

Onderzoek naar waterdoorlatendheid (sec) ondiepe ondergrond

Bergstraat 82 te Sweikhuizen

Onderzoek naar waterdoorlatendheid (sec) ondiepe ondergrond

Bergstraat 82 te Sweikhuizen

Rapportnummer: AMV241685.003/RKR

Datum: 7 maart 2025

Naam opdrachtgever: Gemeente Beekdaelen, de heer F. Giebels

Adres opdrachtgever: Deweverplein 1 6361 BZ te NUTH

Contactpersoon
Aelmans Milieu: De heer ing. R.M.E. Kroonen

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.....	4
3	Mogelijkheden voor infiltratie.....	5
3.1	Algemeen.....	5
3.2	Toetsing	5
3.3	Duiding.....	6
4	Conclusie en aanbevelingen	8

Figuur 1 Ligging onderzoek locatie met situering boor- den infiltratiepunten

Bijlage 1 Relevante delen grondonderzoek

Bijlage 2 Meetwaarden veldtesten en uitwerking middels Hooghoudt, bodemlaag tot op maximaal maaiveld -4 meter

1 Inleiding

1.1 Opdrachtverlening

Aelmans Milieu heeft van de heer F. Giebels, namens gemeente Beekdaelen, het verzoek gekregen een onderzoek te doen naar de waterdoorlatendheid van sec de ondiepe ondergrond aan de Bergstraat 82 te Sweikhuizen.

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 onderzoek locatie 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 herontwikkeling van Bergstraat 80-82 naar 12 appartementen + multifunctionele ruimte, op perceel SNN00-A-4350 van 354 m², perceel SNN00-A-4636 van 665 m² alsmede perceel SNN00-A-3753 van 1.450 m². 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, sokeaway 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).

De gemeente Beekdaelen formuleert in haar hemelwaterverordening aanvullende eisen ten opzichte van hoger genoemde module C2510 voor wat betreft onderzoek naar de waterdoorlatendheid. Een nuance vanuit de grondwaterverordening was hier aldus van toepassing. Onder artikel 2, lid 4 wordt van het volgende melding gemaakt:

Uitvoering van een onderzoek naar de doorlatendheid van de bodem is verplicht bij initiatieven met (her)bouw, uitbreiding of herontwikkelingen met verhard oppervlak > 200 m². Aan dit onderzoek worden de volgende eisen gesteld:

- Bepaling van de K-waarden.
- Het onderzoek dient inzicht te geven in de laagopbouw en bijbehorende doorlatendheid van de bodem tot een diepte van 10,0 m -mv (of zover als voor het realiseren van een bergingsvoorziening noodzakelijk is).
- Het onderzoek dient inzicht te geven in de grondwaterstand.
- Door perceeleigenaar/initiatiefnemer kan worden afgeweken van bovenstaande vereisten indien betrouwbare informatie van het plangebied voorhanden is. De perceeleigenaar/initiatiefnemer dient dit ter goedkeuring aan het college voor te leggen.

Een onderzoek naar de waterdoorlatendheid van de diepe ondergrond én onderzoek naar de grondwaterstand is vooralsnog achterwege gelaten.

Teneinde te kunnen adviseren omtrent de grootte van de wadi's en/of de beoogde voorzieningen voldoen voor de geïmagineerde woningbouw is inzicht nodig in de te verharden 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

Tussen november 2024 en januari 2025 hebben op onderhavige locatie verschillende bodemonderzoeken plaatsgevonden. In het kader van deze onderzoeken zijn onder andere 8 boringen geplaatst tot op maximaal maaiveld -4 meter. Het grondwater werd gedurende het veldwerk nergens binnen dit dieptetraject aangetroffen.

Op 12 november 2024 en op 23 januari 2025 zijn ter hoogte van verschillende boringen ‘falling head’ testen gedaan. Voor situering van de boringen en de boorlogs verwijzen wij naar figuur 1 en de bijlage 1. 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 4 doorlatendheidsproeven uitgevoerd. Hiertoe wordt 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). De proeven zijn uitgewerkt conform de omgekeerde Hooghoudt. In tabel 1-1 zijn de resultaten van de proeven weergegeven. In tabel 1-2 is conform BRO het representatieve profiel opgenomen omtrent de eerste 15 meter beneden het maaiveld ter plaatse. De meetwaarden zijn in bijlage 2 opgenomen.

