

Infiltratieonderzoek

6117420121 - Lokale heraanleg Wiedauwkaai
9000 Gent

Definitief

De Vlaamse Waterweg nv
Havenstraat 44
3500 Hasselt

Sweco Belgium bv
Berchem, 28/08/2023

Verantwoording

Titel : INFILTRATIEONDERZOEK

Subtitel : 6117420121 - Lokale heraanleg Wiedauwkaai
9000 Gent

Projectnummer : 4017420133

Referentienummer : RAP01A-4017420133 INF.


Revisie : A

Datum : 28/08/2023


Auteur(s) : Simon Van Geet

E-mail adres : arnaud.struyf@swecobelgium.be

Gecontroleerd door : Arnaud Struyf

Paraaf gecontroleerd : 

Goedgekeurd door : Arnaud Struyf

Paraaf goedgekeurd : 

Contact : Simon Van Geet
M: +32 497 17 52 60
Simon.VanGeet@swecobelgium.be
Sweco Belgium bv
Posthofbrug 2-4, bus1-2600 Antwerpen
T +32 3 808 10 96
www.swecobelgium.be



Sweco Belgium bv is lid van de vereniging van erkend bodemsaneringsdeskundigen (VEB) en van de vereniging van bodemdeskundigen in Brussel en Wallonië (FEDEXSOL) en is door KIWA gecertificeerd volgens het kwaliteitssysteem van VEB.

Inhoudsopgave

1	Administratieve gegevens.....	4
1.1	Identiteit van de opdrachtgever	4
2	Voorstudie	5
2.1	Identificatie van het project	5
2.2	Werkwijze.....	5
2.2.1	Dubbele ring infiltrometer	6
2.2.2	Omgekeerde methode van Hooghoudt.....	7
3	Bespreking van veldonderzoek.....	8
4	Overzichtsplan uitgevoerde infiltraties	11
5	Besluit infiltratieonderzoek	12

BIJLAGEN

Bijlage I	Boorprofielen
Bijlage II	Overzichtsplan uitgevoerde infiltraties
Bijlage III	Grafiek meetgegevens
Bijlage IV	Infiltratiecapaciteit in functie van de grondsoort

1 Administratieve gegevens

1.1 Identiteit van de opdrachtgever

Naam	De Vlaamse Waterweg nv
Straat + nr	Havenstraat 44
Postnummer	3500
Gemeente	Hasselt
Telefoonnr.	-
Faxnr.	-
Contactpersoon	-

2 Voorstudie

2.1 Identificatie van het project

Naam van het werk	6117420121 - Lokale heraanleg Wiedauwkaai te Gent
Besteknr. / Projectnr.	Sweco: 4017420133 De Vlaamse Waterweg nv: ARW20-007

Lambertcoördinaten

Code	X-coördinaat	Y-coördinaat
I1a-d	104914	197139
I2a-d	104892	197068
PB1	104912	197134
PB2	104913	197080
PB3	104916	197004
PB4	104917	196919

2.2 Werkwijze

Conform de code van goede praktijk dienen per proefkader dat onderzocht wordt (+/- 20 m²) minimaal drie en bij voorkeur vier infiltratieproeven uitgevoerd te worden op verschillende plaatsen en op dezelfde diepte. De gemiddelde waarde bekomen uit deze proeven is de infiltratiecapaciteit waarmee verder gewerkt kan worden. In geval van relevante uitschieters bij de gemeten waarden, dient de oorzaak van de afwijkende waarden te worden onderzocht. Wanneer de afwijking niet kan verklaard worden, wordt de waarde niet verder meegenomen en dient een bijkomende infiltratieproef uitgevoerd te worden.

Sweco stelt standaard de meest kwalitatieve optie voor van 4 infiltratieproeven per locatie. Een eventueel afwijkend resultaat wordt op deze manier reeds ondervangen waardoor een bijkomende infiltratieproef in de meeste gevallen niet noodzakelijk is.

Voor dit project worden twee verschillende proefopstellingen gebruikt. Enerzijds de dubbele ring methode voor de infiltratievoorzieningen die hoofdzakelijk verticale infiltratie beogen en anderzijds de omgekeerde Hooghoudt methode voor de infiltratievoorzieningen die zowel verticale als horizontale infiltratie beogen.

2.2.1 Dubbele ring infiltrometer

De infiltratieproeven worden uitgevoerd met behulp van een dubbele ring infiltrometer. De proefopstelling van de dubbele ring infiltrometer bestaat uit 2 plastic buizen van verschillende diameter maar met gelijke lengte dewelke in mekaar geplaatst worden. De binnenste buis wordt centraal in de buitenste buis geplaatst. Vervolgens wordt de onderzijde van beide buizen lichtjes in de bodem gedrukt op de diepte waar de infiltratieproef zal plaatsvinden. Beide buizen worden tot de rand gevuld met water.

Vanaf het moment dat de infiltrometer gevuld is met water kan de infiltratieproef starten. Het water zal in de bodem infiltreren. Het niveau in de buitenste buis zal, omwille van zijdelingse infiltratie, sneller dalen dan in de binnenste buis. Vanuit de binnenste buis infiltreert het water enkel loodrecht naar beneden. De infiltratiesnelheid kan worden opgemeten door de daling van de waterstand in de binnenste buis te noteren en weer te geven in functie van de tijd.

2.2.1.1 Bepaling K-waarde

De infiltratiecapaciteit van een bodem in functie van de tijd heeft een asymptotisch gedrag, dwz de eigenschap om snel af te nemen in de tijd en vervolgens te stabiliseren op een bepaalde waarde. Deze waarde wordt bereikt als de hoeveelheid water die bezinkt gedurende een bepaalde periode stabiel blijft, gewoonlijk na 15 tot 60 minuten voor zandige bodems, afhankelijk van de grondwaterstand.

Van deze stabiele periode wordt het waterniveau uitgezet ten opzichte van de tijd. Door het invoegen van een trendlijn tussen deze uitgezette punten worden de trends in de gegevensreeks grafisch weergegeven. Er wordt een passende rechte lijn (met de methode van de kleinste kwadraten) berekend met de volgende vergelijking:

$$y = mx + b$$

met:

m = richtingscoëfficiënt
b = het snijpunt met de y-as.

De richtingscoëfficiënt (m) van deze trendlijn geeft dan de infiltratiecapaciteit weer in cm/s.

Van de trendlijn wordt ook de R-kwadraatswaarde berekend. Deze geeft aan hoe dicht de geschatte waarden voor de trendlijn de eigenlijke gegevens benaderen. Hoe dichter de waarde van R-kwadraat bij 1 ligt, hoe betrouwbaarder de trendlijn is.

2.2.2 Omgekeerde methode van Hooghoudt

De omgekeerde Hooghoudt-methode kan worden toegepast voor het bepalen van de doorlatendheid in de grond boven de grondwaterstand (onverzadigde zone). Voor deze bepaling wordt een boorgat gemaakt tot de gewenste einddiepte waarin een filterbuis wordt geplaatst. Vervolgens wordt een hoeveelheid water toegevoegd aan de infiltratiebuis totdat de bodem rondom de peilbuis volledig verzadigd is. Per tijdseenheid wordt de lengte van de waterkolom gemeten, om vast te stellen in welke mate het water in het boorgat is gezakt. Voor het meten van de waterstandsval wordt gebruik gemaakt van een drukopnemer (Diver). Met deze methode wordt de werking van een infiltratiebuis zoveel mogelijk gesimuleerd.

Het boorgat wordt meermaals gevuld met water zodat verzadiging van de bodem kan plaatsvinden. Voor het bepalen van de k-waarde worden enkel de laatste 25% van de cyclus in rekening gebracht, op deze wijze wordt de infiltratiecapaciteit bepaald in een natte grond.

Via de plaatsing van een peilbuis kan de grondwaterstand bepaald worden.

2.2.2.1 Bepaling K-waarde

De K-waarde wordt bepaald aan de hand van de onderstaande formule.

$$K = 1.15 \times r_w \times \tan \alpha$$

Waarbij:

$$\tan \alpha = \frac{\log \left(h(0) + \frac{r_w}{2} \right) - \log \left(h(t) + \frac{r_w}{2} \right)}{t}$$

met:

- h(0) = waterhoogte in het boorgat op t=0 (m)
- r_w = straal van het boorgat (m)
- h(t) = waterhoogte in het boorgat op t (m)
- k = (verzadigde) doorlaatfactor (m/dag)
- t = tijd (dagen)

3 Bespreking van veldonderzoek

De veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd door ASA BVBA en Sweco Belgium bv op 04/08/2023. In onderstaande tabellen worden de resultaten van het veldwerk weergegeven.

