

**Rapport**  
**Indicatief Infiltratieonderzoek**  
Plangebied 'Keup (G, 4057)'  
Helden  
AM10414-3a

**Opdrachtgever**

BRO  
Industriestraat 94  
5931 PK Tegelen

**Projectnummer**

Aeres Milieu projectnummer AM10414-3a

**Status rapport**

Definitief

**Autorisatie**

Opsteller rapport:	paraaf	datum
M. Vrolix, bc.		28 maart 2011
Kwaliteitscontrole:	paraaf	datum
ing. B.W. Buizer		28 maart 2011



## INHOUDSOPGAVE

<b>1. INLEIDING</b>	<b>3</b>
<b>2. INFILTRATIEONDERZOEK</b>	<b>5</b>
<b>3. VELDMETINGEN</b>	<b>7</b>
3.1 <i>Opzet</i> .....	7
3.2 <i>Uitvoering, resultaten en interpretatie</i> .....	7
3.2.1 <i>Veldwerk</i> .....	7
3.2.2 <i>Porchet-tests</i> .....	8
<b>4. SAMENVATTING, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</b>	<b>9</b>

### Bijlagen:

<b>1</b>	Topografische overzichtskaart en kadastrale situatie
<b>2</b>	Situatietekening onderzoekslocatie met meetpunten en fotostandplaatsen
<b>3</b>	Boorprofielen
<b>4</b>	Foto's onderzoekslocatie



## 1. INLEIDING

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

Adres onderzoekslocatie	: Keup (G, 4057), Helden
Gemeente	: Peel en Maas
Oppervlakte onderzoekslocatie	: circa 1.000 m <sup>2</sup>
Kadastrale registratie	: sectie G, nr. 4057 (ged.)
Coördinaten R.D.stelsel	: X = 196.795 / Y = 369.283
Peil maaiveld	: circa 33,3 meter + NAP
Peil grondwater	: circa 30,6 meter + NAP
Waterschap	: Peel en Maasvallei
Huidig perceelsgebruik	: agrarisch (akkerland)
Toekomstig perceelsgebruik	: nieuwbouw Ruimte voor Ruimte woning

Aanleiding voor het laten uitvoeren van dit onderzoek is de voorgenomen herontwikkeling van de locatie (voorgenomen nieuwbouw Ruimte voor Ruimte woning). Zie bijlage 1 voor een topografisch en kadastraal overzicht. Op onderstaande luchtfoto is de globale begrenzing van het plangebied aangegeven. In bijlage 4 zijn foto's van de onderzoekslocatie opgenomen.



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 (on)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 piekaanvoer op de Afval Water Zuivering Installatie(AWZI);
- mogelijkheid tot hergebruik van afgekoppelde neerslag.

De gemeente Peel en Maas en het Waterschap Peel en Maasvallei 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 op 10 maart 2011.

Bij een infiltratieonderzoek is sprake van steekproefsgewijze metingen, (willekeurig) verspreid over de onderzoekslocatie. Het 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.

Opgemerkt dient te worden dat deze resultaten slechts een indicatie geven van de infiltratiesnelheid op de onderzoekslocatie. Voor de uitwerking van een infiltratiesysteem dienen er nadere metingen en berekeningen uitgevoerd te worden.

## 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 ( $k_i$ ) van  $1 - 5 \cdot 10^{-6}$  m/s (ca. 0,09 - 0,43 m/d ofwel 3,6 - 18 mm/uur) vereist is voor het succesvol toepassen van regenwaterinfiltratie. 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 poriënkanaalen 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.

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 2.1 en 2.2 worden de gevonden waarden samengevat.

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 2.1: literatuurwaarden voor de doorlatendheid van diverse sedimenten in de landbouwliteratuur

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

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 2.2: 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 wat 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.

Uit de beschikbare boorgegevens, verzameld tijdens deze studie blijkt dat de bodem (<1,7 m–mv.) hoofdzakelijk bestaat uit zand, zeer fijn, zwak siltig.

