

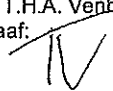
GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK

PLATTEELLAAN 1

TE EDE

GEMEENTE EDE

Project: EDE.COR.GEO
Rapportnummer: 09025182
Status: Eindrapportage
Datum: 7 mei 2009
Opdrachtgever: Coresta Group
Postbus 1650
5602 BR Eindhoven
Tel. 040 - 2352277
Fax 040 - 2352279
Contactpersoon: Dhr. S. Kuijcks

Uitvoerder: Econsultancy bv
Havenstraat 124
7005 AG Doetinchem
Tel. 0314 - 365150
Fax 0314 - 365177
Mail Doetinchem@Econsultancy.nl
Opsteller: Drs. ing. S. Schut
Paraaf: 
Kwaliteitscontroleur: Ing. T.H.A. Venhorst
Paraaf: 

INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING	1
2.	LOCATIEGEGEVENS.....	1
2.1	Huidig en toekomstig gebruik	1
2.2	Regionale bodemopbouw	1
2.3	Regionale geohydrologie	2
3.	VELDWERK	3
3.1	Algemeen	3
3.2	Lokale bodemopbouw en grondwaterniveau	3
3.3	Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven	3
3.4	Uitvoering in-situ doorlatendheidsmetingen	4
4.	RESULTATEN	5
5.	SAMENVATTING EN CONCLUSIE.....	6

BIJLAGEN:

1. - Topografische ligging van de locatie
2. - Locatieschets
3. - Boorprofielen
4. - Methodiek constant-head permeameter
5. - Berekende k-waarden

1. INLEIDING

Econsultancy heeft van Coresta Group opdracht gekregen voor het uitvoeren van een geohydrologisch onderzoek aan de Platteellaan 1 te Ede in de gemeente Ede.

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

Doel van het onderzoek is het bepalen van de waterdoorlatendheid (k-waarde) ten behoeve van de voorgenomen aanleg van een wadi.

Voor het uitvoeren van geohydrologisch onderzoek zijn vooralsnog geen wettelijke richtlijnen vastgesteld. Ten behoeve van de veldwerkzaamheden is aangesloten op het VKB-protocol 2001 "Plaatzen 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 ($\pm 2,5$ ha) ligt aan de Platteellaan 1, in de kern van Ede (zie bijlage 1). De onderzoekslocatie is kadastraal bekend gemeente Ede, sectie K, nummers 16186 (ged.) en 14419, 15484, 14418 en 14162.

Volgens de topografische kaart van Nederland, kaartblad 32 H, 2004 (schaal 1:25.000), varieert de maaiveldhoogte binnen het perceel van 27 tot 37 m +NAP en zijn de coördinaten van de onderzoekslocatie $X = 174.695$, $Y = 450.290$. Gezien het feit dat het maaiveld afloopt richting de reeds bestaande wadi worden de oplossingsrichtingen ten aanzien van het toekomstig extra te infiltreren hemelwater beperkt tot het uitbreiden van de bestaande wadi of het aanleggen van een nieuwe wadi. Het onderzoek richt zich derhalve op de directe omgeving de bestaande wadi.

De onderzoekslocatie is bebouwd met een enkele gebouwen behorende tot een zorginstelling. Op de locatie bevinden zich diverse paden. De locatie is verder onverhard en in gebruik als groenvoorziening.

Coresta Group is voornemens de bestaande bebouwing te slopen en vervangende nieuwbouw met een parkeerdek (optioneel) te realiseren. De parkeervoorziening zal half verdiept worden aangelegd. In het kader van duurzaam waterbeheer zal het afstromend hemelwater van het toekomstig verhard oppervlak, indien mogelijk en noodzakelijk, in de bodem worden geïnfilteerd. In bijlage 2 is de huidige situatie op een locatieschets weergegeven.

2.2 Regionale bodemopbouw

De onderzoekslocatie ligt volgens de bodemkaart van Nederland, kaartblad 32 Oost, 1997 (schaal 1:50.000), in een niet-gekarteerd gebied. De dichtstbijzijnde kaarteenheid betreft een holtpodzolgrond, welke volgens de Stichting voor Bodemkartering voornamelijk is opgebouwd uit grof zand. De afzettingen, waarin deze bodem is ontstaan, behoren geologisch gezien tot de gestuwde Formaties van Urk, Sterksel en Peize.

