



Hydrologisch onderzoek

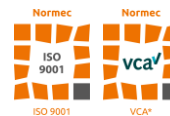
WSC Maaszicht, Kerkdriel

Hydrologisch onderzoek

WSC Maaszicht, Kerkdriel

Rapportnummer: E184667.007/RKR
Datum: 2 augustus 2018
Naam opdrachtgever: Ruimte in Advies , de heer D. Hegger
Adres opdrachtgever: Jan Campertstraat 5, 6416 SG te HEERLEN
Contactpersoon
Aelmans Eco B.V.: ing. R.M.E. Kroonen

KvK 14048216
BTW NL8022.45.262.B.01
Bankrekening 15.48.06.137
BIC RABONL2U
IBAN NL27 RABO 0154 8061 37



Aelmans Eco B.V.

Kerkstraat 4
6367 JE Voerendaal
T (045) 575 32 55

info@aelmans.com

Kerkstraat 2
6095 BE Baexem
T (0475) 459 260

www.aelmans.com



Op onze dienstverlening zijn de algemene voorwaarden van Aelmans Eco B.V. van toepassing die u vindt op www.aelmans.com

Inhoud

1	Inleiding.....	1
1.1	Opdrachtverlening.....	1
1.2	Doel van het onderzoek.....	1
1.3	Opzet van het onderzoek en de rapportage	1
2	Schematisering van de ondergrond	2
2.1	Geohydrologische schematisering	2
2.2	Grondwaterstanden en stijghoogten	2
3	In-situ doorlatendheidsonderzoek.....	4
3.1	Algemeen.....	4
3.2	Classificatie resultaten.....	6
4	Mogelijkheden voor infiltratie.....	7
4.1	Algemeen.....	7
4.2	Toetsing	7
5	Conclusie en aanbevelingen	8

Figuur 1 Ligging onderzoekslocatie

Bijlage 1 Meetwaarden veldtesten en uiwerking middels Hooghoudt

1 Inleiding

1.1 Opdrachtverlening

Aelmans Eco B.V. heeft van de heer D. Hegger, namens Ruimte in Advies, het verzoek gekregen een hydrologisch onderzoek uit te voeren tot hoogte van WSC Maaszicht aan de Maasbandijk 1A te Kerkdriel.

1.2 Doel van het onderzoek

Het doel van een hydrologisch onderzoek is o.a. onderzoek naar de waterdoorlatendheid van de ondergrond teneinde vast te stellen of infiltratie van regenwater in de bodem ter plaatse van de onderzoekslocatie opportuun is. Een en ander in het kader van duurzaam bouwen en het ontwerpen met regenwater.

1.3 Opzet van het onderzoek en de rapportage

Teneinde het infiltratievermogen op de locatie te onderzoeken, wordt een onderzoek verricht welk ten doel heeft de waterdoorlatendheid van de ondergrond te bepalen. Deze kan op verschillende manieren worden onderzocht o.a.:

- ex-situ, off-site; labotesten (o.a. constant head of falling head test, afhankelijk van de grondslag);
- in-situ, on-site; veldtesten (bijv. omgekeerde boorgatmethode).

Werkzaamheden worden verricht volgens de [OVAM] code van goede praktijk en de vigerende BRL 2000. De boringen zijn effectief verricht onder BRL 2101 regime, grondclassificatie heeft tenslotte plaatsvinden volgens de NEN 5104.

2 Schematisering van de ondergrond

2.1 Geohydrologische schematisering

Uit bureau- en dossierstudie middels Dino/BRO, de grondwaterkaart van Nederland (TNO), Regis II v2.2 alsmede DGM v2.2 is de geohydrologische schematisering afgeleid.

Ten aanzien van de deklaag zijn parameters in Regis II v2.2 en DGM v2.2 beschikbaar. Ten aanzien van het doorlaatvermogen (kD) van het eerste watervoerende pakket komen de verschillende bronnen redelijk met elkaar overeen. In het model is gekozen de bovengrens te hanteren.

Tabel 2.1: Gehanteerde geohydrologische schematisering: 151.356, 421.070

Grondlaag		Geohydrologische eenheid	Geohydrologische parameter	
Van (m +NAP)	Tot (m +NAP)		Doorlaatvermogen (m ² /d)	Weerstand (d)
ca. 4 (= maaiveld)	-3	Deklaag	10	5
-3	-20	1 ^e watervoerend pakket	1000	1
-20	-20,5	1 ^e scheidende laag*		50

- De eerste scheidende laag wordt in deze situatie beschouwd als de geohydrologische basis.

