

**Rapport waterdoorlaatbaarheidsonderzoek
Kleine Houtweg, Heemskerk**

Opdrachtgever : C. Nelis bouw&ontwikkeling
De Trompet 2850
1967 DD Heemskerk

Contactpersoon : De heer M. Mulder

Uitvoerder : Bakker Bodemonderzoek BV
Edisonstraat 6
7903 AN Hoogeveen

Contactpersoon : De heer L. Haarman

Projectnummer : 2018-135
Datum : 3 oktober 2018
Rapportnummer : BBbo/2018-135/ LH/01
Versie : 1
Status : Definitief



INHOUDSOPGAVE

Inhoudsopgave.....	1
1. Inleiding en doelstelling	2
2. Locatiegegevens	2
3. Onderzoeksopzet	3
3.1 Methodiek	3
3.2 Uitvoering	3
3.3 Toetsing	3
4. Veldwerk.....	3
5. Resultaten en conclusie.....	4
5.1 Bodemopbouw	4
5.2 Resultaten.....	4
5.3 Conclusie	4
6. Kwaliteit en betrouwbaarheid	5
Bijlage A Literatuurlijst	
Bijlage B Regionale ligging onderzoekslocatie	
Bijlage C Situatietekening (met meetpunten)	
Bijlage D Meetformulieren	



Dit rapport is beschikbaar als digitaal document. Op uw verzoek (rapporten@bakkerbodemonderzoek.nl) mailen wij u -mits met toestemming van de opdrachtgever- graag een .pdf-exemplaar van dit rapport.



1. INLEIDING EN DOELSTELLING

Op 2 oktober 2018 heeft Bakker Bodemonderzoek BV in opdracht van C. Nelis bouw&ontwikkeling een waterdoorlaatbaarheidsonderzoek verricht op een terrein aan de Kleine Houtweg in Heemskerk.

In verband met voorgenomen ontwikkeling van het terrein (woningbouw), wordt inzicht verlangd in de waterdoorlaatbaarheid van de bovengrond.

2. LOCATIEGEGEVENS

De onderzoekslocatie is gelegen aan de Kleine Houtweg in Heemskerk, tegenover de huisnummers 10 tot en met 28. Het terrein is onbebouwd en begroeid met gras.

3. ONDERZOEKSOPZET

De waterdoorlaatbaarheidsmetingen worden verricht in de bodemlaag van 0,1 tot 0,4 m-mv (beneden maai-veld).

3.1 Methodiek

De metingen worden verricht met een Guelph-in situ permeameter ('constant head'-methode), waarbij een tweetraps-metmethode wordt gehanteerd. In eerste fase wordt een laag water van vijf centimeter ($H_1 = 5$ cm.) in een boorgat gebracht. De niveaudaling (R_1) in de meetkolom wordt elke minuut geregistreerd totdat deze enkele minuten constant is. Op dat moment wordt de waterlaag vergroot naar een hoogte van tien centimeter ($H_2 = 10$ cm.) en volgt een nieuwe reeks niveaumetingen. Ook deze reeks wordt beëindigd op het moment dat de niveaudaling (R_2) een constante waarde heeft bereikt.

Met de meetgegevens kunnen voor de beide meetreeksen van elk meetpunt de bijbehorende waarden voor R_1 en R_2 worden berekend. Deze waarden worden berekend door het niveauverschil (in cm) te delen door de tijdsinterval tussen twee metingen (in sec.).

Met deze R-waarden kan de K-waarde van de grond worden berekend:

$$K = (0,0041 * C * R_2) - (0,0054 * C * R_1)$$

waarin: K = waterdoorlatendheidcoëfficiënt (in cm/sec)

C = celconstante Guelph-permeameter

R_1 = gemiddelde niveaudaling bij $H = 5$ cm (in cm/sec)

R_2 = gemiddelde niveaudaling bij $H = 10$ cm (in cm/sec)

3.2 Uitvoering

Verspreid over de onderzoekslocatie worden tien waterdoorlaatbaarheidsmetingen verricht.

3.3 Toetsing

Voor waterdoorlaatbaarheid van grond zijn geen eenduidige toetsingswaarden beschikbaar.

