



INFILTRATIEONDERZOEK

HEUVELSTRAAT 3-42

TE SILVOLDE



Water



Rapportage Infiltratieonderzoek

Heuvelstraat 3-42 te Silvolde

Opdrachtgever	Wonion Postbus 145 7071 BV Uft
Rapportnummer	5491.002
Versienummer	D1
Status	Eindrapportage
Datum	7 februari 2018
Vestiging	Gelderland Fabriekstraat 19c 7005 AP Doetinchem 0314 - 365150 doetinchem@econsultancy.nl
Opsteller	R.A.P. Kempers, BSc
Paraaf	
Kwaliteitscontrole	ing. R. van den Berg
Paraaf	

Kwaliteitszorg

Voor het uitvoeren van doorlatendheidsonderzoek zijn geen wettelijke richtlijnen vastgesteld. Econsultancy voldoet voor haar overige dienstverlening ten aanzien van bodem aan alle wettelijke kwaliteitseisen. Tot aan het moment dat voor doorlatendheidsonderzoek kan worden gewerkt volgens vastgestelde protocollen en richtlijnen wordt daar waar mogelijk aangesloten aan algemene kwaliteitseisen zoals deze voor bodemonderzoek gelden.

Betrouwbaarheid

Dit onderzoek is op zorgvuldige wijze uitgevoerd conform de algemeen geldende normen en met behulp van gespecialiseerde apparatuur. Het onderzoek betreft een momentopname in de tijd en is steekproefsgewijs uitgevoerd, waardoor een beeld van de geohydrologische situatie wordt verkregen. Econsultancy accepteert op voorhand geen aansprakelijkheid ten aanzien van mogelijke beslissingen die de opdrachtgever naar aanleiding van het door Econsultancy uitgevoerde onderzoek neemt.

INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING	1
2.	LOCATIEGEGEVENS	1
3.	VELDWERK.....	2
3.1	Algemeen.....	2
3.2	Uitvoering.....	2
3.3	Lokale bodemopbouw	2
3.4	Grondwaterniveau	2
3.5	Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven.....	3
4.	RESULTATEN	4
5.	BEOORDELING.....	5

BIJLAGEN:

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

1. INLEIDING

Econsultancy heeft van Wonion opdracht gekregen voor het uitvoeren van een Infiltratieonderzoek aan de Heuvelstraat 3-42 te Silvolde.

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

Doel van het onderzoek is het verkrijgen van inzicht in zowel de bodemopbouw als de (actuele) grondwaterstand, het bepalen of de bodem geschikt is voor de infiltratie van hemelwater, alsmede het verkrijgen van representatieve k-waarden.

2. LOCATIEGEGEVENS

De onderzoekslocatie ($\pm 13.000 \text{ m}^2$) bestaat uit de woonpercelen Heuvelstraat 3-42 (even en oneven, met uitzondering van de percelen 23-29 oneven). De onderzoekslocatie is gelegen in de kern van Silvolde. De onderzoekslocatie wordt doorsneden door de openbare weg Heuvelstraat. Het openbaar gebied behoort niet tot de onderzoekslocatie.

Volgens het Actueel Hoogtebestand van Nederland (www.ahn.nl), bevindt het maaiveld zich op een hoogte van circa 13,0 m +NAP. De coördinaten van het midden van de onderzoekslocatie zijn X = 223.760, Y = 435.830.



Figuur 1. Ligging onderzoekslocatie.

De onderzoekslocatie bestaat uit diverse woonpercelen. De percelen aan de zuidwestzijde van de locatie zijn reeds sinds de jaren '20 van de vorige eeuw bebouwd. De overige percelen zijn medio jaren '40 van de vorige eeuw bebouwd.

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

3. VELDWERK

3.1 Algemeen

Voor het uitvoeren van een doorlatendheidsonderzoek gelden geen richtlijnen. De onderzoeksstrategie is in overleg met de opdrachtgever vastgesteld en betreft maatwerk. Ten aanzien van de uitvoering is aangesloten op het VKB-protocol 2001 "Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen".

Het veldwerk omvatte het zintuiglijk beoordelen van aanwezige bodemlagen door middel van het handmatig opboren van bodemmateriaal. De aanwezige bodemlagen zijn hierbij nauwkeurig beschreven en de posities van de betreffende boorpunten zijn op kaart vastgelegd. Op de locatieschets in bijlage 2 is de situering van de meetpunten aangegeven. Van het opgeboorde materiaal is een boorbeschrijving conform de NEN 5104 gemaakt (zie bijlage 3).

3.2 Uitvoering

Om inzicht te krijgen in de (diepere)bodemopbouw is gebruik gemaakt van de boringen die zijn geplaatst in het kader van het verkennend bodemonderzoek (5491.001). In totaal zijn er met behulp van een edelmanboor en een riversideboor 33 boringen geplaatst; 23 boringen tot 0,5 m -mv, 1 boring tot 1,0 m -mv, 8 boringen tot 3,0 m -mv en 1 boring tot 5,2 m -mv. Het veldwerk van het verkennend bodemonderzoek is uitgevoerd op 25 januari 2018. Op basis van de bodemopbouw is het te onderzoeken traject bepaald waarna op 8 locaties de doorlatendheid in het veld is gemeten.

3.3 Lokale bodemopbouw

De bodem bestaat voornamelijk uit zwak siltig, matig grof, zwak grindig zand. De bovengrond bestaat uit matig fijn zand en is bovendien zwak tot matig humeus. Plaatselijk is de bovengrond sterk geërodeerd. Er zijn geen storende lagen en/of gleyverschijnselen in de ondergrond waargenomen.

3.4 Grondwaterniveau

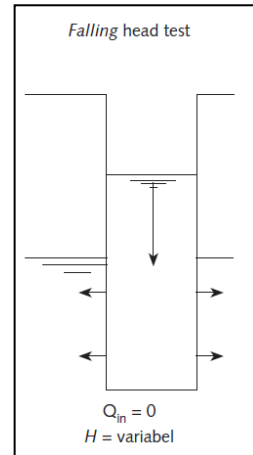
In het archief van TNO is in de directe nabijheid van het plangebied geen bruikbare grondwaterdata beschikbaar. Dit komt doordat de onderzoekslocatie circa 3,0 m hoger gelegen is ten opzichte van de grondwaterputten in de omgeving. Op basis van de beschikbare literatuur gegevens kunnen derhalve geen uitspraken worden gedaan omtrent de GHG of GLG. Tijdens het uitvoeren van het veldwerk is tot een diepte van 5,2 m -mv geen grondwater aangetroffen ook zijn er geen gleyverschijnselen aangetroffen. Echter is in de achtertuin van de Heuvelstraat nummer 26 het grondwater ter plaatse van een voormalige beregeningsbron gepeild op 6,1 m -mv. Deze locatie is ten opzichte van de gehele heuvelstraat hoger gelegen. Daarom kan gesteld worden dat de GHG voor de gehele planlocatie hoogstwaarschijnlijk dieper is gelegen dan 5,0 m -mv.

3.5 Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven

Op basis van de profielbeschrijvingen zijn de te onderzoeken bodemlagen vastgesteld. Vervolgens is in de directe nabijheid van de referentieboring, per meting, een nieuwe boring verricht tot in de te onderzoeken homogene bodemlaag. Bij de keuze van de te onderzoeken bodemlaag is rekening gehouden met de doelstelling van het onderzoek.

