



GEOHYDROLOGISCH VELDONDERZOEK

DORPSSTRAAT 26

TE MEIJEL



Water



Rapportage geohydrologisch veldonderzoek

Dorpsstraat 26 te Meijel

Opdrachtgever	Beusmans en Jansen Adviseurs Steeg 12 5975 CE Sevenum
Rapportnummer	9813.004
Versienummer	D1
Status	Eindrapportage
Datum	1 juli 2019
Vestiging	Limburg Rijksweg Noord 39 6071 KS Swalmen 0475 - 504961 swalmen@econsultancy.nl
Opsteller	T.J.M. Kuijpers, BSc
Paraaf	
Kwaliteitscontrole	ing. R. van den Berg
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
2.1	Ligging onderzoekslocatie	1
2.2	Bodem	2
2.3	Grondwater	2
3.	VELDWERK	4
3.1	Algemeen	4
3.2	Uitvoering	4
3.3	Lokale bodemopbouw	4
3.4	Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven	5
4.	RESULTATEN	6
5.	BEOORDELING	7

BIJLAGEN:

1. - Topografische ligging van de locatie
2. - Locatieschets
3. - Boorprofielen
4. - Berekende k-waarden

1. INLEIDING

Econsultancy heeft van Beusmans en Jansen Adviseurs, namens Rozenberg Bouwcontrol, opdracht gekregen voor het uitvoeren van een geohydrologisch veldonderzoek op een locatie gelegen aan de Dorpsstraat 26 te Meijel.

Het geohydrologisch veldonderzoek 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

2.1 Ligging onderzoekslocatie

De onderzoekslocatie ($\pm 1.625 \text{ m}^2$) ligt aan de Dorpsstraat 26, in de kern van Meijel (zie bijlage 1), en is kadastraal bekend gemeente Meijel, sectie E, nummer 767.

Volgens het Actueel Hoogtebestand van Nederland (www.ahn.nl), bevindt het maaiveld zich op een hoogte van circa 35 m +NAP. De coördinaten van het midden van de onderzoekslocatie zijn X = 189.640, Y = 373.090.



Figuur 1. Situering en begrenzing onderzoekslocatie

De onderzoekslocatie is deels bebouwd met een winkelpand en deels in gebruik als parkeerterrein.

De initiatiefnemer is voornemens om het plangebied te herontwikkelen. In het kader van duurzaam waterbeheer zal het afstromend hemelwater van het toekomstig verhard oppervlak, indien mogelijk en noodzakelijk, in de bodem worden geïnfiltreerd. De aard van eventuele toekomstige infiltratievoorzieningen is nog niet bekend.

2.2 Bodem

De planlocatie ligt volgens de bodemkaart van Nederland, in een niet-gekarteerd gebied. De dichtstbijzijnde kaarteenheden betreffen een hoge zwarte enkeerdgrond, die volgens de Stichting voor Bodemkartering voornamelijk is opgebouwd uit leemarm en zwak lemig fijn zand. De afzettingen, waarin deze bodem is ontstaan, behoren geologisch gezien tot de Formatie van Bostel.

2.3 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. Het grondwater staat in de winter van nature hoog en in de zomer laag. In de winter is de temperatuur laag, waardoor de verdamping gering is en alle neerslag het grondwater kan aanvullen. In de zomer gebeurt het omgekeerde: de temperatuur is hoog en dus verdampt er veel neerslag en is de stijghoogte laag. Voor beleid, vergunningen en ontwateringsdieptes is het belangrijk om te weten wat de actuele karakteristieken zijn, zoals de GHG en GLG (Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand en Gemiddelde Laagste Grondwaterstand).

