



bodeminzicht

Rapport

indicatief infiltratieonderzoek Bakkershof te Meterik

Bezoekadres Jekschotstraat 12
Postcode en plaats 5465 PG Veghel
Telefoon 0413 287068
Telefax 0413 474056
e-mail Info@bodem-inzicht.nl
internet www.bodem-inzicht.nl

Projectnaam Bakkershof te Meterik
Projectnummer B1117

Opdrachtgever Grasveld Civiele techniek BV
Postadres Rijakkerweg 5a
5741 RR Beek en Donk
Contactpersoon dhr. P. van den Berg

Status Definitief
Versie 1

Aantal pagina's 12 (exclusief bijlagen)
Datum 2 februari 2012

*Samenstelling
rapport* Dhr. M. Gloudemans

Paraaf

Kwaliteitscontrole Mevr. M. van de Giessen

Paraaf

Bodeminzicht v.o.f. en partijen die een bijdrage hebben geleverd aan de totstandkoming van dit rapport hebben op geen enkele wijze een relatie met de opdrachtgever en zijn geen belanghebbenden bij de onderzochte locatie. Bodeminzicht v.o.f. garandeert hiermee derhalve dat een volledig onafhankelijk en onpartijdig onderzoek is uitgevoerd.

Inhoud

1	Inleiding	3
2	Achtergronden	4
2.1	Terreingegevens	4
2.2	Regionale geohydrologie	4
2.3	Doorlatendheidsstudie toplaag Peel en Maasvallei.....	5
2.4	Achtergronden bij infiltratie van hemelwater in de bodem	6
2.5	Situering toekomstige infiltratievoorziening	7
3	Uitgevoerd onderzoek	8
4	Resultaten	9
4.1	Veldwerkzaamheden.....	9
4.2	Infiltratieproeven	9
5	Conclusie	12

Bijlagen

- Bijlage 1: Topografische ligging onderzoekslocatie
- Bijlage 2: Situatietekening
- Bijlage 3: Boorprofielbeschrijvingen
- Bijlage 4: Meetresultaten per meetpunt



1 Inleiding

In opdracht van Grasveld Civiele techniek BV heeft Bodeminzicht in januari 2012 een indicatief infiltratieonderzoek uitgevoerd op een locatie gelegen aan de Bakkershof te Meterik te Meterik gericht op de capaciteit van de bodem met betrekking tot de infiltratie van hemelwater.

Aanleiding voor het uitvoeren van het indicatief infiltratieonderzoek is de geplande nieuwbouw van woningen.

Doel van het onderzoek is het bepalen van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de doorlatendheid (de K-waarde) en daarmee de infiltratiemogelijkheden van de bodem ter plaatse van de toekomstige voorzieningen.

In dit rapport wordt ingegaan op de beschikbare gegevens en de onderzoeksopzet, de uitvoering en de resultaten van het veldonderzoek.



2 Achtergronden

2.1 Terreingegevens

De regionale ligging van de locatie is weergegeven in bijlage 1. In kaartbijlage 2 is een overzicht van de locatie met situering van de boorpunten weergegeven. In onderstaand overzicht zijn de algemene gegevens van de locatie opgenomen.

Adres onderzoekslocatie	:Bakkershof te Meterik te Meterik
Gemeente	:Horst a/d Maas
Kadastrale registratie	:gemeente Horst, sectie M, nummer 1360
Oppervlakte	:150 m ²
Huidig perceelsgebruik	:tuin, gazon

2.2 Regionale geohydrologie

De bodem ter plaatse van het onderzoek is opgebouwd uit afzettingen die geohydrologisch kunnen worden onderverdeeld in goed en slecht water doorlatende lagen. Ter plaatse van de onderzoekslocatie zijn twee watervoerende pakketten aanwezig. Deze watervoerende pakketten zijn gescheiden door een slecht doorlatende laag. Op het eerste watervoerend pakket ligt de deklaag.

Deklaag

De deklaag is ongeveer 10 meter dik en bestaat uit zwak lemig tot leemarm fijn zand. Plaatselijk komt leem, klei en veen voor. Het sediment van de deklaag behoort tot de Formatie van Boxtel. De doorlatendheid van de deklaag is sterk wisselend, afhankelijk van het voorkomen van leem, klei en veen. In de deklaag bevindt zich het freatische grondwater.

Eerste watervoerend pakket

In dit pakket vindt de regionale grondwaterbeweging plaats. Het eerste watervoerend pakket is ongeveer 10 meter dik en bestaat uit matig tot zeer grove grindrijke zanden, met plaatselijk een kleilaag. Het bovenste gedeelte van de laag is van de formatie van Veghel en het onderste gedeelte van de Formatie van Kreftenheye.

Scheidende laag

De scheidende laag bestaat vooral uit kleihoudende afzettingen van de Venlo-klei. De dikte van de scheidende laag bedraagt circa 50 meter. Het bovenste deel van de laag behoort tot de Formatie van Kedichem en het onderste deel tot de Formatie van Tegeleen.

Dieper liggende lagen zijn voor het doel van dit onderzoek niet relevant.