Onderhavig onderzoek is verricht op initiatief van opdrachtgever en is bestemd voor intern gebruik.

Opmerking 1: De waterdoorlaatbaarheid-/infiltratie-eis voor zand in het zandbed onder een treinspoor (Pro-Rail-ontwerpvoorschrift 'Baanlichaam en geotechniek') bedraagt 2,6 m/dag.

4. VELDWERK

Het onderzoek is volgens de eerste opzet verricht. De meetpunten zijn in de situatietekening in bijlage C aangegeven. Het veldwerk is verricht op 2 oktober 2018.



5. RESULTATEN EN CONCLUSIE

De meetformulieren zijn opgenomen in bijlage D.

5.1 Bodemopbouw

De bodem bestaat tot grote diepte uit fijn zand van diverse kleur, zonder enige bijmenging. Het grondwater bevindt zich op een diepte van 0,7 m-mv (beneden maaiveld).

5.2 Resultaten

Onderstaande tabel toont de berekende K-waarden per meetpunt in m/dag.

Meetpunt	Onderzochte laag (cm-mv)	K-waarde (m/dag)
M1	10 - 15	3,32
M2	15 - 20	2,81
M3	22 - 27	1,91
M4	12 - 17	4,12
M5	23 - 28	2,64
M6	15 - 20	5,20
M7	15 - 20	4,54
M8	24 - 29	4,00
M9	13 - 18	3,60
M10	9 - 14	2,22

5.3 Conclusie

De berekende K-waarden zijn redelijk homogeen en variëren van 1,91 tot 4,54 m/dag.

In het algemeen kan gesteld worden dat de waterdoorlaatbaarheid van de bovengrond redelijk groot is.



6. KWALITEIT EN BETROUWBAARHEID

Onderhavig waterdoorlaatbaarheidsonderzoek is op zeer zorgvuldige wijze uitgevoerd. Een onderzoek is echter altijd gebaseerd op het verrichten van een beperkt aantal metingen. Ondanks het feit dat wij streven naar een zo groot mogelijke representativiteit van het onderzoek, blijft het mogelijk dat er lokale afwijkingen in de bodem voorkomen en dat er in de loop van de tijd afwijkingen ontstaan.

Bakker Bodemonderzoek BV acht zich op geen enkele wijze aansprakelijk voor schade die voortvloeit uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

