

HERZIENE VERSIE

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK

EMMERIKSEWEG (ONG.)

TE 'S-HEERENBERG


GEMEENTE MONTFERLAND



- * Bodem
- * Waterbodem
- * Water
- * Archeologie
- * Ecologie
- * Milieu

Water

**Herziene versie
Doorlatendheidsonderzoek
Emmerikseweg (ong.) te 's-Heerenberg
in de gemeente Montferland**

Opdrachtgever	BügelHajema Postbus 2153 3800 CD Amersfoort
Project	MON.BUG.GEO
Rapportnummer	11085943
Status	Eindrapportage
Datum	29 februari 2012
Vestiging	Doetinchem
Opsteller	Drs. ing. S. Schut
Paraaf	
Kwaliteitscontrole	Ing. H.J.H. Jolink
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 derhalve 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	Huidig en toekomstig gebruik	1
2.2	Regionale bodemopbouw	2
2.3	Regionale geologie en geohydrologie	2
3.	VELDWERK.....	4
3.1	Algemeen.....	4
3.2	Lokale bodemopbouw en grondwaterniveau.....	5
3.3	Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven.....	5
4.	RESULTATEN EN BEOORDELING.....	6
4.1	Onderzoeksresultaten doorlatendheidsmetingen.....	6
4.2	Beoordeling infiltratiemogelijkheden.....	7
5.	SAMENVATTING EN CONCLUSIE	8

BIJLAGEN:

1. - Topografische ligging van de locatie
- 2a. - Locatieschets
- 2b. - Foto's van de onderzoekslocatie
3. - Boorprofielen
- 4 - Berekende k-waarden verzadigde zone (diepere ondergrond) + korrelverdelingsanalyses

1. INLEIDING

Econsultancy heeft van BügelHajema opdracht gekregen voor het uitvoeren van een doorlatendheidsonderzoek aan de Emmerikseweg (ong.) te 's-Heerenberg in de gemeente Montferland.

Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van het duurzaam waterbeheer ten aanzien van de voorgenomen (her)ontwikkeling van de onderzoekslocatie. Aanleiding van het onderzoek is de geplande aanleg van een infiltratiesloot.

Doel van het onderzoek is het bepalen van enkele geohydrologische parameters, waaronder de waterdoorlatendheid (k-waarde van de bodem), teneinde de mogelijkheden voor hemelwaterinfiltratie te kunnen bepalen. Tevens heeft het onderzoek als doel te bepalen of de westelijk gelegen sloot geschikt is als infiltratiesloot.

Voor het uitvoeren van geohydrologisch onderzoek zijn geen wettelijke richtlijnen vastgesteld. Derhalve is ten behoeve van de veldwerkzaamheden aangesloten op het VKB-protocol 2001 "Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen" en zijn boorbeschrijvingen conform de NEN 5104 gemaakt.

2. LOCATIEGEGEVENS

2.1 Huidig en toekomstig gebruik

De onderzoekslocatie ($\pm 945 \text{ m}^2$) ligt aan de Emmerikseweg (ong.), binnen de bebouwde kom van 's-Heerenberg in de gemeente Montferland.

Het perceel, waar de onderzoekslocatie deel van uitmaakt, is kadastraal bekend gemeente 's-Heerenberg, sectie I, nummer 2739.

Volgens de topografische kaart van Nederland, kaartblad 40 F, 2004 (schaal 1:25.000), bevindt het maaiveld zich op een hoogte van circa 13 m +NAP en zijn de coördinaten van het midden van de onderzoekslocatie $X = 214.290$, $Y = 431.660$.

De onderzoekslocatie betreft een groenstrook. Direct ten westen is reeds een sloot aanwezig die afwatert op een zuidelijk gelegen sloot.

De initiatiefnemer is voornemens een infiltratievoorziening (infiltratiesloot) op de locatie aan te leggen ten behoeve van het infiltreren van hemelwater dat afkomstig is van de oostelijk gelegen nieuwbouwwijk en van de nog te realiseren woningen (12 of 14) ten oosten van de onderzoekslocatie.

Het bodemgebruik van de omliggende percelen is als volgt:

- aan de noord- en oostzijde bevinden zich woonpercelen (voornamelijk nieuwbouwwoningen);
- aan de zuidzijde bevinden zich een watergang (restant van een oude meander van de Rijn, tevens de grensovergang naar Duitsland) en een industrieel perceel;
- aan de westzijde bevinden zich de Emmerikseweg en grasland.

2.2 Regionale bodemopbouw

De originele bodem bestaat volgens de bodemkaart van Nederland, kaartblad 40 Oost, 1975 (schaal 1:50.000), uit een kalkloze poldervaaggrond, bestaande uit zware klei.

2.3 Regionale geologie en geohydrologie

Het plangebied ligt binnen het Pleistocene rivierterrassenlandschap, ten zuiden van de Montferlandse stuwwal. Deze stuwwal is ontstaan tijdens de voorlaatste ijstijd, het Saalien (ca. 250.000 - 130.000 jaar geleden). Door ijstongen worden diepe bekkens uitgeschuurd (tussen de Veluwe en Montferland en laterale (Montferland en Veluwe) en frontale (Nijmeegse) stuwwallen gevormd. Aan de voorzijde van het landijs werden de Rijn en Maas gedwongen hun loop naar het westen te verleggen, waarbij een oerstroombdal werd gevormd. De diepe glaciële bekkens zijn tijdens het terugtrekken en daarmee het afsmelten van het landijs gedeeltelijk opgevuld met een dunne laag keileem met daarop glaciofluviale afzettingen van de Formatie van Drente. Nadat het landijs zich had teruggetrokken hervatte de Rijn zijn oorspronkelijke loop ten oosten van de stuwwallen van Montferland, richting het glaciële bekken van het huidige IJsseldal.