De doorlatendheid (k-waarde) van de bodem is bepaald met behulp van de Falling head-methode (omgekeerde Hooghoudt-methode). Bij de Falling head-methode wordt na eenmalig opbrengen van een waterkolom de zaksnelheid van het water gemeten.

Om instorting van het boorgat te voorkomen, is in het boorgat een filterbuis aangebracht die aan de onderzijde over een lengte van 1 m is geperforeerd. Na plaatsen van de filterbuis is water opgebracht. Voor het meten van de waterstandsaling is gebruik gemaakt van een digitale drukopnemer (Diver). De doorlatendheidsmeting is een aantal malen herhaald teneinde verzadigde doorlatendheid te verkrijgen en een gemiddelde te kunnen berekenen. Aan de hand van de zaksnelheid is vervolgens met behulp van de formule van Hooghoudt de gemiddelde doorlatendheid (k-waarde) berekend.



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

waarbij:

t = tijd sinds het begin van de meting [dag]

h_t = hoogte van de waterkolom in het boorgat op tijdstip t [m]

h_0 = ht op tijdstip $t = 0$

4. RESULTATEN

Tabel I geeft een overzicht van het uitgevoerde veldwerk en de bodemlaag waarin een in-situ doorlatendheidsmeting is uitgevoerd. Tevens zijn in de tabel de resultaten van de berekende k-waarden weergegeven en is de doorlatendheid van de bodem per boring en traject beoordeeld conform de classificatie uit tabel II. Bijlage 4 bevat de grafische uitwerking en de berekening van de k-waarden.

Tabel I. Overzicht k-waarde per meting

Boring	Aantal Metingen (*A)	Onderzochte bodemlaag (cm -mv)	Textuur	Opmerkingen	K-waarde (m/dag)	Beoordeling doorlatendheid
A01	3	50 tot 150	zwak siltig, matig grof zand	-	> 10	zeer goed
C01	3	100 tot 200	zwak siltig, matig grof zand	-	> 10	zeer goed
C06	3	0 tot 100	zwak siltig, matig grof zand	-	> 10	zeer goed
C11	3	0 tot 100	zwak siltig, matig grof zand	-	> 10	zeer goed
C16	3	100 tot 200	zwak siltig, matig grof zand	-	> 10	zeer goed
C20	3	50 tot 150	zwak siltig, matig grof zand	-	> 10	zeer goed
C23	3	0 tot 100	zwak siltig, matig grof zand	-	> 10	zeer goed
C28	3	50 tot 150	zwak siltig, matig fijn zand	-	> 10	zeer goed
(*A) De meest representatieve meting is gebruikt voor het berekenen van de (verzadigde) doorlatendheid.						

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)	

5. BEOORDELING

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

De doorlatendheid van de bodem wordt over het algemeen geclassificeerd als zeer goed doorlatend, waarbij k-waarden van > 10 m/dag zijn aangetoond.

Op basis van de resultaten uit het waterdoorlatendheidsonderzoek wordt de bodem binnen de onderzoekslocatie, mede op basis van de textuur, geschikt geacht voor de infiltratie van hemelwater. Geadviseerd om voor het dimensioneren van de infiltratievoorzieningen een rekenwaarde te hanteren van maximaal 10 m/dag.

Bij het maken van de keuze voor het type (infiltratie)voorziening (dimensionering) is het tevens van belang rekening te houden met de Gemiddelde Hoogste grondwaterstand (GHG), het afstromend verhard oppervlak en het beleid van het bevoegd gezag.

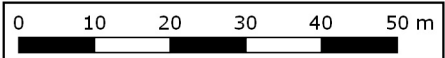
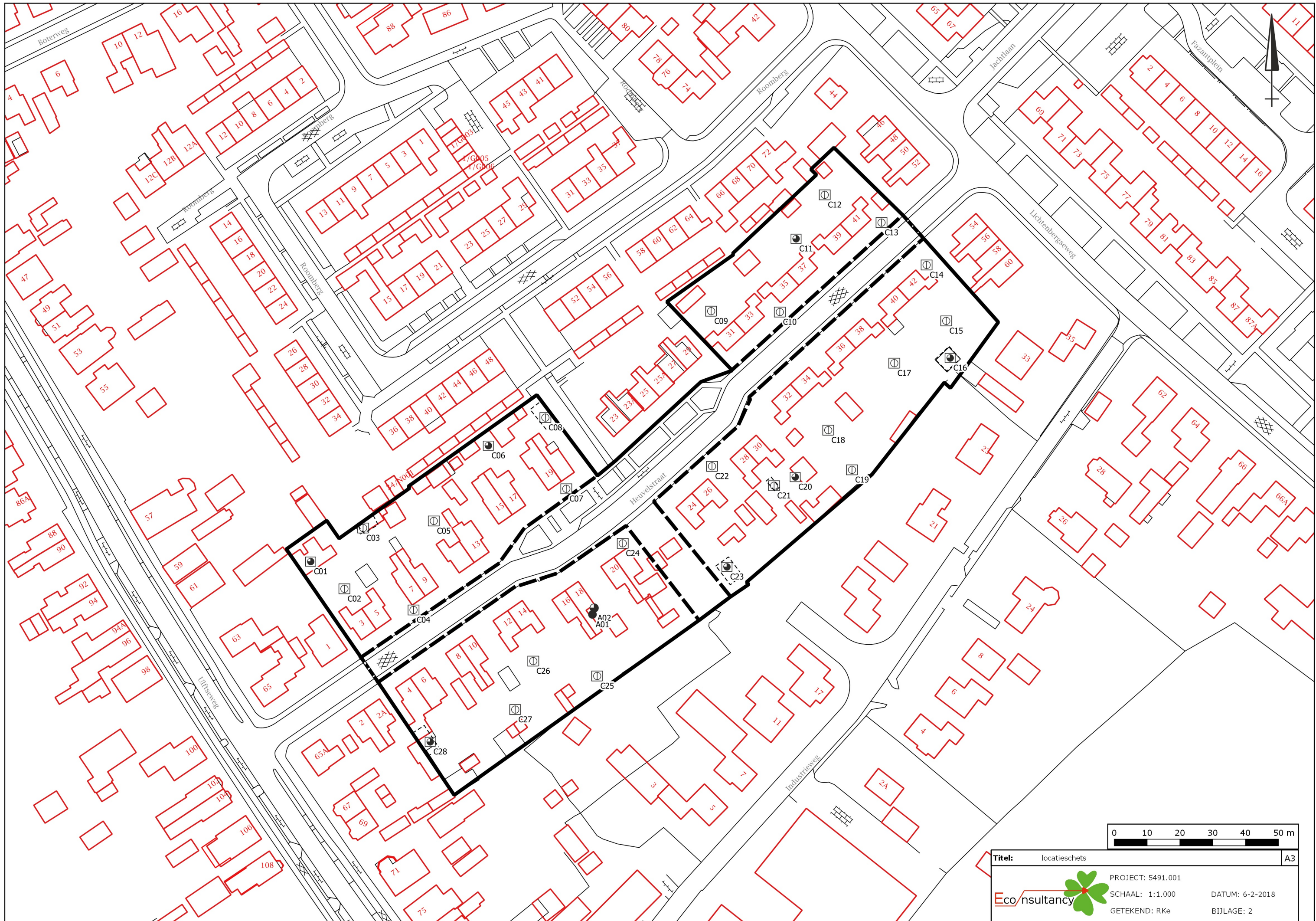
Econsultancy
Doetinchem, 7 februari 2018

This is a detailed topographic map of the Silvolde region in the Netherlands. The map shows the city of Silvolde at its center, with a black arrow pointing to a specific location in the city center, near the railway station. Surrounding Silvolde are several other villages and towns, including Terborg to the northwest, Ulf to the southwest, and Bontebrug to the southeast. The Oude IJssel river flows through the area, and various roads and railways are depicted. The map also shows numerous smaller settlements and landmarks, such as Heidekamp, Voorbroek, and De Beumer. The terrain is marked with contour lines and elevation numbers.