Tabel 1-1: Resultaten doorlatendheidsproeven, bodemlaag tot op maximaal maaiveld -4 meter

		Nummer proef / boring				
		IP01/B01	IP02/B02	IP03/B03	IP04/B05	IP05
Site		Bergstraat 82 te Sweikhuizen				
Coördinaten	X	187378	187361	187353	187339	187383
	Y	329423	329364	329363	329368	329422
	Z (m +NAP)	≈83,5	≈83,5	≈83,5	≈83,5	≈83,5
Diepte boring (m-mv)		4	4	3,5	4	4
Grondwater (m-mv)		>4	>4	>3,5	>4	>4
Testdiepte (m-mv)		4	4	3,5	4	4
Diameter boring (mm)		70				
Grondsoort		Leem tot op maaiveld -3 meter, daaronder zand	Leem tot op maaiveld -4 meter	Leem tot op maaiveld -2 meter, daaronder zand	Leem tot op maaiveld -4 meter	Leem tot op maaiveld -4 meter
Doorlaatfactor (m/d) Hooghoudt		1,03	0,08	0,11	-	1,88

Tabel 1-2: Resultaten van bodem uit BRO REGIS II v2.2

BRO REGIS II v2.2	Coördinaten: 187358, 329373 (RD) Maaiveld: 83.54 m t.o.v. NAP
	NAP +83.54 m tot +76.92 m Formatie van Boxtel, Laagpakket van Schimmert [BXSCkl], een kleiige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit leem en een spoor klei, fijn en midden zand k_v-waarde: $1.0^{-2} \leq k_v < 5.0^{-2}$ m/d c-waarde $1.0^{+2} \leq c < 5.0^{+2}$ dagen NAP +76.92 m tot +65,54 m Formatie van Breda [BRz], Zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit midden en fijn zand en kleiig zand, met weinig grof zand en glauconietzand en een spoor klei, bruinkool, grind en schelpen k_h-waarde: $2.5^{+0} \leq k_h < 5.0^{+0}$ m/d

2.2 Classificatie resultaten

De doorlatendheid van de ondergrond kan worden geclassificeerd als vermeld in tabel 1-3 (bron: Cultuurtechnisch Vademecum). De **doorlaatfactoren** van de geteste bodemlaag op de zoeklocatie zijn volgens deze classificatie en de Hooghoudt-uitwerking **slecht tot goed**. De doorlaatfactoren in de ondiepe ondergrond komen overeen met de waarden van k voor fijn zand ($k = 10 - 1$ m/d, IP01 + IP05), sterk leemhoudend zand ($k = 0,1 - 0,01$ m/d, IP02) en zeer fijn zand ($k = 1 - 0,1$ m/d, IP03).

Tabel 1-3: 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 bodemlaag op de zoeklocatie. **De ondiepe ondergrond is, ter hoogte van IP01 en IP05, als goed doorlatend te classificeren, er wordt voldaan aan de eerste eis.** Ter hoogte van IP02 en IP03 is de ondiepe ondergrond echter slecht doorlatend, er wordt aldaar niet voldaan aan de eerste eis.

Aan de tweede vereiste wordt voldaan, aangezien het grondwater binnen maaiveld -4 meter niet wordt 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 lokaal tot de mogelijkheden, de doorlatendheid van de ondiepe ondergrond is plaatselijk voldoende. Infiltratie zou aldaar in de onverzadigde zone (= ondiepe ondergrond) moeten kunnen plaatsvinden.
3. Infiltratie naar de diepere ondergrond. Dit kan middels grindpalen etc. naar diepere zand-/grindlagen. Dit behoort tot de mogelijkheden, maar zou nader onderzocht moeten worden (middels diepe boringen en/of sonderingen). Infiltratie beneden NAP +76 m in het Breda-zand is opportuun.

