

RAPPORT
Indicatief infiltratieonderzoek
Plangebied Keup (H, 132)
Helden
AM10414-4a

Opdrachtgever

BRO
Industriestraat 94
5931 PK Tegelen

Projectnummer

Aeres Milieu projectnummer AM10414-4a

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

1. INLEIDING	3
2. INFILTRATIEONDERZOEK	5
3. VELDMETINGEN	7
3.1 Opzet	7
3.2 Uitvoering, resultaten en interpretatie	8
4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES	11

Bijlagen:

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

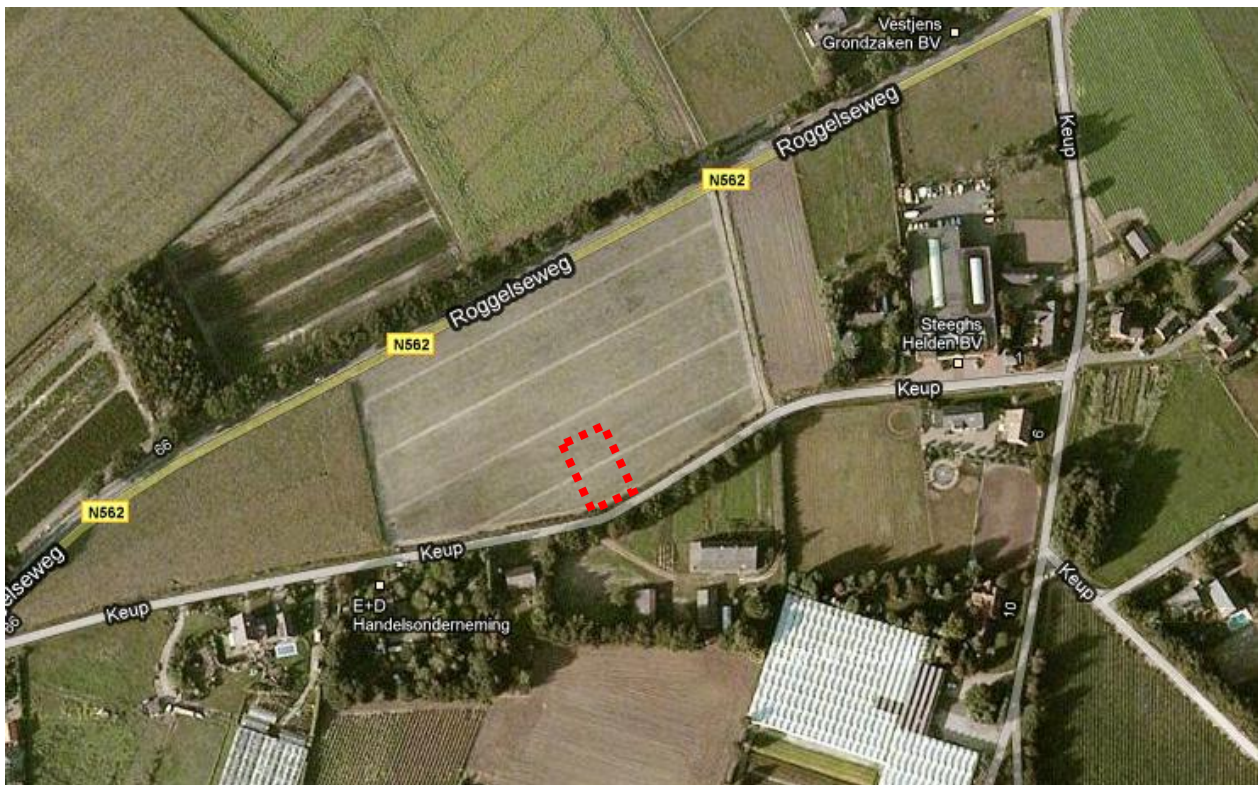
1. INLEIDING

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

Adres onderzoekslocatie	: Keup (H, 132) te Helden
Gemeente	: Peel en Maas
Kadastrale registratie	: Sectie H, nr. 132
Coördinaten R.D.stelsel	: X = 196.581 / Y = 369.283
Peil maaiveld	: circa 32 meter + NAP
Peil grondwater	: circa 30,6 meter + NAP
Oppervlakte	: circa 1.000m ²
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 (nieuwbouw Ruimte voor Ruimte woning), de mogelijkheid voor het aanleggen van een infiltratievoorziening en de verplichting hierbij ten minste hydrologisch neutraal te ontwikkelen. Zie bijlage 1 voor een topografisch en kadastraal overzicht.