Schaal 1:25.000

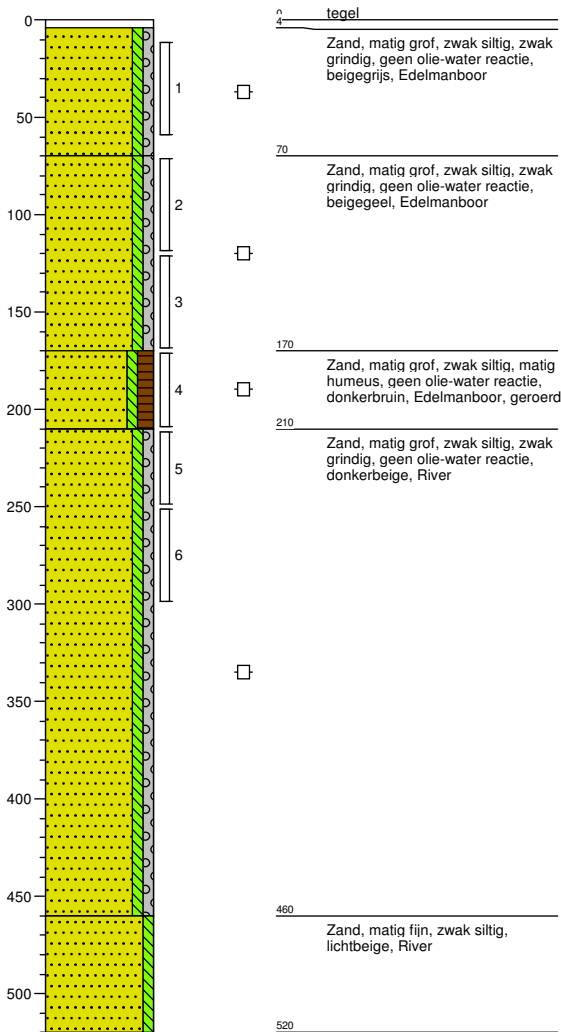
Deze kaart is noordgericht

Bijlage 2 Locatieschets en boorlocaties

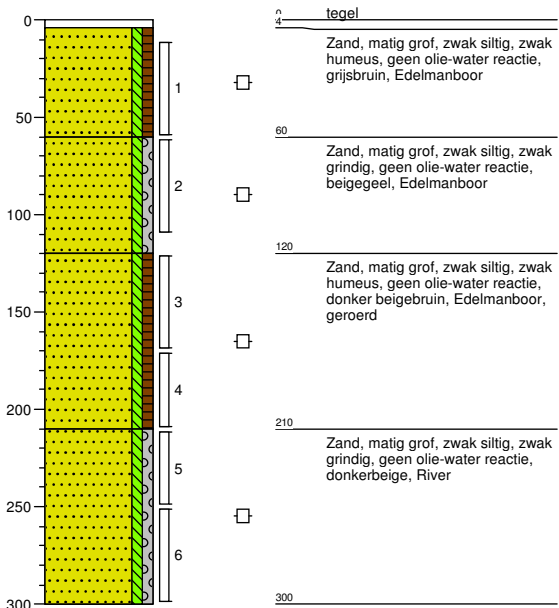


Bijlage 3 Boorprofielen

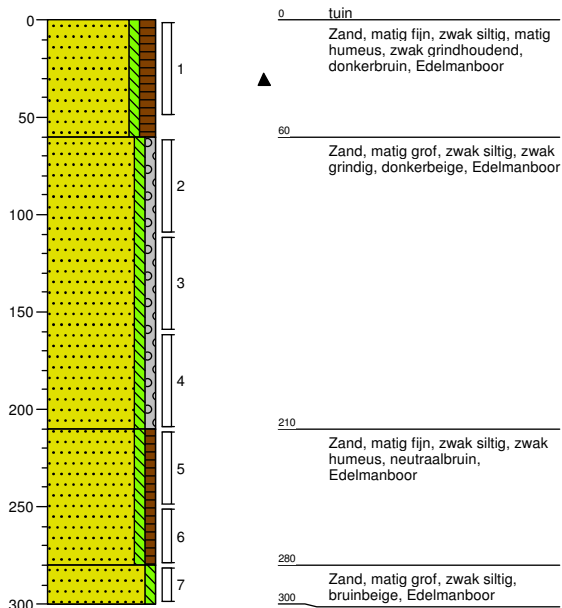
Boring: A01



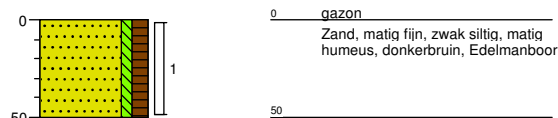
Boring: A02



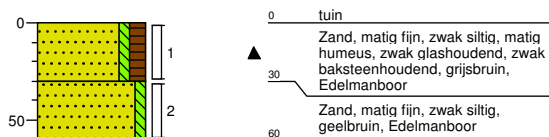
Boring: C01



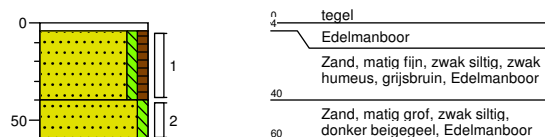
Boring: C02



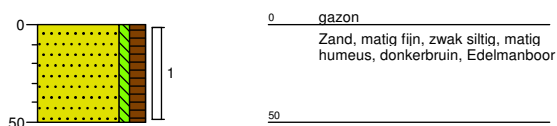
Boring: C03



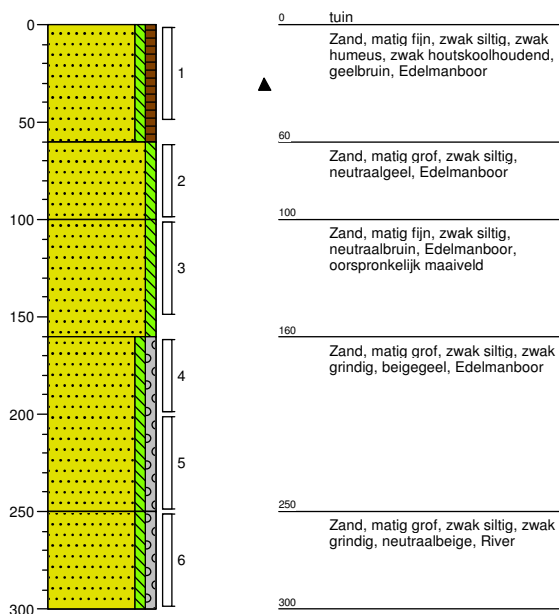
Boring: C04



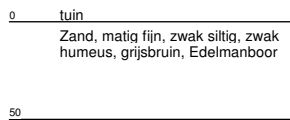
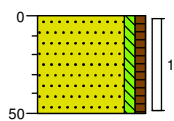
Boring: C05