De globale bodemopbouw wordt schematisch weergegeven in tabel 2.1 voor Keup en omgeving.

Diepte [m-mv]	Lithostratigrafie	Lithologie	Hydrogeologie
0 – 4	formatie Boxtel	Zand, zeer tot matig fijn, zwak siltig	matig doorlatend
4 – 11	formatie Boxtel	Leem, zwak tot matig zandig	Slecht doorlatend
11 – 12,8	formatie Boxtel	Zand, matig fijn, zwak siltig	matig doorlatend
12,8 - 31	formatie Beegden	Zand, zeer tot matig grof, zwak tot matig siltig	goed doorlatend

Tabel 2.3: Geo(hydro)logische indeling (bron: Dinoloket)

De stroming van het grondwater is oostelijk gericht en bevindt zich volgens het dinoloket en de meting in de aanwezige peilbuis (Aeres rapport AM10414-3, d.d. maart 2011) op de locatie op een hoogte van circa 30,6 m + NAP.

De onderzoekslocatie bevindt zich niet binnen een attentie of beschermingsgebied behorend tot een waterwingebied.

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



### 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.

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 hier rekening mee worden gehouden.

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 dit studiegebied, gekenmerkt door een variabele bodemopbouw, zullen laboratoriummetingen minder betrouwbare resultaten opleveren.

In het plangebied, met een grondwaterpeil dieper dan 2 meter onder maaiveld, is de doorlatendheid in de *onverzadigde zone* bepaald door middel van een "Porchet-test". Deze test is ook bekend onder de naam "omgekeerde boorgatmethode" (inversed auger hole method).

Voor een Porchet-test wordt een onverbuisd boorgat van ongeveer 1,5 meter onder maaiveld, verscheidene malen met water gevuld, totdat de grond rond het boorgat verzadigd is met water en de infiltratiesnelheid min of meer constant is. Vervolgens wordt de snelheid waarmee het peil in het boorgat daalt, gemeten. Hieruit kan de doorlatendheid worden bepaald.

De Porchet-test meet vooral de horizontale doorlatendheid van de onverzadigde zone en in mindere mate de verticale doorlatendheid.

#### 3.2 Uitvoering, resultaten en interpretatie

##### 3.2.1 Veldwerk

Op 10 maart 2011 zijn op twee plaatsen binnen het plangebied metingen uitgevoerd. De testlocaties staan aangegeven in bijlage 2. De boorprofielen zijn weergegeven in bijlage 3. Het terrein is vanaf de weg licht oplopend. Boring 2 is doorgezet tot 2 meter.

Als meetdiepte is geboord tot circa 1,5 meter onder maaiveld. Er wordt vanuit gegaan dat op deze diepte geen bodemvormende processen meer plaatsvinden of andere verschijnselen aanwezig zijn die de metingen kunnen beïnvloeden.

### 3.2.2 Porchet-tests

Voor de Porchet-tests is het meetpunt, na een periode van “voornatting”, gevuld met water, waarna de daling van de waterspiegel is gemeten met behulp van een “Diver”. Deze zijn in beide meetpunten in enkelvoud uitgevoerd.

In tabel 3.1 worden de analyseresultaten samengevat.

Boring	infiltratiesnelheid [meter/dag]	Opmerkingen
1A	2,9	Geen bijzonderheden
2	1,3	Leemlaag begint op 1,7 meter onder maaiveld

Tabel 3.1: Meetresultaten Porchet-tests

De gemeten waarden komen overeen met de literatuurwaarden.

De resultaten verkregen uit de Porchet-test hebben een horizontale infiltratiesnelheid van circa 2,1 meter per dag. Dit is een zeer lage waarde voor een Porchet-test, die de slechte doorlatendheid van het bodemtraject 0,5 tot 1,5 meter onder maaiveld illustreert. In de verticale richting zal de infiltratie een factor 10 lager zijn. Deze infiltratiesnelheid is slecht voor het infiltreren van hemelwater maar “sterk vertraagde” infiltratie in combinatie met de realisatie van een bergingsbassin is wel mogelijk.