Op onderstaande foto is globaal het studiegebied 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 vuilast in het oppervlaktewater terechtkomt;
- lagere piekaanvoer op de AfvalWater 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 in maart 2011.

Bij een 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_i) van $1 - 5 \cdot 10^{-6}$ m/s (ca. 0,09 - 0,43 m/d ofwel 3,6 - 18 mm/uur)¹ vereist is voor het succesvol toepassen van regenwaterinfiltratie². Bij een lagere doorlatendheid kunnen reducerende omstandigheden optreden in de onverzadigde zone, dat 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 poriëkanalen 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 (<2,5 m–mv.) hoofdzakelijk bestaat uit zeer fijn zand, zwak tot matig siltig.

De stroming van het freatisch grondwater is volgens Dino-loket in oostelijke richting, en bevindt zich op een hoogte van circa 1,4 meter onder maaiveld. De onderzoekslocatie bevindt zich niet binnen de grenzen van een beschermingsgebied of boringsvrijzone behorend bij een waterwingebied.

Voor zover bekend vinden op en in de directe omgeving van het studiegebied geen grootschalige grondwateronttrekkingen plaats, die de stroming van het freatisch grondwater beïnvloed.

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]	
	<i>Goed</i>	<i>Slecht</i>
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 zandig leem 0,62 m/d is.

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.

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 - 0,42 m/d.

De globale bodemopbouw wordt schematisch weergegeven in tabel 2.3 voor Keup en omgeving.

Diepte [m-mv.]	Lithostratigrafie	Lithologie	Hydrogeologie
0 – 4	formatie Bortel	Zand, zeer tot matig fijn, zwak tot sterk siltig	Slecht doorlatend
4 – 11	formatie Bortel	Leem, zwak tot matig zandig	Slecht doorlatend
11 – 12,8	formatie Bortel	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]

Beschikbare hydrogeologische informatie en recente boorprofielen duiden op een slechte doorlatendheid waardoor neerslag traag infiltreert richting freatisch grondwater.

3. VELDMETINGEN

3.1 Opzet

Om een indicatie van 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.

Per peilbuis is een meting 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 1,4 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.

Voor de berekening van de doorlatendheid van de bodem ter plaatse wordt in deze studie het software pakket Superslug Versie 3.2 gebruikt.

