

Toelichting waterhuishouding

Dekempeneer-Aquiris

Vilvoordselaan z/n
B-1130 Brussel

Rapportage:
Versie: finaal jul/22
Datum: 4/07/2022

Rilke Raes
WATERDESKUNDIGE - OVADIS BV

Inhoudsopgave

1	Inleiding	2
2	Beschrijving terrein	2
3	Watergebruiken	2
3.1	Waterverbruik mengcentrale	2
3.2	Waterverbruik wielwas.....	3
3.3	Vernevelings-, besproeiings- en reinigingsactiviteiten	3
4	Infiltratieproeven en grondwaterpeilmetingen	4
5	Hemelwater opgevangen rondom zone mengcentrale (zone A – zuidelijke zone)	5
5.1	Algemeen.....	5
5.2	Zone A1 op en rondom de mengcentrale.....	6
5.3	ZONE A2 rondom wielwas	6
5.4	ZONE A3: Opslag inerte grondstoffen en parkeerzone mengcentrale	7
5.4.1	Zand- en slibvang + olieafscheider (voorafgaand hergebruikbuffer)	7
5.4.2	Hergebruik	7
5.4.3	Infiltratie en buffering voor vertraagde lozing.....	8
6	Hemelwater opgevangen op dakoppervlaktes (zone / buffersysteem B)	10
6.1	Hergebruik	10
6.2	Infiltratie en vertraagde afvoer	11
7	Hemelwater verhardingen zeefcentrale (zone / buffersysteem C – noordelijke zone)	11
7.1	Zand- en slibvang.....	11
7.2	Hergebruik	13
7.3	Infiltratie en buffering met vertraagde afvoer (met overloop systeem B)	14
7.3.1	Minimale vereisten mits berekening equivalente oppervlakte	14
8	Finaal voorstel alle buffersystemen	15
8.1	Inplanting en dimensionering bekken zuidelijke zone	15
8.2	Inplanting en dimensionering bekken noordelijke zone	16
8.3	Extra: buffering op terrein (noordelijke zone).....	17
8.4	Siriomodellering volledige waterhuishouding	18
9	Extra: lekwater potentieel vervuilde grond	22
10	Bijlagen.....	22

1 Inleiding

Bij de activiteiten van de zeef- en mengcentrale van Dekempeneer wordt water aangewend voor de aanmaak van cementgebonden producten in de mengcentrale en voor diverse reinigings- en vernevelingsactiviteiten. Hiervoor wordt in de huidige situatie grondwater aangewend. In de toekomst wenst men hiervoor ook (prioritair) hemelwater te gebruiken.

Het terrein is in belangrijke mate verhard en bijkomende verhardingen en dakoppervlaktes zijn gepland. Het hierop opgevangen hemelwater kan, al dan niet na zandvang, dienen voor de bedrijfstoeepassingen. Het overige hemelwater moet worden gebufferd, geïnfiltreerd en eventueel vertraagd geloosd.

Deze nota bespreekt de geplande maatregelen voor (de lozing van) hemelwater en bedrijfsafvalwater.

2 Beschrijving terrein

Deze nota gaat vooral in op de afwatering van het op de verschillende (geplande en bestaande) oppervlakken opgevangen hemelwater. Daarvoor zijn onderstaande oppervlaktes van belang. Het betreffen de groenzones, verharde oppervlaktes en dakoppervlakken in de geplande situatie. De oppervlaktes zijn bij benadering.

- Volledig terrein : 2,7 ha, waarvan:
 - Mengcentrale : 9.682 m², waarvan :
 - Afwaterende verharde oppervlakte : 8.170 m², waarvan:
 - +/- 300 m² onder/rond mengcentrale en wielwas
 - +/- 7.870 m² opslag inerte grondstoffen (o.a. granulaten/zand) rondom mengcentrale
 - Groenzone, m.i.v. de infiltratievoorziening (en ondergrondse tanks): 1.512 m²
 - Zeefcentrale : 17.508 m², waarvan :
 - Afwaterende verharde oppervlakte (inclusief de bezinkputten en het open bekken van 150 m³) : 13.487 m²
 - Dak van de nieuwe boxen : 1.728 m²
 - Dak van de bestaande boxen : 530 m²
 - Groen- en infiltratiezone (inclusief de regenwaterputten voor het dak van de nieuwe boxen) : 1.763 m²

In de geplande situatie zal +/- 12% van het volledige terrein onverhard blijven. Een deel hiervan, m.n. aan de zuidzijde, zal nog voorzien worden van enkele ondergrondse bezinkings- en bufferbekkens. In de groenzones zijn eveneens de infiltratiebekkens ingeplant. De overige 88% zal worden ingenomen door verharding en/of bebouwing.

3 Watergebruiken

Water wordt bij de zeefcentrale en in de mengcentrale van Dekempeneer gebruikt voor het besproeien en vernevelen, bij de wielwas, bij reinigingsactiviteiten en bij de aanmaak van beton e.a. cementgebonden producten in de mengcentrale.

Voor deze toepassingen wordt in de huidige situatie gebruik gemaakt van grondwater. Men wenst echter in de geplande situatie zoveel mogelijk in te zetten op hemelwatergebruik om het grondwaterverbruik te kunnen reduceren. Daarom worden de geplande watergebruiken in deze paragraaf per toepassing zo goed mogelijk ingeschat. Die info dient dan voor de dimensionering van de hemelwatergebruikbuffers verderop in de nota. Waar mogelijk, wordt vergeleken met de huidige gemeten verbruiken.

3.1 Waterverbruik mengcentrale

Op de mengcentrale worden uiteenlopende cementgebonden producten aangemaakt, gaande van gestabiliseerd klinkerzand met 50-300 kg cement per m³ tot gestabiliseerd zeefzand met 50-200 kg cement per m³, steenslagfundering en mager beton van 100-350 kg cement per m³. De verschillende types producten vereisen een uiteenlopende waterdosering, in functie van de hoeveelheid cement en het gewenste eindproduct. Dat kan gaan van slechts 9 l/m³ tot 110 l/m³. Gemiddeld gezien wordt +/- 43 l/m³ vastgesteld (cijfers 2021). Op basis van de geproduceerde hoeveelheden per menging en de hiervoor toe te dienen hoeveelheden water in het jaar 2021 kan een waterverbruik van +/- 500 m³/j worden berekend (totale productie 22.459 ton of 11.657 m³). Daarnaast is er ook verbruik voor de reiniging van de mengcentrale, goed voor +/- 1.000 l/d. Dit water zal in principe worden

hergebruikt waardoor dit geen extra verbruik met zich meebrengt. Er treden echter ook wel waterverliezen op zodat hiervoor toch een extra netto verbruik van 500 l/d in rekening wordt gebracht. Samen is dat goed voor afgerond **610 m³/j**.

Verdeeld over 225 dagen per jaar (5d/7 - rekening houdende met bouwverlofperiodes en feestdagen) geeft dat een gemiddeld waterverbruik op productiedagen van +/- **2,7 m³/d**.

Voor deze toepassing zal verderop worden geëvalueerd in welke mate hiervoor in eerste instantie zoveel mogelijk potentieel verontreinigd hemelwater (hemelwater dat terechtkomt in de zone rondom de mengcentrale) kan worden ingezet en in tweede instantie proper hemelwater, om zo het grondwaterverbruik te reduceren.

3.2 Waterverbruik wielwas

Het terrein van de zeefcentrale bevat grond-, zand- e.a. materialen die aan de banden van de vrachtwagens blijven kleven. Om het meeslepen van dit materiaal naar de openbare weg zoveel mogelijk te vermijden, dienen de wagens een wielwas te passeren alvorens ze de site verlaten. Het betreft een volautomatisch systeem, uitgerust met detectie, lansen, e.d.m. Hoewel het vrijgekomen afvalwater via een systeem van slibvang en KWS-afscheiding, opnieuw voor dezelfde toepassing wordt gerecupereerd, gaat er heel wat water verloren bij iedere sessie. Dit water moet opnieuw worden aangevuld met vers water. Het verlies werd indertijd door de leverancier van het systeem begroot als +/- 100 l/wagen.

Op basis van het aantal wegingen van de vrachtwagens in 2021, m.n. 28.544, kan een vers waterverbruik voor de wielwas van afgerond **2.900 m³/j** worden berekend.

Op basis van dezelfde verlofperiodes als bij de mengcentrale en dus gedurende +/- 225 dagen per jaar, geeft dat een dagelijks waterverbruik op productiedagen van +/- **13 m³/d**.

Ook voor deze toepassing zal verderop worden geëvalueerd in welke mate zoveel mogelijk potentieel verontreinigd hemelwater (hemelwater dat terechtkomt in de zone rondom de mengcentrale) kan worden ingezet, bij tekort hiervan aangevuld met proper regenwater.

3.3 Vernevelings-, besproeiings- en reinigingsactiviteiten

De grootste verbruiker op de site is de besproeiing en verneveling, voor het vermijden van stofhinder naar de omgeving.

Er is zowel een vaste verneveling als een variabele verneveling. De vaste verneveling, grootteorde 20 m³/d, is opgesteld ter hoogte van de zeef/breektoestellen en is enkel op productiedagen in werking. Met 225 werkdagen per jaar, komt dat overeen met een verbruik van 4.500 m³/j.

De variabele verneveling, die instaat voor het vermijden van stofhinder op de terreinen en ter hoogte van de opslag, werkt in functie van de weersomstandigheden. Er wordt rekening gehouden met een verbruik van 60 m³/d. Verdeeld over een terrein van 2 ha, komt dat overeen met een verbruik van 3 mm. Indien in het neerslagmodel wordt ingegeven dat er in functie van de neerslag wordt gesproeid, om telkens tot deze 3 mm neerslag/water te komen, dan geeft dat een jaarlijks verbruik van +/- 14.500 m³/j. Een dagverbruik kan niet worden bepaald want dat is zeer variabel (0-60 m³/d).

Merk op: op basis van de huidige verbruiken (2021) blijkt er 10.300 m³/j water te zijn gebruikt, waarvan +/- 500 m³/j voor de mengcentrale (zie § 3.1) en +/- 2.900 m³/j voor de wielwas (zie § 3.2). Dat betekent nog +/- 6.900 m³/j voor de verneveling en besproeiing.

In de huidige situatie is er echter nog geen geregelde variabele besproeiing. Op basis van gegevens van de leverancier en de verwachte uren werking, kon het volgende verbruik worden afgeleid:

12 stuks kanonsproeiers x 240 l/min x 200 d/j x 30 min/d ≈ 17.000 m³/j. Dat ligt in dezelfde grootteorde als wat werd afgeleid op basis van de noodzaak in functie van de neerslag. Dit zou op termijn mogelijk kunnen toenemen tot 19 stuks, maar dat heeft niet per se een hoger verbruik tot gevolg (meer locatie specifiek sproeien). Gezien het verbruik in functie van de weersomstandigheden meer realistisch is, en bovendien als worstcase kan worden beschouwd bij modellering van hemelwatervoorzieningen, werd hiermee in de verdere modelleringen voor hergebruik (ontwerp hergebruikbuffers) rekening gehouden.

In de Sirio-modelleringen wordt dit variabel gebruik daarentegen niet mee beschouwd. Dat geeft een soort worstcase situatie bij de beoordeling van de infiltratie- en buffervoorzieningen.

4 Infiltratieproeven en grondwaterpeilmetingen

Hemelwater opgevangen op verharde terreinen en daken, dat niet wordt beschouwd als potentieel verontreinigd, dient men volgens de ladder van Lansink als volgt af te voeren: hergebruiken, infiltreren, bufferen voor vertraagde lozing, op een waterloop, op RWA en pas in laatste instantie op DWA.

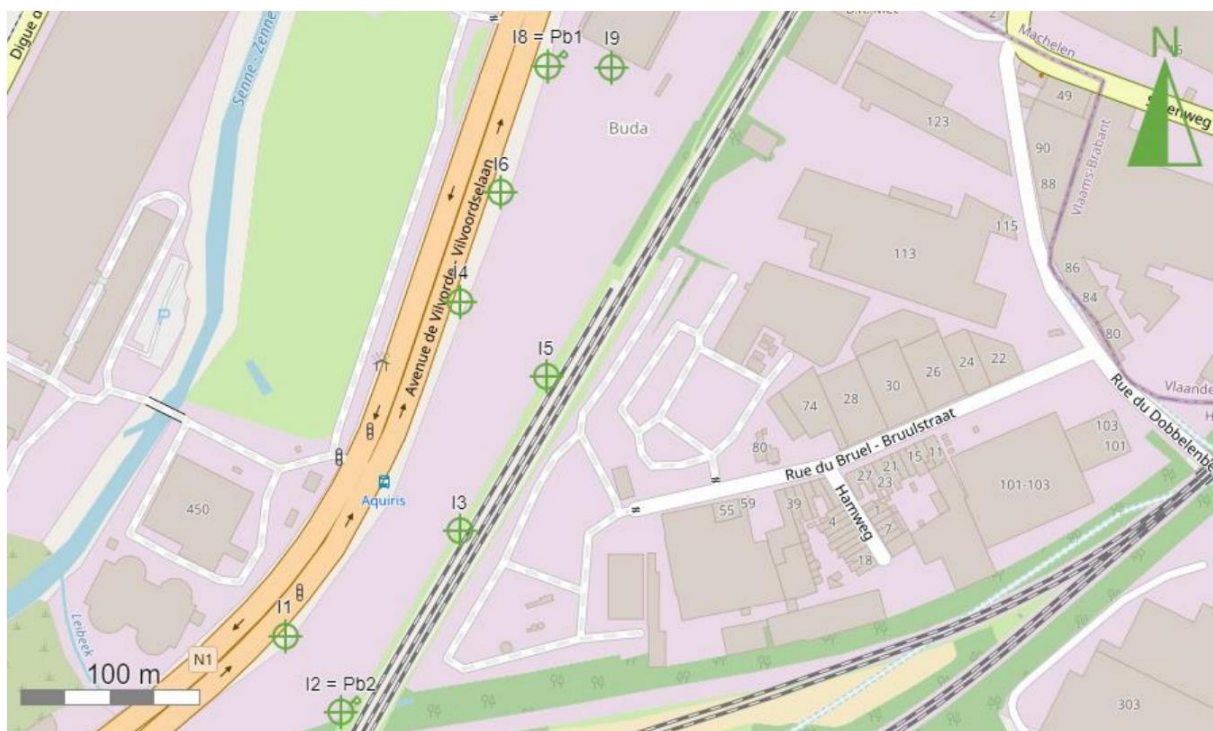
In navolgende paragrafen worden meerdere hergebruiksystemen besproken. In de zones van potentiële verontreiniging (d.i. wielwas en rondom mengcentrale) zal alle hemelwater worden opgevangen en gebruikt (geen lozing). Bij de overige systemen werd gezocht naar het meest optimale buffervolume voor hergebruik. Dat gebeurt voor de daken in § 6, voor de (niet potentieel verontreinigde) zone rondom de mengcentrale in § 5.4 en voor de zone aan de zeefcentrale in § 7. Bij alle drie de systemen zal er nog een aandeel hemelwater zijn dat niet kan worden gebruikt, omdat hiervoor verhoudingsgewijs veel te grote buffers noodzakelijk zouden zijn. Dit hemelwater dient men dus in eerste instantie te infiltreren.

Infiltratie is enkel mogelijk bij voldoende laag grondwater en bij voldoende doorlaatbaarheid van de grond.

Uit de databank Brugeotool van Leefmilieu Brussels (zie **Bijlage 1**) bleek het grondwaterpeil relatief hoog te liggen, met gemiddeld 0,7 m-mv. Dat zou impliceren dat enkel zeer oppervlakkige infiltratie mogelijk is, met grote oppervlaktevereisten tot gevolg. Het terrein is echter in relevante mate bepaald door ophogingen en aangevoerde grond waardoor deze gegevens mogelijk niet 100% representatief zijn. Om die reden werd de uitvoering van infiltratieproeven en grondwaterpeilmetingen aanbevolen. Enkel zo kan op een objectieve wijze worden geëvalueerd of infiltratie al dan niet mogelijk is.

Het verslag van de infiltratieproeven en grondwaterpeilmetingen is toegevoegd in **Bijlage 2**. De locaties zijn aangeduid in Figuur 1 en de resultaten zijn samengevat in Tabel 1.

