



DOORLATENDHEIDSONDERZOEK
LOCATIE VOORMALIG ENFA-TERREIN
TE VENLO
GEMEENTE VENLO



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

Water

Doorlatendheidsonderzoek locatie voormalig Enfa-terrein te Venlo in de gemeente Venlo

Opdrachtgever	Woonwenz Postbus 337 5900 AH Venlo
Project	VEN.WOO.GEO
Rapportnummer	12071632
Status	Eindrapportage
Datum	6 november 2012
Vestiging	Swalmen
Opsteller	Ing. M.R.P. Vidal
Paraaf	
Kwaliteitscontrole	Drs. E. Hartingsveld
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	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 EN BEOORDELING.....	5
	4.1 Onderzoeksresultaten doorlatendheidsmetingen.....	5
	4.2 Beoordeling infiltratiemogelijkheden.....	6
5.	SAMENVATTING EN CONCLUSIE	7

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 Woonwenz opdracht gekregen voor het uitvoeren van een doorlatendheids-onderzoek ter plaatse van de locatie voormalig Enfa-terrein te Venlo in de gemeente Venlo.

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

Doel van het bodemonderzoek is het bepalen of de onderzoekslocatie geschikt voor de infiltratie van hemelwater. Hiertoe zal inzicht worden verkregen in de regionale en locatiespecifieke bodemopbouw en geohydrologie. Tijdens het onderzoek zal de onder andere de waterdoorlatendheid (k-waarde) van verschillende bodemlagen worden onderzocht.

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 ($\pm 1,8$ hectare) bevindt zich ter plaatse van het plangebied voor het voormalig Enfa-terrein en wordt omsloten door de Sloterbeekstraat, de Kerkhofweg en de Krekeveldstraat te Venlo in de gemeente Venlo (zie bijlage 1).

De onderzoekslocatie is kadastraal bekend gemeente Venlo, sectie H, nummers 5014 t/m 5016, 5053, 5104, 5132, 5134, 5484, 5485, 7739(ged.), 7759(ged.), 7760(ged.), 7762 en 7763.

Volgens het Algemeen Hoogtebestand Nederland (www.ahn.nl), bevindt het maaiveld zich op een hoogte van 27 m +NAP en zijn de coördinaten van het midden van de onderzoekslocatie $X = 209.730$, $Y = 374.505$.

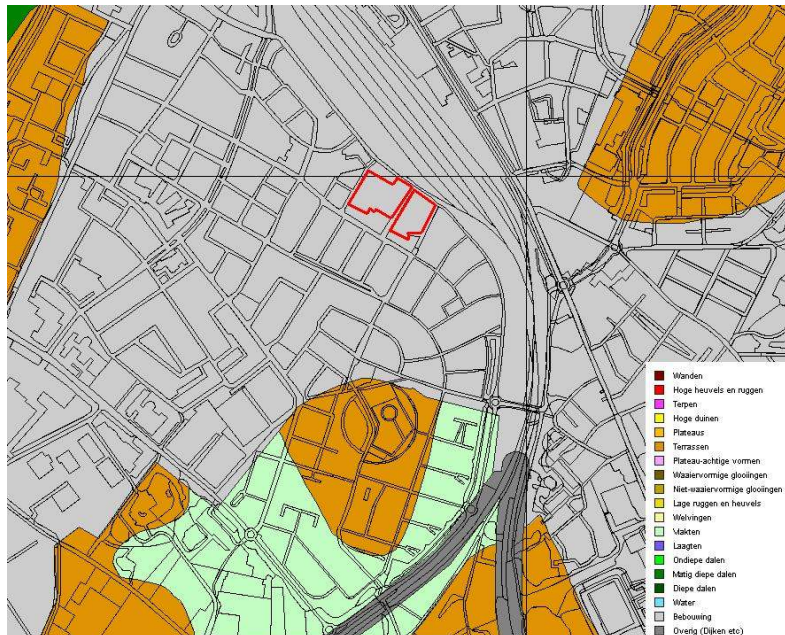
De onderzoekslocatie betreft een braakliggend terrein in de kern van Venlo. Het terrein is onbebouwd op een bedrijfsloods na, die zich bevindt op de noordzijde van de onderzoekslocatie. Ten noorden van de onderzoekslocatie is het rangeerterrein en het treinstation van Venlo gelegen. De percelen ten oosten, zuiden en westen van de onderzoekslocatie zijn bebouwd met burgerwoningen en bijbehorende siertuinen.

De initiatiefnemer is voornemens circa 45 grondgebonden woningen ter plaatse van de onderzoekslocatie te realiseren. De aard van de eventuele infiltratievoorziening is voornamelijk niet bekend. In bijlage 2 is de huidige situatie op een locatieschets weergegeven.

2.2 Regionale bodemopbouw

De onderzoekslocatie ligt volgens de bodemkaart van Nederland (www.archis.nl) in een niet-gekarteed gebied. De dichtstbijzijnde kaarteenheid betreft een hoge bruine enkeerdgrond, welke volgens de Stichting voor Bodemkartering voornamelijk is opgebouwd uit lemig fijn zand. De afzettingen, waarin deze bodem is ontstaan, behoren geologisch gezien tot de Formatie van Boxtel.

Geomorfologisch gezien behoort de onderzoekslocatie tot een niet gekarteerd gebied. De dichtstbijzijnde kaarteenheden betreffen een dalvlakteterras (zie figuur 1).



Figuur 1. Geomorfologische kaart van Nederland

2.3 Regionale geohydrologie

Tectonisch gezien ligt de onderzoekslocatie in de Slenk van Venlo. Deze slenk wordt aan de zuidwestzijde begrensd door de Tegelenbreuk en aan de noordoostzijde door de Grensbreuk. Beide breuken zijn noordwest-zuidoost gericht.