De geohydrologische parameters zijn afgeleid van algemene gegevens. Met name het doorlaatvermogen en weerstand van de deklaag (Holoceen complex bestaande uit zand; zeer fijn tot uiterst grof en / of klei; siltig tot zandig) zijn in dit geval van belang voor de prognose van, bijvoorbeeld, het debiet. Deze parameter kent ruimtelijke variaties en varieert volgens de algemene gegevens tussen 1 en 3 m/d (doorlaatvermogen) en amper weerstand onder in de deklaag (vanwege afwezigheid waterremmende lagen).

2.2 Grondwaterstanden en stijghoogten

In het kader van het milieukundig onderzoek (VBO) zijn negen peilbuizen geplaatst op de projectlocatie. In tabel 2-2 zijn een aantal kenmerken van de peilbuizen aangegeven. Tevens zijn in deze tabel een aantal statistische grootheden van de gemeten grondwaterstanden opgenomen (gedurende week 29-31, 2018).

Tabel 2.2: Statistische uitwerking van de geplaatste peilbuizen

Peilbuis	RD	Maaiveld m +NAP	Filter		Statistische eigenschappen		
			Van m +NAP	Tot m +NAP	W29 m +NAP	W31 m +NAP	Σ m +NAP
1	151.454 420.881	2,99		< -2	0,51	0,54	0,53
2	151.477 421.058	3,59		< -1	-0,01	0,29	0,14

Peilbuis	RD	Maaiveld	Filter		Statistische eigenschappen			
3	151.389 421.051	4,19		< -1	0,49	0,34		0,42
4	151.427 420,976	4,19		< -1	0,39	0,29		0,34
5	151.330 420.986	3,55		< -1,5	-0,15	0,30		0,08
6	151.322 421.167	4,50		< -0,5	0,30	0,23		0,27
7	151.222 421.176	4,60		< -0,5	0,40	0,30		0,35
8	151.184 421.251	4,56		< -0,5	0,46	0,30		0,38
9	151.132 421.222	4,50		< -0,5	0,39	0,44		0,42

HG = hoogst gemeten grondwaterstand

GHG = gemiddeld hoogste grondwaterstand

GLG = gemiddeld laagste grondwaterstand

Definitie gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):

Om de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) te bepalen is een meetreeks noodzakelijk van tenminste acht hydrologische jaren, waarbij op of omstreeks de 14^e en 28^e van iedere maand de grondwaterstand of stijghoogte is bepaald. Vervolgens wordt per hydrologisch jaar (van 1 april tot en met 31 maart) het rekenkundig gemiddelde van de drie hoogste grondwaterstanden bepaald (HG3). De gemiddeld hoogste grondwaterstand is de gemiddelde waarde van tenminste de HG3's van acht jaren. De bepaling van de gemiddeld laagste grondwaterstand gaat identiek, alleen voor de laagste grondwaterstanden.

Uit de definitie van de gemiddeld hoogste en de gemiddeld laagste grondwaterstand valt af te leiden dat deze met een bepaalde frequentie worden over- en onderschreden. Dit betekent dat de GHG niet als absoluut maximum grondwaterstand kan worden gehanteerd. En de GLG kan niet worden gehanteerd als absoluut minimum grondwaterstand. Ook de hoogst gemeten grondwaterstand kan niet worden beschouwd als een absoluut maximum grondwaterstand. Het is namelijk niet waarschijnlijk dat juist een meting van de grondwaterstand plaatsvindt als de grondwaterstand op het hoogste niveau staat.

Alle peilbuizen zijn afgesteld in de deklaag (Holoceen, circa 2,5 meter klei op zand). De grondwater stromingsrichting is grofweg NNW, richting de Maas welke, logischerwijs, een drainerende werking heeft op het achterland.