Figuur 1: Locaties uitgevoerde infiltratieproeven en grondwaterpeilmetingen



Tabel 1: Resultaten infiltratieproeven en grondwaterpeilmetingen

Locatie	Grondwaterpeil (m-mv)	Diepte meting (m-mv)	Doorlaatbaarheid (K_{sat})		
			m/d	m/s	mm/h
I1	2,00	0,0	17,4	$2,01 \cdot 10^{-4}$	725
		0,5	3,07	$3,55 \cdot 10^{-5}$	128
		1,0	2,47	$2,85 \cdot 10^{-5}$	103
I2	1,90	0,0	12,5	$1,44 \cdot 10^{-4}$	519
		0,5	3,21	$3,72 \cdot 10^{-5}$	134

		1,0	1,23	$1,42 \cdot 10^{-5}$	51
I3	2,10	0,0	1,93	$2,24 \cdot 10^{-5}$	80
		0,5	1,04	$1,21 \cdot 10^{-5}$	43
		1,0	0,67	$7,72 \cdot 10^{-6}$	28
I4	1,90	0,0	13,64	$1,58 \cdot 10^{-4}$	568
		0,5	0,71	$8,21 \cdot 10^{-6}$	30
		1,0	0,55	$6,32 \cdot 10^{-6}$	23
I5	-	-	-	-	-
I6	2,10	0,0	0,03	$2,48 \cdot 10^{-7}$	1,25
		0,5	2,02	$2,33 \cdot 10^{-5}$	84
		1,0	0,65	$7,55 \cdot 10^{-6}$	27
I7	-				
I8	2,10	0,0	12,4	$7,55 \cdot 10^{-6}$	516
		0,5	0,14	$1,43 \cdot 10^{-4}$	5,8
		1,0	-	-	-
I9	2,00	0,0	0,03	$2,48 \cdot 10^{-7}$	1,25
		0,5	0,69	$8,04 \cdot 10^{-6}$	29
		1,0	-	-	-

Er wordt algemeen aanvaard dat een aangelegd infiltratiesysteem slechts functioneel kan zijn indien minstens aan volgende twee voorwaarden is voldaan: de grondwaterstand moet permanent lager staan dan de diepte van de infiltratievoorziening en de infiltratiesnelheid (doorlatendheid) van de bodem moet groter zijn dan $0,50 \cdot 10^{-6}$ m/s (enkel infiltratiesysteem) of tussen $0,50 \cdot 10^{-6}$ m/s en $0,10 \cdot 10^{-6}$ m/s (infiltratiesysteem met overloop) (bron: richtlijnen VMM, 2016).

De berekende infiltratiecapaciteit ter hoogte van locatie I1, I2, I3 en I4 en meetpunten I6b, I6c, I8a, I8b en I9b geeft aan dat de bodem hier hoogstwaarschijnlijk geschikt is voor een functioneel infiltratiesysteem op voorwaarde dat de grondwatertafel permanent lager is dan de diepte van de infiltratievoorziening. Voor meetpunt I6a en I9a werd een infiltratiecapaciteit tussen $0,10 \cdot 10^{-6}$ en $0,01 \cdot 10^{-6}$ m/s berekend. Dit wil zeggen dat op dit punt wordt aanbevolen een gecombineerde infiltratie- en buffervoorziening met gelijke volumes te voorzien. Ter hoogte van meetpunt I8c en I9b werd geen infiltratiemeting uitgevoerd door de aanwezigheid van een overmaat aan stenen – de handelingen om deze weg te werken zouden de proef te sterk beïnvloeden.

Gezien het grondwaterpeil overal op +/- 2 m-mv zit, zal verderop worden geopteerd voor infiltratiebekkens van +/- 80 cm nuttige diepte – de werkelijke diepte zal maximum 1 m lager zijn. Daarom zullen zowel de metingen op maaiveld, 50 cm-mv als 1 m-mv meetellen. Het 50-percentiel van alle gemeten infiltratiecapaciteiten bedraagt 51 mm/h, het gemiddelde 193 mm/h. Over het algemeen blijkt de infiltratiecapaciteit bij de metingen t.h.v. maaiveld veruit het hoogste – in de praktijk zal het water in dergelijke voorzieningen uiteraard meestal lager staan dan het maaiveld. Er wordt daarom in de verdere modellering rekening gehouden met 51 mm/h (zie verder, § 8.4 met Siriomodellering).

5 Hemelwater opgevangen rondom zone mengcentrale (zone A – zuidelijke zone)

5.1 Algemeen

Aan de mengcentrale wordt een onderscheid gemaakt tussen drie zones:

- ZONE A1 op en rondom mengcentrale
- ZONE A2 aan de wielwas
- ZONE A3 overige: opslag granulaten e.a. inerte grondstoffen, parkeerzones, e.d.

De afwatering voor betreffende zones wordt in de navolgende paragrafen opeenvolgend besproken.

5.2 Zone A1 op en rondom de mengcentrale

Deze zone, goed voor slechts max. 50 m² wordt omwille van de mogelijke aanwezigheid van relevante hoeveelheden cement- en betonresten in het hemelwater (en waswater van de centrale) apart gehouden voor wat betreft de afwatering.

Dit water wordt opgevangen en integraal hergebruikt bij de aanmaak van beton. Er zit geen overloop op dit systeem. Een relevant deel zal ook verdampen.

Het watergebruik in de mengcentrale werd ingeschat in § 3.1 als 2,7 m³/d (op productiedagen) en 610 m³/j. Dat is voornamelijk het verbruik voor de aanmaak van de cementgebonden producten en een kleiner aandeel water voor het spoelen van de centrale.

Op basis van neerslagmodellering wordt de noodzakelijke buffer begroot voor deze nullozing. In eerste instantie wordt hiervoor gebruik gemaakt van een eigen hemelwatermodel met neerslagdagcijfers (gegevens KMI te Ukkel) over een periode van dertig jaar (m.i.v. 2021). Dit eigen model laat een meer precieze input van verlofperiodes toe dan het Siriomodel waarmee later de volledige waterhuishouding zal worden gemodelleerd.

Op basis van dit model blijkt een buffervolume van 5 m³ al voldoende om het hemelwater opgevangen op deze kleine zone te allen tijde te bufferen voor hergebruik, zonder overloop. Een extra van 1 m³ wordt aangeraden voor het spoelwater en ruimte voor eventueel slib. In de praktijk zal deze zone in enveloppevorm worden uitgevoerd met afwatering naar een centrale put. Volume van put en enveloppe geeft invulling aan het vereiste buffervolume.

In theorie zal de afwatering en buffering van dit hemelwater toelaten om 100% van het afwaterende hemelwater nuttig te kunnen inzetten. Dat is slechts goed voor 6% van de vraag (+/- 37 m³/j).

5.3 ZONE A2 rondom wielwas

Deze zone, goed voor +/- 250 m², watert, zoals toegelicht in § 3.2, apart af om zoveel mogelijk waswater te kunnen hergebruiken. Ook het hemelwater dat op deze zone terecht komt, komt in het hergebruikcircuit terecht en wordt integraal gebruikt. Er zit geen overloop op dit systeem.

Het (vers) watergebruik in de wielwas werd ingeschat in § 3.2 als 13 m³/d (op productiedagen) en 2.900 m³/j.

Op basis van neerslagmodellering wordt de noodzakelijke buffer begroot voor deze nullozing. In eerste instantie wordt hiervoor gebruik gemaakt van een eigen hemelwatermodel met neerslagdagcijfers (gegevens KMI te Ukkel) over een periode van dertig jaar (m.i.v. 2021). Dit eigen model laat een meer precieze input van verlofperiodes toe dan het Siriomodel waarmee later de volledige waterhuishouding zal worden gemodelleerd.

Dat geeft de volgende resultaten bij verschillende buffervolumes.

Tabel 2: Modellering hemelwaterbuffer potentieel verontreinigd hemelwater 250 m² voor in wielwas

Volume regenwaterbekken (in m ³)	5	10	15	20	25	28
% RW gerecupereerd	91%	96%	98%	99%	100%	100%
m ³ /j RW gerecupereerd	168	178	182	184	185	185
% besparing op vers water	6%	6%	6%	6%	6%	6%
aantal dagen RW tekort/jaar	226	226	225	225	225	225
% leegstand per jaar	62%	62%	62%	62%	62%	62%
aantal dagen overstort/jaar	15	5	3	1	0	0
gemiddelde overstort m ³ /d	1	1	1	1	1	0
90-percentiel overstort m ³ /d	2	2	2	2	2	0
maximum overstort m ³ /d	14	14	9	4	3	0

Zeer veilig gerekend, is een buffervolume van 28 m³ nodig om het opgevangen hemelwater op deze zone te allen tijde op te vangen voor hergebruik, zonder overstorten. Tevens moet hierin het nodige buffervolume worden vrijgehouden voor eventueel inkomend vers water (bijvoorbeeld na lange droge periode, zal hier extra water van een andere bron inkomen, wat extra volume inneemt). Veiligheidshalve wordt ook hiervoor een 10-15 m³ vrijgehouden. In totaal zal het water van de wielwas, zowel het waswater als het afstromend hemelwater, na doorlopen van een bezinkput, worden gebufferd in 2 ondergrondse tanks van elk 20 m³.

Het is duidelijk uit Tabel 2 dat met deze buffering, hoewel 100% van het afwaterende hemelwater nuttig kan worden ingezet, slechts een beperkte besparing zal worden gerealiseerd op het vers watergebruik (6% of +/- 185 m³/j). De rest zal moeten worden ingevuld met ander hemelwater of, bij tekort hieraan, met grondwater.

5.4 ZONE A3: Opslag inerte grondstoffen en parkeerzone mengcentrale

Het hemelwater dat valt op de overige verharde zones rondom de mengcentrale (d.i. de zuidzijde van het terrein), goed voor een afgebakende zone van +/- 0,79 ha, zal na doorlopen van een slibvang en eventueel KWS-afscheider en na optimale inzet door hergebruik, zoveel mogelijk worden geïnfilteerd.

Dit hemelwater kan worden hergebruikt bij de aanmaak van cementgebonden producten in de mengcentrale en voor het aanvullen van de verliezen in de wielwas.

Beide systemen beschikken al over een eigen hemelwatergebruikstelsel (zie § 5.2 en § 5.3), maar die zijn ruimschoots onvoldoende om de volledige vraag in te vullen (slechts 6%). De rest (en dus 94%) wordt dus zoveel mogelijk ingevuld met het hemelwater opgevangen op deze zone. Het gaat om (2,7 m³/d + 13 m³/d) x (100% - 6%) en dus 14,8 m³/d (op productiedagen). Op jaarbasis wordt dat 3.320 m³/j.

Het hemelwater dat niet kan worden hergebruikt, kan dan infiltreren in de ondergrond. Net als bij de zone rondom de zeefcentrale (d.i. de noordelijke zone – zie verder, § 7.3) wordt naast het volume voor infiltratie, ook een beperkt volume vrijgehouden voor vertraagde afvoer naar de Hollebeek voor het geval de infiltratie toch beperkter zou zijn dan verwacht o.b.v. de metingen.

5.4.1 Zand- en slibvang + olieafscheider (voorafgaand hergebruikbuffer)

Gezien de opslag van granulaten e.d. in deze zone, is een voorafgaande zandvang hier aangewezen. Zand en grover materiaal kan immers door de abrasieve eigenschappen ervan schade aan pompen e.d. teweegbrengen. Ook zou dit aanleiding geven tot snelle belading van de navolgende buffer- en infiltratiebekkens met verlies van nuttig volume. Omdat zand (e.d. andere granulaten) op zich relatief snel bezinkt, kan hiervoor worden ontworpen op zuiver hydraulische verblijftijd.

Met een piekbui van een 0,5 h (ervan uitgaand dat kortere buien worden uitgebufferd op de verhardingen en in de leidingen zelf) en een terugkeerfrequentie van 5 jaar - dergelijke bui is 102 l/s.ha -, is er, voor een 15-tal minuten bezinkingstijd, een volume nodig van 80 m³. Belangrijk is dat een bezinkingsput niet te diep wordt uitgevoerd. De weg die een bezinkend deeltje moet afleggen, is bij voorkeur zo kort mogelijk. Daarom wordt best in een helling gewerkt of, wat hier wordt voorgesteld, in enkele opeenvolgende putten: 4 x 20 m³, die op halve hoogte in elkaar overlopen. De laatste put gaat dan in de buffer voor hergebruik (zie § 5.4.2).

Er kan voor de veiligheid voor worden geopteerd om op dit water ook een KWS-afscheider te plaatsen gezien de frequente passage van bedrijfsvoertuigen, wielladers en vrachtwagens, als beveiliging voor hergebruik maar zeker ook voor verdere infiltratie. Aan eenzelfde bui als hierboven beschouwd, zou een dergelijke KWS-afscheider grootteorde 100 l/s moeten kunnen behandelen. De KWS-afscheider dient te zijn ontworpen conform de NBN-norm en voorzien worden van coalescentiefilter en automatische afsluiter. Een bypass wordt ten zeerste afgeraden.

5.4.2 Hergebruik

Het watergebruik in de mengcentrale werd ingeschat in § 3.1 als 2,7 m³/d en 610 m³/j. Het verbruik in de wielwas werd ingeschat in § 3.2 als 13 m³/d en 2.900 m³/j. Samen is dat goed voor 3.510 m³/j en 15,7 m³/d (productiedagen). Een beperkt deel hiervan, +/- 6%, kan worden ingevuld door de lokale hemelwaterbuffers. De overige 94% en dus 14,8 m³/d en 3.320 m³/j zal zoveel mogelijk worden ingevuld met dit hemelwater.

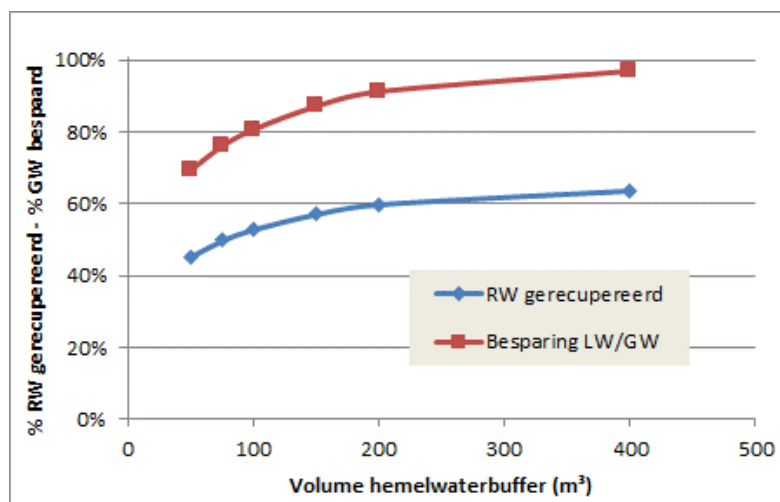
In eerste instantie wordt de ideale buffer voor hergebruik gedimensioneerd, gebruik makende van een eigen hemelwatermodel met neerslagdagcijfers (gegevens KMI te Ukkel) over een periode van dertig jaar (m.i.v. 2021). Dit eigen model laat een meer precieze input van verlofperiodes toe dan het Siriomodel waarmee later de volledige waterhuishouding zal worden gemodelleerd.

Dat geeft de volgende resultaten bij verschillende buffervolumes.

Tabel 3: Modellerings hemelwaterbuffer potentieel verontreinigd hemelwater 0,79 ha voor wielwas en mengcentrale

Volume regenwaterbekken (in m ³)	50	75	100	150	200
% RW gerecupereerd	45%	50%	53%	57%	60%
m ³ /j RW gerecupereerd	2.352	2.584	2.743	2.966	3.108
% besparing op vers water	69%	76%	81%	87%	91%
aantal dagen RW tekort/jaar	82	62	50	32	20
% leegstand per jaar	22%	17%	14%	9%	5%
aantal dagen overstort/jaar	87	79	74	67	62
gemiddelde overstort m ³ /d	27	27	27	28	28
90-percentiel overstort m ³ /d	70	71	71	72	72
maximum overstort m ³ /d	552	552	552	552	552

Figuur 2: Schematische weergave resultaten modellering Tabel 3



Al bij een buffervolume van 75 m³, zal +/- 50% van het opgevangen hemelwater op deze zone kunnen worden gerecupereerd en dus niet moeten worden geloosd/geïnfilteerd. Hierdoor kan +/- 75% van de watervraag worden ingevuld met dit hemelwater, goed voor een jaarlijkse besparing op grondwater van +/- 2.600 m³/j.

Er is bij dit buffervolume (75 m³) nog een jaarlijks tekort van gemiddeld 720 m³/j, met relevante variaties doorheen de gemodelleerde jaren tussen 480 en 1.180 m³/j.

Voor iedere bijkomende besparing moeten verhoudingsgewijs steeds grotere buffers worden geplaatst, die op hun beurt weer een verstoring van de bodemwaterhuishouding met zich meebrengen. Beter is het resterende gedeelte terug te infiltreren en, zo nodig, vertraagd af te voeren naar de beek.

