

Onderzoek naar de waterdoorlatendheid (ondiepe) ondergrond

Hulst 124 te Geldrop

Onderzoek naar de waterdoorlatendheid (ondiepe) ondergrond

Hulst 124 te Geldrop

Rapportnummer: AMV241587.001.002/ROE

Datum: 17 juli 2025

Naam opdrachtgever:



Adres opdrachtgever:



Contactpersoon

Aelmans Milieu:



Collegiale toets



Aelmans Milieu
Is een handelsnaam van
Aelmans Milieu Voerendaal B.V.

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

Aelmans Milieu

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 Milieu
Voerendaal 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	3
2.1	Veldtesten	3
2.2	Classificatie resultaten.....	5
3	Mogelijkheden voor infiltratie.....	6
3.1	Algemeen.....	6
3.2	Toetsing	6
3.3	Duiding.....	7
4	Conclusie en aanbevelingen	9

Figuur 1 Zoekgebied met situering boor- en infiltratiepunten

Bijlage 1 Relevante delen grondonderzoek

Bijlage 2 Meetwaarden veldtesten en uitwerking middels Hooghoudt

1 Inleiding

1.1 Opdrachtverlening

Aelmans Eco B.V. heeft [REDACTED] het verzoek gekregen onderzoek te doen naar de waterdoorlatendheid van de (ondiepe) ondergrond op het adres Hulst 124 te Geldrop.

In geval van een klacht over de uitvoering van onze werkzaamheden vragen wij u om dit, bij voorkeur via email (info@aelmans.com), aan ons te melden. Ook staat het u vrij om klachten te melden bij onze certificatie-instelling SGS Certificate.

1.2 Doel van het onderzoek

Het doel van een onderzoek naar de waterdoorlatendheid van de ondergrond is vaststellen of infiltratie van regenwater in de bodem ter plaatse van de zoeklocatie opportuun is. Eén en ander in het kader van duurzaam bouwen en het ontwerpen met regenwater. De doorlatendheid van de bodem is een van de bepalende factoren voor het dimensioneren en het (blijven) functioneren van infiltratie- en drainagesystemen. Daarnaast speelt de doorlatendheid een belangrijke rol bij grondwateroverlast. Inzicht in doorlatendheid is dus van groot belang bij de planvoorbereiding voor hemelwaterinfiltratie of grondwaterdrainage.

1.3 Opzet van het onderzoek en de rapportage

Opdrachtgever is voornemens tot een herontwikkeling over 13.500 m² op het adres Hulst 124 te Geldrop.

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, Ksat, falling head, soakaway test).

Het bepalen van de geschiktheid van de bodem voor infiltratie, alsmede het vaststellen van de infiltratiesnelheid en bepaling van de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand maken van dit onderzoek onderdeel uit.

Als er bij de gemeente geen informatie bekend is over de waterdoorlatendheid van de bodem, dan is een uitgebreid onderzoek wenselijk. Het onderzoek dat wij aanbieden is afgeleid van de Leidraad Riolerings Module C2510, 'Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage'. Werkzaamheden worden verricht volgens de vigerende normen en richtlijnen.

De boringen zijn effectief verricht onder BRL 2101 regime en zijn conform de NEN-EN-ISO 22475-1 uitgevoerd en beschreven volgens de NEN-EN-ISO 14688-1:2019; Geotechnisch onderzoek en beproeving - Identificatie en classificatie van grond - Deel 1: Identificatie en beschrijving (incl. Nederlandse bijlage: 2019).

Teneinde te kunnen adviseren omtrent de grootte van de wadi's en/of de beoogde voorzieningen voldoen voor de geviseerde nieuwbouw is inzicht nodig in de te verhardende oppervlakten (daken, wegen e.d.) én de plaatselijke verordeningen (waterschap e.d.). Een zogenaamde watertoets kan dat inzichtelijk maken, maar behoorde niet tot onze opdracht.

2 Schematisering van de ondergrond

2.1 Veldtesten

Op 1 en 14 juli 2025 zijn op de locatie onder andere 9 geotechnische boringen tot op maximaal een diepte van maaiveld -3 meter geplaatst. Ter hoogte van 8 boringen zijn dan infiltratie proeven uitgevoerd. De boorstaten zijn in bijlage 1 opgenomen. De samples zijn geïdentificeerd conform de NEN-EN-ISO14688-1, beschrijvingsklasse B2.