Het eerste watervoerend pakket heeft een dikte van ± 20 m en wordt gevormd door de matig fijne tot matig grove en matig goed doorlatende dekzandafzettingen, behorende tot de Formatie van Beegden. Het eerste watervoerend pakket wordt aan de onderzijde begrensd door afzettingen van de Kiezeloöliet Formatie.

De gemiddelde stand van het freatisch grondwater bedraagt ± 24 m +NAP, waardoor het grondwater zich op ± 3 m -mv zou bevinden. Het water van het eerste watervoerend pakket stroomt volgens de isohypsenkaart van de Dienst Grondwaterverkenning van TNO, kaartblad 52 Oost, 1978 (schaal 1:50.000), in westelijk tot noordwestelijke richting. Er liggen geen pompstations in de buurt van de onderzoekslocatie die van invloed zouden kunnen zijn op de grondwaterstroming ter plaatse van de onderzoekslocatie. De onderzoekslocatie ligt niet in een grondwaterbeschermings- en/of grondwaterwingebied.

De locatie is gelegen in een gebied wat gekenmerkt wordt met grondwatertrap type V. Hetgeen overeenkomt met een GHG van 0,40 m -mv en een GLG van $> 1,20$ m -mv.

3. VELDWERK

3.1 Algemeen

Het veldwerk is uitgevoerd op 31 oktober 2012. Met behulp van een edelmanboor (diameter 7 cm) zijn in totaal 10 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. Na afloop van de werkzaamheden is het grondwaterniveau in de boorgaten en in de aanwezige peilbuizen gemeten.

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 bodem bestaat voornamelijk uit zwak tot matig siltig, zeer fijn tot matig fijn zand. De toplaag is bovendien plaatselijk tot maximaal 1,5 m -mv zwak humeus. De bodem is bovendien, plaatselijk tot 1,3 m -mv, zwak grindig en/of zwak baksteenhoudend. De ondergrond is plaatselijk zwak gley- en leemhoudend. In de ondergrond zijn mogelijke storende lagen waargenomen bestaande uit zwak tot sterk zandige leemlagen.

Tabel I geeft een overzicht van de grondwaterstanden die op 31 oktober 2012 zijn waargenomen. Tevens is de gemiddeld hoogste grondwaterstand geschat op basis van het voorkomen van gleyverschijnselen.

Tabel I. Overzicht grondwaterstanden

Boring	Boordiepte (m -mv)	Grondwaterstand (m -mv)	Gemiddelde hoogste Grondwaterstand (GHG) op basis van gleyverschijnselen (m -mv)
Mp 01	3,0	2,0	- (*A)
Mp 02	3,0	1,8	- (*A)
Mp 03	3,0	1,9	- (*A)
Mp 04	3,0	2,0	- (*A)
Mp 05	3,0	2,0	0,3
Mp 06	3,0	1,8	- (*A)
Mp 07	3,0	1,9	- (*A)
Mp 08	3,0	2,25	- (*A)
Mp 09	3,0	-	1,1
Mp 10	3,0	2,50	0,6

(*A) Vanwege het ontbreken van gleyverschijnselen in de onverzadigde zone kan de GHG niet worden aangegeven.

3.3 Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven

De doorlatendheid (k-waarde) van de onverzadigde zone is bepaald met behulp van de constant-head permeameter. Hierbij is, mits de doorlatendheid van de bodem zich binnen het meetbereik bevindt (<10,0 m/dag), middels een overdrukstelsel een constant waterniveau gerealiseerd in het boorgat. Na verzadiging van de desbetreffende bodemlaag is het debiet gemeten, welke benodigd is om het waterniveau constant te houden. Deze methode is nader toegelicht in bijlage 4.

In tabel II is een classificatie van de doorlatendheid opgenomen.

Tabel II. 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

De doorlatendheidsmeting is in een homogene bodemlaag uitgevoerd. Voorafgaand aan elke doorlatendheidsmeting is een referentieboring 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 referentieboring, per meting, een nieuwe boring verricht tot in de te onderzoeken homogene bodemlaag. Van de onderzochte bodemlagen zijn tevens monsters genomen.

Bij de keuze van de te onderzoeken bodemlaag is rekening gehouden met de doelstelling van het onderzoek.

In tabel III zijn de uitgevoerde werkzaamheden weergegeven.

Tabel III. Overzicht uitgevoerde werkzaamheden

Boring	Einddiepte m -mv	Traject m -mv	Bodemzone	Methodiek
Mp 01	3,0	0,43 - 0,7	onverzadigd	Constant Head
Mp 02	3,0	0,95 - 1,3	onverzadigd	Constant Head
Mp 04	3,0	0,81 - 1,0	onverzadigd	Constant Head
Mp 05	3,0	1,5 - 1,7	onverzadigd	Constant Head
Mp 06	3,0	0,72 - 1,0	onverzadigd	Constant Head
Mp 08	3,0	1,65 - 2,0	onverzadigd	Constant Head
Mp 09	3,0	0,7 - 1,0	onverzadigd	Constant Head
Mp 10	3,0	1,2 - 1,4	onverzadigd	Constant Head

4. RESULTATEN EN BEOORDELING

4.1 Onderzoeksresultaten doorlatendheidsmetingen

Tabel IV 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 boring en traject beoordeeld conform de classificatie uit tabel II. In de boorprofielen is de k-waarde weergegeven (zie bijlage 3). Bijlage 5 bevat de berekening van de k-waarden.