Gedurende de laatste ijstijd, het Weichselien (ca. 120.000 - 10.000 jaar geleden), bereikte het landijs Nederland niet. Toentertijd heerste er in Nederland wel een continentaal periglaciaal klimaat. Dit houdt in dat de omstandigheden erg koud en droog waren. Het landschap in Nederland bestond uit een poolwoestijn, waarin vrijwel geen vegetatie aanwezig was. Er vond sterke erosie plaats van de stuwwallen, vooral op de zuidelijke hellingen. Ditmaal vond erosie vooral plaats doordat een geconcentreerde afstroming van sneeuwsmeltwater zich insneed in de permafrost. Hierdoor ontstonden sneeuwsmeltwaterdalen, welke vandaag de dag worden aangeduid als droge dalen. Aan het einde van deze dalen zijn de meegevoerde sedimenten tot afzetting gekomen als sneeuwsmeltwaterafzettingen (hellingsafspoelingen) en behoren tot de Formatie van Boxtel. In de eerste helft van het Weichselien bleef de Rijn stromen via het IJsseldal, tot na het eerste koude maximum (Vroeg-Pleniglaciaal, 74.000 tot 60.000 jaar geleden). In de tweede helft van het Weichselien (vanaf 60.000 jaar geleden) boog het Rijndal langzaam westwaarts af, om tussen Montferland en de Velwezoom richting de Betuwe en West-Nederland te gaan stromen. Tussen 40.000 en 25.000 jaar geleden heeft het merendeel van de Rijn door dit gebied gestroomd. Daarna verloor ook dit deel van de Rijn stapsgewijs haar afvoer, omdat de nog zuidelijker gelede verbindingen via het Niersdal en uiteindelijk de Gelderse Poort actief werden (ten zuiden van 's-Heerenberg). Hierbij is een groot deel van de stuwwal, gelegen tussen 's-Heerenberg en Emmerich, als het kame-terras en de hellingsafspoelingen uitgeruimd.

Vanwege de ligging stroomopwaarts van de terrassenkruising is de Rijn zich gaan insnijden, waarbij diverse rivierterrassen zijn ontstaan. Het plangebied bevindt zich binnen het in het Pleniglaciaal gevormde *Laagterras*. Het Laat-Glaciaal (15.700 tot 11.755 jaar geleden) kende een warmere periode (het Bölling-Alleröd interstadiaal, 15.700 tot 12.750 jaar geleden) waarbij de Rijnafvoer zich concentreerde in enkele meanderende hoofdgeulen en gingen zich insnijden in het Laagterras. Het zuidelijke deel van het plangebied ligt binnen een dergelijke geul. Bij hoogwater werd een komkleilaag bestaande uit zandige, lichtgrijze tot blauwgrijze klei afgezet, in oostelijk Nederland vaak niet dikker dan enkele decimeters. In de geulen kan de laag wel dikker zijn. De laag staat bekend als de Laag van Wijchen, behorende tot de Formatie van Kreftenheye. Tijdens de laatste koude periode (het Jonge Dryas, 12.750 tot 11.755 jaar geleden) werd een nieuw, ondiep dal gevormd, welke ook bekend staat als *terras X*. Hierbinnen zijn nog veel vlechtende riviergeulen bewaard gebleven, welke op basis van de aanwezige topografie nog in het landschap te herkennen zijn.

Vanuit de vaak geheel of gedeeltelijk droogliggende bedding kon in het tweede deel van het Jonge Dryas (een zeer droge fase met sterke eolische activiteit) verstuingen optreden, waardoor rivierduinen zijn gevormd langs de noordoostzijde van Terras X, vaak bovenop het Laagterras. Deze afzettingen behoren tot de Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen.

Het Holoceen begon ongeveer 10.000 jaar geleden en duurt nog steeds voort. Door de temperatuurstijging aan het eind van de Weichselien smolten de ijskappen op het noordelijk halfrond waardoor de zeespiegel sterk steeg. Ook kregen de grote rivieren zoals de Rijn een meer meanderend patroon. Ter plaatse van het plangebied werden met hoogwater zware komkleien afgezet. De in het Bölling-Alleröd interstediaal gevormde geul, waar het zuidelijke deel van het plangebied in ligt, werd waarschijnlijk in het Midden-Holoceen (Atlanticum of Subboreaal) gereactiveerd, waarbij opnieuw klei in de geul als op het naastgelegen Laagterras werd afgezet. De geul wordt op de geologische-geomorfologische kaart van de Rijn-Maas delta aangeduid als de Wild-Netterden geul. In de periode hiervoor, in het Vroeg-Holoceen (Preboreaal en Boreaal), kan zich veen hebben gevormd in het lager gelegen geuldal, behorende tot de Formatie van Nieuwkoop. De geul bleef tot vrij recentelijk watervoerend, waarschijnlijk als gevolg van kwel vanuit het stuwvallengebied van Montferland en door menselijke activiteit. De geul bleef in gebruik voor verbeterde drainering van het gebied en was door gegraven kanalen verbonden met andere verlaten meandergeulen in westelijke richting (nabij Lobith).