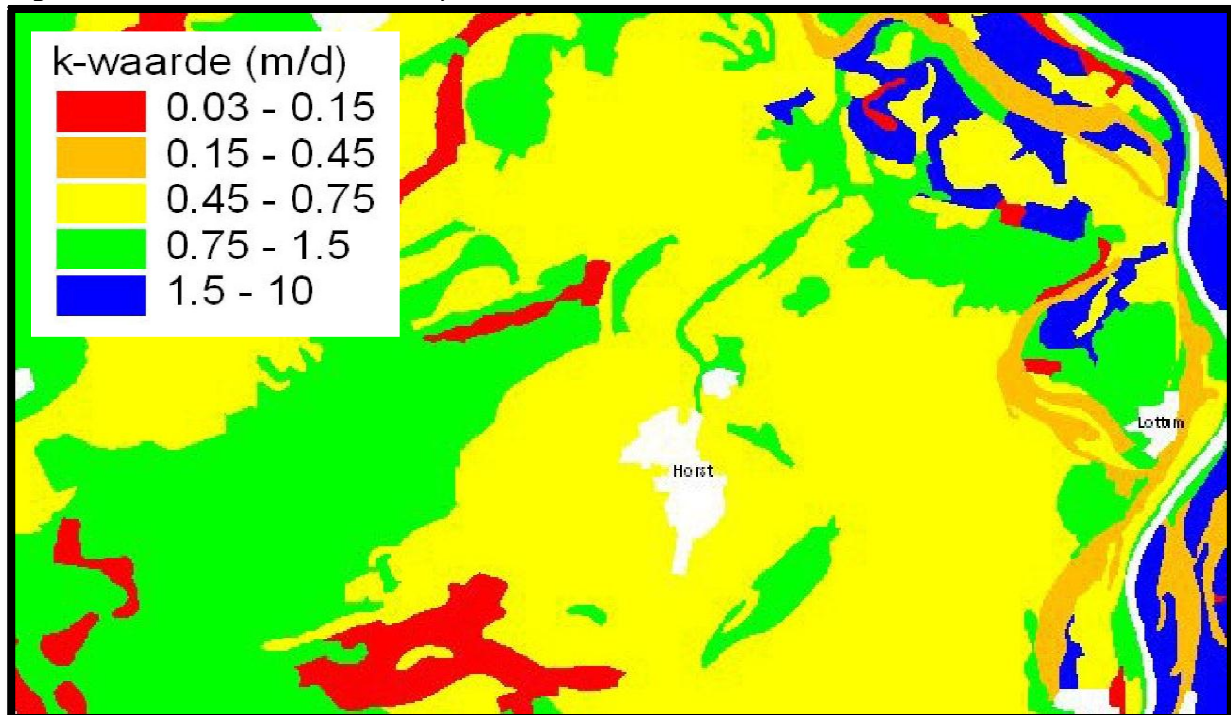
De grondwaterstroming van het freatische grondwater is noordoostelijk gericht, in de richting van de Maas. De bovenstaande informatie betreffende de geohydrologie is afkomstig uit de Grondwaterkaart van Nederland, kaartblad 52 Oost en bijbehorende geohydrologische toelichting [Dienst Grondwaterverkenning TNO, 1978].

2.3 Doorlatendheidsstudie toplaag Peel en Maasvallei

In opdracht van waterschap Peel en Maasvallei heeft Alterra een onderzoek uitgevoerd naar de geohydrologische eigenschappen van het topsysteem voor infiltratiedoeleinden (Wageningen, 2005, rapportnummer 1212). Derhalve is een gebiedsdekkende inventarisatie uitgevoerd naar de doorlatendheid en de dikte van de deklaag het onderliggende watervoerende pakket.

Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat de K-waarde op 1 meter minus maaiveld ter plaatse van de onderzoekslocatie wordt ingeschat op 0,45 tot 0,75 m/d.

Figuur 1: overzicht K-waardes op 1 m -mv.