Opgemaakt te Hoogeveen op 3 oktober 2018,
Bakker Bodemonderzoek BV

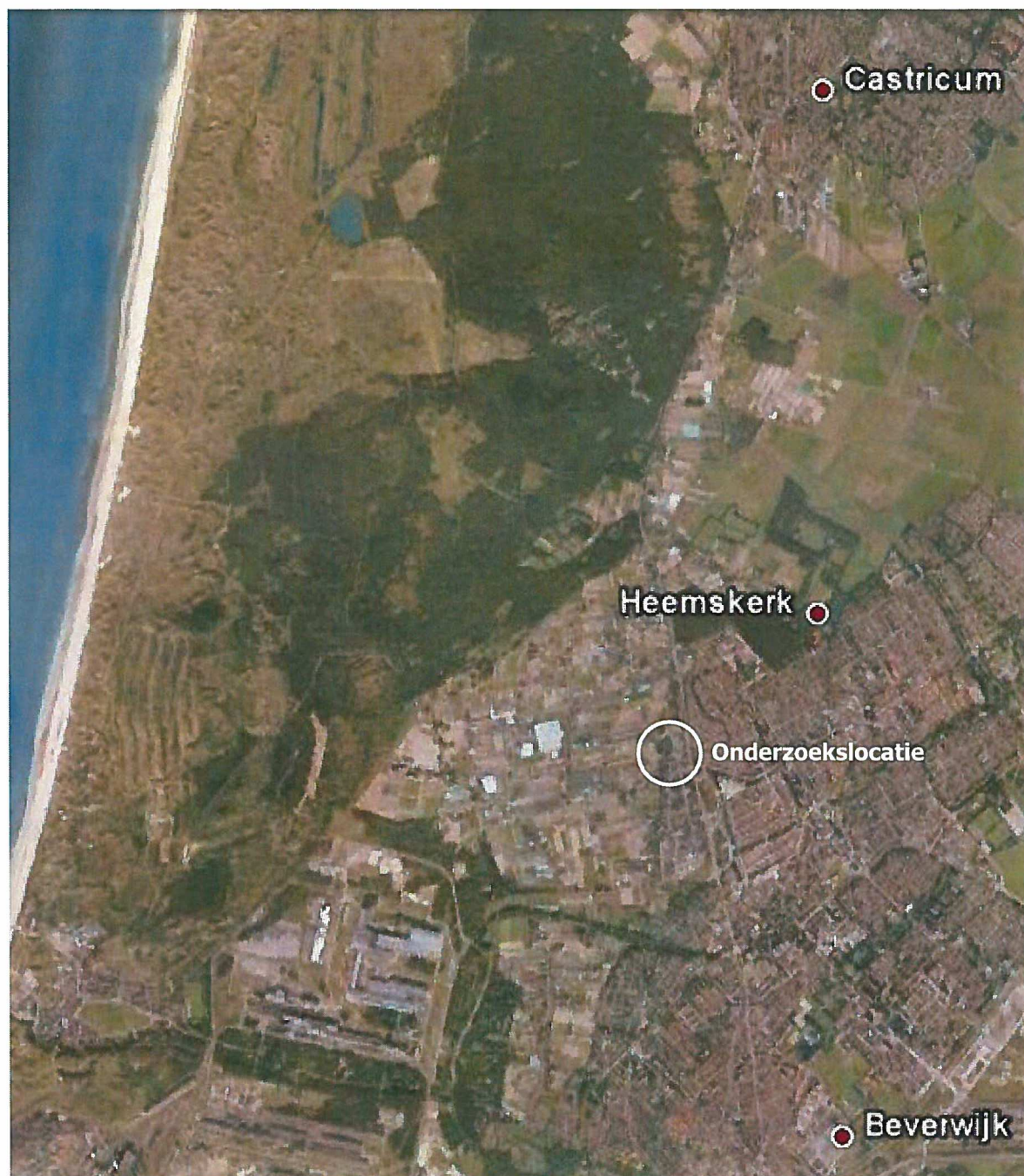
ing. L. Haarman

Bijlage A Literatuurlijst

Operations Instructions 2800K1

Handleiding Guelph-permeameter, Soilmoisture Equipment Corp., april 2006

Bijlage B **Regionale ligging onderzoekslocatie**





Deze tekening is noordgericht

Schaal 1:1.500

● Meetpunt

Opdrachtgever : C. Nelis bouw & ontwikkeling

Onderzoekslocatie : Kleine Houtweg, Heemskerk

Projectnummer : 2018-135

Datum : 3 oktober 2018

A4

Bijlage D Meetformulieren

Meetpunt M1

Bodemlaag (cm-mv) = 10-15

$$H_1 \text{ (cm)} = 5$$
$$H_2 \text{ (cm)} = 10$$

			H ₁ = 5 cm			H ₂ = 10 cm		
Tijd (min)	Tijd (sec)	Interval (sec)	Waterniveau (cm)	Niveauverschil (cm)	R ₁ (cm/sec)	Waterniveau (cm)	Niveauverschil (cm)	R ₂ (cm/sec)
0	0							
	30	30						
1	60	30	13,0					
	90	30	16,0					
2	120	30	18,0					
	150	30	18,5					
3	180	30	18,5					
	210	30	18,7					
4	240	30	19,0					
	270	30	19,7					
5	300	30	20,5					
	330	30	21,0	0,5				
6	360	30	21,5	0,5				
	390	30	22,2	0,7				
7	420	30	22,7	0,5				
	450	30	23,4	0,7				
8	480	30	24,0	0,6				
	510	30	24,5	0,5				
9	540	30	25,0	0,5	0,018			
	570	30						
10	600	30				31,0		
	630	30				32,5		
11	660	30				34,1	1,6	
	690	30				35,5	1,4	
12	720	30				37,0	1,5	
	750	30				38,5	1,5	
13	780	30				40,0	1,5	0,050
	810	30						
14	840	30						
	870	30						
15	900	30						
	930	30						
16	960	30						
	990	30						
17	1020	30						
	1050	30						
18	1080	30						
	1110	30						
19	1140	30						
	1170	30						
20	1200	30						
	1230	30						