Volgens de Zandbanenkaart (zanddiepte) van de provincie Gelderland ligt binnen het noordelijke en centrale deel van het plangebied Pleistocene zanden op een diepte tussen de 1,0 en 2,0 m -mv. In het zuidelijke deel, binnen de geul, worden Pleistocene zanden tussen de 2,0 en 3,0 m -mv verwacht. Dit bevestigt dat tijdens het Bölling-Alleröd interstediaal de meanderende geul zich heeft ingesneden en in een latere fase is opgevuld met (voornamelijk Holocene) klei en mogelijk deels veen.

De verwachte opbouw van de ondergrond volgens het Dinoloket komt overeen met de gegevens uit de Zandbanenkaart (zanddiepte) van de provincie Gelderland. Binnen het noordelijke en centrale deel komt tot 1,5 m -mv sterk siltige klei voor, behorende tot de Formatie van Echteld, gevolgd door grindige, grofzandige vlechtende rivierafzettingen van de Formatie van Kreftenheye. In het zuidelijke deel van het plangebied wordt verwacht dat de eerste meter bestaat uit sterk siltige klei. Hieronder kan tot zeker 2,5 m -mv veen voorkomen. Onder het veen wordt tot 3,3 m -mv een laag van sterk zandige klei aangegeven. Mogelijk betreft dit de Laag van Wijchen. Hieronder bevinden zich weer grindige, grofzandige vlechtende rivierafzettingen.

Tabel I geeft een overzicht van de klassengrenzen die worden aangehouden bij de indeling van de grondwatertrappen.

Tabel I. Grondwatertrappenindeling

Grondwatertrap	I	II (*A)	III'	IV	V''	VI	VI (*B)
GHG (cm -mv)	-	-	<40	>40	<40	40-80	>80
GLG (cm -mv)	<50	50-80	80-120	80-120	>120	>120	>120

(*A) Bij deze grondwatertrappen wordt een droger deel onderscheiden
 (*B) Een met een * achter de code als onderverdeling aangegeven "zeer droog deel" heeft een GHG dieper dan 140 cm beneden maaiveld

Door grootschalige ingrepen in het geohydrologisch systeem wijken de huidige grondwatertrappen in veel gebieden af van de grondwatertrappen die in het verleden voor kwamen. Om dit aan te geven is tevens een inschatting gemaakt van historische grondwatertrappen, welke een indicatie vormen voor de grondwatertrappen zoals die in het jaar 1950 voor kwamen.

Voor het plangebied zijn de volgende gegevens bekend:

Tabel II. Grondwatergegevens plangebied

GHG	GLG	GVG	Grondwatertrap	Historische grondwatertrap
179	286	237	VII"	III
GHG: gemiddeld hoogste grondwaterstand in m -mv GLG: gemiddeld laagste grondwaterstand in m -mv GVG: gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand in m -mv				

Een historische grondwatertrap van III bevestigt het voorheen nattere karakter, voordat het gebied ontgonnen werd en er ingrepen in de waterhuishouding werden uitgevoerd (ontwateringskanalen/sloten, betere afwatering via het Grenskanaal (Wild-Netterden geul)). Tegenwoordig heeft het plangebied een grondwatertrap VII" (geldt vooral voor het hoger gelegen noordelijke en centrale deel van het plangebied). Vanwege deze diepe grondwaterstand is niet te verwachten dat de toekomstige bebouwing het grondwaterpeil zal beïnvloeden.

Het freatisch grondwater stroomt volgens de isohypsenkaart van de Dienst Grondwaterverkenning van TNO, kaartblad 40 Oost, 1976 (schaal 1:50.000), in zuidwestelijke richting. Op een afstand van \pm 2,5 km ten noorden van de onderzoekslocatie ligt het pompstation "dr. Van Heek". De onttrekking van dit pompstation kan bij grote onttrekkingen van invloed zijn op de grondwaterstroming van het freatisch grondwater. De onderzoekslocatie ligt niet in een grondwaterbeschermings- en/of grondwaterwingebied.

3. VELDWERK

3.1 Algemeen

Het veldwerk is uitgevoerd op 8 september 2011. Met behulp van een edelmanboor (diameter 7 cm) zijn in totaal 6 boringen geplaatst waarvan 5 boringen tot 4,0 m -mv ter plaatse van de onderzoekslocatie en 1 boring tot 3,0 m -de bodem van de westelijk gelegen sloot teneinde een duidelijk beeld van de bodemopbouw te verkrijgen. Van het opgeboorde materiaal is een boorbeschrijving conform de NEN 5104 gemaakt (zie bijlage 3).

Op de locatieschets in bijlage 2a is de situering van de boringen aangegeven. In bijlage 2b zijn enkele foto's van de onderzoekslocatie en zijn omgeving opgenomen.

3.2 Lokale bodemopbouw en grondwaterniveau

De bovengrond bestaat voornamelijk uit zwak humeus, matig tot sterk zandige klei. Plaatselijk bevindt er zich onder de bovengrond een zwak humeuze, zwak tot matig siltige matig grove zandlaag. De ondergrond bestaat uit zwak zandige klei en is plaatselijk zwak humeus. Vanaf 1,5 m -mv bestaat de ondergrond uit zwak tot matig siltig, matig fijn tot matig grof zand waar plaatselijk laagjes klei in voorkomen. Verder komen plaatselijk in de ondergrond veenlagen (> 2,3 m dik) voor.