3 In-situ doorlatendheidsonderzoek

3.1 Algemeen

Middels veldtesten vindt de afleiding plaats van de doorlaatfactor voor infiltratie. Op de projectlocatie zijn negen (9) in-situ doorlatendheidsproeven uitgevoerd. Hiertoe is tot een bepaalde diepte een boring met bekende boordiameter uitgevoerd in de (quasi) verzadigde zone (= tot op / beneden het grondwater). Vervolgens is in korte tijd het boorgat gevuld met een vooraf vastgestelde hoeveelheid water. De zakking van de waterstand in het boorgat is in de tijd waargenomen. Indien opportuun wordt de test één tot tweemaal herhaald. De proeven zijn uitgewerkt conform de omgekeerde Hooghoudt. In de tabellen 3.1 tot en met 3.3 zijn de resultaten van de proeven weergegeven. De meetwaarden zijn in bijlage 1 opgenomen. Voor de ligging van de testpunten wordt verwezen naar figuur 1 “Situatie onderzoekslocatie met ligging infiltratiepunten”.

Tabel 3.1: Resultaten doorlatendheidsproeven

		Nummer proef/boring		
		IP01	IP02	IP03
Site		WSC Maaszicht, Kerkdriel		
Coördinaten	X	151454	151477	151389
	Y	420881	421058	421051
	Z (m +NAP)	2,99	3,59	4,19
Diepte boring (m-mv)		≥5	≥5	≥5
Grondwater (m-mv)		≥2,45	≥3,30	≥3,85
Testdiepte (m-mv)		2,45	3,30	3,85
Diameter boring (mm)		70	70	70
Grondsoort		Tot 1,00m –mv zandige klei, daaronder zand, siltig, fijn tot grof	Tot 1,00m –mv zandige klei, daaronder zand, siltig, fijn tot grof	Tot 2,50m –mv zandige klei, daaronder zand, siltig, matig grof
Doorlaatfactor (m / d)		0,39	1,30	0,82
Hooghoudt				

Tabel 3.2: Resultaten doorlatendheidsproeven

		Nummer proef/boring		
		IP04	IP05	IP06
Site		WSC Maaszicht, Kerkdriel		
Coördinaten	X	151427	151330	151322
	Y	420976	420986	421167
	Z (m +NAP)	4,19	3,55	4,50
Diepte boring (m-mv)		≥5	≥5	≥5
Grondwater (m-mv)		≥3,90	≥3,25	≥4,27
Testdiepte (m-mv)		3,90	3,25	4,27
Diameter boring (mm)		70	70	70
Grondsoort		Tot 2,50m –mv zandige klei, daaronder zand, siltig, matig grof	Tot 2,00m –mv zandige klei, daaronder zand, siltig, matig grof	Tot 2,50m –mv zandige klei, daaronder zand, siltig, matig grof
Doorlaatfactor (m / d) Hooghoudt		0,78	2,13	0,68

Tabel 3.3: Resultaten doorlatendheidsproeven

		Nummer proef/boring		
		IP07	IP08	IP09
Site		WSC Maaszicht, Kerkdriel		
Coördinaten	X	151222	151184	151132
	Y	421176	421251	421222
	Z (m +NAP)	4,60	4,56	4,50
Diepte boring (m-mv)		≥5	≥5	≥5
Grondwater (m-mv)		≥4,30	≥4,26	≥4,06
Testdiepte (m-mv)		4,30	4,26	4,06
Diameter boring (mm)		70	70	70
Grondsoort		Tot 2,00m –mv zandige klei, daaronder zand, siltig, matig grof	Tot 2,00m –mv zandige klei, daaronder zand, siltig, matig grof	Tot 2,00m –mv zandige klei, daaronder zand, siltig, matig grof
Doorlaatfactor (m / d) Hooghoudt		1,74	1,51	1,07

3.2 Classificatie resultaten

De doorlatendheid van de ondergrond (i.c. de zand beneden de klei in de deklaag) kan worden geclassificeerd als vermeld in tabel 3-4 (bron: Cultuurtechnisch Vademecum). De **doorlaatfactor** van de geteste lagen op de locatie is volgens deze classificatie en de Hooghoudt-uitwerking **matig tot goed**. De doorlaatfactoren komen overeen met de waarden van k voor zeer fijn zand ($k = 1 - 0,1$ m/d) én fijn zand ($k = 10 - 1$ m/d).

De veldtesten zijn bewust uitgevoerd op meer dan maaiveld -2,5 meter vanwege het kleivoorkomen. De doorlaatfactor (k) van zandige klei is **zeer slecht** en bedraagt 0,01 - 0,0001 m/d.