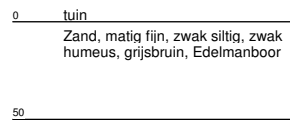
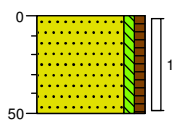
Boring: C06



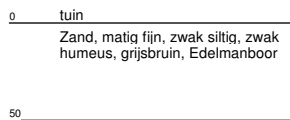
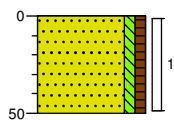
Boring: C07



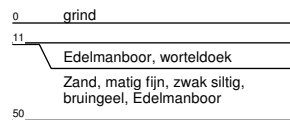
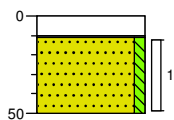
Boring: C08



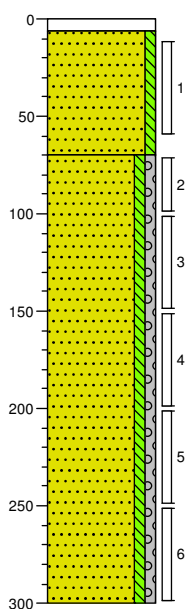
Boring: C09



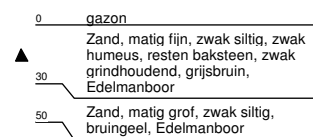
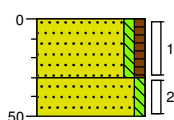
Boring: C10



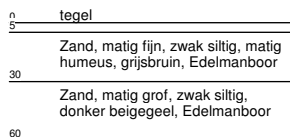
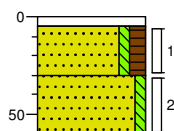
Boring: C11



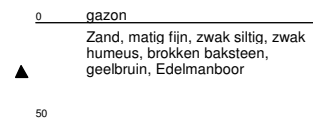
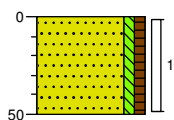
Boring: C12



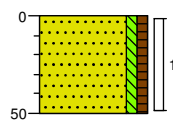
Boring: C13



Boring: C14



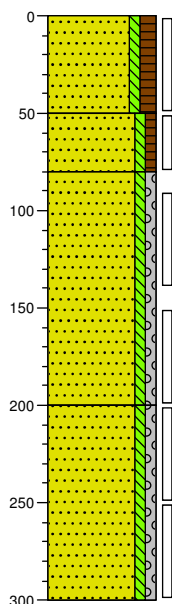
Boring: C15



0 tuin
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, grijsbruin, Edelmanboor

50

Boring: C16



0 tuin
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, donkerbruin, Edelmanboor

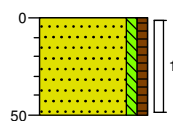
50 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak humeus, grijsbruin, Edelmanboor

80 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, donker geelbeige, River

200 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, neutraalbeige, River

300

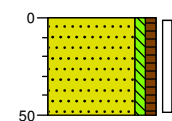
Boring: C17



0 tuin
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraalbruin, Edelmanboor

50

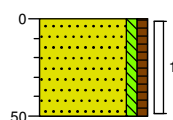
Boring: C18



0 tuin
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, grijsbruin, Edelmanboor

50

Boring: C19

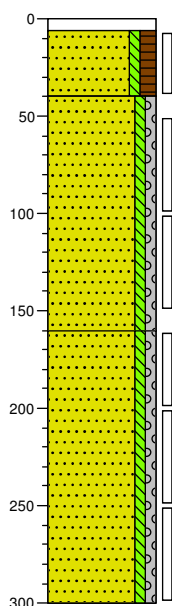


0 tuin
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak baksteenhoudend, zwak betonhoudend, resten glas, zwak aardewerkhoudend, grijsbruin, Edelmanboor



50

Boring: C20



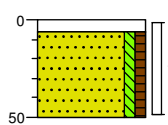
0 tegel
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, donkerbruin, Edelmanboor

40 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, donker geelbeige, Edelmanboor

160 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, lichtbeige, River

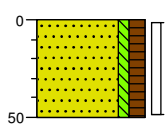
300

Boring: C21



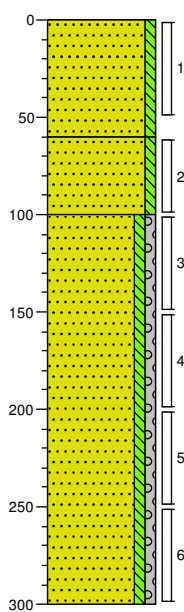
0 tegel
5
Zand, matig grof, zwak siltig, zwak humeus, bruingeel, Edelmanboor, geroerd
50

Boring: C22



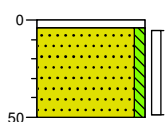
0 tuin
5
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50

Boring: C23



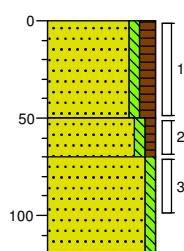
0 braak
5
Zand, matig fijn, zwak siltig, grijsbruin, Edelmanboor
60
Zand, matig grof, zwak siltig, lichtbeige, Edelmanboor
100
Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, donkerbeige, Edelmanboor
300

Boring: C24



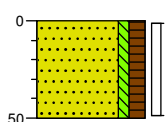
0 tuin
4
Edelmanboor
Zand, matig grof, zwak siltig, bruinbeige, Edelmanboor
50

Boring: C25



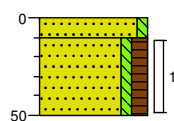
0 braak
5
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, sterk baksteenhoudend, neutraalbruin, Edelmanboor, asbestplaten en dakpannen op maaiveld
50
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, matig kolengruishoudend, grijsbruin, Edelmanboor
70
Zand, matig grof, zwak siltig, beigegeel, Edelmanboor
120

Boring: C26



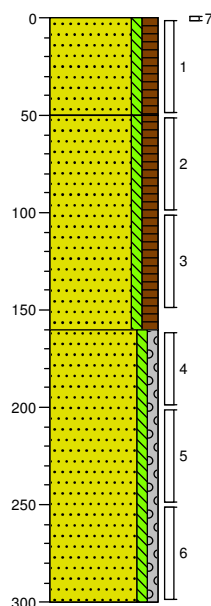
0 gazon
5
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50

Boring: C27



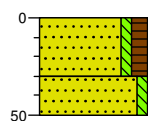
0 tuin
10 Zand, matig grof, zwak siltig, lichtgrijs, Edelmanboor, onder vml straatwerk
50 Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, donkerbruin, Edelmanboor