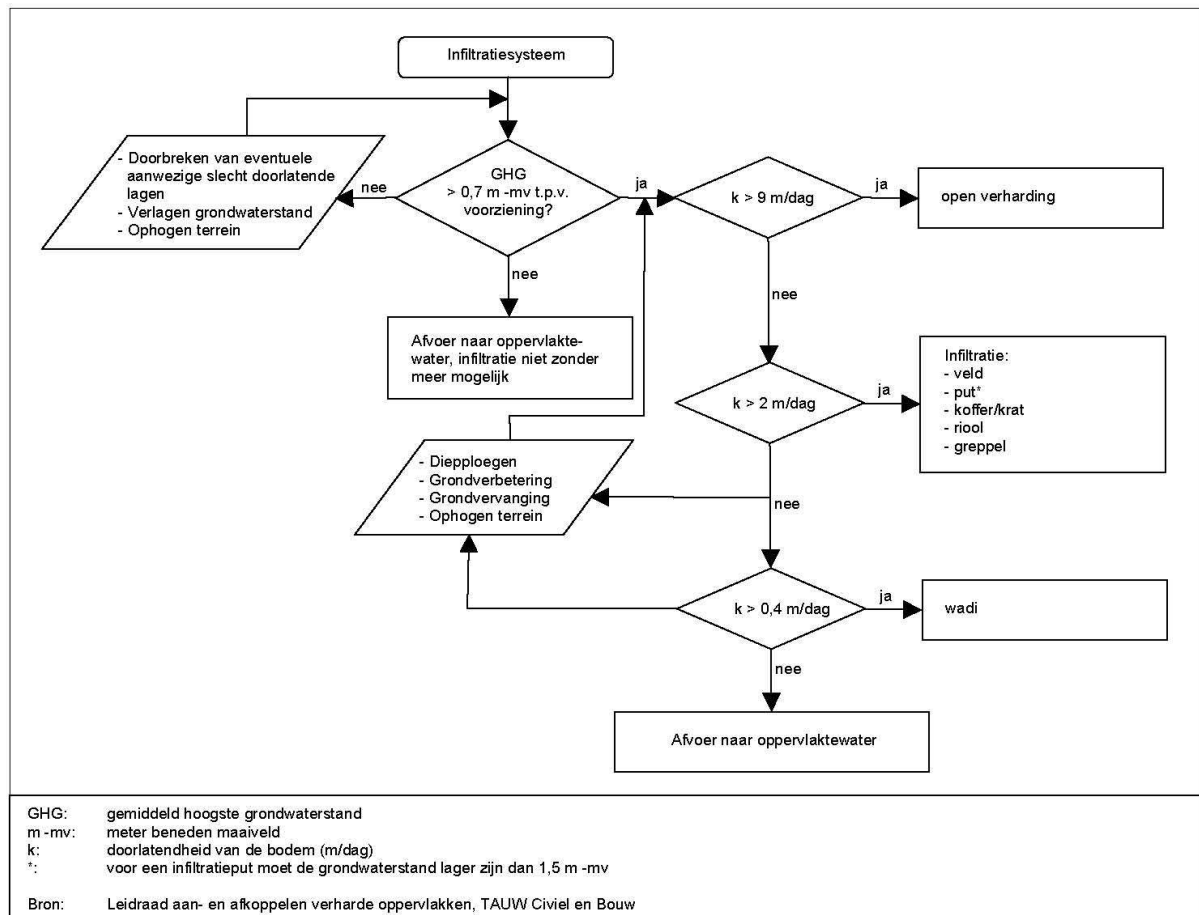
Tabel IV. Overzicht k-waarde per onderzochte bodemlaag

Boring	Onderzochte bodemlaag (m -mv) (*A)	Onderzochte bodemtraject (m -mv)	Textuur	Opmerkingen	Gemiddelde K-waarde (m/dag)	Beoordeling
Mp 01	0,5 - 0,9	0,43 - 0,7	zwak siltig, zeer fijn zand	-	0,2	matig doorlatend
Mp 02	0,8 - 1,3	0,95 - 1,3	zwak siltig, zeer fijn zand	zwak grindig, zwak baksteenhoudend	0,1	matig doorlatend
Mp 04	0,7 - 1,0	0,81 - 1,0	zwak siltig, zeer fijn zand	-	2,0	goed doorlatend
Mp 05	1,3 - 2,0	1,5 - 1,7	matig siltig, zeer fijn zand	-	1,2	goed doorlatend
Mp 06	0,0 - 1,5	0,72 - 1,0	zwak siltig, zeer fijn zand	zwak humeus	0,4	matig doorlatend
Mp 08	1,6 - 2,0	1,65 - 2,0	zwak siltig, matig fijn zand	zwak grindig	0,3	matig doorlatend
Mp 09	0,0 - 1,1	0,7 - 1,0	zwak siltig, matig fijn zand	zwak humeus, zwak grindig, zwak baksteenhoudend	0,3	matig doorlatend
Mp 10	1,1 - 1,5	1,2 - 1,4	zwak siltig, zeer fijn zand	-	2,3	goed doorlatend
(*A) Het betreft een homogene bodemlaag op basis van de textuur. Plaatselijk kunnen kleurnuances voorkomen.						

Aanvullende analyses, zoals de bepaling van het lutum- en organische stofgehalte en de korrelgrootteverdeling, kunnen nodig zijn indien het meetresultaat afwijkt van de, op basis van de textuur en consistentie van de bodem, verwachte doorlatendheid. De meetresultaten gaven echter geen aanleiding aanvullende analyses uit te voeren ter onderbouwing van het meetresultaat.

4.2 Beoordeling infiltratiemogelijkheden

Volgens het advies Waterbeheer voor de 21^e eeuw wordt de voorkeursvolgorde "vasthouden, bergen, afvoeren" aangehouden. In figuur I 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 I. Beslismethodiek infiltratietechniek

De haalbaarheid van hemelwaterinfiltratie is afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem. Econ- sultancy acht bodemlagen met een minimale doorlatendheid van 1,0 m/dag geschikt voor infiltratie van hemelwater. Daarbij zijn andere factoren zoals de lokale en regionale bodemopbouw, de heersende grondwaterstanden (GHG, GLG en GVG), etc. van belang. Bodemlagen met lagere door- latendheden worden als niet of minder geschikt geacht voor hemelwaterinfiltratie.