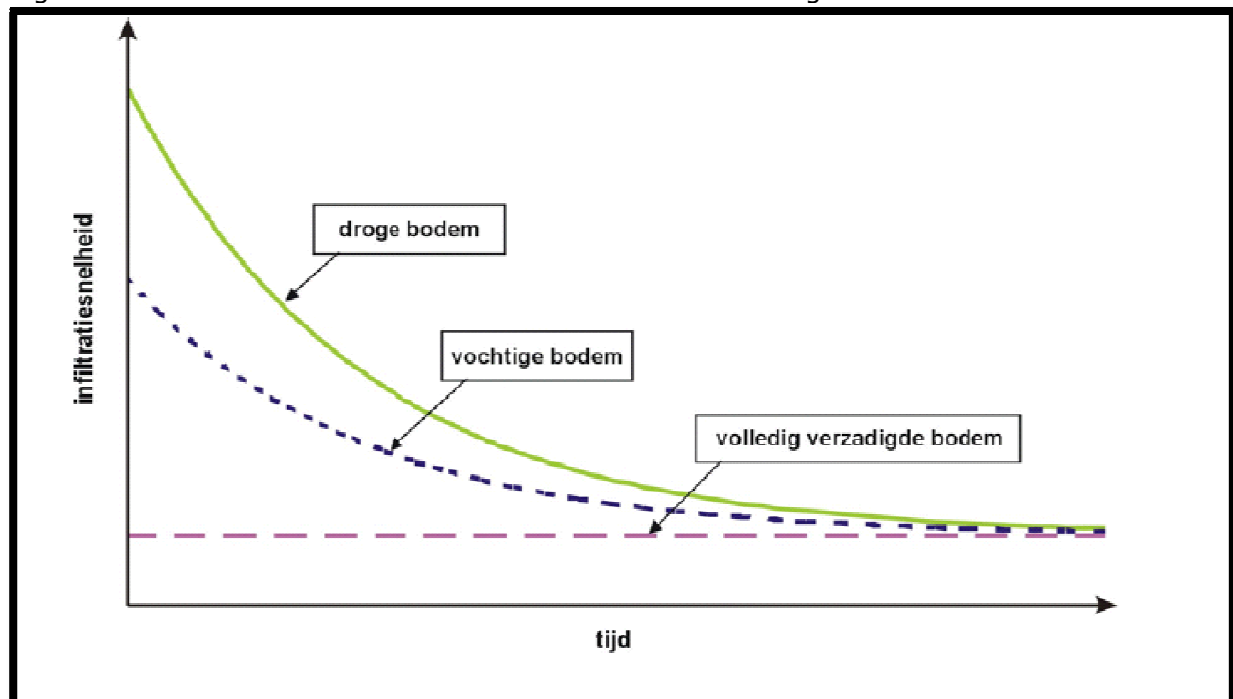


2.4 Achtergronden bij infiltratie van hemelwater in de bodem

De infiltratiecapaciteit van de ondergrond verschilt per type ondergrond. Bij de dimensionering van een infiltratievoorziening is het van belang uit te gaan van een zo correct mogelijke inschatting van de infiltratiecapaciteit. Infiltratietesten zijn een hulpmiddel om een inschatting te maken van de infiltratiecapaciteit van de ondergrond. Het heeft echter weinig zin om de infiltratiecapaciteit te testen van gronden waarvan op basis van literatuurgegevens een veel te kleine doorlaatbaarheid wordt verwacht (klei, leem en veen). De ondergrond bestaat uit een onverzadigde en een verzadigde zone. De doorlaatbaarheid (of doorlatendheid of infiltratiecapaciteit) van beide zones wordt gekarakteriseerd door de hydraulische geleidbaarheid K . In de verzadigde zone is de hydraulische geleidbaarheid een constante (K_{sat}), in de onverzadigde zone is dit niet het geval. In de onverzadigde zone speelt de zuigcapaciteit van de bodem een belangrijke rol en is de hydraulische geleidbaarheid een functie van die zuigcapaciteit, die op haar beurt weer een functie is van het watergehalte van de bodem. Zo zal bij een initieel drogere bodem de infiltratiesnelheid groter zijn dan bij een initieel vochtige bodem. De infiltratiesnelheid zal afnemen naarmate het watergehalte in de bodem stijgt, totdat de bodem verzadigd raakt en de infiltratiesnelheid een constante waarde benadert. Het is aan te raden deze constante waarde te gebruiken als (veilige) waarde voor de infiltratiecapaciteit bij de dimensionering en de berekening van het ledigingsdebiet van de infiltratievoorziening.

Figuur 2 geeft aan dat de infiltratiecapaciteit van een droge bodem veel groter is dan de infiltratiecapaciteit van een volledig verzadigde bodem. Dit betekent dat het beter is te voorkomen dat de infiltratie leidt tot langdurige vernatting, omdat dit de effectiviteit van een infiltratievoorziening sterk vermindert. Bij de interpretatie van infiltratiemetingen als door ons uitgevoerd (omgekeerde boorgatmethode) wordt met bovengenoemde processen rekening gehouden. De capaciteit van een infiltratievoorziening verminderd met de tijd door colmatatie (dichtslibbing), een goede aanleg en onderhoud zijn noodzakelijk om de infiltratiecapaciteit te blijven garanderen.

Figuur 2: Infiltratiesnelheid met verschillende initiële watergehalten



2.5 Situering toekomstige infiltratievoorziening

Het initiatief bestaat uit het realiseren van een aantal woningen.

Zowel de woningen als de bestrating (opritten, paden en terrassen) worden gezien als verhard oppervlak.

Het hemelwater dat terecht komt op de daken van de woningen alsmede de bestrating wordt afgevoerd middels dakgoten en hemelwaterafvoer naar een WADI in de zuidoosthoek van het perceel. Het regenwater heeft op die manier de kans om ter plekke te infiltreren in de bodem.

Er zal voor de opvang van dit hemelwater een opvangvoorziening worden gerealiseerd. Deze voorziening heeft een oppervlak van ca. 150 m².

De grondwaterstanden ter plaatse zijn volgens de grondwaterkaart van Alterra (aangeleverd door het Waterschap Peel en Maasvallei) een GLG van tussen de 160 en 180 cm en een GHG varieert tussen de 80 en 100 cm.

Uit waarnemingen tijdens het veldwerk blijkt dat de gemiddeld hoogste grondwaterstand ter plaatse van de toekomstige infiltratievoorziening wordt vastgesteld op 70 cm minus maaiveld. De gemiddeld laagste grondwaterstand is vastgesteld op 190 cm minus maaiveld.

3 Uitgevoerd onderzoek

Op 20 januari 2012 zijn de veldwerkzaamheden uitgevoerd. Ten tijde van uitvoering van het onderzoek was de wijze van infiltreren bekend.

Om een beeld van de doorlatendheid van de bodem ter plaatse van de infiltratievoorzieningen te verkrijgen, zijn twee infiltratieproeven uitgevoerd.

De boringen zijn doorgeboord tot de GHG (1,0 m-mv). Per boring is een boorbeschrijving conform NEN 5104 opgesteld.