Middels veldtesten vindt de afleiding plaats van de doorlaatfactor voor infiltratie. Op de projectlocatie zijn in-situ in totaal 8 doorlatendheidsproeven uitgevoerd. Hiertoe wordt normaliter tot op een bepaalde diepte een boring met bekende boordiameter uitgevoerd in, met name, de onverzadigde zone (= boven 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 (een eerste meting geeft meestal een hogere doorlatendheid, omdat de aanwezige grond dan nog niet verzadigd is, bij de volgende metingen raakt de grond langzaam verzadigd waarbij de laatste meting normaliter maatgevend is voor de doorlatendheid). Vanwege het grondwater voorkomen hebben wij de testen, in peilbuizen, op/beneden de grondwaterspiegel uitgevoerd (= falling head testen, in de verzadigde zone, telkens filtertraject van twee meter) uitgevoerd, waarbij de grondwaterspiegel dan als referentievlak voor de test fungeert. De proeven zijn uitgewerkt conform de omgekeerde Hooghoudt. In de tabellen 1-1 en 1-2 zijn de resultaten van de proeven opgenomen. In tabel 1-3 is conform BRO het representatieve profiel opgenomen omtrent de eerste 15 meter beneden het maaiveld ter plaatse. De boorlogs zijn in bijlage 1 opgenomen en de meetwaarden + uitwerking volgens Hooghoudt in bijlage 2.

Tabel 1-1: Resultaten doorlatendheidsproeven (1 t/m 5), bodemlaag tot op maximaal maaiveld -3 meter

		Nummer proef/ boring				
		IP01/B01	IP02/B02	IP03/B03	IP04/B04	IP05/B05
Site		Hulst 124 te Geldrop				
Coördinaten	X	165871	165879	165841	165818	165843
	Y	382420	382436	382439	382454	382471
	Z (m +NAP)	≈18,18				
Diepte boring (m-mv)		3	3	3	3	3
Grondwater (m-mv)		1.6	1.71	2.13	1.6	1.6
Testdiepte (m-mv)		1.6	1.71	2.13	1.6	1.6
Diameter boring (mm)		70	70	70	70	70
Grondsoort		Zand zeer fijn matig/sterk siltig				
Doorlaatfactor (m/d) Hooghoudt		2,59	1,05	7,28	2,26	1,80

Tabel 1-2: Resultaten doorlatendheidsproeven (6 t/m 8), bodemlaag tot op maximaal maaiveld -3 meter

		Nummer proef/ boring				
		IP06/B06	IP07/B07	IP08/B08		
Site		Hulst 124 te Geldrop				
Coördinaten	X	165815	165821	165790		
	Y	382481	382505	382500		
	Z (m +NAP)	≈18,18				
Diepte boring (m-mv)		2,50	2,30	2,30		
Grondwater (m-mv)		1.7	1.7	1.7		
Testdiepte (m-mv)		1.7	1.7	1.7		
Diameter boring (mm)		70	70	70		
Grondsoort		Zand zeer fijn matig/sterk siltig				
Doorlaatfactor (m/d) Hooghoudt		1,21	2,07	0,50		

Tabel 1-3: Representatief profiel uit BRO

BRO REGIS II v2.3	Coördinaten:	165870, 32418 (RD)
	Maaiveld:	18,18 m t.o.v. +NAP
	18,18 m -16,69 m	
	Formatie van Bortel, zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit midden en fijn zand, met weinig zandige klei en grof zand en een spoor klei, veen en grind	
	k_h-waarde: 2.5 ^{E0} - 5.0 ^{E0} m/d	
	16,69 m -14,52 m	
	Formatie van Bortel, kleiige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit leem, met weinig fijn en midden zand en een spoor veen en grof zand	
	k_v-waarde: 1.0 ^{E3} - 5.0 ^{E3} m/d	
	C-waarde: 5.0 ^{E2} - 1.0 ^{E3} m/d	
	14,52 m -3,18 m	
	Formatie van Bortel, zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit midden en fijn zand, met weinig zandige klei en grof zand en een spoor klei, veen en grind	
	k_h-waarde: 2.5 ^{E0} - 5.0 ^{E0} m/d	