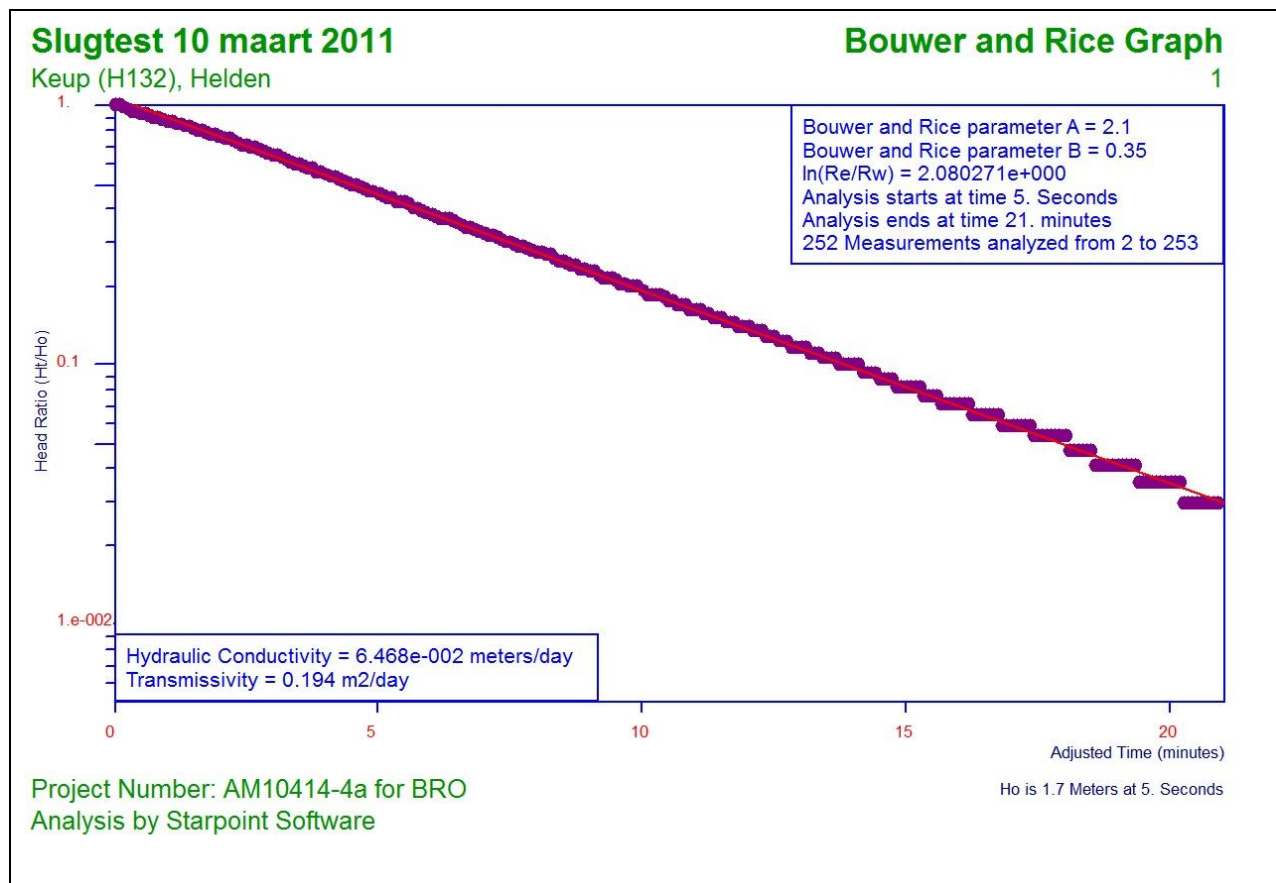
3.2 Uitvoering, resultaten en interpretatie

Op 10 maart 2011 zijn in totaal, verspreid over het studiegebied, 2 filters geïnstalleerd.

Elk filter (Ø 32 mm) is met filtergrind (deeltjesgrootte 1-1,6 mm) omstort. De doorsnede van elke boring is globaal 0,1 meter. Zie bijlage 2 voor de meetpuntlocaties (en fotostandplaatsen) en bijlage 3 voor de boorprofiel beschrijvingen. In bijlage 4 zijn foto's van het studiegebied opgenomen.

Voor deze testen zijn de desbetreffende filters snel 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 met het rekenprogramma Superslug®. Als rekenmethode is de vergelijking van Bouwer & Rice toegepast. Hieronder wordt bij wijze van voorbeeld de analyse van meting 1 in boorgat 1 getoond.



In tabel 3.1 zijn de meetresultaten uitgewerkt.

meet punt	test nummer	k [m/d]
1	1	0,065
2	1	0,068

Tabel 3.1: Berekende k-waarden

Uit de tabel kan het volgende worden afgeleid:

- De metingen in beide peilbuizen zijn nagenoeg identiek.
- Het gemiddelde van de berekende k-waarden van meetpunten 1 en 2 bedraagt 0,065 meter per dag. Deze lage waarden zijn te relateren aan de matig tot sterk siltige bodemlaag waarin de filters van de peilbuizen geplaatst zijn. Voorts is volgens het dinoloket op ongeveer 4 meter beneden maaiveld een leemlaag aanwezig.
- In de boorpunten 1 en 2 is de berekende doorlatendheid lager dan 0,09 m/d, wat betekent dat de ondergrond hier *ongeschikt* is voor de infiltratie van regenwater.
- De gemeten waarden in boorpunten 1 en 2 komen overeen met de literatuurwaarden voor leem en matig fijn, matig tot sterk siltig zand.
- Opgemerkt dient te worden dat de metingen slechts een indicatie geven van de werkelijke infiltratiesnelheid. Voor het eventueel dimensioneren van een infiltratievoorziening dienen bijkomende metingen uitgevoerd te worden.