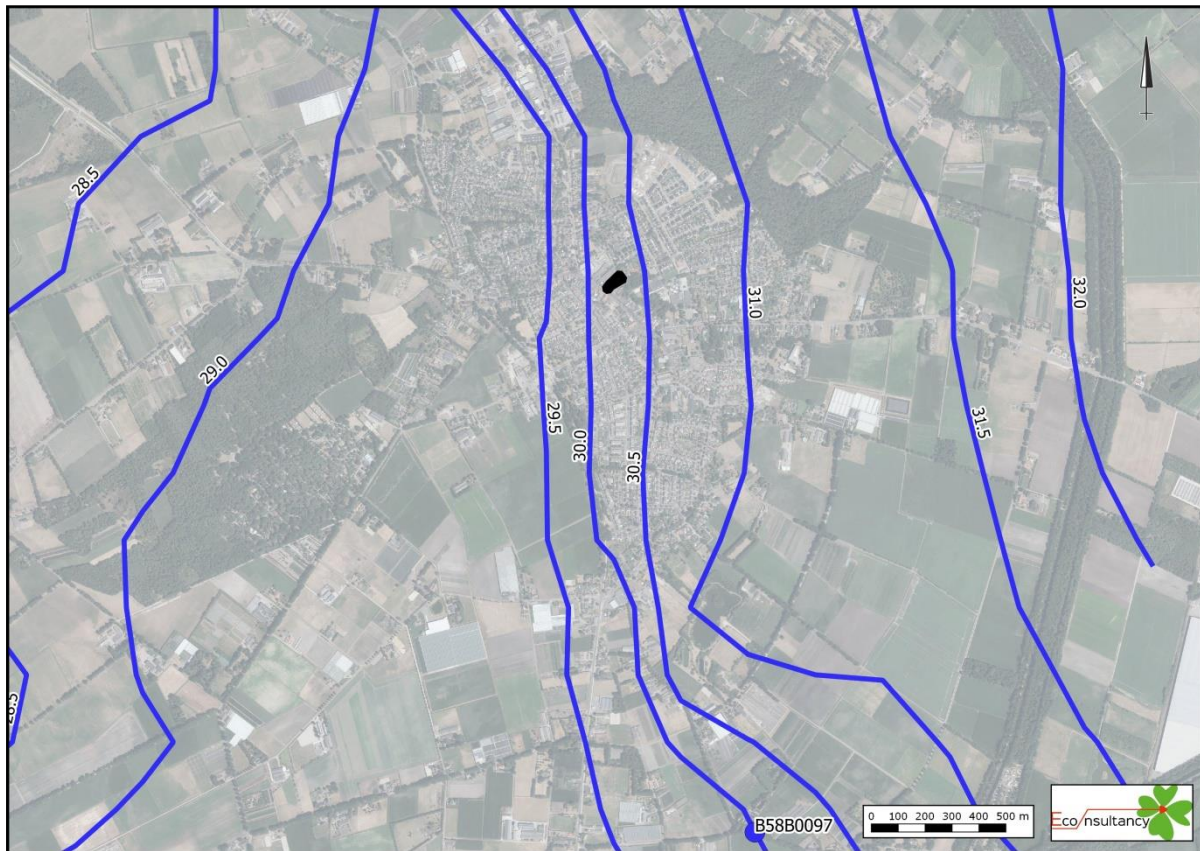
TNO-NITG voert het databeheer van in de omgeving aanwezige grondwaterpeilputten waarin de grondwaterstand in het eerste watervoerende pakket wordt gemonitord. Middels de interactieve grondwatertools 'Isohysen' en 'Grondwaterdynamiek' van de Geologische Dienst Nederland worden de historische grondwatermeetreeksen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

In het archief van TNO zijn in de directe nabijheid van het plangebied geen bruikbare grondwaterdata beschikbaar. Derhalve is gebruik gemaakt van grondwaterpeilputten welke op enige afstand van de locatie zijn gelegen. In tabel I zijn de gegevens van de grondwaterpeilputten opgenomen. In figuur 2 is de situering van de grondwaterpeilputten weergegeven.