Voldoende bergingscapaciteit van *hemelwater* zal zeker nodig zijn aangezien de infiltratiesnelheid zeer laag is.

#### 4. SAMENVATTING, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Samenvattend kan het volgende worden opgemaakt uit het infiltratieonderzoek:

Uit de boringen die ter plaatse zijn uitgevoerd, blijkt dat het bodemtraject van 0 tot 1,7 onder maaiveld overwegend bestaat zand, zeer fijn, zwak siltig. Deze laag vertoont een slechte tot matige doorlatendheid. Voorts is bij het doorzetten van boring 2 op 1,7 meter onder maaiveld een leemlaag aangetroffen.

De onverzadigde doorlatendheid (infiltratiesnelheid) is bepaald door middel van de Porchet-test. De metingen zijn uitgevoerd in enkelvoud in twee boorpunten verspreid over de onderzoekslocatie.

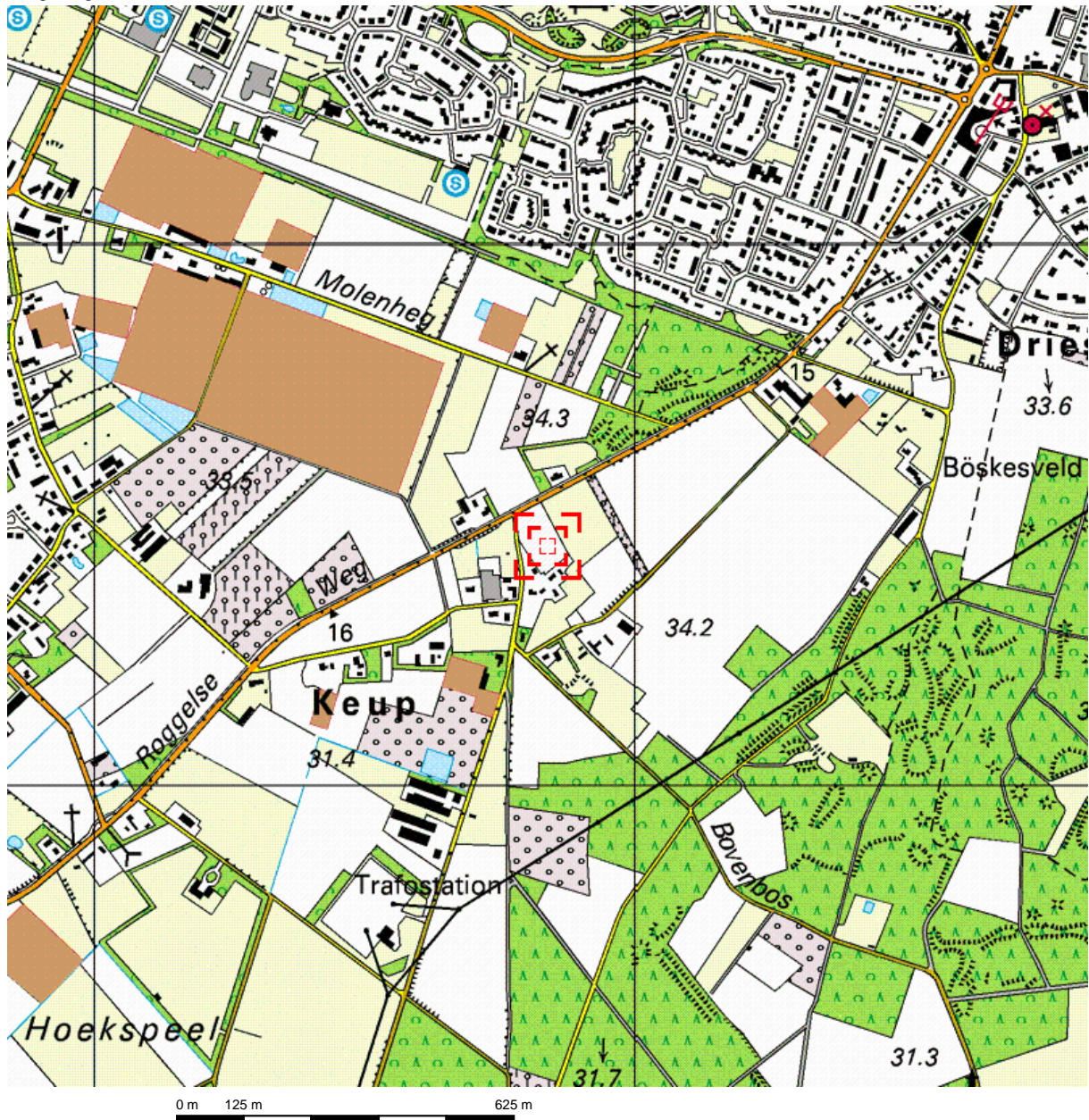
De Porchet-tests geven een gemiddelde horizontale bodemdoorlatendheid van circa 2,1 meter per dag. De verticale infiltratiesnelheid is een factor 10 lager.