Boring: C28



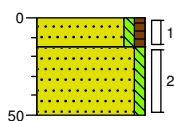
0 tuin
7 Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, sterk asbesthoudend, brokken baksteen, resten bitumen, zwak betonhoudend, neutraalbruin, Edelmanboor, puin is bestratingmateriaal
50 Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, neutraalbruin, Edelmanboor
160 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, neutraalbeige, Edelmanboor
300

Boring: C29



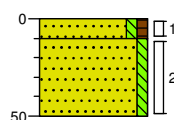
0 tuin
30 Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, zwak baksteenhoudend, resten plastic, zwak grindhoudend, grijsbruin, Edelmanboor
50 Zand, matig grof, zwak siltig, beigegeel, Edelmanboor

Boring: C30



0 tuin
15 Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, matig houtskoolhoudend, resten ijzer, grijsbruin, Edelmanboor
50 Zand, matig grof, zwak siltig, geelbruin, Edelmanboor

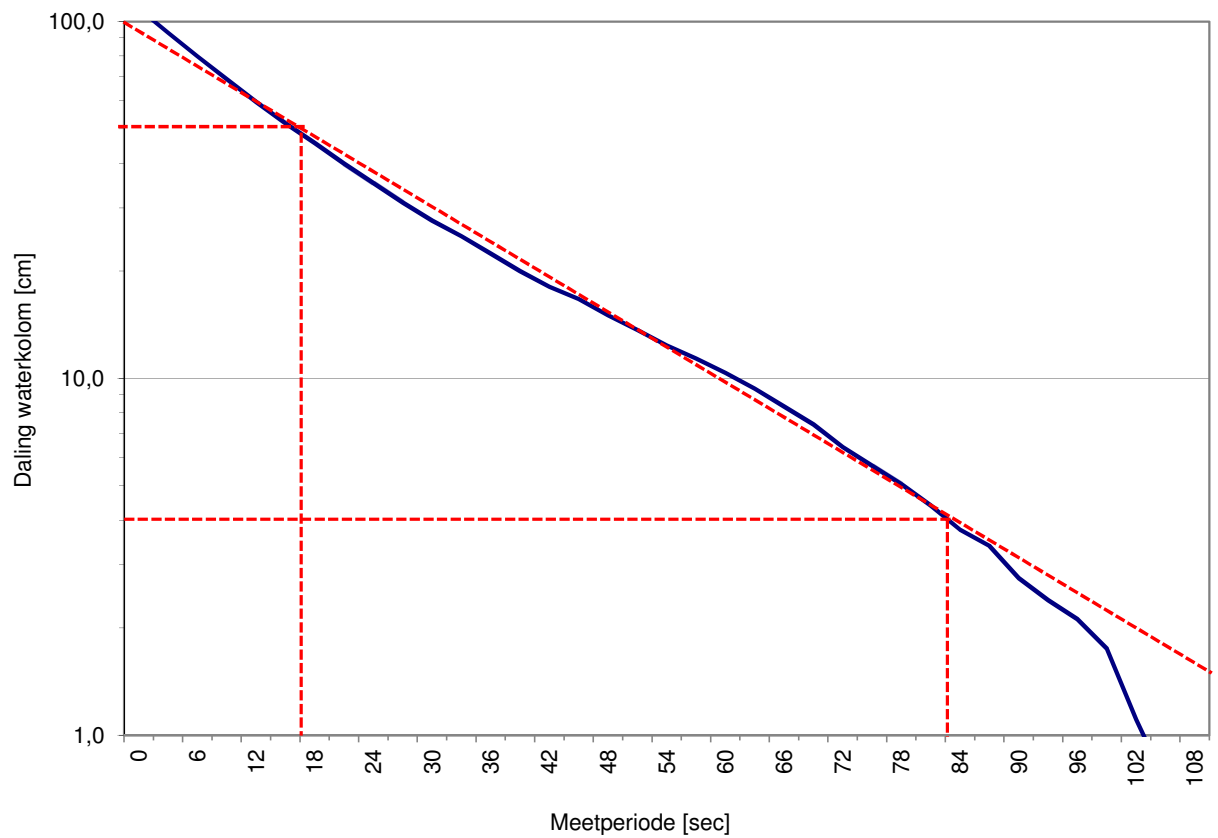
Boring: C31



0 tuin
10 Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, sterk houtskoolhoudend, zwak ijzerhoudend, grijsbruin, Edelmanboor
50 Zand, matig grof, zwak siltig, geelbruin, Edelmanboor

Bijlage 4 Berekende k-waarden

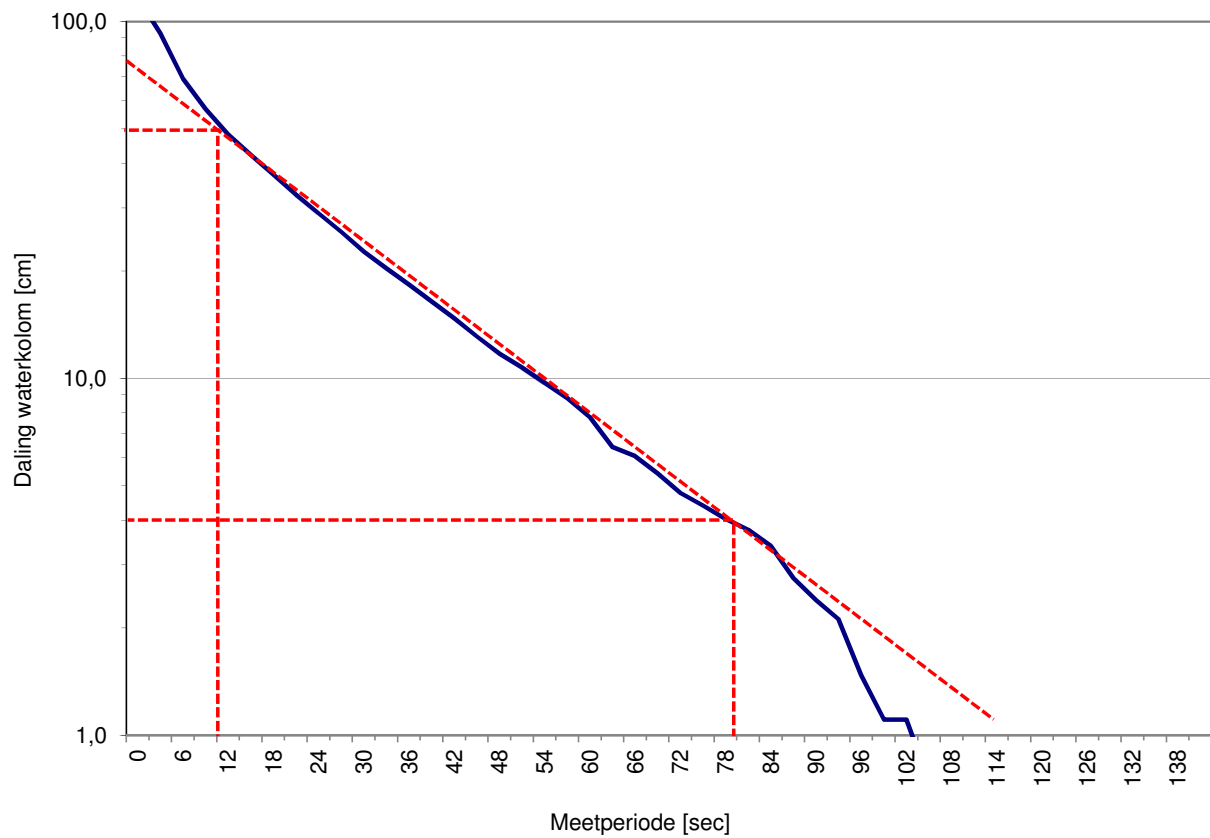
A01 meting 3 [0,5 - 1,5 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	66
LOG h0 [cm]	50
LOG ht [cm]	4
r [cm]	4,5
k m/dag	62,5