Op basis van de onderzoeksresultaten, de lokale GHG, de heterogeniteit van de bodem en de aan- wezigheid van storende lagen kan worden gesteld de locatie minder geschikt is voor de infiltratie van hemelwater.

5. SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Econsultancy heeft in opdracht van Woonwenz een doorlatendheidsonderzoek uitgevoerd ter plaatse van de locatie voormalig Enfa-terrein te Venlo in de gemeente Venlo.

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

Doel van het bodemonderzoek is het bepalen of de onderzoekslocatie geschikt voor de infiltratie van hemelwater. Hiertoe zal inzicht worden verkregen in de regionale en locatiespecifieke bodemopbouw en geohydrologie. Tijdens het onderzoek zal de onder andere de waterdoorlatendheid (k-waarde) van verschillende bodemlagen worden onderzocht.

Bodemopbouw en grondwater

De bodem bestaat voornamelijk uit zwak tot matig siltig, zeer fijn tot matig fijn zand. De toplaag is bovendien plaatselijk tot maximaal 1,5 m -mv zwak humeus. De bodem is bovendien, plaatselijk tot 1,3 m -mv, zwak grindig en/of zwak baksteenhoudend. De ondergrond is plaatselijk zwak gley- en leemhoudend. In de ondergrond is een mogelijke storende lagen waargenomen bestaande uit zwak tot sterk zandige leemlagen. Het grondwaterniveau varieert van circa 1,8 tot 2,5 m -mv.

Doorlatendheid

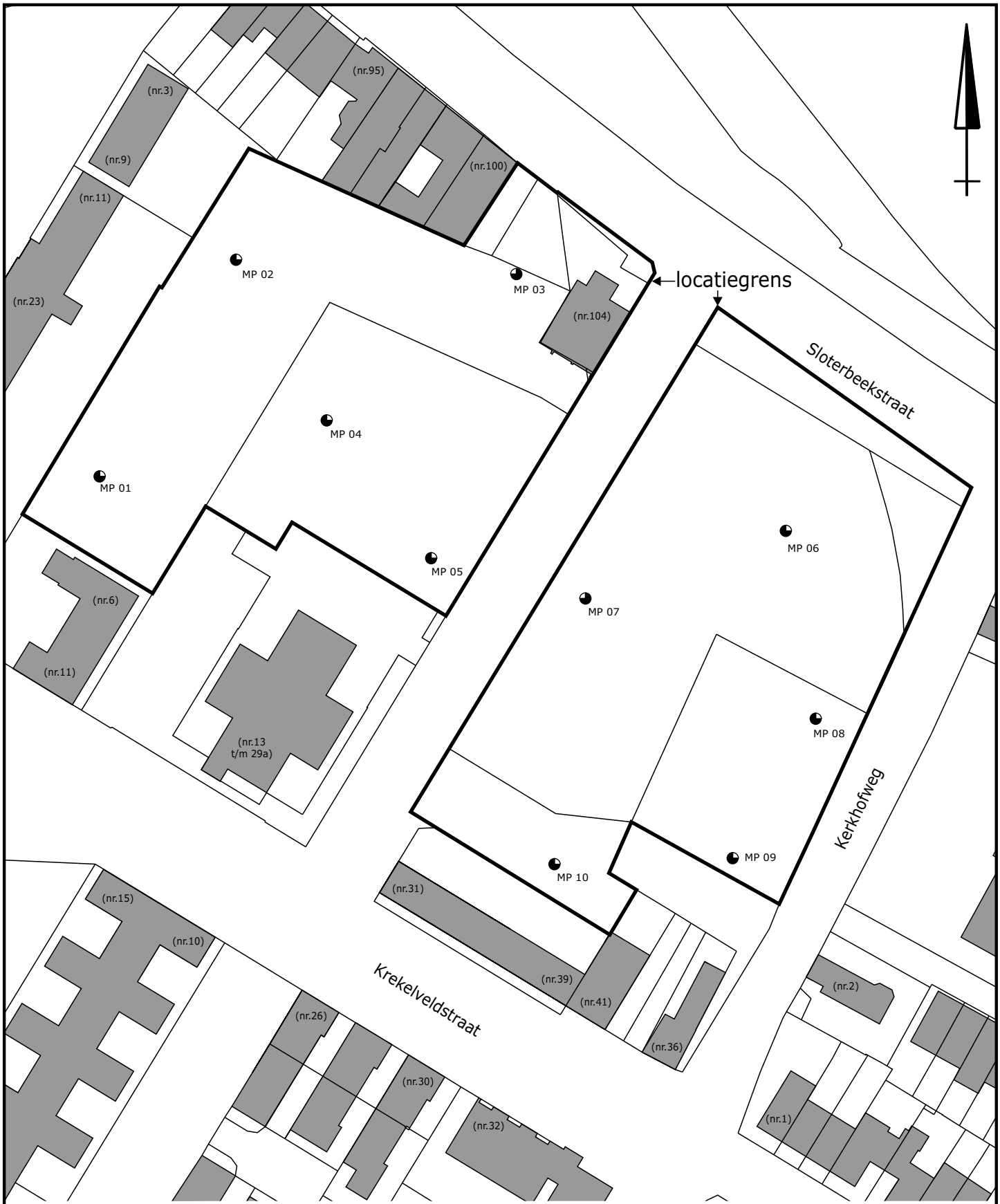
Ter plaatse van de onderzoekslocatie zijn 10 profileringboringen en 8 in-situ doorlatendheidsmetingen in een aantal onverzadigde bodemlagen uitgevoerd. Het onderzoek heeft een oriënterend karakter, waarbij verschillende bodemlagen zijn onderzocht. De doorlatendheid van de bodem wordt over het algemeen geclassificeerd als matig tot goed doorlatend, waarbij k-waarden van 0,1 en 2,3 m/dag zijn aangetoond.

