GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK

WOONPARK GULDENBODEM

ZIJPENDAALSEWEG 167

TE ARNHEM

Water

Rapportage geohydrologisch onderzoek
Woonpark Guldenbodem

Zijpendaalseweg 167 te Arnhem

Opdrachtgever	Woonpark Guldenbodem BV Broekstraat 24 7122 LC Aalten
Rapportnummer	18211.001
Versienummer	D1
Status	Eindrapportage
Datum	22 februari 2022
Vestiging	Brabant Heinz Moormannstraat 1b 5831 AS Boxmeer 088 - 5001600 boxmeer@econsultancy.nl
Opsteller	De heer ing. R. van den Berg
Paraaf	
Kwaliteitscontrole	Mevrouw M.G. van Meijel, BSc
Paraaf	

Kwaliteitszorg
Voor het uitvoeren van doorlatendheidsonderzoek zijn geen wettelijke richtlijnen vastgesteld. Econsultancy voldoet voor haar overige dienstverlening ten aanzien van bodem aan alle wettelijke kwaliteitseisen. Tot aan het moment dat voor doorlatendheidsonderzoek kan worden gewerkt volgens vastgestelde protocollen en richtlijnen wordt daar waar mogelijk aangesloten aan algemene kwaliteitseisen zoals deze voor bodemonderzoek gelden.

Econsultancy werkt volgens een dynamisch kwaliteits- en milieusysteem, zoals beschreven in het kwaliteits- en milieuhandboek. Ons kwaliteits- en milieusysteem is gecertificeerd volgens de eisen in de NEN-EN-ISO 9001 en NEN-EN-ISO 14001.

Betrouwbaarheid
Dit onderzoek is op zorgvuldige wijze uitgevoerd conform de algemeen geldende normen en met behulp van gespecialiseerde apparatuur. Het onderzoek betreft een momentopname in de tijd en is steekproefsgewijs uitgevoerd, waardoor een beeld van de geohydrologische situatie wordt verkregen. Econsultancy accepteert op voorhand geen aansprakelijkheid ten aanzien van mogelijke beslissingen die de opdrachtgever naar aanleiding van het door Econsultancy uitgevoerde onderzoek neemt.

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 1

2 LOCATIEGEGEVENS 2

3 OMGEVINGSASPECTEN 2

3.1 Bodemopbouw 3
3.2 Bodeminformatiesysteem gemeente Arnhem 3
3.2.1 Bodemonderzoeken op locatie 4
3.2.2 Bodemonderzoeken in de omgeving 4
3.3 Grondwater 5

4 VELDWERKZAAMHEDEN 6

4.1 Uitvoering 6
4.2 Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven 7
4.3 Bodemopbouw 7
4.4 Waterdoorlatendheid 7
4.4.1 Resultaten 7
4.4.2 Beoordeling 8

5 CONCLUSIE 9

BIJLAGEN:

1. - Topografische ligging
2. - Modelgegevens TNO diepe ondergrond
3. - Verkennend bodemonderzoek Zijpendaalseweg 163 (1914.33.02)
4. - Verkennend bodemonderzoek Nicolaas Maesstraat 6 (21551800)
5. - Verkennend bodemonderzoek Nicolaas Maesstraat 6 (22550682)
6. - Verkennend bodemonderzoek Ostadestraat 9 (1729.33.01)
7. - Verkennend bodemonderzoek Ostadestraat 10 (4821.33.01)
8. - Locatieschets boor- en meetlocaties
9. - Boorprofielen
10. - Berekende k-waarden

1 INLEIDING

Duurzaam water- en grondwaterbeheer vraagt kennis van de ondergrond (bodem en geohydrologie). Bij herontwikkelingen is de relatie tussen inrichting, bodem en water dan ook van belang. Met het uitvoeren van een geohydrologisch onderzoek wordt een inzicht verkregen in de lokale geohydrologische parameters zoals diepere bodemopbouw (inzicht stoorlagen) en doorlatendheid van de bodem. Aan de hand van de onderzoeksresultaten en veldgegevens kunnen de geohydrologische randvoorwaarden in beeld worden gebracht die bepalend zijn voor de planvorming.

In dat kader heeft Econsultancy van Woonpark Guldenbodem BV opdracht gekregen om ten aanzien van een beoogde ontwikkeling aan de Zijpendaalseweg 167 te Arnhem een geohydrologisch onderzoek uit te voeren.

De ontwikkeling is gelegen binnen het paraplubestemmingsplan ‘leemlagen’. Met dit bestemmingsplan wordt de waterremmende werking van de leemlagen die in het gestuwde zandpakket in Arnhem-Noord kunnen voorkomen beschermd tegen doorboren of vergraven. Het bestemmingsplan sluit ontwikkelingen in de ondergrond niet uit, maar staat deze pas toe als uit gedegen onderzoek blijkt dat de leemlaag intact blijft.

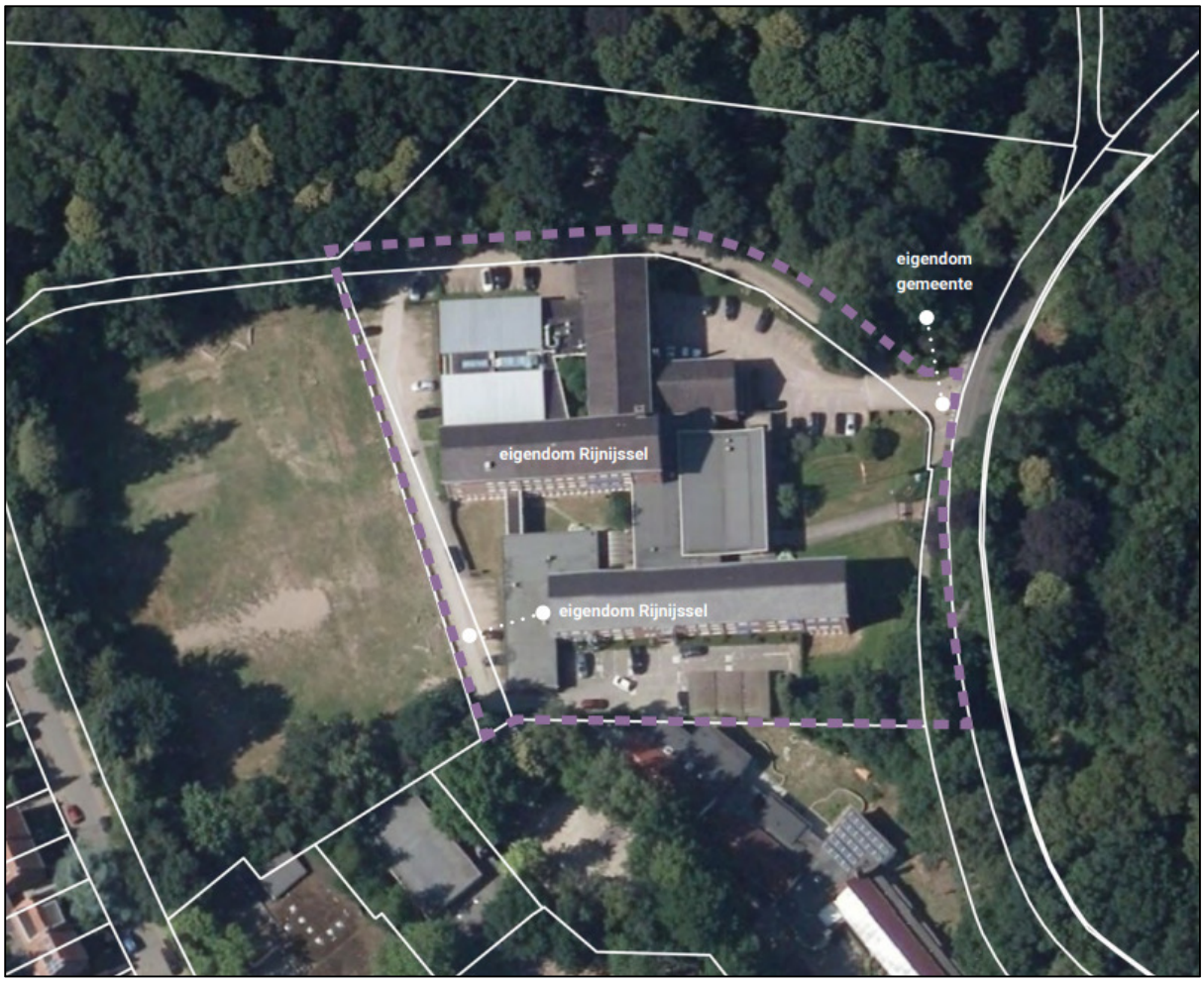
Doel van het onderzoek is het leveren van informatie, zodat op basis van de onderzoeksresultaten een inzicht wordt verkregen in de aanwezigheid van lokale leemlagen en dat een gefundeerde afweging gemaakt kan worden omtrent de haalbaarheid en de toepasbaarheid van infiltratie. In dit stadium (inrichtingsfase) heeft het onderzoek een oriënterend karakter.

De onderzoeksstrategie is in overleg met de opdrachtgever vastgesteld en betreft maatwerk. Ten aanzien van de veldwerkzaamheden wordt aangesloten op het SIKB-protocol 2001 "Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen". Econsultancy is gecertificeerd voor het protocol 2001 van de BRL SIKB 2000. Econsultancy werkt volgens een dynamisch kwaliteits- en milieusysteem, zoals beschreven in het kwaliteits- en milieuhandboek. Ons kwaliteits- en milieusysteem is gecertificeerd volgens de eisen in de NEN-EN-ISO 9001 en NEN-EN-ISO 14001.

2 LOCATIEGEGEVENS

De onderzoekslocatie ligt aan de Zijpendaalseweg 167, ten noorden van de kern van Arnhem. De coordinaten van een centraal punt zijn X = 189.620, Y = 445.420.

Op de onderzoekslocatie is een locatie van scholengemeenschap Rijnijssel gelegen. In figuur 1 is de begrenzing van de onderzoekslocatie weergegeven. De topografische ligging is opgenomen in bijlage 1.



Figuur 1. Ligging en begrenzing onderzoekslocatie

3 OMGEVINGSASPECTEN

Als onderdeel van het onderzoek is een geohydrologische quickscan (deskstudie) uitgevoerd waarbij met name informatie is verzameld over de bodemgesteldheid en de geohydrologische situatie ter plaatse. Er is hiervoor gebruik gemaakt van boringen uit het archief van TNO als ook de geohydrologische modellen van TNO. Daarnaast is via de bodeminformatiesysteem van de gemeente Arnhem informatie opgevraagd van grond(bodem)onderzoeken die in het verleden op of in de omgeving van de planlocatie zijn uitgevoerd.

3.1 Bodemopbouw

De onderzoekslocatie ligt volgens de bodemkaart van Nederland, in een niet-gekarteerd gebied. De dichtstbijzijnde kaarteenheid betreft een holtpodzolgrond (Y30), die volgens de Stichting voor Bodemkartering voornamelijk is opgebouwd uit grof zand.

In het archief van TNO[1] zijn in de nabijheid van de onderzoekslocatie geen boringen gelegen. Om inzicht te krijgen in de gelaagdheid van goed doorlatende en slecht doorlatende lagen (hydrogeologische eenheden) van de (diepe) bodem is gebruik gemaakt van het REGIS II v2.2 en GeoTOP v1.4 model van TNO. Beide modellen geven op een schematische wijze inzicht in de hydrogeologische opbouw en doorlatendheid van de ondergrond op een regionale schaal. De gegevens van in de omgeving gelegen boringen zijn door het model van TNO geïnterpoleerd naar de onderzoekslocatie.

Op basis van de gegevens uit de modellen van TNO blijkt de bodem tot circa 20,0 m +NAP (22 m -mv) te bestaan uit fijn en grof zand. Daaronder wordt tot 18,0 m +NAP een eerste zandige klei- en leemlaag aangetroffen. In bijlage 2 zijn de modelgegevens van TNO weergegeven.

3.2 Bodeminformatiesysteem gemeente Arnhem

Om meer inzicht te krijgen in de lokale bodemopbouw is via het bodeminformatiesysteem van de gemeente Arnhem gekeken naar grond(bodem)onderzoeken die in het verleden op of in de omgeving van de planlocatie zijn uitgevoerd. Navolgend worden de onderzoeken en bodemgegevens van de beschikbare onderzoeken nader omschreven. In figuur 2 is de situering van de bodemonderzoeken aangegeven.



Figuur 2: Bodemonderzoeken Bodeminformatiesysteem gemeente Arnhem

1 www.dinoloket.nl

3.2.1 Bodemonderzoeken op locatie

Op de onderzoekslocatie is in 1996 een verkennend bodemonderzoek[2] uitgevoerd. Ten tijde van het onderzoek zijn 8 boringen geplaatst waarvan 6 boringen zijn doorgezet tot 2,0 m -mv. De opbouw van de bodem op locatie is omschreven als vrij gelijkmatig. De bovengrond bestaat tot 0,2 m -mv uit matig fijn zand en is bovendien humeus. Vanaf 0,2 m -mv is tot 2,2 m -mv grof zand waargenomen. De gegevens van het bodemonderzoek zijn opgenomen in bijlage 3.