In het proefgat is een PVC-filter geplaatst (volledig geperforeerd, diameter 7 cm). Het filtermateriaal zorgt ervoor dat het boorgat niet instort tijdens de proef. Allereerst is de grond rondom het filter verzadigd door een ruime hoeveelheid water via het filter te laten infiltreren, waarbij het boorgat enige tijd volledig vol water staat (voorbenatten).

Nadat de bodem verzadigd is, is per boring een infiltratieproef uitgevoerd. Bij één boring is ter verificatie van de betrouwbaarheid van de resultaten een duplo-bepaling uitgevoerd. De uitgevoerde proef is een niet steady-state infiltratieproef (omgekeerde boorgat-methode) waarmee de verzadigde doorlatendheid wordt bepaald. Vanwege de praktisch zeer moeilijk uit te voeren steady-state proef (constant debiet en waterpeil) is gekozen voor de niet steady-state infiltratieproef waarbij het waterniveau in het boorgat afneemt in de tijd.

Het filter in het boorgat wordt wederom gevuld met water waarna per deeltraject van 5 cm de verstreken tijd wordt gemeten. Hiermee wordt de snelheid bepaald waarmee het water uit het boorgat de bodem in zakt. De maximale duur van de proef bedraagt 1 uur.

Op basis van de metingen wordt de doorlatendheid van de bodem bepaald.

De positie van de in dit onderzoek verrichte boringen zijn ingemeten ten opzichte van een vast punt en op de plattegrond van bijlage 2 weergegeven.

4 Resultaten

4.1 Veldwerkzaamheden

Het opgeboorde materiaal is beoordeeld op kleur, textuur, bijmenging(en) en eventuele bijzonderheden.

De opbouw van de bodem ter plaatse van de onderzoekslocatie is globaal weergegeven in tabel 2. Voor de gedetailleerde boorprofielbeschrijvingen per boring wordt verwezen naar bijlage 3.

Tabel 1: lokale bodemopbouw

Bodemlaag	Hoofdnaam	Toevoeging
0-70	zand	zeer fijn, matig siltig, zwak humeus
70-160	zand	zeer fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend
160-190	zand	zeer fijn, sterk siltig, matig roesthoudend
190-260	zand	zeer fijn, zwak siltig

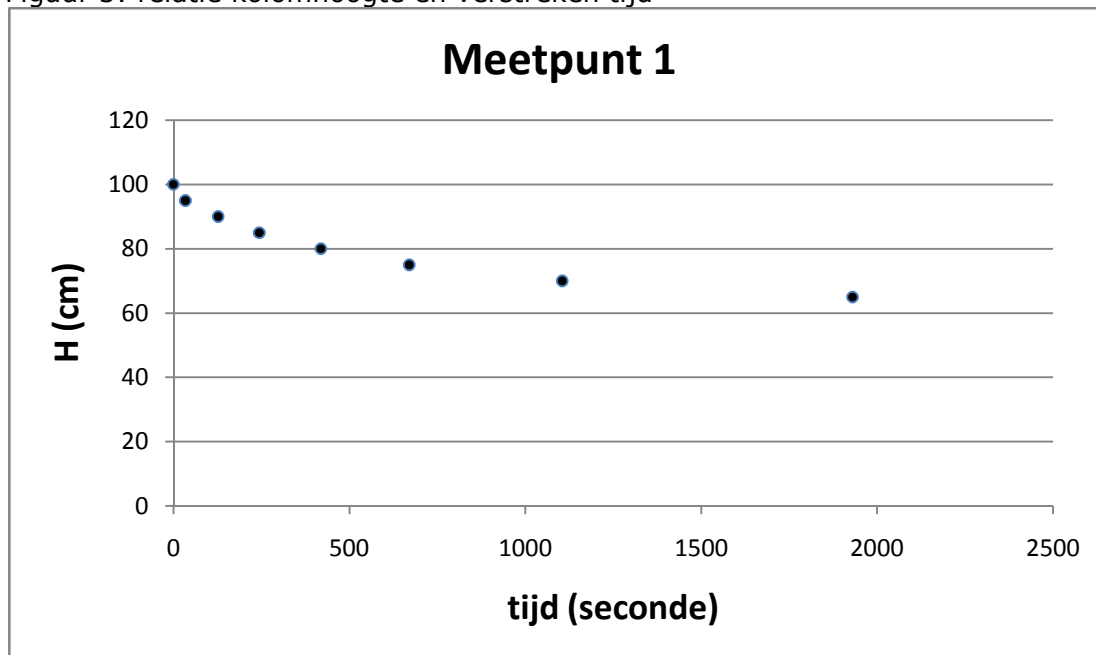
Het grondwater op de locatie is aangetroffen op 80 cm-mv. De GHG ter plaatse van de onderzoekslocatie is geschat op circa 70 cm-mv.

4.2 Infiltratieproeven

Bij het uitwerken van de meetgegevens is uitgegaan van een benadering "met een afnemend infiltrerend oppervlak", aangezien het volledige boorgat met water is gevuld en is voorzien van filtermateriaal.

In figuur 3 is als voorbeeld één infiltratiecurve weergegeven (meetpunt 1).