2.3 Regionale geohydrologie

De onderzoekslocatie ligt binnen het stuwwallengebied van de Veluwe. Ten westen van Ede bevindt zich het glaciële bekken van de Gelderse Vallei.

Tijdens de voorlaatste ijstijd, het Saalien (200.000 tot 130.000 jaar geleden), groef een ijstong zich diep in op de plaats van de Gelderse Vallei en drukte de hier gelegen afzettingen (Formaties van Urk, Sterksel en Peize) zowel zijdelings als frontaal weg waardoor stuwwallen zijn ontstaan. Het landijs heeft zich maximaal uitgebreid tot de lijn Haarlem-Nijmegen. Tijdens het Eemien interglaciaal (115.000 tot 130.000 jaar geleden) lag de door het landijs uitgeschuurde Gelderse Vallei beneden zeeniveau en behoorde tot de Eemzee. Tijdens de laatste ijstijd, het Weichselien (10.000 tot 115.000 jaar geleden), erodeerde een deel van de stuwwal. Het geerodeerde materiaal werd voornamelijk afgezet op de overgang van de stuwwal naar de Gelderse Vallei in de vorm van sneeuwsmeltwaterafzettingen. Onder koude en droge omstandigheden traden er tevens veel verstuivingen op van zanden vanuit de drooggevalen Noordzee en Eemzee. De zo ontstane eolische (lokale) afzettingen vormen de dekzanden van de Formatie van Boxtel.

Het eerste watervoerend pakket heeft een dikte van ± 130 m en wordt van boven naar beneden gevormd door gestuwde grove grindhoudende zanden van de Formaties van Urk, Sterksel en Peize. Het eerste watervoerend pakket wordt ter plaatse van de onderzoekslocatie niet bedekt met dekzanden van de Formatie van Boxtel. Het eerste watervoerend pakket wordt aan de onderzijde begrensd door een harde compacte kleilaag van de Formatie van Waalre.

De gemiddelde stand van het freatisch grondwater bedraagt ± 14 m +NAP, waardoor het grondwater zich tussen de 15 en 23 m -mv zou bevinden. Het water van het eerste watervoerend pakket stroomt volgens de isohypsenkaart van de Dienst Grondwaterverkenning van TNO, kaartblad 32 Oost, 1995 (schaal 1:50.000), in noordoostelijke richting. Op een afstand van $\pm 1,5$ km ten noordoosten van de onderzoekslocatie ligt het pompstation Edense Bos. De onttrekking van dit pompstation heeft een beperkte invloed op de grondwaterstroming ter plaatse van de onderzoekslocatie. De onderzoekslocatie ligt niet in een grondwaterbeschermings- en/of grondwaterwingebied.

Tabel I geeft een overzicht van enkele geohydrologische gegevens voor het gebied waarin de onderzoekslocatie zich bevindt.

Tabel I. Overzicht geohydrologische gegevens

GHG	GLG	GWS	Kwel/Infiltratiegebied
16,7	16,8	17,2	matig kwel
GHG: gemiddeld hoogste grondwaterstand m -mv GLG: gemiddeld laagste grondwaterstand m -mv GWS: gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand m -mv			

Bron: Wateratlas Provincie Gelderland

3. VELDWERK

3.1 Algemeen

Het veldwerk is uitgevoerd op 24 april 2009. Met behulp van een edelmanboor (diameter 7 cm) zijn in totaal 3 boringen geplaatst. De boringen zijn tot maximaal 3,0 m -mv doorgezet teneinde een duidelijk beeld van de bodemopbouw te verkrijgen. Na het verrichten van de boringen zijn de in-situ doorlatendheidsmetingen uitgevoerd.

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 Lokale bodemopbouw en grondwaterniveau

De bovengrond bestaat voornamelijk uit zwak humeus, zwak siltig, zwak tot matig grindig, matig fijn zand. De ondergrond bestaat uit zwak tot matig siltig, zwak tot sterk grindig matig fijn tot zeer grof zand. De ondergrond is plaatselijk zwak leemhoudend, zwak keienhoudend en zwak roesthoudend.

Er zijn geen storende lagen in de ondergrond waargenomen. Er zijn geen gleyverschijnselen waargenomen.