3.2.2 Bodemonderzoeken in de omgeving

Zijpendaalseweg 163

Voor een projectlocatie gelegen aan de Zijpendaalseweg 163 is door Ecopart in 2014 een bodemonderzoek[3] uitgevoerd. Ten behoeve van het onderzoek zijn 4 boringen geplaatst waarvan twee boringen zijn doorgezet tot 0,5 m -mv, één boring tot 2,0 m -mv en één boring tot 5,0 m -mv. De bodem blijkt tot circa 3,5 m-mv overwegend te bestaan uit zwak siltig, zwak grindig zand. Vanaf 3,5 m -mv wordt tot 5,0 m -mv zwak siltig, zwak grindig, matig grof zand aangetroffen. De gegevens van het bodemonderzoek zijn opgenomen in bijlage 4.

Nicolaas Maesstraat 6

Voor een projectlocatie gelegen aan de Nicolaas Maesstraat 6 is door Fugro in 1997 en 1998 een bodemonderzoek[4,5] uitgevoerd. Ten behoeve van de beide onderzoeken zijn zowel in 1997 als in 1998 vier boringen geplaatst waarvan twee boringen tot 0,5 m -mv zijn doorgezet en twee boringen tot 2,0 m -mv. De bodem bestaat tot de onderzochte diepte uit matig fijn tot grof zand. De gegevens van beide bodemonderzoeken zijn opgenomen in bijlage 5.

Ostadestraat 9

Voor een projectlocatie gelegen aan de Ostadestraat 9 is door Van de Haar Groep in 2006 een bodemonderzoek[6] uitgevoerd. Ten behoeve van het onderzoek zijn in totaal acht boringen geplaatst waarvan één boring tot 1,0 m -mv is doorgezet, zes boringen tot 3,0 m -mv en één boring tot 5,0 m -mv. Uit het onderzoek blijkt dat de bodem tot de onderzochte diepte bestaat uit matig fijn tot grof zand. De gegevens van het bodemonderzoek zijn opgenomen in bijlage 6.

Ostadestraat 10

Voor een projectlocatie gelegen aan de Ostadestraat 10 is door Lycens in 2019 een bodemonderzoek[7] uitgevoerd. Ten behoeve van het onderzoek zijn in totaal vier boringen geplaatst waarvan twee boringen tot 0,5 m -mv zijn doorgezet, één boring tot 2,0 m -mv en één boring tot 5,5 m -mv. Uit het onderzoek blijkt dat de bodem tot de onderzochte diepte bestaat uit matig grof zand. De gegevens van het bodemonderzoek zijn opgenomen in bijlage 7.

2 Verkennend bodemonderzoek Zijpendaalseweg 167, Funderingstechnologie bv, 6 juni 1996 (21529300)
3 Verkennend bodemonderzoek Zijpendaalseweg 163, Ecopart, 5 december 2014 (1914.33.02)
4 Verkennend bodemonderzoek Nicolaas Maesstraat 6, Fugro, 11 juli 1997 (21551800)
5 Verkennend bodemonderzoek Nicolaas Maesstraat 6, Fugro, 18 december 1998 (22550682)
6 Verkennend bodemonderzoek Ostadestraat 9, Van de Haar Groep, 28 april 2006 (1729.33.01)
7 Verkennend bodemonderzoek Ostadestraat 10, Lycens, 18 april 2019 (4821.33.01)

3.3 Grondwater

Veranderingen in de grondwaterstand (stijghoogte) worden voornamelijk veroorzaakt door neerslag en verdamping, maar ook door ingrepen in de waterhuishouding. De stijghoogte kan daardoor van dag tot dag verschillen. Voor beleid, vergunningen en ontwateringsdieptes is het belangrijk om te weten wat de actuele karakteristieken zijn, zoals de GHG en de GLG (Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand en Gemiddelde Laagste Grondwaterstand).

TNO-NITG voert het databeheer van in de omgeving aanwezige grondwaterpeilputten waarin de grondwaterstandstand in het eerste watervoerende pakket wordt gemonitord. Middels de interactieve grondwatertools 'Isohypsen' en 'Grondwaterdynamiek' van de Geologische Dienst Nederland worden de historische grondwatermeetreeksen uit het archief van TNO gesimuleerd met behulp van dagelijkse metingen van neerslag en verdamping uit gegevens van het KNMI.

In het archief van TNO[8] en Vitens[9] zijn in de directe nabijheid van de planlocatie geen bruikbare grondwaterdata beschikbaar. Voor de bepaling van de locatiespecifieke grondwaterkarakteristieken is gebruik gemaakt van historische grondwaterdata van grondwatermeetpunten uit de omgeving. De historische meetreeksen van de gebruikte grondwatermeetpunten zijn geïnterpoleerd naar de planlocatie. In tabel 1 zijn de gegevens van de grondwatermeetpunten opgenomen. In figuur 3 is de situering van de grondwaterpeilputten weergegeven.

Het grondwater van het eerste watervoerend pakket stroomt volgens van de geraadpleegde bronnen, in zuidelijke richting.

Op basis van de gegevens van deze grondwaterpeilputten alsmede de grondwaterstromingsrichting is voor de onderzoekslocatie ingeschat dat de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) dieper is gelegen dan 5,0 m -mv.

De onderzoekslocatie ligt niet in een grondwaterbeschermings- en/of grondwaterwingebied.

Tabel 1. Overzicht grondwaterpeilputten TNO/Vitens

grondwaterpeilput	windrichting t.o.v. locatie	afstand t.o.v. locatie (m)	meetperiode	GLG (m +NAP)	GHG (m +NAP)
B40A0564	N	690	15-01-1996 tot 6-12-2021	39,10	39,80
B40B0435	O	880	12-02-1996 tot 18-10-2021	30,80	31,10
B40B0617	ZO	1.055	13-12-2004 tot 18-10-2021	16,50	20,45

8 www.dinoloket.nl
9 https://www.gelderland.nl/Grondwater-en-grondwatermetingen



Figuur 3. Situering grondwaterpeilputten TNO/Vitens

4 VELDWERKZAAMHEDEN

4.1 Uitvoering

Voor het uitvoeren van een doorlatendheidsonderzoek gelden geen richtlijnen. De onderzoeksstrategie is in overleg met de opdrachtgever vastgesteld en betreft maatwerk. Ten aanzien van de uitvoering is aangesloten op het SIKB-protocol 2001 "Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen".

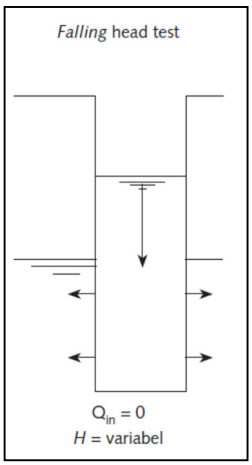
Het veldwerk is uitgevoerd op 17 februari 2022 en omvatte het zintuiglijk beoordelen van aanwezige bodemlagen door middel van het handmatig opboren van bodemmateriaal. De aanwezige bodemlagen zijn hierbij nauwkeurig beschreven en de posities van de betreffende boorpunten zijn op kaart vastgelegd. In totaal zijn met behulp van een edelmangrondboor (diameter 10 cm) 5 boringen geplaatst. De boringen zijn tot maximaal 4,0 m -mv doorgezet teneinde een duidelijk beeld van de bodemopbouw te verkrijgen. Na het verrichten van de boringen zijn de in-situ doorlatendheidsmetingen uitgevoerd.

Op basis van de profielbeschrijvingen en de actuele grondwaterstand zijn de te onderzoeken bodemlagen vastgesteld. Vervolgens is in de directe nabijheid van de referentieboring, per meting, een nieuwe boring verricht tot in de te onderzoeken homogene bodemlaag. Bij de keuze van de te onderzoeken bodemlaag is rekening gehouden met de doelstelling van het onderzoek.

Op de locatieschets in bijlage 8 is de situering van de meetpunten aangegeven. Van het opgeboorde materiaal is een boorbeschrijving conform de NEN 5104 gemaakt (zie bijlage 9).

4.2 Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven

De doorlatendheid (k-waarde) van de bodem is bepaald met behulp van de Falling head-methode (omgekeerde Hooghoudt-methode). Bij de Falling head-methode wordt na eenmalig opbrengen van een waterkolom de zaksnelheid van het water gemeten.



Om instorting van het boorgat te voorkomen, is in het boorgat een filterbuis aangebracht die aan de onderzijde geperforeerd. Na plaatsen van de filterbuis is water opgebracht. Voor het meten van de waterstandsdaling is gebruik gemaakt van een digitale drukopnemer (Diver). De doorlatendheidsmeting is een aantal malen herhaald teneinde verzadigde doorlatendheid te verkrijgen en een gemiddelde te kunnen berekenen. Aan de hand van de zaksnelheid is vervolgens met behulp van de formule van Hooghoudt de gemiddelde doorlatendheid (k-waarde) berekend.

$$K_{verz} = 1{,}15r\frac{log(h_0+\frac{1}{2}r)-log(h_t+\frac{1}{2}r)}{t-t_0}$$

waarbij:

t = tijd sinds het begin van de meting [dag]

h_t = hoogte van de waterkolom in het boorgat op tijstip t [m]

h_0 = ht op tijdstip t = 0

4.3 Bodemopbouw

De bodem bestaat tot de onderzochte diepte overwegend uit matig ziltig zeer fijn zand. Vanaf 2 tot 3,0 m -mv is de ondergrond zwak tot matig oerhoudend en zwak tot matig grindig. De bovengrond is tot circa 0,6 m -mv zwak humeus.

Ter plaatse van boring 01 is de bodem sterk geroerd en is tot 2,0 m -mv zwak humeus. Het opgeboorde materiaal van boring 01 is daarnaast over het traject 1,0-3,0 m -mv zwak slakhoudend en matig grindhoudend.

Er zijn geen storende lagen in de ondergrond waargenomen.

4.4 Waterdoorlatendheid

4.4.1 Resultaten

Tabel 2 geeft een overzicht van het uitgevoerde veldwerk en de bodemlaag waarin een in-situ doorlatendheidsmeting is uitgevoerd. Tevens zijn in de tabel de resultaten van de berekende k-waarden weergegeven en is de doorlatendheid van de bodem per boring en traject beoordeeld conform de classificatie uit tabel 3. Bijlage 10 bevat de grafische uitwerking en de berekening van de k-waarden.

Tabel 2. ***Overzicht k-waarde per meting***

Referen-tieboring	Aantal Metingen (*A)	Onderzochte bodemlaag (cm -mv)	Textuur	Opmerkingen	K-waarde (m/dag)	Beoordeling doorlatendheid
01	2	100-150	matig siltig, zeer fijn zand	matig oerhoudend zwak humeus	0,7	vrij goed
02	3	100-150	matig siltig, zeer fijn zand	zwak grindig	1,3	goed
03	2	200-250	matig siltig, zeer fijn zand	-	>10	zeer goed
04	2	150-200	matig siltig, zeer fijn zand	-	>10	zeer goed
(*A) De meest representatieve meting is gebruikt voor het berekenen van de (verzadigde) doorlatendheid.						

Tabel 3. ***Classificatie doorlatendheid***

K-waarde (m/dag)	Classificatie (*A)
< 0,1	slecht doorlatend
0,1-0,5	matig doorlatend
0,5-1,0	vrij goed doorlatend
1,0-10	goed doorlatend
> 10	zeer goed doorlatend
(*A) Classificatie k-waarde (m/d) (bron: Cultuurtechnisch Vademecum, 2000)	

4.4.2 Beoordeling

De doorlatendheid is sterk afhankelijk van de bodemsamenstelling (aantal, grootte en vorm van de poriën en de onderlinge verbindingen tussen de poriën). Aangezien een bodem altijd een bepaalde mate van heterogeniteit vertoont en er slechts op enkele punten is gemeten, dienen de afgeleide k-waarden zoals bepaald op de locaties te worden beschouwd als een gemiddelde.

Volgens de leidraad riolering module C2510 ‘Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage’ is voor infiltratie van hemelwater minimaal een doorlatendheid van 0,2 m per dag nodig.

De doorlatendheid van de bodem tot 1,5 m -mv wordt over het algemeen geclassificeerd als vrij goed tot goed doorlatend. De diepere ondergrond kan worden geclassificeerd als zeer goed doorlatend.

Op basis van de resultaten uit het waterdoorlatendheidsonderzoek wordt de bodem binnen de onderzoekslocatie, mede op basis van de textuur, geschikt geacht voor de infiltratie van hemelwater. Geadviseerd om voor het dimensioneren van de infiltratievoorzieningen een rekenwaarde te hanteren van maximaal 3,0 m/dag. Als rekenwaarde geldt het gemiddelde van alle metingen vermenigvuldigd met een veiligheidsfactor van 0,5. Bij het vaststellen van de rekenwaarde is voor k-waarden hoger dan 10 m/dag als bovengrens 10 m/dag aangehouden.

Bij het maken van de keuze voor het type (infiltratie)voorziening (dimensionering) is het naast de bodemsamenstelling en waterdoorlatendheid tevens van belang rekening te houden met de Gemiddelde Hoogste grondwaterstand (GHG), het afstromend verhard oppervlak en het beleid van het bevoegd gezag.