Figuur 3: relatie kolomhoogte en verstreken tijd



Het debiet dat uit het boorgat de bodem inloopt volgt, in samenhang met de vergelijking van Darcy, uit de volgende vergelijking:

$$Q(t) = K * A(t) = -\pi * r^2 * dh/dt$$

met:

K = doorlatendheid (m/sec)

A = oppervlakte waarover water infiltreert in de bodem (m²)

h = waterniveau in het boorgat (m)

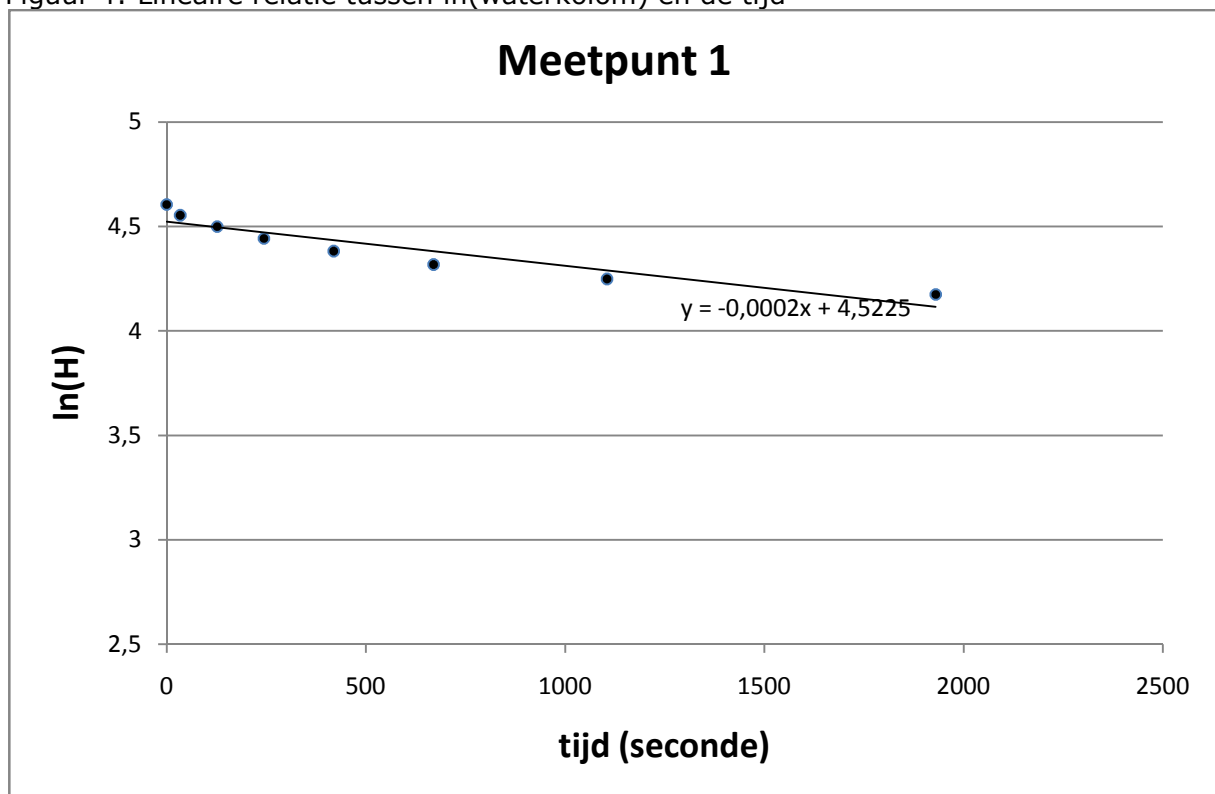
t = tijd (s)

Integratie van deze vergelijking leidt tot de vergelijking:

$$K = r/2 * (-\Delta(\ln(h_t)))/\Delta t$$

Beide vergelijkingen veronderstellen dus een lineair verband tussen ln(h) en de tijd. In onderstaande grafiek is ln(h) tegen de tijd uitgezet. De mate waarin het lineair verband aanwezig is wordt door middel van de trendlijn weergegeven.

Figuur 4: Lineaire relatie tussen ln(waterkolom) en de tijd



In bijlage 4 zijn de grafieken van de infiltratieproeven van de overige boringen weergegeven. De trendlijnen, en daarmee ook de doorlatendheid, hebben betrekking op het bodemtraject van 0,0 tot maximaal 1,0 m-mv.

Omgekeerde boorgat methode (met afnemend infiltrerend oppervlak)

$$K_{\text{sat}} = r/2 * ((\ln(h(t1)) - \ln(h(t2))) / (t1 - t2))$$

K_{sat} = verzadigde horizontale doorlatendheid (cm/sec)

r(boorgat) = straal boorgat (cm)

h(t1) = hoogte waterkolom op t=1 (cm)

h(t2) = hoogte waterkolom op t=2 (cm)

t1 = tijdstip begin van de meting (sec)

t2 = tijdstip einde van de meting (sec)

In de onderstaande tabel 2 zijn de berekende k-waarden weergegeven. Ter plaatse van meetpunt 2 is de proef in duplo uitgevoerd.