3.3 Duiding

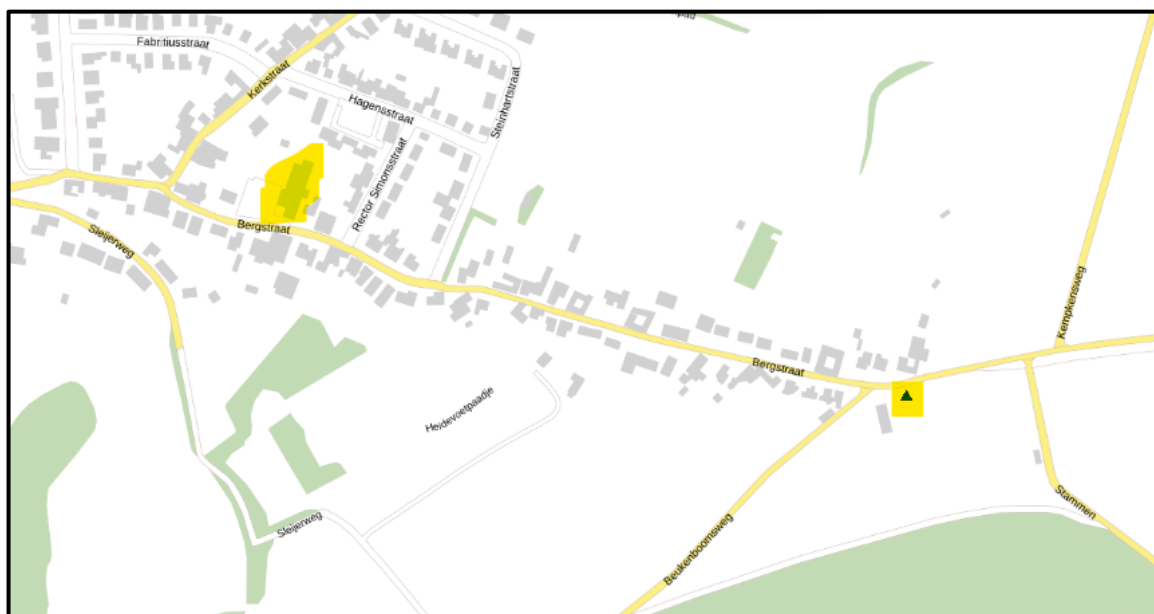
Uit voorgaande paragraaf blijkt, dat infiltratie van schoon regenwater in de ondiepe ondergrond lokaal mogelijk is. Het grondwater bevindt zich op meer dan maaiveld -0,7 meter en de **doorlatendheid is, afhankelijk van de beschouwde boring, slecht tot goed**. Tijdens de uitvoering van de testen werd het grondwater tot op maaiveld -4 meter niet aangetroffen (oftewel $\approx$ NAP +79,5 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.

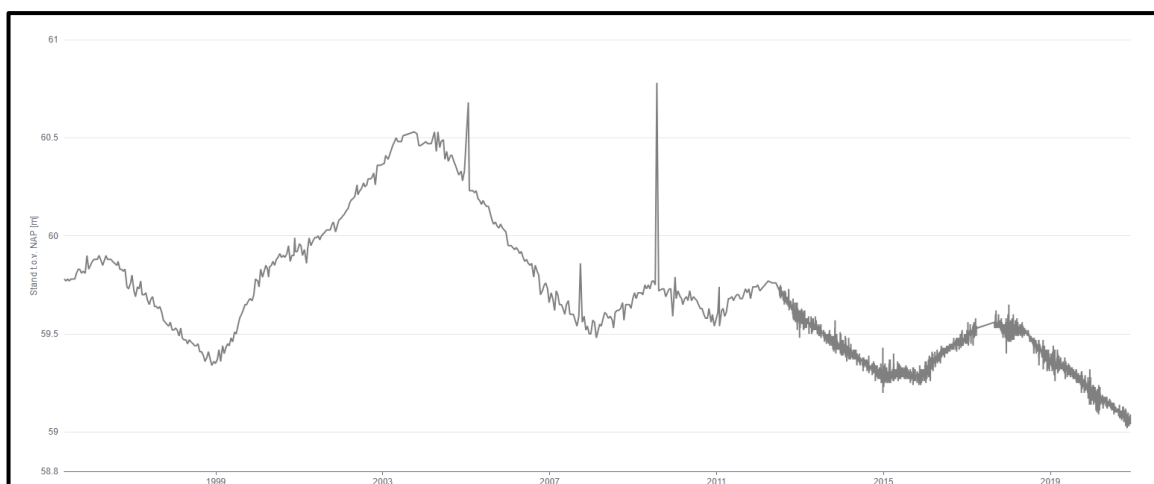
Onderhavig veldwerken zijn tussen eind 2024 en begin 2025 uitgevoerd, het grondwaterpeil fluctueert gedurende het jaar. Gewoonlijk wordt de hoogste grondwaterstand (GWS) eind maart bereikt en de laagste GWS doorgaans eind september. Daarnaast varieert het grondwaterpeil van jaar tot jaar. Het waterpeil dat bijvoorbeeld eind maart wordt bereikt, is afhankelijk van de weerscondities in de periode die eraan vooraf gaat en die weerscondities zijn elk jaar lichtjes anders.