Zowel de boven- als de ondergrond is plaatselijk in verschillende gradaties puin en baksteenhoudend.

Vanaf 0,9 m -mv zijn gleyverschijnselen (roestvlekken) waargenomen. De gemiddeld hoogste grondwaterstand wordt geschat op circa 0,9 à 1,2 m -mv.

Na het verrichten van de boringen is in overleg met de opdrachtgever besloten geen in-situ doorlatendheidsmetingen uit te voeren wegens de tot grote diepte aanwezige klei- en veenlagen. Om toch een inschatting te kunnen maken of de onderliggende zandlagen mogelijk geschikt zijn voor de infiltratie van hemelwater is besloten om in een laboratorium een theoretische k-waarde te bepalen van de zwak siltig, matig fijne tot matig grove zandlagen die plaatselijk vanaf 1,8 à 2,5 m -mv verspreid over de locatie voorkomen (zie bijlage 3).

Tabel III geeft een overzicht van de grondwaterstanden die op 8 september 2011 zijn waargenomen.

Tabel III. Overzicht grondwaterstanden

Boring	Boordiepte (m -mv)	Grondwaterstand (m -mv)
01	4,0	1,55
02	4,0	1,55
03	4,0	1,55
04	4,0	1,40
05	4,0	1,50
06	3,0	1,60

3.3 Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven

De k-waarde van de zwak siltig, matig fijne tot matig grove zandlagen is berekend aan de hand van de bepaling van een korrelgrootteverdeling (conform NEN 5753). Het te analyseren grondmengmonster is aangeboden aan een laboratorium, dat erkend is door de Raad voor Accreditatie. In het laboratorium zijn het lutum- en organische stofgehalte en de korrelgrootteverdeling bepaald. Vervolgens is een theoretische k-waarde berekend met behulp van de empirische formule van Seelheim. Deze methode houdt echter enkel rekening met de korrelgrootte en houdt daarmee geen rekening met locatie-specifieke omstandigheden van de bodem zoals consistentie. Er is rekening gehouden met een veiligheidsfactor (0,5). De berekeningen zijn uitgevoerd door het materiaalkundig laboratorium van Fugro Ingenieursbureau bv (zie bijlage 4).

In tabel IV is een classificatie van de doorlatendheid opgenomen.

Tabel IV. Classificatie doorlatendheid

K-waarde (m/dag)	Classificatie (*A)
< 0,01	zeer slecht doorlatend
0,01-0,1	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)	

4. RESULTATEN EN BEOORDELING

4.1 Onderzoeksresultaten doorlatendheidsmetingen

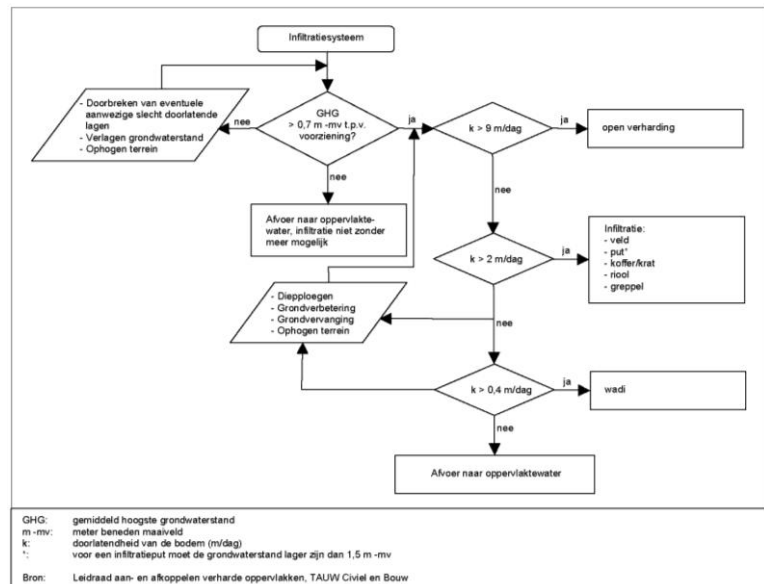
Tabel V geeft een overzicht van de bodemlagen waarvan een k-waardeberekening is uitgevoerd en de resultaten van de berekende k-waarden. Tevens is de doorlatendheid van de bodem beoordeeld conform de classificatie uit tabel IV. In de boorprofielen is de k-waarde weergegeven (zie bijlage 3). Bijlage 4 bevat de berekening van de k-waarden.

Tabel V. Overzicht k-waarde per onderzochte bodemlagen

Boring	Onderzochte bodemlaag (m -mv) (*A)	Zone	Bodemsamenstelling	Opmerkingen	K-waarde (m/dag)	Beoordeling
02	1,8-3,5	verzadigd	zwak siltig, matig grof zand	laagjes klei	5,0	goed doorlatend
03	3,5-4,0	verzadigd	zwak siltig, matig grof zand	-	5,0	goed doorlatend
06	2,5-3,0	verzadigd	zwak siltig, matig fijn zand	-	5,0	goed doorlatend
(*A) Het betreft een homogene bodemlaag op basis van de textuur. Plaatselijk kunnen kleurnuances voorkomen.						