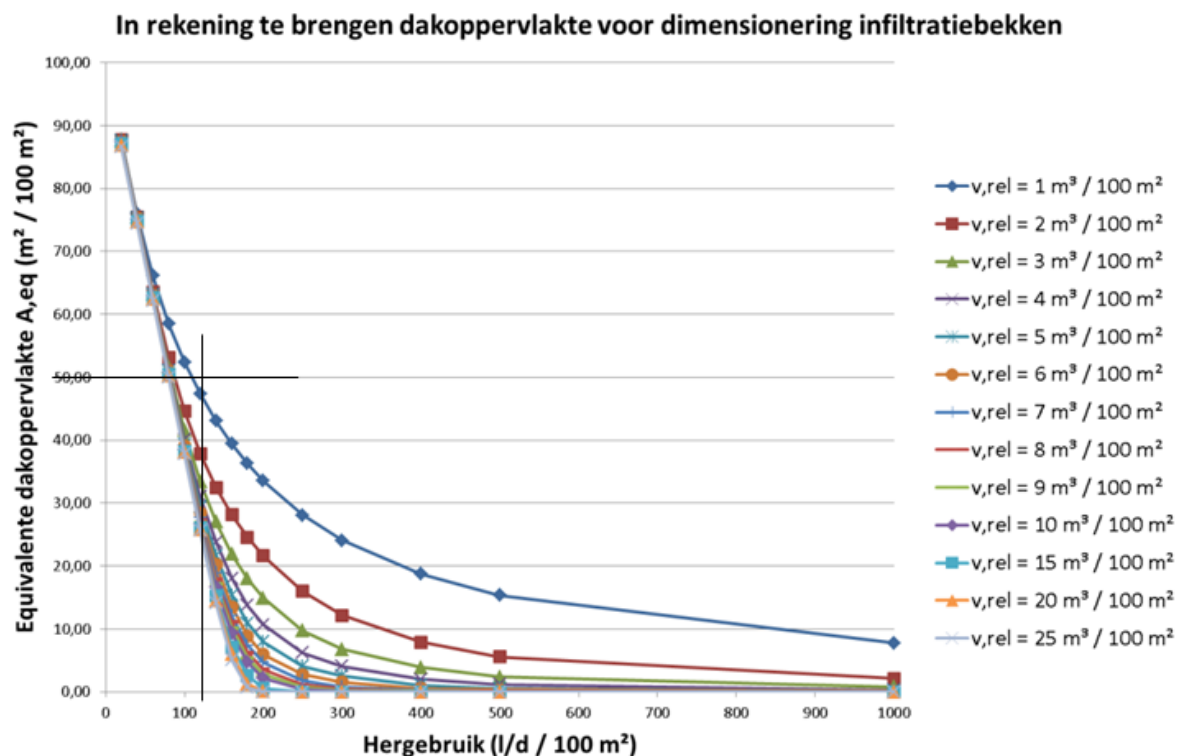
5.4.3 Infiltratie en buffering voor vertraagde lozing

In de richtlijnen bij de Vlaamse Gewestelijke Stedenbouwkundige Verordening Hemelwater (GSV Hemelwater) is, bij verregaand hergebruik, de mogelijkheid opgenomen om een deel van de op de hergebruikbuffer aangesloten verharding in mindering te brengen bij het ontwerp van de verdere voorzieningen (infiltratie en/of buffering voor vertraagde afvoer). Dat is schematisch weergegeven in een grafiek (Figuur 3) en wordt hieronder ook toegepast voor buffersysteem A, met een buffervolume voor hergebruik van 75 m³.

Verderop zal via modellering worden geëvalueerd of dit aanvaardbaar is in functie van het resulterende aantal overstorten, e.d. Ook in Vlaanderen zal veelal een dergelijke modellering, m.n. voor grotere sites als deze en in geval van een wisselend hergebruik zoals hier, aanvullend worden gevraagd ter evaluatie van de aanvaardbaarheid van deze mindering.

Afleiding in mindering te brengen oppervlakte:

- $V_{rel} = 75 \text{ m}^3$ op 0,79 ha en dus $0,95 \text{ m}^3/100\text{m}^2$
- Hergebruik $3.320 \text{ m}^3/\text{j}$ uitgemiddeld over 365 d/j op 0,79 ha en dus $116 \text{ l}/100 \text{ m}^2.\text{d}$
- (zie grafiek): Dat geeft een A_{eq} van +/- 50 m^2 per 100 m^2 . Er mag dus 50% in mindering worden gebracht voor de verdere voorzieningen (indien aanvaardbaar blijkt uit modellering).

Figuur 3: Afleiding equivalent oppervlak zone 0,65 ha bij buffer van 75 m³ en hergebruik in mengcentrale en wielwas

v_{rel} = het volume van de hemelwaterput, omgerekend naar een oppervlak van 100m².

oppervlakte = dakoppervlakte van de nieuwe constructie, exclusief het groendak, en/of de verharde grondoppervlakte die is aangesloten op de hemelwaterput.

Gezien de delen van het terrein waar potentiële verontreiniging wordt verwacht, apart afwateren en dit hemelwater integraal wordt hergebruikt, wordt ervan uitgegaan dat het resterende hemelwater kan/mag worden geïnfiltreerd.

Op basis van de richtlijnen van de Vlaamse stedenbouwkundige verordening (250 m³/ha en 400 m²/ha) zou een buffer vereist zijn van $25 \text{ l/m}^2 \times 50\% \times 7.870 \text{ m}^2 = 98 \text{ m}^3$ met een infiltratieoppervlakte van 157 m².

In de praktijk wordt er voor geopteerd om naast zuivere buffering voor infiltratie, bijkomend in te zetten op buffering voor vertraagde afvoer. Gezien de overstromingsgevoeligheid van de ontvangende waterlopen en de variabele infiltratiecapaciteit vastgesteld bij de proeven, wordt een dergelijk gecombineerd systeem als het meest veilige beschouwd: er wordt nog steeds volop ingezet op hergebruik en zoveel mogelijk geïnfiltreerd, maar de bijkomende buffering creëert een extra veiligheid tegen overstorten indien de infiltratiecapaciteit toch minder zou blijken op termijn of op bepaalde momenten. Voor de vertraagde lozing is een lozingsdebiet van 5 l/s.ha en dus 3,9 l/s het streefdoel.

Er wordt geopteerd voor een bekken van +/- 200 m³, waarvan 140 m³ voor de infiltratie en 60 m³ voor de eventuele verdere vertraagde afvoer. Het bekken beslaat een oppervlakte van 250 m² en is 80 cm diep. Op 56 cm van de bodem is een knijpleiding voorzien van 5 cm diameter. In § 8 zal verder worden ingegaan op de praktische uitvoering en inplanting.

Uit de verdere Siriomodellering (zie § 8.4) zal blijken of dit voldoende is of eventueel nog verder moet/kan worden uitgebreid dan wel kan worden ingeperkt.

6 Hemelwater opgevangen op dakoppervlaktes (zone / buffersysteem B)

In de geplande situatie wenst men bij de zeefcentrale enkele (grotendeels) gesloten magazijnen/loodsen op te richten. Het gaat om een dakoppervlakte van 24 m x 24 m x 3 en dus 1.728 m².

6.1 Hergebruik

Het hemelwater opgevangen op die daken is relatief zuiver en kan worden ingezet voor die toepassingen waar dergelijk zuiver water wenselijk is.

Het gaat dan met name over de fijne verneveling: de vaste verneveling van 20 m³/d (enkel tijdens productiedagen) en de variabele verneveling in functie van de neerslag, zoals toegelicht in § 3.3, goed voor respectievelijk 4.500 m³/j en 14.500 m³/j.

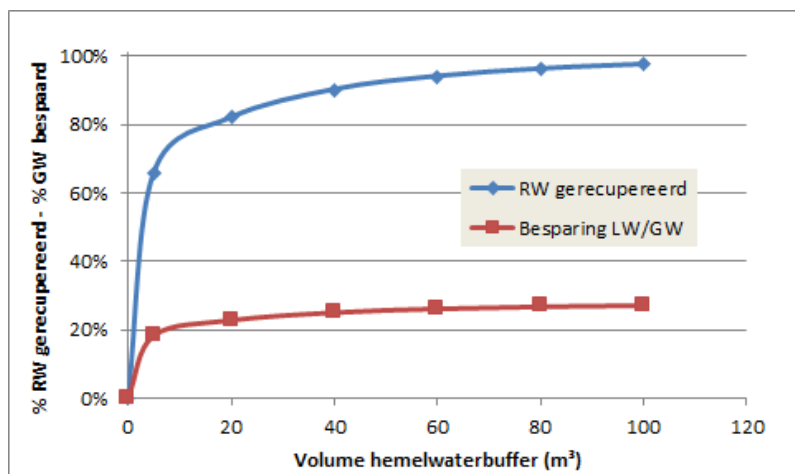
Gezien de beperkte oppervlakte, zal enkel de aansluiting van de vaste verneveling al voldoende zijn om het op deze oppervlakte opgevangen hemelwater zo goed mogelijk aan te wenden.

Net als voor buffersysteem A, wordt voor de dimensionering van de hemelwatergebruikbuffer in eerste instantie gebruik gemaakt van een eigen hemelwatermodel. Dat geeft de volgende resultaten bij diverse buffervolumes.

Tabel 4: Modellerings hemelwaterbuffer hemelwater daken (0,17 ha) voor vaste verneveling

Volume regenwaterbekken (in m ³)	20	40	60	80	100
% RW gerecupereerd	82%	90%	94%	96%	98%
m ³ /j RW gerecupereerd	1.053	1.158	1.207	1.235	1.252
% besparing op vers water	23%	25%	26%	27%	27%
aantal dagen RW tekort/jaar	205	201	198	197	196
% leegstand per jaar	56%	55%	54%	54%	54%
aantal dagen overstort/jaar	27	14	8	5	3
gemiddelde overstort m ³ /d	6	6	6	6	6
90-percentiel overstort m ³ /d	17	17	18	15	16
maximum overstort m ³ /d	108	101	95	83	63

Figuur 4: Schematische weergave resultaten modellering Tabel 4



Een buffervolume van 60 m³ laat toe om +/- 94% van het op deze daken opgevangen hemelwater nuttig in te zetten bij de vaste verneveling. Dat is slechts voldoende voor 26% van dit verbruik, goed voor een gemiddelde jaarlijkse besparing van +/- 1.200 m³/j. De rest moet nog worden aangevuld met ander hemelwater, grondwater of leidingwater. Gemiddeld gezien bedraagt het tekort 3.300 m³/j met slechts beperkte schommelingen over de gemodelleerde jaren. Grotere buffervolumes hebben slechts een minimale meerwaarde. De overmaat kan beter worden opgevangen voor infiltratie en eventueel verdere vertraagde afvoer. Dat gebeurt samen met het hemelwater van buffersysteem C en wordt verder bekeken (§ 7.3).

6.2 Infiltratie en vertraagde afvoer

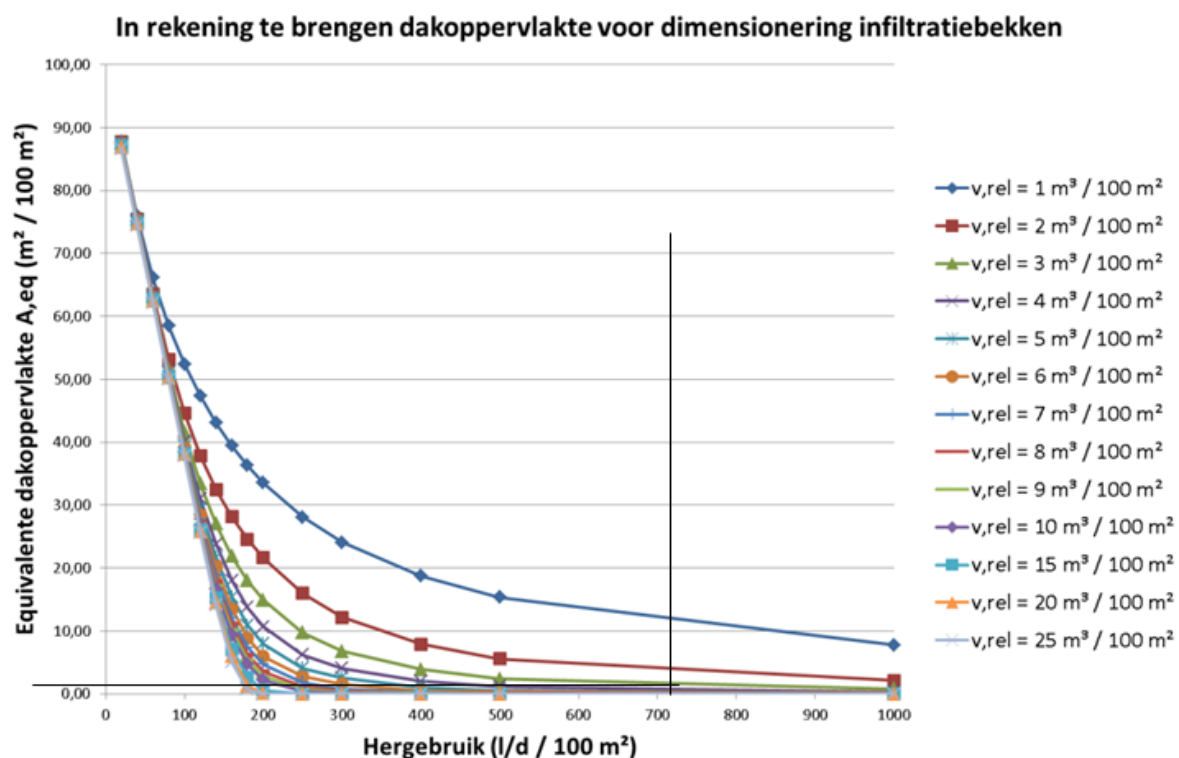
De infiltratie en vertraagde afvoer van het niet nuttig ingezette hemelwater van de daken gebeurt samen met dat van buffersysteem C en wordt verderop gezamenlijk besproken (§ 7.3).

Wel wordt hier al ingegaan op het equivalent oppervlak, cfr. buffersysteem A.

Afleiding in mindering te brengen oppervlakte:

- $V_{rel} = 50 \text{ m}^3$ op 1.728 m^2 en dus $2,9 \text{ m}^3/100\text{m}^2$
- Hergebruik $4.500 \text{ m}^3/\text{j}$ uitgemiddeld over 365 d/j op 1.728 m^2 en dus $713 \text{ l}/100 \text{ m}^2.\text{d}$
- (zie grafiek - Figuur 5): Dat geeft een A_{eq} van $<< 5 \text{ m}^2$ per 100 m^2 . Vrijwel het volledige oppervlak (+/- 98%) mag dus in mindering worden gebracht voor de verdere voorzieningen. Ook dit zal nog verder worden geëvalueerd bij de Siriomodellering.

Figuur 5: Afleiding equivalent oppervlak dakoppervlakte 1.728 m^2 bij buffer van 50 m^3 en hergebruik $20 \text{ m}^3/\text{d}$ (vaste verneveling – enkel productiedagen)



v_{rel} = het volume van de hemelwaterput, omgerekend naar een oppervlak van 100m^2 .

oppervlakte = dakoppervlakte van de nieuwe constructie, exclusief het groendak, en/of de verharde grondoppervlakte die is aangesloten op de hemelwaterput.

7 Hemelwater verhardingen zeefcentrale (zone / buffersysteem C – noordelijke zone)

Het grootste deel van het terrein van de zeefcentrale doet dienst als opslagruimte, werkruimte voor de breek- en zeefcentrale en manoeuvreerruimte tussen de opslagzones en de breekzones. Dit (noordelijk) gedeelte van het terrein zal in de geplande situatie voor +/- 15.745 m^2 verhard zijn, waarvan +/- 2.258 m^2 dak en 13.487 m^2 verharding. Het grootste dak werd, voor wat betreft het hergebruik, al besproken in § 6, het kleinste dak watert af naar de achterliggende groenzone. In deze paragraaf wordt het hemelwater opgevangen op de verhardingen besproken.

7.1 Zand- en slibvang

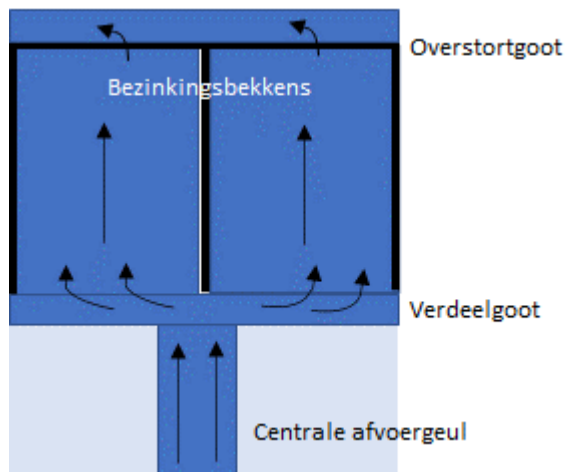
Het hemelwater dat op deze terreinen valt, is in principe niet verontreinigd, gezien de (niet overdekt) opgeslagen materialen niet als verontreinigd zijn te beschouwen. Wel bevat het afstromende hemelwater belangrijke

hoeveelheden grond, zand, grind, e.d. waardoor het niet als dusdanig kan worden gebruikt noch geïnfiltreerd of geloosd.

Daarom worden de nodige zandvangputten ingebouwd alvorens het water in de buffer voor hergebruik gaat met overloop naar het infiltratie- en buffersysteem.

Het principe is als volgt: het terrein wordt aangelegd met een lichte helling naar een centrale afvoergeul die over de lengte van het terrein, van zuid(west) naar noord(oost) loopt. Aan het einde van deze geul wordt het water verdeeld via een verdeelgoot over twee bezinkingsbekkens, eveneens aangelegd in helling. De afwatering gebeurt op die manier opdat de bezinkingsbekkens via een wiellader/bulldozer eenvoudiger kunnen worden leeggemaakt, wat heel regelmatig zal moeten gebeuren. Het principe is weergegeven in onderstaande schets.

Figuur 6: Principe afwatering via centrale afvoergeul en bezinkingsbekkens



Uiteenlopende afmetingen kunnen voor dergelijke bezinkingsbekkens worden voorgeschreven, afhankelijk van de gehanteerde dimensioneringsparameters (hydraulische verblijftijd, oppervlaktebelasting, maximale diepte, verhouding lengte/diepte, verhouding lengte/breedte, e.d.m.). Er werd getracht een ontwerp naar voren te schuiven dat haalbaar is, rekening houdende met de beschikbare plaats en de noodzaak tot ruiming met een wiellader, maar ook voldoende materiaal zal tegenhouden opdat de navolgende bekken niet te zwaar worden belast.