Tabel 3.1 Gegevens infiltratieproeven I1a-d

Omgekeerde Hooghoudt	Diepte (m-mv)	Diver
I1a	1.41 - 1.8	DK692
I1b	1.73 - 1.8	AJ962
I1c	1.1 - 1.8	AV369
I1d	1.61 - 1.8	AJ935

Tabel 3.2 Gegevens infiltratieproeven I2a-d

Dubbele Ring	Diepte (m-mv)	Trendlijn	R ² -waarde	Diver
I2a	0.65	$y = -0.00375 x + 1101.69$	0.997	EE833
I2b	0.65	$y = -0.01249 x + 1100.89$	0.997	EE829
I2c	0.65	$y = -0.00355 x + 1104.34$	0.996	EE842
I2d	0.65	$y = -0.00746 x + 1093.59$	0.998	EE737

Uit de boorbeschrijving (zie bijlage I) blijkt volgende grondsamenstelling:

Tabel 3.3 Gegevens veldwerk

Infiltrometer	Diepte (m-mv)	Waarneming
I1a	0-1.0	Zand, zeer fijn, matig steenhoudend, matig bakstenhoudend
	1.0-1.8	Zand, zeer fijn, matig steenhoudend, matig bakstenhoudend
I1b	0-0.8	Zand, zeer fijn, matig bakstenhoudend, matig steenhoudend
	0.8-1.8	Zand, zeer fijn, matig bakstenhoudend, matig steenhoudend
I1c	0-0.7	Zand, zeer fijn, zwak bakstenhoudend, zwak steenhoudend
	0.7-1.8	Zand, zeer fijn, matig steenhoudend, matig bakstenhoudend
I1d	0-0.8	Zand, zeer fijn, zwak bakstenhoudend, zwak steenhoudend
	0.8-1.8	Zand, zeer fijn, zwak kleiig, zwak wortelhoudend, zwak steenhoudend

I2a	0-0.4	Zand, zeer fijn, sporen baksteen
	0.4-0.65	Zand, zeer fijn
I2b	0-0.65	Zand, zeer fijn, zwak baksteenhoudend
I2c	0-0.4	Zand, zeer fijn
	0.4-0.65	Zand, zeer fijn, matig steenhoudend, matig baksteenhoudend
I2d	0-0.5	Zand, zeer fijn, zwak baksteenhoudend
	0.5-0.65	Zand, zeer fijn
PB1	0.2-0.25	Zand, zeer fijn
	0.25-0.6	volledig stenen
	0.6-1.8	Zand, zeer fijn, zwak steenhoudend
	1.8-3.0	Klei, matig zandig, zwak steenhoudend
PB2	0.2-0.25	Zand, zeer fijn
	0.25-0.6	volledig steenhoudend
	0.6-2.2	Zand, zeer fijn, zwak steenhoudend, brokken klei
	2.2-3.0	Klei, matig zandig
PB3	0.2-0.3	Zand, keiïg
	0.3-0.6	volledig stenen
	0.6-1.5	Zand, zeer fijn, brokken klei
	1.5-2.2	Zand, zeer fijn
	2.2-3.0	Klei, matig zandig
PB4	0.2-0.3	Zand, zeer fijn
	0.3-0.6	volledig stenen
	0.6-0.8	Zand, zeer fijn
	0.8-1.1	Zand, zeer fijn, brokken klei
	1.1-2.5	Zand, zeer fijn, matig kleiïg, zwak steenhoudend, matige brandstofgeur
	2.5-3.0	Klei, matig zandig, zwakke brandstofgeur

In tabel 3.4 worden de geplaatste peilbuizen beschreven.

Tabel 3.4 Peilbuizen

Peilbuis	Filter (m-mv)	Grondwaterstand (m-mv)	Datum
PB1	0.5-3.0	1.8	4/08/2023
PB2	0.5-3.0	1.1	4/08/2023
PB3	1.0-3.0	1.5	4/08/2023
PB4	0.5-3.0	0.8	4/08/2023

De grondwaterstanden werden opgemeten op de aangegeven datum. Deze zijn geen maat voor de hoogste grondwaterstand, maar slechts momentopnamen.

4 Overzichtsplan uitgevoerde infiltraties

Zie bijlage II

5 Besluit infiltratieonderzoek

Op basis van de veldresultaten kan de infiltratiesnelheid berekend worden in m/d en mm/h. De infiltratiesnelheid wordt weergegeven in onderstaande tabellen.

Tabel 4.1 Infiltratiesnelheid (m/d) en (mm/u) reeks I1a-d

Locatie	Diepte (m-mv)	K (m/d)	K (mm/u)
I1a	1.41 - 1.8	0.28	11.75
I1b*	1.73 - 1.8	2.89	120.56
I1c	1.1 - 1.8	0.22	9.26
I1d	1.61 - 1.8	0.47	19.41
Gemiddelde		0.32	13.48

*Proef I1b wordt niet weerhouden voor de berekening van de gemiddelde infiltratiesnelheid. Deze wordt als een uitschieter beschouwd omdat deze significant afwijkt van de andere proeven op locatie I1.

Door middel van infiltratieproeven I1a, I1c, I1d wordt een gemiddelde infiltratiesnelheid vastgesteld van 13 mm/u. Dit resultaat ligt lager dan de verwachte infiltratiesnelheid voor de vastgestelde grondsoort zand.

De lagere infiltratiesnelheid is mogelijks te wijten aan de aanwezigheid van grondwater op 1.8 m-mv

Tabel 4.2 Infiltratiesnelheid (m/d) en (mm/u) reeks I2a-d

Locatie	Diepte (m-mv)	K (m/d)	K (mm/u)
I2a	0.65	3.24	134.89
I2b	0.65	10.79	449.55
I2c	0.65	3.07	127.98
I2d	0.65	6.44	268.51
Gemiddelde		5.89	245.23

Door middel van infiltratieproeven I2a, I2b, I2c, I2d wordt een gemiddelde infiltratiesnelheid vastgesteld van 245 mm/u. Dit resultaat ligt hoger dan de verwachte infiltratiesnelheid voor de vastgestelde grondsoort zand.

De aanwezigheid van baksteen in de bovenliggende bodemlagen zou een mogelijke oorzaak kunnen zijn van de hogere infiltratiesnelheid.

De gevonden snelheden dienen steeds als een indicatieve waarde te worden beschouwd. De verwachte infiltratiecapaciteit in functie van de grondsoort zoals gedefinieerd in de 'Code van Goede Praktijk voor rioleringsystemen – Deel 3: Bronmaatregelen' is te vinden in Bijlage IV.

