



DOORLATENDHEIDSONDERZOEK

VON SUPPÉSTRAAT

TE DRUNEN



Water



Rapportage doorlatendheidsonderzoek

Von Suppéstraat te Drunen

Opdrachtgever	BügelHajema Utrechtseweg 7 3811 NA Amersfoort
Rapportnummer	7669.003
Versienummer	D1
Status	Eindrapportage
Datum	25 oktober 2018
Vestiging	Brabant Heinz Moormannstraat 1b 5831 AS Boxmeer 0485 - 581818 boxmeer@econsultancy.nl
Opsteller	ing. R. van den Berg
Paraaf	
Kwaliteitscontrole	R.A.P. Kempers, 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.

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	1
3.	VELDWERK.....	1
3.1	Algemeen.....	1
3.2	Uitvoering.....	1
3.3	Lokale bodemopbouw	2
3.4	Grondwaterniveau	2
3.5	Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven.....	2
4.	RESULTATEN	3
5.	BEOORDELING.....	4

BIJLAGEN:

1. - Situering diepe boringen
2. - Boorprofielen
3. - Berekende k-waarden

1. INLEIDING

Econsultancy heeft van BügelHajema opdracht gekregen voor het uitvoeren van een doorlatendheidsonderzoek aan de Von Suppéstraat te Drunen.

Het doorlatendheidsonderzoek is uitgevoerd in het kader van duurzaam waterbeheer ten aanzien van de voorgenomen (her)ontwikkeling van de onderzoekslocatie.

Doel van het onderzoek is het verkrijgen van inzicht in zowel de bodemopbouw als de (actuele) grondwaterstand, het bepalen of de bodem geschikt is voor de infiltratie van hemelwater, alsmede het verkrijgen van representatieve k-waarden.

2. LOCATIEGEGEVENS

De onderzoekslocatie (± 1.14 ha) ligt aan de Von Suppéstraat, circa 900 meter ten zuidoosten van de kern van Drunen en is kadastraal bekend gemeente Drunen, sectie L, nummers 6955, 6956 en 6957.

Volgens de topografische kaart van Nederland zijn de coördinaten van de onderzoekslocatie X= 137.695 Y= 410.040. Het maaiveld bevindt zich volgens het Actueel Hoogtebestand Nederland (www.ahn.nl) op een hoogte van circa 4,0 m +NAP.

3. VELDWERK

3.1 Algemeen

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 wordt aangesloten op het VKB-protocol 2001 "Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen".

Het veldwerk 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.

3.2 Uitvoering

Om inzicht te krijgen in de (diepere)bodemopbouw is gebruik gemaakt van de boringen die op 3 oktober 2018 zijn geplaatst in het kader van het verkennend bodemonderzoek (rapportnummer 7669.001 d.d. 24 oktober 2018). Hiertoe zijn 6 boringen van het verkennend bodemonderzoek doorgezet tot 3,0 m -mv. Op basis van de bodemopbouw is het te onderzoeken traject bepaald waarna op 9 oktober 2018 op 6 locaties de doorlatendheid in-situ is gemeten. Na afloop van de werkzaamheden is het grondwaterniveau in de boorgaten en in de geplaatste peilbuizen gemeten.

Op de locatieschets in bijlage 1 is de situering van de diepe boringen die tijdens het verkennend bodemonderzoek zijn geplaatst weergegeven. De boorprofielen zijn opgenomen in bijlage 2.

3.3 Lokale bodemopbouw

De bovengrond bestaat voornamelijk uit matig siltig, zeer fijn tot matig fijn zand. De bovengrond is plaatselijk, tot een diepte van 1,3 m -mv, zwak humeus. De ondergrond bestaat uit matig siltig, matig fijn tot grof zand. Er zijn geen storende lagen in de ondergrond waargenomen

3.4 Grondwaterniveau

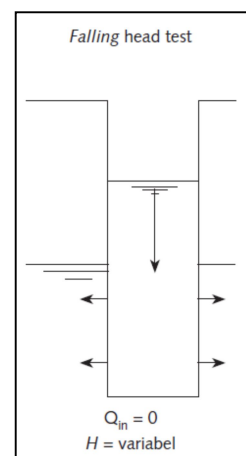
In de boorgaten is op 3 oktober 2018 een grondwaterstand* aangetroffen op 2,0 m -mv. In de, in het kader van het verkennend bodemonderzoek, geplaatste peilbuizen is op 11 oktober 2018 een grondwaterstand* gemeten van 2,70 m -mv en 2,33 m -mv.