Tabel 3.4: Classificatie doorlatendheid

k (m/d)		klasse
van	tot	
	< 0,01	Zeer slecht
0,01	0,10	Slecht
0,10	0,50	Matig
0,50	1,00	Vrij goed
1,00	10	Goed
>10		Zeer goed

4 Mogelijkheden voor infiltratie

4.1 Algemeen

Over het algemeen wordt gesteld dat infiltratie van neerslagwater interessant is indien:

- De doorlatendheid groter is dan ca. 0,3 m/d*;
- Het grondwater dieper dan 0,5 à 0,7 meter minus maaiveld aanwezig is;
- Het in te leiden neerslagwater niet is verontreinigd.

* Infiltratie van neerslagwater behoort bij lagere doorlatendheden ook tot de mogelijkheden mits hiervoor voldoende ruimte gereserveerd wordt om de geringe doorlatendheid te compenseren. Bij lagere doorlatendheden zal een voorziening voornamelijk als buffer functioneren.

4.2 Toetsing

In de tabellen 3.1 tot en met 3.3 zijn de maatgevende doorlatendheden weergegeven ter plaatse van de infiltratiepunten. **De bodem is geclassificeerd en de doorlatendheid voldoet overal aan de eerste eis.**

Aan de tweede eis wordt sowieso voldaan aangezien het grondwater zich op een diepte van ≥ 2 meter min maaiveld bevindt.

Aan de derde eis kan worden voldaan door alleen schoon regenwater te infiltreren. Voor infiltratie van het water zal een zand- en slibvangstelsel moeten worden aangebracht.

De mogelijkheden voor infiltratie zijn als volgt:

1. Oppervlakkige infiltratie via doorlatende verharde oppervlakten. Wel zal rekening gehouden moeten worden met de geroerde top laag. Deze zal moeten worden verwijderd en vervangen door goed doorlatend materiaal. Oppervlakkige infiltratie is sterk onderhoudsgevoelig en over het algemeen geen economisch aantrekkelijke optie. **Uitzondering hierop betreft een zogenaamde waterbergende weg (Aquaflo).**
2. Infiltratie in de ondiepe ondergrond. Hierbij valt te denken aan infiltratie via een greppel (wadi) infiltratiekoffers, putten en of infiltratierool. Dit behoort tot de mogelijkheden, de doorlatendheid van de ondiepe ondergrond is hier voldoende.
3. Infiltratie naar de diepere ondergrond. Dit kan middels grindpalen etc. naar diepere zand -/ grindlagen. Dit behoort tot de mogelijkheden maar dient nader onderzocht te worden vanwege de geconstateerde grondwaterstand.

5 Conclusie en aanbevelingen

Uit de gemeten doorlatendheden én grondwaterstanden blijkt dat infiltratie van neerslagwater tot de mogelijkheden behoort ter hoogte van WSC Maaszicht te Kerkdriel. De doorlatendheid van de ondergrond is hier voldoende. Wij adviseren een infiltratievoorziening in de ondiepe ondergrond middels bijvoorbeeld infiltratiekoffers tot beneden de klei in de deklaag.

Ubachsberg, gemeente Voerendaal, 2 augustus 2018

Aelmans Eco B.V.