4.2 Beoordeling infiltratiemogelijkheden

Volgens het advies Waterbeheer voor de 21^e eeuw wordt de voorkeursvolgorde "vasthouden, bergen, afvoeren" aangehouden. In figuur 1 is schematisch de afweging tussen het wel of niet infiltreren in de bodem en de keuze van een bepaalde infiltratietechniek (op basis van de actuele grondwaterstand en de doorlatendheid van de bodem) weergegeven. Het betreft hier een algemene kwantitatieve beslismethodiek. Iedere situatie dient afzonderlijk te worden beoordeeld op basis van locatiespecifieke kenmerken.



Figuur 1. Beslismethodiek infiltratietechniek

De haalbaarheid van hemelwaterinfiltratie is afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem. Econsultancy acht bodemlagen met een minimale doorlatendheid van 1,0 m/dag geschikt voor infiltratie van hemelwater. Hiermee wordt rekening gehouden met factoren die de doorlatendheid negatief kunnen beïnvloeden. Bodemlagen met lagere doorlatendheden worden als niet of minder geschikt geacht voor hemelwaterinfiltratie.

Op basis van de bodemopbouw, de onderzoeksresultaten en de actuele grondwaterstand kan worden gesteld dat de klei- en veenlagen niet geschikt zijn voor de infiltratie van hemelwater. Wellicht behoort de realisatie van een bergingsvoorziening tot de mogelijkheden (met een meer geleidelijke afvoer naar de zuidelijk gelegen sloot). Een andere mogelijkheid kan zijn het toepassen van diepte-infiltratie. Hierbij wordt hemelwater geïnfilteerd in diepere verzadigde goed doorlatende zandlagen. Bij het maken van de eventuele keuze voor een bergingsvoorziening (dimensionering) is het tevens van belang rekening te houden de hoeveelheid te bergen hemelwater, afkomstig van het toekomstig verhard oppervlak.

5. SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Econsultancy heeft in opdracht van BügelHajema een doorlatendheidsonderzoek uitgevoerd aan de Emmerikseweg (ong.) te 's-Heerenberg in de gemeente Montferland.

Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van het duurzaam waterbeheer ten aanzien van de voorgenomen (her)ontwikkeling van de onderzoekslocatie. Aanleiding van het onderzoek is de geplande aanleg van een infiltratiesloot.

Doel van het onderzoek is het bepalen van enkele geohydrologische parameters, waaronder de waterdoorlatendheid (k-waarde van de bodem), teneinde de mogelijkheden voor hemelwaterinfiltratie te kunnen bepalen. Tevens heeft het onderzoek als doel te bepalen of de westelijk gelegen sloot geschikt is als infiltratiesloot.

Bodemopbouw en grondwater

De bovengrond bestaat voornamelijk uit zwak humeus, matig tot sterk zandige klei. Plaatselijk bevindt er zich onder de bovengrond een zwak humeuze, zwak tot matig siltige matig grove zandlaag. De ondergrond bestaat uit zwak zandige klei en is plaatselijk zwak humeus. Vanaf 1,5 m -mv bestaat de ondergrond uit zwak tot matig siltig, matig fijn tot matig grof zand waar plaatselijk laagjes klei in voorkomen. Verder komen plaatselijk in de ondergrond veenlagen (> 2,3 m dik) voor.

Zowel de boven- als de ondergrond is plaatselijk in verschillende gradaties puin en baksteenhoudend.

Vanaf 0,9 m -mv zijn gleyverschijnselen (roestvlekken) waargenomen. De gemiddeld hoogste grondwaterstand wordt geschat op circa 0,9 à 1,2 m -mv.

Het grondwaterniveau varieert van circa 1,5 tot 1,6 m -mv.

