelsgebruik	: nieuwbouw

Aanleiding voor het laten uitvoeren van dit onderzoek is de voorgenomen herontwikkeling van de locatie en de verplichting hierbij ten minste hydrologisch neutraal te ontwikkelen. Zie bijlage 1 voor een topografisch overzicht. Op onderstaande foto is het plangebied aangegeven.



Luchtfoto van de onderzoekslocatie (Bron: Google Maps)

## **Doel**

Het doel van het infiltratieonderzoek is het ter plaatse vaststellen van de doorlatendheid van de bodem in de verzadigde zone.

## **Watertoets**

Sinds 1 november 2003 is het wettelijk verplicht, in het kader van het Besluit Ruimtelijke Ordening, een Watertoets te verrichten. Het is noodzakelijk in de toelichting bij ruimtelijke besluiten en plannen, waarop bovengenoemd besluit van toepassing is, een beschrijving te geven van de manier waarop rekening is gehouden met de gevolgen van het plan voor de waterhuishouding.

Binnen het plangebied is de afkoppeling, berging en /of infiltratie van hemelwater in de bodem gewenst.

## **Infiltratie**

Infiltratie van hemelwater biedt voordelen tegenover de gebruikelijke afvoermethoden via het oppervlaktewater of via rioleringsystemen.

Voordelen zijn onder andere:

- verdroging van de grond wordt tegengegaan en de natuurlijke waterkringloop wordt verbeterd;
- minder of geen belasting van het rioolstelsel. Daardoor zullen minder of geen overstorten plaatsvinden zodat minder vuillast in het oppervlaktewater terechtkomt;
- lagere piekafvoer op de AfvalWater Zuivering Installatie(AWZI);
- mogelijkheid tot hergebruik van afgekoppelde neerslag.

De gemeente Cranendonck en het Waterschap De Dommel wensen de mogelijkheid te onderzoeken om hemelwater te infiltreren in de bodem. Om na te gaan of de doorlatendheid van de bodem ter plaatse hiervoor geschikt is, zijn veldmetingen verricht. Hierna worden de metingen en de resultaten ervan beschreven, waarna conclusies worden getrokken.

## **Onderzoek**

Aeres Milieu B.V. heeft geen binding met de opdrachtgever en/of de onderzoekslocatie anders dan als onafhankelijk onderzoeksbureau.

Het veldonderzoek vond plaats in mei 2010.

Bij een kwalitatief infiltratieonderzoek is sprake van steekproefsgewijze metingen, (willekeurig) verspreid over de onderzoekslocatie. Het is mogelijk dat lokale afwijkingen in de samenstelling van de bodem voorkomen. Het gevolg kan zijn dat resultaten van het infiltratieonderzoek binnen het plangebied onderling (sterk) verschillen.

## 2. INFILTRATIEONDERZOEK

Infiltratie van regenwater is in Nederland een relatief nieuwe ontwikkeling. In Duitsland is hiermee al meer ervaring opgedaan en is vastgesteld dat minimaal een infiltratiesnelheid ( $k_f$ ) van  $1 - 5 \cdot 10^{-6}$  m/s (ca. 0,09 - 0,43 m/d ofwel 3,6 - 18 mm/uur)<sup>1</sup> vereist is voor het succesvol toepassen van regenwaterinfiltratie<sup>2</sup>. Bij een lagere doorlatendheid kunnen reducerende omstandigheden optreden in de onverzadigde zone, die een ongunstige invloed kunnen hebben op het retentie- en omzettingsvermogen ervan. Daarnaast is er bij een lagere doorlatendheid veel ruimte nodig voor het aanleggen van infiltratievoorzieningen. Bovendien moet er rekening mee worden gehouden dat deze langer (dagen achtereen) water blijven voeren, wat onwenselijk kan zijn in een woonomgeving.

De doorlatendheid van een bodem is afhankelijk van vele factoren, onder meer poriëngrootte, de continuïteit van de poriën, de poriënvorm, het poriënaantal, de geometrie van de poriënkanaal en de diepte tot de grondwaterstand. De poriëngrootte en de verdeling ervan hangen in de eerste plaats van de bodemsoort en de bodemstructuur af. Bovendien is de doorlatendheid afhankelijk van de verzadigingsgraad, en kan ze beïnvloed worden door micro-organismen. Hieruit kan worden afgeleid dat de infiltratiesnelheid van de ondergrond geen constante waarde heeft, maar van plaats tot plaats varieert, waarbij zelfs op vrij kleine schaal belangrijke verschillen kunnen optreden.