Tabel II geeft een overzicht van de grondwaterstanden die op 24 april 2009 zijn waargenomen. Vanwege het ontbreken van gleyverschijnselen in de onverzadigde zone kan de gemiddeld hoogste grondwaterstand niet worden aangegeven.

Tabel II. Overzicht grondwaterstanden

Meetpunt	Boordiepte (m -mv)	Grondwaterstand (m -mv)
MP01	3,0	(*A)
MP02	3,0	(*A)
MP03	3,0	(*A)
(*A) De grondwaterstand bevindt zich dieper dan 3,0 m -mv		

3.3 Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven

De k-waarde is bepaald met behulp van de constant-head permeameter. Hierbij wordt, mits de doorlatendheid van de bodem zich binnen het meetbereik bevindt ($<10,0$ m/dag), middels een overdruksysteem een constant waterniveau gerealiseerd in het boorgat. Na verzadiging van de betreffende bodemlaag wordt het debiet gemeten, welke benodigd is om het waterniveau constant te houden. Afhankelijk van de doorlatendheid wordt ten behoeve van een constante meting met een debiet van $20 \text{ cm}^3/\text{cm}$ of $105 \text{ cm}^3/\text{cm}$ gerekend. In bijlage 4 is een toelichting op de meetmethode opgenomen. Tevens is de methode "Glover Solution" toegelicht, waarmee de k-waarde wordt berekend.

In tabel III is een standaard classificatie van de doorlatendheid opgenomen.

Tabel III. 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)	

3.4 Uitvoering in-situ doorlatendheidsmetingen

Per boring is in een homogene bodemlaag een in-situ doorlatendheidsmeting in de onverzadigde zone uitgevoerd. Voorafgaand aan elke doorlatendheidsmeting is een referentieborings geplaatst om inzicht te verkrijgen in de bodemopbouw ter plaatse. Op basis van de profielbeschrijving is de te onderzoeken bodemlaag vastgesteld. Vervolgens is in de directe nabijheid van de referentieborings, per meting, een nieuwe boring verricht tot in de te onderzoeken homogene bodemlaag. De te onderzoeken bodemlaag is aangeboord met behulp van een riverside boor (diameter 7 cm).

In tabel IV zijn de onderzochte bodemlagen weergegeven.

Tabel IV. Overzicht van de bodemlagen en de bodemsamenstelling

Meetpunt	Boordiepte (m -mv)	Onderzochte bodemlaag (m -mv) (*A)	Bodemsamenstelling	Opmerkingen
MP01	3,0	1,2-1,8	zwak siltig, sterk grindig, zwak kelenhoudend, zeer grof zand	-
MP02	3,0	0,9-2,5	zwak siltig, zwak grindig, matig grof zand	-
MP03	3,0	1,2-1,7	zwak siltig, zwak grindig, matig fijn zand	-
(*A) Het betreft een homogene bodemlaag op basis van de textuur. Plaatselijk kunnen kleurnuances voorkomen.				

4. RESULTATEN

Tabel V geeft een overzicht van de bodemlaag waarin een in-situ doorlatendheidsmeting is uitgevoerd en de resultaten van de berekende k-waarden. Tevens is de doorlatendheid van de bodem per meetpunt en traject beoordeeld conform de classificatie uit tabel III. In de boorprofielen is de k-waarde weergegeven (zie bijlage 3). Bijlage 5 bevat de berekening van de k-waarden.

Tabel V. Overzicht k-waarde per onderzochte bodemlaag

Meetpunt	Onderzochte bodemlaag (m -mv) (*A)	Consistentie	K-waarde (m/dag)	Beoordeling
MP01	1,2-1,8	vast	>10 (*B)	zeer goed doorlatend
MP02	0,9-2,5	matig vast	>10 (*B)	zeer goed doorlatend
MP03	1,2-1,7	vast	0,73	vrij goed doorlatend
(*A)	Het betreft een homogene bodemlaag op basis van de textuur. Plaatselijk kunnen kleurnuances voorkomen.			
(*B)	De bodem is dermate goed doorlatend, dat geen verzadiging van de bodem ten behoeve van de in-situ doorlatendheidsmeting kon worden bereikt. De doorlatendheid ligt buiten het meetbereik van de constanthead-permeameter.			

5. SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Econsultancy heeft in opdracht van Coresta Group een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd aan de Platteellaan 1 te Ede in de gemeente Ede.