Ter hoogte van het bouwplan aan de Bergstraat 82 te Sweikhuizen zelf, zijn in de literatuur (o.a. BRO REGIS II v2.2) géén meetreeksen gekend. De dichtstbijzijnde reeks is op 585 meter ten oosten (B60C1146) gelegen, zie figuur 1 en 2 hierna.

Uit deze reeks is een GHG van NAP +59,8 m af te leiden. Onderhavig plan ligt ten westen van deze meting omstreeks 187358, 329373 [XY-RD] en kent een maaiveldhoogte van circa NAP +83,5 m [Z]. De grondwaterstand, ten tijde van het onderzoek, is tot op een niveau van NAP + 79,5 m niet aangetroffen. Op basis van deze gegevens stellen wij voor een GHG aan te houden van NAP +65 m en een GLG van NAP +64 m.



Figuur 1: Situering meetreeks B60C1146 (585 m O) in het 4^e kwadrant met bouwplan in het 1^e kwadrant



Figuur 2: Meetreeks B60C1146 (XY; 187910, 329212, Z; NAP +110,35 m) op 585 meter ten oosten van bouwplan

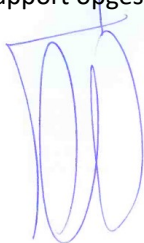
4 Conclusie en aanbevelingen

Uit de gemeten doorlatendheden blijkt, dat infiltratie van neerslagwater lokaal tot de mogelijkheden behoort ter hoogte van de Bergstraat 82 te Sweikhuizen. Het infiltreren zou bij 2 van de 4 testen weliswaar direct in de ondiepe ondergrond moeten kunnen plaatsvinden maar dat is niet overal evident. Een gereguleerde voeding/afvloeiing middels wadi's in combinatie met grindpalen tot beneden NAP +76 m in het Breda-zand kan een 'valuable' oplossing zijn. Onderzoek daarna is aanbevelenswaardig.

Ubachsberg, gemeente Voerendaal, 7 maart 2025

Aelmans Milieu

Rapport opgesteld door:

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "R.M.E. Kroonen", written over a light blue rectangular background.

De heer ing. R.M.E. Kroonen

Projectleider/adviseur geotechniek & -hydrologie

Nummer	X (in m)	Y (in m)
IP01 + B01	187378,35	329423,17
IP02 + B02	187361	329364
IP03	187352,75	329363,23
IP04 + B05	187339,26	329368,37
IP05	187383,29	329422,18
B03	187350,54	329362,7
B04	187391,64	329420,73
B06	187378,01	329418,09



Kerkstraat 4
6367 JE Voerendaal
T: 045-5753255
E: info@aelmans.com

Kerkstraat 2
6095 BE Baexem
T: 0475-459260
<https://www.aelmans.com>

- B00 = Handboring
- ✗ VP00 = Vast punt
- ~~✗~~ IP00 = Infiltratieonderzoek

Opdrachtgever	Gemeente Beekdaalen				
Onderwerp	Onderzoekslocatie				
Locatie	Bergstraat 82 e.o. (Rector Raevenhuis) te Sweikhuizen				
Projectnummer	AMV241685.002				
Datum	05-02-2025	Tekeningnr:		001	
Getekend	RHE	Schaal	1: 500	Formaat	A3