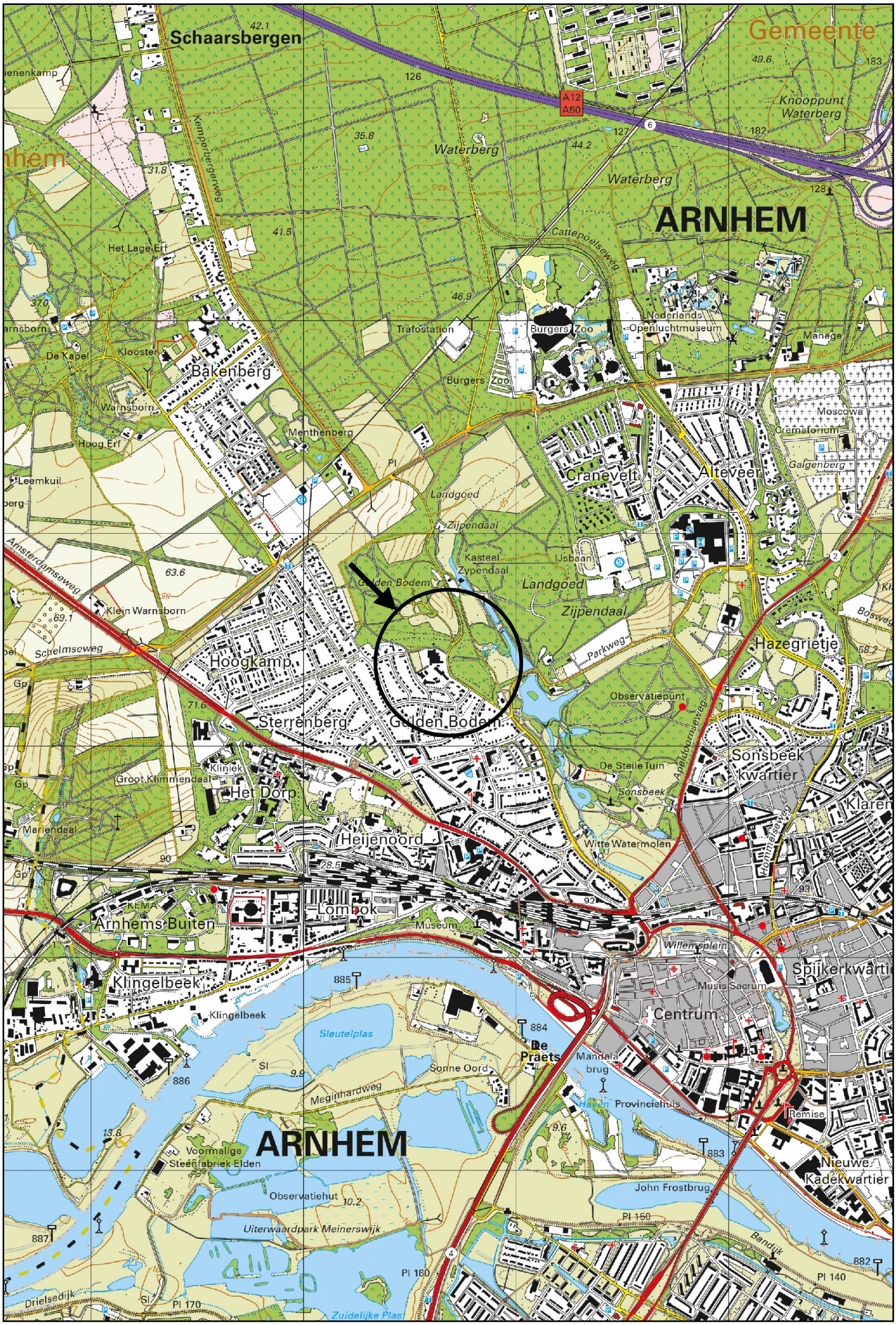
5 CONCLUSIE

De ontwikkeling is gelegen binnen het paraplubestemmingsplan ‘leemlagen’. Met dit bestemmingsplan wordt de waterremmende werking van de leemlagen die in het gestuwde zandpakket in Arnhem-Noord kunnen voorkomen beschermd tegen doorboren of vergraven. Het bestemmingsplan sluit ontwikkelingen in de ondergrond niet uit, maar staat deze pas toe als uit gedegen onderzoek blijkt dat de leemlaag intact blijft.

Op basis van de resultaten uit de quickscan en het veldonderzoek zijn tot een diepte van ten minste 4,0 m -mv geen storende(leem)lagen aangetroffen. Op basis van de resultaten uit het waterdoorlatendheidsonderzoek wordt de bodem, mede op basis van de textuur, geschikt geacht voor de infiltratie van hemelwater. Hierbij dient wel bedachtzaam te worden omgegaan met een lokaal geroerde bodem en dikkere humeuze toplaag. De waterdoorlatendheid van de humeuze toplaag is in relatie tot de overige zandlagen beduidend minder.

Econsultancy
Boxmeer, 22 februari 2022

Bijlage 1 Topografische ligging

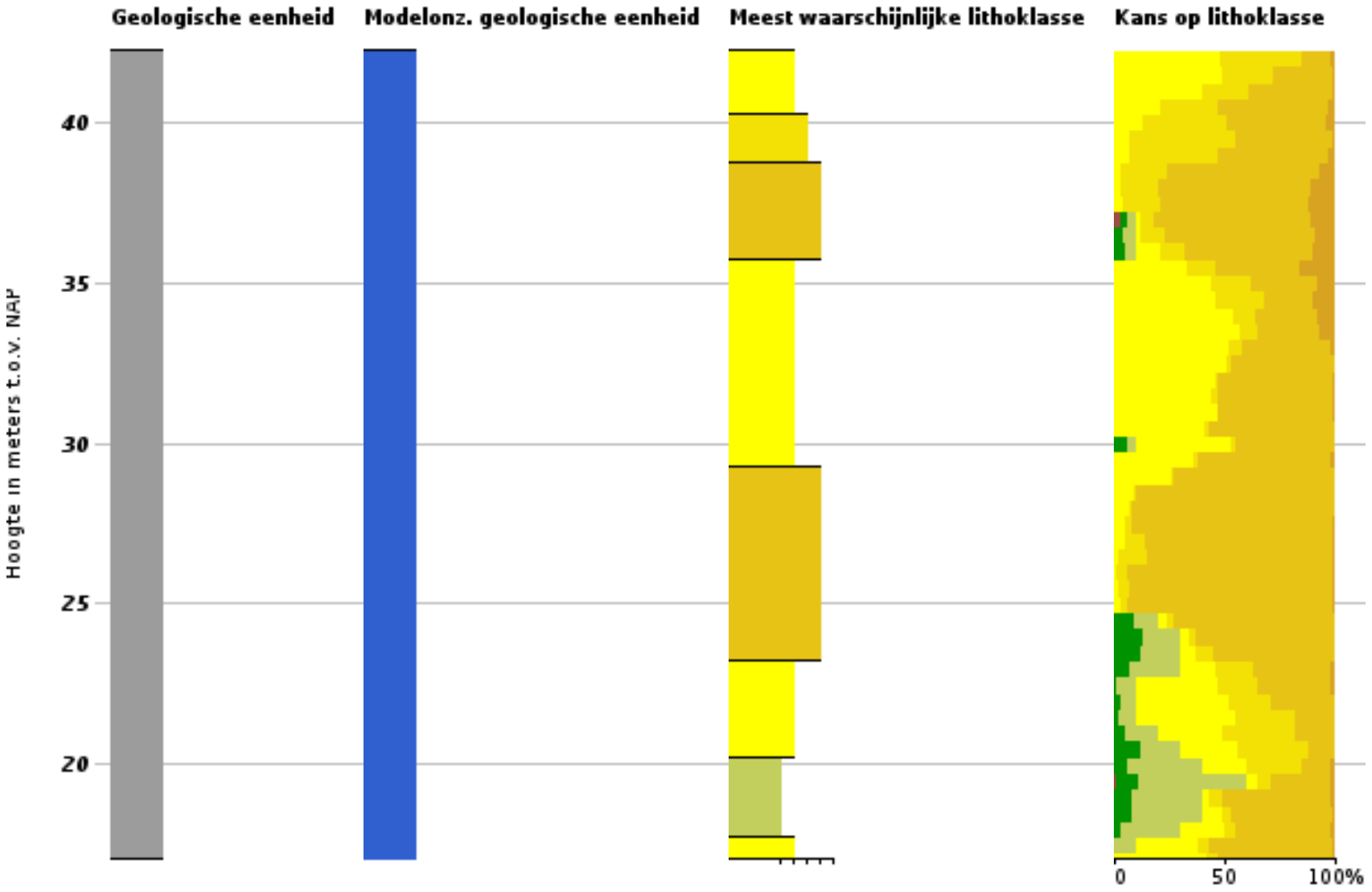


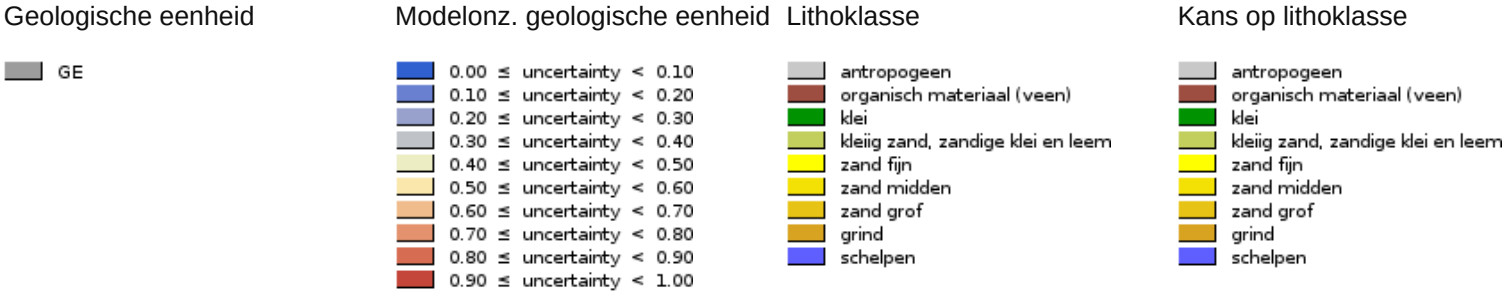
Schaal 1:10.000
Deze kaart is noordgericht

Bijlage 2 Modelgegevens TNO diepe ondergrond

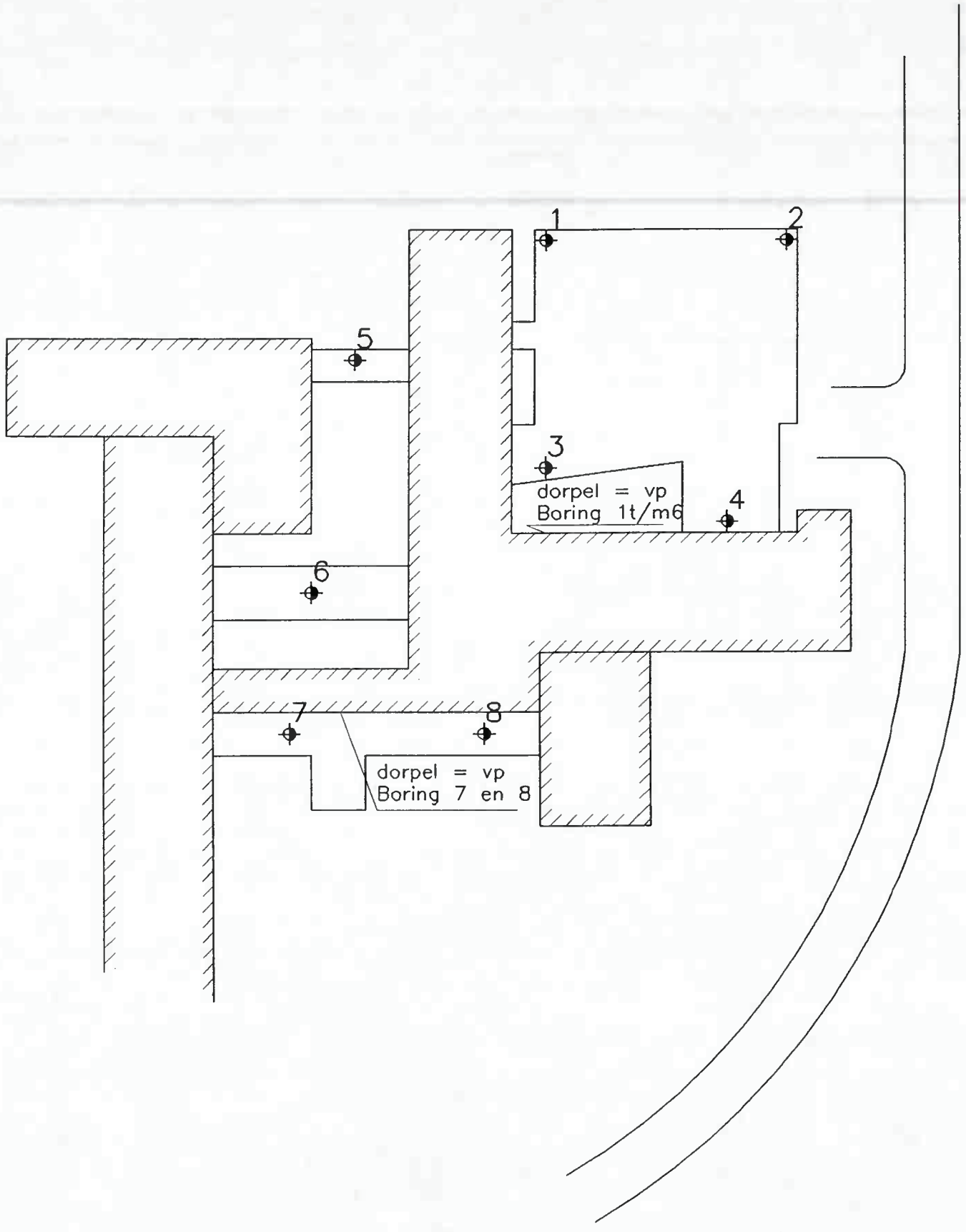
Appelboor BRO GeoTOP v1.4

Coördinaten:	189616, 445419 (RD)
Maaiveld:	42.25 m t.o.v. NAP
Hoogte t.o.v NAP:	-50.25 m - 42.25 m
Geselecteerde hoogte:	17.07 m - 42.25 m