Gedaan te Berchem op 28/08/2023

Opgemaakt door



Ir. Arnaud Struyf
Adjunct-projectleider Bodem & Milieu

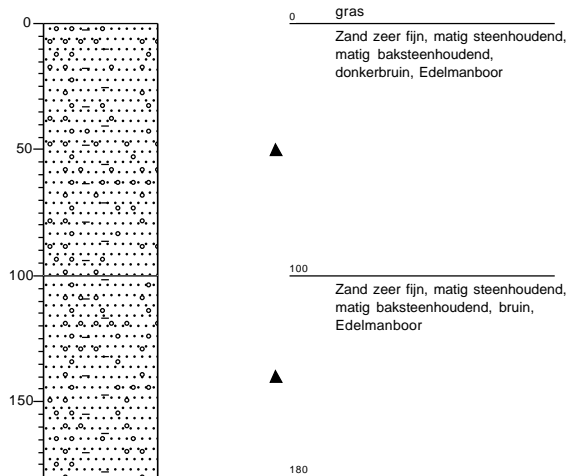


Simon Van Geet
Adviseur-Ontwerper

Bijlage I Boorprofielen

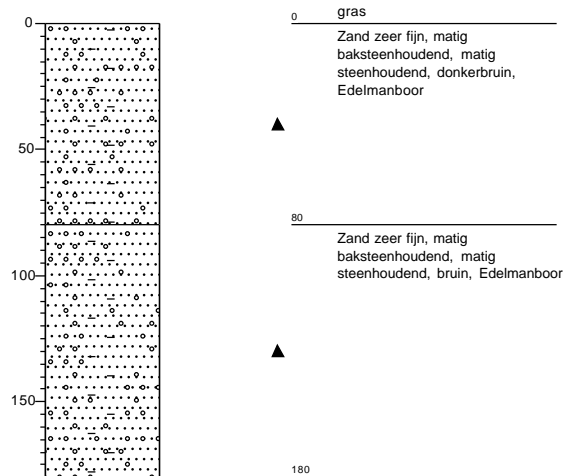
Boring: I1a

Datum: 4-8-2023



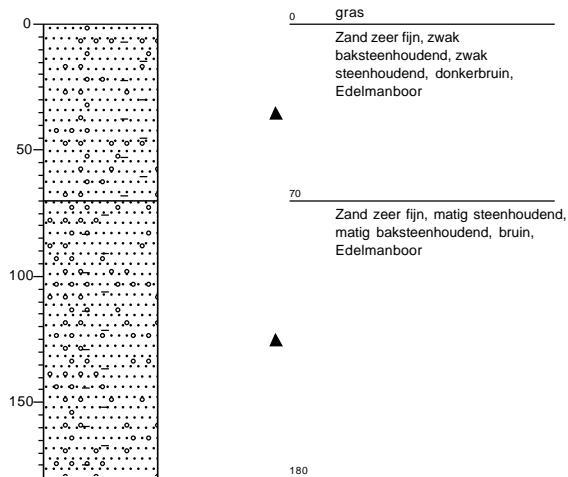
Boring: I1b

Datum: 4-8-2023



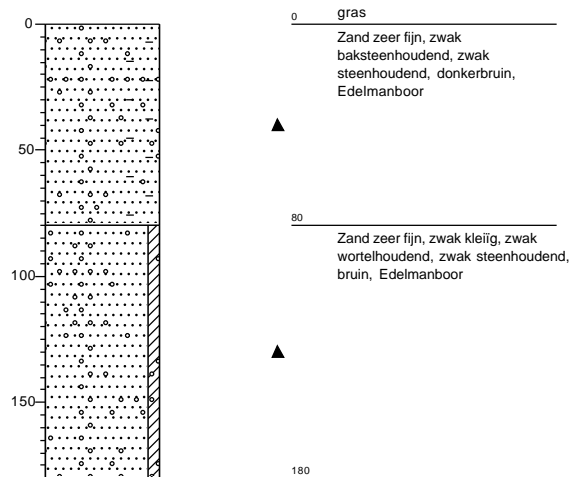
Boring: I1c

Datum: 4-8-2023



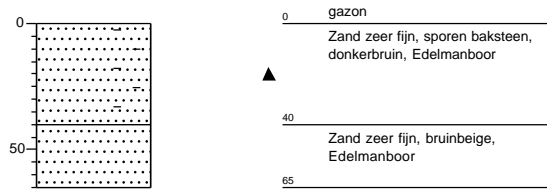
Boring: I1d

Datum: 4-8-2023



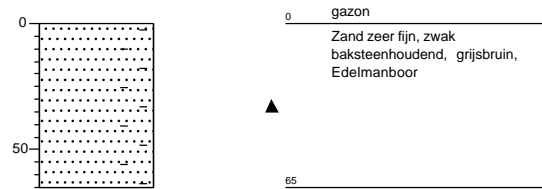
Boring: I2a

Datum: 4-8-2023



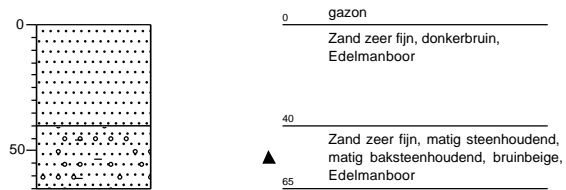
Boring: I2b

Datum: 4-8-2023



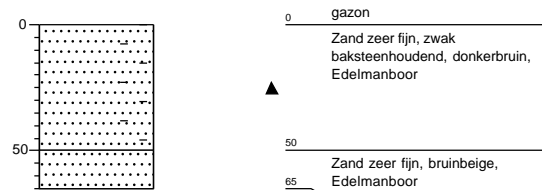
Boring: I2c

Datum: 4-8-2023



Boring: I2d

Datum: 4-8-2023

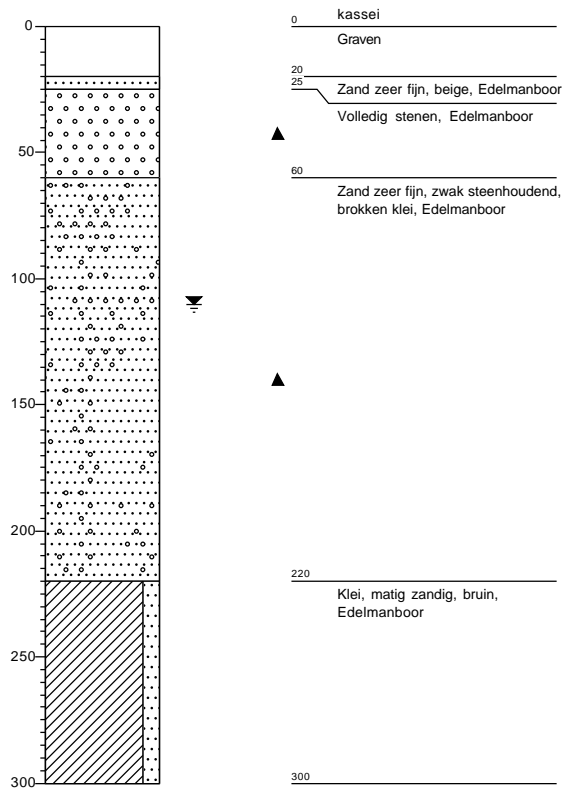
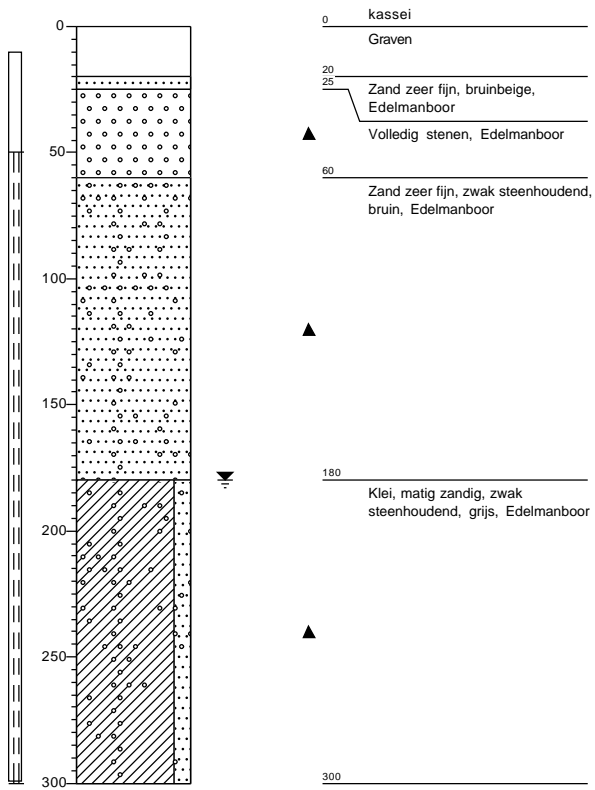


Boring: PB1

Boring: PB2

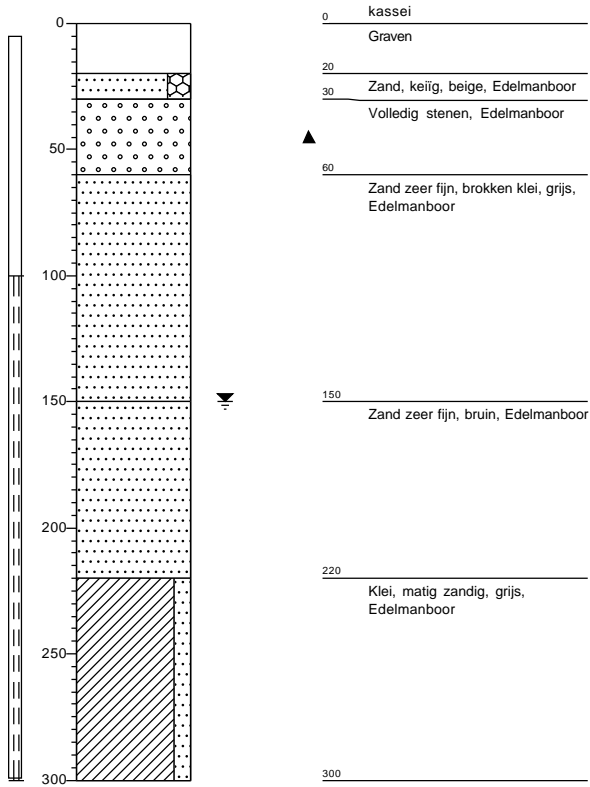
Datum: 4-8-2023
GWS: 180

Datum: 4-8-2023
GWS: 110



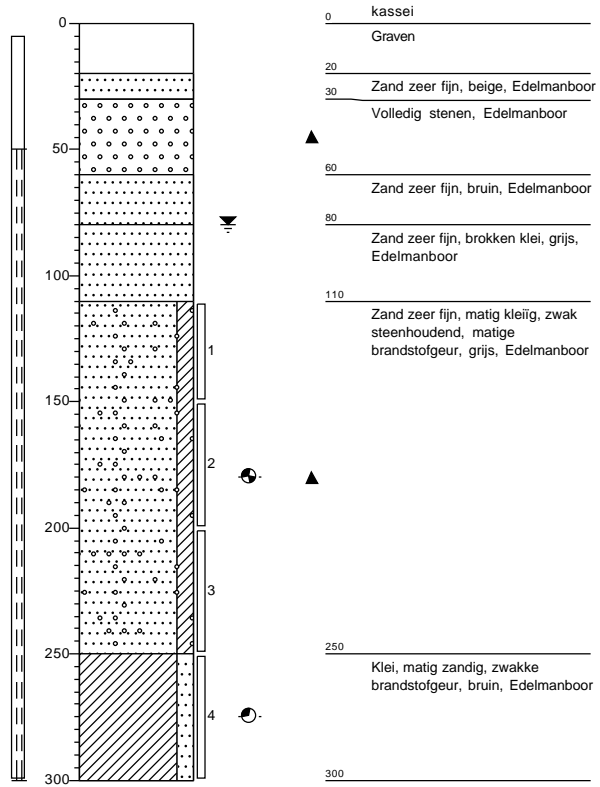
Boring: PB3

Datum: 4-8-2023
GWS: 150



Boring: PB4

Datum: 4-8-2023
GWS: 80



Legenda (conform NEN 5104)