Uit de beschikbare boorgegevens, verzameld tijdens deze studie, blijkt dat de bodem (<3,2 m–mv.) hoofdzakelijk bestaat uit zeer fijn zand, zwak siltig.

De globale bodemopbouw van de onderzoekslocatie wordt schematisch weergegeven in tabel 2.1 voor het gebied in de omgeving van de onderzoekslocatie.

Diepte [m-mv]	Lithostratigrafie	Lithologie	Hydrogeologie
0-10	Formatie van Boxtel	zand, fijn tot matig fijn	redelijk tot goed doorlatend
10-40	Formatie van Sterksel	zand, uiterst grof, sterk grind	matig tot goed doorlatend.
40-110	Formatie van Stramproy	zand, matig tot zeer grof, matig siltig, grindhoudend	matig doorlatend

Tabel 2.1: Geo(hydro)logische indeling (bron: Dinoloket)

De stroming van het freatisch grondwater is volgens Dinoloket in noord-noordoostelijke richting en bevindt zich op een hoogte van circa 28 meter + NAP. De onderzoekslocatie bevindt zich niet binnen de grenzen van een grondwaterbeschermingszone(s) van een waterwingebied.

Voorzover bekend vinden op en in de directe omgeving van het studiegebied geen grootschalige grondwateronttrekkingen plaats.

In de literatuur worden diverse waarden gegeven voor de infiltratiesnelheid van zand en vergelijkbare sedimenten. Deze waarden zijn afkomstig uit de landbouw en uit de hydrogeologie. In de tabellen 2.2 en 2.3 worden de gevonden waarden samengevat.

1 Zie Arbeitsblatt DVW-A-138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser.

2 Ter bepaling van de infiltratiesnelheid wordt in Duitsland standaard de open-end test gebruikt. Deze test leidt tot lage waarden in vergelijking met andere tests.

-Landbouwliteratuur

Bodem	Snelheid van wateropname [m/d]	
	Goed	Slecht
Zeer grove zanden	0,6	0,3
Grove zanden, fijne zanden en lemige zanden	0,38	0,24
Zandig leem en fijnzandige leem	0,29	0,19
Zeer fijnzandige leem, siltige leem	0,24	0,17
Klei leem, matig fijne textuur	0,19	0,14
Klei, siltige klei, zandige klei met fijne textuur	0,12	0,05

Tabel 2.2: literatuurwaarden voor de doorlatendheid van diverse sedimenten in de landbouwliteratuur

Uit de landbouwliteratuur volgt verder nog dat de maximale waterdosering (watergift) voor diep uniform zandig leem 0,62 m/d is.

-Hydrogeologische literatuur

Materiaal	k [m/d]
Klei	$0,01 - 10^{-8}$
Klei, zand en grind mengsels	0,01 – 0,001
Silt, löss	$1 - 10^{-4}$
Silt, klei en mengsels van zand, silt en klei	$0,1 - 10^{-4}$
Fijn zand	2 – 0,02
Middelfijn tot middelgrof zand	43 - 0,09
Grof zand	400 - 0,09

Tabel 2.3: literatuurwaarden voor de doorlatendheid van diverse afzettingen in de hydrogeologische literatuur

Als eenheid is gekozen voor m/d, hoewel in de literatuur ook mm/h (landbouw) en m/s (hydrogeologie) worden gehanteerd. De eenheid m/d sluit aan bij hetgeen in Nederland gebruikelijk is en leidt bovendien tot overzichtelijke getallen.

Opgemerkt wordt dat men in de hydrogeologie vooral is geïnteresseerd in de horizontale doorlatendheid, terwijl voor de infiltratiesnelheid meestal juist de verticale doorlatendheid van belang is. In het *algemeen* is de horizontale doorlatendheid een factor 10 – 100 groter dan de verticale.

De literatuurwaarden tonen een grote spreiding in de opgegeven waarden voor fijn zand (maximum ca. 2 m/d, minimum minder dan 0,001 m/d). In veel gevallen liggen de literatuurwaarden voor de infiltratiesnelheid van fijn zand en vergelijkbare afzettingen rond en onder de in Duitsland gehanteerde minimumnorm van 0,09 - 0,43 m/d.