Geologische eenheid
GE
Modelonz. geologische eenheid
0.00 ≤ uncertainty < 0.10
0.10 ≤ uncertainty < 0.20
0.20 ≤ uncertainty < 0.30
0.30 ≤ uncertainty < 0.40
0.40 ≤ uncertainty < 0.50
0.50 ≤ uncertainty < 0.60
0.60 ≤ uncertainty < 0.70
0.70 ≤ uncertainty < 0.80
0.80 ≤ uncertainty < 0.90
0.90 ≤ uncertainty < 1.00
Lithoklasse
antropogeen
organisch materiaal (veen)
klei
kleiig zand, zandige klei en leem
zand fijn
zand midden
zand grof
grind
schelpen
Kans op lithoklasse
antropogeen
organisch materiaal (veen)
klei
kleiig zand, zandige klei en leem
zand fijn
zand midden
zand grof
grind
schelpen

Bijlage 3 Verkennend bodemonderzoek Zijpendaalseweg 163 (1914.33.02)



boring

Werk	: verkennend onderzoek	Te	: Arnhem
Opdrachtgever	: M.B.O. College Arnhem	Datum	: 03-06-96
Opdracht nr.	: 60980		
Schaal	: 1:500		
Vast punt	: Dorpel		

ijsselmeerbeton
FUNDERINGSTECHNOLOGIE B.V.
IJSSELMEERBETON-GROEP POSTBUS 210 8530 AE LEMMER TEL. 0514-563400

funderingstechnologie b.v.
Postbus 210 8530 AE Lemmer Telefoon 0514-563400 Fax 0514-563007

Werk : Terreinonderzoek
Opdrachtgever : MBO College
Opdrachtnummer : 60980

Te : Arnhem
Datum : 20-05-96

BORING NO: 1

HOOGTE M.V. = 0.80 m+ t.o.v. V.P.

DIEPTE t.o.v. V.P.	GRONDSOORT	HOEDANIGHEID	BIJMENGSEL	KLEUR	DROOG	VOCHTIG	NAT	ORGANOLEPTISCHE WAARNEMING
0.80 m+ tot 0.60 m+	zand	matig fijn	humus	bruin zwart	*			geen
0.60 m+ tot 1.20 m-	zand	grof		geel bruin	*			geen
EINDE								

GRONDWATER IN BOORGAT	GEEN	STIJGT SNEL	STIJGT LANGZAAM	GRONDWATERSTAND (INDIEN STABIEL;BETREFT INDICATIE)
	---	---	---	m- t.o.v. M.V.

------ ijsselmeerbeton------

funderingstechnologie b.v.
Postbus 210 8530 AE Lemmer Telefoon 0514-563400 Fax 0514-563007

Werk : Terreinonderzoek
Opdrachtgever : MBO College
Opdrachtnummer : 60980

Te : Arnhem
Datum : 20-05-96

BORING NO: 2

HOOGTE M.V. = 0.75 m+ t.o.v. V.P.

DIEPTE t.o.v. V.P.	GRONDSOORT	HOEDANIGHEID	BIJMENGSEL	KLEUR	DROOG	VOCHTIG	NAT	ORGANOLEPTISCHE WAARNEMING
0.75 m+ tot 0.65 m+	zand	matig fijn	humus	bruin zwart	*			geen
0.65 m+ tot 0.25 m+	zand	grof		geel bruin	*			geen
EINDE								

GRONDWATER IN BOORGAT	GEEN	STIJGT SNEL	STIJGT LANGZAAM	GRONDWATERSTAND (INDIEN STABIEL;BETREFT INDICATIE)
				m- t.o.v. M.V.

funderingstechnologie b.v.
Postbus 210 8530 AE Lemmer Telefoon 0514-563400 Fax 0514-563007

Werk : Terreinonderzoek
Opdrachtgever : MBO College
Opdrachtnummer : 60980

Te : Arnhem
Datum : 20-05-96

BORING NO: 3

HOOGTE M.V. = 0.21 m- t.o.v. V.P.

DIEPTE t.o.v. V.P.	GRONDSOORT	HOEDANIGHEID	BIJMENGSEL	KLEUR	DROOG	VOCHTIG	NAT	ORGANOLEPTISCHE WAARNEMING
0.21 m- tot 0.71 m-	zand	grof		geel bruin	*			geen
EINDE								

GRONDWATER IN BOORGAT	GEEN	STIJGT SNEL	STIJGT LANGZAAM	GRONDWATERSTAND (INDIEN STABIEL;BETREFT INDICATIE)
	-------	----------	----------	m- t.o.v. M.V.

------ ijsselmeerbeton------

funderingstechnologie b.v.
Postbus 210 8530 AE Lemmer Telefoon 0514-563400 Fax 0514-563007

Werk : Terreinonderzoek
Opdrachtgever : MBO College
Opdrachtnummer : 60980

Te : Arnhem
Datum : 20-05-96

BORING NO: 4

HOOGTE M.V. = 0.15 m- t.o.v. V.P.

DIEPTE t.o.v. V.P.	GRONDSOORT	HOEDANIGHEID	BIJMENGSEL	KLEUR	DROOG	VOCHTIG	NAT	ORGANOLEPTISCHE WAARNEMING
0.15 m- tot 2.15 m-	zand	grof		geel bruin	*			geen
EINDE								

GRONDWATER IN BOORGAT	GEEN	STIJGT SNEL	STIJGT LANGZAAM	GRONDWATERSTAND (INDIEN STABIEL;BETREFT INDICATIE)
	-------	----------	----------	m- t.o.v. M.V.

------- ijsselmeerbeton-------

funderingstechnologie b.v.
Postbus 210 8530 AE Lemmer Telefoon 0514-563400 Fax 0514-563007

Werk : Terreinonderzoek
Opdrachtgever : MBO College
Opdrachtnummer : 60980

Te : Arnhem
Datum : 20-05-96

BORING NO: 5

HOOGTE M.V. = 0.44 m- t.o.v. V.P.

DIEPTE t.o.v. V.P.	GRONDSOORT	HOEDANIGHEID	BIJMENGSEL	KLEUR	DROOG	VOCHTIG	NAT	ORGANOLEPTISCHE WAARNEMING
0.44 m- tot 0.64 m-	zand	matig fijn	humus	bruin zwart	*			geen
0.64 m- tot 2.44 m-	zand	grof		geel bruin	*			geen
EINDE								

GRONDWATER IN BOORGAT	GEEN	STIJGT SNEL	STIJGT LANGZAAM	GRONDWATERSTAND (INDIEN STABIEL; BETREFT INDICATIE)
	---	---	---	m- t.o.v. M.V.

funderingstechnologie b.v.
Postbus 210 8530 AE Lemmer Telefoon 0514-563400 Fax 0514-563007

Werk : Terreinonderzoek
Opdrachtgever : MBO College
Opdrachtnummer : 60980

Te : Arnhem
Datum : 20-05-96

BORING NO: 6

HOOGTE M.V. = 0.64 m- t.o.v. V.P.

DIEPTE t.o.v. V.P.	GRONDSOORT	HOEDANIGHEID	BIJMENGSEL	KLEUR	DROOG	VOCHTIG	NAT	ORGANOLEPTISCHE WAARNEMING
0.64 m- tot 0.84 m-	zand	matig fijn	humus	bruin zwart	*			geen
0.84 m- tot 2.64 m-	zand	grof		geel bruin	*			geen
EINDE								

GRONDWATER IN BOORGAT	GEEN	STIJGT SNEL	STIJGT LANGZAAM	GRONDWATERSTAND (INDIEN STABIEL; BETREFT INDICATIE)
	---	---	---	m- t.o.v. M.V.

funderingstechnologie b.v.
Postbus 210 8530 AE Lemmer Telefoon 0514-563400 Fax 0514-563007

Werk : Terreinonderzoek
Opdrachtgever : MBO College
Opdrachtnummer : 60980

Te : Arnhem
Datum : 20-05-96

BORING NO: 7

HOOGTE M.V. = 0.15 m- t.o.v. V.P.

DIEPTE t.o.v. V.P.	GRONDSOORT	HOEDANIGHEID	BIJMENGSEL	KLEUR	DROOG	VOCHTIG	NAT	ORGANOLEPTISCHE WAARNEMING
0.15 m- tot 2.15 m-	zand	grof		geel bruin	*			geen
EINDE								

GRONDWATER IN BOORGAT	GEEN	STIJGT SNEL	STIJGT LANGZAAM	GRONDWATERSTAND (INDIEN STABIEL;BETREFT INDICATIE)
	-------	----------	----------	m- t.o.v. M.V.

funderingstechnologie b.v.
Postbus 210 8530 AE Lemmer Telefoon 0514-563400 Fax 0514-563007

Werk : Terreinonderzoek
Opdrachtgever : MBO College
Opdrachtnummer : 60980

Te : Arnhem
Datum : 20-05-96

BORING NO: 8

HOOGTE M.V. = 0.17 m- t.o.v. V.P.

DIEPTE t.o.v. V.P.	GRONDSOORT	HOEDANIGHEID	BIJMENGSEL	KLEUR	DROOG	VOCHTIG	NAT	ORGANOLEPTISCHE WAARNEMING
0.17 m- tot 0.67 m-	zand	grof		geel bruin	*			geen
EINDE								

GRONDWATER IN BOORGAT	GEEN	STIJGT SNEL	STIJGT LANGZAAM	GRONDWATERSTAND (INDIEN STABIEL;BETREFT INDICATIE)
	-------	----------	----------	m- t.o.v. M.V.

------- ijsselmeerbeton-------

Bijlage 4 Verkennend bodemonderzoek Nicolaas Maesstraat 6 (21551800)



Legenda:

- = Boorpunt tot 0,50 m -mv
- = Boorpunt tot 1,00 m -mv
- = Boorpunt tot 2,00 m -mv
- = Peilbuis
- = Diepere boring

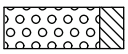
Datum Veldwerk : 27 november 2014

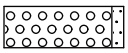
Naam uitvoerder : Dhr. J. Groot Antink

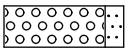
projectnr. : 15970 schaal : 1 : 500 bijlage : II	Situering boorpunten Zijpendaalseweg 163 Arnhem	ecopart

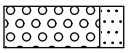
Legenda (conform NEN 5104)

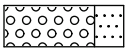
grind


Grind, siltig

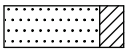

Grind, zwak zandig

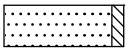

Grind, matig zandig

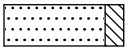

Grind, sterk zandig

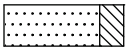

Grind, uiterst zandig

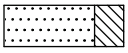
zand


Zand, kleïig

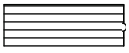

Zand, zwak siltig

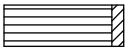

Zand, matig siltig

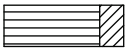

Zand, sterk siltig

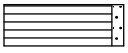

Zand, uiterst siltig

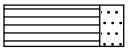
veen


Veen, mineraalarm

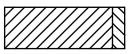

Veen, zwak kleïig

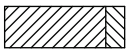

Veen, sterk kleïig

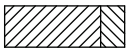

Veen, zwak zandig

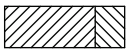

Veen, sterk zandig

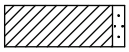
klei

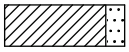

Klei, zwak siltig

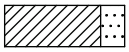

Klei, matig siltig


Klei, sterk siltig


Klei, uiterst siltig


Klei, zwak zandig


Klei, matig zandig


Klei, sterk zandig

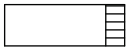
leem

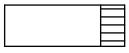

Leem, zwak zandig

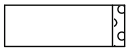

Leem, sterk zandig

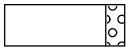
overige toevoegingen

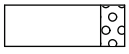

zwak humeus


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

ongeroerd monster

overig

bijzonder bestanddeel

Gemiddeld hoogste grondwaterstand

grondwaterstand

Gemiddeld laagste grondwaterstand

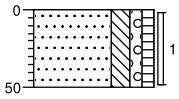
slib

water

peilbuis

Boring: 01

Datum: 27-11-2014



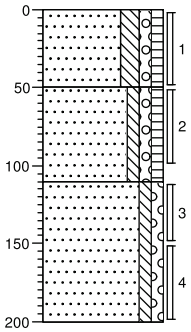
0 braak

Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindig, zwak humeus, sporen kolen, donkerbruin, Edelmanboor