R₁ = 0,018 cm/sec

R₂ = 0,050 cm/sec

K_{fs} = 0,0038 cm/sec

= 3,3169 m/d

Meetpunt M2

Bodemlaag (cm-mv) = 15-20

$$H_1 \text{ (cm)} = 5$$
$$H_2 \text{ (cm)} = 10$$

Tijd (min)	Tijd (sec)	Interval (sec)	H ₁ = 5 cm			H ₂ = 10 cm		
			Waterniveau (cm)	Niveaunderskil (cm)	R ₁ (cm/sec)	Waterniveau (cm)	Niveaunderskil (cm)	R ₂ (cm/sec)
0	0							
	30	30						
1	60	30	8,0					
	90	30	9,0					
2	120	30	10,0					
	150	30	10,6					
3	180	30	11,5	0,9				
	210	30	12,0	0,5				
4	240	30	12,5	0,5				
	270	30	13,1	0,6				
5	300	30	13,8	0,7				
	330	30	14,5	0,7				
6	360	30	15,0	0,5				
	390	30	15,6	0,6				
7	420	30	16,3	0,7	0,020			
	450	30						
8	480	30				23,0		
	510	30				24,6		
9	540	30				26,5		
	570	30				28,0		
10	600	30				29,5	1,5	
	630	30				31,0	1,5	
11	660	30				32,5	1,5	
	690	30				33,7	1,2	
12	720	30				35,0	1,3	
	750	30				36,6	1,6	
13	780	30				38,0	1,4	
	810	30				39,5	1,5	
14	840	30				41,0	1,5	0,049
	870	30						
15	900	30						
	930	30						
16	960	30						
	990	30						
17	1020	30						
	1050	30						
18	1080	30						
	1110	30						
19	1140	30						
	1170	30						
20	1200	30						
	1230	30						

R₁ = 0,020 cm/sec

R₂ = 0,049 cm/sec

K_{fs} = 0,0033 cm/sec

= 2,8131 m/d

Meetpunt M3

Bodemlaag (cm-mv) = 22-27

$$H_1 \text{ (cm)} = 5$$
$$H_2 \text{ (cm)} = 10$$

Tijd (min)	Tijd (sec)	Interval (sec)	H ₁ = 5 cm			H ₂ = 10 cm		
			Waterniveau (cm)	Niveauverschil (cm)	R ₁ (cm/sec)	Waterniveau (cm)	Niveauverschil (cm)	R ₂ (cm/sec)
0	0							
	30	30						
1	60	30	4,0					
	90	30	4,7					
2	120	30	5,5					
	150	30	6,2					
3	180	30	7,0					
	210	30	7,5					
4	240	30	8,2					
	270	30	8,8					
5	300	30	9,3	0,5				
	330	30	9,7	0,4				
6	360	30	10,0	0,3				
	390	30	10,2	0,2				
7	420	30	10,5	0,3				
	450	30	10,8	0,3				
8	480	30	11,0	0,2				
	510	30	11,2	0,2				
9	540	30	11,5	0,3	0,008			
	570	30						
10	600	30				17,0		
	630	30				17,7		
11	660	30				18,5		
	690	30				19,2		
12	720	30				20,0		
	750	30				20,5	0,5	
13	780	30				21,0	0,5	
	810	30				21,7	0,7	
14	840	30				22,5	0,8	
	870	30				23,2	0,7	
15	900	30				24,0	0,8	
	930	30				24,7	0,7	
16	960	30				25,5	0,8	
	990	30				26,2	0,7	
17	1020	30				27,0	0,8	0,026
	1050	30						
18	1080	30						
	1110	30						
19	1140	30						
	1170	30						
20	1200	30						
	1230	30						