4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Samenvattend kan het volgende worden opgemaakt uit het indicatief infiltratieonderzoek:

Uit de boorgegevens, verzameld tijdens deze studie, kan worden opgemaakt dat de bodem op een diepte tot 2,5 meter onder maaiveld hoofdzakelijk bestaat uit zeer fijn zand, zwak tot matig siltig. De grondwaterstand ligt op circa 1,4 meter onder maaiveld.

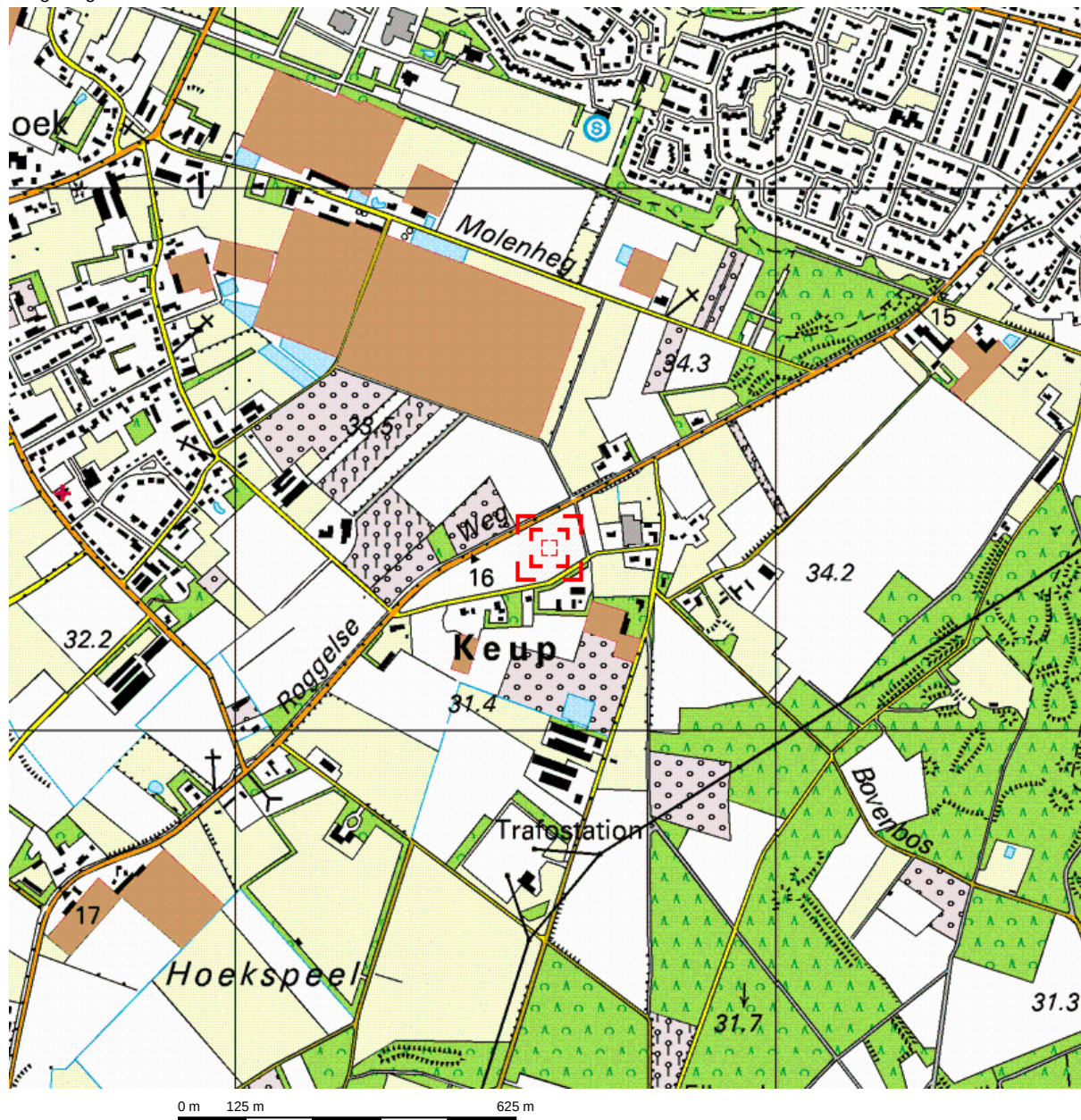
De verzadigde doorlatendheid ter plaatse is bepaald door in 2 boringen, in totaal 2 “Slugtests” uit te voeren. Het gemiddelde van de berekende k-waarden van meetpunten 1 en 2 bedraagt 0,065 meter per dag. Deze lage waardes zijn te relateren aan de sterk siltige tot lemige bodemlaag waarin de filters van de peilbuizen geplaatst zijn. Voorts is volgens het dinoloket op ongeveer 4 meter beneden maaiveld een leemlaag aanwezig.