-50

Boring: 02

Datum: 27-11-2014



0 braak

Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindig, zwak humeus, sporen puin, donkerbruin, Edelmanboor

-50

Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, zwak humeus, neutraalbruin, Edelmanboor

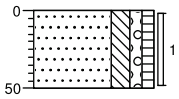
-110

Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, lichtbruin, Edelmanboor

-200

Boring: 03

Datum: 27-11-2014



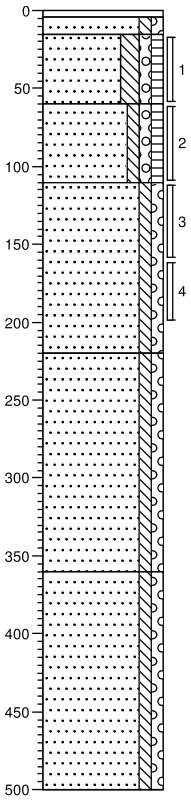
0 braak

Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindig, zwak humeus, sporen kolen, donkerbruin, Edelmanboor

-50

Boring: 04

Datum: 27-11-2014



-4 tegel

-15 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, lichtbruin, Edelmanboor

Zand, matig grof, matig siltig, zwak grindig, zwak humeus, sporen puin, donkerbruin, Edelmanboor

-60

Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, zwak humeus, neutraalbruin, Edelmanboor

-110

Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, lichtbruin, Edelmanboor

-220

Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, licht bruingeel, Edelmanboor

-360

Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, licht bruingeel, Edelmanboor, Grondwater dieper dan 5,0 m-mv

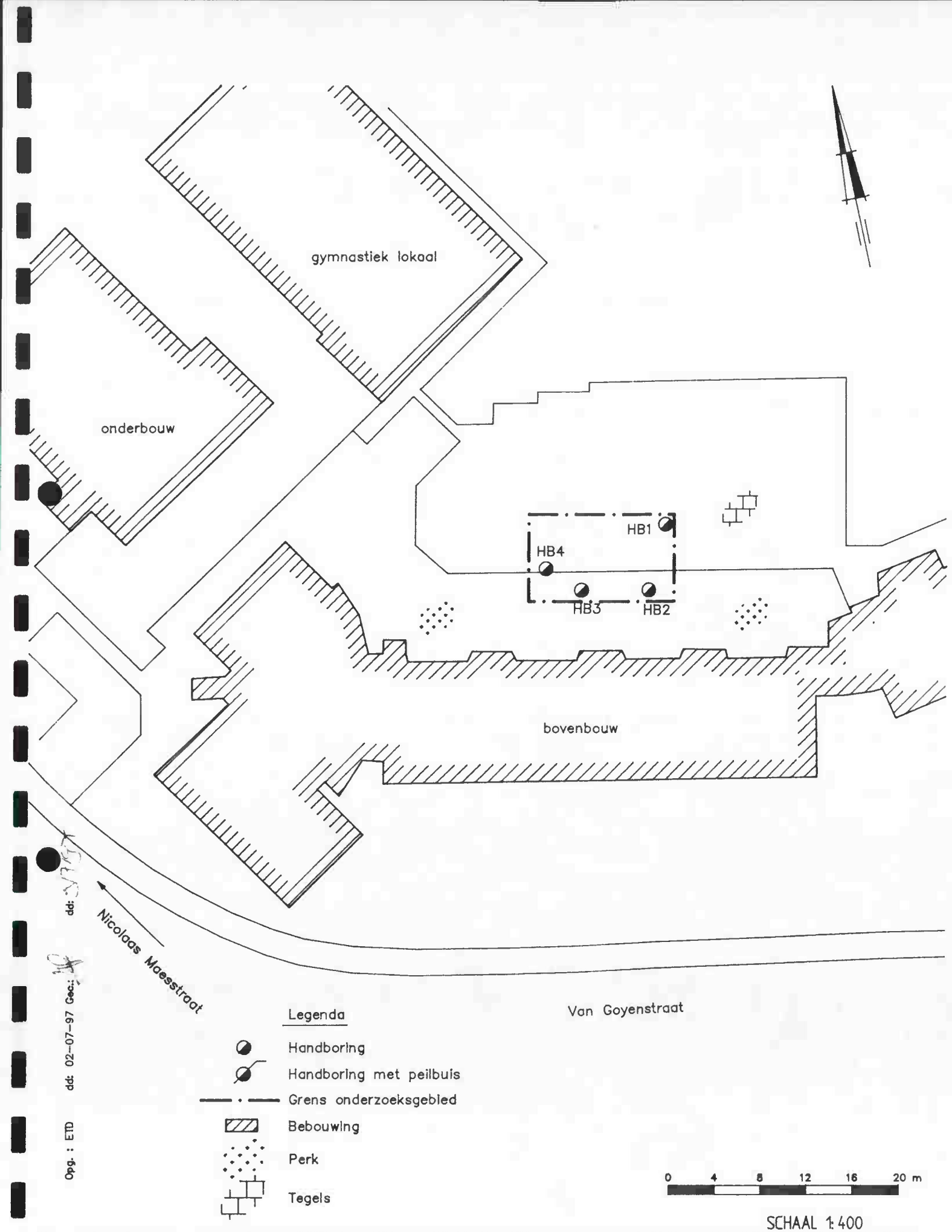
getekend volgens NEN 5104

-500

Projectnaam: Zijpendaalseweg 163 te Arnhem

Projectcode: 15970

Bijlage 5 Verkennend bodemonderzoek Nicolaas Maesstraat 6 (22550682)



Opg. : ETD dd: 02-07-97 Gec.: dd:

SITUATIESCHETS MET BOORPUNTEN

Nic. Maesstraat 6 te Arnhem

Opdr. : D-7185/110
Bijl. : 2

3 RESULTATEN

3.1 Veldobservaties

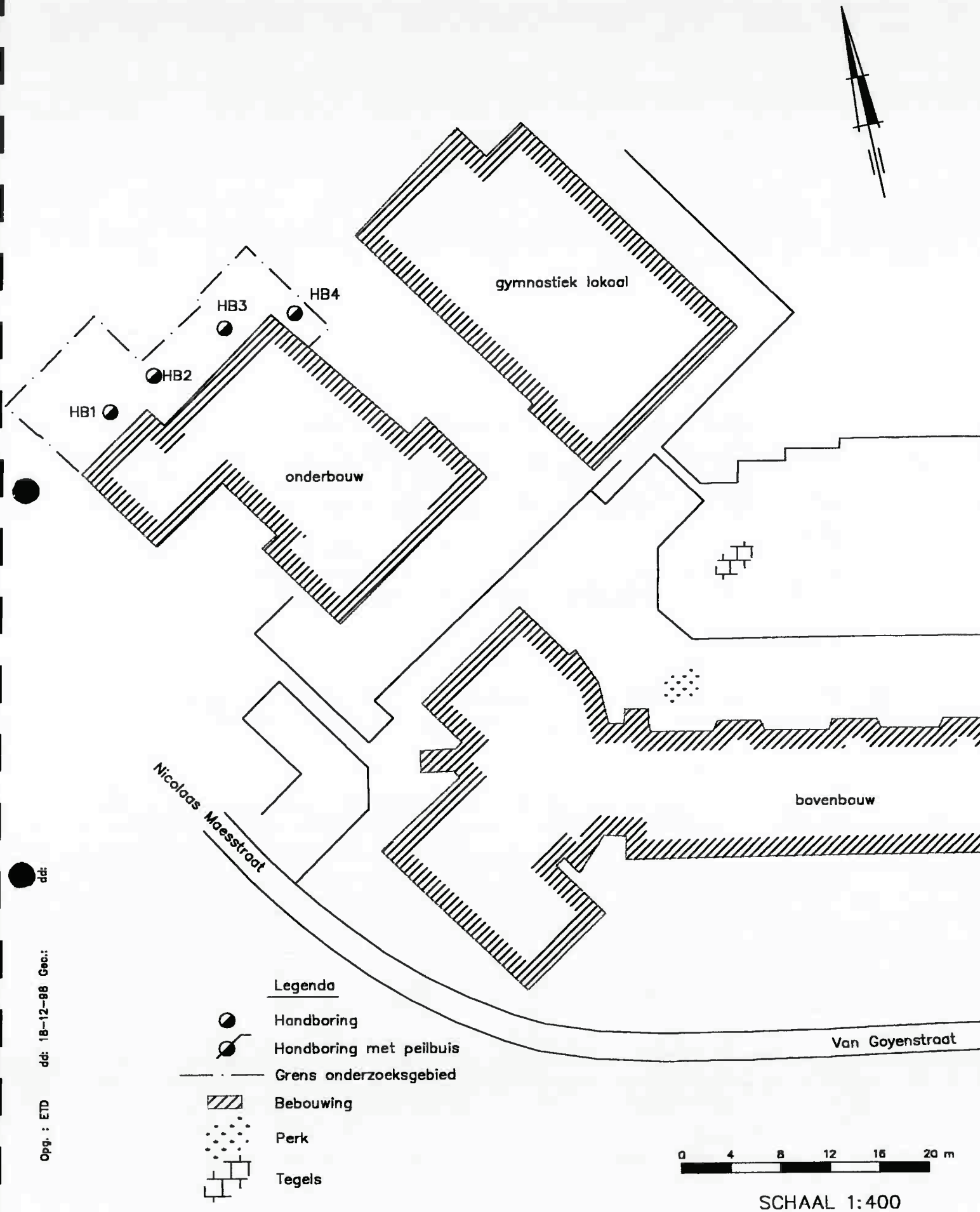
De bodem op de lokatie bestaat uit een zandpakket met een humeuze toplaag van ± 0,4 m.

Tabel 1 Uitgevoerde boringen en zintuiglijke waarnemingen

Boorlocatie	Boring [1]	Totale DIEPTE (m-mv)	Zintuiglijke Waarnemingen		
			diepte m-mv	bodem-opbouw	waarneming [2]
verspreid over het onderzoeksgebied	1	2,2	0,0-0,1		tegel
			0,1-0,2	matig grof zand	
			0,2-0,4	matig fijn zand	puindeeltjes-1
			0,4-0,6	matig fijn zand	
			0,6-0,9		sintels en kooltjes-3
			0,9-2,2	zeer fijn zand	
	2	0,5	0,0-0,5	matig fijn zand	
	3	0,6	0,0-0,3	matig fijn zand	
			0,3-0,6	fijn zand	sintels en kooltjes-2
			0,6	fijn zand	
	4	2,0	0,0-0,1		tegel
			0,1-0,6	matig fijn zand	puindeeltjes-1
			0,6-0,8		sintels en kooltjes-3
			0,8-2,0	matig grof zand	

Opmerkingen bij de tabel

[2] waarneming (1 = zwak, 2 = matig, 3 = sterk, 4 = hoofdbestanddeel)



Opg. : ETD dd: 18-12-98 Gec.: dd:

SITUATIESCHETS MET BOORPUNTEN

Nic. Maesstraat 6 te Arnhem

Opdr. D-7185/11
Bijl. : 2

3 RESULTATEN

3.1 Veldobservaties

De bodem op de lokatie bestaat uit een zandpakket met een humeuze toplaag.