3.5 Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven

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.

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 over een lengte van 1 m is geperforeerd. Na plaatsen van de filterbuis is water opgebracht. Voor het meten van de waterstands daling 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.



** Opmerking:*

Gemeten grondwaterstanden zijn momentopnamen en dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd, omdat:

- Waterniveaus gemeten direct na plaatsing van een sondering, boring of peilbuis, significant kunnen afwijken van de heersende grondwaterstand of stijghoogte. Het kan namelijk enige tijd duren voordat een representatieve waterspiegel is ingesteld (enkele seconden in grof zand tot soms enkele uren in slecht doorlatende klei).
- De grondwaterstand onder invloed van seizoensafhankelijke factoren in de tijd zal fluctueren. Deze fluctuatie varieert per regio/gebied.

Een representatief beeld hiervan kan slechts worden gekregen door monitoring van de grondwaterstand gedurende langere tijd en/of door tijdreeksanalyse van gedurende langere tijd gemonitoorde peilbuizen uit de omgeving.

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

waarbij:

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

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

h_0 = ht op tijdstip $t = 0$

4. RESULTATEN

Tabel I 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 II. Bijlage 3 bevat de grafische uitwerking en de berekening van de k-waarden.

Tabel I. Overzicht k-waarde per meting

Referentie boring	Aantal Metingen (*A)	Onderzochte bodemlaag (cm -mv)	Textuur	K-waarde (m/dag)	Beoordeling doorlatendheid
01	3	110-160	matig fijn zand	3,8	goed
02	3	110-160	matig fijn zand	3,6	goed
03	3	110-160	matig fijn zand	4,0	goed
04	3	110-160	matig fijn zand	3,8	goed
05	3	110-160	matig fijn zand	>10	zeer goed
06	3	110-160	matig fijn zand	3,6	goed
*A De meest representatieve meting is gebruikt voor het berekenen van de (verzadigde) doorlatendheid					

Tabel II. 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)	

5. BEOORDELING

De haalbaarheid van hemelwaterinfiltratie is onder andere afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem, de aanwezigheid van stoorlagen (klei en leem). Econsultancy acht bodemlagen met een minimale doorlatendheid van 1,0 m/dag geschikt voor infiltratie van hemelwater.