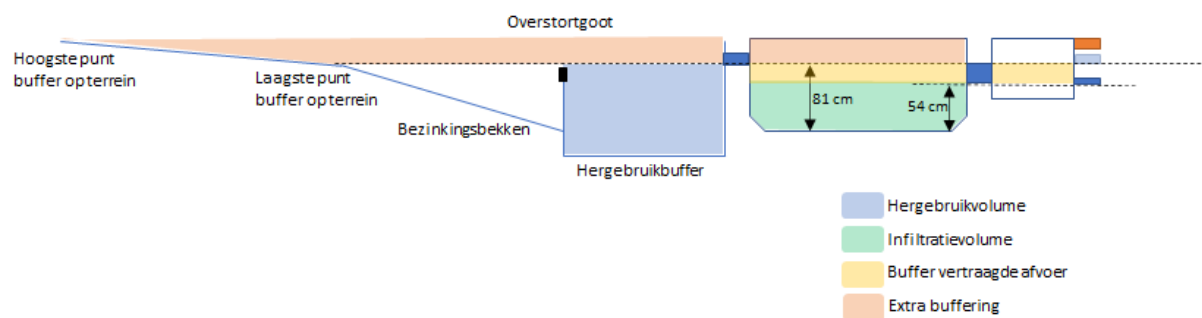
Er wordt voor elk bekken een lengte van 15 m en breedte van 4,5 m voorgesteld, op diepste punt 1,5 m diep. Dat wil zeggen dat een nuttig volume van $2 \times 51 \text{ m}^3$ en dus $\pm 100 \text{ m}^3$ bezinkingsbekken wordt gecreëerd. Aan een bui van 102 l/s.ha (bui van 0,5 h met T5) is dat een HRT van slechts 8-9 minuten. Hoewel de voorgestelde dimensionering, met geleidelijke helling, bezinking van zand sterk zal bevorderen, blijft dit relatief weinig. Grotere bekken worden echter niet haalbaar geacht. Dat wil zeggen dat ook soms materiaal zal meelopen naar de navolgende bekken. Dit kan deels worden opgevangen door deze op te splitsen en indien nodig over te pompen en/of te reinigen (zie verder, § 7.2). Ook voor de bezinkingsbekken is het aangewezen deze iedere ochtend en/of na regenbui manueel leeg te pompen om extra capaciteit te creëren bij een volgende bui.

Merk op (zie ook § 8.3): naast de navolgende buffering voor hergebruik, infiltratie en vertraagde afvoer, zal er ook in zekere mate buffering worden voorzien op het terrein. Om dat te realiseren wordt het terrein hellend uitgevoerd met het diepste punt centraal ter hoogte van de afvoergeul (die uitmondt in de bezinkingsbekken).

Stel dat er over een breedte van 30 m een helling van 2% wordt gehanteerd, dan geeft dit, over een lengte van bvb. 100 lm, een extra buffercapaciteit van $\pm 450 \text{ m}^3$ (zie ook § 8.3). Met deze extra buffering is in navolgende modellering geen rekening mee gehouden. Het zorgt echter in de praktijk wel voor een bufferend en vertragend effect naar de navolgende voorzieningen.

Het principe van de opeenvolgende bekken en de buffering is weergegeven in Figuur 7.

Figuur 7: Principe verbinding verschillende hemelwatersystemen opslagterreinen



De voorzieningen na de bezinkingsbekkens worden in de volgende paragrafen besproken.

7.2 Hergebruik

Het hemelwater dat door de bezinkingsbekkens is gepasseerd en op die manier zoveel mogelijk werd vrijgemaakt van zwevende en bezinkbare deeltjes, loopt in eerste instantie naar een bufferbekken van waaruit hergebruik mogelijk is. Het aantal mogelijke toepassingen voor dit water zal afhankelijk zijn van de kwaliteit van het betreffende water. In ieder geval kan dit water worden aangewend voor de aanmaak van beton en voor de aanvulling van tekorten bij de wielwas, d.i. na uitputting van het hemelwater uit buffersysteem A. In § 5.4.1 werd afgeleid dat het hemelwater van systeem A al 75% van de vraag kan invullen, voor de overige 25% moeten andere waterbronnen worden aangewend.

Indien het water voldoende zuiver is, kan ook de inzet in de vernevelingssysteem worden overwogen. Voor de vaste verneveling kan met systeem B al 25% van de vraag worden ingevuld, de rest komt in aanmerking voor buffersysteem C. De variabele verneveling moet nog volledig met buffersysteem C of een alternatieve waterbron worden ingevuld.

Voor de verbruiken van buffersysteem C wordt rekening gehouden met:

- het variabele verbruik voor verneveling (in functie van de neerslag)
- het resterende gedeelte voor vast verbruik dat niet kan worden ingevuld met buffersysteem B
- het resterende gedeelte voor mengcentrale en wielwas dat niet kan worden ingevuld met buffersysteem A

Samen is dat goed voor $14.500 \text{ m}^3/\text{j} + 4.500 \text{ m}^3/\text{j} \times 75\% + 3.510 \text{ m}^3/\text{j} \times 25\% = 18.753 \text{ m}^3/\text{j}$.

De afwaterende oppervlakte bedraagt +/- 1,35 ha.

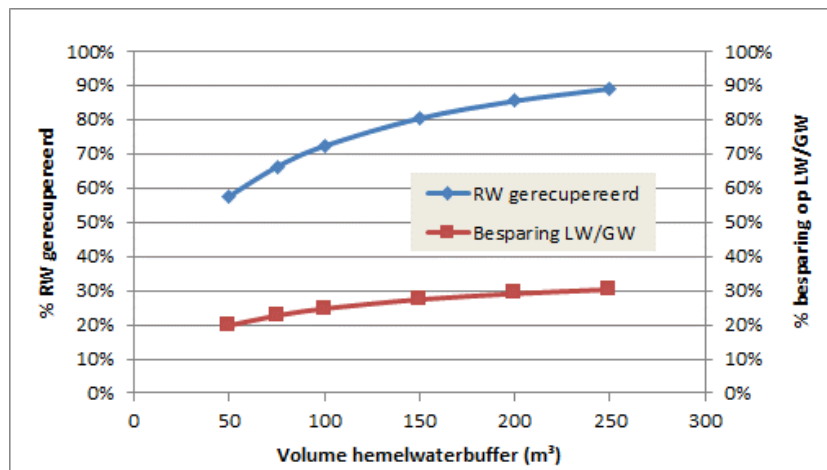
Met het eigen hemelwatermodel, dat toelaat waterverbruik in functie van neerslag te modelleren, geeft dat het volgende resultaat bij verschillende buffervolumes. Er wordt een afvloeicoëfficiënt van 65% en een filterrendement van 90% in rekening gebracht.

De resultaten zijn weergegeven in Tabel 5 en Figuur 8.

Tabel 5: Resultaten modellering hemelwaterbuffer hemelwater terrein (1,35 ha) voor variabele verneveling (tot 3 mm i.f.v. neerslag op 2 ha terrein) en rest vaste verneveling en wielwas + mengcentrale goed voor 18,75 m³/d (productiedagen)

Volume regenwaterbekken (in m³)	50	75	100	150	200	250
% RW gerecupereerd	58%	66%	72%	80%	85%	89%
m³/j RW gerecupereerd	3.766	4.322	4.719	5.245	5.575	5.805
% besparing op vers water	20%	23%	25%	27%	29%	30%
aantal dagen RW tekort/jaar	259	245	237	228	222	218
% leegstand per jaar	71%	67%	65%	63%	61%	60%
aantal dagen overstort/jaar	58	45	36	25	18	14
gemiddelde overstort m³/d	50	51	53	54	56	55
90-percentiel overstort m³/d	110	115	114	116	115	114
maximum overstort m³/d	691	691	691	691	691	691

Figuur 8: Schematische weergave resultaten Tabel 5



Een buffer van 150 m³ laat toe +/- 80% van het afwaterende hemelwater (rekening houdende met verdampings- en filterverliezen) nuttig in te zetten. Toename tot 250 m³ is nodig om dit op te trekken naar 90%. Gezien de grote oppervlakte, is het aangewezen ook nog de nodige buffering te voorzien voor het niet nuttig inzetbare aandeel hemelwater. Voorlopig wordt daarom rekening gehouden met 150 m³ voor hergebruik.

Zoals toegelicht in voorgaande paragraaf zal, hoewel de meeste deeltjes worden tegengehouden in de goot en in de bezinkingsbekkens, in bepaalde gevallen ook nog zand e.d. meekomen naar deze hergebruikbuffers. Daarom wordt aangeraden de hergebruikbuffer op te splitsen (bv. in buffer van 50 m³ en 100 m³). De eerste loopt over naar de tweede maar kan, bijvoorbeeld iedere ochtend, ook manueel worden leeggepompt naar de tweede (visuele controle meesleep deeltjes). Op die manier kan dit eerste bekken indien nodig, ook worden gereinigd zonder dat alles moet worden leeg getrokken. De tweede buffer loopt, samen met de overloop van de hergebruikbuffer van de nieuwe daken, over naar het infiltratiebekken.

Dat wordt besproken in § 7.3.

7.3 Infiltratie en buffering met vertraagde afvoer (met overloop systeem B)

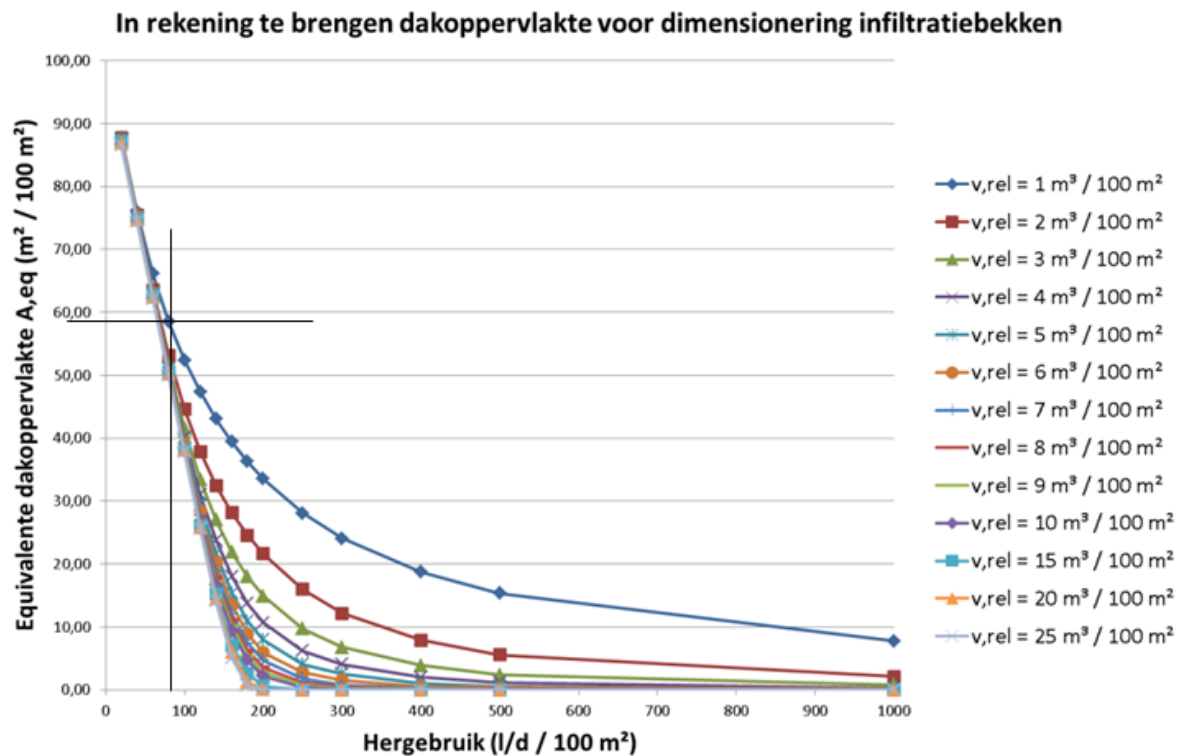
7.3.1 Minimale vereisten mits berekening equivalente oppervlakte

Net zoals voor de voorgaande voorzieningen kan hier het zogenaamde equivalente oppervlak worden berekend omwille van de relatief grote buffering voor hergebruiktoepassingen.

Afleiding in mindering te brengen oppervlakte:

- $V_{rel} = 150 \text{ m}^3$ op 1,35 ha en dus $1,1 \text{ m}^3/100\text{m}^2$
- Hergebruik $4.253 \text{ m}^3/\text{j}$ (excl. de variabele verneveling) uitgemiddeld over 365 d/j op 1,35 ha en dus $86 \text{ l}/100 \text{ m}^2 \cdot \text{d}$
- (zie grafiek): Dat geeft een A_{eq} van +/- 58 m^2 per 100 m^2 . Er mag dus 42% in mindering worden gebracht voor de verdere voorzieningen.

Figuur 9: Afleiding equivalent oppervlak zone 1,35 ha bij buffer van 150 m³ en hergebruik 18,75 m³/d (variabele verneveling niet in rekening gebracht)



v_{rel} = het volume van de hemelwaterput, omgerekend naar een oppervlak van 100m².

oppervlakte = dakoppervlakte van de nieuwe constructie, exclusief het groendak, en/of de verharde grondoppervlakte die is aangesloten op de hemelwaterput.

Dat wil zeggen dat nog 42% x 1,35 ha en 2% x 1.728 m² ≈ 5.705 m² in rekening zou moeten worden gebracht voor de dimensionering van de verdere voorzieningen. Met de richtlijnen van de Vlaamse gewestelijke stedenbouwkundige verordening van 250 m³/ha en 400 m²/ha, betekent dat een infiltratievoorziening van 143 m³ en 228 m².

In de praktijk wordt er niet alleen geopteerd voor grotere infiltratiebuffers dan hierboven berekend, maar ook om, naast zuivere buffering voor infiltratie, bijkomend in te zetten op buffering voor vertraagde afvoer. Gezien de overstromingsgevoeligheid van de ontvangende waterlopen en de variabele infiltratiecapaciteit vastgesteld bij de proeven, wordt een dergelijk gecombineerd systeem als het meest veilige beschouwd: er wordt nog steeds volop ingezet op hergebruik en zoveel mogelijk geïnfilteerd, maar de bijkomende buffering creëert een extra veiligheid tegen overstorten indien de infiltratiecapaciteit toch minder zou blijken op termijn of op bepaalde momenten.

Verderop (§ 8) zal een voorstel worden uitgewerkt dat zoveel mogelijk rekening houdt met deze vereisten – via Siriomodellering (§ 8.4) zal worden bepaald of het uitgewerkte voorstel voldoende is om het aantal overstorten, en de eventuele lozingsdebieten te beperken tot een aanvaardbaar niveau.

8 Finaal voorstel alle buffersystemen

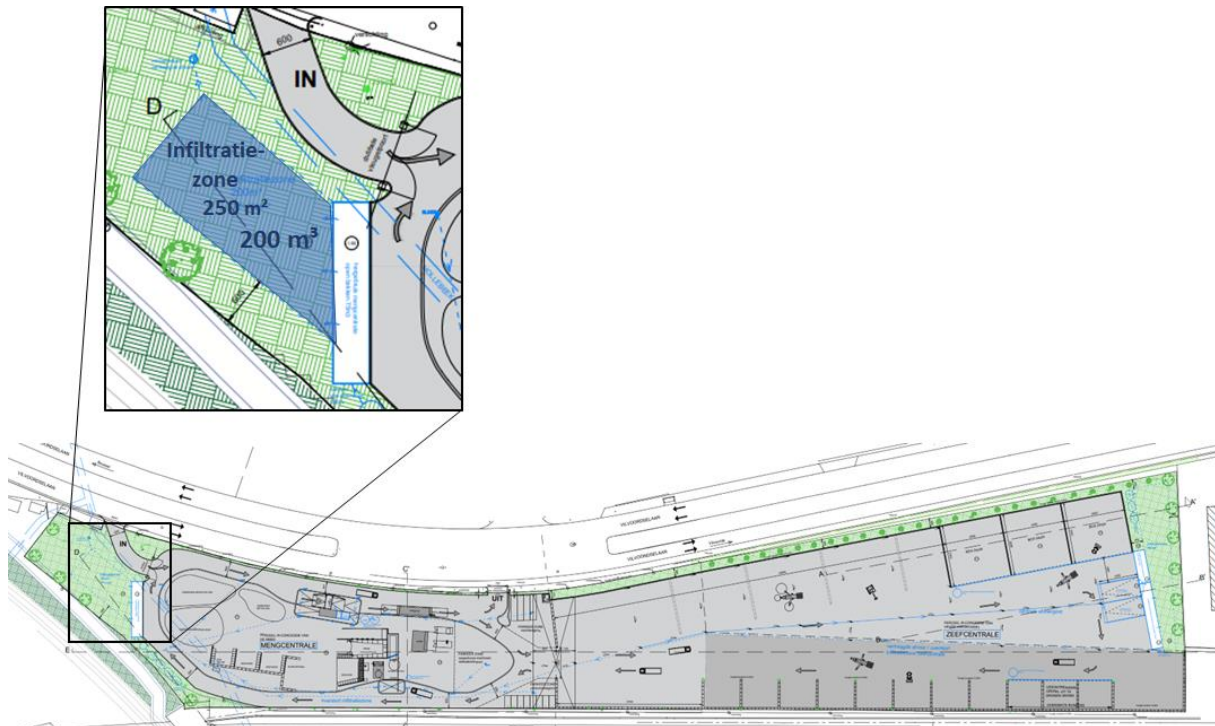
Zie ook plan in **Bijlage 3**.