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

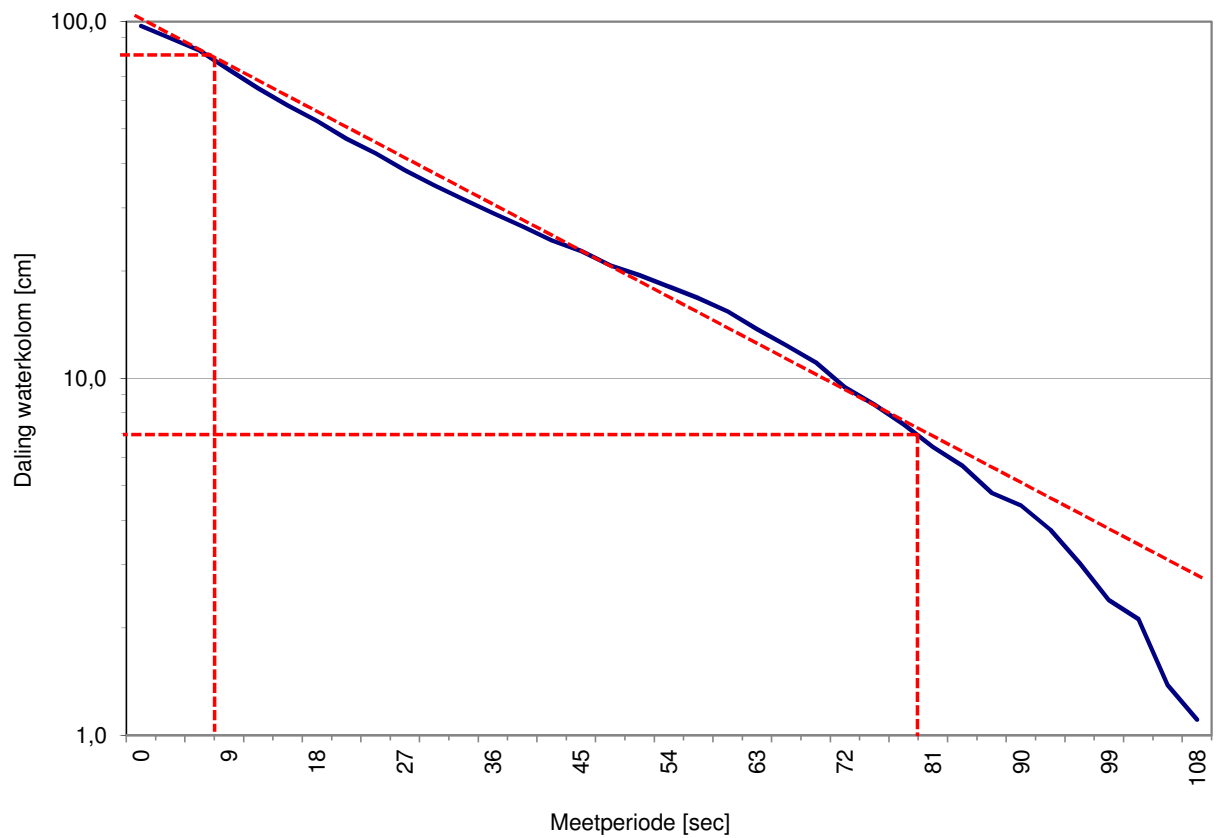
C01 meting 2 [1,0 - 2,0 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	69
LOG h0 [cm]	50
LOG ht [cm]	4
r [cm]	4,5
k m/dag	59,8

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

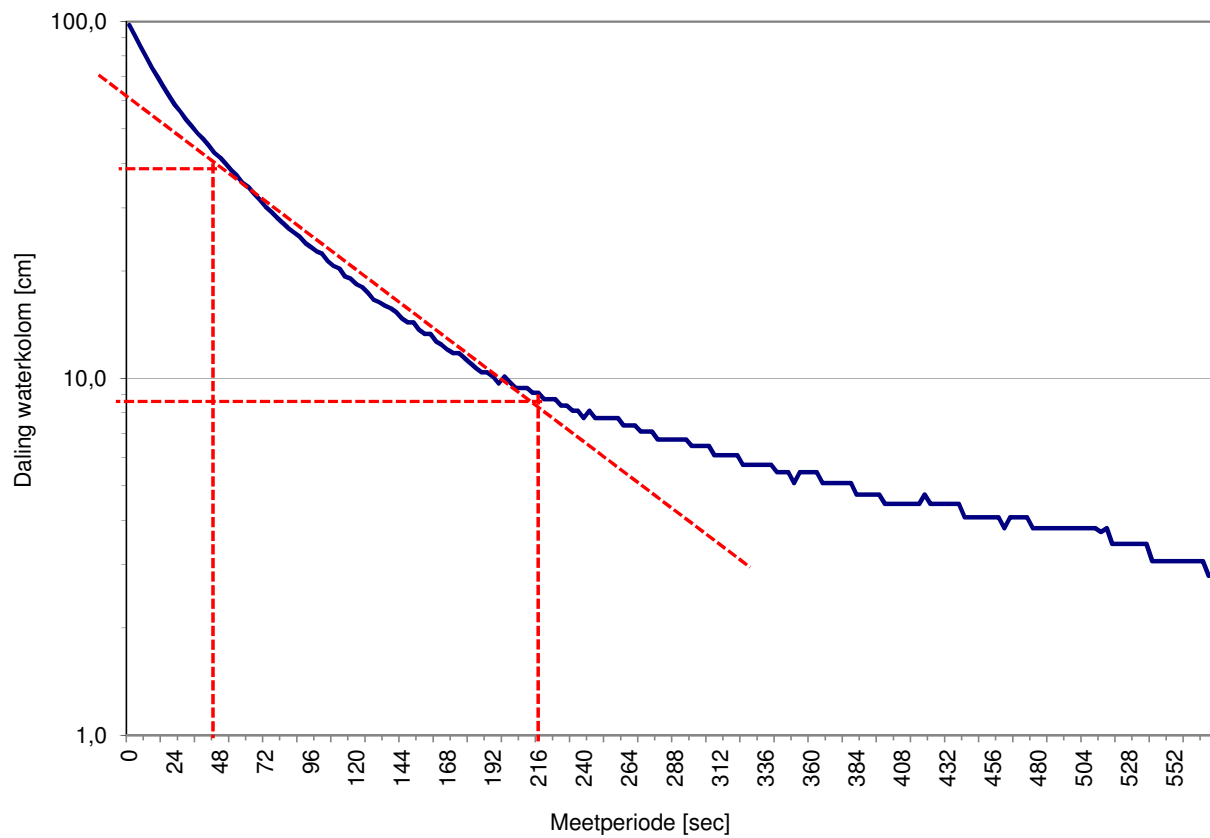
C06 meting 3 [0,0 - 1,0 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	72
LOG h0 [cm]	80
LOG ht [cm]	7
r [cm]	4,5
k m/dag	58,9