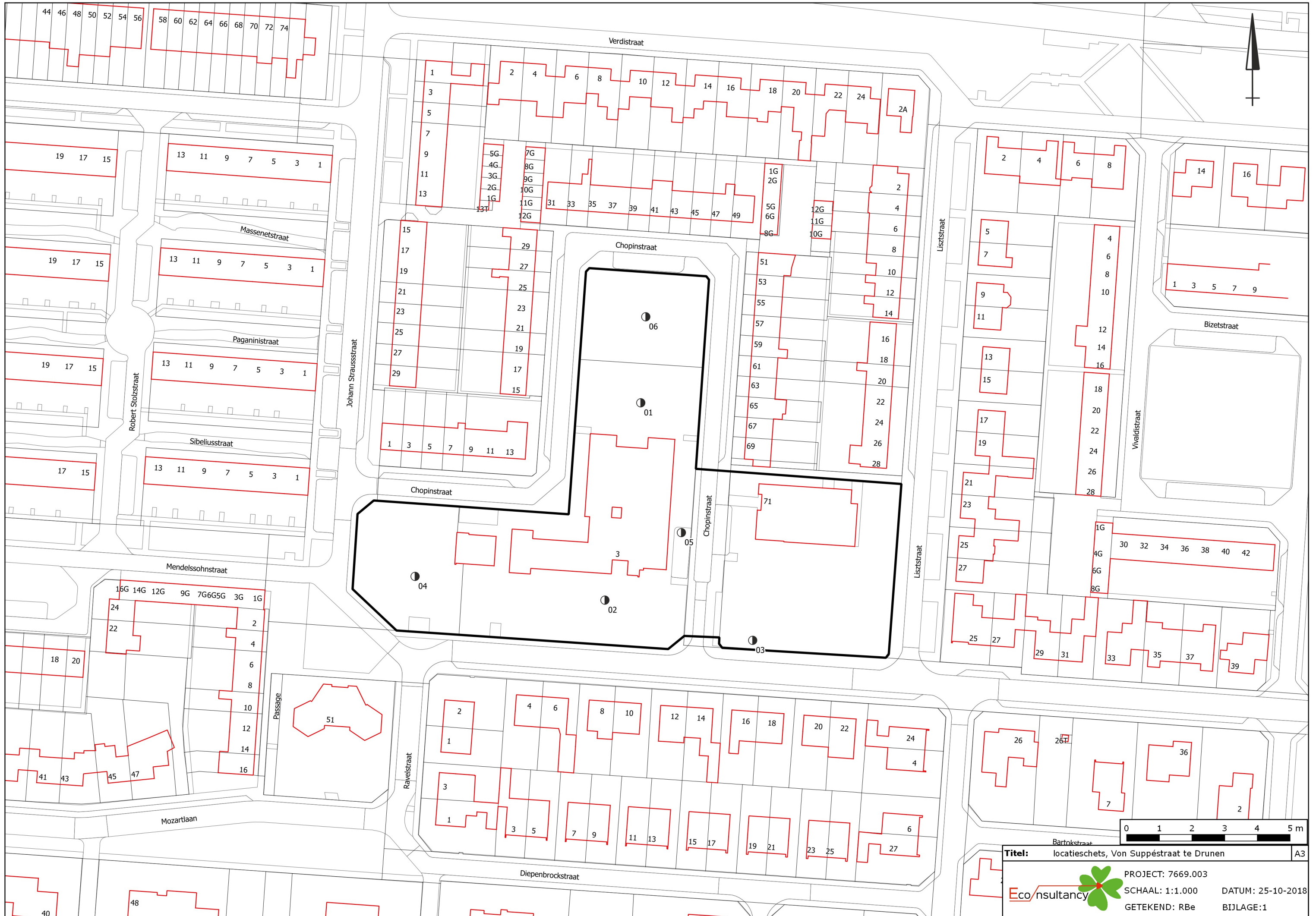
De doorlatendheid van de bodem wordt over het algemeen geclassificeerd als goed tot zeer goed doorlatend, waarbij k-waarden van 3,6 tot >10 m/dag zijn aangetoond.

De k-waarde van het onderzochte bodemtraject ter plaatse van boring 05 is hoger dan op basis van de textuur zou worden verwacht. Het meetresultaat kan derhalve niet als representatief voor deze bodemlagen worden beschouwd.

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 2 m/dag. Als rekenwaarde geldt het gemiddelde van alle metingen vermenigvuldigd met een veiligheidsfactor van 0,5.

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

Bijlage 1 Situering diepe boringen



Bijlage 3 Boorprofielen

Legenda (conform NEN 5104)

grind

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

zand

	Zand, kleiig
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleiig
	Veen, sterk kleiig
	Veen, zwak zandig
	Veen, sterk zandig

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

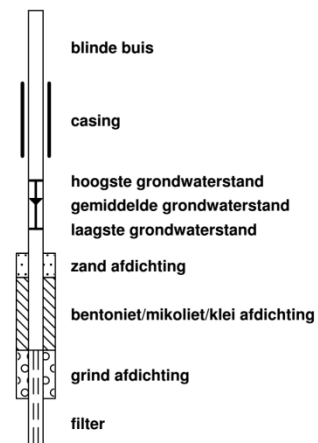
- geroerd monster
- ongeroerd monster
- volumering