R₁ = 0,008 cm/sec

R₂ = 0,026 cm/sec

K_{fs} = 0,0022 cm/sec

= 1,9103 m/d

Meetpunt M4

Bodemlaag (cm-mv) = 12-17

$$H_1 \text{ (cm)} = 5$$
$$H_2 \text{ (cm)} = 10$$

Tijd (min)	Tijd (sec)	Interval (sec)	H ₁ = 5 cm			H ₂ = 10 cm		
			Waterniveau (cm)	Niveaunderschil (cm)	R ₁ (cm/sec)	Waterniveau (cm)	Niveaunderschil (cm)	R ₂ (cm/sec)
0	0							
	30	30						
1	60	30	7,5					
	90	30	8,5					
2	120	30	9,5					
	150	30	10,2					
3	180	30	11,0	0,8				
	210	30	11,7	0,7				
4	240	30	12,5	0,8				
	270	30	13,2	0,7				
5	300	30	14,0	0,8				
	330	30	14,7	0,7				
6	360	30	15,5	0,8	0,026			
	390	30						
7	420	30				23,7		
	450	30				26,7		
8	480	30				29,2		
	510	30				32,1		
9	540	30				34,2		
	570	30				36,8	2,6	
10	600	30				39,5	2,7	
	630	30				42,4	2,9	
11	660	30				45,3	2,9	
	690	30				48,0	2,7	
12	720	30				50,3	2,3	
	750	30				52,5	2,2	
13	780	30				54,5	2,0	
	810	30				56,5	2,0	
14	840	30				58,5	2,0	0,067
	870	30						
15	900	30						
	930	30						
16	960	30						
	990	30						
17	1020	30						
	1050	30						
18	1080	30						
	1110	30						
19	1140	30						
	1170	30						
20	1200	30						
	1230	30						

R₁ = 0,026 cm/sec

R₂ = 0,067 cm/sec

K_{fs} = 0,0048 cm/sec

= 4,1182 m/d

Meetpunt M5

Bodemlaag (cm-mv) = 23-28

$$H_1 \text{ (cm)} = 5$$
$$H_2 \text{ (cm)} = 10$$

Tijd (min)	Tijd (sec)	Interval (sec)	H ₁ = 5 cm			H ₂ = 10 cm		
			Waterniveau (cm)	Niveaunderschil (cm)	R ₁ (cm/sec)	Waterniveau (cm)	Niveaunderschil (cm)	R ₂ (cm/sec)
0	0							
	30	30						
1	60	30	7,7					
	90	30	8,4					
2	120	30	9,0					
	150	30	9,8					
3	180	30	10,6	0,8				
	210	30	11,3	0,7				
4	240	30	12,0	0,7				
	270	30	12,8	0,8				
5	300	30	13,5	0,7	0,024			
	330	30						
6	360	30				20,0		
	390	30				21,6		
7	420	30				23,3		
	450	30				24,9		
8	480	30				26,7		
	510	30				28,2	1,5	
9	540	30				29,8	1,6	
	570	30				31,3	1,5	
10	600	30				32,8	1,5	
	630	30				34,4	1,6	
11	660	30				36,0	1,6	
	690	30				37,6	1,6	
12	720	30				39,2	1,6	0,053
	750	30						
13	780	30						
	810	30						
14	840	30						
	870	30						
15	900	30						
	930	30						
16	960	30						
	990	30						
17	1020	30						
	1050	30						
18	1080	30						
	1110	30						
19	1140	30						
	1170	30						
20	1200	30						
	1230	30						