### 3. VELDMETINGEN

#### 3.1 Opzet

Om de infiltratiesnelheid ter plaatse van het onderzoeksterrein te bepalen, zijn veldmetingen uitgevoerd.

Dit is een onderzoek waarbij inzicht wordt verkregen in een aantal bodemaspecten zoals:

- bodemgesteldheid op de onderzoekslocatie;
- eventueel aanwezig zijn van minder goed doorlatende bodemlagen;
- doorlatendheid van bodemlagen;
- actuele grondwaterstanden;
- terrein-inrichting en gebruik.

Door deze verzamelde gegevens te combineren met een serie meetgegevens waarbij kan worden bepaald met welke snelheid het water in de bodem wegzijgt, kan een uitspraak worden gedaan over de  $k_d$  - waarde van de bodem op de onderzoekslocatie.

De metingen worden per boorgat minimaal in duplo uitgevoerd.

Het resultaat wordt o.a. beïnvloed door processen als vorming van wortelkanaaltjes, wormgangen etc. die een grotere spreiding in het meetresultaat tot gevolg heeft. Bij het dimensioneren van een eventuele infiltratievoorziening moet hiermee rekening worden gehouden.

Omdat de metingen in het bodemtraject dieper dan 2,0 meter onder maaiveld worden verricht, zal dit effect bij deze metingen zeer gering zijn.

Laboratoriummetingen aan grondmonsters (zeefkromme-analyses, Darcy-tests), worden in het algemeen als minder geschikt beschouwd, omdat deze doorgaans minder betrouwbare resultaten geven dan veldmetingen. Bovendien zijn de resultaten slechts representatief voor het genomen monster. Zeker in studiegebieden, gekenmerkt door een variabele bodemopbouw, zullen laboratoriummetingen minder betrouwbare resultaten opleveren.

In dit plangebied, met een grondwaterpeil van ongeveer 1,6 – 1,9 meter onder maaiveld, is de Hooghoudt boorgatmethode toegepast. Deze test meet de *verzadigde* doorlatendheid van de ondergrond. Het resultaat geeft een aanduiding van de horizontale infiltratiesnelheid in de verzadigde zone en in mindere mate voor de verticale infiltratiesnelheid.

De werkwijze is als volgt: In de te onderzoeken bodemlaag wordt een peilfilter geplaatst en met filtergrind omstort. Na een stabilisatieperiode wordt in een zeer kort tijdsbestek een hoeveelheid water uit het filter onttrokken. Vervolgens wordt de tijd gemeten waarbij de waterhoogte in het filter zich herstelt tot het oorspronkelijke niveau.

Uit de snelheid waarmee dit gebeurt, kan de doorlatendheid van de bodemlaag worden berekend.

De berekening van de infiltratiewaardes uit de meetresultaten is voor deze studie een speciaal softwarepakket gebruikt, namelijk Superslug Versie 3.2.

#### 3.2 Uitvoering, resultaten en interpretatie

Op 4 mei 2010 zijn in totaal, verspreid over het studiegebied, 5 filters geïnstalleerd.

2 filters van doorsnede 32 mm zijn met filtergrind (deeltjesgrootte 1,0 - 1,6 mm) omstort. Deze 2 filters zijn geplaatst als peilbuis op de onderzoekslocatie (afgesloten met bentoniet).

De 3 andere filters hebben een diameter van 44 mm en zijn omstort met filtergrind (deeltjesgrootte 1,0 – 1,6 mm). De doorsnede van elke boring is globaal 0,1 meter.

Zie bijlage 3 voor de meetpuntlocaties (en fotostandplaatsen) en bijlage 4 voor de boorprofiel beschrijvingen

en de aangetroffen grondwaterpeilen. In bijlage 5 zijn foto's van het studiegebied opgenomen.

In de 5 filters zijn totaal 10 tests uitgevoerd, 2 per filter.

Voor deze testen zijn de desbetreffende filters leeggepompt met behulp van een slangenpomp, waarna het herstel van de waterspiegel werd gemeten met behulp van een "Diver®". Deze is ingesteld op een meetfrequentie van één meting per 5 seconden. De opnametijd voor elke meting is maximaal 20 minuten of korter bij hoge infiltratiesnelheden.