overig

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

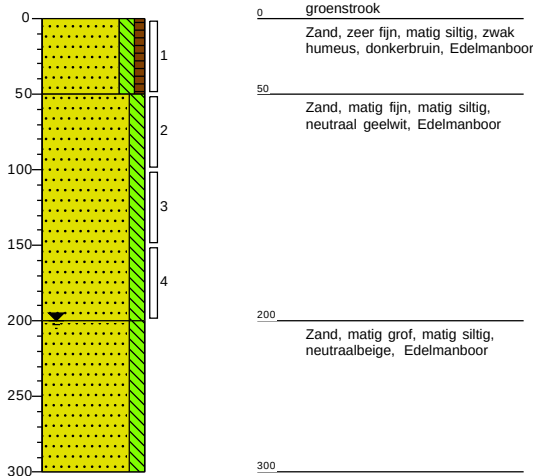
- slib
- water

peilbuis



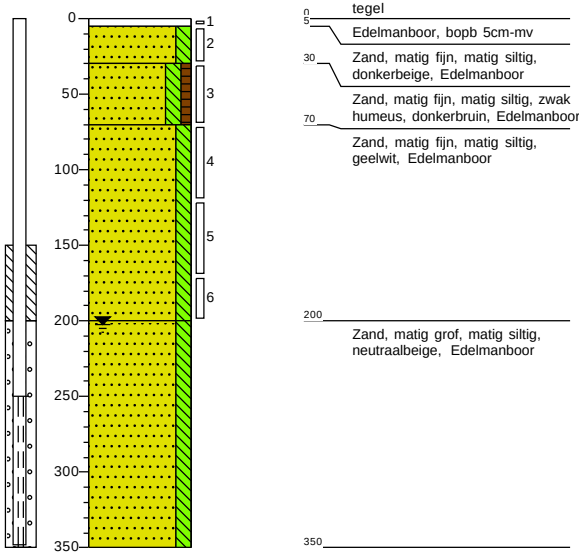
Boring:

04



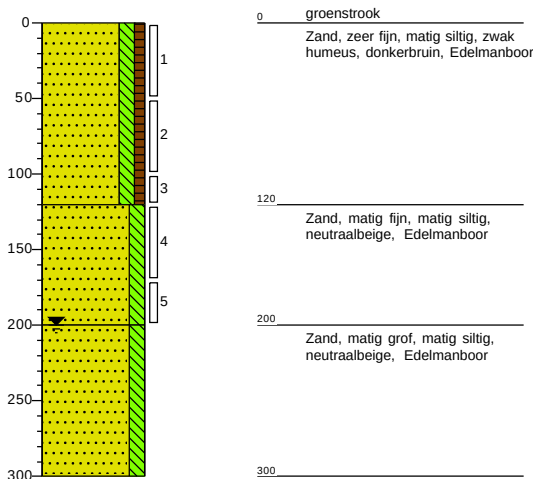
Boring:

02



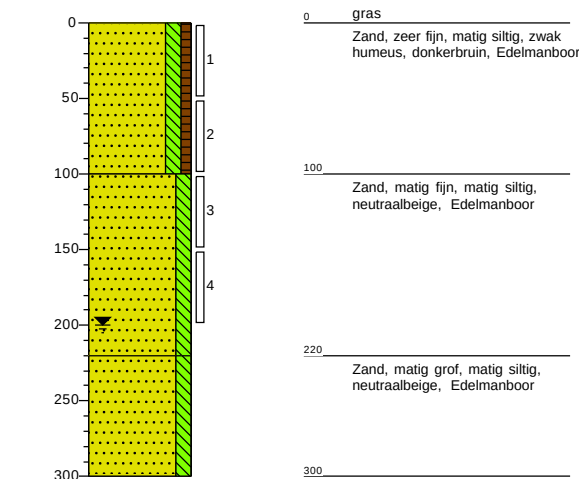
Boring:

05



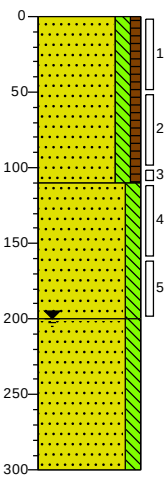
Boring:

06



Boring:

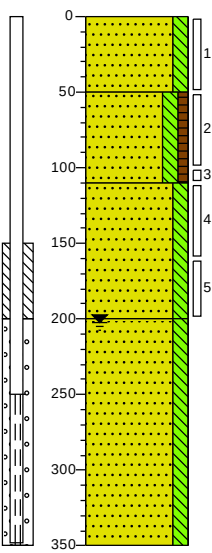
03



0	groenstrook
	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
110	
	Zand, matig fijn, matig siltig, neutraalbeige, Edelmanboor
200	
	Zand, matig grof, matig siltig, neutraalbeige, Edelmanboor
300	

Boring:

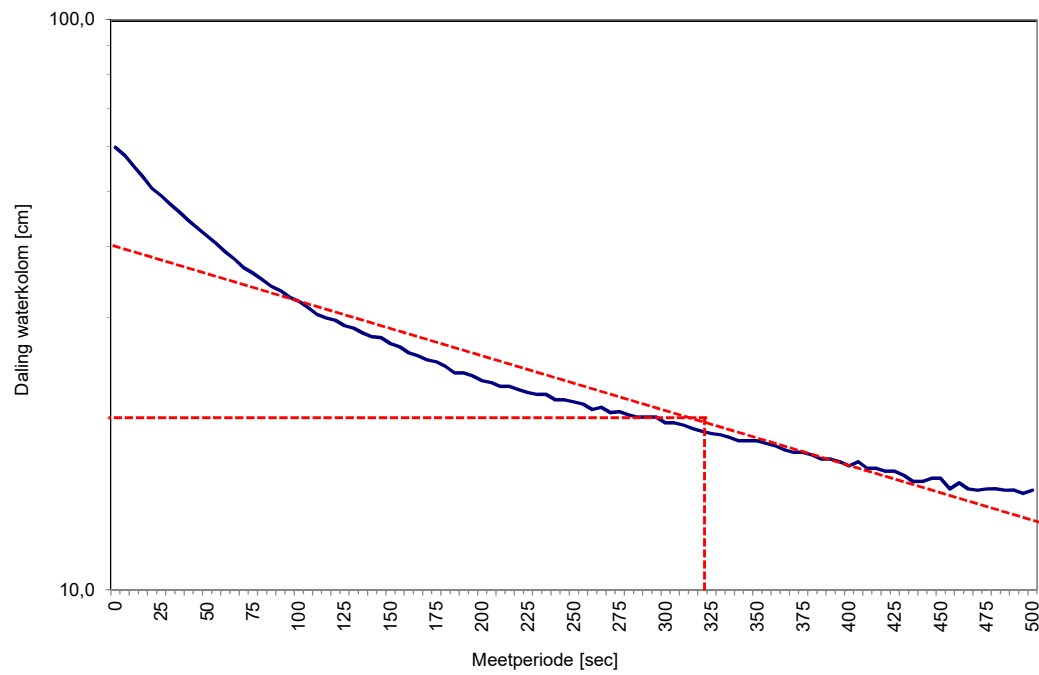
01



0	braak
	Zand, matig fijn, matig siltig, donkerbeige, Edelmanboor
50	
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
110	
	Zand, matig fijn, matig siltig, geelwit, Edelmanboor
200	
	Zand, matig grof, matig siltig, neutraalbeige, Edelmanboor
350	