R₁ = 0,024 cm/sec

R₂ = 0,053 cm/sec

K_{fs} = 0,0031 cm/sec

= 2,6373 m/d

Meetpunt M6

Bodemlaag (cm-mv) = 15-20

$$H_1 \text{ (cm)} = 5$$
$$H_2 \text{ (cm)} = 10$$

Tijd (min)	Tijd (sec)	Interval (sec)	H ₁ = 5 cm			H ₂ = 10 cm		
			Waterniveau (cm)	Niveaunderschil (cm)	R ₁ (cm/sec)	Waterniveau (cm)	Niveaunderschil (cm)	R ₂ (cm/sec)
0	0							
	30	30						
1	60	30	6,5					
	90	30	8,0					
2	120	30	9,0	1,0				
	150	30	10,0	1,0				
3	180	30	11,0	1,0				
	210	30	12,0	1,0				
4	240	30	13,0	1,0				
	270	30	14,1	1,1				
5	300	30	15,3	1,2				
	330	30	16,4	1,1				
6	360	30	17,5	1,1				
	390	30	18,6	1,1				
7	420	30	19,7	1,1	0,037			
	450	30						
8	480	30				29,2		
	510	30				32,5		
9	540	30				35,7	3,2	
	570	30				39,0	3,3	
10	600	30				41,6	2,6	
	630	30				44,4	2,8	
11	660	30				46,9	2,5	
	690	30				49,6	2,7	
12	720	30				52,5	2,9	0,090
	750	30						
13	780	30						
	810	30						
14	840	30						
	870	30						
15	900	30						
	930	30						
16	960	30						
	990	30						
17	1020	30						
	1050	30						
18	1080	30						
	1110	30						
19	1140	30						
	1170	30						
20	1200	30						
	1230	30						

R₁ = 0,037 cm/sec

R₂ = 0,090 cm/sec

K_{fs} = 0,0060 cm/sec

= 5,2035 m/d

Meetpunt M7

Bodemlaag (cm-mv) = 15-20

$$H_1 \text{ (cm)} = 5$$
$$H_2 \text{ (cm)} = 10$$

Tijd (min)	Tijd (sec)	Interval (sec)	H ₁ = 5 cm			H ₂ = 10 cm		
			Waterniveau (cm)	Niveauverschil (cm)	R ₁ (cm/sec)	Waterniveau (cm)	Niveauverschil (cm)	R ₂ (cm/sec)
0	0							
	30	30						
1	60	30	7,5					
	90	30	8,7					
2	120	30	10,0					
	150	30	10,6	0,6				
3	180	30	11,3	0,7				
	210	30	12,1	0,8				
4	240	30	13,0	0,9				
	270	30	13,8	0,8				
5	300	30	14,7	0,9	0,029			
	330	30						
6	360	30				23,0		
	390	30				25,0		
7	420	30				27,5	2,5	
	450	30				29,8	2,3	
8	480	30				32,0	2,2	
	510	30				34,3	2,3	
9	540	30				36,5	2,2	0,074
	570	30						
10	600	30						
	630	30						
11	660	30						
	690	30						
12	720	30						
	750	30						
13	780	30						
	810	30						
14	840	30						
	870	30						
15	900	30						
	930	30						
16	960	30						
	990	30						
17	1020	30						
	1050	30						
18	1080	30						
	1110	30						
19	1140	30						
	1170	30						
20	1200	30						
	1230	30						
R ₁ = 0,029 cm/sec R ₂ = 0,074 cm/sec K _{fs} = 0,0053 cm/sec = 4,5408 m/d								

Meetpunt M8

Bodemlaag (cm-mv) = 24-29

$$H_1 \text{ (cm)} = 5$$
$$H_2 \text{ (cm)} = 10$$

Tijd (min)	Tijd (sec)	Interval (sec)	H ₁ = 5 cm			H ₂ = 10 cm		
			Waterniveau (cm)	Niveaoverschil (cm)	R ₁ (cm/sec)	Waterniveau (cm)	Niveaoverschil (cm)	R ₂ (cm/sec)
0	0							
	30	30						
1	60	30	9,0					
	90	30	10,0					
2	120	30	11,1					
	150	30	12,4					
3	180	30	13,5	1,1				
	210	30	14,7	1,2				
4	240	30	15,8	1,1				
	270	30	16,9	1,1				
5	300	30	18,0	1,1				
	330	30	19,0	1,0				
6	360	30	20,1	1,1				
	390	30	21,1	1,0				
7	420	30	22,2	1,1	0,036			
	450	30						
8	480	30				30,5		
	510	30				33,0		
9	540	30				35,2	2,2	
	570	30				37,6	2,4	
10	600	30				40,0	2,4	
	630	30				42,3	2,3	
11	660	30				44,7	2,4	0,079
	690	30						
12	720	30						
	750	30						
13	780	30						
	810	30						
14	840	30						
	870	30						
15	900	30						
	930	30						
16	960	30						
	990	30						
17	1020	30						
	1050	30						
18	1080	30						
	1110	30						
19	1140	30						
	1170	30						
20	1200	30						
	1230	30						