grind

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

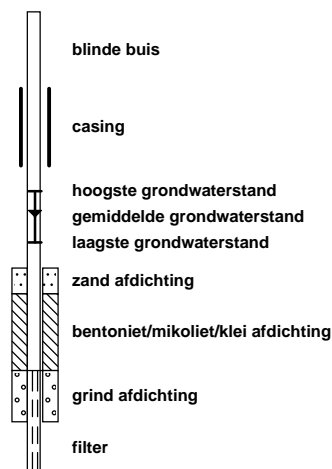
zand

	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

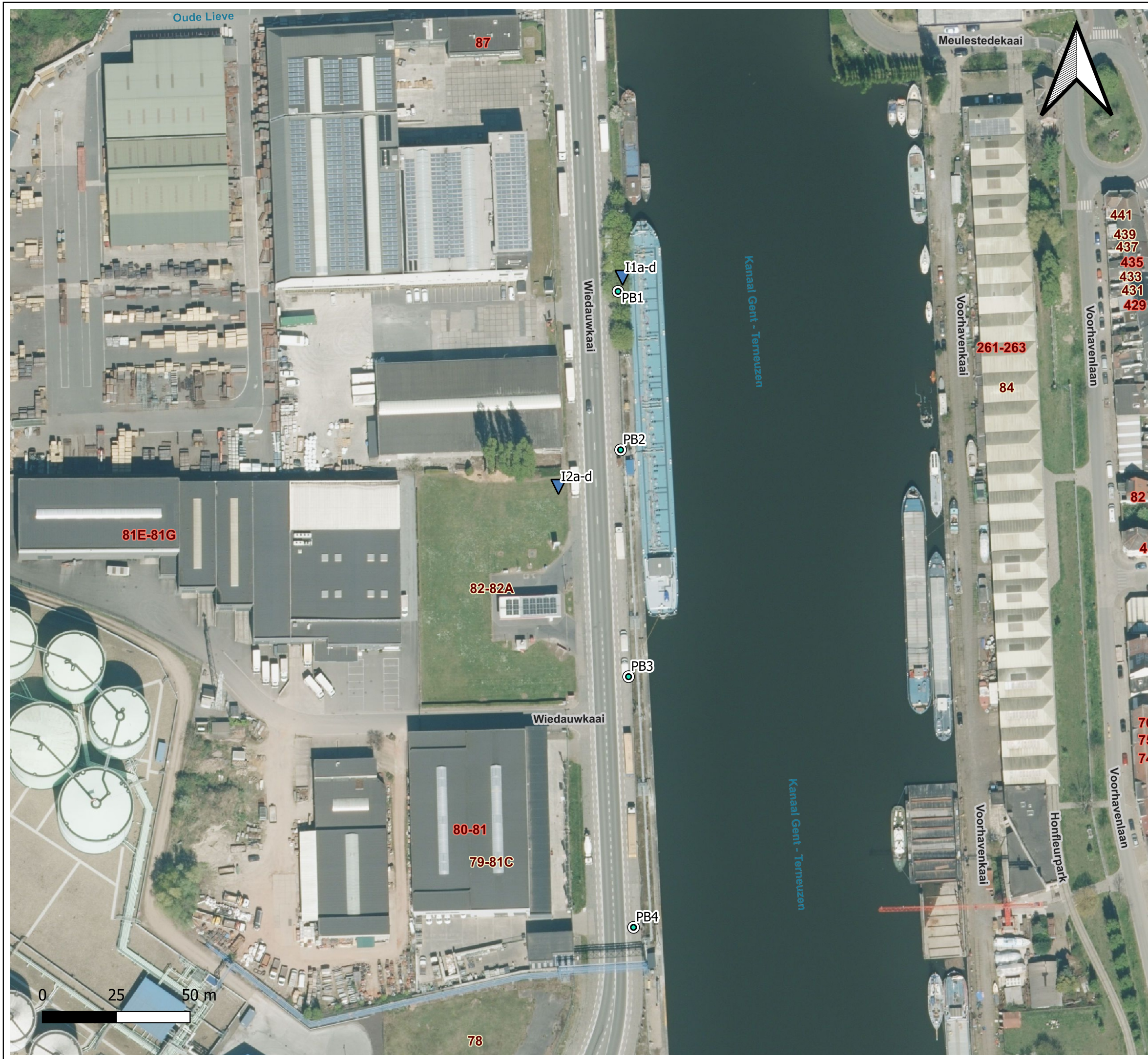
monsters

	geroerd monster
	ongeroerd monster
	volumering

overig

	bijzonder bestanddeel
	Gemiddeld hoogste grondwaterstand
	grondwaterstand
	Gemiddeld laagste grondwaterstand
	slib
	water

Bijlage II Overzichtsplan uitgevoerde infiltraties



HASSELT
Herkenrodesingel 8B, bus 3.01, 3500 Hasselt



INFILTRATIEONDERZOEK
Projectnaam: 6117420121 - Lokale heraanleg Wiedauwkaai
Projectadres: Wiedauwkaai 82-82A te 9000 Gent

Opdrachtgever: De Vlaamse Waterweg nv

Voor het ontwerpteam,
Schaal: 1/1250
Projectnummer: 4017420133
Datum: 24/08/2023
Tekenaar: Simon Van Geet

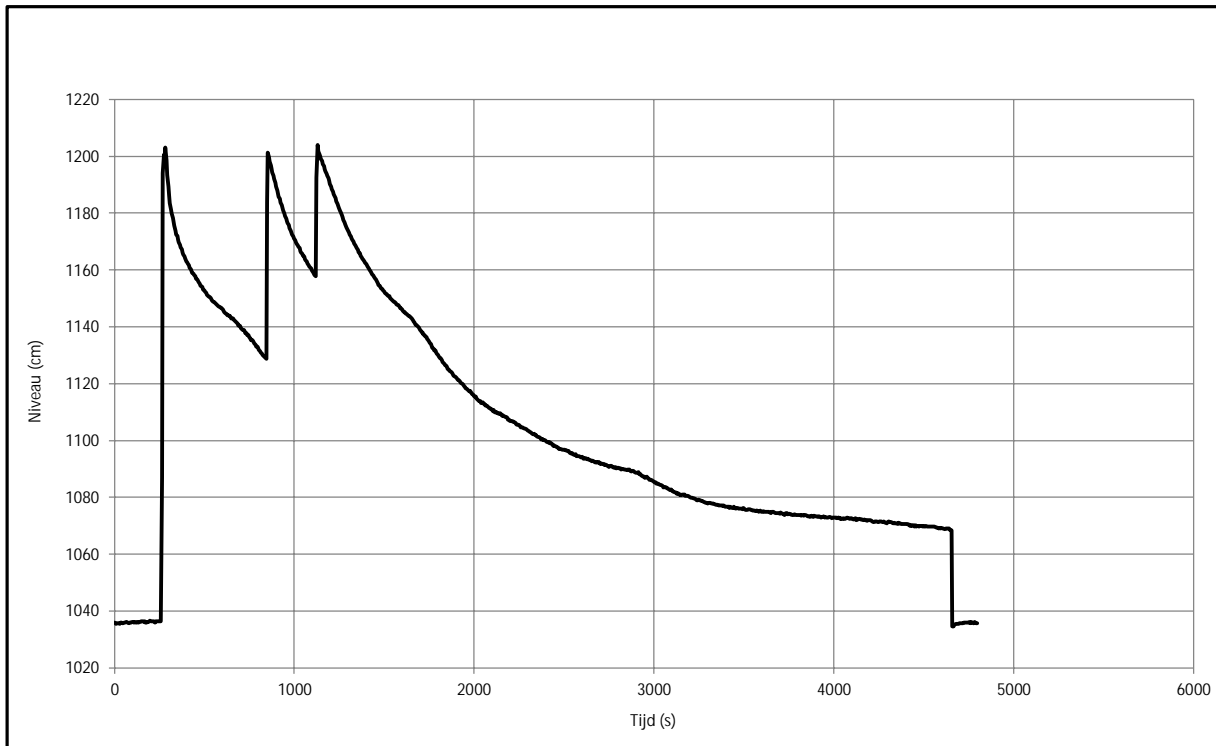
ir. J. De Kinderen
Team Leader Soil & Environment