8.1 Inplanting en dimensionering bekken zuidelijke zone

Figuur 10 geeft een bovenaanzicht van de voorgestelde voorzieningen voor hemelwaterinfiltratie en buffering voor het deel aan de mengcentrale (zuidelijke zone). Het betreft een open bekken van 250 m² en ongeveer 80 cm diep. Er wordt, cfr. de gehanteerde werkwijze in het BHG, enkel rekening gehouden met de bodemoppervlakte als infiltratieoppervlakte. Dat wil zeggen dat een infiltratieoppervlakte van 250 m² wordt gecreëerd.

De onderste 56 cm, en dus +/- 140 m³, doet dienst als buffer voor deze infiltratie. Boven dit volume, zal het extra water vertraagd worden geloosd via een knijpleiding. Hiertoe gaat de open voorziening (via een connectieput) over in een buis diameter 50 mm. Die sluit vervolgens aan op de bestaande (of een nieuwe) riolering die het vertraagde debiet richting de Hollebeek voert. Deze riolering is voldoende groot opdat ook eventuele (uitzonderlijke) overstorten, hier ook in kunnen afstromen. Deze overstort zit op 80 cm van het bodemoppervlak waardoor 24 cm en dus 60 m³ dienst doet als buffer voor vertraagde afvoer.

Figuur 10: : Bovenaanzicht voorstel voorzieningen hemelwaterinfiltratie/buffering zuidelijke zone



Samengevat worden de volgende volumes en infiltratieoppervlaktes gerealiseerd:

- Infiltratie: langsheen bodem van 250 m² met buffer van 140 m³ (56 cm waterhoogte)
- Extra buffer vertraagde afvoer van 60 m³ via 50 mm knijpleiding (24 cm waterhoogte)

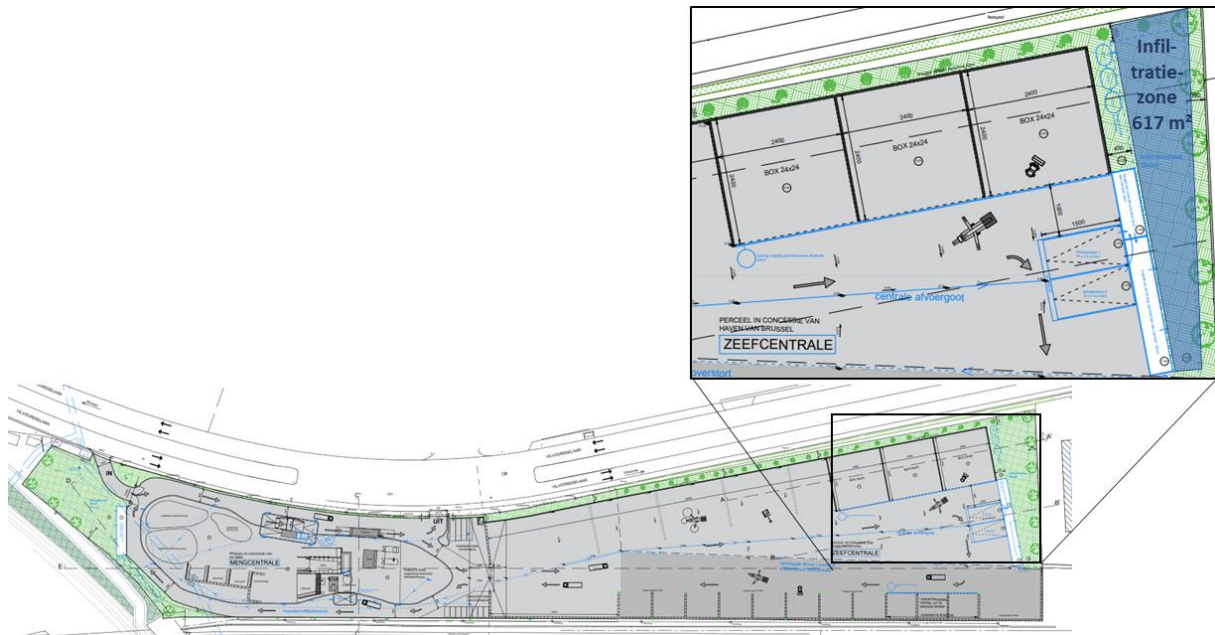
Dit systeem biedt niet alleen meer infiltratieoppervlak dan boven afgeleid op basis van de in Vlaanderen geldende richtlijnen, ook is er meer dan drie keer zoveel buffervolume ingecalculeerd. Het feit dat men in Brussel een vertraagd debiet van slechts 5 l/s.ha vraagt (in de Vlaamse verordening is dit 20 l/s/ha), speelt hierin zeker ook een rol. Ook de toegestane mindering wegens hergebruik zal niet altijd het verwachte effect hebben gezien de langere verlofperiodes waardoor toch grotere buffervolumes vereist zullen blijken. Dat zal duidelijk worden bij de verdere modellering.

8.2 Inplanting en dimensionering bekken noordelijke zone

Figuur 11 geeft een bovenaanzicht van de voorgestelde voorzieningen voor hemelwaterinfiltratie en buffering voor het deel aan de zeefcentrale (noordelijke zone). Het betreft een open bekken van 617 m² en ongeveer 81 cm diep. Er wordt, cfr. de gehanteerde werkwijze in het BHG, enkel rekening gehouden met de bodemoppervlakte als infiltratieoppervlakte. Dat wil zeggen dat een infiltratieoppervlakte van 617 m² wordt gecreëerd.

De onderste 56 cm, en dus +/- 350 m³, doet dienst als buffer voor deze infiltratie. Boven dit volume, zal het extra water vertraagd worden geloosd via een knijpleiding. Hiertoe gaat de open voorziening (via een connectieput) over in een buis diameter 80 mm. Die sluit vervolgens aan op de bestaande (of een nieuwe) riolering die het vertraagde debiet richting de Hollebeek voert. Deze riolering is voldoende groot opdat ook eventuele (uitzonderlijke) overstorten, hier ook in kunnen afstromen. Deze overstort zit op 80 cm van het bodemoppervlak waardoor 24 cm en dus 150 m³ dienst doet als buffer voor vertraagde afvoer.

Figuur 11: Bovenaanzicht voorstel voorzieningen hemelwaterinfiltratie/buffering noordelijke zone



Samengevat worden de volgende volumes en infiltratieoppervlaktes gerealiseerd:

- Infiltratie: langsheen bodem van 617 m² met buffer van 350 m³ (56 cm waterhoogte)
- Extra buffer vertraagde afvoer van 150 m³ via 80 mm knijpleiding (24 cm waterhoogte)

Dit systeem biedt niet alleen meer infiltratieoppervlak dan boven afgeleid op basis van de in Vlaanderen geldende richtlijnen, ook is er meer dan drie keer zoveel buffervolume ingecalculeerd. Het feit dat men in Brussel een vertraagd debiet van slechts 5 l/s/ha vraagt (in de Vlaamse verordening is dit 20 l/s/ha), speelt hierin zeker ook een rol. Ook de toegestane mindering wegens hergebruik zal niet altijd het verwachte effect hebben gezien de langere verlofperiodes waardoor toch grotere buffervolumes vereist zullen blijken. Dat zal duidelijk worden bij de verdere modellering.

8.3 Extra: buffering op terrein (noordelijke zone)

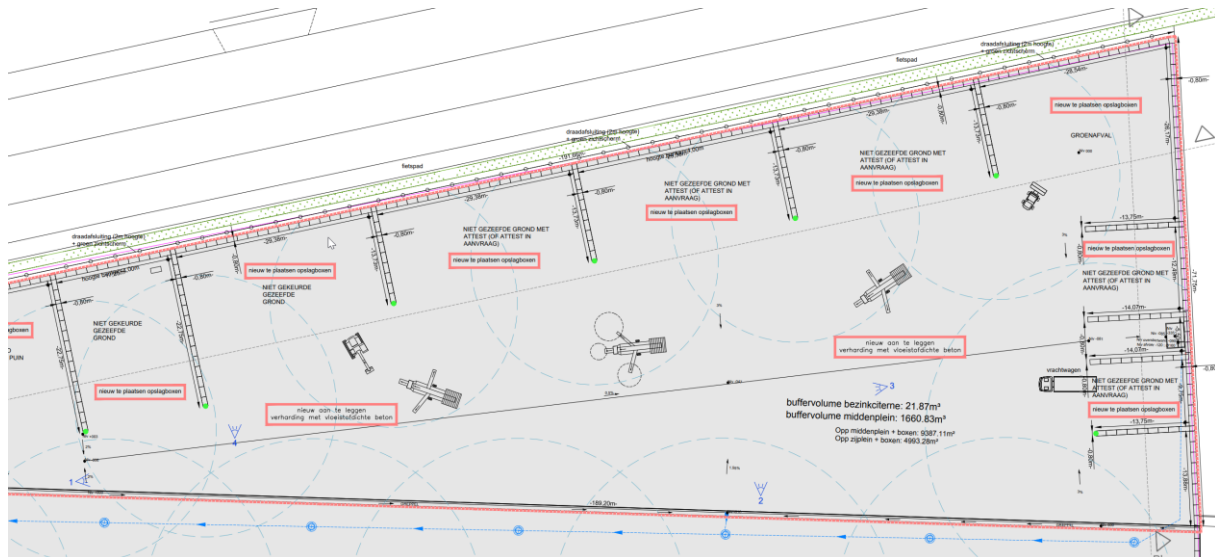
Bij de uitwerking van de hemelwaterbuffering werd enkel rekening gehouden met de afwaartse voorzieningen. In de praktijk zal echter ook een zekere buffering op het terrein plaatsvinden. Dat wordt geïllustreerd in Figuur 12. De bedoeling is echter om dit slechts in uitzonderlijke gevallen te laten onderlopen. Dat kan worden gerealiseerd door het voorzien van meerdere overstortniveaus op de afwaartse voorzieningen, zoals geïllustreerd in de snede in Figuur 7 (§ 7.1).

Figuur 12: Principe buffering op terrein (minimum lengte V-vorm 100 lm – in de praktijk zal dit meer zijn)



Verdere detailuitwerking leidt tot het volgende praktische voorstel voor deze komvorm (Figuur 13). Met een gemiddelde helling van 2 tot 3%, een breedte van meer dan 30 m en een lengte van meer dan 100 m zal zelfs meer volume buffering op het terrein worden gecreëerd dan getoond in Figuur 12.

Figuur 13: Finaal voorstel buffering op terrein (zie ook plannen toegevoegd aan vergunningsaanvraag)



Deze buffering is te beschouwen als extra veiligheid en dient voornamelijk voor het gecontroleerde afvloeien van het hemelwater naar de slibvangbekkens en voor extra opvang bij extreme neerslag.

8.4 Siriomodellering volledige waterhuishouding

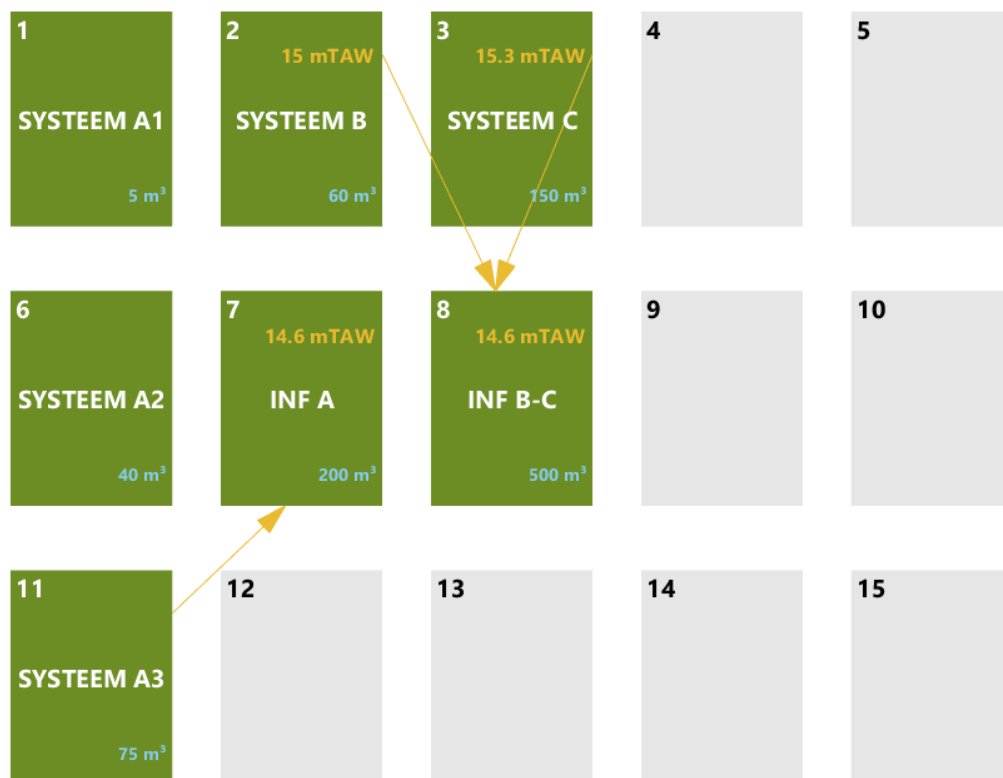
Bovenstaand systeem, zowel wat betreft de bekken voor hergebruik als de navolgende bekken voor vertraagde afvoer of infiltratie en vertraagde afvoer, worden samen gemodelleerd via Sirio.

Sirio is een bakkenmodel, gebaseerd op 100-jarige neerslagreeksen, ontwikkeld door de KU Leuven o.l.v. prof. dr. Patrick Willems.

Eerst komt de ingebrachte input aan bod, d.w.z. de parameters die per bak werden gedefinieerd. Dan volgt een bespreking van de hieruit resulterende output. Er is overall rekening gehouden met een oppervlakteberging van 2 mm, de afvloeicoëfficiënt is wisselend (daken 90%, verharding rondom mengcentrale 80% en verharding opslagterrein 65%).

Figuur 14 toont een visuele weergave van de gedefinieerde bakken in het model.

Figuur 14: Visuele weergave bakkenmodel

**ZUIDELIJKE ZONE (zone A – deel mengcentrale)**

- **BAK 1:** Buffersysteem A1: (opvang potentieel verontreinigd hemelwater aan mengcentrale)
- **BAK 6:** Buffersysteem A2: (opvang potentieel verontreinigd hemelwater aan wielwas)
- **BAK 11:** Buffersysteem A3: (niet-verontreinigd hemelwater zuidelijke zone): Nuttig volume 75 m³. Ontvangende oppervlakte 0,787 ha verharding (afvloeit 80%). Aangesloten hergebruik 14,8 m³/d van ma-vrij. Verminderd verbruik in de maanden jan, feb, jul, aug en sep aan 50% en in de maanden feb en nov aan 75%. Overloop naar infiltratievoorziening A (BAK 7).
- **BAK 7:** (INF A) Open infiltratievoorziening zone A. Nuttig volume 200 m³. Ontvangt overstort BAK 11. Bodem 250 m², hoogte 0,8 m). Bodempeil op 13,8 m TAW, doorvoer 53 mm op 56 cm van bodem dus op 14,36 m TAW, overstort op 14,6 m TAW naar Hollebeek. Infiltratie langsheen bodem met infiltratiecapaciteit 50 mm/h (veiligheidsfactor 1,5). Verdamping vanop wateroppervlak.

NOORDELIJKE ZONE (zone B-C – deel zeefcentrale)

- **BAK 2:** Buffersysteem B: Volume 60 m³. Afwaterende oppervlakte 1.728 m² dak (afvloeit 90%). Aangesloten hergebruik 20 m³/d van ma-vrij. Verminderd verbruik in de maanden jan, feb, jul, aug en sep aan 50% en in de maanden feb en nov aan 75%. Overloop naar infiltratievoorziening zone B-C (BAK 8).
- **BAK 3:** Buffersysteem C: Volume 150 m³. Afwaterende oppervlakte 1,35 ha verharding (afvloeit 65%). Aangesloten hergebruik 18,75 m³/d van ma-vrij. Verminderd verbruik in de maanden jan, feb, jul, aug en sep aan 50% en in de maanden feb en nov aan 75%. Verdamping vanop het wateroppervlak. Overloop naar infiltratievoorziening zone B-C (BAK 8).
- **BAK 8:** (INF B-C): Open infiltratievoorziening zone B-C. Nuttig volume 500 m³. Ontvangt overstorten BAK 12 en BAK 3. Bodem 617 m², hoogte 0,8 m). Bodempeil op 13,8 m TAW, doorvoer van 80 mm op 56 cm van bodem dus op 14,36 m TAW, overstort op 14,6 m TAW naar Hollebeek. Infiltratie langsheen bodem met infiltratiecapaciteit 50 mm/h (veiligheidsfactor 1,5). Verdamping vanop wateroppervlak.