R₁ = 0,036 cm/sec
R₂ = 0,079 cm/sec
K_{fs} = 0,0046 cm/sec
= 3,9999 m/d

Meetpunt M9

Bodemlaag (cm-mv) = 13-18

$$H_1 \text{ (cm)} = 5$$
$$H_2 \text{ (cm)} = 10$$

Tijd (min)	Tijd (sec)	Interval (sec)	H ₁ = 5 cm			H ₂ = 10 cm		
			Waterniveau (cm)	Niveauverschil (cm)	R ₁ (cm/sec)	Waterniveau (cm)	Niveauverschil (cm)	R ₂ (cm/sec)
0	0							
	30	30						
1	60	30	8,0					
	90	30	9,0					
2	120	30	10,0					
	150	30	10,6					
3	180	30	11,3	0,7				
	210	30	11,9	0,6				
4	240	30	12,6	0,7				
	270	30	13,2	0,6				
5	300	30	13,8	0,6				
	330	30	14,4	0,6				
6	360	30	15,1	0,7	0,021			
	390	30						
7	420	30				22,5		
	450	30				24,3		
8	480	30				26,3		
	510	30				28,1		
9	540	30				29,8		
	570	30				31,6	1,8	
10	600	30				33,2	1,6	
	630	30				35,0	1,8	
11	660	30				36,8	1,8	
	690	30				38,6	1,8	
12	720	30				40,2	1,6	
	750	30				42,0	1,8	
13	780	30				43,7	1,7	0,057
	810	30						
14	840	30						
	870	30						
15	900	30						
	930	30						
16	960	30						
	990	30						
17	1020	30						
	1050	30						
18	1080	30						
	1110	30						
19	1140	30						
	1170	30						
20	1200	30						
	1230	30						

R₁ = 0,021 cm/sec

R₂ = 0,057 cm/sec

K_{fs} = 0,0042 cm/sec

= 3,6009 m/d

Meetpunt M10

Bodemlaag (cm-mv) = 9-14

$$H_1 \text{ (cm)} = 5$$
$$H_2 \text{ (cm)} = 10$$

			H ₁ = 5 cm			H ₂ = 10 cm		
Tijd (min)	Tijd (sec)	Interval (sec)	Waterniveau (cm)	Niveauverschil (cm)	R ₁ (cm/sec)	Waterniveau (cm)	Niveauverschil (cm)	R ₂ (cm/sec)
0	0							
	30	30						
1	60	30	8,5					
	90	30	9,7					
2	120	30	11,0					
	150	30	12,0					
3	180	30	13,0					
	210	30	14,0					
4	240	30	15,2	1,2				
	270	30	16,7	1,5				
5	300	30	18,3	1,6				
	330	30	19,7	1,4				
6	360	30	21,1	1,4				
	390	30	22,5	1,4				
7	420	30	23,8	1,3	0,046			
	450	30						
8	480	30				32,0		
	510	30				34,9		
9	540	30				37,5		
	570	30				40,2		
10	600	30				43,0	2,8	
	630	30				45,4	2,4	
11	660	30				47,5	2,1	
	690	30				50,0	2,5	
12	720	30				52,5	2,5	
	750	30				54,8	2,3	
13	780	30				57,0	2,2	0,078
	810	30						
14	840	30						
	870	30						
15	900	30						
	930	30						
16	960	30						
	990	30						
17	1020	30						
	1050	30						
18	1080	30						
	1110	30						
19	1140	30						
	1170	30						
20	1200	30						
	1230	30						

R₁ = 0,046 cm/sec

R₂ = 0,078 cm/sec

K_{fs} = 0,0026 cm/sec

= 2,2180 m/d