Na beëindiging van de meetwerkzaamheden worden de geregistreerde meetgegevens van de "Diver" uitgelezen, geïnterpreteerd en verwerkt.

In tabel 3.1 zijn de meetresultaten uitgewerkt.

meet punt	test nummer	k [m/d]
1	1	0.98
1	2	1.02
2	1	0.54
2	2	0.53
4	1	0.67
4	2	0.71
5	1	0.64
5	2	0.61
6	1	0.92
6	2	0.91

Tabel 3.1 Berekende k-waarden

Uit de tabel kan het volgende worden afgeleid:

- In alle metingen overschrijdt de berekende doorlatendheid ruim de minimale limietwaarde voor infiltratie van regenwater, die 0,42 m/d bedraagt.
- Het gemiddelde van alle berekende k-waarden bedraagt 0,75 meter per dag.
- De optredende verschillen tussen de duplo-metingen zijn acceptabel. Alle waarden zijn van een vergelijkbare orde grootte.
- De gemeten waarden komen overeen met de literatuurwaarden voor zeer fijn zand.

## 4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Samenvattend kan het volgende worden opgemaakt uit het infiltratieonderzoek:

Uit de boorgegevens kan worden opgemaakt dat de bodem de eerste 0,5 meter uit fijn, zwak siltig en zwak humeus zand bestaat. Vanaf 0,5 tot 3,20 meter onder maaiveld overwegend bestaat het uit een pakket zand, zeer fijn, zwak siltig.

De grondwaterstand ligt op circa 1,6 – 1,9 meter onder maaiveld.

De verzadigde doorlatendheid ter plaatse is bepaald door in 5 boringen, in totaal 10 “Slugtests” uit te voeren.

Het gemiddelde van alle *boven* de limietwaarde van  $k = 0,42$  m/d berekende waarden bedraagt circa 0,75 meter per dag. Een dergelijke doorlatendheid is geschikt voor de aanleg van infiltratievoorziening(en).

Geconcludeerd wordt dat de ondergrond binnen het studiegebied in de omgeving van alle boorpunten geschikt wordt geacht voor het infiltreren van regenwater.

Voor het dimensioneren van eventuele infiltratievoorzieningen binnen het studiegebied kan worden uitgegaan van een horizontale doorlatendheid van circa 0,65 meter per dag. Hierbij is rekening gehouden met de praktijkervaring met infiltratievoorzieningen, dat in verloop van de tijd de doorlatendheid van de bodem afneemt, door bijvoorbeeld de afzetting van zeer fijn zand. De verticale doorlatendheid zal een factor 5 tot 25 lager liggen.

Praktijkervaring met infiltratievoorzieningen laat zien dat de doorlaatbaarheid van de bodem ter plaatse van de voorziening na verloop van tijd afneemt. Dit hangt samen met een aantal processen, zoals dichtslibben van de bodem.

## BIJLAGE 1

### Topografische overzichtskaart



Deze kaart is noordgericht. Schaal 1: 12500

Hier bevindt zich Kadastraal object MAARHEEZE G 558  
 Vennenweg, GASTEL

© De auteursrechten en databankenrechten zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster.