LEGENDE

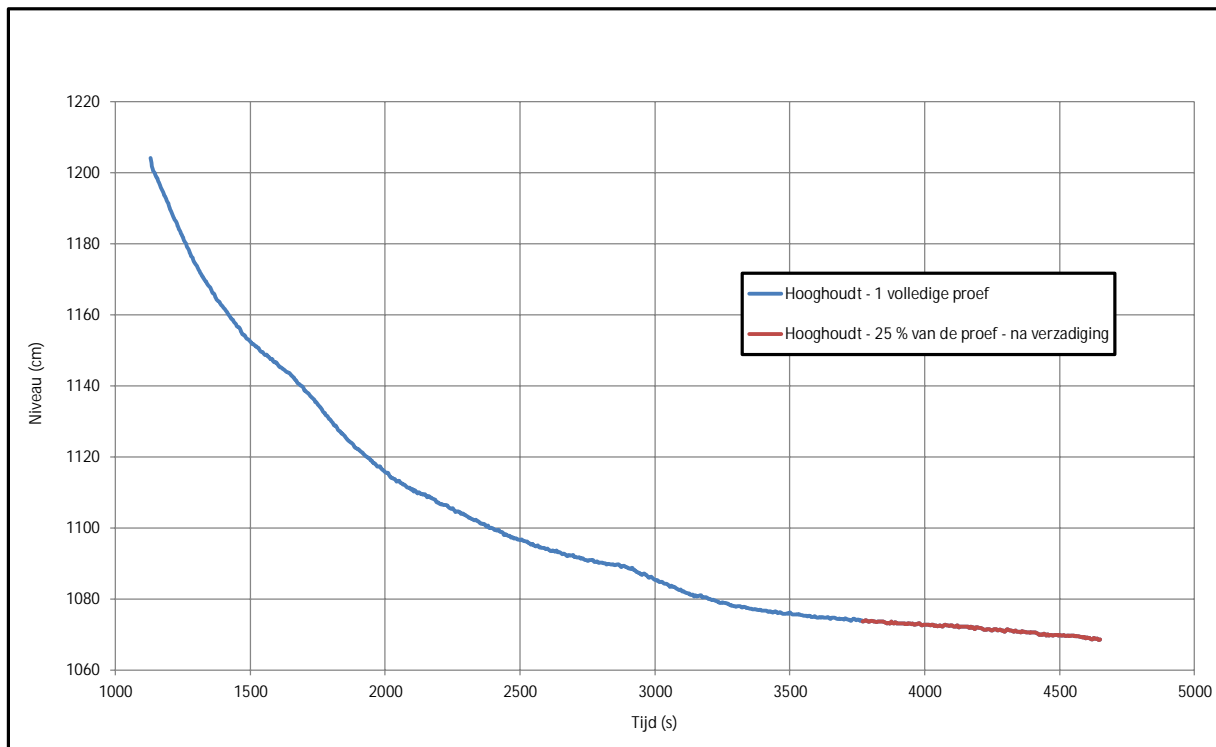
-  Infiltratieproeven
-  Peilbuizen

Bijlage III Trendlijn infiltratieproef

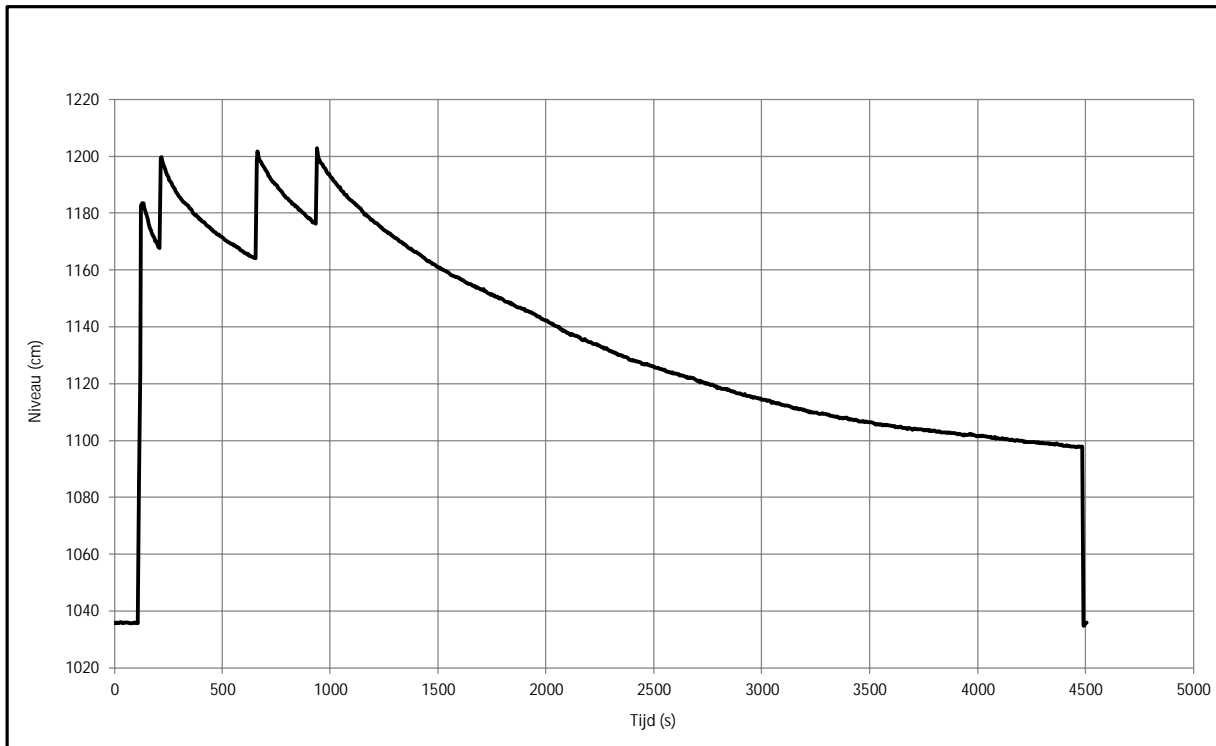
Grafiek 1 - Gegevens Logger



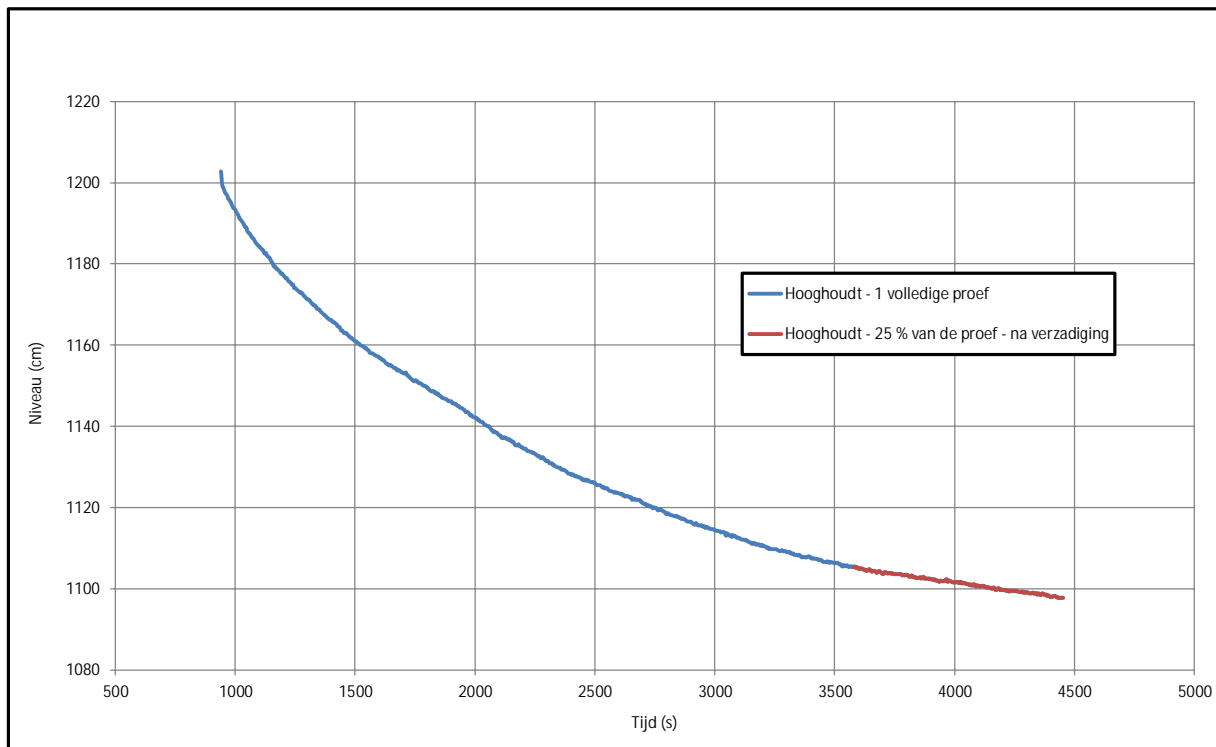
Grafiek 2 - Selectie



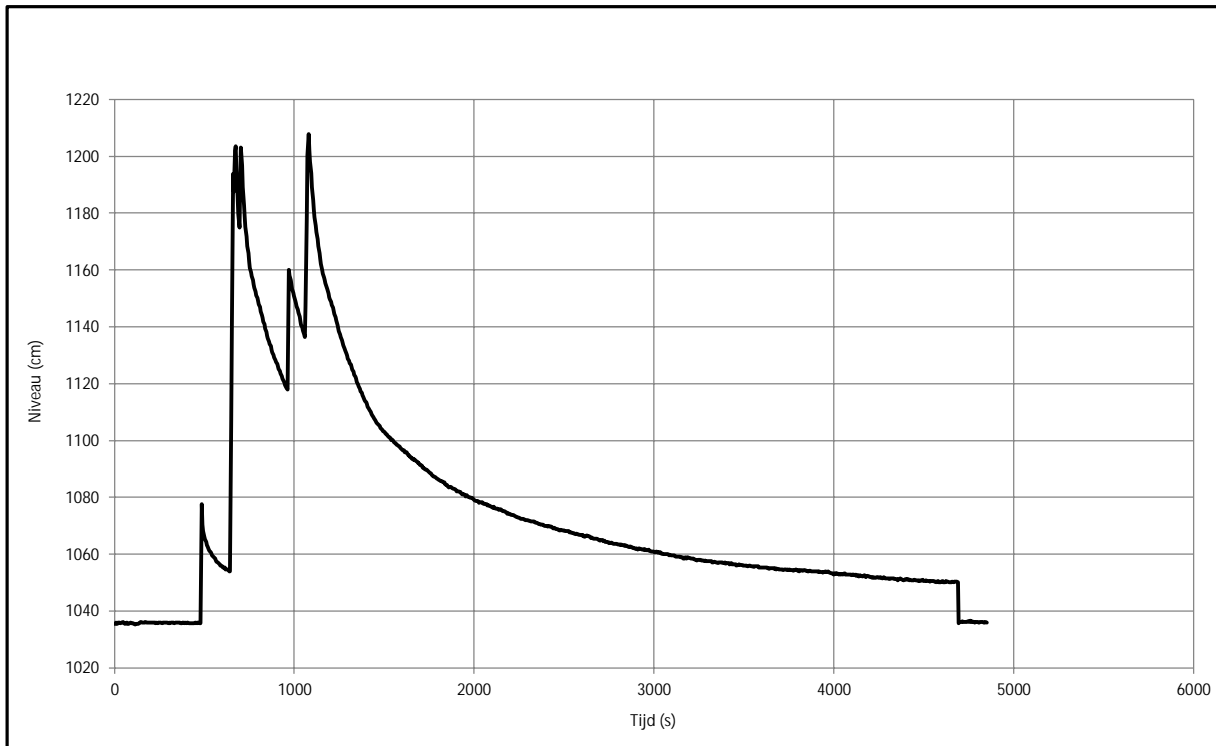