Bijlage 1

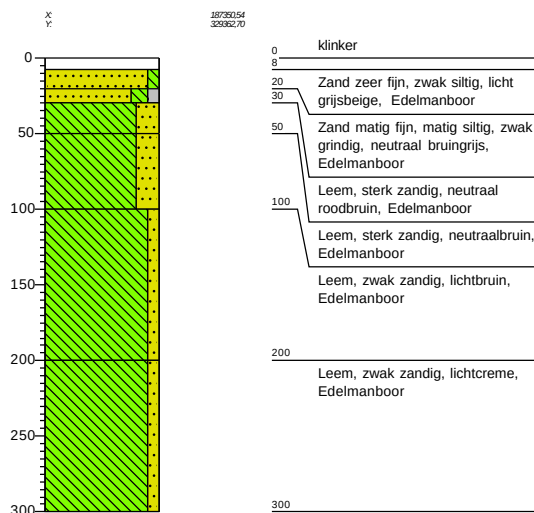
Relevante delen grondonderzoek

Boring:

Datum:

B03

12-11-2024

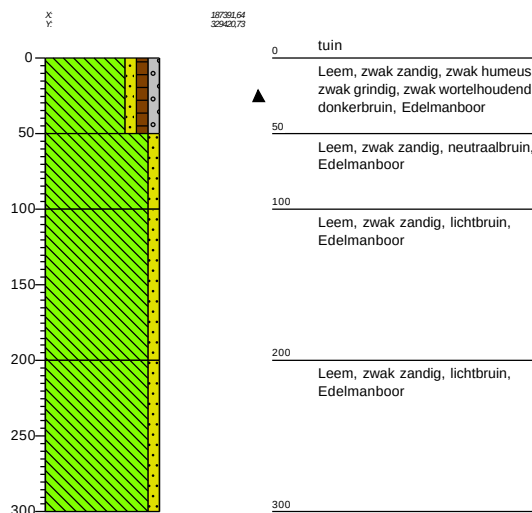


Boring:

Datum:

B04.

23-1-2025

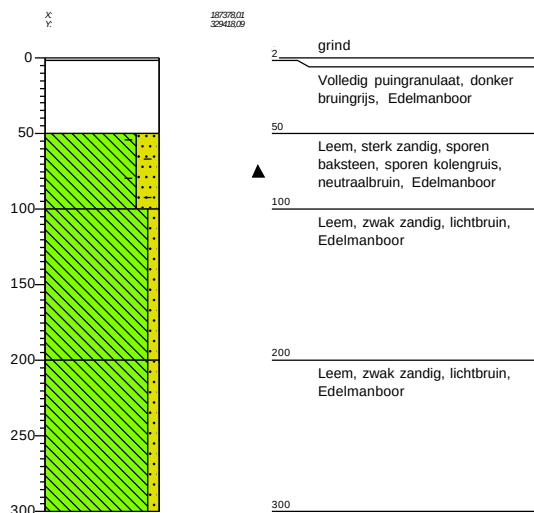


Boring:

Datum:

B06

12-11-2024

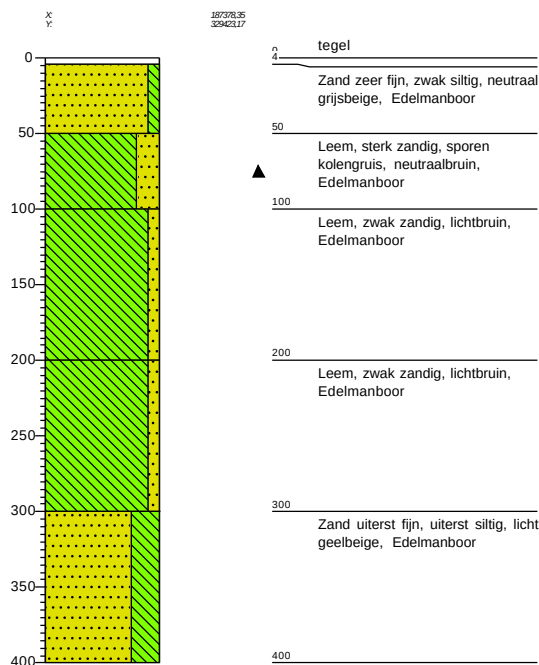


Boring:

Datum:

IP01

12-11-2024

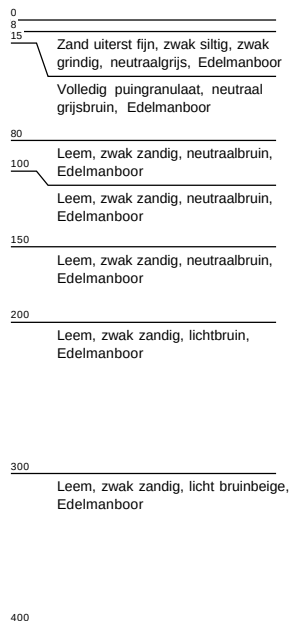
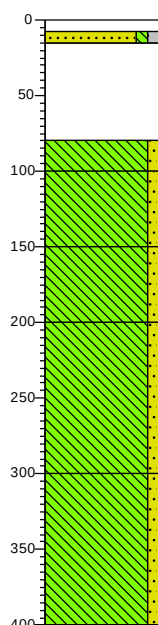


Boring:

Datum:

Ip02

23-1-2025

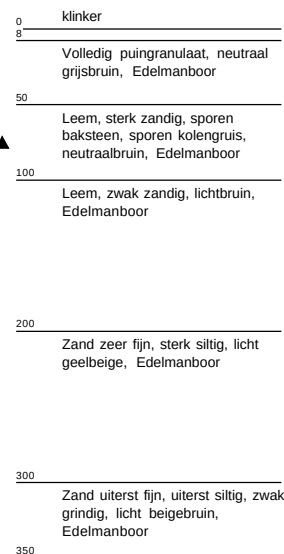
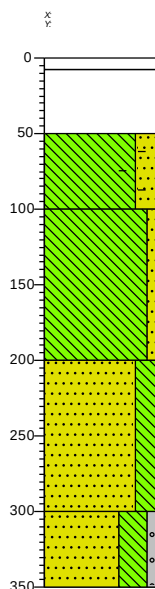


Boring:

Datum:

Ip03

12-11-2024

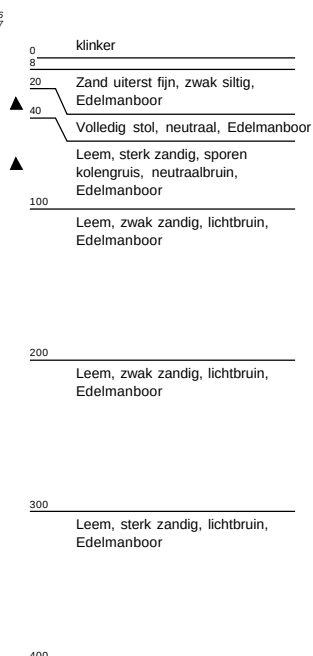
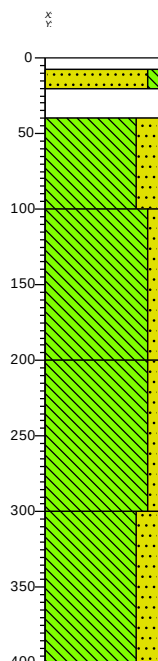


Boring:

Datum:

Ip04

12-11-2024

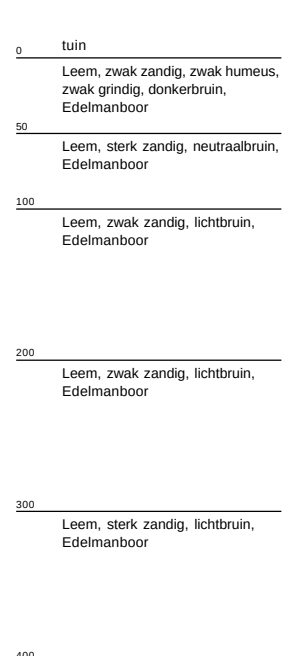
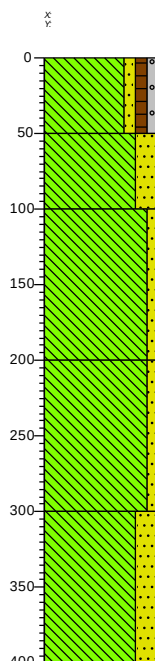