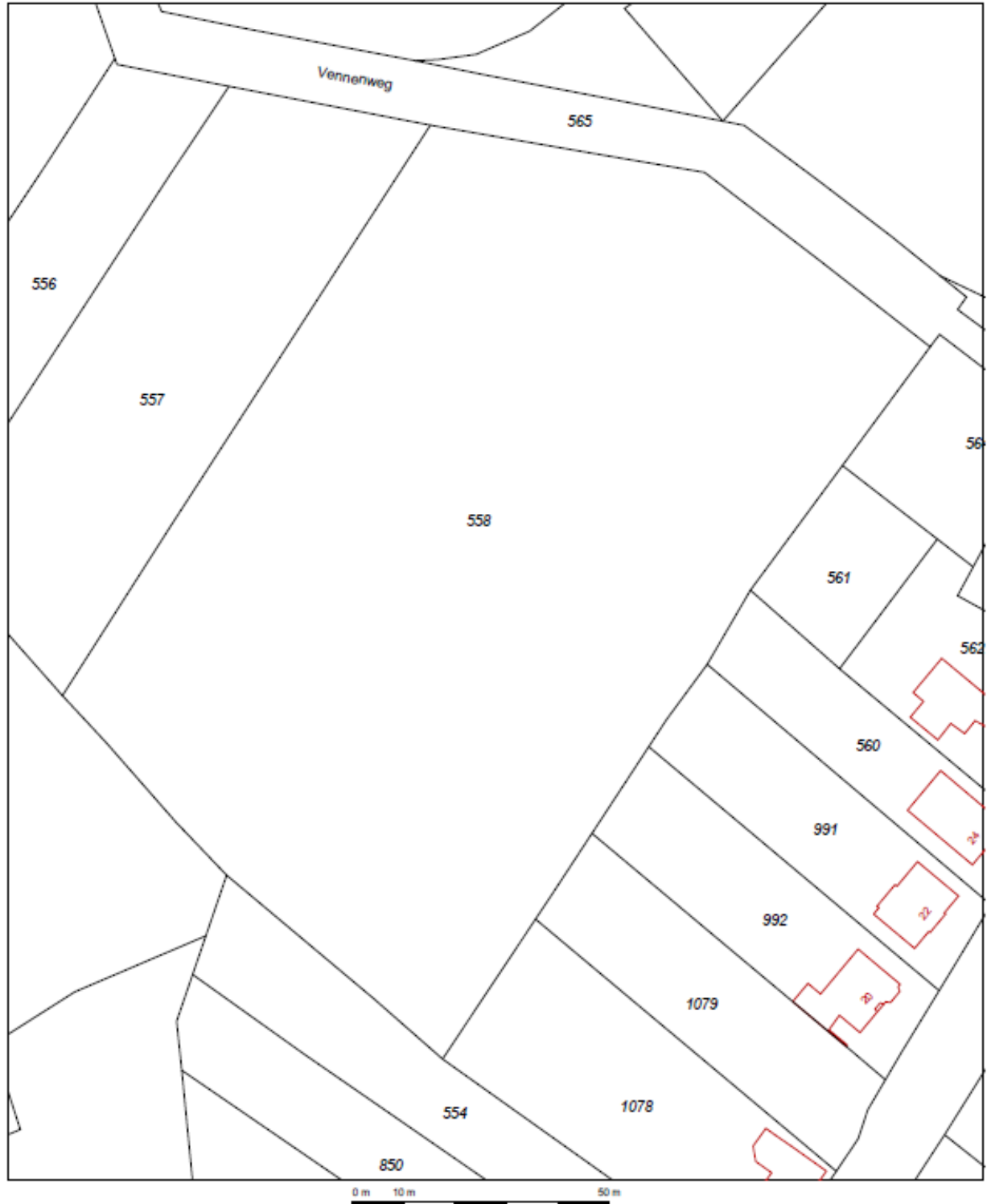
<p><b>bebouwd gebied</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a huizenblok, groot gebouw</li> <li>b huizen</li> <li>c hoogbouw</li> <li>d kas</li> </ul> <p><b>wegen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>autoweg</li> <li>hoofdweg met gescheiden rijbanen</li> <li>hoofdweg</li> <li>regionale weg met gescheiden rijbanen</li> <li>regionale weg</li> <li>lokale weg met gescheiden rijbanen</li> <li>lokale weg</li> <li>weg met losse of slechte verharding</li> <li>overharde weg</li> <li>straat/overige weg</li> <li>wandgebied</li> <li>fietspad</li> <li>pad, voetpad</li> <li>weg in aanleg</li> <li>weg in ontwerp</li> <li>veduct</li> <li>tunnel</li> <li>waterbrug</li> <li>beweegbare brug</li> <li>brug op pijlen</li> </ul>	<p><b>spoorwegen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>spoorweg enkelspoor</li> <li>spoorweg dubbelspoor</li> <li>spoorweg driespoor</li> <li>spoorweg vierspoor</li> <li>a station b kadeperron</li> <li>baan</li> <li>a metro bovengronds b metrostation</li> </ul> <p><b>hydrografie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>waterloop: smaller dan 3 m</li> <li>waterloop: 3-6 m breed</li> <li>waterloop: breder dan 6 m</li> <li>a schutklep b brug</li> <li>c vorder d kooiland</li> <li>a grondduiker b stuw</li> <li>c duiker d sluis</li> </ul> <p><b>bodemgebruik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a weide met stenen</li> <li>b bouwland met grappels</li> <li>c boomgaard</li> <li>d fruitkwekerij</li> <li>e boomkwekerij</li> <li>f weide met populieren</li> <li>g loofbos</li> <li>h naaldbos</li> <li>i gemengd bos</li> <li>j grond</li> <li>k heide</li> <li>l zand</li> <li>m gras en riet</li> <li>n heide en houtwal</li> </ul>	<p><b>overige symbolen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a kerk, molens</li> <li>b toren, hoge koepel</li> <li>c kerk, moskee met toren</li> <li>d merkt object</li> <li>e watertoren</li> <li>f vuurtoren</li> <li>a gemeentehuis b postkantoor</li> <li>c politiebureau d wijkwizer</li> <li>a kapel b kraal</li> <li>c vlerpijp d telescoop</li> <li>a windmolen b watermolen</li> <li>c windmolentje d windturbine</li> <li>a oliepompinstallatie</li> <li>b assemblage</li> <li>c zendmast</li> <li>a hunebed b monument</li> <li>c poldergemaal</li> <li>a begravingplaats</li> <li>b boom c paal</li> <li>d opstal</li> <li>a kampeertuin</li> <li>b appartement</li> <li>c woonhuis</li> <li>schietbaan</li> <li>afwatering</li> <li>hoogspanningsleiding met mast</li> <li>muur</li> <li>geuldewering</li> </ul>
---	--	--