(merk op: TAW-niveaus zijn indicatief en voornamelijk van belang tussen de bakken onderling)

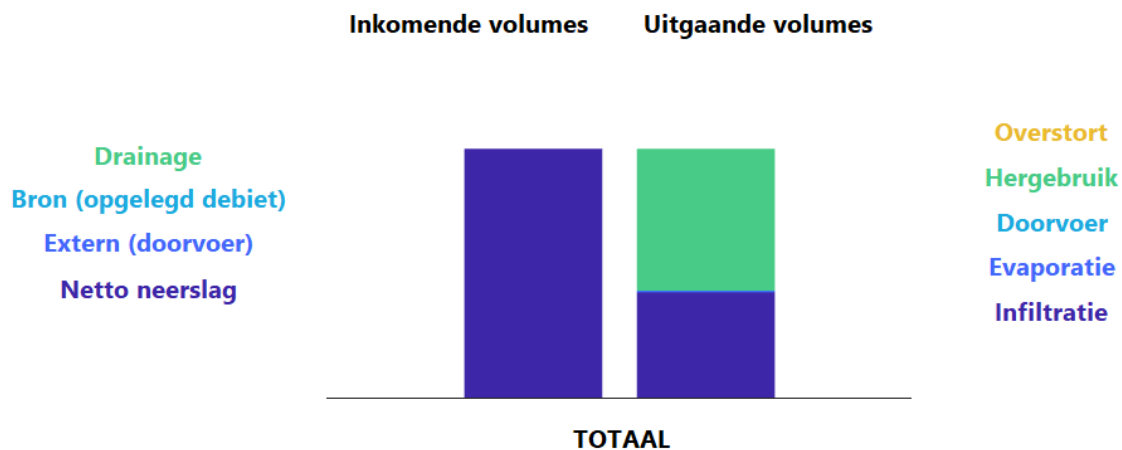
De resultaten van de modellering zijn samengevat in Figuur 15 en Tabel 6.

Tabel 6: Resultaten Siriomodellerings voorstel systeem waterhuishouding Zeefcentrale Dekempeneer

Voorziening (BAK)	TOTAAL	BAK 1 'SYSTEEM A1'	BAK 6 'SYSTEEM A2'	BAK 11 'SYSTEEM A3'	BAK 7 'INF A'	BAK 2 'SYSTEEM B'	BAK 3 'SYSTEEM C'	BAK 78 'INF B-C'
INGAAND								
Netto neerslag (m³/100j) (%)	1.096.000 (100%)	2.451 (100%)	12.258 (100%)	385.900 (100%)	15.322 (8%)	95.320 (100%)	547.000 (100%)	37.816 (13%)
Overige ingaande debieten*	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	169.900 (92%)	0 (0%)	0 (0%)	242.800 (87%)
UITGAAND								
Infiltratie (m³/100j) (%)	463.700 (42%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	183.700 (99%)	0 (0%)	0 (0%)	279.900 (100%)
Evaporatie (m³/100j) (%)	6.431 (1%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	194 (0%)	0 (0%)	5.889 (1%)	347 (0%)
Hergebruik (m³/100j) (%)	624.400 (57%)	2.451 (100%)	12.258 (100%)	216.000 (56%)	0 (0%)	93.907 (99%)	299.700 (55%)	0 (0%)
Doorvoer (m³/100j) (%)	1.334 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	169.900 (44%)	1.033 (1%)	0 (0%)	0 (0%)	365 (0%)
Overstort (m³/100j) (%)	265 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	265 (0%)	1.413 (1%)	241.400 (45%)	0 (0%)
# overstorten (#/100j)	6	0	0	3.842	6	110	3.811	0

* van andere bakken

Figuur 15: Visuele weergave resultaten modellering waterhuishouding Dekempeneer-Aquiris

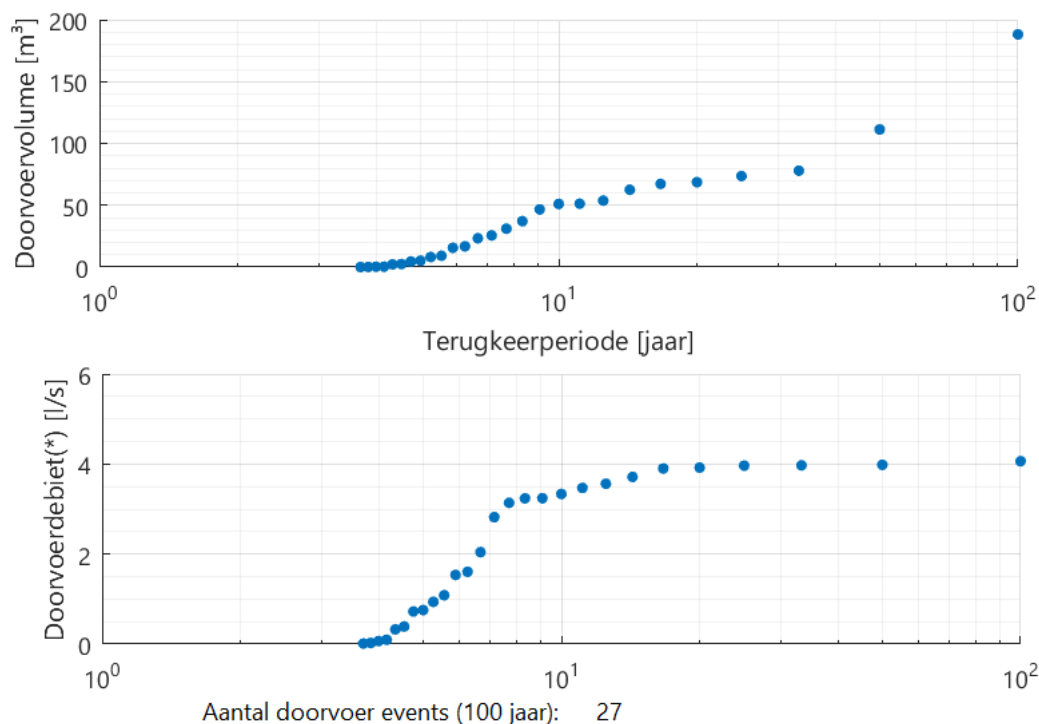


Er worden nog 6 overstorten gemodelleerd op 100 jaar. Het grootste deel van het afstromende hemelwater (57%) zal worden hergebruikt, de rest zal zo goed als volledig infiltreren (42%). Tenslotte zal er ook in beperkte mate (+/-1%) verdamping optreden vanop de open wateroppervlaktes.

Merk op: als de knijpopeningen aan de infiltratiebekkens worden weggelaten, wordt vrijwel dezelfde graad van infiltratie gemodelleerd. Het voorzien van een knijpopening interfereert met andere woorden niet met de mogelijkheden voor een optimale infiltratie. Wel biedt dit een extra veiligheid in geval van verminderde infiltratie door en laat dit toe het aantal overstorten te verminderen door bijkomende buffering te voorzien voor vertraagde afvoer.

Het aantal doorvoerevents vanuit infiltratie/buffersysteem t.h.v. de zuidelijke zone is 27 op 100 jaar. Het doorvoerdebiet en volume is weergegeven in Figuur 16 en ligt steeds onder (of op) de 4 l/s wat overeenkomt met de grenswaarde van 5 l/s.ha voor de afwaterende oppervlakte.

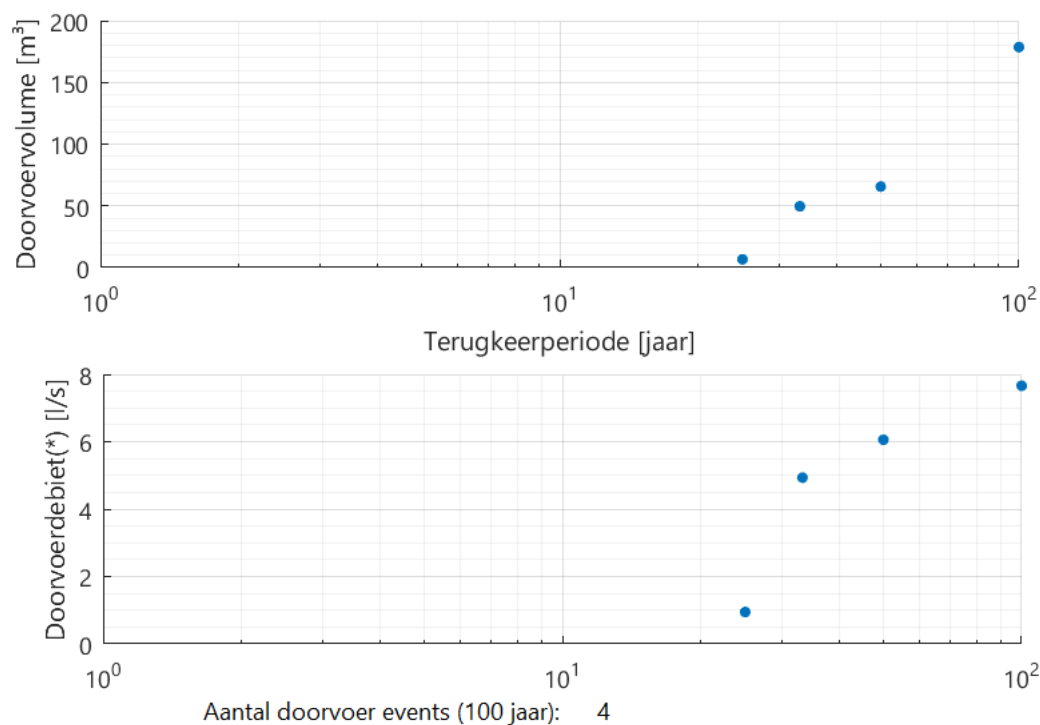
Figuur 16: Detailanalyse doorvoeren vanuit infiltratie/buffersysteem zuidelijke zone (zone A – mengcentrale)



Het aantal doorvoerevents vanuit het infiltratie/buffersysteem t.h.v. de noordelijke zone (zeefcentrale) bedraagt slechts 4 op 100 jaar. Het doorvoerdebiet en volume zijn weergegeven in Figuur 17. Het debiet ligt steeds onder

de 8 l/s wat ongeveer overeenkomt met de grenswaarde berekend op basis van het afwaterende oppervlak en 5 l/s.ha.

Figuur 17: Detailanalyse doorvoeren vanuit infiltratie/buffersysteem noordelijke zone (zone B-C – zeefcentrale)



De totale doorvoer vanuit het systeem naar de Hollebeek bedraagt op basis van deze modellering nooit meer dan 12 l/s.

9 Extra: lekwater potentieel vervuilde grond

Onder de luifels wordt de aangeleverde en nog niet goedgekeurde of afgekeurde grond gestockeerd. Deze gronden worden overdekt opgeslagen en geven dus in principe geen aanleiding tot verontreiniging van hemelwater. Wel bevatten deze gronden soms nog water of kan bij schuine hemelwaterinslag toch wat hemelwater hierop terecht komen. Ook kan deze grond bij momenten worden verneveld om opstuiving tegen te gaan. Hoewel de gronden zelf een heel grote absorptiecapaciteit hebben, kan het ontstaan van lekwater zeker niet worden vermeden. Dit water dient te worden beschouwd als (potentieel) verontreinigd en mag/kan dus niet zomaar worden geloosd. Hiertoe zijn ter hoogte van beide opslagplaatsen telkens een opvanggoot en een citerne voorzien. Die citernes worden op regelmatige basis leeggepompt en afgevoerd door een erkend verwerker.

10 Bijlagen

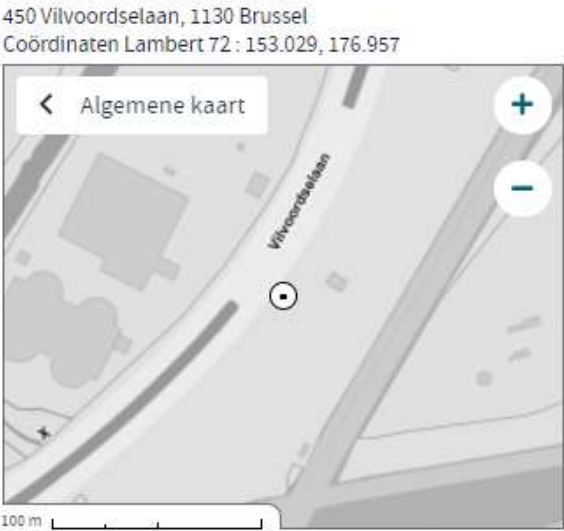
BIJLAGE 1. Brugeotool

BIJLAGE 2. Verslag infiltratieproeven en grondwaterpeilmetingen

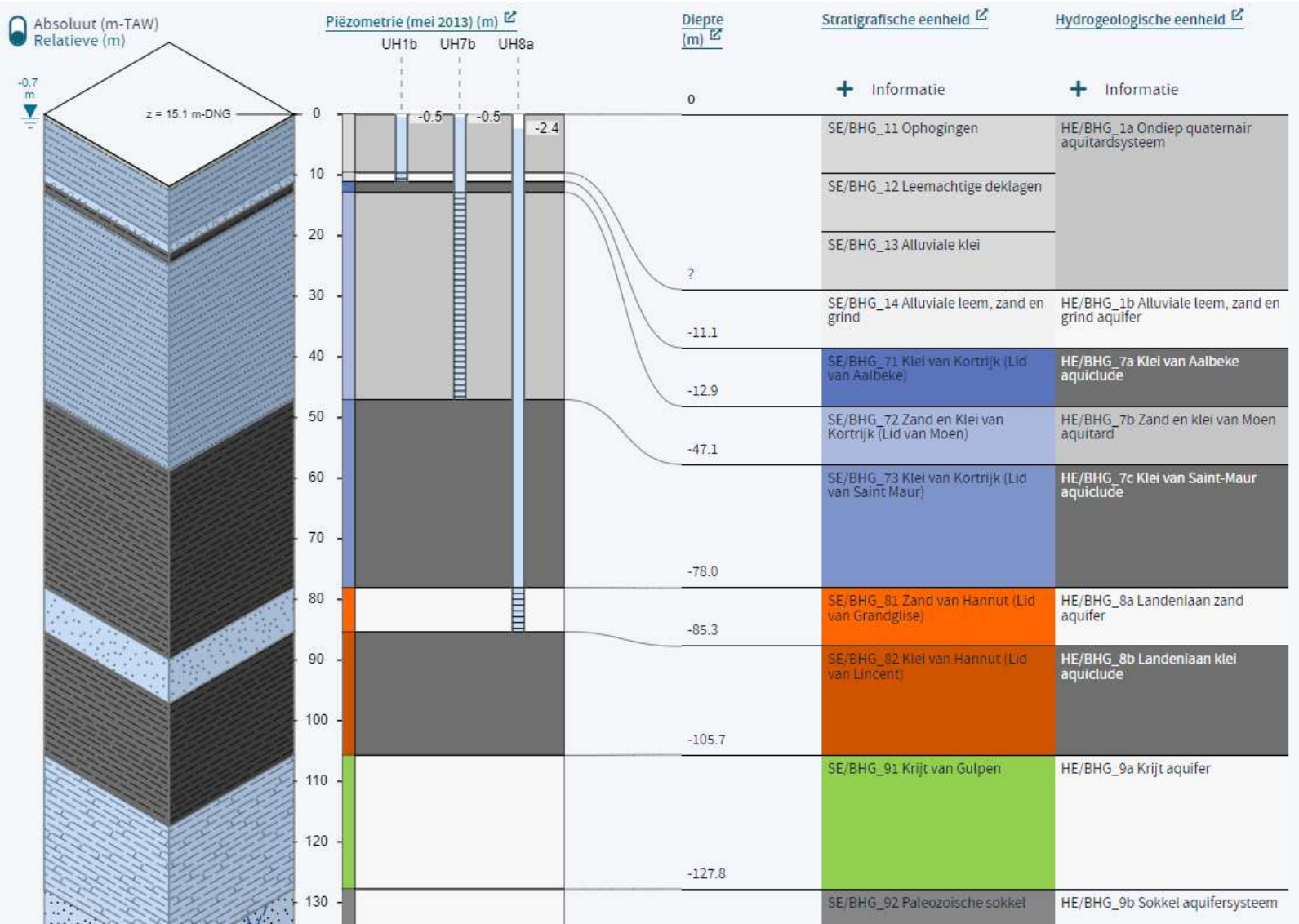
BIJLAGE 3. Overzichtsplan en snedes voorzieningen hemelwater

Overige SNEDES en PLANNEN van het systeem zijn toegevoegd bij het stedenbouwkundig gedeelte van de aanvraag en worden hier niet apart bijgesloten.