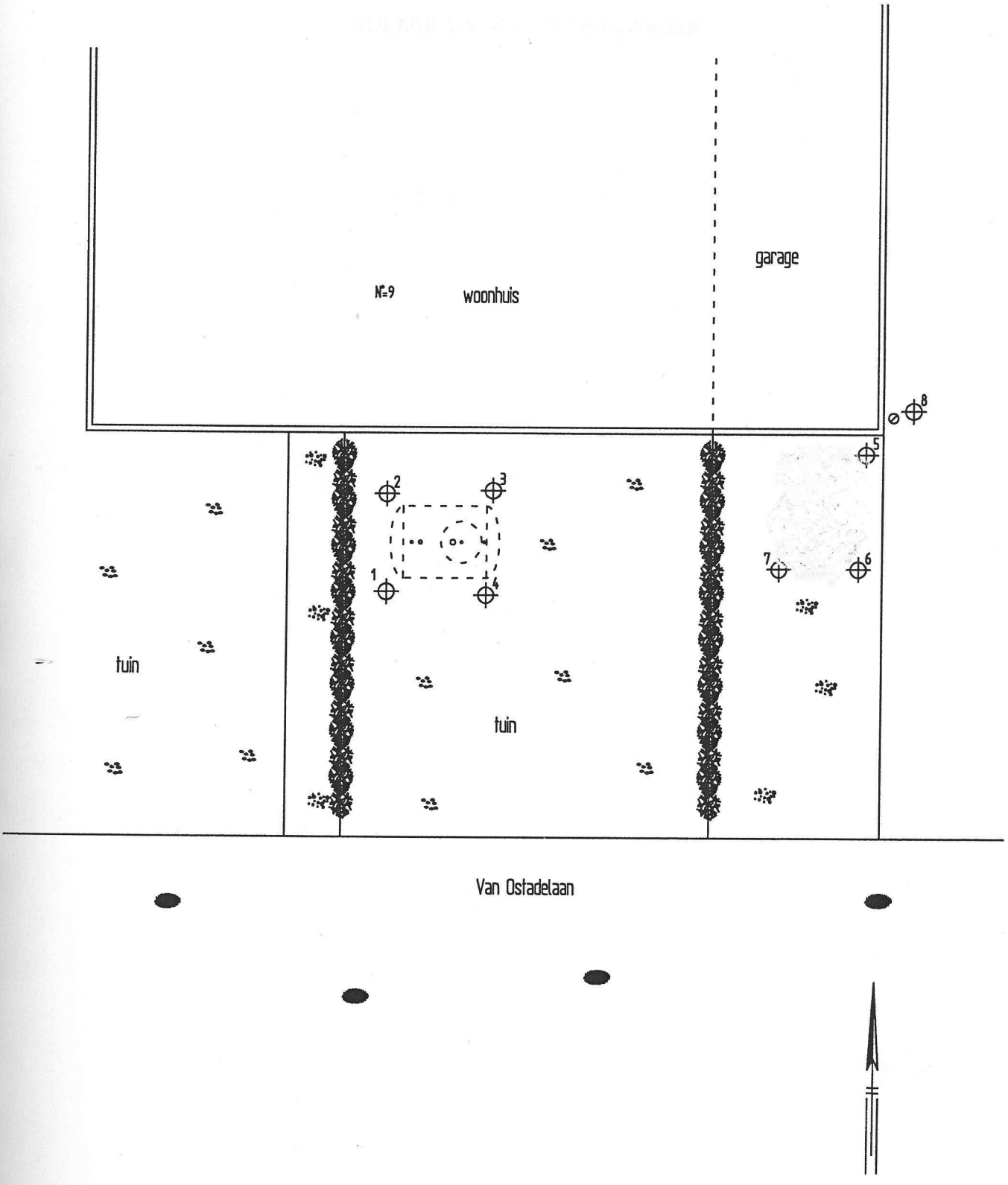
Tabel 1 Uitgevoerde boringen en zintuiglijke waarnemingen

Boorlocatie	Boring [1]	Totale DIEPTE (m-mv)	Zintuiglijke Waarnemingen		
			diepte m-mv	bodem-opbouw	waarneming [2]
verspreid over het onderzoeksgebied	1	2,0	0,0-0,5	matig grof zand	-
			0,5-2,0	grof zand	-
	2	0,5	0,0-0,05	-	tegel
			0,05-0,2	matig grof zand	-
			0,2-0,5	grof zand	-
	3	2,0	0,0-0,05	-	tegel
			0,05-0,5	grof zand	-
			0,5-0,8	matig fijn zand	puindeeltjes-1
			0,8-2,0	grof zand	-
	4	0,5	0,0-0,1	matig grof zand	-
			0,1-0,5	matig grof zand	puindeeltjes-1

Opmerkingen bij de tabel

[2] waarneming (1 = zwak, 2 = matig, 3 = sterk, 4 = hoofdbestanddeel)

Bijlage 6 Verkennend bodemonderzoek Ostadestraat 9 (1729.33.01)



LEGENDA

- boring met nummer
- ontluchting
- ondergrondse tank

0 1 2 3 4 5m

Schwirtz en Partners BV

Verkennend/ nulsituatie bodemonderzoek
Van Ostadestraat 9 te Arnhem

Situatie met boringen

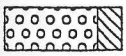
Projectnummer	2006360
Tekening	1-1
Schaal	1:100
Afmetingen	A4_p
Datum	apr.-2006
Getekend	hb
Filename	2006360A

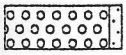
v.d. HAAR GROEP

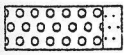
Van de Haar Groep
Postbus 1 - Matendijk 9
6733 ZG WEKEROM

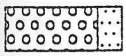
Legenda (conform NEN 5104)