Grafiek 1 - Gegevens Logger



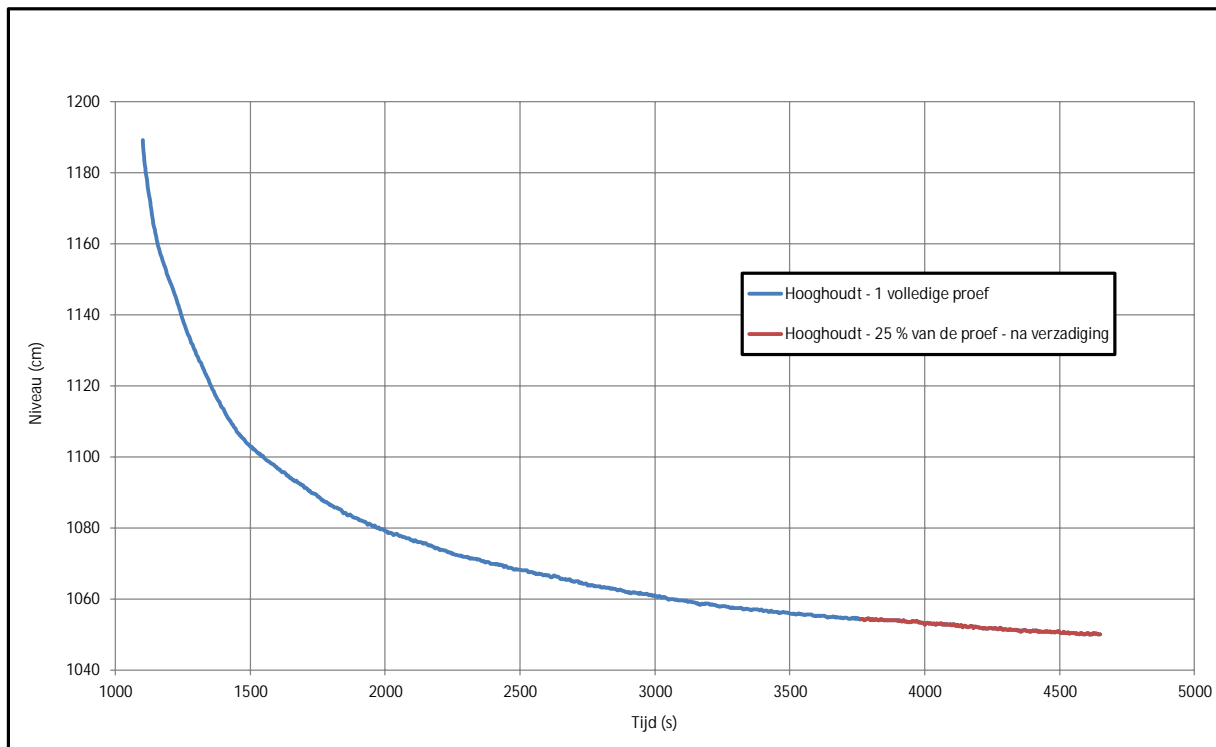
Grafiek 2 - Selectie



Grafiek 1 - Gegevens Logger



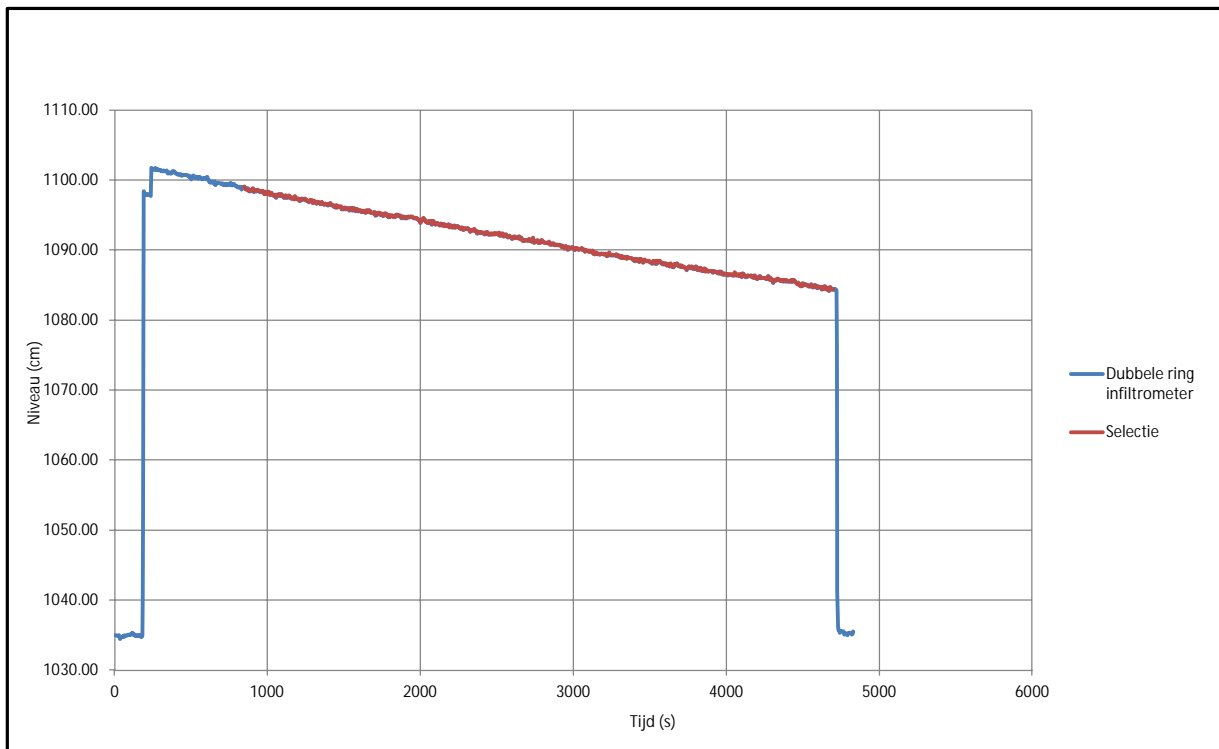
Grafiek 2 - Selectie



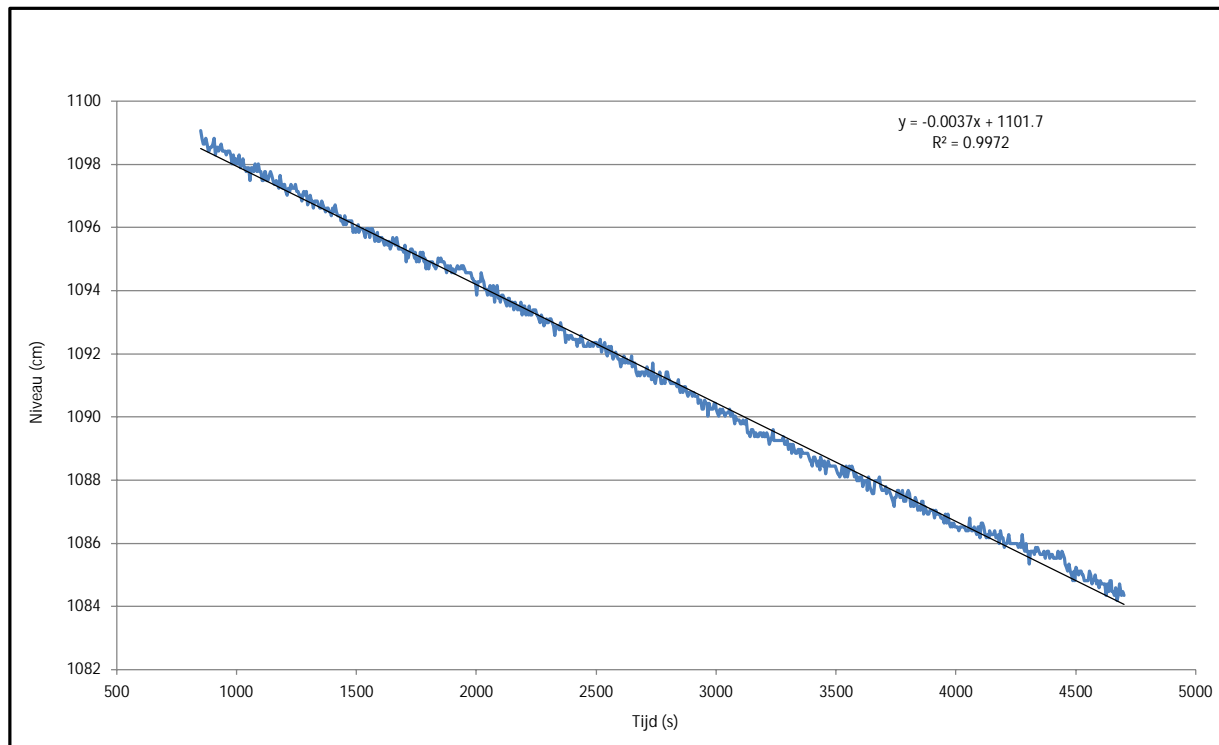
Dubbele ring infiltrometer
 4017420133 I2a
 Gent: 6117420121 - Lokale heraanleg Wiedauwkaai