Advies infiltratiemogelijkheden




De haalbaarheid van hemelwaterinfiltratie is mede afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem. Naast de doorlatendheid van de bodem (k-waarde) zijn factoren zoals de lokale en regionale bodemopbouw, de heersende grondwaterstanden (GHG, GLG en GVG), etc. van belang.

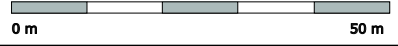
Op basis van de onderzoeksresultaten, de lokale GHG, de heterogeniteit van de bodem en de aanwezigheid van storende lagen kan worden gesteld de locatie minder geschikt is voor de infiltratie van hemelwater.


Bij het maken van de keuze voor het type infiltratievoorziening(en) is het tevens van belang rekening te houden met het actuele grondwaterniveau en het gemiddeld hoogste grondwaterniveau. Uiteraard is de hoeveelheid te infiltreren hemelwater, afkomstig van het toekomstig verhard oppervlak, eveneens bepalend voor de dimensionering. Econsultancy adviseert om de keuze voor de omgang met het hemelwater af te stemmen met de gemeente Venlo en het Waterschap Peel en Maasvallei.



LEGENDA:

-  boring tot 3,0 m -mv
-  boring tot 3,0 m -mv en meetpunt doorlatendheidsonderzoek
-  bebouwing

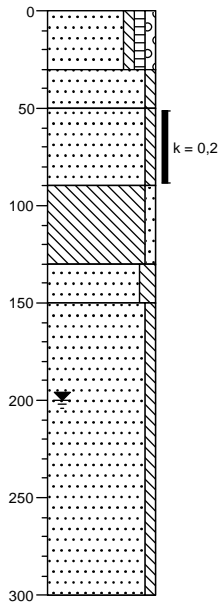


TITEL: locatieschets	A4
	
PROJECT: VEN.WOO.GEO	NUMMER: 12071632
SCHAAL: 1:1000	DATUM: 01-11-2012
GETEKEND: RNa	BIJLAGE: 2

Bijlage 3 Boorprofielen

Boring:

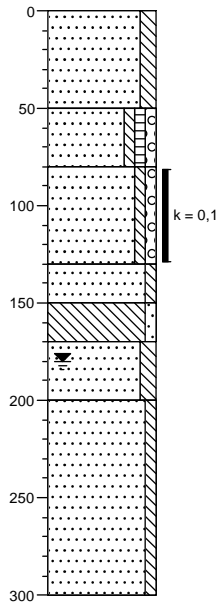
MP01



0	braak
30	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindig, donkerbruin, Edelmanboor
50	Zand, zeer fijn, zwak siltig, neutraalgrijs, Edelmanboor
90	Zand, zeer fijn, zwak siltig, neutraal beigeoranje, Edelmanboor
130	Leem, zwak zandig, donkergrijs, Edelmanboor
150	Zand, zeer fijn, matig siltig, bruingrijs, Edelmanboor
150	Zand, zeer fijn, zwak siltig, neutraalbruin, Edelmanboor
300	

Boring:

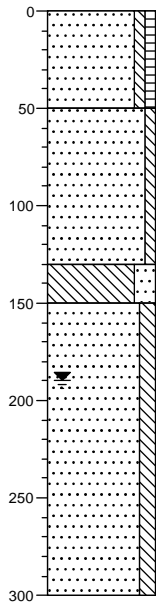
MP02



0	braak
50	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak leemhoudend, zwak baksteenhoudend, beigebruin, Edelmanboor
80	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindig, Edelmanboor
90	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak grindig, zwak baksteenhoudend, neutraalbruin, Edelmanboor
130	Zand, zeer fijn, zwak siltig, grijsbeige, Edelmanboor
150	Leem, zwak zandig, neutraalgrijs, Edelmanboor
170	Zand, zeer fijn, matig siltig, neutraalgrijs, Edelmanboor
200	Zand, zeer fijn, zwak siltig, neutraalbruin, Edelmanboor
300	

Boring:

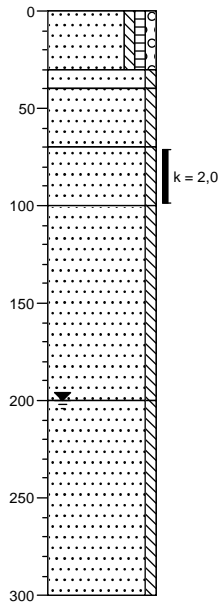
MP03



0	braak
30	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50	Zand, zeer fijn, zwak siltig, neutraalbruin, Edelmanboor
130	Leem, sterk zandig, neutraalgrijs, Edelmanboor
150	Zand, zeer fijn, matig siltig, neutraalgrijs, Edelmanboor
300	

Boring:

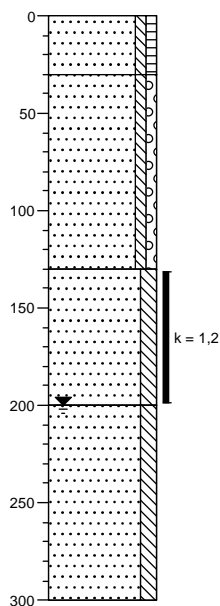
MP04



0	braak
30	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindig, donkerbruin, Edelmanboor
40	Zand, zeer fijn, zwak siltig, neutraalgrijs, Edelmanboor
70	Zand, zeer fijn, zwak siltig, neutraaloranje, Edelmanboor
70	Zand, zeer fijn, zwak siltig, beigeoranje, Edelmanboor
100	Zand, zeer fijn, zwak siltig, geelbruin, Edelmanboor
200	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak leemhoudend, neutraalbruin, Edelmanboor
300	

Boring:

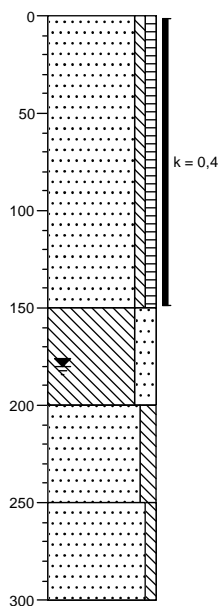
MP05



0	braak
30	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak baksteenhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
130	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak grindig, zwak gleyhoudend, donker oranjegeel, Edelmanboor
200	Zand, zeer fijn, matig siltig, neutraalgrijs, Edelmanboor
300	Zand, matig fijn, matig siltig, donkergrijs, Edelmanboor

Boring:

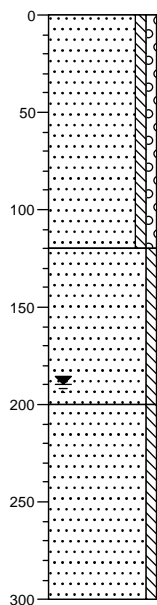
MP06



0	braak
150	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraalbruin, Edelmanboor
200	Leem, sterk zandig, grijsbruin
300	Zand, matig fijn, matig siltig, neutraalgrijs, Edelmanboor

Boring:

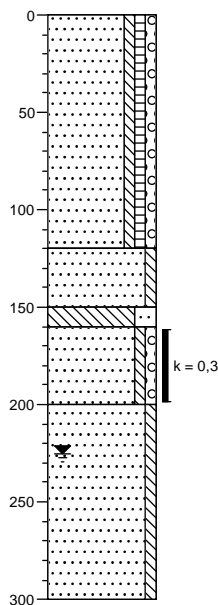
MP07



0	braak
120	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, zwak leemhoudend, neutraalbruin, Edelmanboor
200	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak leemhoudend, lichtgrijs, Edelmanboor
300	Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraalgrijs, Edelmanboor

Boring:

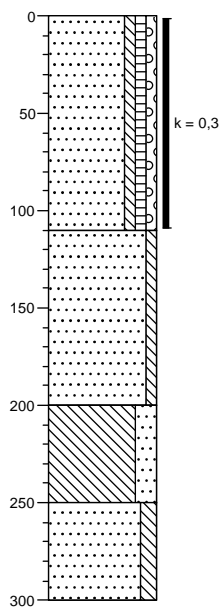
MP08



0	braak
120	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindig, zwak baksteenhoudend, neutraalbruin, Edelmanboor
150	Zand, zeer fijn, zwak siltig, grijsbruin, Edelmanboor
160	Leem, sterk zandig, donkergrijs, Edelmanboor
200	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, beigebruin, Edelmanboor
300	Zand, zeer fijn, zwak siltig, neutraalbruin, Edelmanboor

Boring:

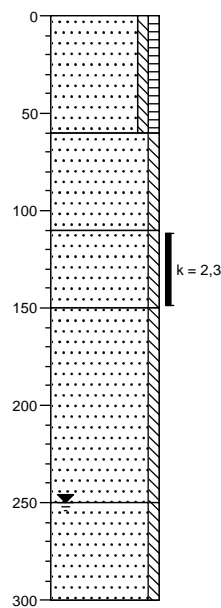
MP09



0	braak
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindig, zwak baksteenhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
110	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, grijsbruin, Edelmanboor
200	Leem, sterk zandig, grijsbruin, Edelmanboor
250	Zand, zeer fijn, matig siltig, beigebruin, Edelmanboor
300	

Boring:


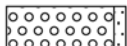

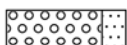
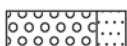
MP10



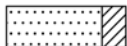
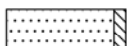
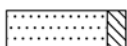
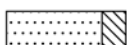
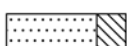
0	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
60	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, donker oranjebeige, Edelmanboor
110	Zand, zeer fijn, zwak siltig, geelbeige, Edelmanboor
150	Zand, zeer fijn, zwak siltig, beigebruin, Edelmanboor
250	Zand, matig fijn, zwak siltig, beigebruin, Edelmanboor
300	

Legenda (conform NEN 5104)






grind

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

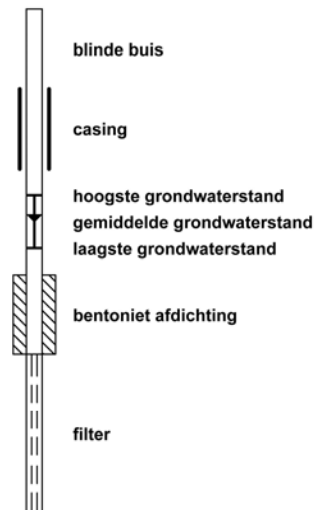
zand

-  Zand, kleiïg
-  Zand, zwak siltig
-  Zand, matig siltig
-  Zand, sterk siltig
-  Zand, uiterst siltig

veen

-  Veen, mineraalarm
-  Veen, zwak kleiïg
-  Veen, sterk kleiïg
-  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
-  ongeroerd monster

overig

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

Bijlage 4 Methodiek omschrijving

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 x 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:

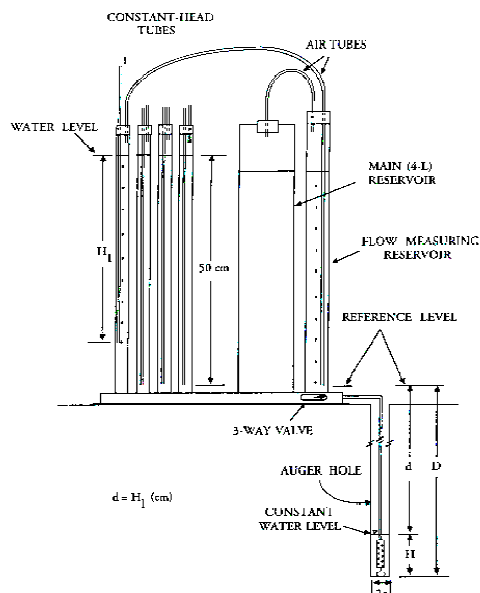
$$K_{sat} = \frac{\left(\operatorname{hyp\,sin}^{-1} \frac{H}{r} \right) - \left(\sqrt{\left(\frac{r}{H} \right)^2 + 1} \right) + \left(\frac{r}{H} \right)}{2\pi * H^2} * Q$$