BIJLAGE 1 – uittreksel Brugeotool



= BRUGEOTOOL
Geodata.leefmilieu.brussels



INFILTRATIEMETINGEN VILVOORDSELAAN BRUSSEL

Project PMITN22165

Titel rapport: Infiltratiemetingen Vilvoordselaan Brussel
Kenmerk rapport: PMITN22165
Datum rapport: 08/04/2022

Auteur: BSc. Thomas Neyt
Co-auteur: MSc. Peter Verspecht

Opdrachtgever: Skill Advice BVBA
Fochelstraat 74
9280 Lebbeke

Contactpersoon: Jan Moens
Tel.: 0475 / 44 27 13
E-mail: jan.moens@skilladvice.be

Inhoudsopgave

1	INLEIDING	4
1.1	STUDIEOPDRACHT & DOELSTELLING	4
1.2	SITUERING VAN DE PROJECTZONE	4
1.3	GEBRUIKTE ONDERZOEKSMETHODEN	4
2	ONDERZOEKSRESULTATEN	6
2.1	BOORPROFIELEN EN GPS OPMETINGEN	6
2.2	INFILTRATIEMETINGEN	6
	REFERENTIES	8
3	BIJLAGEN	8
3.1	BOORSTATEN	9
3.2	MEETGEGEVENS BEREKENING INFILTRATIECAPACITEITEN	10
3.3	INPLANTINGSPLAN	11
3.4	FOTO'S	12

1 INLEIDING

1.1 STUDIEOPDRACHT & DOELSTELLING

In opdracht van Jan Moens (Skill Advice BVBA) werden door de Bodemkundige Dienst van België vzw negentien infiltratiemetingen uitgevoerd en twee peilbuizen geplaatst ter hoogte van de Vilvoordselaan 450Y te Haren-Brussel (zie bijlage 4.4 voor foto's van de locatie/boringen).

1.2 SITUERING VAN DE PROJECTZONE

De projectzone bevindt zich op een zeefcentrale van Dekempeneer NV nabij de Vilvoordselaan 450Y te Haren-Brussel. Er werden door de opdrachtgever 27 infiltratiemetingen en 2 peilbuizen gevraagd. Deze werden uitgevoerd ter hoogte van de toekomstige wadi's, verspreid over de projectzone (Fig. 1).

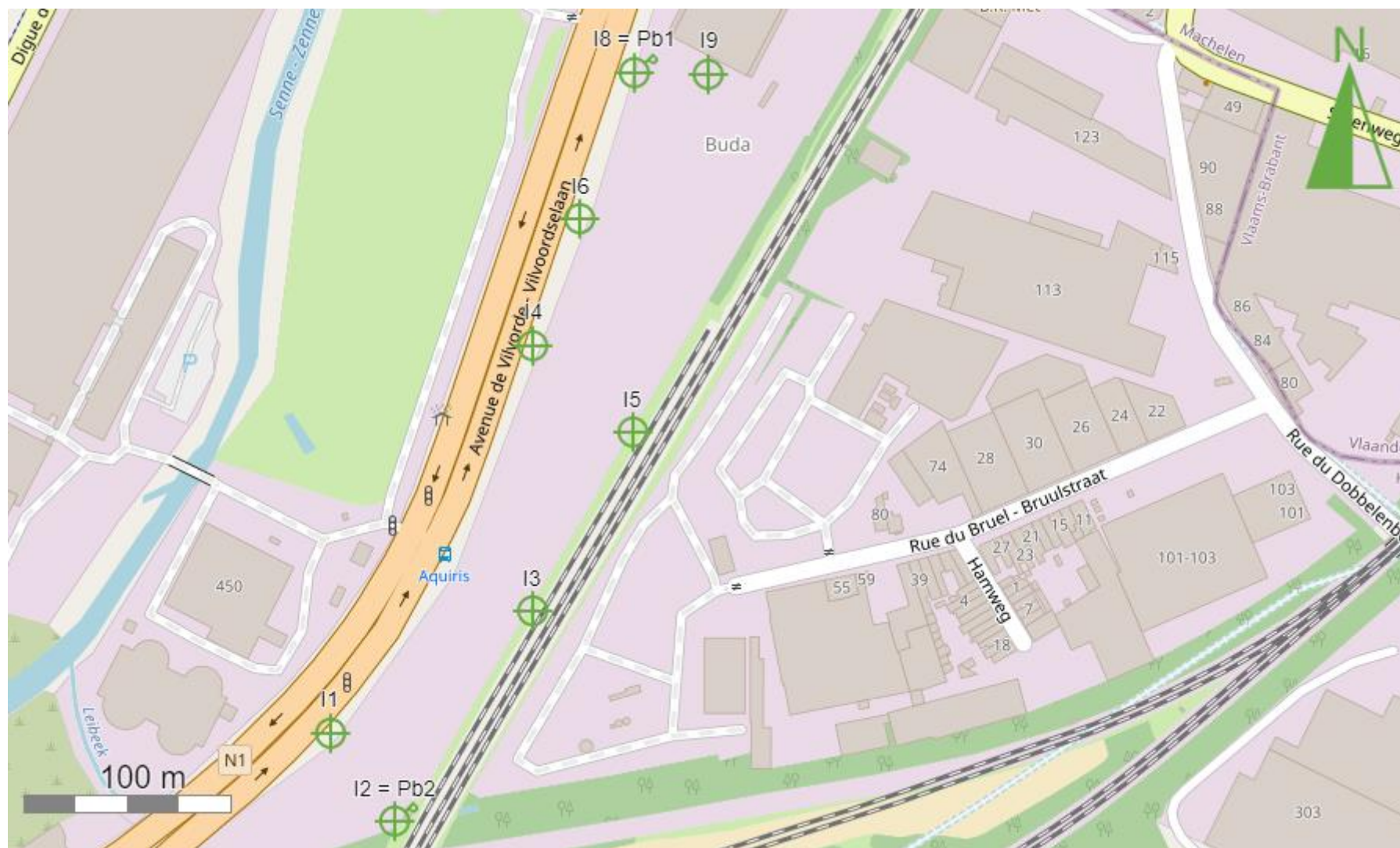
1.3 GEBRUIKTE ONDERZOEKSMETHODEN

Het terreinwerk werd uitgevoerd op 24 en 25 maart 2022 door Peter Servranckx en Festus Edosa medewerkers van de Bodemkundige Dienst van België. Op 8 locaties (I1 t.e.m. I6, I8 en I9) werd met behulp van een Edelmanboor (Ø 10 cm) een profielboring tot ca. 3,00 meter onder het maaiveld (m-mv) uitgevoerd. Daar er stenen werden aangetroffen ter hoogte van I5 werd deze profielboring gestaakt op 0,80 m-mv. Ter hoogte van I7 werd geen profielboring uitgevoerd doordat dit omwille van terreinomstandigheden niet mogelijk was. Deze locatie werd als onbereikbaar beschouwd door de aanwezigheid van stenen en een intense begroeiing. Profielboringen I2 en I8 werden afgewerkt tot een peilbuis tot ca. 3,00 en 3,40 m-mv. De lithologische beschrijvingen kunnen in de vorm van boorstaten teruggevonden worden in bijlage 4.1. De huidige grondwaterstand werd op basis van deze boringen ingeschat. Het grondwater werd aangetroffen tussen 1,90 en 2,10 m-mv in de profielboringen.

Op de locaties I1, I2, I3, I4 en I6 werden telkens 3 infiltratiemetingen uitgevoerd waarvan 1 meting op het maaiveld en 2 metingen op een diepte van ca. 0,50 m-mv en 1,00 m-mv. Op de locaties I8 en I9 werden slechts 2 infiltratiemetingen uitgevoerd, nl. op het maaiveld en op een diepte van ca. 0,50 m-mv. De andere metingen, die initeel door de opdrachtgever gevraagd werden, op een diepte van ca. 1,00 m-mv werden t.h.v. die locaties niet uitgevoerd. Dit door de aanwezigheid van een overmaat aan stenen waardoor het gebruik van een ramgutsboor noodzakelijk zou zijn met bewerking van de bodem tot gevolg waardoor de bodemstructuur te sterk zou veranderen en de metingen niet als representatief zouden kunnen worden beschouwd. Op de locaties I5 en I7 werden eveneens geen infiltratiemetingen uitgevoerd omwille van terreinomstandigheden. De coördinaten (X, Y) werden opgemeten met een gps. Voor elke meting werd een nieuw boorgat (Edelmanboor Ø 10cm) gemaakt.

Om t.h.v. I1a t.e.m. I9a de infiltratiecapaciteit van de bodem te bepalen werd gebruik gemaakt van de Dubbele ring methode. Bij de Dubbele ring methode wordt op het te bemeten oppervlak een grote ring met in het midden daarvan een kleine ring geplaatst. Het werkvlak dient vlak te zijn en versmeren van het oppervlak moet geminimaliseerd worden. De bodem tussen de buitenste en de binnenste ring wordt met water verzadigd waarna de binnenste ring gevuld wordt met water en een vlotter met meetlat geplaatst wordt in de middelste ring. Vervolgens wordt de daling van de waterkolom in de binnenste ring gemeten in functie van de tijd. Via omrekening wordt uit een relevant traject de doorlatendheid bepaald. Door de grond onder het bodemoppervlak tussen binnen en buitenring eerst te verzadigen, wordt het effect van laterale stroming ten gevolge van wegzijging van het water uit de binnenring beperkt. Deze methode wordt uitgevoerd volgens intern werkvoorschrift INFILRING_UG4 en volgens de DIN-norm voor de dubbele ringmethode (DIN 19682-7:2015-08). Deze methode wordt uitgevoerd onder BELAC-accreditatie.

Om t.h.v. de overige meetlocaties de infiltratiecapaciteit van de bodem te bepalen werd gebruik gemaakt van de omgekeerde Hooghoudtmethode. De omgekeerde methode is een falling head test die gebaseerd is op de Hooghoudtmethode en die inhoudt dat de bodemwand van een boorgat met gekende geometrie verzadigd wordt met water. Hierna wordt het boorgat tot een gekende hoogte gevuld met water. Vervolgens wordt de daling van de waterkolom gemeten in functie van de tijd. Via omrekening wordt op basis van het relevante traject de waterdoorlatendheid van de verzadigde bodem (K_{SAT}) bepaald zoals beschreven door Oosterbaan & Nijland (1994). De metingen zijn gebeurd volgens het intern werkvoorschrift KSAT_UG2.



Figuur 1. Situering van de infiltratieboringen. Bron: GDI-Vlaanderen (kaartmateriaal)

2 ONDERZOEKSRESULTATEN

2.1 BOORPROFIELEN EN GPS OPMETINGEN

De opgemaakte boorstaten kunnen teruggevonden worden in bijlage 4.1. De gps-coördinaten en de ingeschatte grondwaterstanden zijn terug te vinden in tabel 1.

Tabel 1. Coördinaten (Lambert 72) van de infiltratieboringen en de ingeschatte grondwaterstand (GWS).

infiltratie- meting	X (m)	Y (m)	GWS (m-mv) 24-03-2022
I1	153002	176924	2,00
I2 = PB2	153033	176882	1,90
I3	153099	176983	2,10
I4	153100	177110	1,90
I5	153148	177069	-
I6	153122	177171	2,10
I8 = PB1	153148	177241	2,10
I9	153184	177241	2,00

2.2 INFILTRATIEMETINGEN

Tabel 2 geeft de resultaten van de infiltratiemetingen weer. Meetgegevens en de berekening van de K_{SAT} -waarden zijn terug te vinden in bijlage 4.2. Door de opdrachtgever werd gevraagd om de infiltratiemetingen uit te voeren op het maaiveld en op een diepte van 0,50 m-mv en 1,00 m-mv, de diepte van de toekomstige infiltratievoorziening.

Tabel 2. Resultaten van de infiltratiemetingen. K_{SAT} -waarden groter dan $0,50 \cdot 10^{-6}$ m/s worden aangeduid in het **blauw**, waarden tussen $0,50 \cdot 10^{-6}$ en $0,10 \cdot 10^{-6}$ m/s worden aangeduid in het **oranje**, waarden tussen $0,10 \cdot 10^{-6}$ en $0,01 \cdot 10^{-6}$ m/s worden aangeduid in het **groen** en waarden $< 0,01 \cdot 10^{-6}$ m/s worden aangeduid in het **zwart**.

Locatie	Meting	Meetmethode*	Bodemlaag	Diepte meting (m-mv)	K_{SAT} (m/dag)	K_{SAT} (m/s)
I1	I1a	DR	-	0,00	17,40	2,01 x10-4
	I1b	OH	Zand	0,52	3,07	3,55 x10-5
	I1c	OH	Zand	1,02	2,47	2,85 x10-5
I2	I2a	DR	-	0,00	12,46	1,44 x10-4
	I2b	OH	Zand	0,50	3,21	3,72 x10-5
	I2c	OH	Zand	0,99	1,23	1,42 x10-5
I3	I3a	DR	-	0,00	1,93	2,24 x10-5
	I3b	OH	Zand	0,50	1,04	1,21 x10-5
	I3c**	OH	Zand	1,00	0,67	7,72 x10-6
I4	I4a***	DR	-	0,00	13,64	1,58 x10-4
	I4b**	OH	Leem, matig zandig	0,50	0,71	8,21 x10-6
	I4c**	OH	Leem, matig zandig	1,00	0,55	6,32 x10-6

I6	I6a**	DR	-	0,00	< 0,03	2,48 x10 ⁻⁷
	I6b	OH	Leem, sterk zandig tot zand	0,51	2,02	2,33 x10 ⁻⁵
	I6c	OH	Zand	1,04	0,65	7,55 x10 ⁻⁶
I8	I8a	DR	-	0,00	12,38	1,43 x10 ⁻⁴
	I8b	OH	Zand	0,50	0,14	1,65 x10 ⁻⁶
	I8c***	OH	Zand	-	-	-
I9	I9a**	DR	-	0,00	< 0,03	2,48 x10 ⁻⁷
	I9b	OH	Zand	0,50	0,69	8,04 x10 ⁻⁶
	I9c***	OH	Zand	-	-	-

* DR = Dubbele Ringmethode, OH = omgekeerde Hooghoudtmethode;

** Staking van de infiltratiemeting doordat het waterpeil na 1u nog geen mm daalde;

*** Door terreinomstandigheden (sterke aanwezigheid van stenen) werden deze metingen niet uitgevoerd.

Er wordt algemeen aanvaard dat een aangelegd infiltratiesysteem slechts functioneel kan zijn indien minstens aan volgende twee voorwaarden is voldaan: de grondwaterstand moet permanent lager staan dan de diepte van de infiltratievoorziening en de infiltratiesnelheid (doorlatendheid) van de bodem moet groter zijn dan $0,50 \times 10^{-6}$ m/s (enkel infiltratiesysteem) of tussen $0,50 \times 10^{-6}$ m/s – $0,10 \times 10^{-6}$ m/s (infiltratiesysteem met overloop) (bron: richtlijnen VMM, 2016).

De berekende infiltratiecapaciteit ter hoogte van locatie I1, I2, I3 en I4 en meetpunten I6b, I6c, I8a, I8b en I9b geeft aan dat de bodem hier hoogstwaarschijnlijk geschikt is voor een functioneel infiltratiesysteem op voorwaarde dat de grondwatertafel permanent lager is dan de diepte van de infiltratievoorziening. Voor meetpunt I6a en I9a werd een infiltratiecapaciteit tussen $0,10 \cdot 10^{-6}$ en $0,01 \cdot 10^{-6}$ m/s berekend. Dit wil zeggen dat op dit punt wordt aanbevolen een gecombineerde infiltratie en buffervoorziening met gelijke volumes te voorzien. Ter hoogte van meetpunt I8c en I9b werd geen infiltratiemeting uitgevoerd door de aanwezigheid van een overmaat aan stenen waardoor het gebruik van een ramgutsboor noodzakelijk zou zijn met bewerking van de bodem tot gevolg waardoor de bodemstructuur te sterk zou veranderen en de metingen niet als representatief zouden kunnen worden beschouwd. Ter hoogte van locatie I5 en I7 werden door terreinomstandigheden eveneens geen metingen uitgevoerd. Dit enerzijds door de aanwezige fundering en anderzijds door de bereikbaarheid van een meetpunt.

De berekende K_{SAT} -waarden gelden voor de huidige staat van de bodem. Bewerking van de bodem waardoor de structuur hiervan verandert (ontgraven, samendrukken, ...) kan een invloed hebben op de gemeten infiltratiecapaciteit.

Opgemaakt te Heverlee op 08/04/2022,



BSc. Thomas Neyt
Projectmedewerker



MSc. Peter Verspecht
Projectleider

REFERENTIES

Agentschap voor Geografische Informatie Vlaanderen (AGIV). <https://www.agiv.be>

Terra Index: <https://terrainindex.com>

VMM Afdeling Operationeel Waterbeheer: 'Opstellen van richtlijnen voor het meten van de infiltratiecapaciteit en het modelmatig onderbouwen voor de dimensionering van infiltratievoorzieningen' (30/11/2016, uitgevoerd door IMDC i.s.m. Bodemkundige Dienst van België vzw)

Oosterbaan, R.J. & H.J. Nijland, 1994. *Determining the Saturate Hydraulic Conductivity.* In: Drainage Principles and Applications. Ritzema, H.P. ILRI Publication 16. P435-476.

Van Hoorn, J.W. 1979. *Determining hydraulic conductivity with the inversed auger hole and infiltrometer methods.* In J. Wesseling, ed. Proceedings of the International Drainage Workshop, pp. 150–154. ILRI Publication 25. Wageningen, The Netherlands, ILRI.

Verbist, K., Torfs, S., Cornelis, W.M., Oyarzún, R., Soto, G., Gabriels, D. 2010. *Comparison of Single- and Double-Ring Infiltrometer Methods on Stony Soils.* *Vadose Zone J.* 8:462-475.