Tabel I. Overzicht grondwaterpeilputten TNO

grondwaterpeilput	windrichting t.o.v. locatie	afstand t.o.v. locatie	meetperiode	GHG m +NAP
B58B0097	zuidoostelijk	2.000 m	augustus 1973 - december 2017	30,0

Op basis van de isohypsenkaart van de Dienst Grondwaterverkenning van TNO, stroomt het grondwater van het eerste watervoerende pakket in zuid tot zuidwestelijke richting. In figuur 2 zijn de isohypsen op basis van de interactieve grondwatertools weergegeven. Dit betreft een momentopname op 31 januari 2016. De maand januari betreft een periode waarin de grondwaterstand relatief hoog staat.



Figuur 2. Situering grondwaterpeilputten TNO en isohypsen op 31 januari 2016 (bron: grondwatertools.nl)

Op basis van de beschikbare gegevens wordt ingeschat dat de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) op $\pm 30,5$ m +NAP is gelegen. Verwacht wordt dat de GHG zich op meer dan 3 meter beneden maaiveld zal bevinden. .

Ten tijde van de veldwerkzaamheden is op 12 juni 2019 in de peilbuis een grondwaterstand* aangetroffen op 4,17 m -mv.

** 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 fluctuaties variëren 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 gemonitorde peilbuizen uit de omgeving.

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 SIKB-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 monsternamen-punten zijn op kaart vastgelegd. Op de locatieschets in bijlage 2 is de situering van de meetpunten aangegeven. Van het opgeboorde materiaal is een boorbeschrijving conform de NEN 5104 gemaakt (zie bijlage 3).

3.2 Uitvoering

Om inzicht te krijgen in de (diepere)bodemopbouw is gebruik gemaakt van de boringen die zijn geplaatst in het kader van het verkennend bodemonderzoek (rapportnummer 9813.001). Hiertoe zijn enkele boringen van het verkennend bodemonderzoek doorgezet tot maximaal 3,0 m -mv. Op basis van de bodemopbouw is het te onderzoeken traject bepaald waarna op 12 juni 2019 op 3 locaties de doorlatendheid in het veld is gemeten. Ten tijde van de veldwerkzaamheden was er sprake van hevige neerslag waardoor het, vanwege het wegspoelen van het opgeboorde bodemmateriaal, niet mogelijk is geweest om het bodemtraject tot 3 m -mv te beschrijven.

3.3 Lokale bodemopbouw

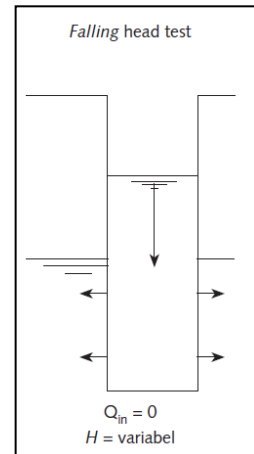
Uit locatiespecifiek onderzoek (verkennend bodemonderzoek, rapportnummer 9813.001) blijkt de bodem voornamelijk te bestaan uit zwak tot matig siltig, matig fijn tot matig grof zand. Op wisselende diepte is de bodem zwak tot matig grind en/of keihoudend. De bodem is bovendien plaatselijk tot maximaal 2,0 m -mv zwak humeushoudend. De bodem is vanaf 0,5 m -mv zwak tot matig gleyhoudend. Er zijn geen storende lagen in de bodem waargenomen.

3.4 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 waterstandsaling 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 tijdstip t [m]

h_0 = ht op tijdstip $t = 0$

4. RESULTATEN

Tabel II 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 III. Bijlage 4 bevat de grafische uitwerking en de berekening van de k-waarden.

Tabel II. Overzicht k-waarde per meting

Infiltratiemeting	referentie-boring verkennd bodemon- derzoek	Aantal Metin- gen (*A)	Onderzochte bodemlaag (cm -mv)	Textuur	Opmerkingen	K-waarde (m/dag)	Beoordeling doorlatendheid
I01	06	3	30-100	matig fijn, zwak siltig	zwak humeus, zwak grindhoudend	1,4	goed
I02	02	3	60-150	matig fijn, matig siltig	matig gleyhoudend	1,8	goed
I03	03	3	125-200	(*B)		2,1	goed
(*A)	De meest representatieve meting is gebruikt voor het berekenen van de (verzadigde) doorlatendheid.						
(*B)	Vanwege de hevige neerslag en het wegspoelen van het opgeboorde bodemmateriaal was het niet mogelijk om het opgeboorde materiaal te beschrijven.						