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

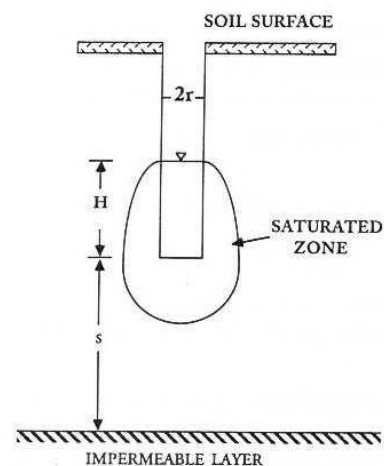
Indien er wél slecht, of niet doorlaatbare bodemlagen, aanwezig zijn binnen een afstand van 2 x de waterkolom (H) in het boorgat, dan kan met behulp van de "Glover Solution" welke hieronder in formulevorm is weergegeven de k-waarde berekend worden:

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

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

Resultaten Constant-head methode



MP 01 projectnaam: VEN.WOO.GEO
 projectnummer: 12071632

meetgegevens	meetsessie 1			meetsessie 2		
trajectbegin [cm -mv]	44			43		
trajecteinde [cm -mv]	70			70		
Q [cm ³ /uur]	105			105		
H [cm]	26			27		
r [cm]	3,5			3,5		
D [cm -ref.punt]	80			80		
	metingen		k-waarde	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	42,0	0 -		38,0	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	41,0	30	1,30	37,8	30	0,25
meting 2 t = 2 [cm]	40,5	60	0,65	37,5	60	0,37
meting 3 t = 3 [cm]	40,3	90	0,26	37,1	90	0,49
meting 4 t = 4 [cm]	40,2	120	0,13	36,9	120	0,25
meting 5 t = 5 [cm]	40,1	150	0,13	36,6	150	0,37
meting 6 t = 6 [cm]	40	180	0,13	36,3	180	0,37
meting 7 t = 7 [cm]	39,9	210	0,13	36	210	0,37
meting 8 t = 8 [cm]	39,8	240	0,13	35,7	240	0,37
meting 9 t = 9 [cm]				35,4	270	0,37
gemiddelde k-waarde (m/dag) per sessie:			0,13	0,37		
gemiddelde k-waarde (m/dag) bodemlaag:			0,2			

MP 02 projectnaam: VEN.WOO.GEO
 projectnummer: 12071632

meetgegevens	meetsessie 1			meetsessie 2		
trajectbegin [cm -mv]	100			95		
trajecteinde [cm -mv]	130			130		
Q [cm ³ /uur]	105			20		
H [cm]	30			35		
r [cm]	3,5			3,5		
D [cm -ref.punt]	140			140		
	metingen		k-waarde	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	37,1	0 -		32,0	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	37,0	30	0,10	31,8	30	0,03
meting 2 t = 2 [cm]	36,8	60	0,21	31,5	60	0,05
meting 3 t = 3 [cm]	36,4	90	0,42	31,2	90	0,05
meting 4 t = 4 [cm]	36,0	120	0,42	30,9	120	0,05
meting 5 t = 5 [cm]	35,8	150	0,21	30,6	150	0,05
meting 6 t = 6 [cm]	35,6	180	0,21	30,3	180	0,05
meting 7 t = 7 [cm]	35,4	210	0,21			
meting 8 t = 8 [cm]	35,2	240	0,21			
meting 9 t = 9 [cm]	35	270	0,21			
gemiddelde k-waarde (m/dag) per sessie:			0,24	0,04		
gemiddelde k-waarde (m/dag) bodemlaag:			0,1			

Resultaten Constant-head methode



MP 04 projectnaam: VEN.WOO.GEO
 projectnummer: 12071632

meetgegevens	meetsessie 1			meetsessie 2		
trajectbegin [cm -mv]	82			81		
trajecteinde [cm -mv]	100			100		
Q [cm ³ /uur]	105			105		
H [cm]	18			19		
r [cm]	3,5			3,5		
D [cm -ref.punt]	110			110		
	metingen		k-waarde	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	40,0	0 -		26,5	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	38,8	30	2,70	25,7	30	1,66
meting 2 t = 2 [cm]	37,8	60	2,25	25,0	60	1,46
meting 3 t = 3 [cm]	36,4	90	3,15	24,0	90	2,08
meting 4 t = 4 [cm]	35,2	120	2,70	23,2	120	1,66
meting 5 t = 5 [cm]	34,2	150	2,25	22,4	150	1,66
meting 6 t = 6 [cm]	33,2	180	2,25	21,6	180	1,66
meting 7 t = 7 [cm]	32,2	210	2,25	20,8	210	1,66
meting 8 t = 8 [cm]	31,2	240	2,25	20	240	1,66
meting 9 t = 9 [cm]	30,2	270	2,25			
gemiddelde k-waarde (m/dag) per sessie:	2,33			1,66		
gemiddelde k-waarde (m/dag) bodemlaag:	2,0					

MP 05 projectnaam: VEN.WOO.GEO
 projectnummer: 12071632

meetgegevens	meetsessie 1			meetsessie 2		
trajectbegin [cm -mv]	152			150		
trajecteinde [cm -mv]	170			170		
Q [cm ³ /uur]	105			105		
H [cm]	18			20		
r [cm]	3,5			3,5		
D [cm -ref.punt]	180			180		
	metingen		k-waarde	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	41,8	0 -		29,0	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	40,8	30	2,25	28,5	30	0,96
meting 2 t = 2 [cm]	40,0	60	1,80	28,1	60	0,77
meting 3 t = 3 [cm]	39,2	90	1,80	27,8	90	0,58
meting 4 t = 4 [cm]	38,2	120	2,25	27,5	120	0,58
meting 5 t = 5 [cm]	37,4	150	1,80	27,2	150	0,58
meting 6 t = 6 [cm]	36,6	180	1,80	26,9	180	0,58
meting 7 t = 7 [cm]	35,8	210	1,80	26,6	210	0,58
meting 8 t = 8 [cm]	35	240	1,80			
meting 9 t = 9 [cm]	34,2	270	1,80			
gemiddelde k-waarde (m/dag) per sessie:	1,80			0,58		
gemiddelde k-waarde (m/dag) bodemlaag:	1,2					