## BIJLAGE 2

Kadastrale situatie

Uittreksel Kadastrale Kaart

Uw referentie: AM10037-GR



Deze kaart is noordgericht		Schaal 1:1000		
12345	Perceelnummer	Kadastrale gemeente		MAARHEEZE
25	Huisnummer	Sectie		G
—	Kadastrale grens	Perceel	558	
—	Voorlopige grens			
—	Bebouwing			
—	Overige topografie			

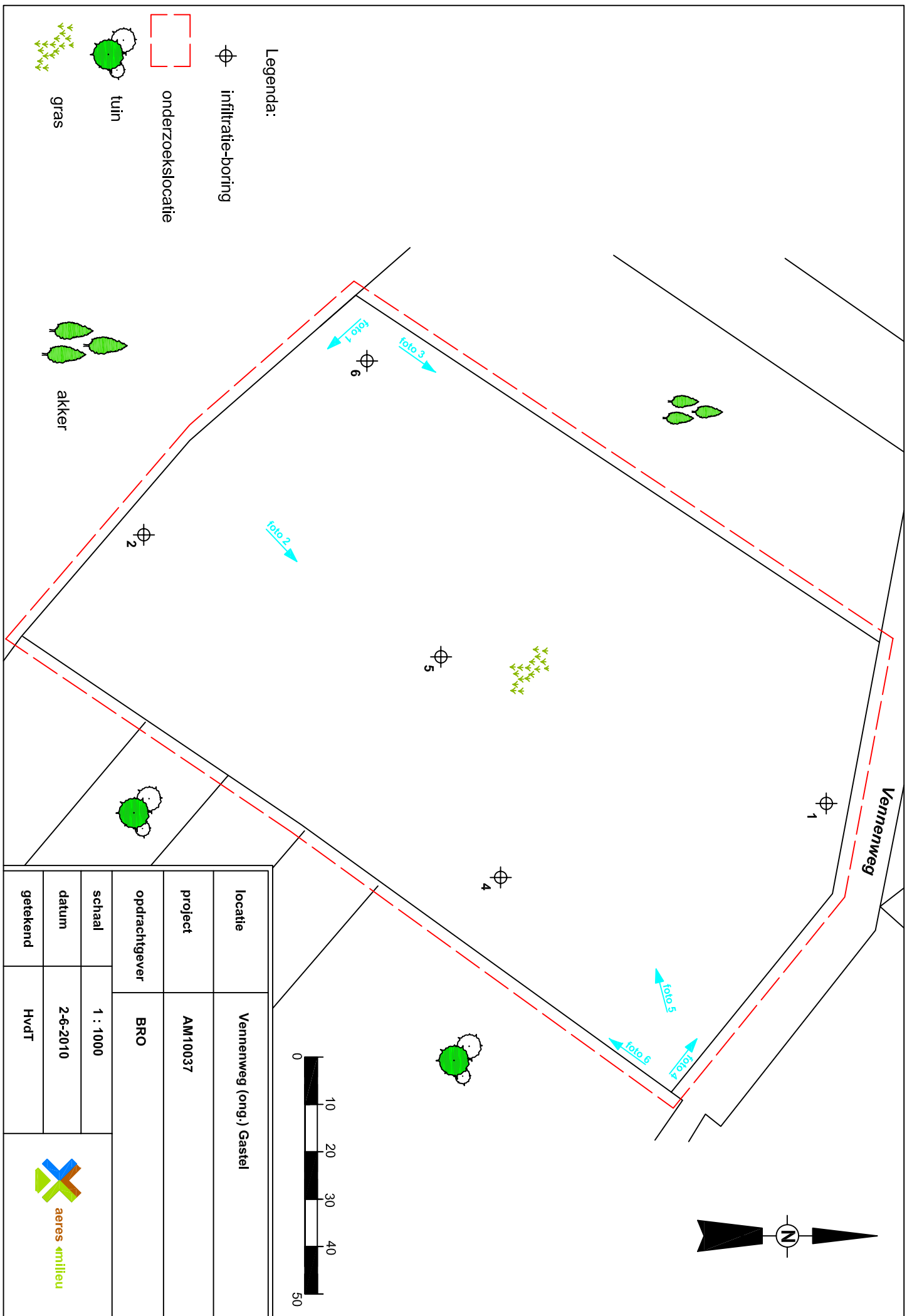
Voor een eensluidend uittreksel, EINDHOVEN, 7 juni 2010  
De bewaarder van het kadaster en de openbare registers