Tabel III. 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

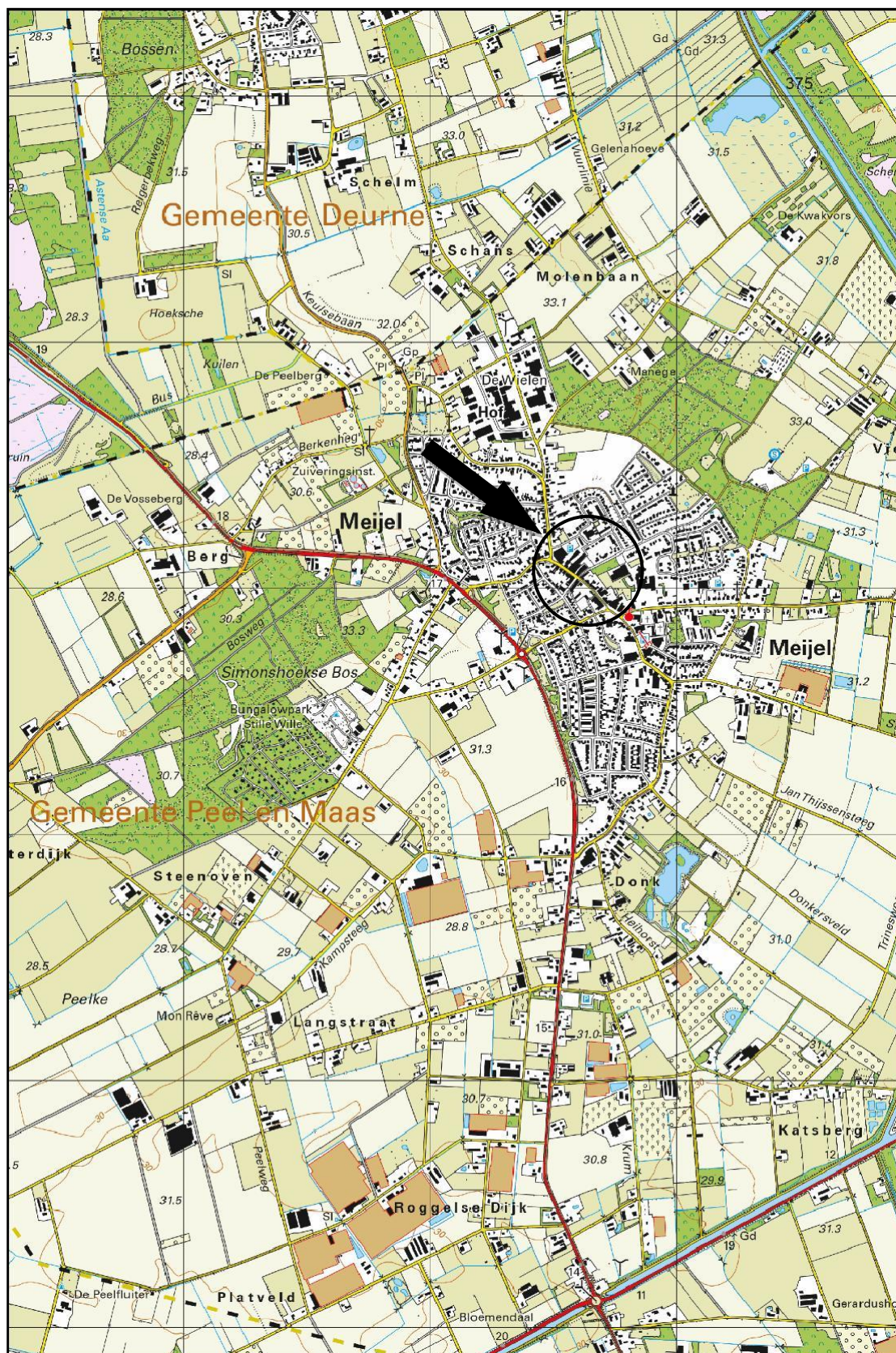
De haalbaarheid van hemelwaterinfiltratie is onder andere afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem, de aanwezigheid van stoorlagen (klei en leem). Econsultancy acht bodemlagen met een minimale doorlatendheid van 1,0 m/dag geschikt voor infiltratie van hemelwater.