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

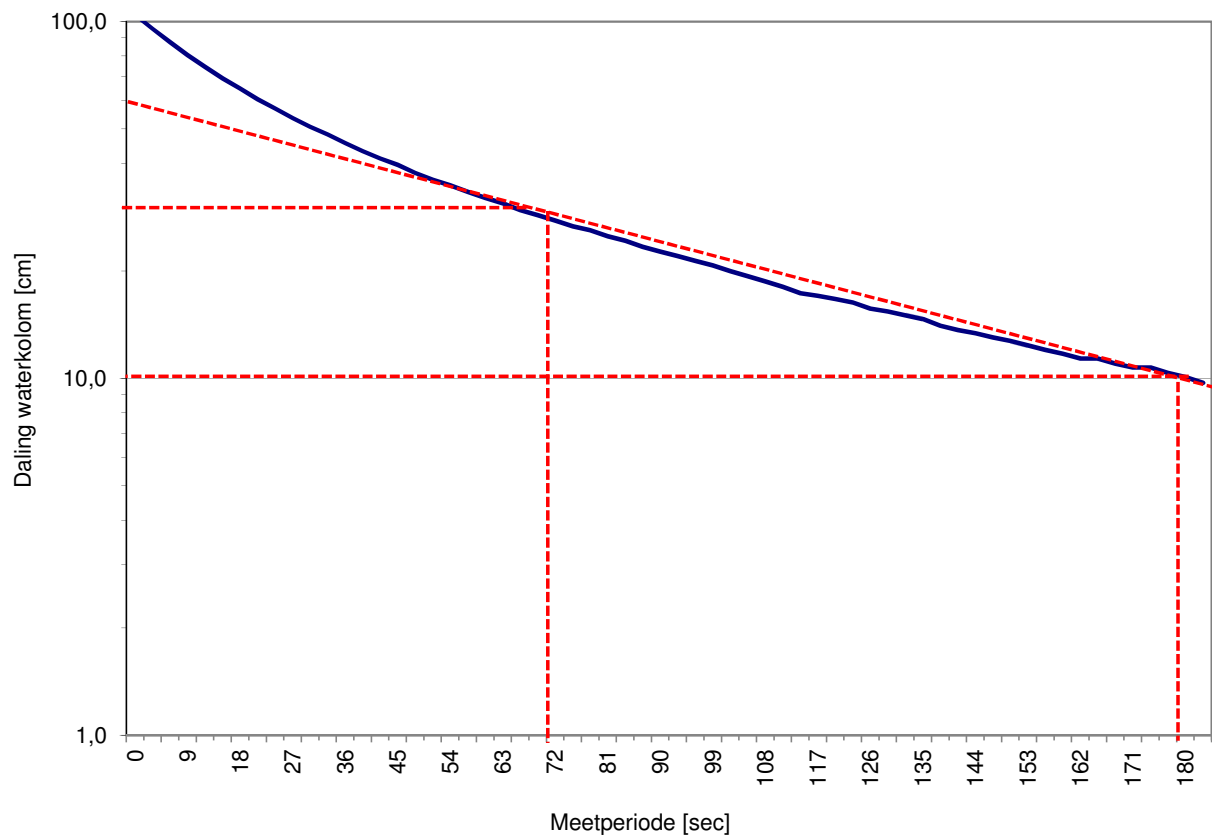
C11 meting 3 [0,0 - 1,0 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	168
LOG h ₀ [cm]	40
LOG h _t [cm]	9
r [cm]	4,5
k m/dag	15,3

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

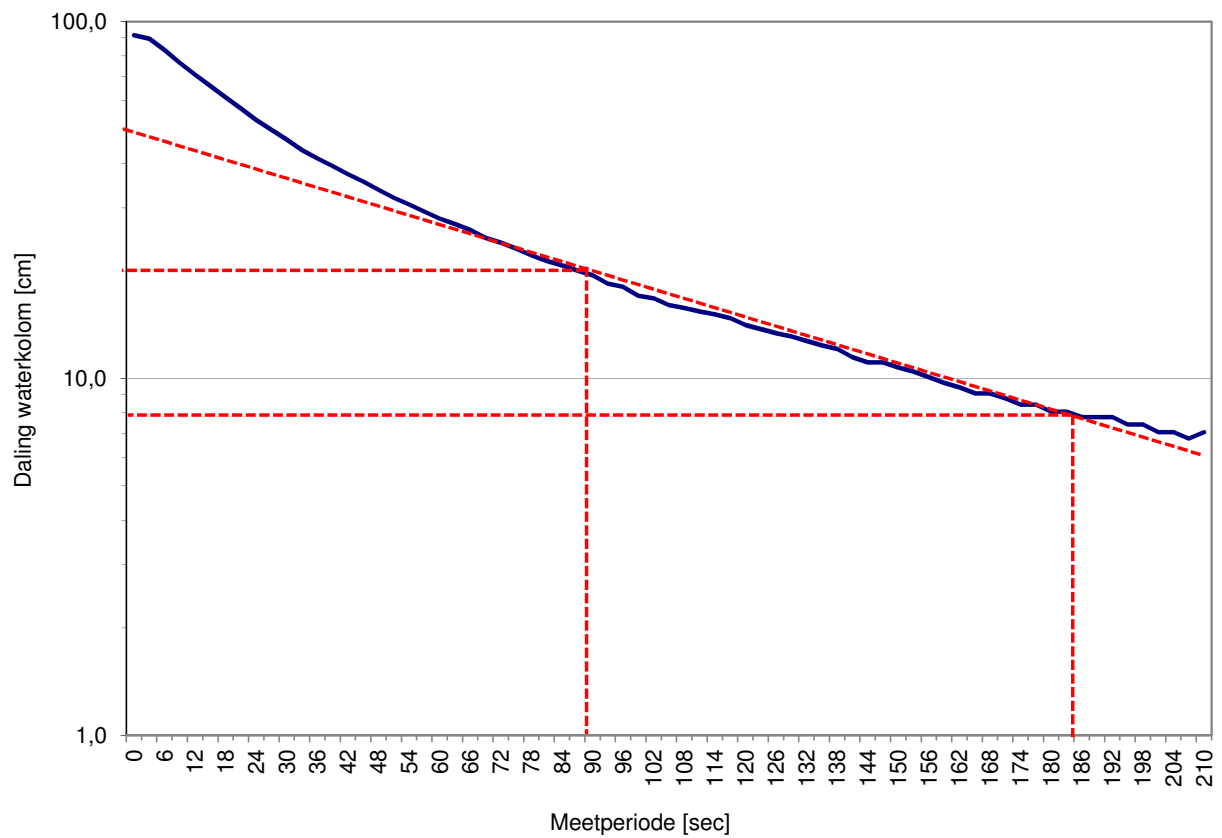
C16 meting 3 [1,0 - 2,0 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	108
LOG h0 [cm]	30
LOG ht [cm]	10
r [cm]	4,5
k m/dag	17,4