Doorlatendheid

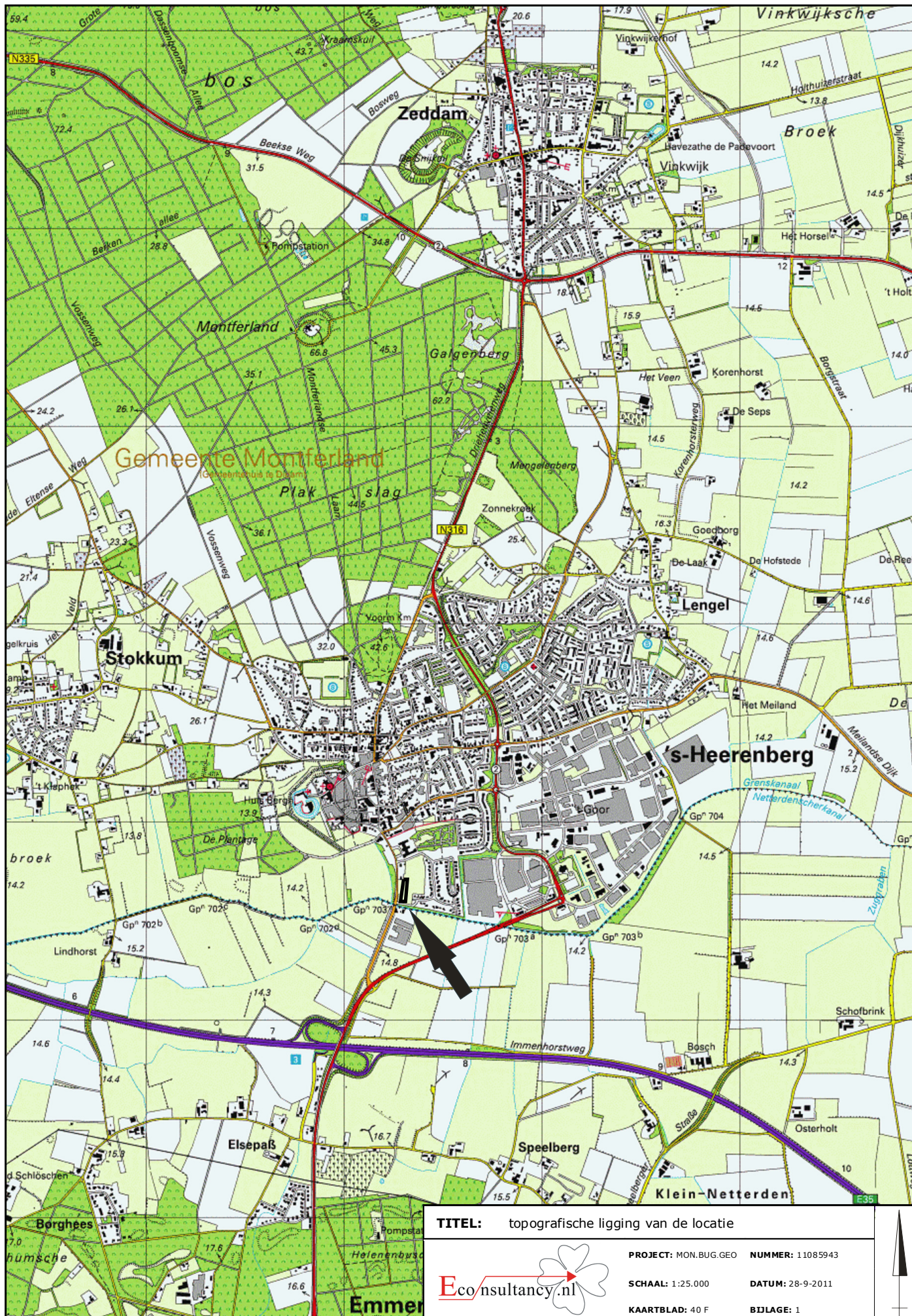
Vanwege de bodemopbouw is de k-waarde van de zwak siltig, matig fijne tot matig grove zandlagen (diepere ondergrond) berekend aan de hand van de bepaling van een korrelgrootteverdeling (conform NEN 5753). In het laboratorium is een theoretische k-waarde berekend met behulp van de empirische formule van Seelheim. De doorlatendheid van het onderzochte mengmonster wordt geclassificeerd als goed doorlatend (k-waarde 5 m/dag), waarbij rekening is gehouden met een veiligheidsfactor van 0,5.

Advies infiltratiemogelijkheden

De haalbaarheid van hemelwaterinfiltratie is afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem. Econsultancy acht bodemlagen met een minimale doorlatendheid van 1,0 m/dag geschikt voor infiltratie van hemelwater. Hiermee wordt rekening gehouden met factoren die de doorlatendheid negatief kunnen beïnvloeden. Bodemlagen met lagere doorlatendheden worden als niet of minder geschikt geacht voor hemelwaterinfiltratie.

Op basis van de bodemopbouw, de onderzoeksresultaten en de actuele grondwaterstand kan worden gesteld dat de klei- en veenlagen niet geschikt zijn voor de infiltratie van hemelwater. Wellicht behoort de realisatie van een bergingsvoorziening tot de mogelijkheden (met een meer geleidelijke afvoer naar de zuidelijk gelegen sloot). Een andere mogelijkheid kan zijn het toepassen van diepte-infiltratie. Hierbij wordt hemelwater geïnfilteerd in diepere verzadigde goed doorlatende zandlagen. Bij het maken van de eventuele keuze voor een bergingsvoorziening (dimensionering) is het tevens van belang rekening te houden de hoeveelheid te bergen hemelwater, afkomstig van het toekomstig verhard oppervlak.

Econsultancy
Doetinchem, 29 februari 2012





LEGENDA:

●	boring tot 3,0 m -mv
●	boring tot 4,0 m -mv
⌋	gras
⌋	braakliggend
⌋	tegels
⌋	klinkers
XXXX	asfalt
⌋	sloot
-X,X	sloot diepte in m -mv
■	bebouwing

TITEL: locatieschets		A4	
		PROJECT: MON.BUG.GEO	NUMMER: 11085943
		SCHAAL: 1:1000	DATUM: 28-09-2011
		GETEKEND: RNa	BIJLAGE: 2a

Bijlage 2b Foto's onderzoekslocatie



Foto 1.

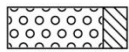
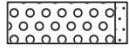
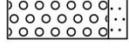
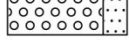



Foto 2.

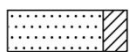
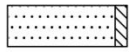


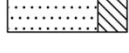
Bijlage 3 Boorprofielen

Legenda (conform NEN 5104)