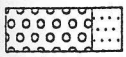
grind


Grind, siltig

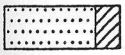

Grind, zwak zandig

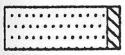

Grind, matig zandig

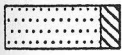

Grind, sterk zandig


Grind, uiterst zandig

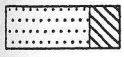
zand


Zand, kleïig


Zand, zwak siltig

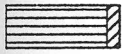

Zand, matig siltig

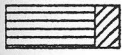

Zand, sterk siltig

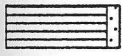

Zand, uiterst siltig

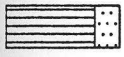
veen


Veen, mineraalarm

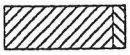

Veen, zwak kleïig

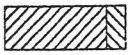

Veen, sterk kleïig

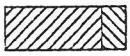

Veen, zwak zandig

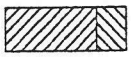

Veen, sterk zandig

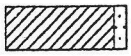
klei

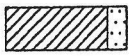

Klei, zwak siltig

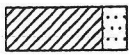

Klei, matig siltig


Klei, sterk siltig


Klei, uiterst siltig


Klei, zwak zandig


Klei, matig zandig

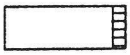

Klei, sterk zandig

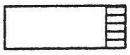
leem

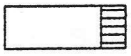

Leem, zwak zandig

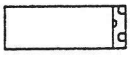

Leem, sterk zandig

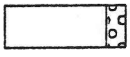
overige toevoegingen

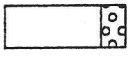

zwak humeus


matig humeus

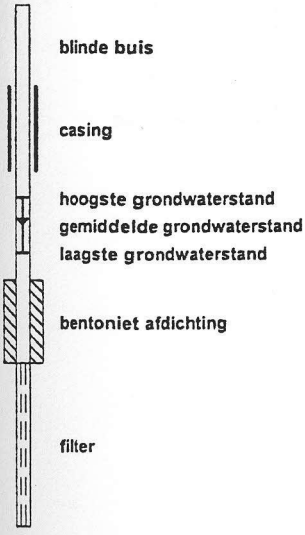

sterk humeus


zwak grindig


matig grindig


sterk grindig

peilbuis



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

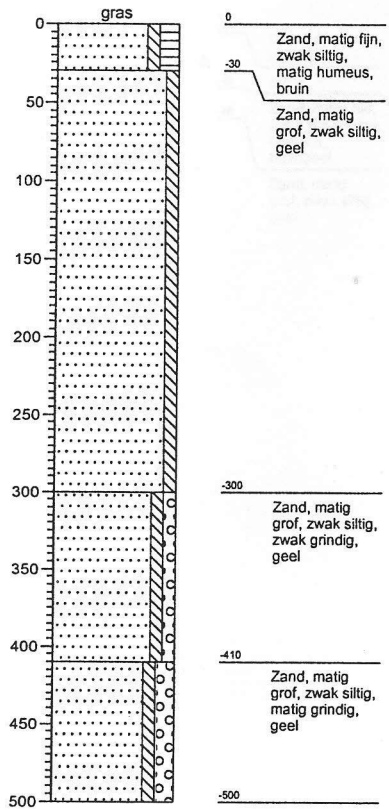

slib


water

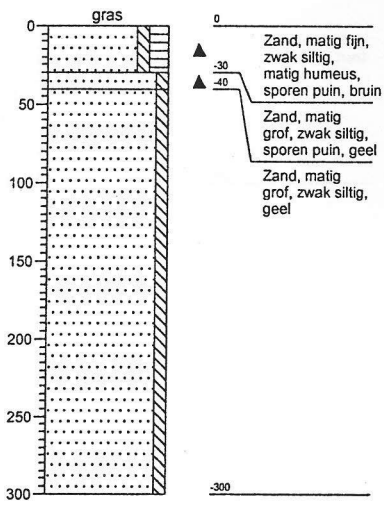
Projectnummer: 2006360

v.d. HAAR GROEP

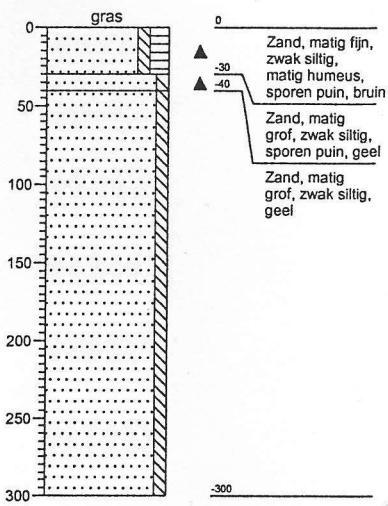
Boring: 1



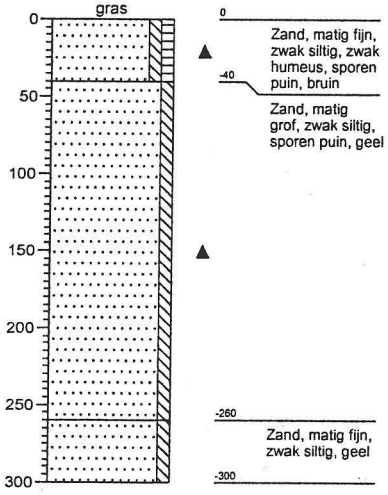
Boring: 2



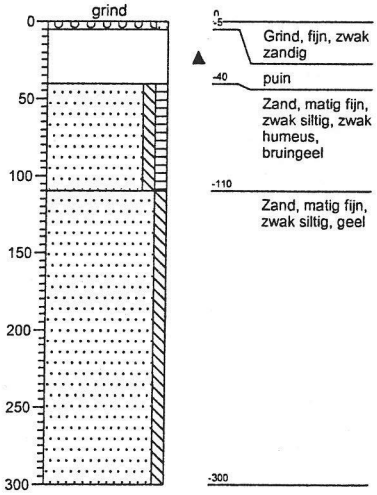
Boring: 3



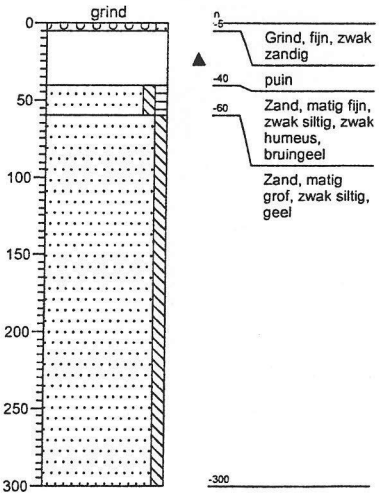
Boring: 4



Boring: 5

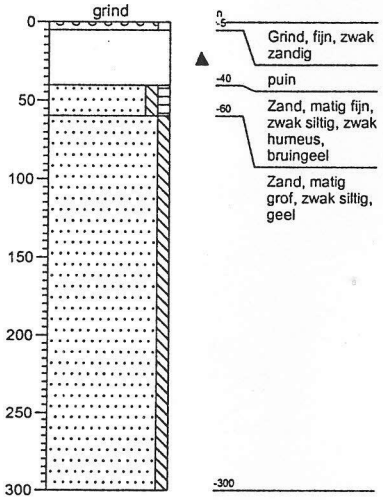


Boring: 6

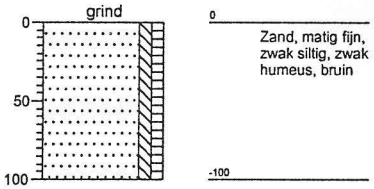


Project: BOOT- van Ostadestraat 9 te Arnhem

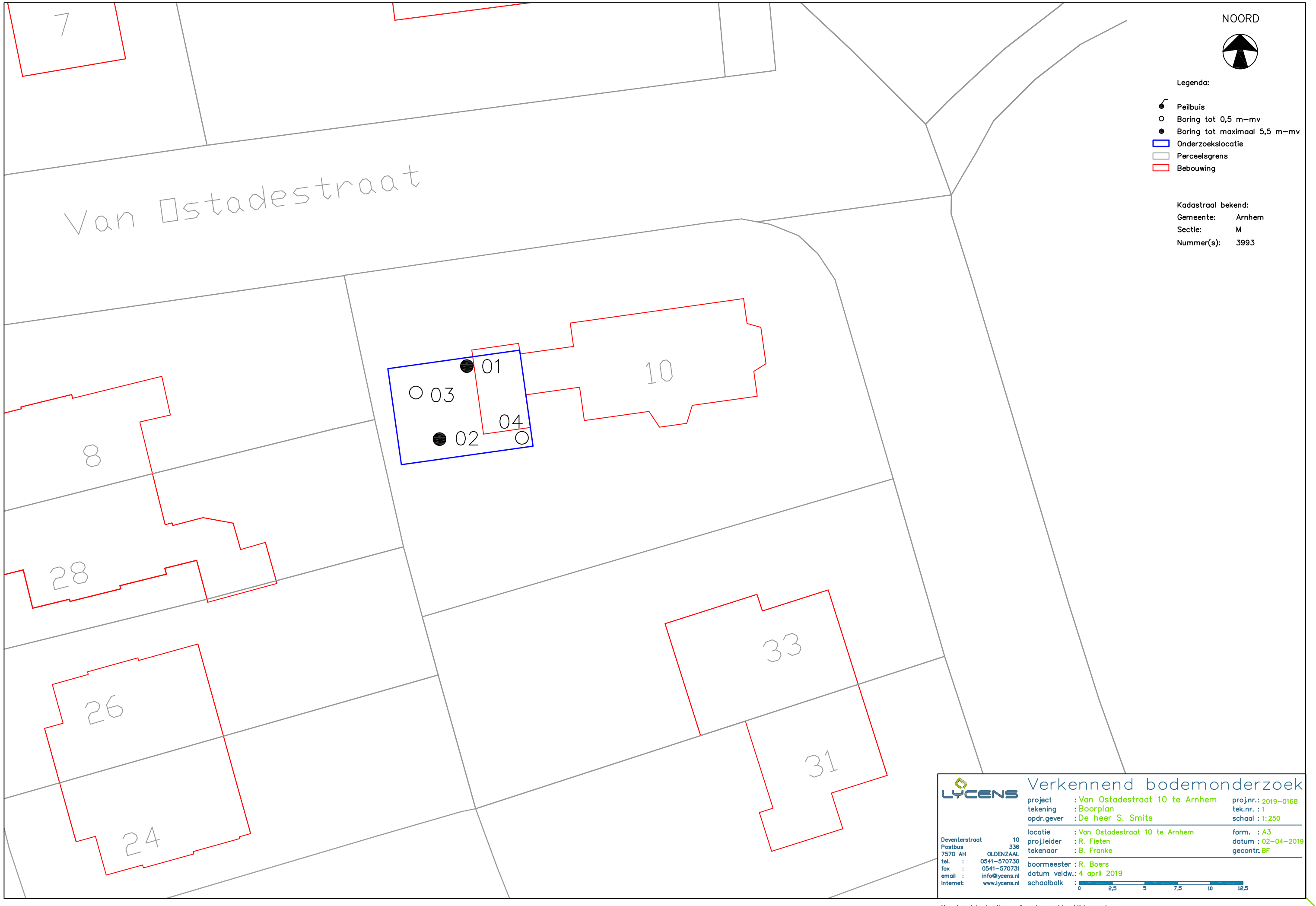
Boring: 7



Boring: 8



Bijlage 7 Verkennend bodemonderzoek Ostadestraat 10 (4821.33.01)



Verkennend bodemonderzoek

project : Van Ostadestraat 10 te Arnhem
tekening : Boorplan
opdr.gever : De heer S. Smits

proj.nr.: 2019–0168
tek.nr. : 1
schaal : 1:250

locatie : Van Ostadestraat 10 te Arnhem
proj.leider : R. Fieten
tekenaar : B. Franke

form. : A3
datum : 02–04–2019
gecontr. BF

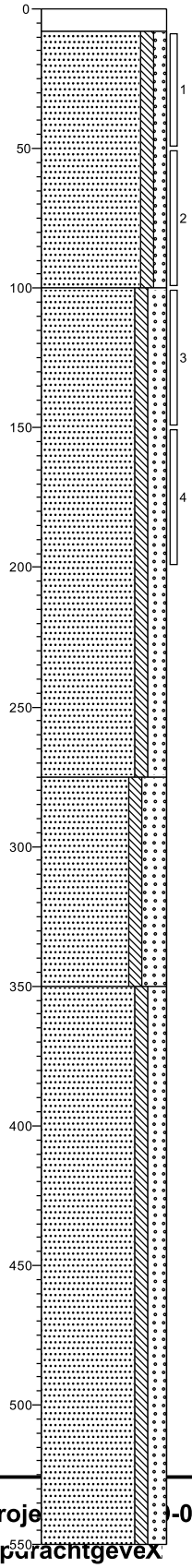
boormeester : R. Boers
datum veldw.: 4 april 2019
schaalbalk : 0 2,5 5 7,5 10 12,5

LYCENS
Deventerstraat 10
Postbus 336
7570 AH OLDENZAAL
tel. : 0541–570730
fax : 0541–570731
email : info@lycens.nl
internet: www.lycens.nl

Van deze tekening liggen alle auteursrechten bij Lycens b.v.

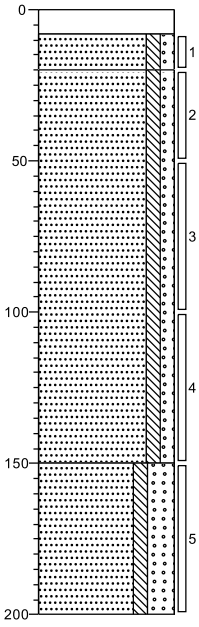
Bijlage 3

Boring01



0 klinker
8 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, donkergeel, Edelmanboor
100 Zand, matig grof, zwak siltig, matig grindig, donkergeel, Edelmanboor
275 Zand, matig fijn, zwak siltig, sterk grindig, grijsgeel, Edelmanboor
350 Zand, matig grof, zwak siltig, matig grindig, donkergeel, Edelmanboor
550

Boring02



0 klinker
8
20 Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, sporen wortels, spikkels kolengruis, donker bruingrijs, Edelmanboor
Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, donkergeel, Edelmanboor
150 Zand, matig grof, zwak siltig, sterk grindig, Edelmanboor
200

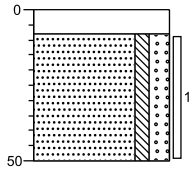
Proje -0168
Opdrachtgeve
Projectnaam Van Ostadestraat te Arnhem

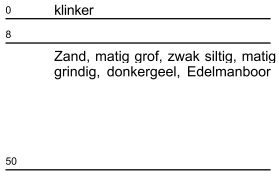
Projectleider Rob Fieten
Schaal: 25

getekend volgens NEN 5104

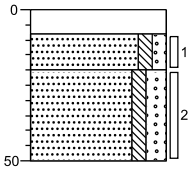
Bijlage 3

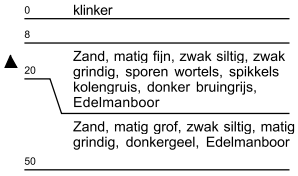
Boring03





Boring04

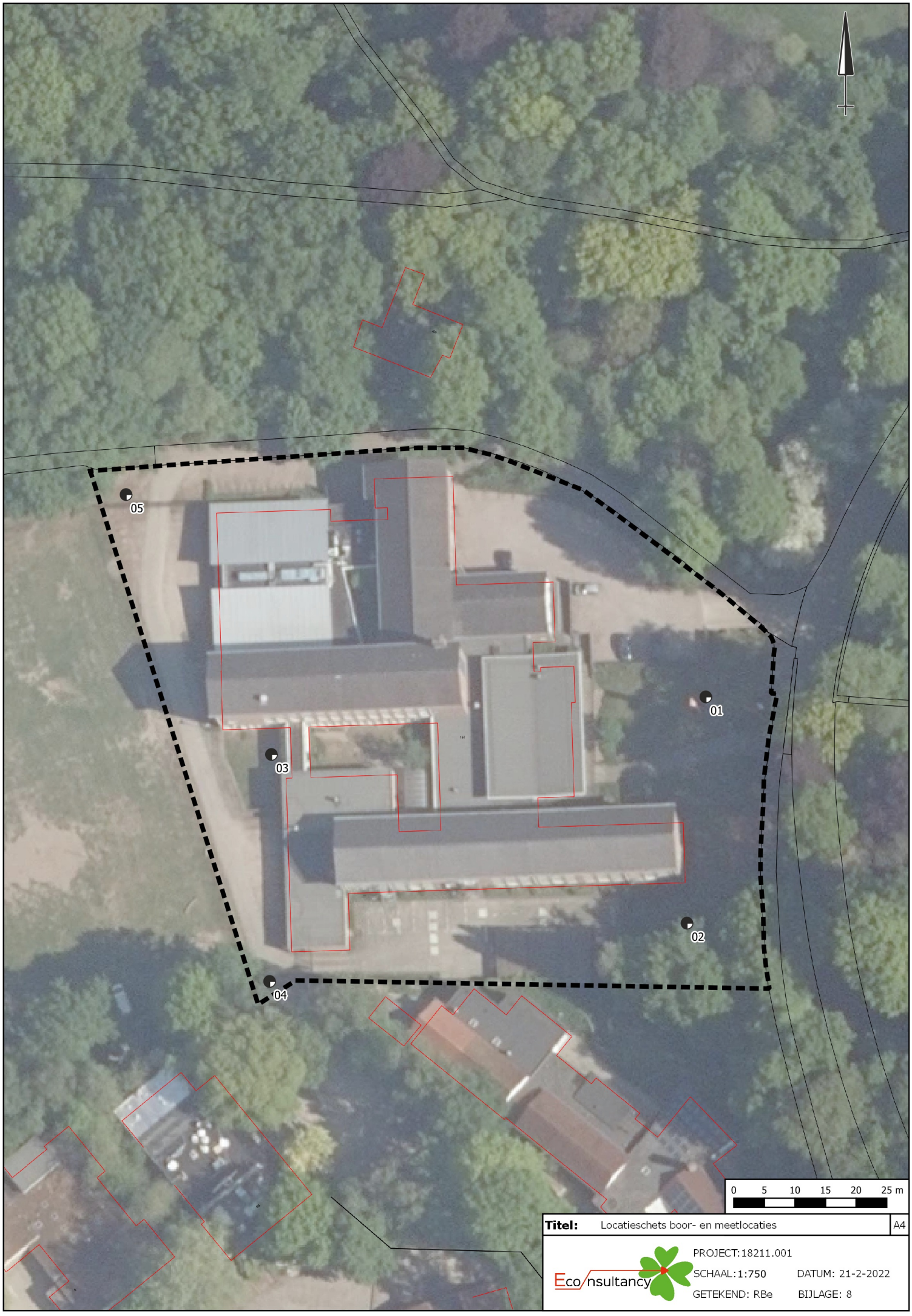




Projectcode: 2019-0168
Opdrachtgever:
Projectnaam: Van Ostadestraat te Arnhem

Projectleider: Rob Fieten
Schaal: 1: 25

getekend volgens NEN 5104



Titel: Locatieschets boor- en meetlocaties | A4

Eco nsultancy

PROJECT:18211.001

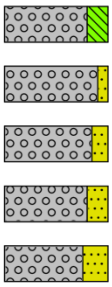
SCHAAL:1:750 DATUM: 21-2-2022

GETEKEND: RBe BIJLAGE: 8

Bijlage 9 Boorprofielen

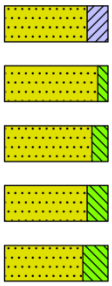
Legenda (conform NEN 5104)

grind



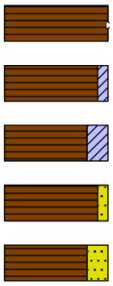
- Grind, siltig
- Grind, zwak zandig
- Grind, matig zandig
- Grind, sterk zandig
- Grind, uiterst zandig

zand



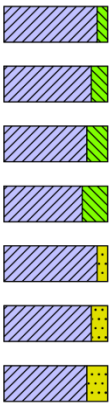
- Zand, kleïig
- Zand, zwak siltig
- Zand, matig siltig
- Zand, sterk siltig
- Zand, uiterst siltig

veen



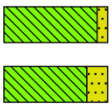
- Veen, mineraalarm
- Veen, zwak kleïig
- Veen, sterk kleïig
- Veen, zwak zandig
- Veen, sterk zandig

klei



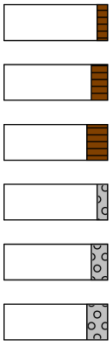
- Klei, zwak siltig
- Klei, matig siltig
- Klei, sterk siltig
- Klei, uiterst siltig
- Klei, zwak zandig
- Klei, matig zandig
- Klei, sterk zandig

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

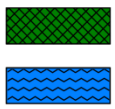
monsters



- geroerd monster
- ongeroerd monster
- volumering

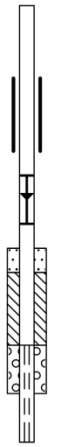
overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand (tijdens veldwerk)
- Gemiddeld laagste grondwaterstand



- slib
- water

peilbuis

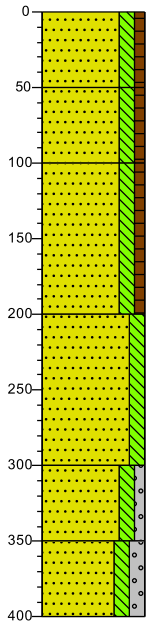


- blinde buis
- casing
- hoogste grondwaterstand
- gemiddelde grondwaterstand
- laagste grondwaterstand
- zand afdichting
- bentoniet/mikoliet/klei afdichting
- grind afdichting
- filter

Profielen boringen

Boring: 01

Datum veldwerk: 17-2-2022



0 gazon

Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, neutraal grijsbruin, Edelmanboor, geroerd

50

Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, matig oerhoudend, bruingrijs, Edelmanboor, geroerd