Bijlage 3 Berekende k-waarden

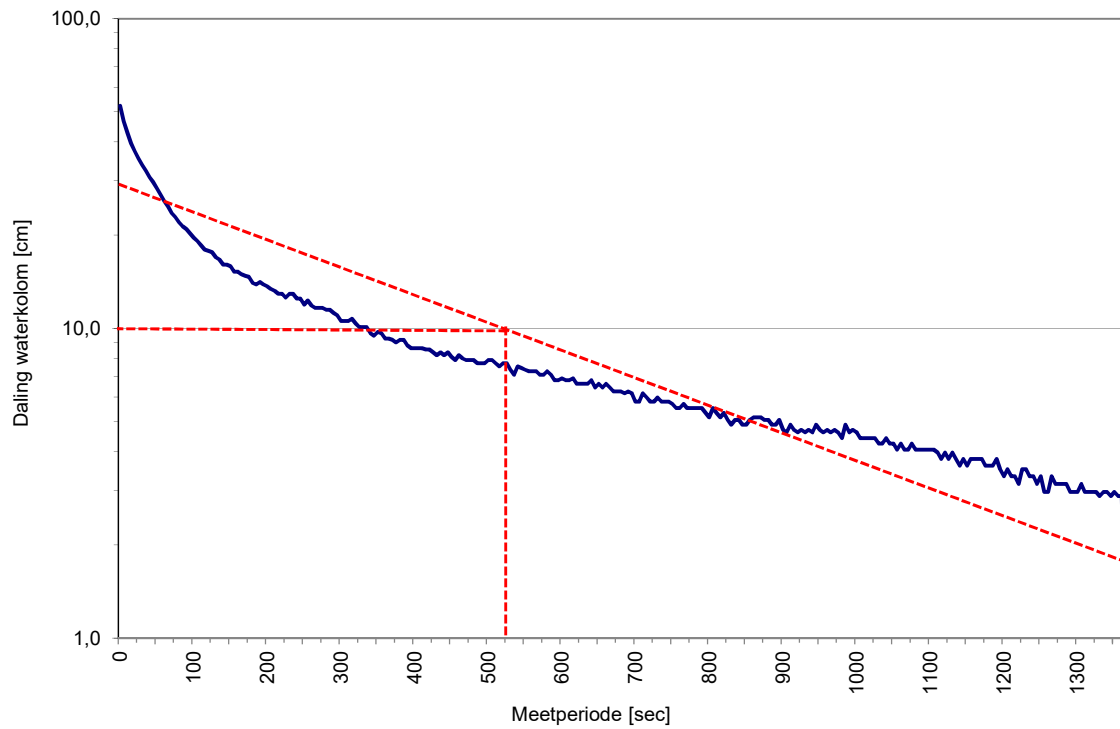
Boring 01 meting 03 [1,10-1,60 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	325
LOG h0 [cm]	40
LOG ht [cm]	20
r [cm]	4,5
k m/dag	3,8

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

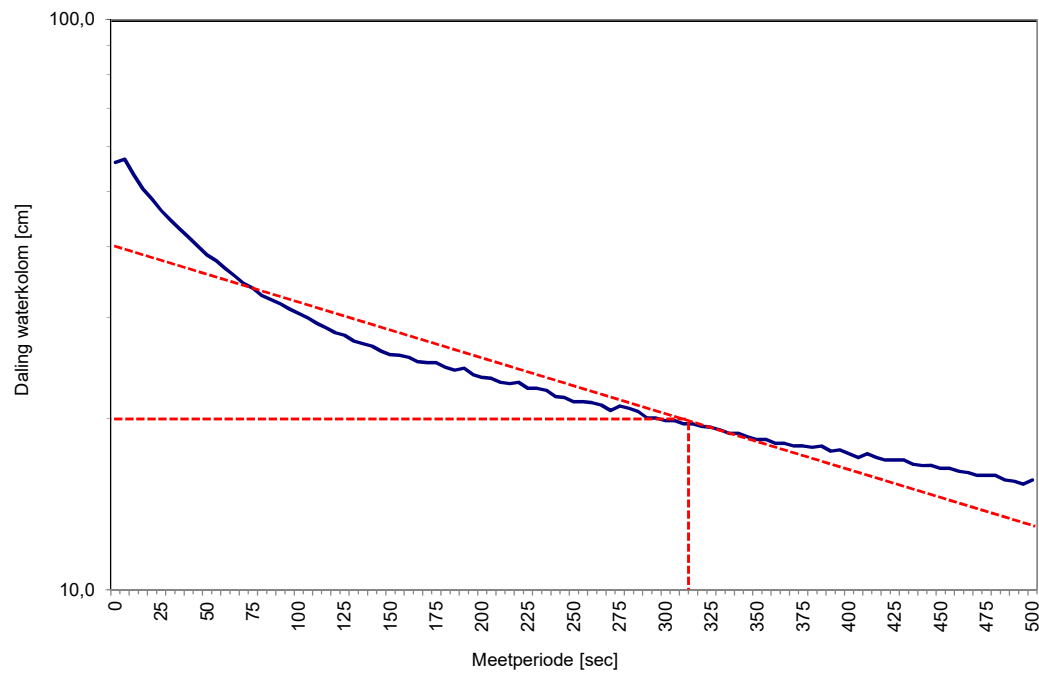
Boring 02 meting 03 [1,10-1,60 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	525
LOG h0 [cm]	30
LOG ht [cm]	10
r [cm]	4,5
k m/dag	3,6