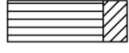


grind

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

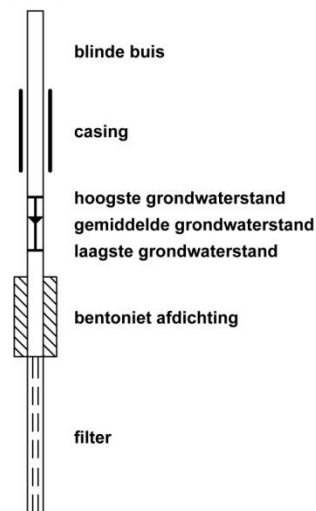
zand

-  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



peilbuis









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




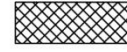

p.i.d.-waarde

-  >0
-  >1
-  >10
-  >100
-  >1000
-  >10000

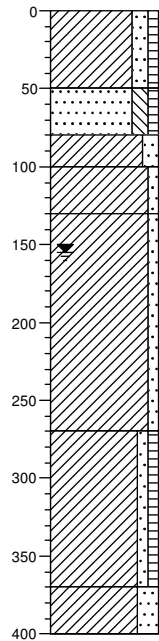
monsters

-  geroerd monster
-  k-waarde in-situ meting (m/dag)

overig

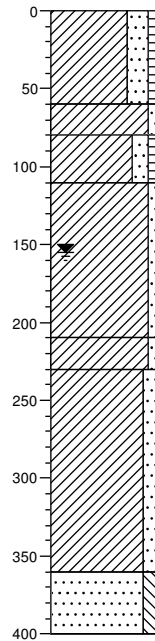
-  bijzonder bestanddeel
-  Gemiddeld hoogste grondwaterstand (tijdens veldwerk)
-  Gemiddeld laagste grondwaterstand
-  slib
-  water

Boring: 01



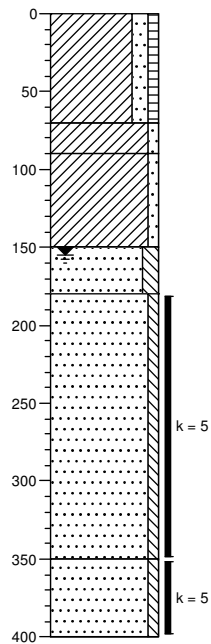
0	groenstrook
	Klei, matig zandig, zwak humeus, lichtbruin, geroerd
50	
80	Zand, matig grof, matig siltig, zwak humeus, brokken klei, sporen planten, veengeur, neutraalbruin
100	Klei, matig zandig, sporen planten, grijsbruin
130	Klei, zwak zandig, zwak gleyhoudend, licht beigebruin
	Klei, zwak zandig, grijsbeige
270	
	Klei, zwak zandig, zwak humeus, licht grijsbruin
370	
	Klei, sterk zandig, neutraalbeige
400	

Boring: 02



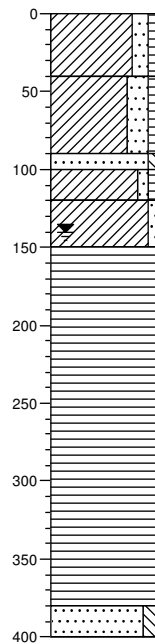
0	groenstrook
	Klei, sterk zandig, zwak humeus, matig puinhoudend, lichtbruin, geroerd
60	
	Klei, zwak zandig, veengeur, neutraalbeige
80	
	Klei, matig zandig, zwak humeus, neutraalbruin
110	
	Klei, zwak zandig, licht beigebruin
210	
	Klei, zwak zandig, grijsbeige
230	
	Klei, matig zandig, neutraalgrijs
360	
	Zand, matig fijn, matig siltig, neutraalbeige
400	

Boring: 03



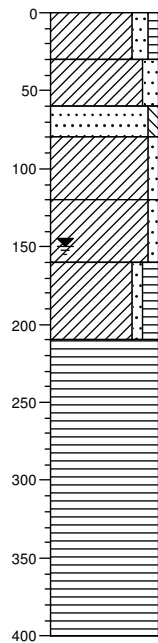
0	groenstrook
	Klei, matig zandig, zwak humeus, lichtbruin, geroerd
70	
	Klei, zwak zandig, grijsbeige
90	
	Klei, zwak zandig, zwak gleyhoudend, geelbeige
150	
	Zand, matig fijn, matig siltig, neutraalbeige
180	
	Zand, matig grof, zwak siltig, laagjes klei, grijsbeige
350	
	Zand, matig grof, zwak siltig, neutraalbeige
400	

Boring: 04



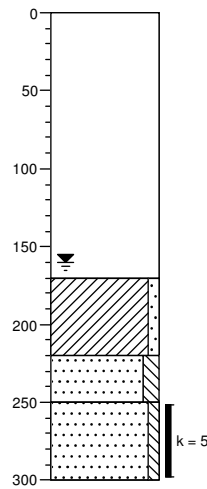
0	groenstrook
	Klei, matig zandig, zwak humeus, sporen puin, lichtbruin, geroerd
40	
	Klei, sterk zandig, zwak humeus, zwak baksteenhoudend, neutraalbruin
90	
	Zand, matig grof, zwak siltig, brokken klei, zwak baksteenhoudend
120	
	Klei, zwak zandig, zwak humeus, sporen planten, grijsbruin
150	
	Klei, zwak zandig, zwak gleyhoudend, lichtbeige
	Veen, mineraalarm, matig plantenhoudend, donkerbruin
380	
	Zand, matig fijn, matig siltig, geelbeige
400	

Boring: 05



0	groenstrook
30	Klei, matig zandig, zwak humeus, neutraalbruin, geroerd
60	▲ Klei, matig zandig, sterk puinhoudend, roodbruin, geroerd
80	Zand, matig grof, zwak siltig, neutraalbeige
120	▲ Klei, zwak zandig, zwak baksteenhoudend, grijsbruin
160	Klei, zwak zandig, licht beigebruin
210	Klei, zwak zandig, matig humeus, sporen planten, neutraalbruin
400	Veen, mineraalarm, matig plantenhoudend, matig houthoudend, donkerbruin