De doorlatendheid van de onderzochte bodemlagen wordt over het algemeen geclassificeerd als goed doorlatend, waarbij k-waarden tussen de 1,4 en 2,1 m/dag zijn aangetoond.

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 0,9 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 Topografische ligging van de locatie



Schaal 1:25.000
Deze kaart is noordgericht

**Bijlage 2 Locatieschets verkennend bodemonderzoek
(rapportnummer 9813.001)**



**Bijlage 3 Boorprofielen verkennend bodemonderzoek
(rapportnummer 9813.001)**

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

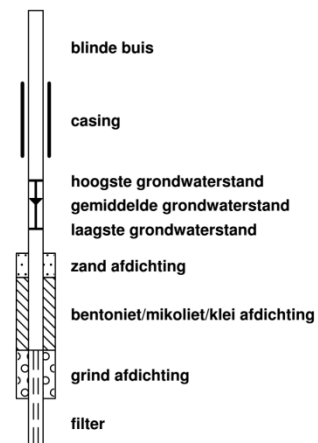
- geroerd monster
- ongeroerd monster
- volumering

overig

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

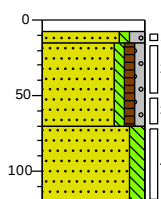
- slib
- water

peilbuis



Boring:

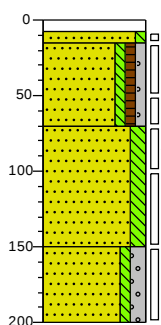
01



0	klinker
8	Betonboor
15	
70	Zand, matig grof, zwak siltig, matig grindig, matig vast, lichtbeige, Edelmanboor
70	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindig, matig vast, zwak kolengruishoudend, zwak baksteenhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
120	Zand, matig fijn, matig siltig, matig vast, matig gleyhoudend, licht oranjebeige, Edelmanboor

Boring:

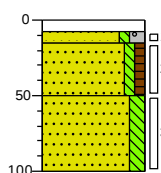
02



0	klinker
8	Betonboor
15	
70	Zand, matig grof, zwak siltig, matig vast, lichtbeige, Edelmanboor
70	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindig, matig vast, donkerbruin, Edelmanboor
150	Zand, matig fijn, matig siltig, matig vast, matig gleyhoudend, licht oranjebeige, Edelmanboor
200	Zand, matig grof, zwak siltig, matig grindig, matig vast, zwak keien, lichtbeige, Edelmanboor

Boring:

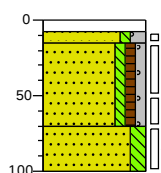
03



0	klinker
8	Betonboor
15	
50	Zand, matig grof, zwak siltig, matig grindig, matig vast, lichtbeige, Edelmanboor
100	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, matig vast, donkerbruin, Edelmanboor
100	Zand, matig fijn, matig siltig, matig vast, matig gleyhoudend, licht oranjebeige, Edelmanboor

Boring:

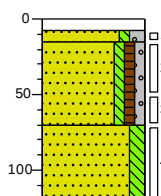
04



0	klinker
8	Betonboor
15	
70	Zand, matig grof, zwak siltig, matig grindig, matig vast, lichtbeige, Edelmanboor
70	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindig, matig vast, donkerbruin, Edelmanboor
100	Zand, matig fijn, matig siltig, matig vast, matig gleyhoudend, licht oranjebeige, Edelmanboor