2.2 Classificatie resultaten

De doorlatendheid van de ondergrond kan worden geclassificeerd als vermeld in tabel 1-4 (bron: Cultuurtechnisch Vademecum). De **doorlaatfactoren** van de geteste lagen op de zoeklocatie zijn volgens deze classificatie en de Hooghoudt-uitwerking **vrij goed tot goed**. De doorlaatfactoren in de ondiepe ondergrond komen overeen met de waarden van k voor zeer fijn zand ($k = 1 - 0,1 \text{ m/d}$) en fijn zand ($k = 10 - 1 \text{ m/d}$).

Tabel 1-4: 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

3 Mogelijkheden voor infiltratie

3.1 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 dienen.

3.2 Toetsing

In tabel 1-1 zijn de maatgevende doorlatendheden weergegeven ter plaatse van de geteste bodemlagen op de zoeklocatie. **Ter hoogte van alle testen wordt voldaan aan de eerste eis.**

Aan de tweede vereiste wordt ook voldaan, het grondwater wordt pas op maaiveld -1,6 meter aangetroffen.

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

De mogelijkheden voor infiltratie zijn als volgt:

1. Oppervlakkige infiltratie via doorlatende verharde oppervlakten. Hierbij zal rekening moeten worden gehouden met een geroerde toplaag. 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 (Aquaflow).
2. Infiltratie in de ondiepe ondergrond. Hierbij valt te denken aan infiltratie via een greppel (wadi) infiltratiekoffers, putten en of infiltratieriool. Dit behoort tot de mogelijkheden, de doorlatendheid van de ondiepe ondergrond is voldoende. Infiltratie zou direct in de ondiepe ondergrond moeten kunnen plaatsvinden (beneden maaiveld -1 meter).
3. Infiltratie naar de diepere ondergrond. Dit kan middels grindpalen etc. naar diepere zand-/grindlagen. Dit zal zeker tot de mogelijkheden behoren, de doorlatendheid van de diepe ondergrond zal met de diepte toenemen, maar zou nader onderzocht c.q. geverifieerd moeten worden.

3.3 Duiding

Uit voorgaande paragraaf blijkt, dat infiltratie van schoon regenwater in de ondergrond mogelijk is. Het grondwater bevindt zich op een diepte van meer dan maaiveld -0,7 meter. De doorlatendheid is overal voldoende. Tijdens de uitvoering van de testen is het grondwater op maaiveld -1,6 meter aangetroffen (oftewel op $\approx$ NAP +16,58 m). Dit is echter een momentopname. Om een betere inschatting te maken van het grondwatergedrag, is eigenlijk een langere meetreeks noodzakelijk, waaruit dan de GHG en GLG kan worden afgeleid.