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

Doel van het onderzoek is het bepalen van de waterdoorlatendheid (k-waarde) ten behoeve van de voorgenomen aanleg van een wadi.

Bodemopbouw en grondwater

De bovengrond bestaat voornamelijk uit zwak humeus, zwak siltig, zwak tot matig grindig, matig fijn zand. De ondergrond bestaat uit zwak tot matig siltig, zwak tot sterk grindig matig fijn tot zeer grof zand. De ondergrond is plaatselijk zwak leemhoudend, zwak keienhoudend en zwak roesthoudend.

Er zijn geen storende lagen in de ondergrond waargenomen. Er zijn geen gleyverschijnselen waargenomen.

Het grondwaterniveau bevindt zich dieper dan 3 m -mv.

Doorlatendheid

Ter plaatse van de onderzoekslocatie zijn 3 doorlatendheidsmetingen in een aantal onverzadigde bodemlagen uitgevoerd. Tijdens het onderzoek zijn de volgende bodemlagen onderzocht:

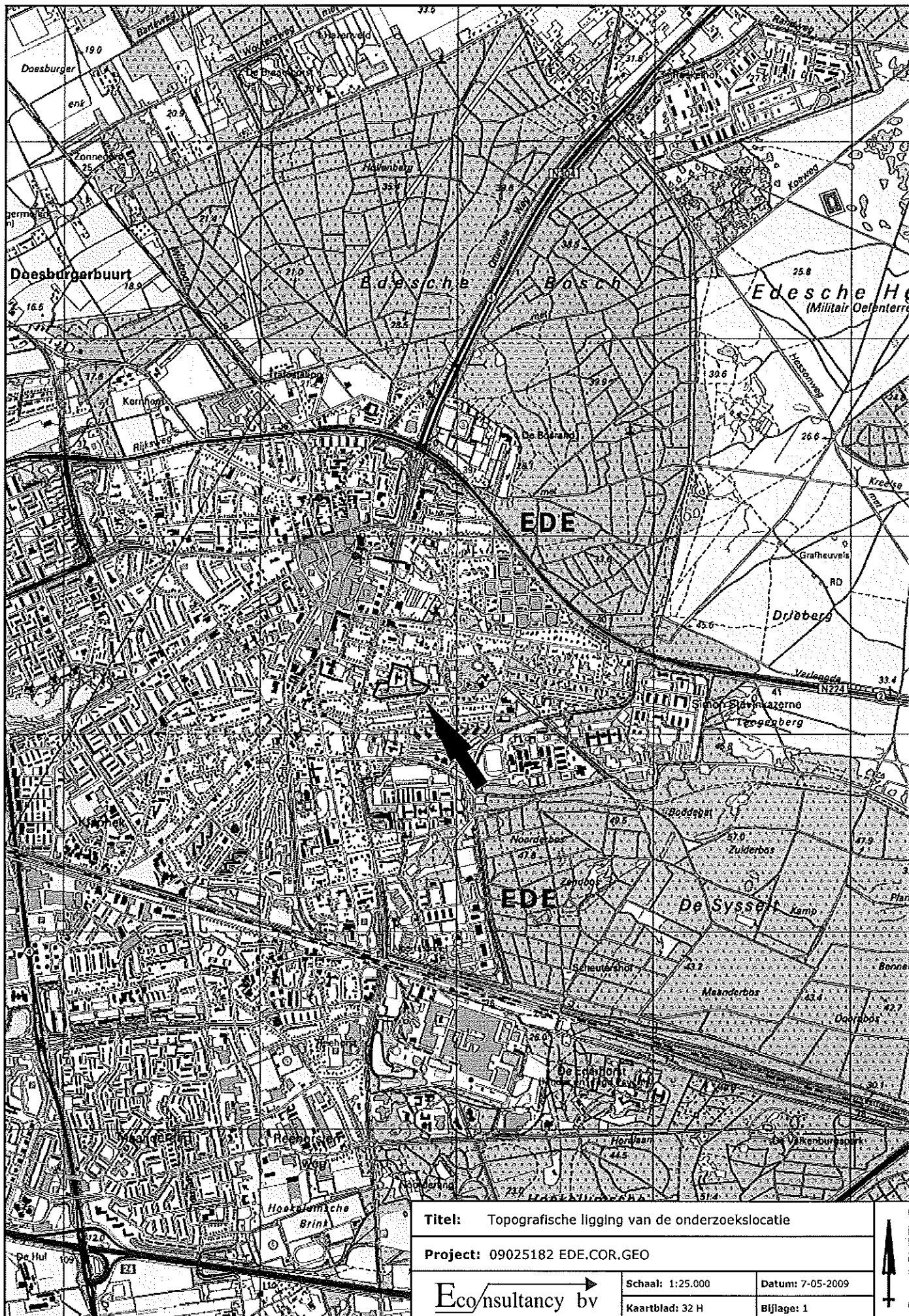
- zwak siltig, sterk grindig, zwak keienhoudend, zeer grof zand (k-waarde: > 10 m/dag);
- zwak siltig, zwak grindig, matig grof zand (k-waarde: > 10 m/dag);
- zwak siltig, zwak grindig, matig fijn zand (k-waarde: 0,73 m/dag).