Grafiek 1 - Gegevens logger



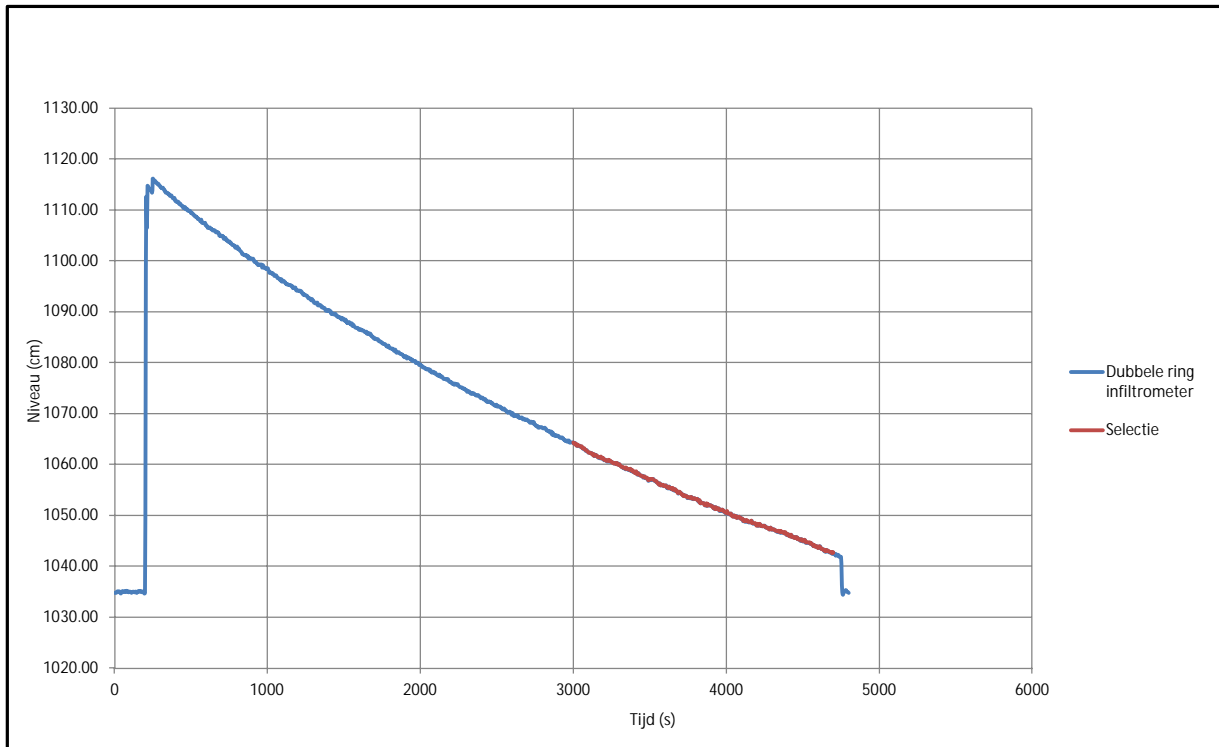
Grafiek 2 - Trendlijn



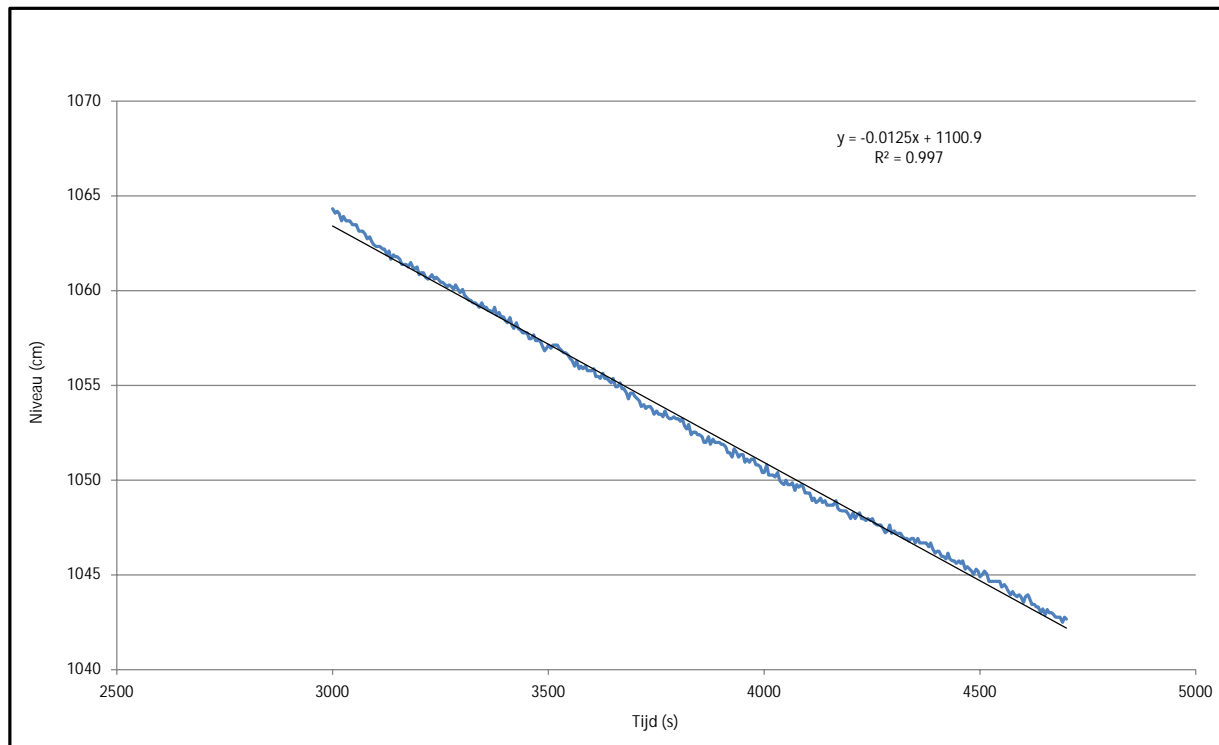
Dubbele ring infiltrometer
 4017420133 I2b
 Gent: 6117420121 - Lokale heraanleg Wiedauwkaai