100

Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, matig grindhoudend, zwak slakhoudend, lichtbruin, Edelmanboor, geroerd

200

Zand, zeer fijn, matig siltig, matig grindhoudend, zwak slakhoudend, geelbruin, Edelmanboor, geroerd

300

Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak grindig, licht geelbeige, Edelmanboor, geroerd

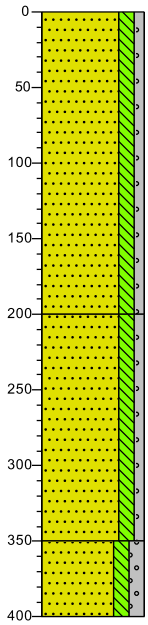
350

Zand, matig fijn, matig siltig, matig grindig, licht geelbeige, River, geroerd

400

Boring: 02

Datum veldwerk: 17-2-2022



0 tuin

Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak grindig, donker beigegeel, Edelmanboor

200

Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak grindig, licht geelbeige, Edelmanboor

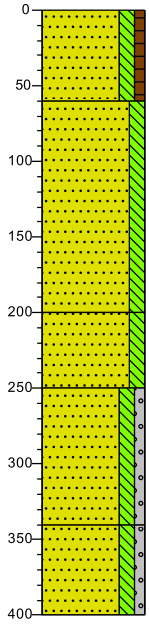
350

Zand, matig fijn, matig siltig, matig grindig, beigegeel, River

400

Boring: 03

Datum veldwerk: 17-2-2022



0 gazon

Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, grijsbruin, Edelmanboor

60

Zand, zeer fijn, matig siltig, beigegeel, Edelmanboor

200

Zand, zeer fijn, matig siltig, licht cremegeel, Edelmanboor

250

Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak grindig, matig oerhoudend, donker geelbeige, River

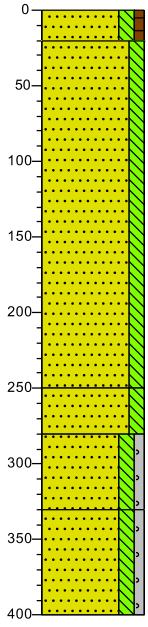
340

Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak grindig, zwak oerhoudend, donker geelbeige, River

400

Boring: 04

Datum veldwerk: 17-2-2022



0 tuin

20

Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, grijsbruin, Edelmanboor

Zand, zeer fijn, matig siltig, beigegeel, Edelmanboor

250

Zand, zeer fijn, matig siltig, licht cremegeel, Edelmanboor

280

Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak grindig, matig oerhoudend, donker geelbeige, River

330

Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak grindig, zwak oerhoudend, donker geelbeige, River

400

Projectcode: 18211.001

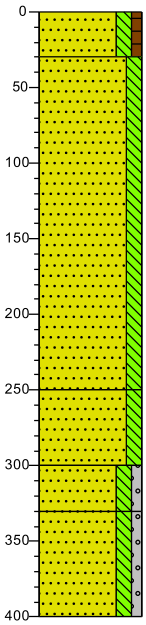
Boormeester: Dhr. R.J.H. Denessen

Getekend volgens NEN 5104

Profielen boringen

Boring: 05

Datum veldwerk: 17-2-2022



0 berm

Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, grijsbruin, Edelmanboor

30

Zand, zeer fijn, matig siltig, beigegeel, Edelmanboor

250

Zand, zeer fijn, matig siltig, licht cremegeel, Edelmanboor

300

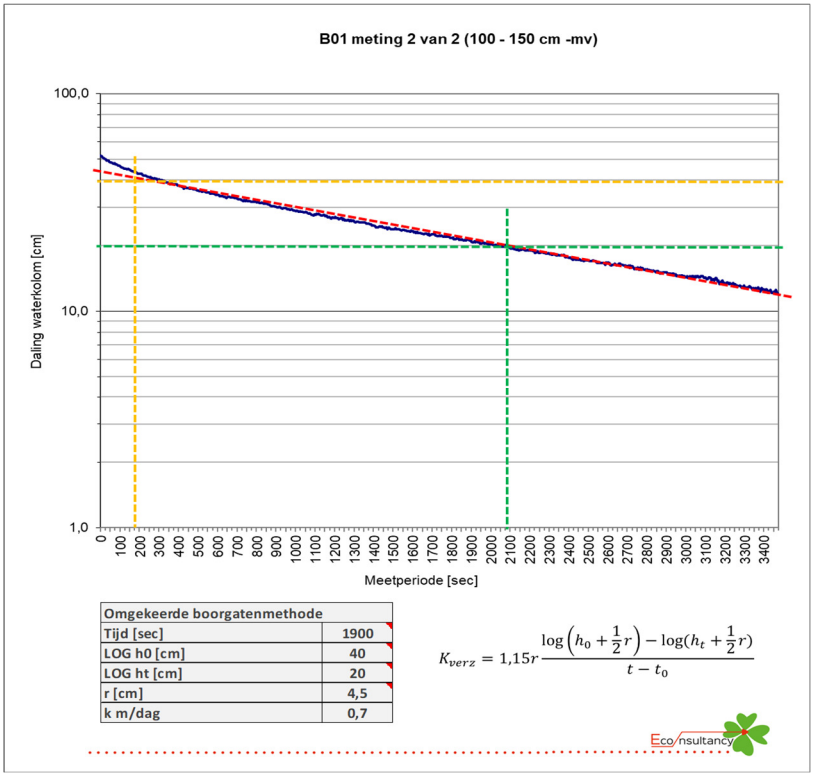
Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak grindig, matig oerhoudend, donker geelbeige, River

330

Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak grindig, zwak oerhoudend, donker geelbeige, River

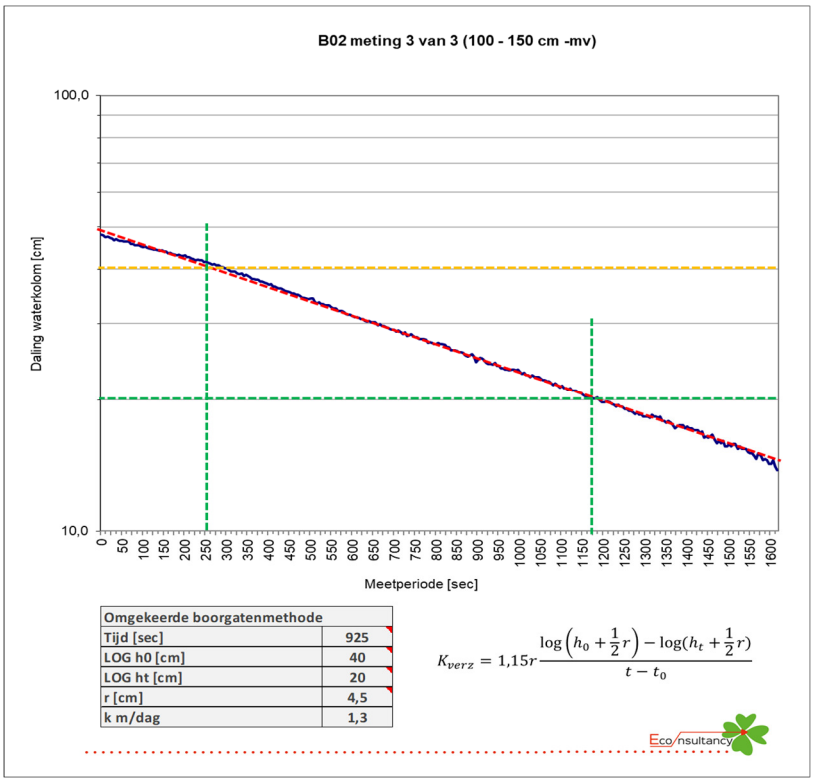
400

Bijlage 10 Berekende k-waarden



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	1900
LOG h0 [cm]	40
LOG ht [cm]	20
r [cm]	4,5
k m/dag	0,7

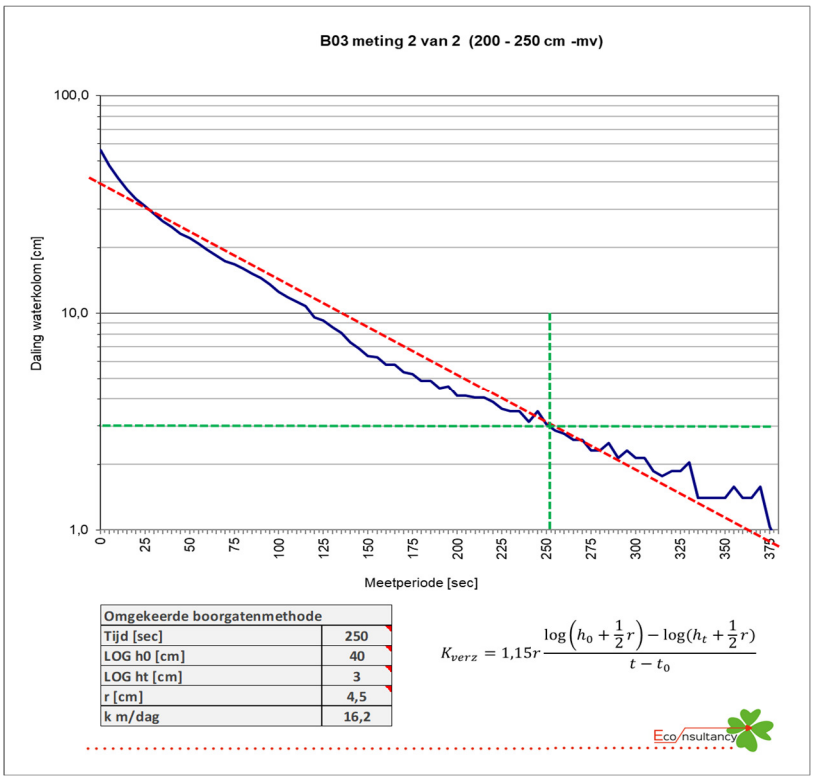
$$K_{verz} = 1{,}15r\frac{\log\left(h_0 + \frac{1}{2}r\right) - \log(h_t + \frac{1}{2}r)}{t - t_0}$$



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	925
LOG h0 [cm]	40
LOG ht [cm]	20
r [cm]	4,5
k m/dag	1,3

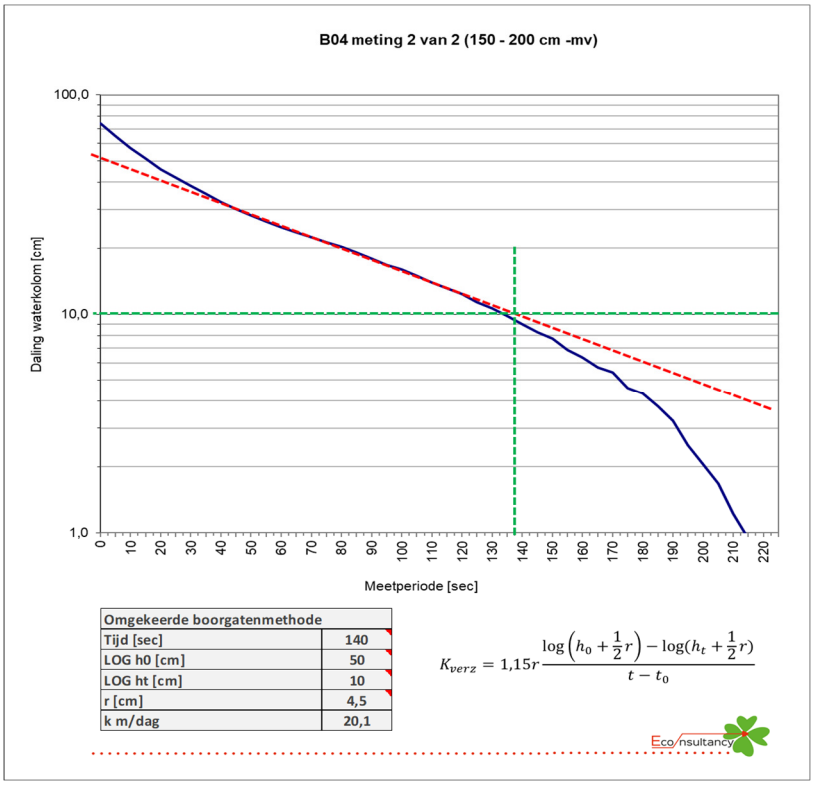
$$K_{verz} = 1{,}15r\frac{\log\left(h_0 + \frac{1}{2}r\right) - \log(h_t + \frac{1}{2}r)}{t - t_0}$$

Bijlage 10 Berekende k-waarden



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	250
LOG h0 [cm]	40
LOG ht [cm]	3
r [cm]	4,5
k m/dag	16,2

$$K_{verz} = 1{,}15r\frac{\log\left(h_0 + \frac{1}{2}r\right) - \log(h_t + \frac{1}{2}r)}{t - t_0}$$



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	140
LOG h0 [cm]	50
LOG ht [cm]	10
r [cm]	4,5
k m/dag	20,1

$$K_{verz} = 1{,}15r\frac{\log\left(h_0 + \frac{1}{2}r\right) - \log(h_t + \frac{1}{2}r)}{t - t_0}$$