Op grond van de testresultaten wordt geconcludeerd dat de bodemdoorlatendheid op de locatie **ongeschikt** is voor *snelle* infiltratie van neerslag. Indien de realisatie van een infiltratiesysteem, met een weliswaar sterk vertraagde infiltratie, gewenst is, dient een voldoende grote bergingscapaciteit voorzien te worden.

Opgemerkt dient te worden dat deze resultaten slechts een indicatie geven van de infiltratiesnelheid op de onderzoekslocatie. Voor de uitwerking van een eventueel infiltratiesysteem dienen er nadere metingen en berekeningen uitgevoerd te worden.

## BIJLAGE 1

Topografische overzichtskaart en kadastrale situatie



Deze kaart is noordgericht.

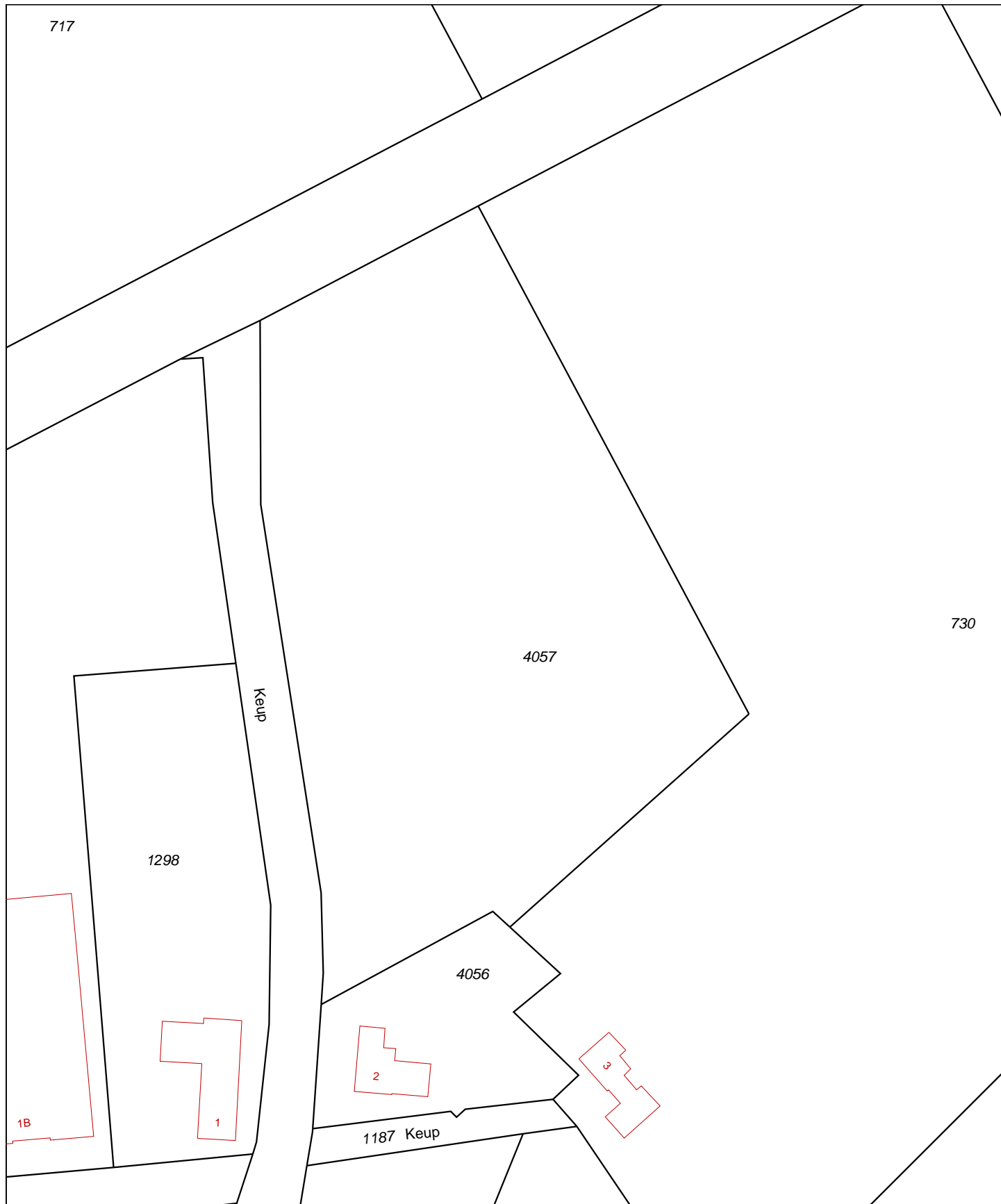
Schaal 1: 12500

Hier bevindt zich Kadastraal object HELDEN G 4057  
Keup, EGCHL

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



<p><b>bebouwd gebied</b></p> <p>a huizenblok, groot gebouw b huizen c hoogbouw d kas</p> <p><b>wegen</b></p> <p>autosnelweg hoofdweg met gescheiden rijbanen hoofdweg regionale weg met gescheiden rijbanen regionale weg lokale weg met gescheiden rijbanen lokale weg weg met loose of slechte verharding onverharde weg straat/overige weg wandelgebied fietspad pad, voetpad weg in aanleg weg