Grafiek 1 - Gegevens logger



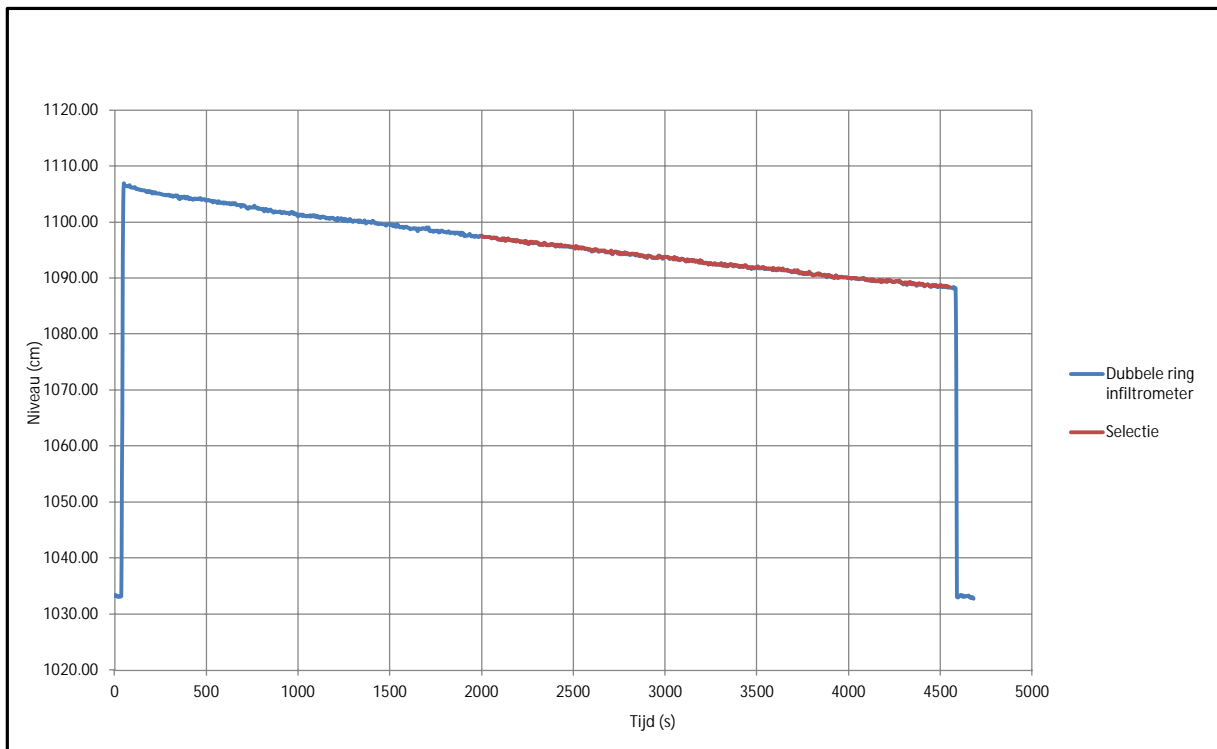
Grafiek 2 - Trendlijn



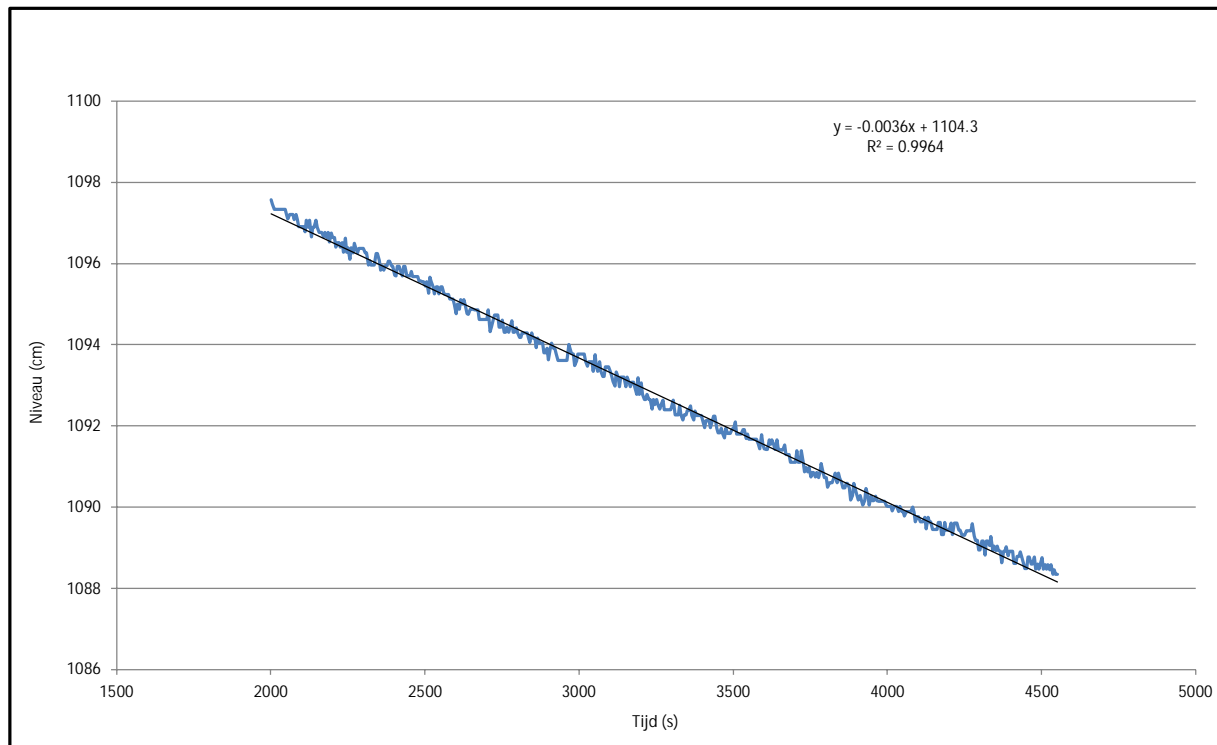
Dubbele ring infiltrometer
 4017420133 I2c
 Gent: 6117420121 - Lokale heraanleg Wiedauwkaai



Grafiek 1 - Gegevens logger



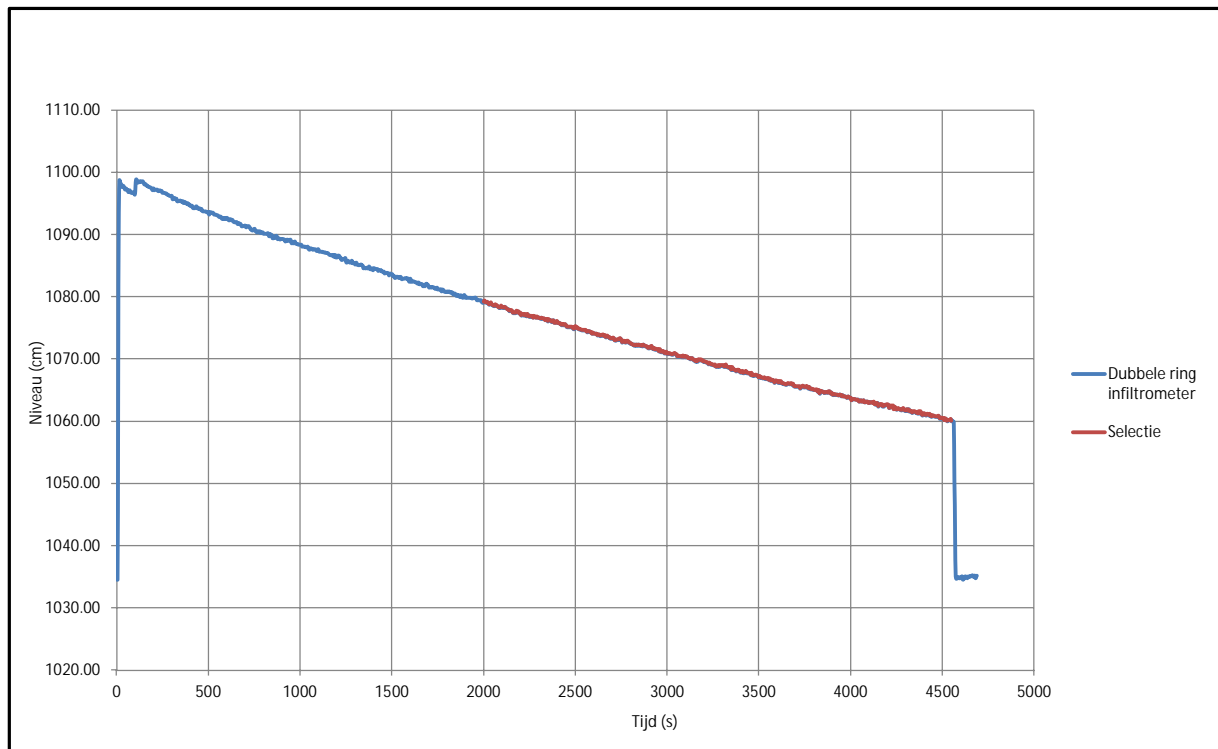
Grafiek 2 - Trendlijn



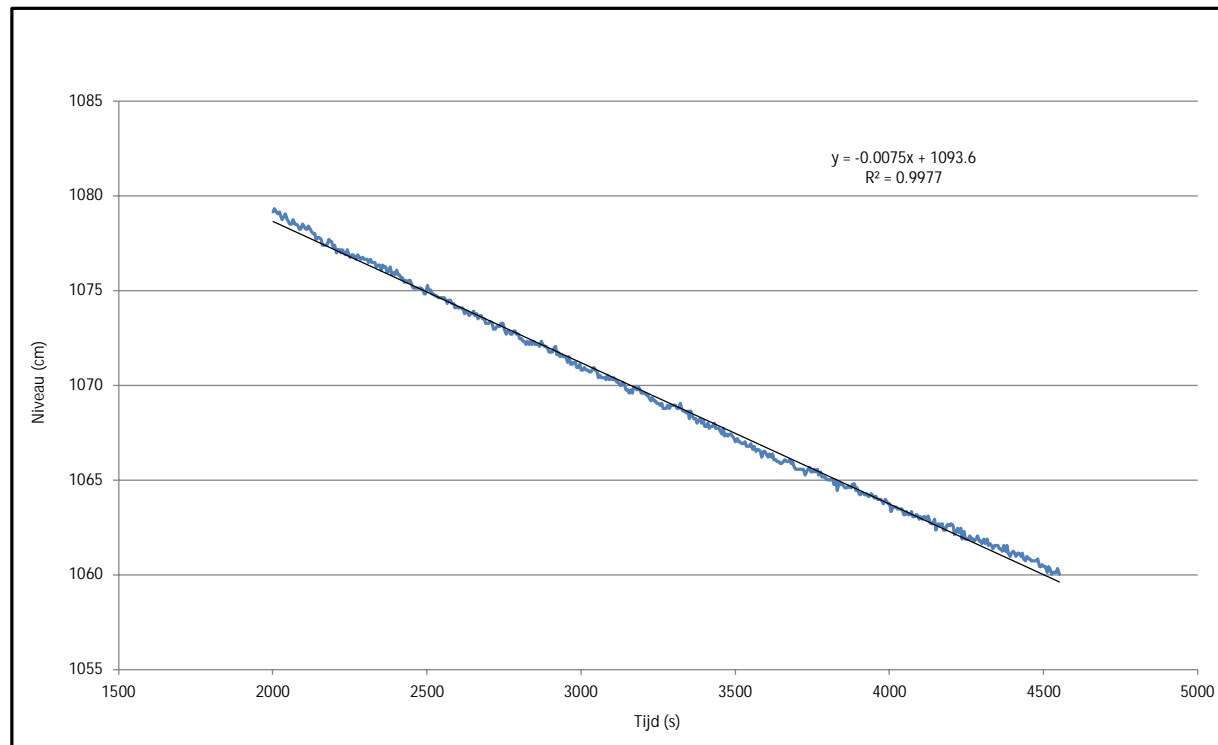
Dubbele ring infiltrometer
 4017420133 I2d
 Gent: 6117420121 - Lokale heraanleg Wiedauwkaai



Grafiek 1 - Gegevens logger



Grafiek 2 - Trendlijn



Bijlage IV Infiltratiecapaciteit in functie van de grondsoort

Textuurklasse	Infiltratiecapaciteit Ksat (mm/u)			Infiltratiecapaciteit Ksat (m/s)		
	Var-	gemiddelde	Var+	Var-	gemiddelde	Var+
Z ('zand')	22,5	74	243	6,25 x10-6	2,05 x10-5	6,75 x10-5
S ('lemig zand')	5,15	19,58	74,52	1,43 x10-6	5,44 x10-6	2,07 x10-5
E ('klei*')	4,54	17,46	67,32	1,26 x10-6	4,85 x10-6	1,87 x10-5
P ('licht zandleem')	2,77	13,64	66,96	7,70 x10-7	3,79 x10-6	1,86 x10-5
L ('zandleem')	1,4	7,45	39,6	3,90 x10-7	2,07 x10-6	1,10 x10-5
A ('leem')	1,03	5,69	31,21	2,86 x10-7	1,58 x10-6	8,67 x10-6
U ('zware klei')	-	-	-	-	-	-

Var- : aanduiding van variabiliteit waarbij 66% van de waarnemingen hoger was dan Var-

Var+ : aanduiding van variabiliteit waarbij 66% van de waarnemingen lager was dan Var+

*bodemklasse E wordt volgens de bodemkaart 'klei' genoemd, maar omvat in praktijk grote variabiliteit van bodemtexturen