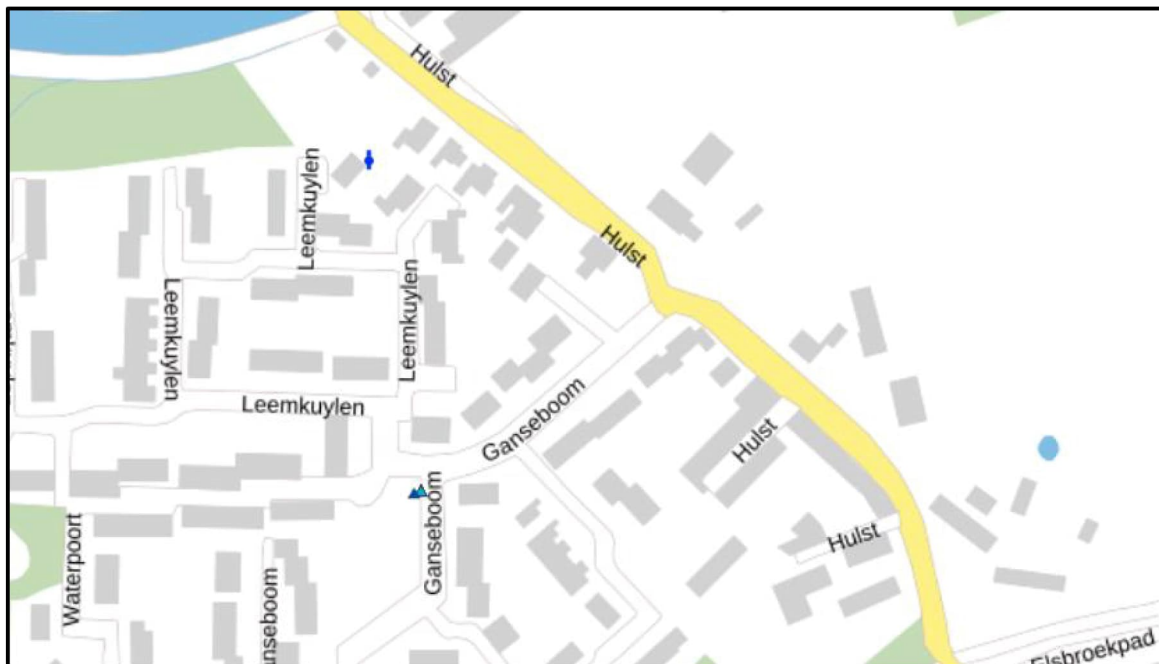
De gemiddelde seizoen fluctuatie van het grondwaterpeil is, zoals aangegeven te karakteriseren met twee variabelen: de gemiddelde hoogste [GHG] en de gemiddelde laagste grondwaterstand [GLG], uitgedrukt in meter onder maaiveld [m -mv]. Deze twee variabelen werden geïntroduceerd door Van Heesen in 1970, die voorstelde om de GHG en GLG te berekenen als het gemiddelde van de drie hoogste/laagste peilen per jaar van minimaal acht jaren, waarbij de grondwaterstand tweemaal per maand wordt gemeten (op of omstreeks de 14de en 28ste dag). Met 'jaren' worden hier geen kalenderjaren, maar wel hydrologische jaren bedoeld, die beginnen op 1 april en eindigen op 31 maart. Indien onvoldoende meetgegevens beschikbaar zijn, kan een meetreeks worden aangevuld, met behulp van meteorologische data en een tijdsreeksmodel. GHG en GLG zijn maar betekenisvol wanneer seizoen fluctuaties terug te vinden zijn in de tijdsreeks van grondwaterpeilen. Dat is niet altijd het geval.

Onderhavige veldwerk is medio juli 2025 uitgevoerd, het grondwaterpeil fluctueert gedurende het jaar. Gewoonlijk wordt de hoogste grondwaterstand (GWS) eind maart bereikt en de laagste GWS doorgaans eind september. Daarnaast varieert het grondwaterpeil van jaar tot jaar. Het waterpeil dat bijvoorbeeld eind maart wordt bereikt, is afhankelijk van de weerscondities in de periode die eraan voorafgaat en die weerscondities zijn elk jaar lichtjes anders.

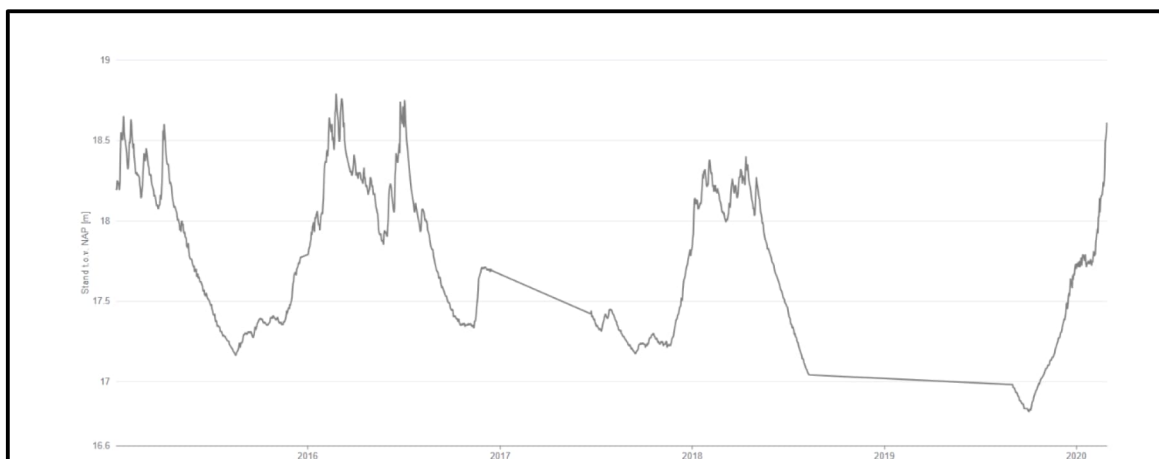
Ter hoogte van de zoeklocatie aan de Hulst 124 te Geldrop zijn in de literatuur (o.a. BRO REGIS II v2.3) géén meetreeksen gekend. De dichtstbijzijnde reeks is op 175 meter ten zuidzuidwesten (B51G2528-001) gelegen aan de Ganseboom, zie de figuren 1 + 2 hieronder.