In de meetpunten 1 en 2 is de berekende doorlatendheid lager dan 0,09 m/d, wat betekent dat de ondergrond hier **ongeschikt** is voor goede infiltratie van regenwater. Er kan voor een bovengrondse infiltratievoorziening geopteerd worden indien een voldoende grote berging gerealiseerd wordt waarbij, weliswaar sterk vertraagd, het regenwater infiltreert in de bodem. Dit neemt echter ruimte in beslag.

Opgemerkt dient te worden dat de metingen slechts een indicatie geven van de werkelijke infiltratiesnelheid. Voor het eventueel dimensioneren van een infiltratievoorziening dienen bijkomende metingen uitgevoerd te worden.

BIJLAGE 1

Topografische overzichtskaart en kadastrale situatie

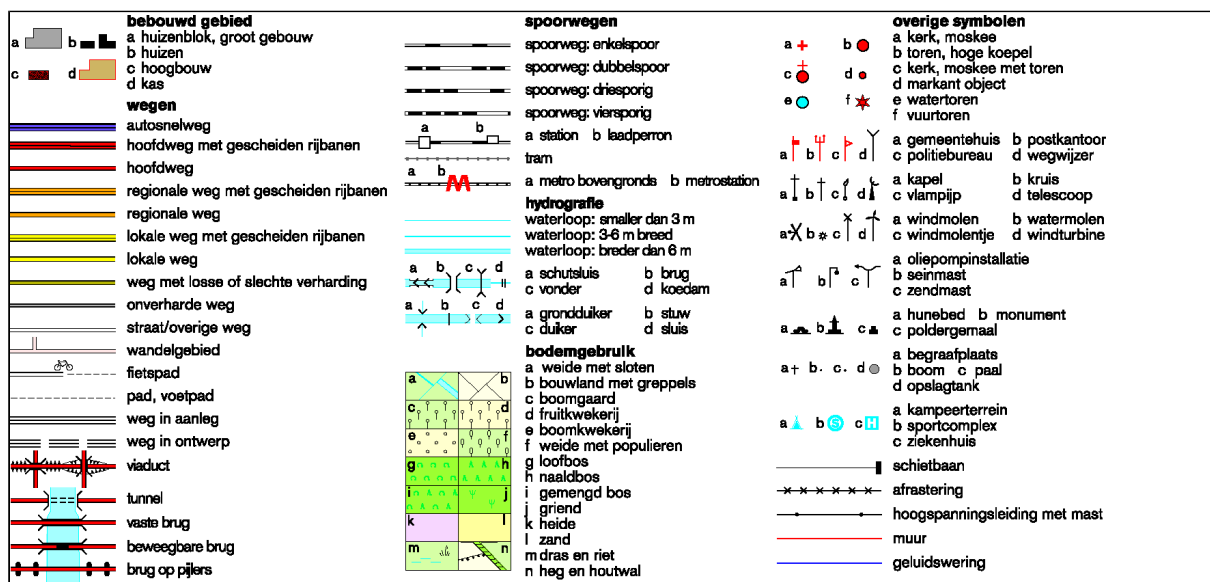


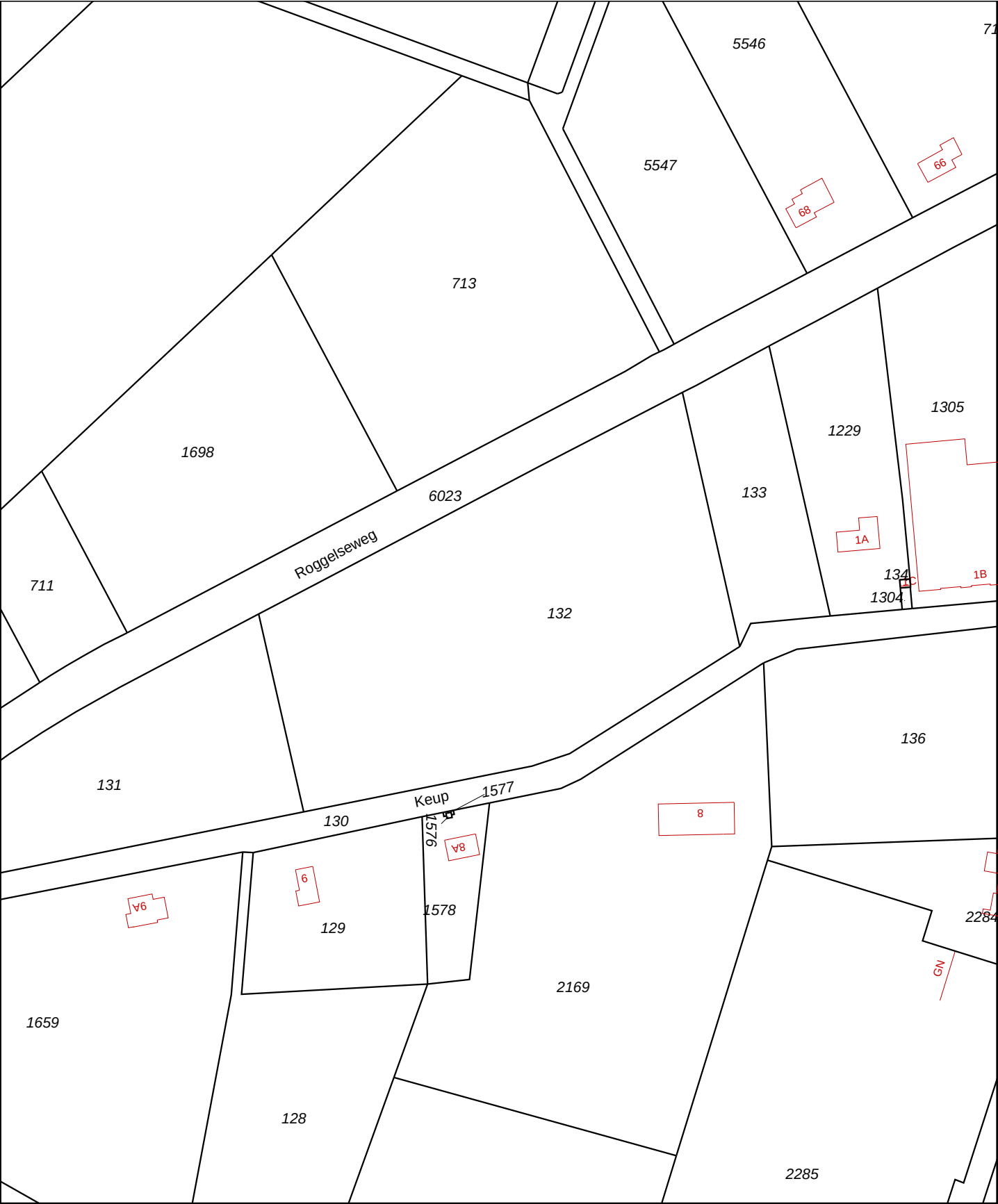
Deze kaart is noordgericht.