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

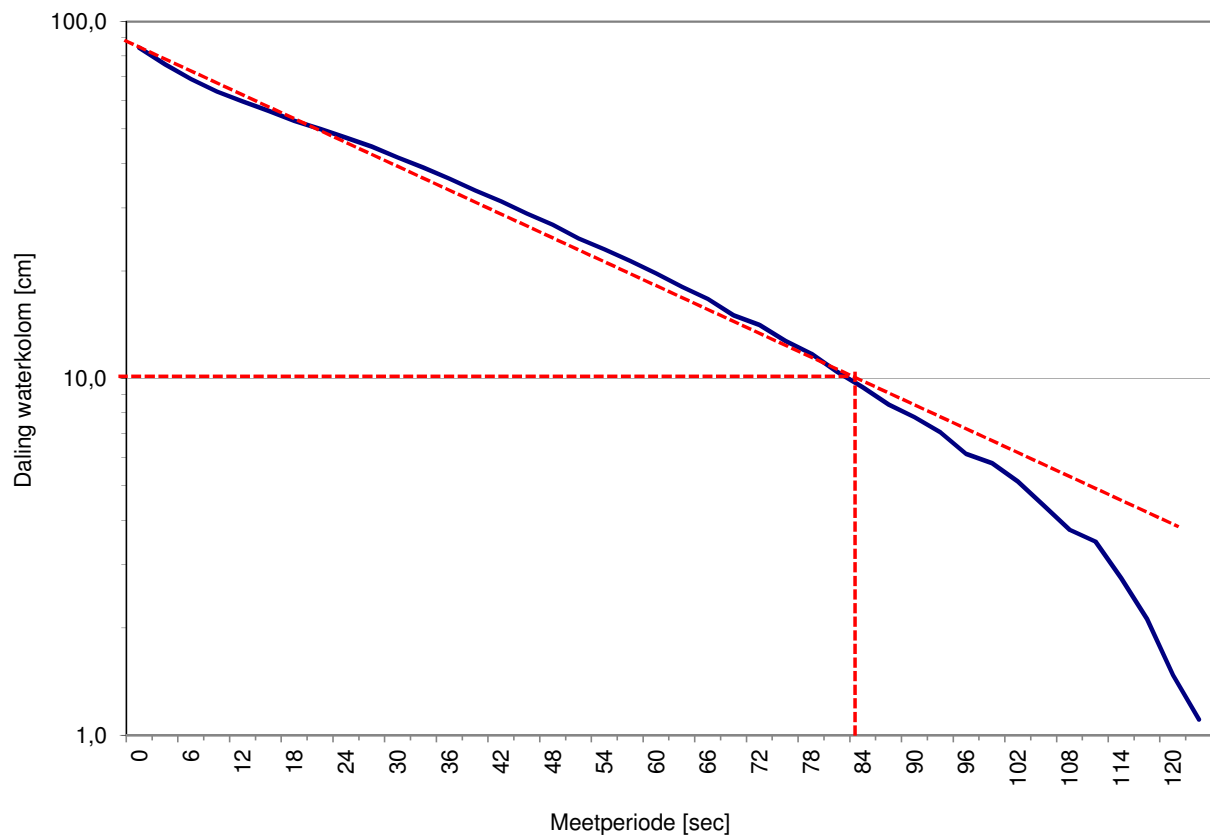
C20 meting 3 [0,5 - 1,5 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	96
LOG h ₀ [cm]	20
LOG h _t [cm]	9
r [cm]	4,5
k m/dag	13,8

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

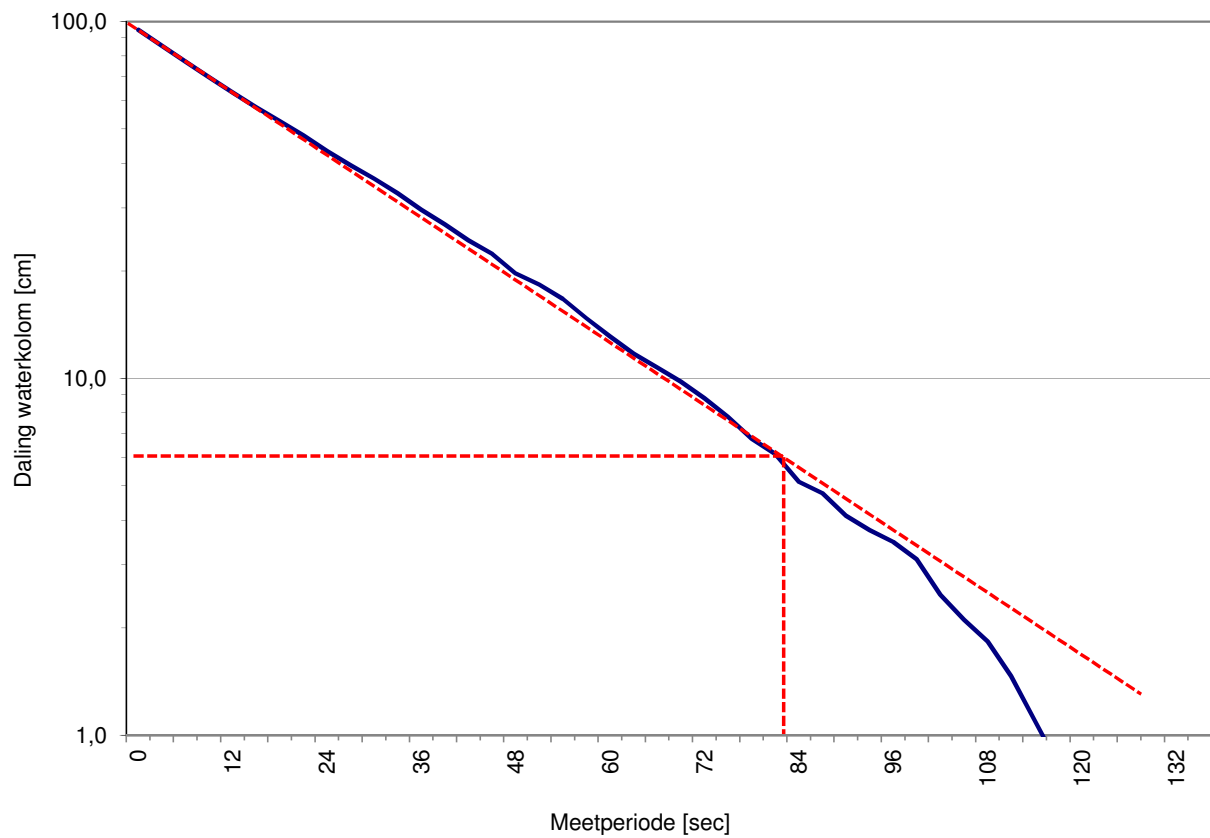
C23 meting 3 [0,0 - 1,0 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	84
LOG h0 [cm]	90
LOG ht [cm]	10
r [cm]	4,5
k m/dag	46,7

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

C28 meting 3 [0,5 - 1,5 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	84
LOG h0 [cm]	100
LOG ht [cm]	6
r [cm]	4,5
k m/dag	58,2

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