Resultaten Constant-head methode



MP 06 projectnaam: VEN.WOO.GEO
 projectnummer: 12071632

meetgegevens	meetsessie 1			meetsessie 2		
trajectbegin [cm -mv]	73			72		
trajecteinde [cm -mv]	100			100		
Q [cm ³ /uur]	105			105		
H [cm]	27			28		
r [cm]	3,5			3,5		
D [cm -ref.punt]	110			110		
	metingen		k-waarde	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	43,5	0 -		37,0	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	42,8	30	0,86	36,9	30	0,12
meting 2 t = 2 [cm]	42,2	60	0,74	36,8	60	0,12
meting 3 t = 3 [cm]	41,8	90	0,49	36,5	90	0,35
meting 4 t = 4 [cm]	41,3	120	0,61	36,2	120	0,35
meting 5 t = 5 [cm]	40,9	150	0,49	35,9	150	0,35
meting 6 t = 6 [cm]	40,5	180	0,49	35,6	180	0,35
meting 7 t = 7 [cm]	40,1	210	0,49	35,3	210	0,35
meting 8 t = 8 [cm]	39,7	240	0,49			
meting 9 t = 9 [cm]	39,3	270	0,49			
gemiddelde k-waarde (m/dag) per sessie:			0,49	0,35		
gemiddelde k-waarde (m/dag) bodemlaag:			0,4			

MP 08 projectnaam: VEN.WOO.GEO
 projectnummer: 12071632

meetgegevens	meetsessie 1			meetsessie 2		
trajectbegin [cm -mv]	175			165		
trajecteinde [cm -mv]	200			200		
Q [cm ³ /uur]	105			105		
H [cm]	25			35		
r [cm]	3,5			3,5		
D [cm -ref.punt]	210			210		
	metingen		k-waarde	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	43,4	0 -		37,0	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	42,9	30	0,69	36,6	30	0,33
meting 2 t = 2 [cm]	42,6	60	0,41	36,3	60	0,25
meting 3 t = 3 [cm]	42,3	90	0,41	36,0	90	0,25
meting 4 t = 4 [cm]	42,0	120	0,41	35,7	120	0,25
meting 5 t = 5 [cm]	41,7	150	0,41	35,4	150	0,25
meting 6 t = 6 [cm]	41,4	180	0,41	35,1	180	0,25
meting 7 t = 7 [cm]						
meting 8 t = 8 [cm]						
meting 9 t = 9 [cm]						
gemiddelde k-waarde (m/dag) per sessie:			0,41	0,25		
gemiddelde k-waarde (m/dag) bodemlaag:			0,3			

Resultaten Constant-head methode



MP 09 projectnaam: VEN.WOO.GEO
 projectnummer: 12071632

meetgegevens	meetsessie 1			meetsessie 2		
trajectbegin [cm -mv]	73			70		
trajecteinde [cm -mv]	100			100		
Q [cm ³ /uur]	105			105		
H [cm]	27			30		
r [cm]	3,5			3,5		
D [cm -ref.punt]	110			110		
	metingen		k-waarde	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	37,4	0 -		31,3	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	36,9	30	0,61	31,1	30	0,21
meting 2 t = 2 [cm]	36,4	60	0,61	31,0	60	0,10
meting 3 t = 3 [cm]	35,9	90	0,61	30,8	90	0,21
meting 4 t = 4 [cm]	35,7	120	0,25	30,7	120	0,10
meting 5 t = 5 [cm]	35,4	150	0,37	30,5	150	0,21
meting 6 t = 6 [cm]	35,1	180	0,37	30,4	180	0,10
meting 7 t = 7 [cm]	34,8	210	0,37	30,2	210	0,21
meting 8 t = 8 [cm]	34,5	240	0,37	30,1	240	0,10
meting 9 t = 9 [cm]	34,2	270	0,37	29,9	270	0,21
gemiddelde k-waarde (m/dag) per sessie:			0,37	0,16		
gemiddelde k-waarde (m/dag) bodemlaag:			0,3			

MP 10 projectnaam: VEN.WOO.GEO
 projectnummer: 12071632

meetgegevens	meetsessie 1			meetsessie 2		
trajectbegin [cm -mv]	120			120		
trajecteinde [cm -mv]	140			140		
Q [cm ³ /uur]	105			105		
H [cm]	20			20		
r [cm]	3,5			3,5		
D [cm -ref.punt]	150			150		
	metingen		k-waarde	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	38,0	0 -		37,6	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	36,5	30	2,89	36,5	30	2,12
meting 2 t = 2 [cm]	35,1	60	2,70	35,3	60	2,32
meting 3 t = 3 [cm]	33,8	90	2,51	34,3	90	1,93
meting 4 t = 4 [cm]	32,5	120	2,51	33,1	120	2,32
meting 5 t = 5 [cm]	31,2	150	2,51	32,0	150	2,12
meting 6 t = 6 [cm]	29,9	180	2,51	30,9	180	2,12
meting 7 t = 7 [cm]	28,6	210	2,51	29,8	210	2,12
meting 8 t = 8 [cm]				28,7	240	2,12
meting 9 t = 9 [cm]				27,6	270	2,12
gemiddelde k-waarde (m/dag) per sessie:			2,51	2,12		
gemiddelde k-waarde (m/dag) bodemlaag:			2,3			