Schaal 1: 12500

Hier bevindt zich Kadastraal object HELDEN H 132
Keup, EGCHL

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





12345

25

Deze kaart is noordgericht

Perceelnummer

Huisnummer

Kadastrale grens

Voorlopige grens

Bebouwing

Overige topografie

Schaal 1:2000

Kadastrale gemeente

Perceel

HELDEN

H

132

Voor een eensluitend uittreksel, ROERMOND, 1 maart 2011

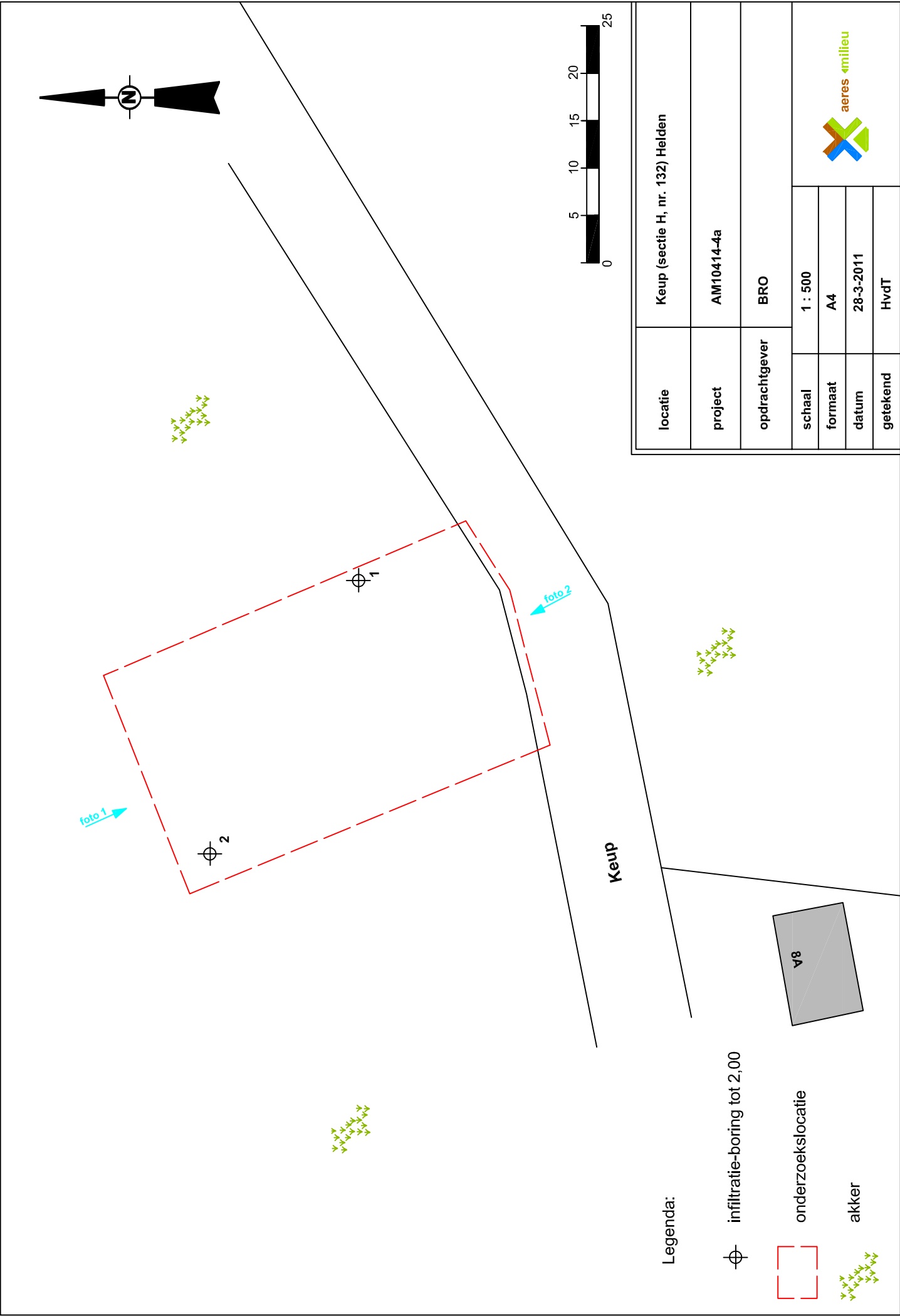
De bewaarder van het kadaster en de openbare registers