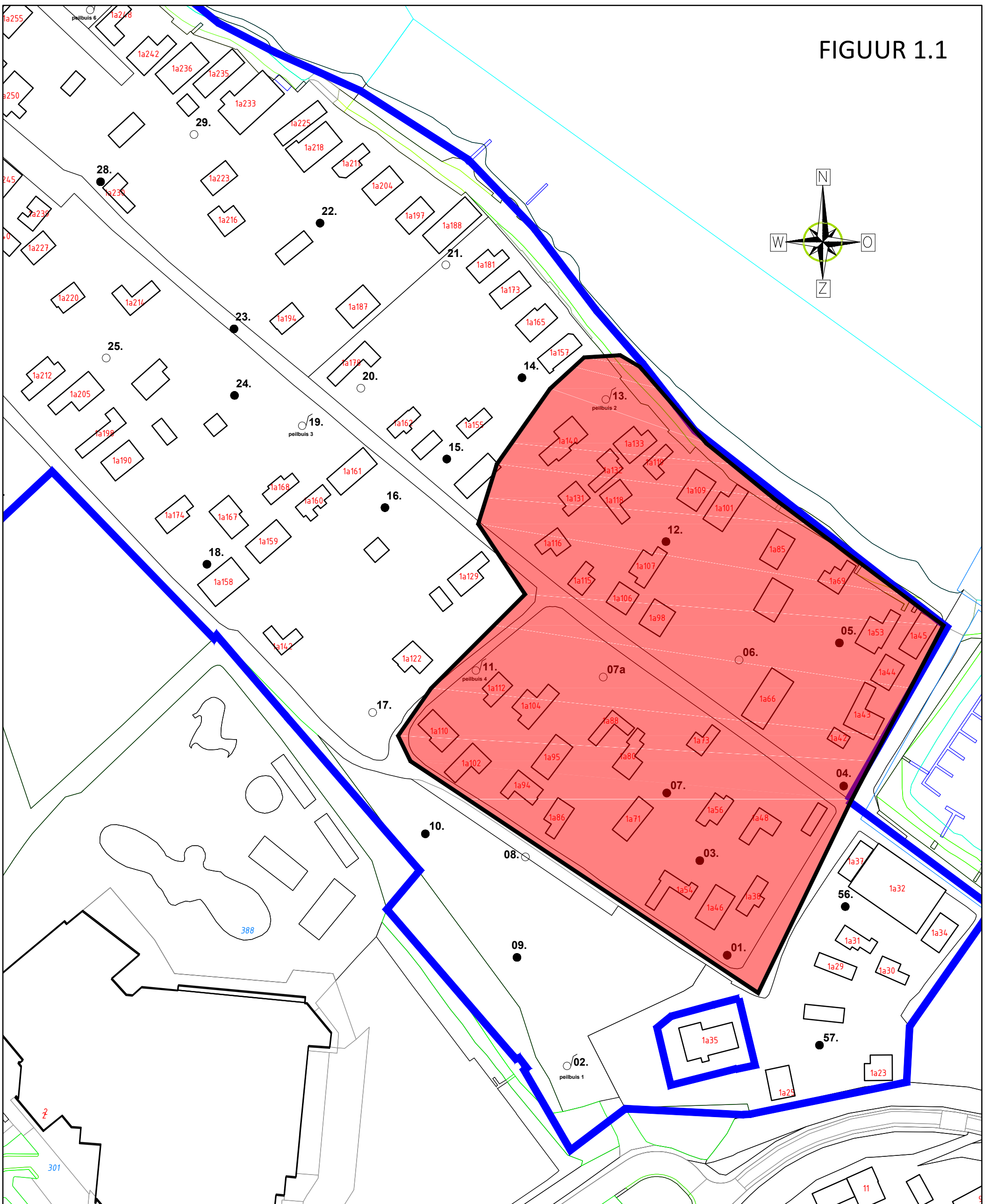
A handwritten signature in blue ink, appearing to read "G.A.P. Hamers".

de heer G.A.P. Hamers

Rapport opgesteld door:
Ing. R.M.E. Kroonen
Projectleider / bodemadviseur

Figuur 1 Ligging onderzoekslocatie met situering infiltratiepunten

FIGUUR 1.1



LEGENDA

- 1. boorpunt 0,0 - 0,5/1,0 m-mv incl. inspectiegat asbest
- 06. boorpunt 0,0 - 1,0/2,0 m-mv incl. inspectiegat asbest
- 02. boorpunt 2,0 - 4,5/5,5 m-mv incl. peilbuis
- 51 bebouwing
- onderzoekslocatie
- betreft globale begrenzing sterk verontreinigd gebied