in ontwerp</p> <p>viaduct tunnel vaste brug bewegbare brug brug op pijlers</p>	<p><b>spoorwegen</b></p> <p>spoorweg: enkelspoor spoorweg: dubbelspoor spoorweg: driesporig spoorweg: viersporig a station b laadperron tram a metro bovengronds b metrostation</p> <p><b>hydrografie</b></p> <p>waterloop: smaller dan 3 m waterloop: 3-6 m breed waterloop: breder dan 6 m</p> <p>a schutsluis b brug c vonder d koedam a grondduiker b stuw c duiker d sluis</p> <p><b>bodemgebruik</b></p> <p>a weide met sloten b bouwland met greppels c boomgaard d fruitkwekerij e boomkwekerij f weide met populieren g loofbos h naaldbos i gemengd bos j griend k heide l zand m dras en riet n heg en houtwal</p>	<p><b>overige symbolen</b></p> <p>a kerk, moskee b toren, hoge koepel c kerk, moskee met toren d markant object e watertoren f vuurtoren</p> <p>a gemeentehuis b postkantoor c politiebureau d wegwijzer a kapel b kruis c vlampijp d telescoop a windmolen b watermolen c windmolentje d windturbine a olijepompinstallatie b seinmast c zendmast a hunebed b monument c poldergemaal a begraafplaats b boom c paal d opslagtank a kampeerterrain b sportcomplex c ziekenhuis schietbaan afrastrering hoogspanningsleiding met mast muur geluidswering</p>
---	---	---