Uit deze [ZZW] reeks, op 165735, 382298 [XY] met een maaiveldhoogte van NAP +19,43 m [Z], is een GHG van NAP +18 m af te leiden.

Onderhavige zoeklocatie ligt noordnoordoostelijk van deze reeks omstreeks 165870, 32418 [XY] en kent een gemiddelde maaiveldhoogte van circa NAP +18,18 m [Z]. Tijdens de uitvoering van de testen werd het grondwater op maaiveld -1,6 meter aangetroffen (oftewel op $\approx$ NAP +16,58 m). Op basis van deze gegevens stellen wij voor een GHG aan te houden van NAP +17,5 m.



Figuur 1: Situering meetreeks B51G2528-001 (175 m ZZW) in 3^e kwadrant met de zoeklocatie in het 2^e kwadrant.



Figuur 2: Meetreeks B51G2528-001 [mv = NAP +19,43 m] op 175 meter ten zuidzuidwesten van de zoeklocatie.

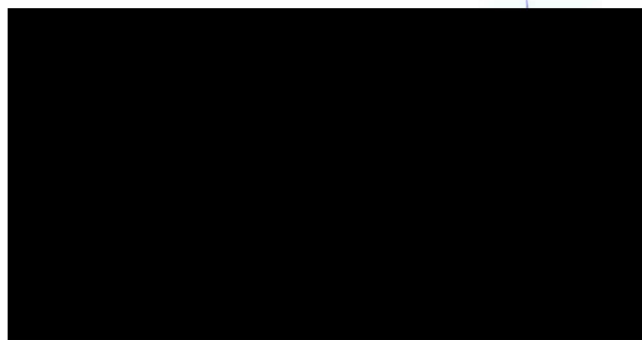
4 Conclusie en aanbevelingen

Uit de gemeten doorlatendheden blijkt, dat infiltratie van neerslagwater tot de mogelijkheden behoort ter hoogte van het adres Hulst 124 te Geldrop.

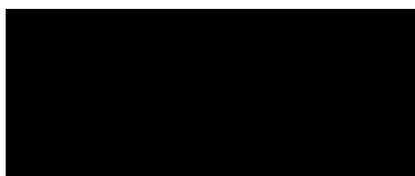
Het infiltreren zou op basis van de uitgevoerde testen direct in de ondiepe ondergrond moeten kunnen plaatsvinden. Een geregleerde voeding/afvloeiing middels een wadi/grindkoffer is daarbij opportuun.

Ubachsberg, gemeente Voerendaal, 15 juli 2025

Aelmans Milieu



Rapport opgesteld door:



Projectmedewerker geotechniek

Bijlage 1

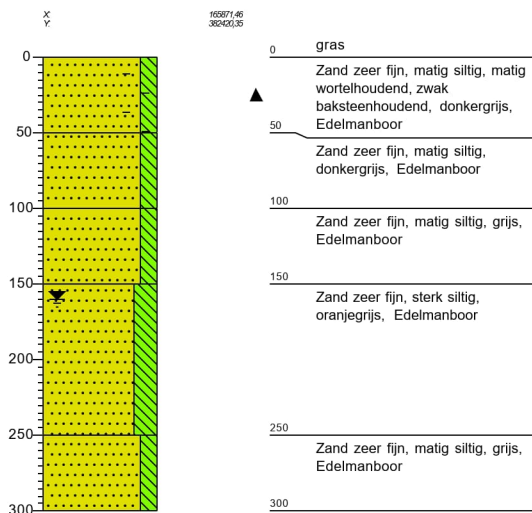
Relevante delen grondonderzoek

Boring:

Datum:

Ip01

1-7-2025

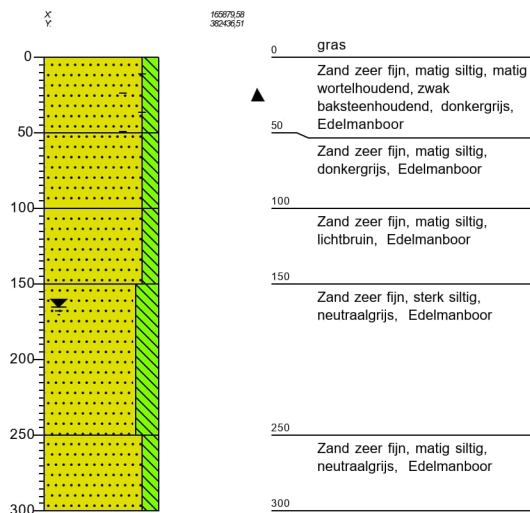


Boring:

Datum:

Ip02

1-7-2025

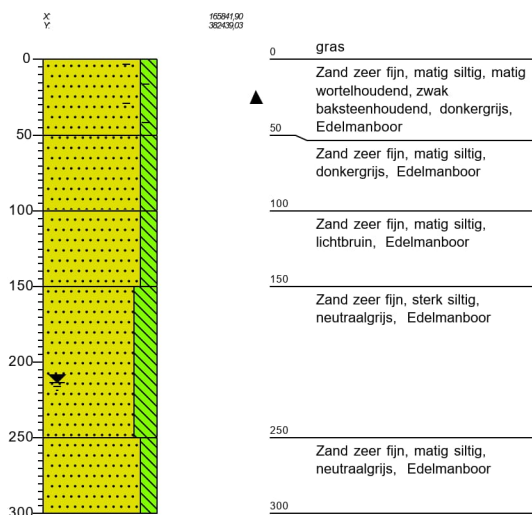


Boring:

Datum:

Ip03

1-7-2025

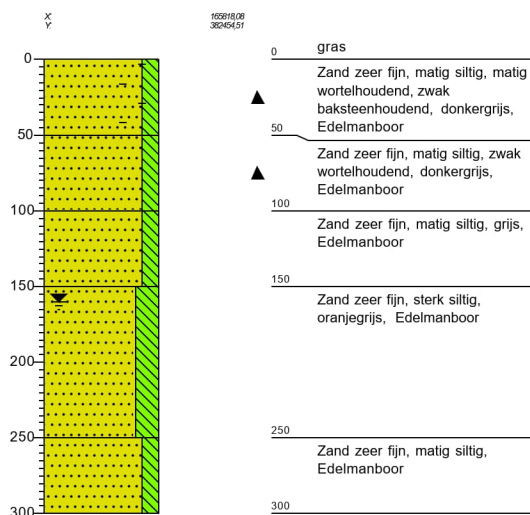


Boring:

Datum:

Ip04

1-7-2025

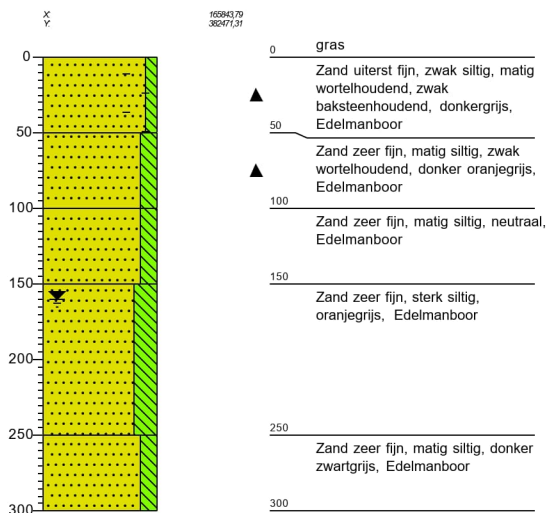


Boring:

Datum:

Ip05

1-7-2025

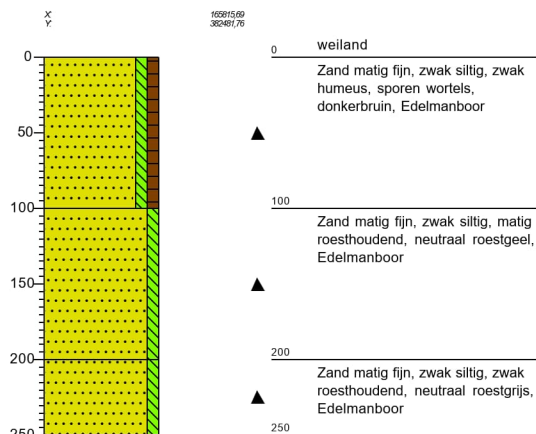


Boring:

Datum:

Ip06

14-7-2025

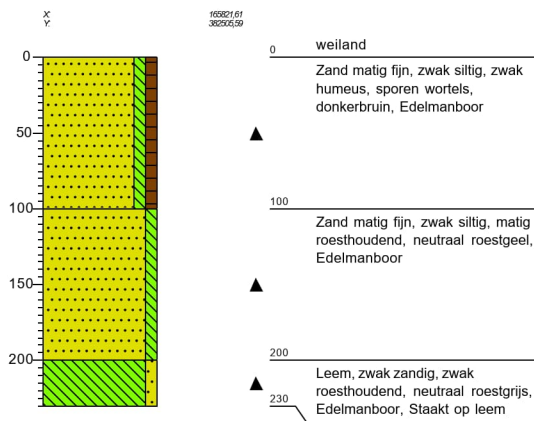


Boring:

Datum:

Ip07

14-7-2025

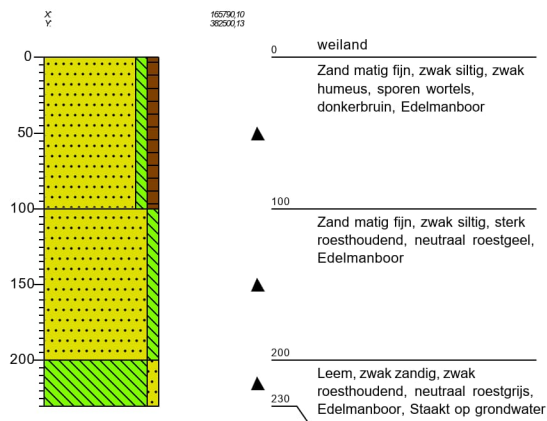


Boring:

Datum:

Ip08

14-7-2025



Bijlage 2

Meetwaarden veldtesten en uitwerking
middels Hooghoudt

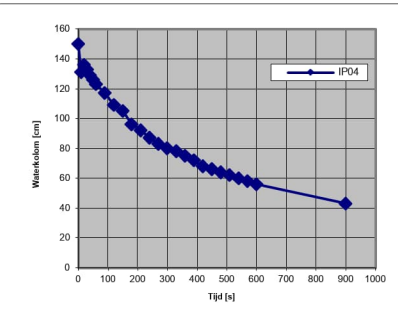
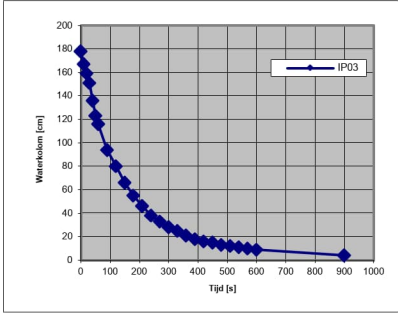
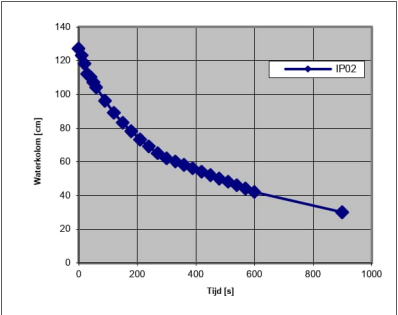
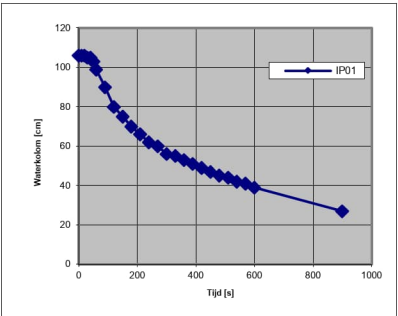
Opdracht: AMV241587
Plaats: Geldrop
Project: k-waarde Hulst 124 te Geldrop