Boring: 06



0	Sloot
170	Klei, zwak zandig, licht beigebruin
220	Zand, matig fijn, matig siltig, grijsbeige
250	Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraalbeige
300	

Bijlage 4 Berekende k-waarden verzadigde zone (diepere ondergrond) + korrelverdelingsanalyses

Econsultancy bv
Fabriekstraat 19 c
7005 AP Doetinchem

T.a.v. de heer S. Schut

ONDERZOEKSRAPPORT

Project	11085943 MON.BUG.GEO	Opdrachtnummer	1711-0529-000
Opdrachtgever	Econsultancy bv	Datum rapport	26-09-2011
Contactpersoon	de heer S. Schut	Ontvangst monsters	15-09-2011
Monstername	Uitgevoerd door de opdrachtgever		
Dit rapport bevat de resultaten van het in-situ- en/of laboratoriumonderzoek dat ten behoeve van bovengenoemd project is uitgevoerd. Het onderzoek is uitgevoerd door Fugro GeoServices B.V. Laboratorium voor Infra- en Geotechniek te Arnhem. Eventueel uitbesteed onderzoek is duidelijk als zodanig gekenmerkt.			

INHOUDSOPGAVE	Pagina
Voorblad onderzoeksrapport	1
Laboratoriumstaat	2
Korrelverdelingsdiagram	3
Verklaring parameters uit korrelverdeling	4

OPMERKINGEN:

CROW heeft de nummering van de proeven in de Standaard RAW Bepalingen 2010 aangepast ten opzichte van voorgaande versies van de Standaard. Indien in dit rapport naar Standaard RAW proefnummers wordt verwezen, dan wordt de nummering van de Standaard RAW 2010 bedoeld, tenzij anders aangegeven.

De met "Q" gemerkte verrichtingen zijn geaccrediteerd door RvA.

De monstername is niet uitgevoerd door Fugro. Eventuele gegevens over de wijze van monstername en/of de herkomst van de monster zijn aangegeven door de klant.

Een digitaal exemplaar van dit rapport is naar het e-mailadres (schut@econsultancy.nl) verstuurd.

De reproduceerbaarheid van de metingen en / of proeven voldoet aan de gestelde waarde in de desbetreffende norm of in het proefvoorschrift. Gegevens over de meetonzekerheid zijn op aanvraag verkrijgbaar.

1711-0529-000.VB01

Wanneer u naar aanleiding van de resultaten van dit rapport nog vragen heeft verzoeken wij u contact op te nemen met ondergetekende.

Wij vertrouwen erop u hiermee van dienst te zijn geweest en uw opdracht naar wens te hebben uitgevoerd.

Fugro GeoServices B.V.
Laboratorium voor Infra- en Geotechniek

ing. H.R.G. van der Want
Adviseur Laboratorium Infra- en Geotechniek

ONDERZOEKSRAPPORT			
Project	11085943 MON.BUG.GEO	Opdrachtnummer	1711-0529-000
Opdrachtgever	Econsultancy bv	Datum rapport	26-09-2011
Contactpersoon	Drs. ing. S. Schut	Datum ontvangst	15-09-2011
Monstername	Uitgevoerd door opdrachtgever		

monster	omschrijving	materiaal	opmerkingen
1	GEO-MM1		
2			
3			
4			
5			
6			

RESULTATEN								
Parameter	monsternummer						eenheid	methode van onderzoek
	1	2	3	4	5	6		
WATERDOORLATENDHEID BEREKEND UIT KORRELVERDELING								
k-waarde	0.5						m/etmaal	berekend volgens A. Hazen *)
k-waarde	9.9						m/etmaal	berekend volgens Seelheim **)
k-waarde	n.t.b.						m/etmaal	berekend volgens Ernst ***)

OPMERKINGEN:	
De met "Q" gemerkte verrichtingen zijn erkend door RvA n.t.b.: Niet te berekenen, fractie < 63 µm = > 10%	
*)	methode volgens A. Hazen: $k = 1000 * (D_{10})^2 \quad [m/etmaal]$
**)	methode volgens Seelheim: $k = \frac{31 * 10^3}{(U - cijfer)^2} \quad [m/etmaal]$
***)	methode volgens Ernst: waarbij: $k = \frac{54 * 10^3 * C_{so} * C_{cl} * C_{gr}}{(U - cijfer)^2} \quad [m/etmaal]$ C _{so} = correctiefactor voor zandsortering C _{cl} = correctiefactor voor slibgehalte (< 0,016 mm); C _{gr} = correctiefactor voor grindgehalte (> 2 mm).
Empirisch bepaalde doorlaatfactor Met de D10 en het U-cijfer, berekend uit de korrelverdeling, kan met de methode van Hazen, Seelheim en Ernst volgens empirische formules een indicatie worden verkregen van de doorlatendheid van het geroerde bodemmonster. Bij de methode van Ernst wordt tevens rekening gehouden met het percentage aan fijne delen <16 µm, de sortering en het percentage aan delen >2 mm. Bedacht moet worden dat deze empirisch bepaalde k-factor een orde van grootte van de doorlaatfactor geeft en dat er geen grote nauwkeurigheid aan mag worden verbonden	

Opgesteld door: P.A. van de Velde Hoofdlaborant Geotechniek	Gecontroleerd: HRW	Opdr.: 1711-0529-000
--	--------------------	----------------------