Boring:

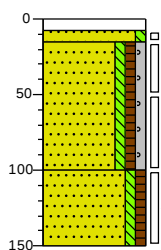
05



0	klinker
8	Betonboor
15	
70	Zand, matig grof, zwak siltig, matig grindig, matig vast, lichtbeige, Edelmanboor
70	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindig, matig vast, zwak kolengruishoudend, zwak baksteenhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
120	Zand, matig fijn, matig siltig, matig vast, matig gleyhoudend, licht oranjebeige, Edelmanboor

Boring:

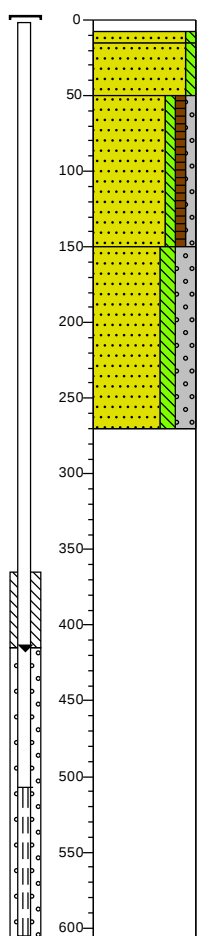
06



0	klinker
8	Betonboor
15	
100	Zand, matig grof, zwak siltig, matig vast, lichtbeige, Edelmanboor
100	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindig, matig vast, zwak kolengruishoudend, zwak baksteenhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
150	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, matig vast, donkerbruin, Edelmanboor

Boring:

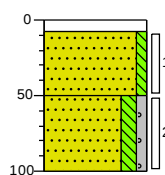
07



0	klinker
8	Betonboor
15	Zand, matig grof, zwak siltig, matig vast, lichtbeige, Edelmannboor
50	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig vast, neutraal bruinbeige, Edelmannboor
▲	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindig, matig vast, zwak kolengruishoudend, zwak baksteenhoudend, donkerbruin, Edelmannboor
150	Zand, matig fijn, matig siltig, sterk grindig, matig vast, matig keien, neutraalbeige, Edelmannboor, Gestuit op grind/keien
270	Verloren punt methode

Boring:

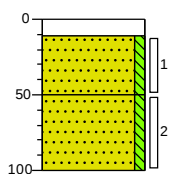
08



0	klinker
8	Betonboor
50	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig vast, neutraal beigegeel, Edelmannboor
100	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindig, matig vast, matig gleyhoudend, neutraal beigebruin, Edelmannboor

Boring:

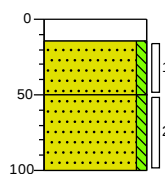
09



0	beton
11	Betonboor
50	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig vast, neutraalbeige, Edelmannboor
100	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig vast, neutraal bruinbeige, Edelmannboor

Boring:

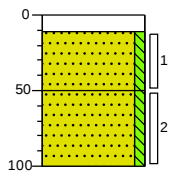
10



0	beton
14	Betonboor
50	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig vast, neutraalbeige, Edelmannboor
100	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig vast, neutraal bruinbeige, Edelmannboor

Boring:

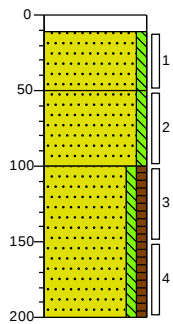
11



0 beton
11 Betonboor
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig vast, neutraalbeige, Edelmanboor
50
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig vast, neutraal bruinbeige, Edelmanboor
100

Boring:

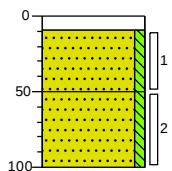
12



0 beton
11 Betonboor
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig vast, neutraalbeige, Edelmanboor
50
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig vast, neutraal bruinbeige, Edelmanboor
100
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, matig vast, donkerbruin, Edelmanboor
200

Boring:

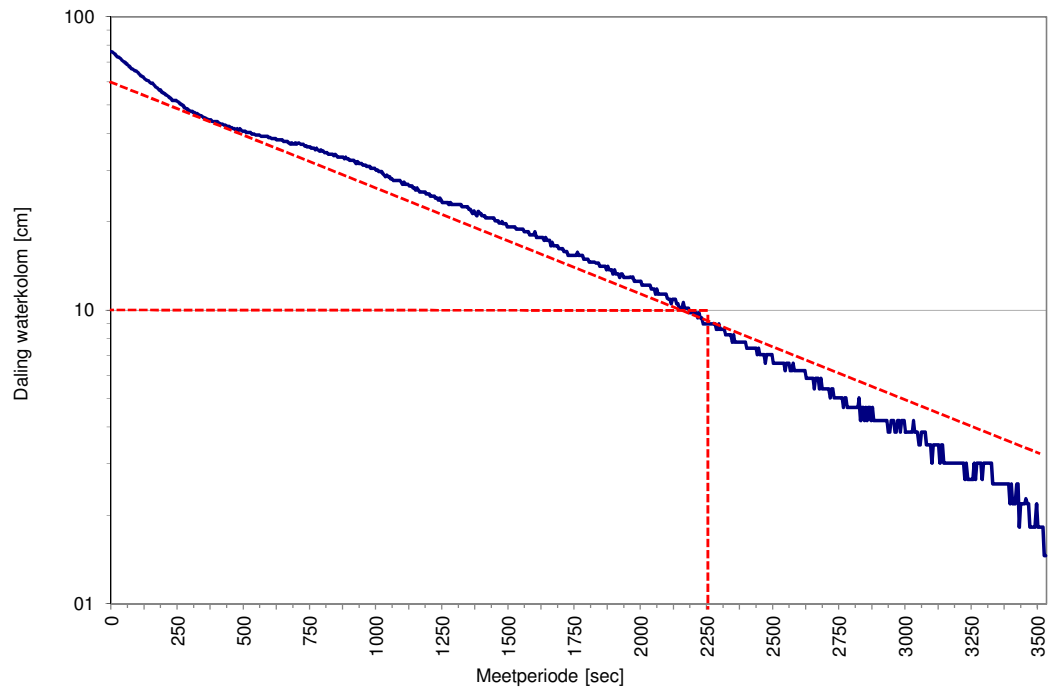
13



0 beton
9 Betonboor
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig vast, neutraalbeige, Edelmanboor
50
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig vast, neutraal bruinbeige, Edelmanboor
100

Bijlage 4 Berekende k-waarden

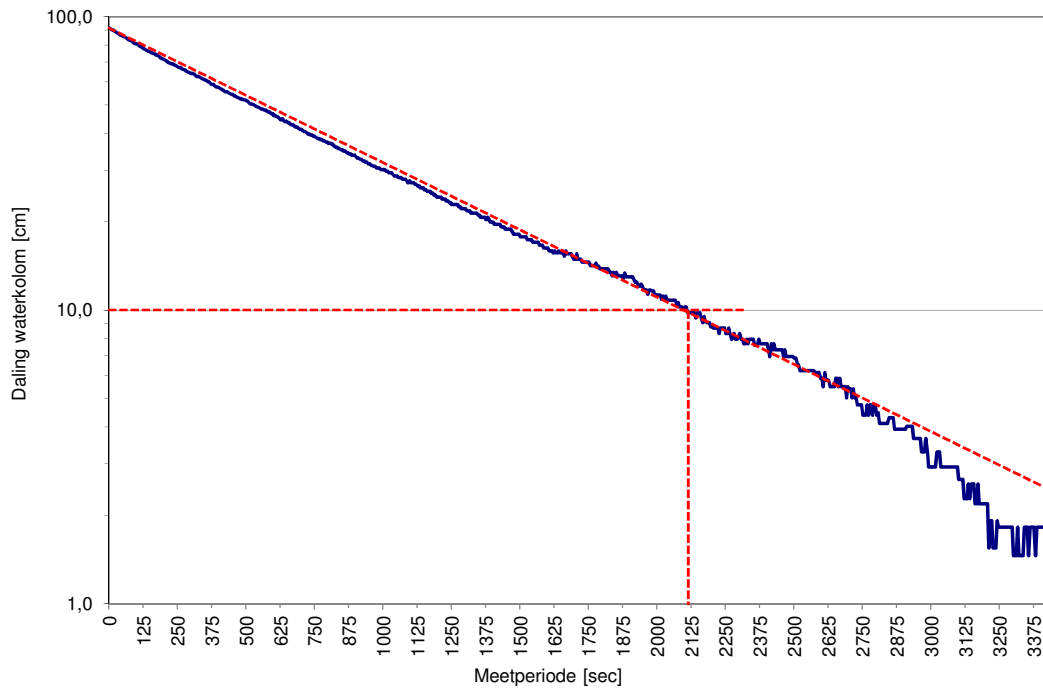
I01 meting 3 [0,3-1,0 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	2250
LOG h ₀ [cm]	60
LOG h _t [cm]	10
r [cm]	4,5
k m/dag	1,4