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

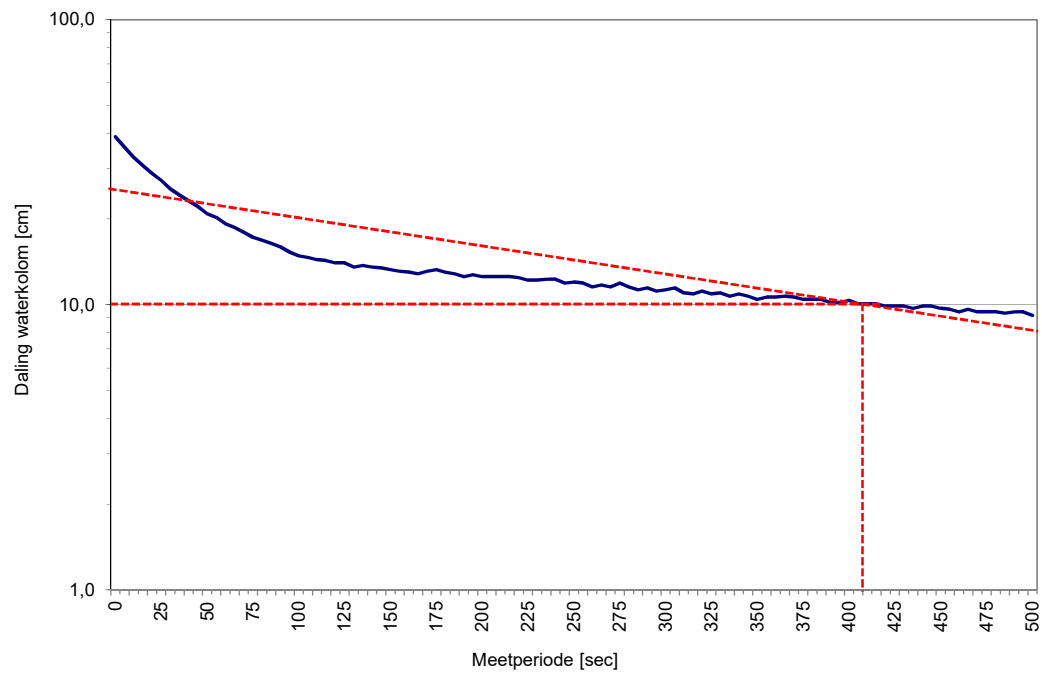
Boring 03 meting 03 [1,10-1,60 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	315
LOG h0 [cm]	40
LOG ht [cm]	20
r [cm]	4,5
k m/dag	4,0