Tabel 2: verzadigde horizontale doorlaatbaarheid

Meetpunt	meettraject in cm	Diameter in cm	Voorbenutting in liters	Richtingscoëfficiënt trendlijn	Ksat in m/dag
1	0-100	3,5	8	0,0002	0,30
2	0-100	3,5	8	0,0004	0,60
2 duplo	0-100	3,5	n.v.t.	0,0004	0,60

5 Conclusie

Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG)

Uit de veldwaarnemingen van roestbijmenging in de opgeboorde grond tijdens de werkzaamheden wordt de GHG vastgesteld op 70 cm minus maaiveld

K_{sat}-waarde

Uit de verrichte infiltratieproeven kan de doorlaatbaarheid bij een volledige verzadigde bodem worden vastgesteld. De gemiddelde K_{sat} van 0 tot 100 cm minus maaiveld bedraagt 0,45 m/dag

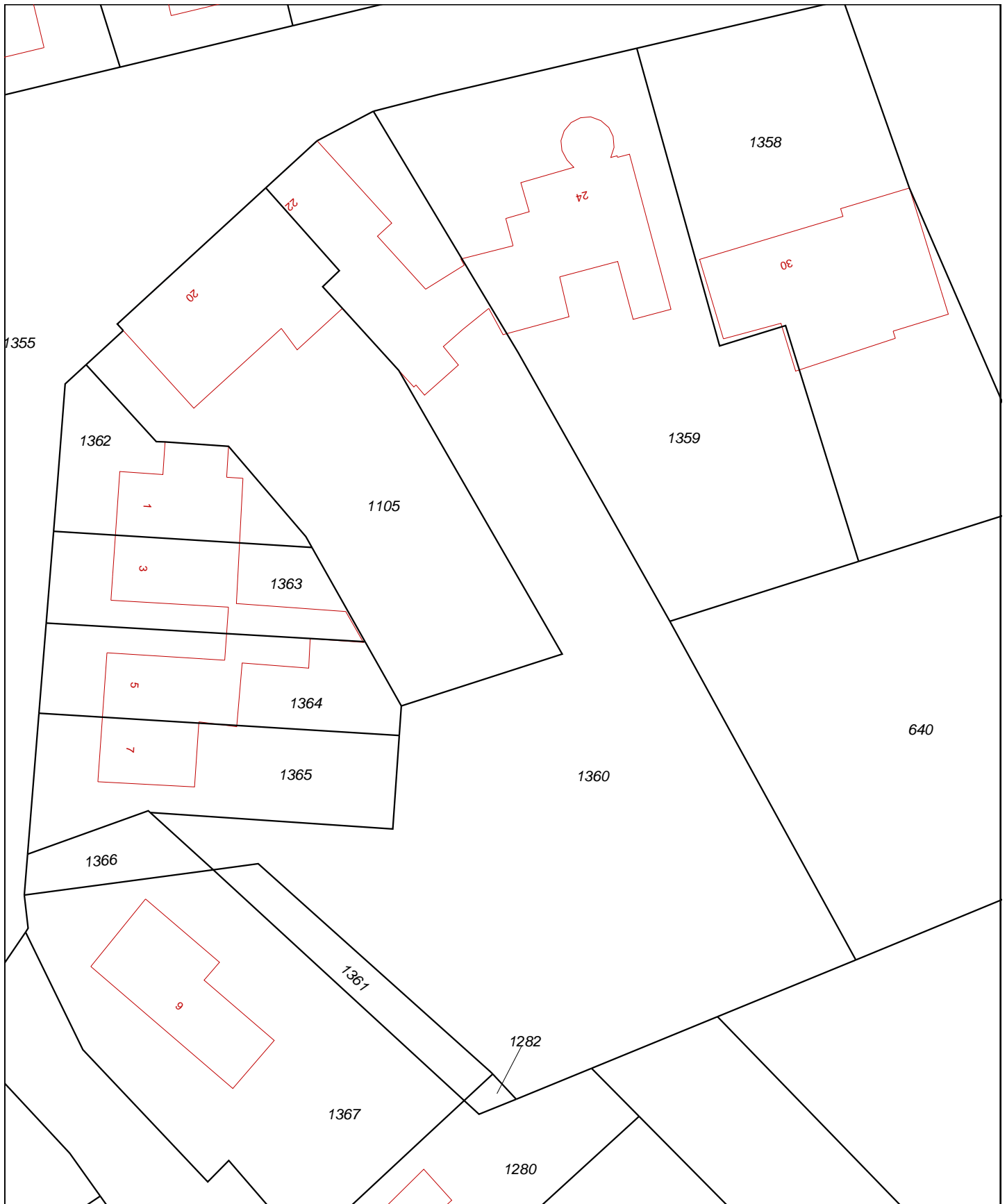


Bijlage 1

Topografische ligging onderzoekslocatie



Uittreksel Kadastrale Kaart



0 m 5 m 25 m

Deze kaart is noordgericht

Schaal 1:500

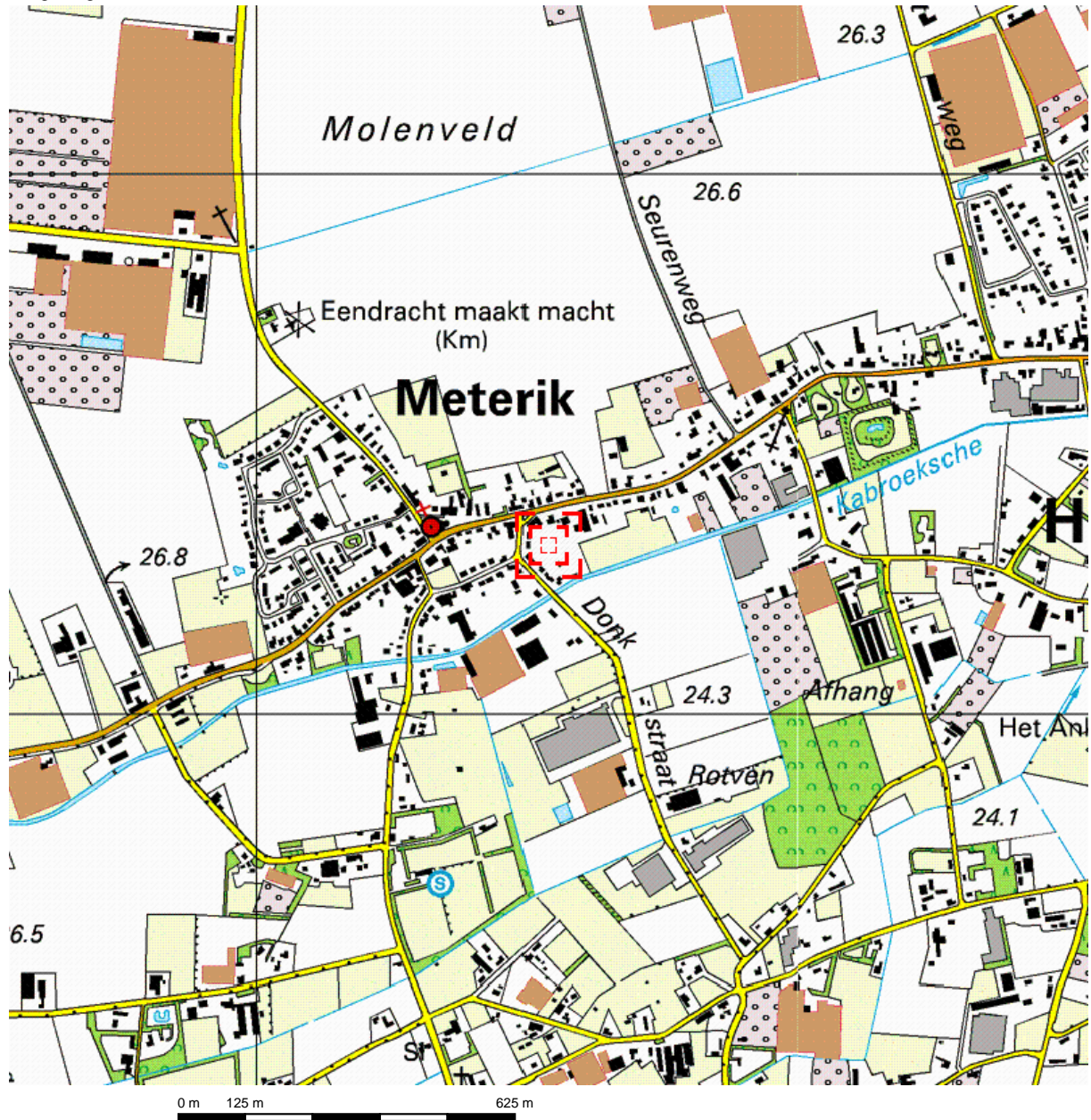
- 12345 Perceelnummer
- 25 Huisnummer
- Kadastrale grens
- Voorlopige grens
- Bebouwing
- Overige topografie

Kadastrale gemeente HORST
 Sectie M
 Perceel 1360




Voor een eensluitend uittreksel, Apeldoorn, 12 januari 2012
 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.



Deze kaart is noordgericht.

Schaal 1: 12500

 Hier bevindt zich Kadastraal object HORST M 1360
St. Jansstraat 22, 5964 AD METERIK