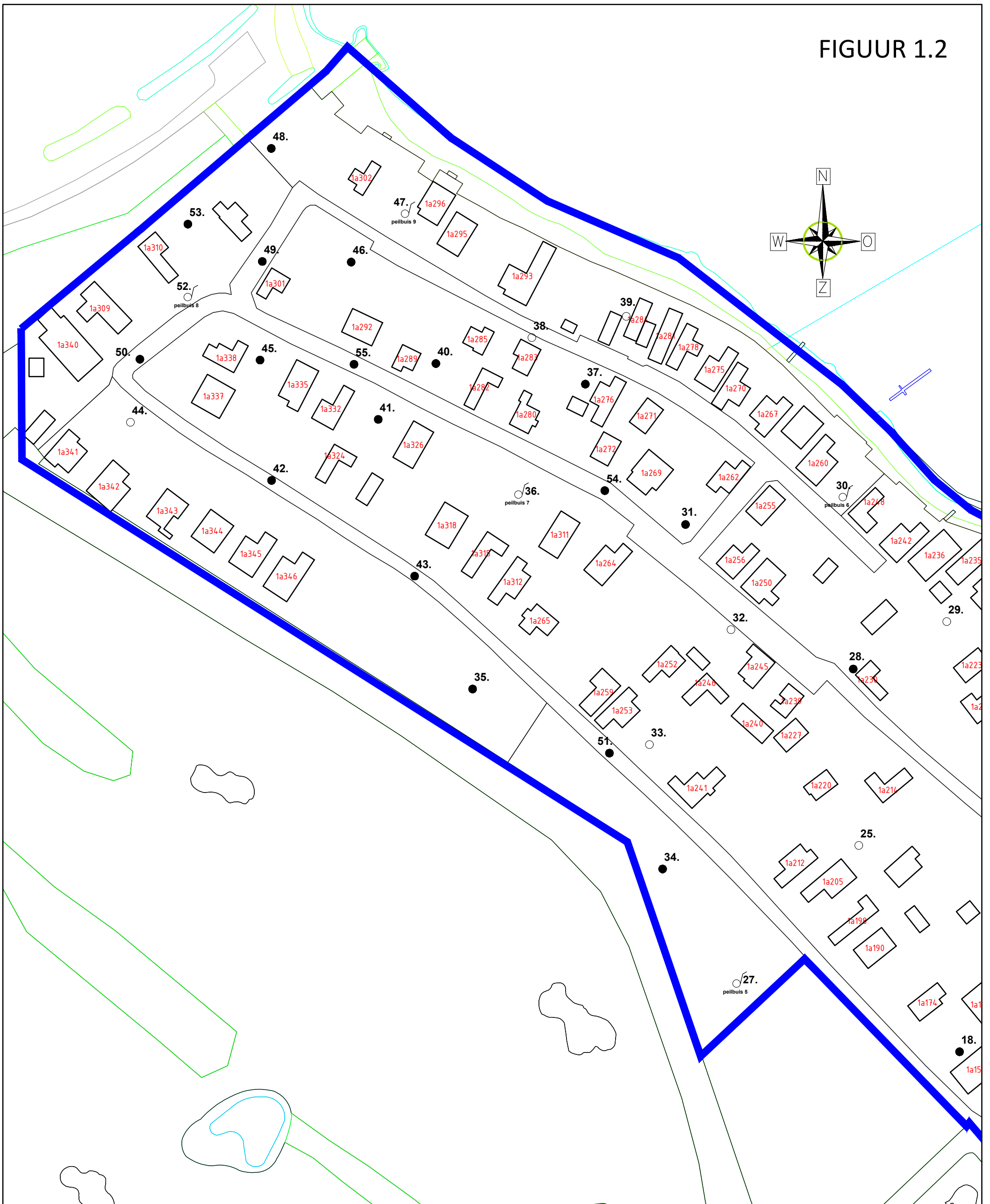
Kerkstraat 4
6367 JE Voerendaal
T. 045-575 32 55
F. 045-575 15 09
E. info@aelmans.com

Kerkstraat 2
6095 BE Baexem
T. 0475-45 92 60
F. 0475-45 92 82
I. www.aelmans.com



Opdrachtgever	Ruimte in Advies				
Onderwerp	Onderzoekslocatie met ligging boorpunten en asbestinspectiegaten				
Locatie	Camping Maaszicht a.d. Maasbandijk te Kerkdriel				
Projectnummer	E184667				
Datum	03-09-2018	A:	-	B:	-
Getekend	HWO	Schaal	1:1000	Formaat	A3

FIGUUR 1.2



LEGENDA

- 01. boorpunt 0,0 - 0,5/1,0 m-mv
incl. inspectiegat asbest
- 06. boorpunt 0,0 - 1,0/2,0 m-mv
incl. inspectiegat asbest
- 02. boorpunt 2,0 - 4,5/5,5 m-mv
incl. peilbuis
- 51. bebouwing
- onderzoeksllocatie



Kerkstraat 4
6367 JE Voerendaal
T. 045-575 32 55
F. 045-575 15 09
E. info@aelmans.com