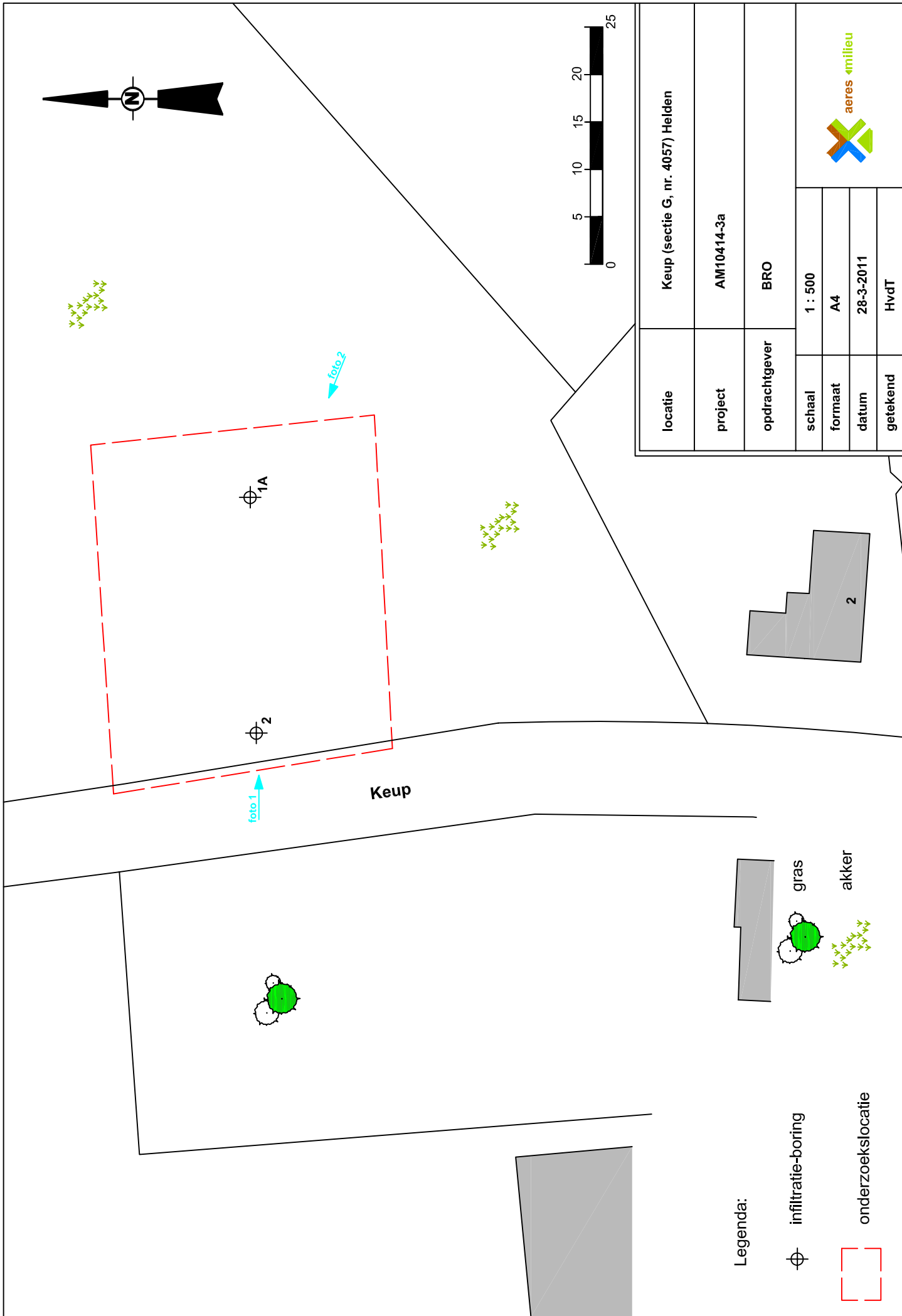


0 m 10 m 50 m

Deze kaart is noordgericht		Schaal 1:1000		
12345	Perceelnummer	Kadastrale gemeente	HELDEN	
25	Huisnummer	Sectie	G	
—	Kadastrale grens	Perceel	4057	
—	Voorlopige grens			
—	Bebouwing			
—	Overige topografie			
<p>Voor een eensluitend uittreksel, ROERMOND, 1 maart 2011          De bewaarder van het kadaster en de openbare registers</p> <p>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.</p>				