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 2

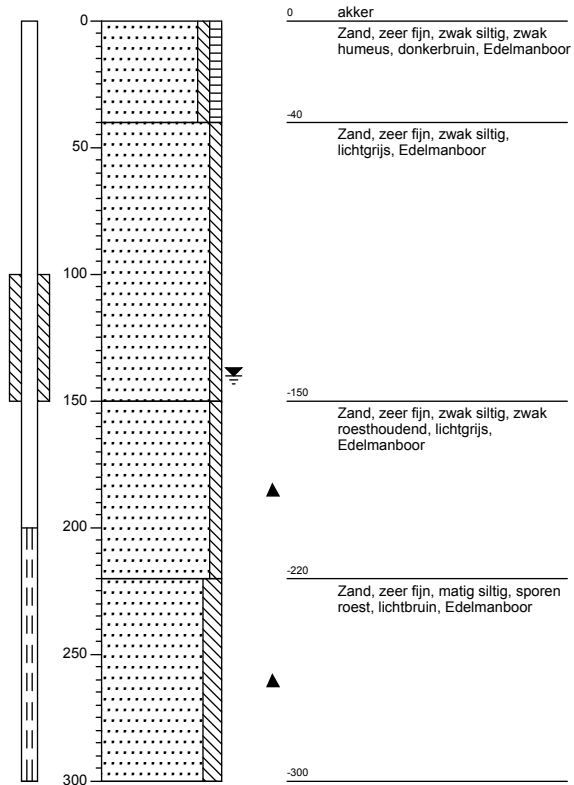
Situatietekening onderzoekslocatie met meetpunten en
fotostandplaatsen



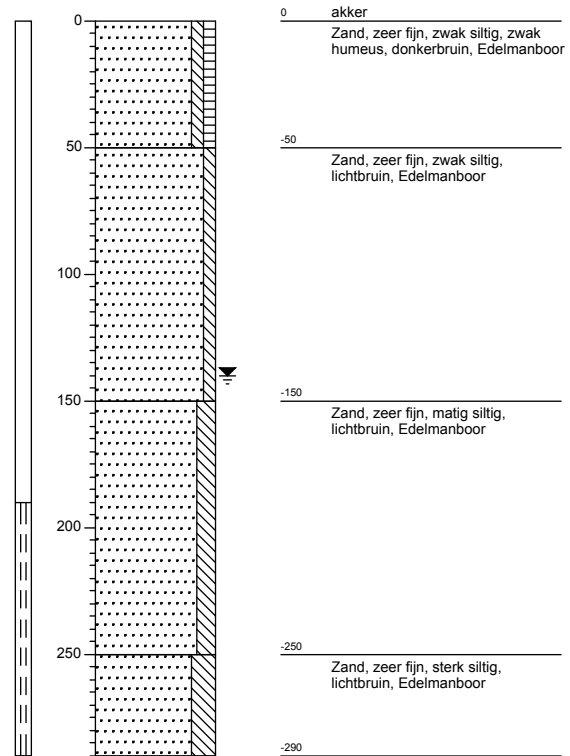
BIJLAGE 3

Boorprofielen

Boring: 1



Boring: 2



Legenda (conform NEN 5104)

grind

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

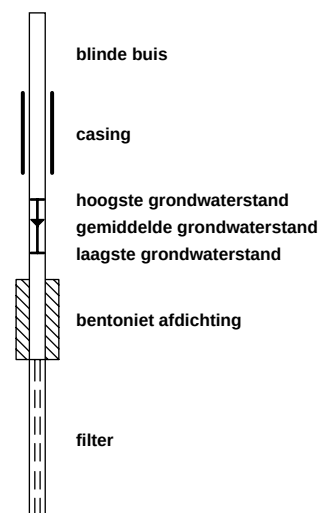
zand

	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

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