Boring:

Datum:

Ip05

23-1-2025



Bijlage 2

Meetwaarden veldtesten en uitwerking
middels Hooghoudt, bodemlaag tot op
maximaal maaiveld -4 meter

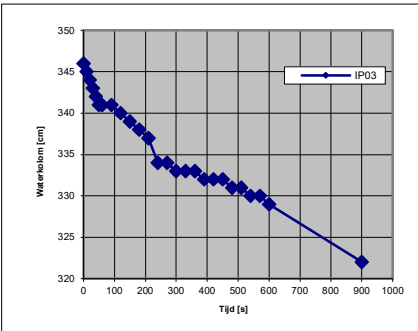
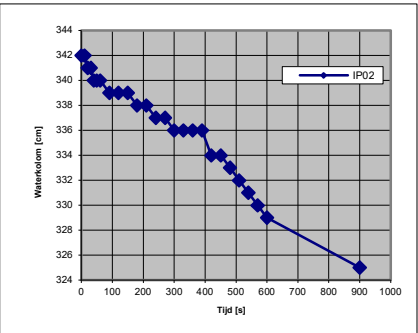
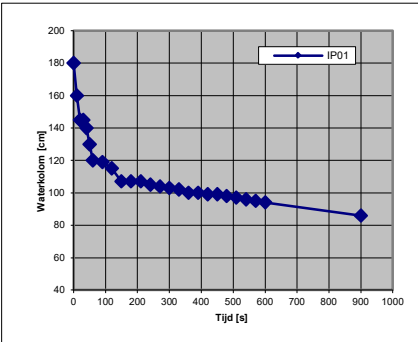
Opdracht: AMV241685
Plaats: Sweikhuizen
Project: k-waarde Bergstraat 82

handpeilingen [cm-mv]				waterkolom in boorgat [cm]		
tijd [s]	IP01	IP02	IP03	IP01	IP02	IP03
0	220	58	4	180	342	346
10	240	58	5	160	342	345
20	255	59	6	145	341	344
30	255	59	7	145	341	343
40	260	60	8	140	340	342
50	270	60	9	130	340	341
60	280	60	9	120	340	341
90	281	61	9	119	339	341
120	285	61	10	115	339	340
150	293	61	11	107	339	339
180	293	62	12	107	338	338
210	293	62	13	107	338	337
240	295	63	16	105	337	334
270	296	63	16	104	337	334
300	297	64	17	103	336	333
330	298	64	17	102	336	333
360	300	64	17	100	336	333
390	300	64	18	100	336	332
420	301	66	18	99	334	332
450	301	66	18	99	334	332
480	302	67	19	98	333	331
510	303	68	19	97	332	331
540	304	69	20	96	331	330
570	305	70	20	95	330	330
600	306	71	21	94	329	329
900	314	75	28	86	325	322

	IP01	IP02	IP03
diameter boorgat [cm]	7	7	7
diepte boorgat [m-mv]	4	4	3,5
hoeveelheid toegevoegd water [l]	10	5	10

bepaling doorlatendheid

	IP01	IP02	IP03
tan alpha:	0,000297	2,366E-05	3,23E-05
k-waarde (Hooghoudt)	1,03 m/d	0,08 m/d	0,11 m/d



Opdracht: AMV241685
Plaats: Sweikhuizen
Project: k-waarde Bergstraat 82

handpeilingen [cm-mv]		waterkolom in boorgat [cm]
tijd [s]	IP05	IP05
0	35	365
10	56	344
20	70	330
30	77	323
40	85	315
50	92	308
60	100	300
90	116	284
120	135	265
150	148	252
180	154	246
210	167	233
240	175	225
270	189	211
300	191	209
330	197	203
360	201	199
390	207	193
420	214	186
450	218	182
480	222	178
510	226	174
540	231	169
570	236	164
600	240	160
900	272	128

	IP05
diameter boorgat [cm]	7
diepte boorgat [m-mv]	4
hoeveelheid toegevoegd water [l]	10

bepaling doorlatendheid

	IP05
tan alpha:	0,000539
k-waarde (Hooghoudt)	1,88 m/d