handpeilingen [cm-mv]					waterkolom in boorgat [cm]			
tijd [s]	IP01	IP02	IP03	IP04	IP01	IP02	IP03	IP04
0	54	44	35	10	106	127	178	150
10	54	48	46	29	106	123	167	131
20	54	53	54	24	106	118	159	136
30	55	59	62	27	105	112	151	133
40	55	61	77	31	105	110	136	129
50	57	64	90	34	103	107	123	126
60	61	67	97	37	99	104	116	123
90	70	75	119	43	90	96	94	117
120	80	82	133	51	80	89	80	109
150	85	88	147	55	75	83	66	105
180	90	93	158	64	70	78	55	96
210	94	98	167	68	66	73	46	92
240	98	102	175	73	62	69	38	87
270	100	106	180	77	60	65	33	83
300	104	109	185	80	56	62	28	80
330	105	111	188	82	55	60	25	78
360	107	113	192	85	53	58	21	75
390	109	115	195	88	51	56	18	72
420	111	117	197	92	49	54	16	68
450	113	119	198	94	47	52	15	66
480	115	121	200	96	45	50	13	64
510	116	123	201	98	44	48	12	62
540	118	125	202	100	42	46	11	60
570	119	127	203	102	41	44	10	58
600	121	129	204	104	39	42	9	56
900	133	141	209	117	27	30	4	43

	IP01	IP02	IP03	IP04
diameter boorgat [cm]	7	7	2,8	7
diepte test [m-mv]	1,6	1,71	2,13	1,6
hoeveelheid toegevoegd water [l]	7	7	3	7

bepaling doorlatendheid

	IP01	IP02	IP03	IP04
tan alpha:	0,000746	0,000754	0,0020937	0,000651
k-waarde (Hooghoudt)	2,59 m/d	1,05 m/d	7,28 m/d	2,26 m/d



Opdracht: AMV241587
Plaats: Geldrop
Project: k-waarde Hulst 124 te Geldrop

handpeilingen [cm-mv]					waterkolom in boorgat [cm]			
tijd [s]	IP05	IP06	IP07	IP08	IP05	IP06	IP07	IP08
0	25	0	2	0	135	170	168	170
10	26	13	20	15	134	157	150	155
20	28	20	22	18	132	150	148	152
30	30	24	24	20	130	146	146	150
40	33	25	27	20	127	145	143	150
50	36	26	32	20	124	144	138	150
60	39	26	40	20	121	144	130	150
90	45	26	45	20	115	144	125	150
120	52	26	47	20	108	144	123	150
150	56	26	53	20	104	144	117	150
180	61	26	60	20	99	144	110	150
210	65	36	64	20	95	134	106	150
240	69	37	68	21	91	133	102	149
270	72	40	73	22	88	130	97	148
300	75	40	78	30	85	130	92	140
330	79	45	79	30	81	125	91	140
360	80	46	80	30	80	124	90	140
390	82	48	83	30	78	122	87	140
420	84	50	85	30	76	120	85	140
450	86	57	87	31	74	113	83	139
480	88	61	89	35	72	109	81	135
510	90	68	91	40	70	102	79	130
540	91	68	93	40	69	102	77	130
570	92	70	95	41	68	100	75	129
600	93	71	98	43	67	99	72	127
900	106	83	101	55	54	87	69	115

	IP05	IP06	IP07	IP04
diameter boorgat [cm]	7	8	8	8
diepte test [m-mv]	1,6	1,7	1,7	1,7
hoeveelheid toegevoegd water [l]	7	30	30	30

bepaling doorlatendheid

	IP05	IP06	IP07	IP08
tan alpha:	0,000517	0,000305	0,0005197	0,000125
k-waarde (Hooghoudt)	1,80 m/d	1,21 m/d	2,07 m/d	0,50 m/d