Kerkstraat 2
6095 BE Baexem
T. 0475-45 92 60
F. 0475-45 92 82
I. www.aelmans.com



Opdrachtgever	Ruimte in Advies				
Onderwerp	Onderzoekslocatie met ligging boorpunten en asbestinspectiegaten				
Locatie	Camping Maaszicht a.d. Maasbandijk 1a te Kerkdriel				
Projectnummer	E184667				
Datum	03-09-2018	A:	-	B:	-
Getekend	HWO	Schaal	1:1000	Formaat	A3

Bijlage 1

Meetwaarden veldtesten en uitwerking
middels Hooghoudt

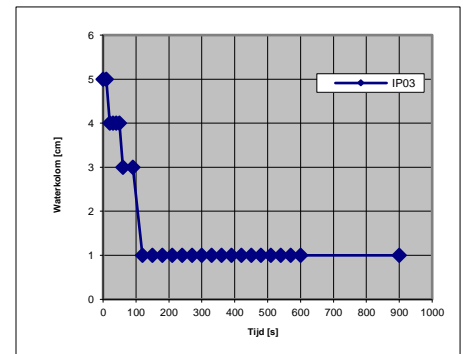
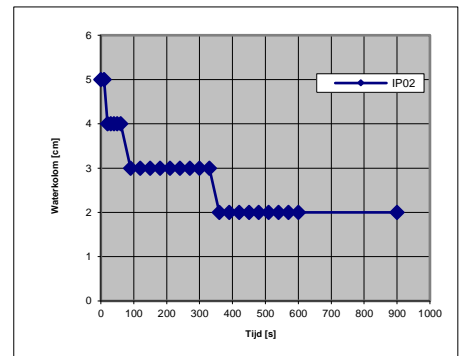
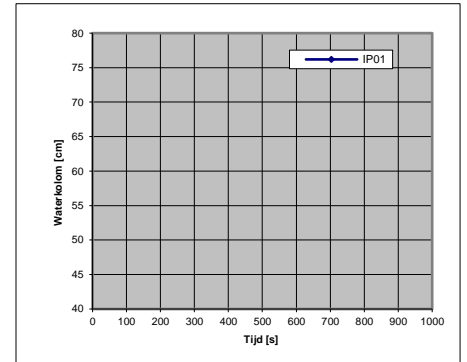
Opdracht: E184667
 Plaats: kerkdriel
 Project: k-waarde wsc maaszicht

tijd [s]	handpeilingen [cm-mv]			waterkolom in boorgat [cm]		
	IP01	IP02	IP03	IP01	IP02	IP03
0	240	325	380	5	5	5
10	240	325	380	5	5	5
20	241	326	381	4	4	4
30	241	326	381	4	4	4
40	241	326	381	4	4	4
50	242	326	381	3	4	4
60	242	326	382	3	4	3
90	242	327	382	3	3	3
120	242	327	384	3	3	1
150	242	327	384	3	3	1
180	242	327	384	3	3	1
210	242	327	384	3	3	1
240	242	327	384	3	3	1
270	242	327	384	3	3	1
300	242	327	384	3	3	1
330	242	327	384	3	3	1
360	242	328	384	3	2	1
390	242	328	384	3	2	1
420	242	328	384	3	2	1
450	242	328	384	3	2	1
480	242	328	384	3	2	1
510	242	328	384	3	2	1
540	242	328	384	3	2	1
570	242	328	384	3	2	1
600	242	328	384	3	2	1
900	243	328	384	2	2	1

	IP01	IP02	IP03
diameter boorgat [cm]	7	7	7
diepte boorgat [m-mv]	2,45	3,3	3,85
hoeveelheid toegevoegd water [l]	5	5	5

bepaling doorlatendheid

	IP01	IP02	IP03
tan alpha:	0,000113	0,0003747	0,000236
k-waarde (Hooghoudt)	0,39 m/d	1,30 m/d	0,82 m/d