Aan dit uittreksel kunnen geen betrouwbare maten worden ontleend.  
De Dienst voor het kadaster en de openbare registers behoudt zich de intellectuele eigendomsrechten voor, waaronder het auteursrecht en het databankenrecht.

## BIJLAGE 3

Situatietekening onderzoekslocatie met meetpunten en  
fotostandplaatsen





Legenda:

⊕ infiltratie-boring

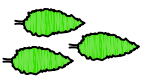
□ onderzoeklocatie



tuin

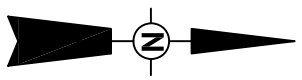
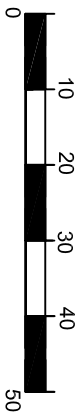


gras



akker

locatie	Vennenweg (ong.) Gastel	
project	AM10037	
opdrachtgever	BRO	
schaal	1 : 1000	
datum	2-6-2010	
getekend	HvdT	

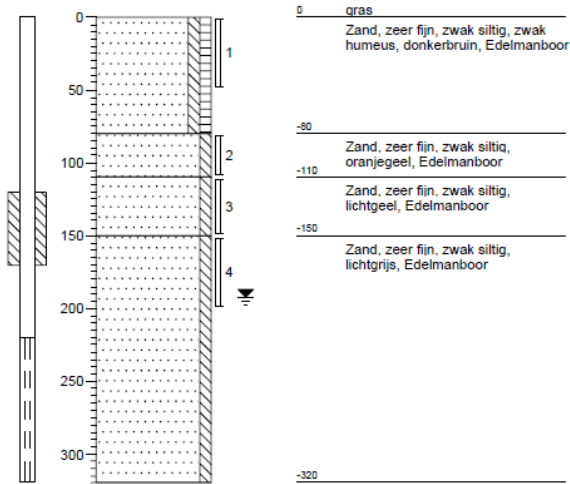


aeres milieu

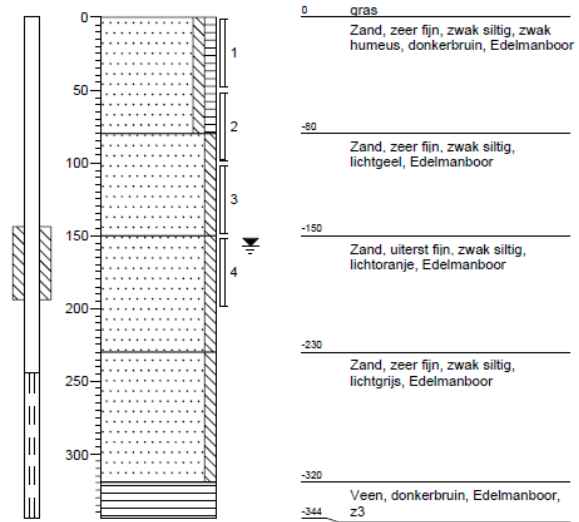
## BIJLAGE 4

### Boorprofielen

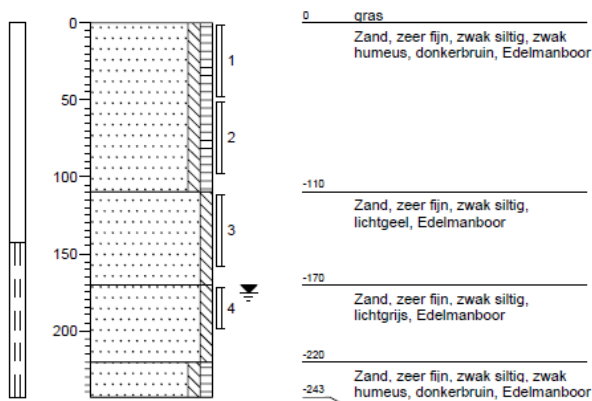
**Boring: 1**



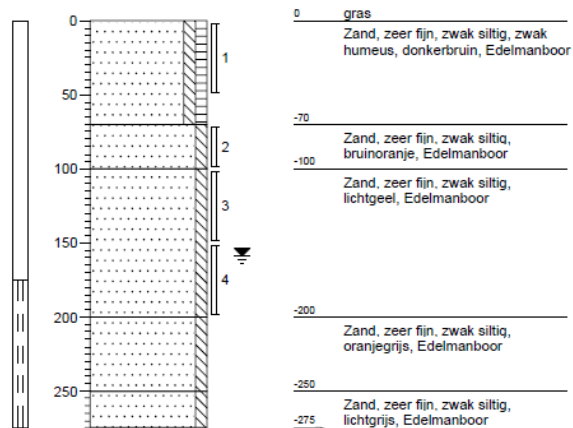
**Boring: 2**



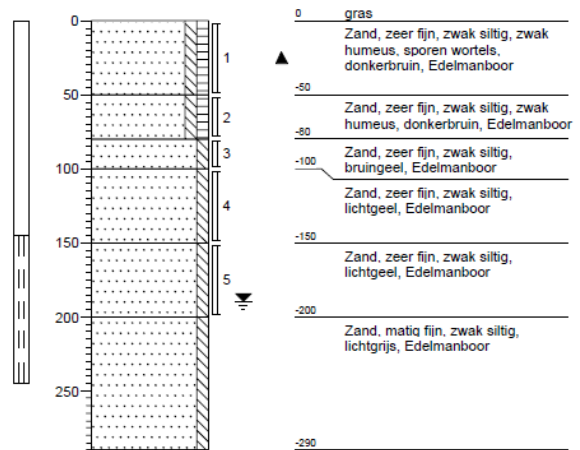
**Boring: 4**



**Boring: 5**


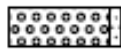
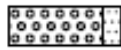