## BIJLAGE 2

Situatietekening onderzoekslocatie met meetpunten en  
fotostandplaatsen



locatie	Keup (sectie G, nr. 4057) Helden			
project	AM10414-3a			
opdrachtgever	BRO			
schaal	1 : 500			
formaat	A4			
datum	28-3-2011			
getekend	HvdT			



Legenda:

⊕ infiltratie-boring

⊔ onderzoeksllocatie

gras

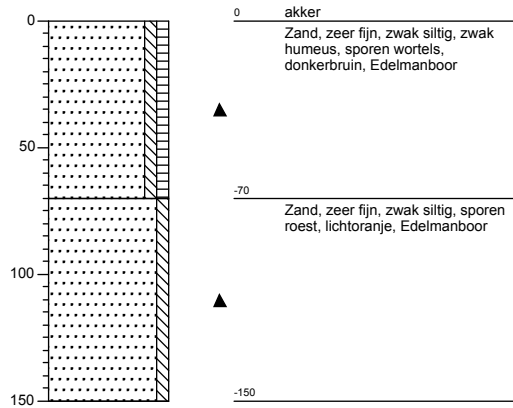
akker



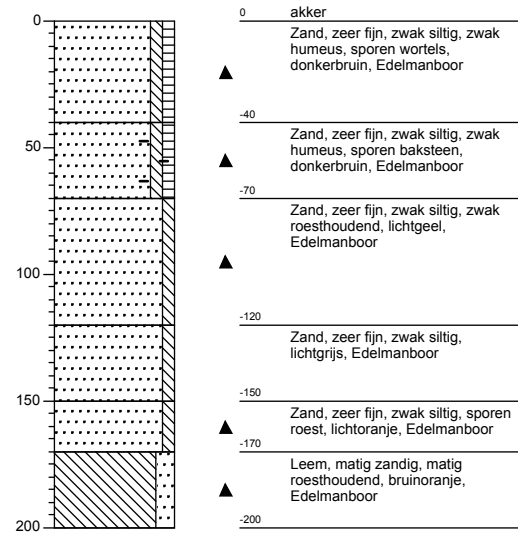
## BIJLAGE 3

### Boorprofielen

**Boring: 1A**



**Boring: 2**



# Legenda (conform NEN 5104)

## grind

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

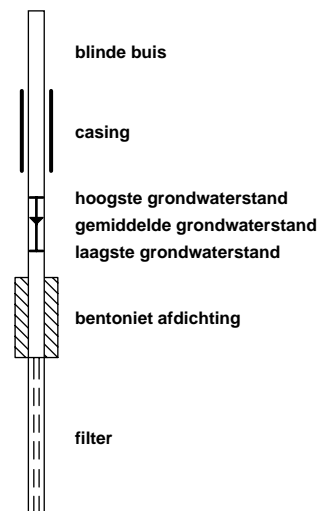
## zand

	Zand, kleiïg
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

## veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleiïg
	Veen, sterk kleiïg
	Veen, zwak zandig
	Veen, sterk zandig

## peilbuis



## 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
	ongeroerd monster

## overig

	bijzonder bestanddeel
	Gemiddeld hoogste grondwaterstand
	grondwaterstand
	Gemiddeld laagste grondwaterstand
	slib
	water

## BIJLAGE 4

Foto's plangebied



**Foto 1**



**Foto 2**