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

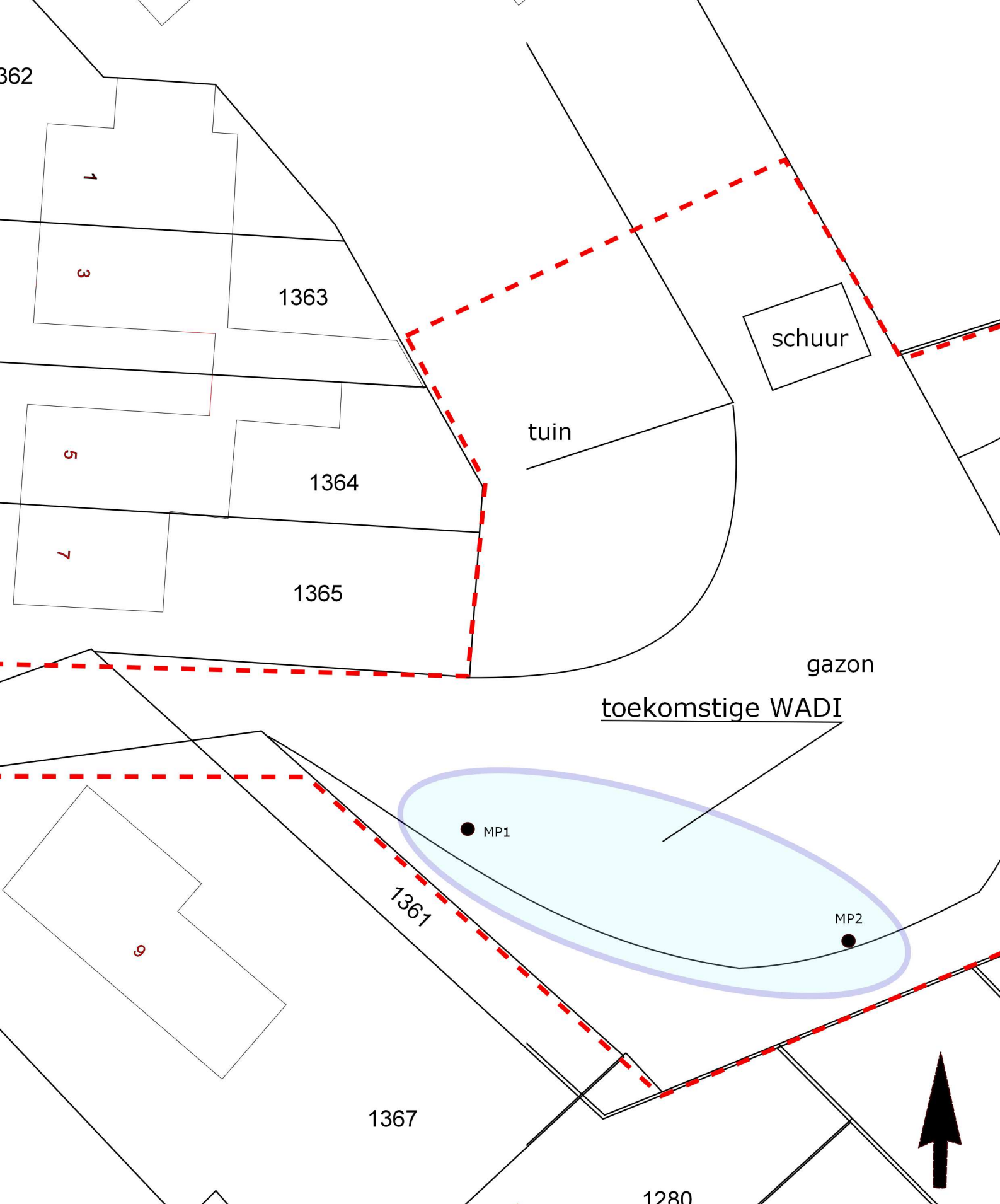


<p>bebouwd gebied</p> <p>a huizenblok, groot gebouw b huizen c hoogbouw d kas</p> <p>wegen</p> <p>autosnelweg hoofdweg met gescheiden rijbanen hoofdweg regionale weg met gescheiden rijbanen regionale weg lokale weg met gescheiden rijbanen lokale weg weg met loose of slechte verharding onverharde weg 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>spoorwegen</p> <p>spoorweg: enkelspoor spoorweg: dubbelspoor spoorweg: driespoorig spoorweg: viersporig a station b laadperron tram a metro bovengronds b metrostation</p> <p>hydrografie</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>bodemgebruik</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>overige symbolen</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>
---	--	---

Bijlage 2

Situatietekening met boorpunten







Situatietekening met boorlocaties

Project:
Bakkershof te Meterik
 Projectnummer:
B1117

Formaat: Datum:
A4 2 februari 2012

Legenda:

-  Begrenzing onderzoekslocatie
-  Boringen t.b.v. infiltratieproef

0 m  25 m



bodeminzicht



Bijlage 3

Boorbeschrijvingen



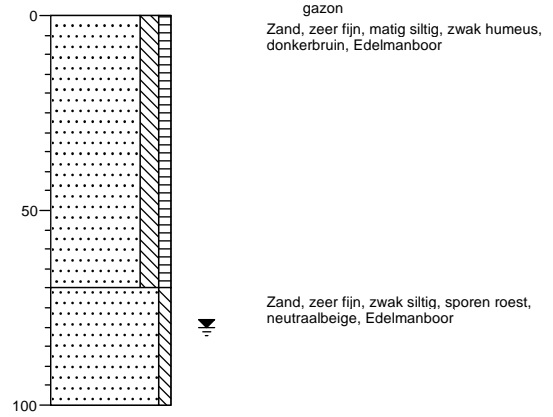
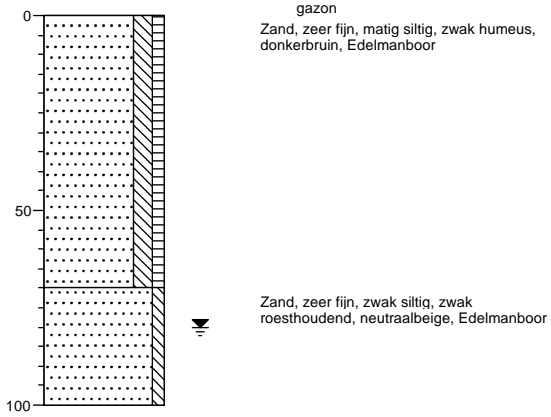
Bijlage: Boorprofielen

Boring: MP1

Boring: MP2

Datum: 20-1-2012
GWS: 80
Boormeester: M. Gloudemans

Datum: 20-1-2012
GWS: 80
Boormeester: M. Gloudemans



Projectnaam: Bakkershof te Meterik

Projectcode: B1117

Legenda (conform NEN 5104)

grind

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

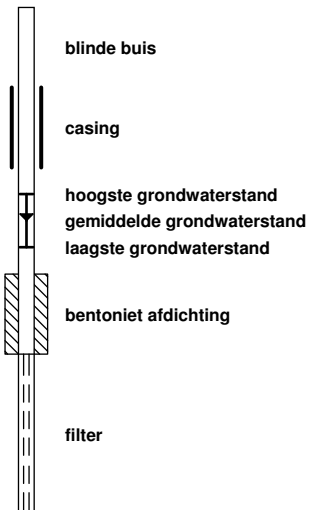
zand

	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

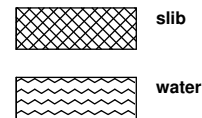
- > 0
- > 1
- > 10
- > 100
- > 1000
- > 10000

monsters



overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand



Bijlage 4

Meetresultaten per meetpunt