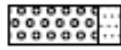


**Boring: 6**

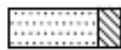


**Legenda (conform NEN 5104)**


**grind**

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

**zand**

-  Zand, kleilig
-  Zand, zwak ciltig
-  Zand, matig ciltig
-  Zand, sterk ciltig
-  Zand, uiterst ciltig

**veen**

-  Veen, mineraalarm
-  Veen, zwak kleilig
-  Veen, sterk kleilig
-  Veen, zwak zandig
-  Veen, sterk zandig

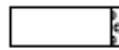
**klei**

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

**leem**

-  Leem, zwak zandig
-  Leem, sterk zandig






**overige toevoegingen**

-  zwak humeuc
-  matig humeuc
-  sterk humeuc
-  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

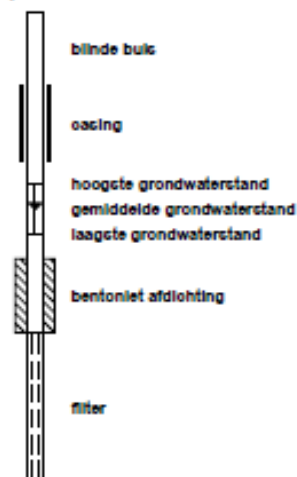
**monsters**

-  geroerd monster
-  ongeroerd monster

**overig**

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

**peilbuis**



## BIJLAGE 5

Foto's plangebied



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6