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

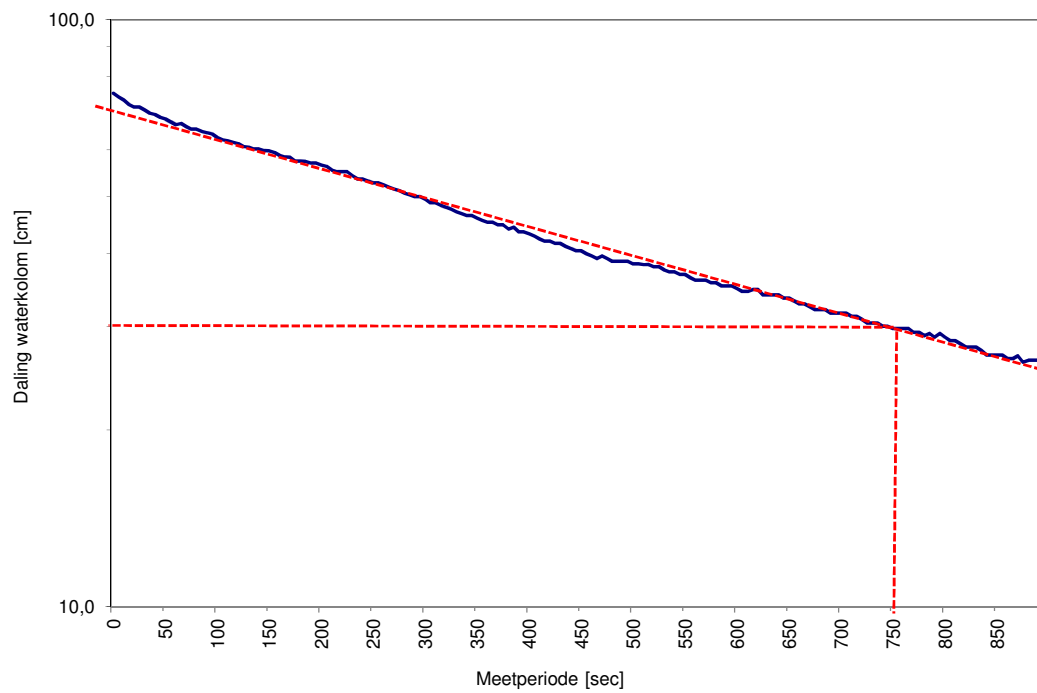
102 meting 3 [0,6-1,5 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	2125
LOG h0 [cm]	90
LOG ht [cm]	10
r [cm]	4,5
k m/dag	1,8

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

103 meting 3 [1,25-2,0 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	750
LOG h0 [cm]	70
LOG ht [cm]	30
r [cm]	4,5
k m/dag	2,1

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