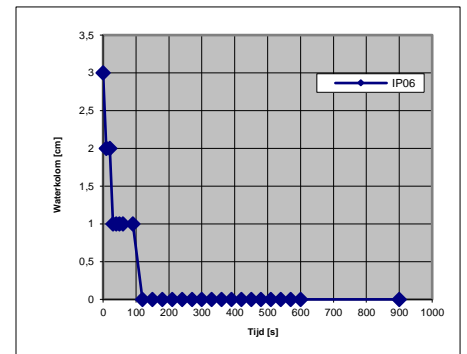
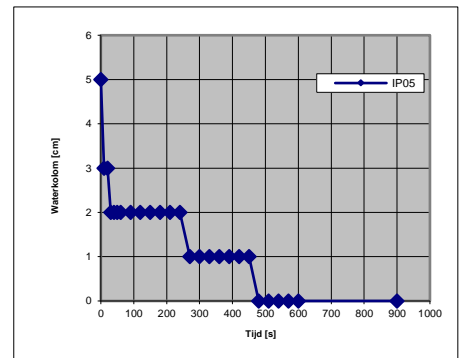
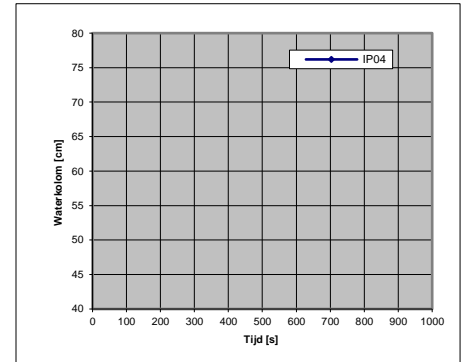
Opdracht: E184667
 Plaats: kerkdriel
 Project: k-waarde wsc maaszicht

tijd [s]	handpeilingen [cm-mv]			waterkolom in boorgat [cm]		
	IP04	IP05	IP06	IP04	IP05	IP06
0	387	320	424	3	5	3
10	387	322	425	3	3	2
20	387	322	425	3	3	2
30	387	323	426	3	2	1
40	387	323	426	3	2	1
50	387	323	426	3	2	1
60	387	323	426	3	2	1
90	387	323	426	3	2	1
120	387	323	427	3	2	0
150	387	323	427	3	2	0
180	387	323	427	3	2	0
210	387	323	427	3	2	0
240	387	323	427	3	2	0
270	387	324	427	3	1	0
300	387	324	427	3	1	0
330	387	324	427	3	1	0
360	388	324	427	2	1	0
390	388	324	427	2	1	0
420	388	324	427	2	1	0
450	388	324	427	2	1	0
480	388	325	427	2	0	0
510	388	325	427	2	0	0
540	388	325	427	2	0	0
570	388	325	427	2	0	0
600	388	325	427	2	0	0
900	388	325	427	2	0	0

	IP04	IP05	IP06
diameter boorgat [cm]	7	7	7
diepte boorgat [m-mv]	3,9	3,25	4,27
hoeveelheid toegevoegd water [l]	10	10	10

bepaling doorlatendheid

	IP04	IP05	IP06
tan alpha:	0,000226	0,0006126	0,000195
k-waarde (Hooghoudt)	0,78 m/d	2,13 m/d	0,68 m/d



Opdracht: E184667
 Plaats: kerkdriel
 Project: k-waarde wsc maaszicht

tijd [s]	handpeilingen [cm-mv]			waterkolom in boorgat [cm]		
	IP07	IP08	IP09	IP07	IP08	IP09
0	425	419	402	5	7	4
10	427	420	403	3	6	3
20	428	420	404	2	6	2
30	428	422	404	2	4	2
40	429	422	404	1	4	2
50	429	423	404	1	3	2
60	429	424	404	1	2	2
90	429	424	404	1	2	2
120	430	424	404	0	2	2
150	430	424	404	0	2	2
180	430	424	404	0	2	2
210	430	424	404	0	2	2
240	430	425	405	0	1	1
270	430	425	405	0	1	1
300	430	425	405	0	1	1
330	430	425	405	0	1	1
360	430	425	405	0	1	1
390	430	425	405	0	1	1
420	430	425	405	0	1	1
450	430	425	405	0	1	1
480	430	425	405	0	1	1
510	430	425	405	0	1	1
540	430	425	405	0	1	1
570	430	425	405	0	1	1
600	430	425	405	0	1	1
900	430	425	405	0	1	1

	IP07	IP08	IP09
diameter boorgat [cm]	7	7	7
diepte boorgat [m-mv]	4,3	4,26	4,06
hoeveelheid toegevoegd water [l]	10	10	10

bepaling doorlatendheid

	IP07	IP08	IP09
tan alpha:	0,0005	0,000433	0,000307
k-waarde (Hooghoudt)	1,74 m/d	1,51 m/d	1,07 m/d