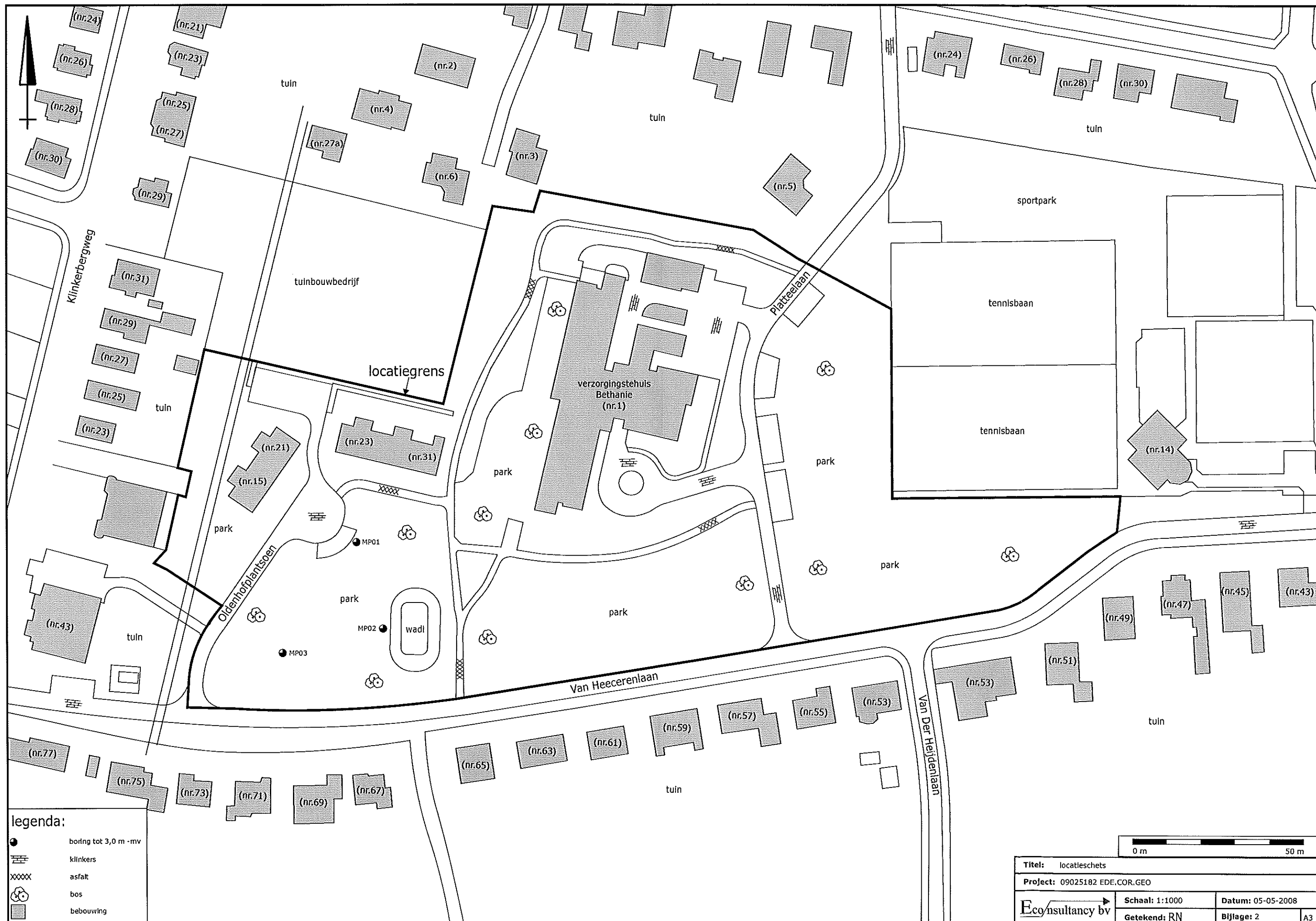
Advies infiltratiemogelijkheden

De haalbaarheid van hemelwaterinfiltratie is afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem. Rekeninghoudend met factoren die de doorlatendheid negatief kunnen beïnvloeden, wordt bij dimensionering bij voorkeur een minimale k-waarde aangehouden van 1,0 m/dag.

Econsultancy acht de onderzochte bodemlagen, met uitzondering van de bodem ter plaatse van MP03, geschikt voor de infiltratie van hemelwater.

Econsultancy adviseert om de keuze voor de omgang met het hemelwater af te stemmen met de gemeente Ede en het Waterschap Vallei en Eem.





Bijlage 3 Boorprofielen

Legenda (conform NEN 5104)

grind

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

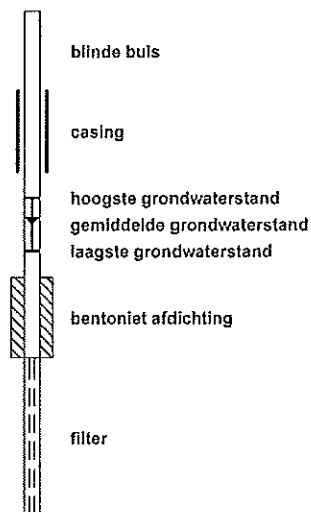
zand

	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)