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

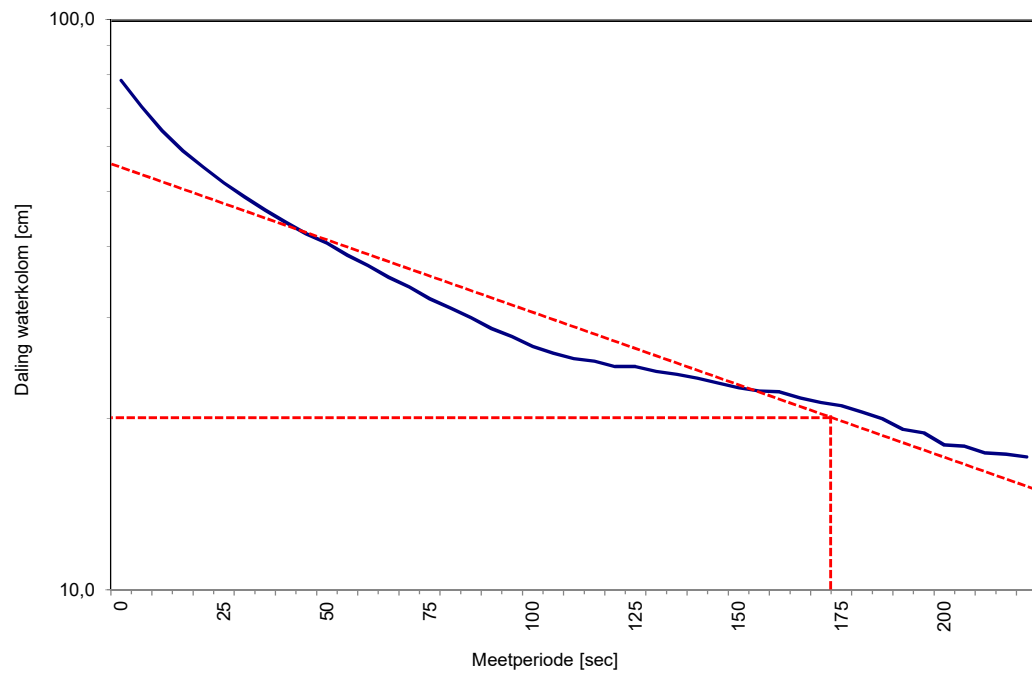
Boring 04 meting 03 [1,10-1,60 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	410
LOG h0 [cm]	25
LOG ht [cm]	10
r [cm]	4,5
k m/dag	3,8

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

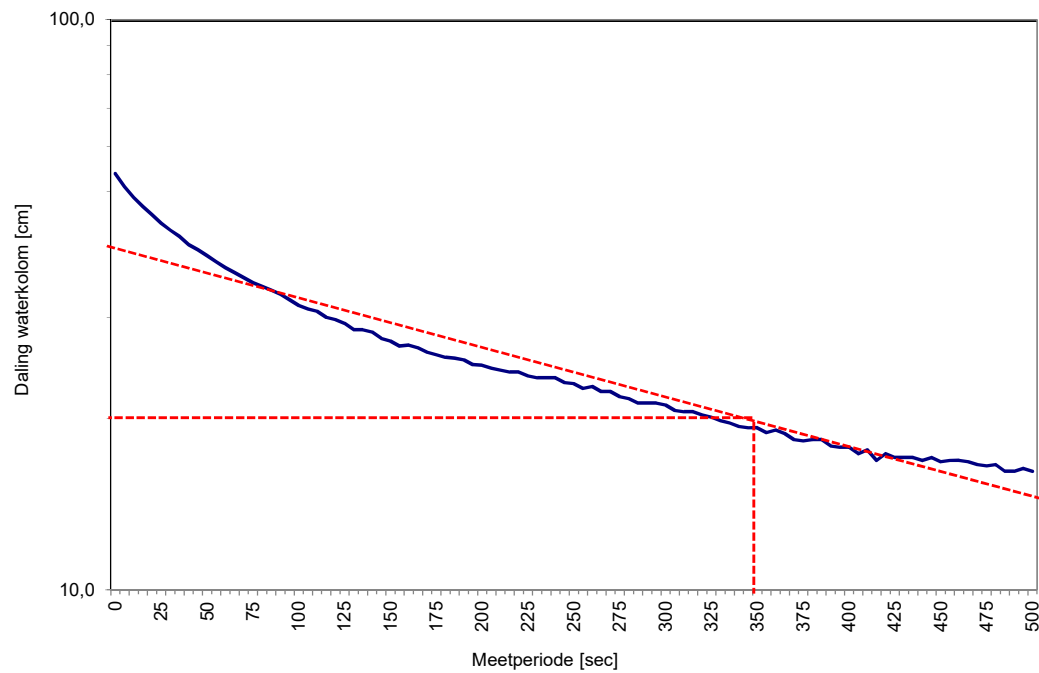
Boring 05 meting 03 [1,10-1,60 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	175
LOG h0 [cm]	55
LOG ht [cm]	20
r [cm]	4,5
k m/dag	10,5

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

Boring 06 meting 03 [1,10-1,60 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	350
LOG h0 [cm]	40
LOG ht [cm]	20
r [cm]	4,5
k m/dag	3,6

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