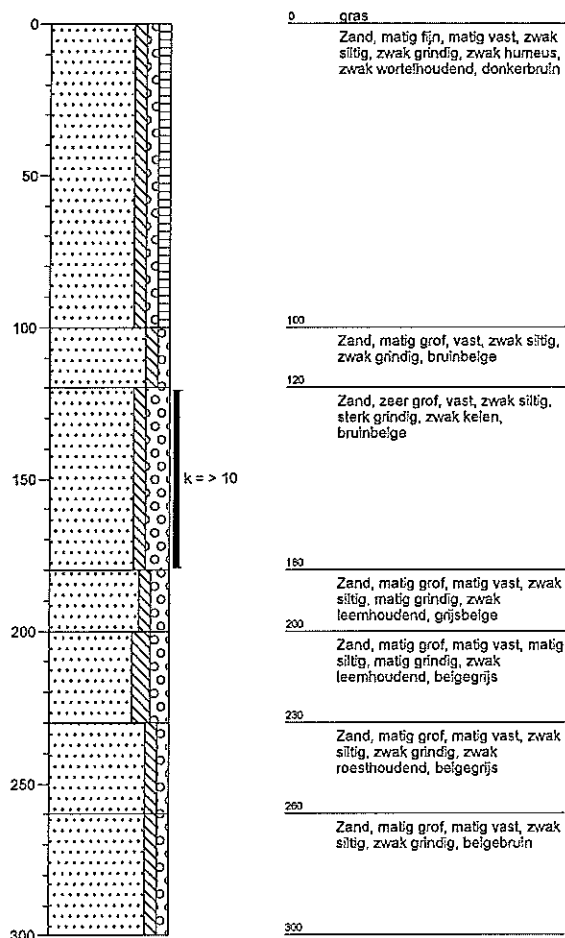
overig

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

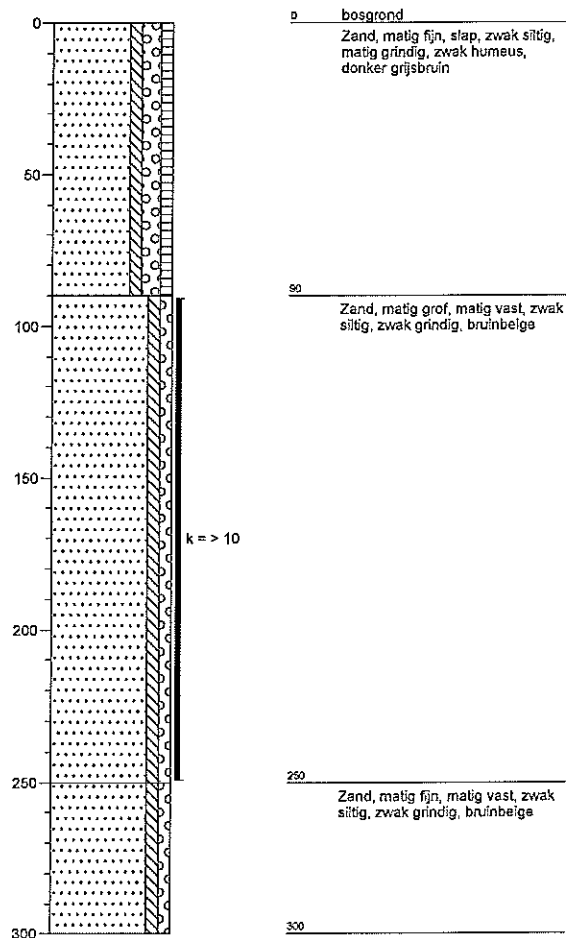
	slib
--	------

	water
--	-------

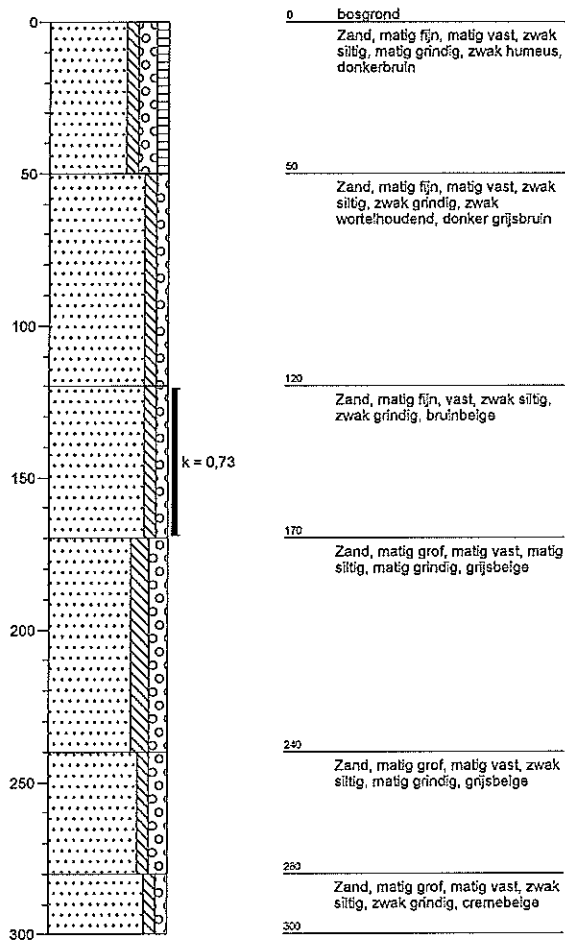
Boring: MP01



Boring: MP02



Boring: MP03



Bijlage 4 Methodiek constant-head permeameter

De k-waarde wordt bepaald met behulp van de constant-head permeameter. Hierbij wordt met behulp van een overdruksysteem een constant waterniveau gerealiseerd in het boorgat. Na verzadiging van de betreffende bodemlaag wordt het debiet gemeten, welke benodigd is om het waterniveau constant te houden. Het betreft hier uitsluitend in-situ proeven in de onverzadigde zone.

Hierna kan er met behulp van de "Glover Solution" de k-waarde van de desbetreffende bodemlaag berekend worden. Indien er geen slecht, of niet doorlaatbare bodemlagen, aanwezig zijn binnen een afstand van $2 \times$ de waterkolom (H) in het boorgat, dan kan met behulp van de "Glover Solution", welke hieronder in formulevorm is weergegeven, de k-waarde berekend worden:

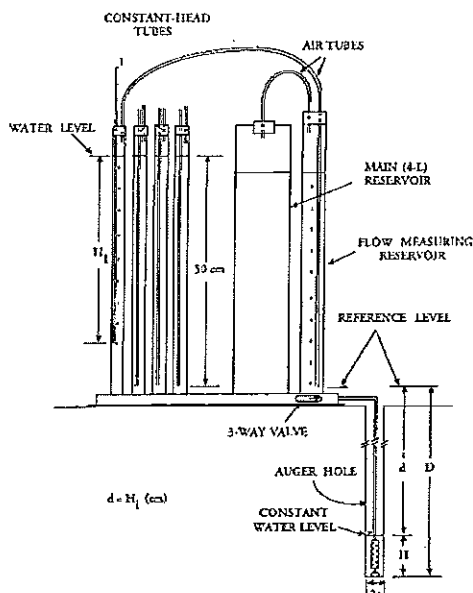
$$K_{sat} = \frac{\left(\text{hyp sin}^{-1} \frac{H}{r} \right) - \left(\sqrt{\left(\frac{r}{H} \right)^2 + 1} + \left(\frac{r}{H} \right) \right)}{2\pi * H^2} * Q$$

De parameters H en r zijn in figuur 1 schematisch weergegeven.

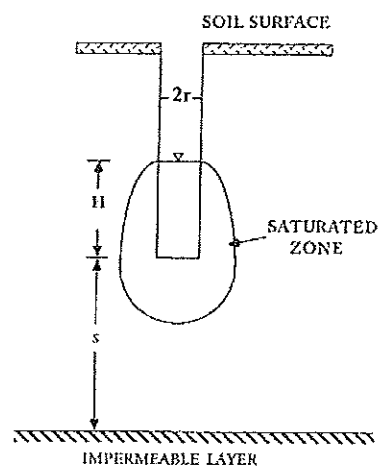
Indien er wél slecht, of niet doorlaatbare bodemlagen, aanwezig zijn binnen een afstand van $2 \times$ de waterkolom (H) in het boorgat, dan kan met behulp van de "Glover Solution" welke hieronder in formulevorm is weergegeven de k-waarde berekend worden:

$$K_{sat} = \frac{3 * \ln \frac{H}{r}}{\pi * H * ((3 * H) + (2 * s))} * Q$$

De parameters H en r zijn in figuur 1 weergegeven en de parameter s is in figuur 2 schematisch weergegeven.



Figuur 1.



Figuur 2.

Bijlage 5 Berekende k-waarden

Tabel I. Resultaten MP01

MP01	laag 1		
laagbegin [cm -mv]	133		
laageinde [cm -mv]	167		
Q [cm ³ /cm]	105		
H [cm]	17		
r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	150		
	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	Onverzadigbaar		
meting 1 t = 1 [cm]			
meting 2 t = 2 [cm]			
meting 3 t = 3 [cm]			
meting 4 t = 4 [cm]			
meting 5 t = 5 [cm]			
meting 6 t = 6 [cm]			
meting 7 t = 7 [cm]			
meting 8 t = 8 [cm]			
meting 9 t = 9 [cm]			
gemiddelde k-waarde (m/dag)	(*A) >10 m/dag		

(*A) Doorlatendheid buiten meetbereik

Tabel II. Resultaten MP02

MP02	laag 1		
laagbegin [cm -mv]	103		
laageinde [cm -mv]	137		
Q [cm ³ /cm]	105		
H [cm]	17		
r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	120		
	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	Onverzadigbaar		
meting 1 t = 1 [cm]			
meting 2 t = 2 [cm]			
meting 3 t = 3 [cm]			
meting 4 t = 4 [cm]			
meting 5 t = 5 [cm]			
meting 6 t = 6 [cm]			
meting 7 t = 7 [cm]			
meting 8 t = 8 [cm]			
meting 9 t = 9 [cm]			
gemiddelde k-waarde (m/dag)	(*A) >10 m/dag		

(*A) Doorlatendheid buiten meetbereik

Tabel III. Resultaten MP03

MP03	laag 1		
laagbegin [cm -mv]	131		
laagelnde [cm -mv]	165		
Q [cm ³ /cm]	105		
H [cm]	17		
r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	148		
	metingen		k-waarde (m/dag)
	hoogte	t (s)	
meting 0 t = 0 [cm]	40,0	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	39,7	30	0,73
meting 2 t = 2 [cm]	39,4	60	0,73
meting 3 t = 3 [cm]	39,1	90	0,73
meting 4 t = 4 [cm]	38,8	120	0,73
meting 5 t = 5 [cm]	38,5	150	0,73
meting 6 t = 6 [cm]			
meting 7 t = 7 [cm]			
meting 8 t = 8 [cm]			
meting 9 t = 9 [cm]			
gemiddelde k-waarde (m/dag)	0,73		