ISO 17025 : 2005

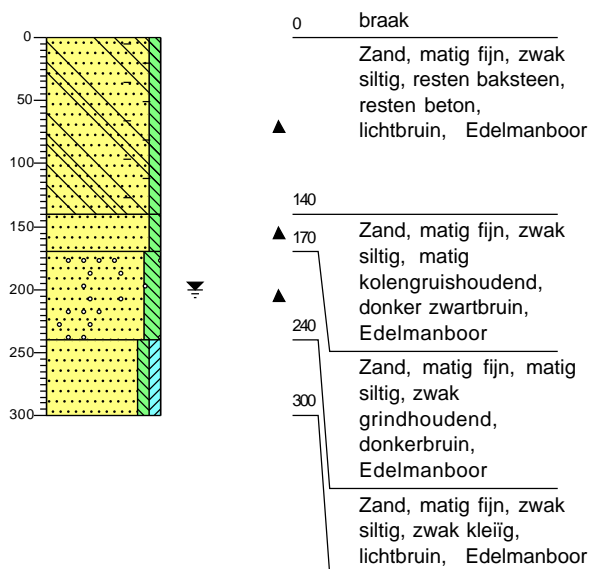
ISO 9001 : 2015 Kwaliteitsmanagementssystemen - Eisen

3 BIJLAGEN

1. Boorstaten
2. Meetgegevens berekening infiltratiecapaciteiten
3. Inplantingsplan
4. Foto's

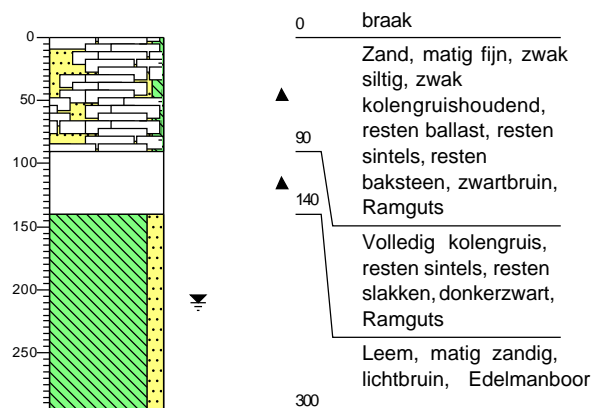
Boring: I1

Datum: 24-3-2022
200



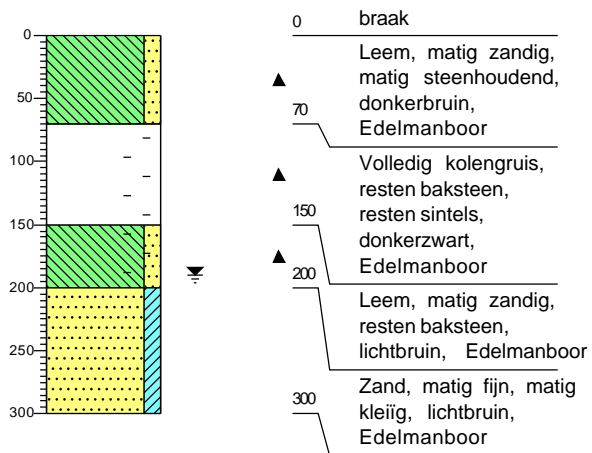
Boring: I3

Datum: 24-3-2022
210



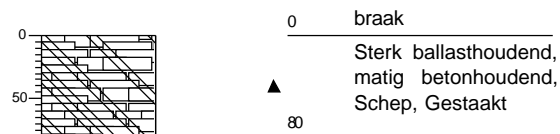
Boring: I4

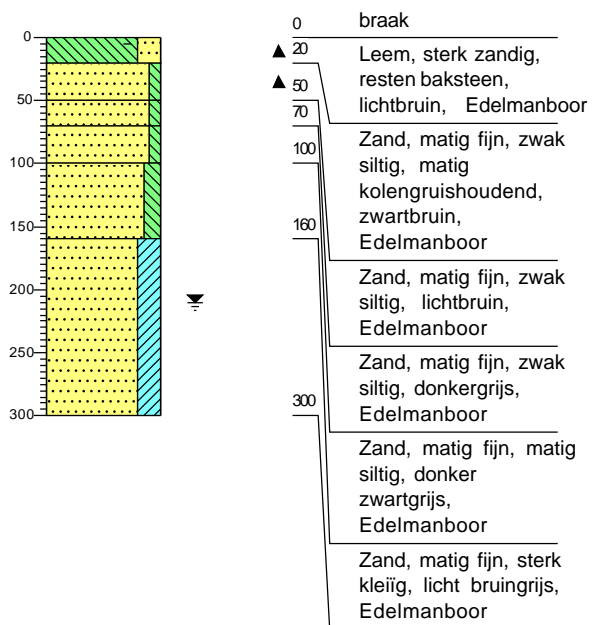
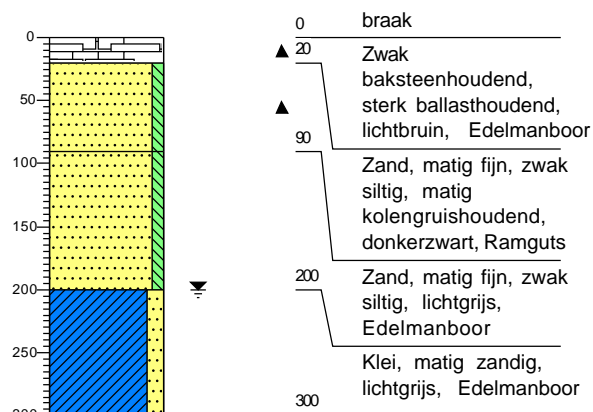
Datum: 24-3-2022
190

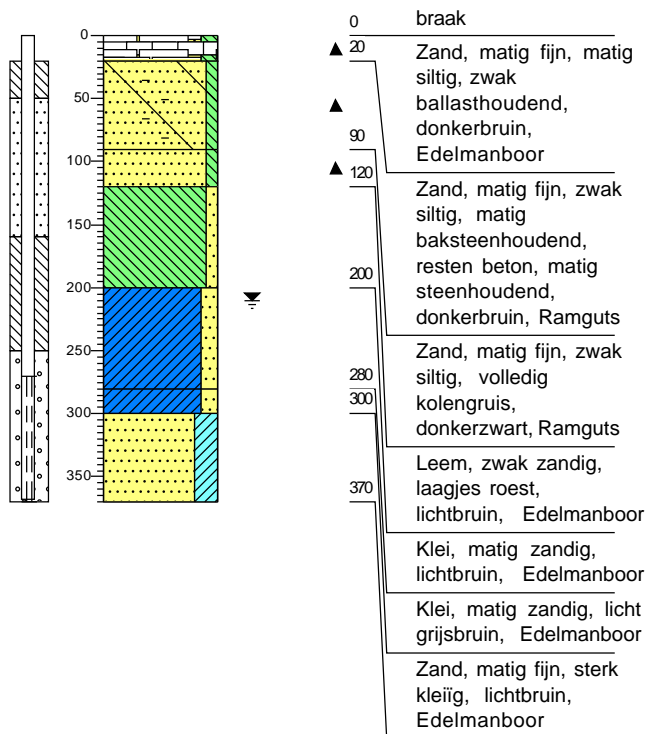
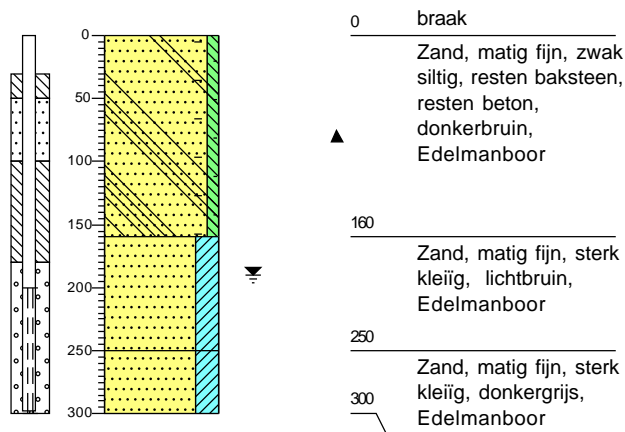


Boring: I5

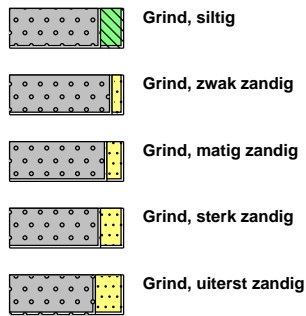
Datum: 24-3-2022



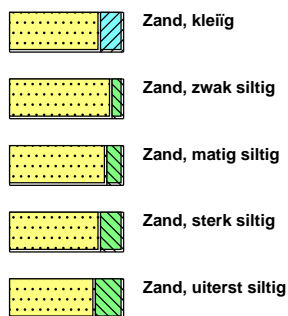
Boring: I6Datum: 24-3-2022
210**Boring: I9**Datum: 24-3-2022
200

Boring: I8 = Pb1Datum: 24-3-2022
210**Boring: I2 = Pb2**Datum: 24-3-2022
190

grind



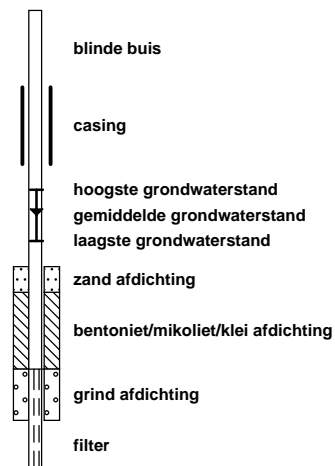
zand



veen



peilbuis



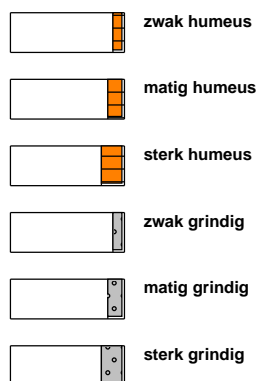
klei



leem



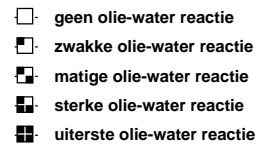
overige toevoegingen



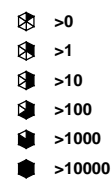
geur



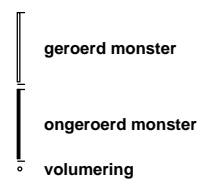
olie



p.i.d.-waarde



monsters



overig



3.2 MEETGEGEVENS BEREKENING INFILTRATIECAPACITEITEN



BODEMKUNDIGE DIENST VAN BELGIE v.z.w.

W.de Croylaan 48
B-3001 Heverlee
Tel.: 016 31 09 22 - Fax: 016 22 42 06
E-mail: info@bdb.be

Leliestraat 63
B-8800 Roeselare
Tel.: 051 20 54 00 - Fax: 051 20 54 20
E-mail: info@bdb.be

BNP: BE22 0015 8344 2447
KBC: BE94 7364 0303 0014
PRC: BE95 0000 4991 2358
B.T.W.: BE 0420.415.024

Bepaling van de doorlatendheid
Matrix: grond
Methode: DUBBELE-RINGmethode

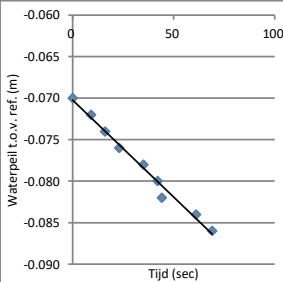
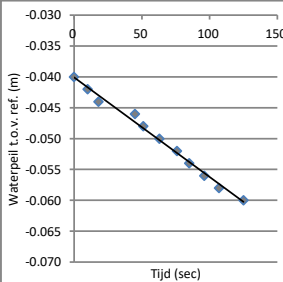
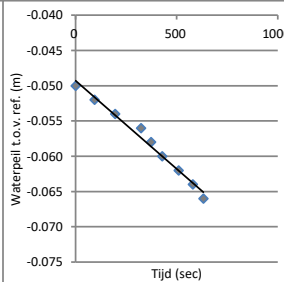
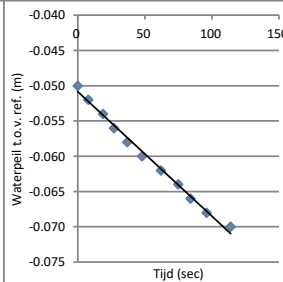
Opdrachtgever: Skill Advice BVBA
Fochelstraat 74
9280 Lebbeke

Klantnr.: -
Ref.: PMITN22165

BEPROEVINGSVERSLAG

Locatie: 1130 Haren-Brussel
Aantal meetpunten: 4
Watertemperatuur: 14 °C

Uitvoering (initialen): PS, FE
Datum van uitvoering: 24/03/2022
Datum van verslag: 01/04/2022

Meetpunt:	I1a		I2a		I3a		I4a	
	Diepte meetvlak: 0 m-mv		Diepte meetvlak: 0 m-mv		Diepte meetvlak: 0 m-mv		Diepte meetvlak: 0 m-mv	
	Ringdiameter IN: 0.32 m		Ringdiameter IN: 0.32 m		Ringdiameter IN: 0.32 m		Ringdiameter IN: 0.32 m	
	Verzadiging van: 7:00:00		Verzadiging van: 7:35:00		Verzadiging van: 11:49:00		Verzadiging van: 12:50:00	
	tot: 7:30:00		tot: 7:55:00		tot: 12:35:00		tot: 13:20:00	
	Verzadigingsduur: 0:30:00		Verzadigingsduur: 0:20:00		Verzadigingsduur: 0:46:00		Verzadigingsduur: 0:30:00	
Opname	Tijd	Waterstand t.o.v. referentie	Tijd	Waterstand t.o.v. referentie	Tijd	Waterstand t.o.v. referentie	Tijd	Waterstand t.o.v. referentie
	(s)	(m)	(s)	(m)	(s)	(m)	(s)	(m)
1	0	-0.070	0	-0.040	0	-0.050	0	-0.050
2	9	-0.072	10	-0.042	93	-0.052	8	-0.052
3	16	-0.074	18	-0.044	195	-0.054	19	-0.054
4	23	-0.076	45	-0.046	324	-0.056	27	-0.056
5	35	-0.078	51	-0.048	373	-0.058	37	-0.058
6	42	-0.080	63	-0.050	428	-0.060	48	-0.060
7	44	-0.082	76	-0.052	509	-0.062	62	-0.062
8	61	-0.084	85	-0.054	580	-0.064	75	-0.064
9	69	-0.086	96	-0.056	632	-0.066	84	-0.066
10	79	-0.088	107	-0.058			96	-0.068
11	89	-0.090	125	-0.060			114	-0.070
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
	Beschouwde lineaire traject		Beschouwde lineaire traject		Beschouwde lineaire traject		Beschouwde lineaire traject	
	van 0 s		van 0 s		van 0 s		van 0 s	
	tot 89 s		tot 125 s		tot 632 s		tot 114 s	
	Doorlatendheid (Ref. 10°C):		Doorlatendheid (Ref. 10°C):		Doorlatendheid (Ref. 10°C):		Doorlatendheid (Ref. 10°C):	
	K_s : 2.01E-04 m/s		K_s : 1.44E-04 m/s		K_s : 2.24E-05 m/s		K_s : 1.58E-04 m/s	
	17.40 m/d		12.46 m/d		1.93 m/d		13.64 m/d	
	Verloop		Verloop		Verloop		Verloop	
								
Opmerking:	-		-		-		-	



BODEMKUNDIGE DIENST VAN BELGIE v.z.w.

W.de Croylaan 48
B-3001 Heverlee
Tel.: 016 31 09 22 - Fax: 016 22 42 06
E-mail: info@bdb.be

Leliestraat 63
B-8800 Roeselare
Tel.: 051 20 54 00 - Fax: 051 20 54 20
E-mail: info@bdb.be

BNP: BE22 0015 8344 2447
KBC: BE94 7364 0303 0014
PRC: BE95 0000 4991 2358
B.T.W.: BE 0420.415.024

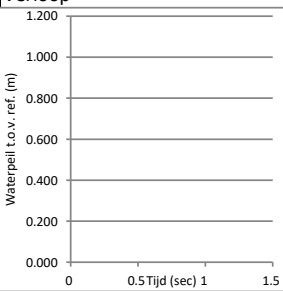
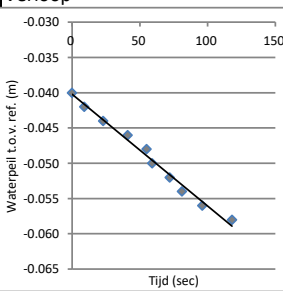
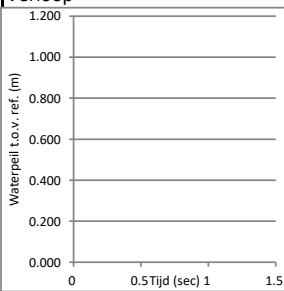
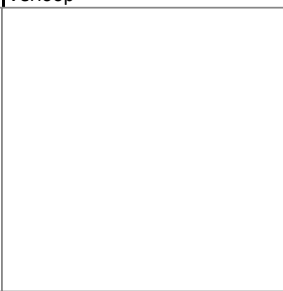
Bepaling van de doorlatendheid
Matrix: grond
Methode: DUBBELE-RINGmethode

Opdrachtgever: Skill Advice BVBA
Fochelstraat 74
9280 Lebbeke

Klantnr.: -
Ref.: PMITN22165

BEPROEVINGSVERSLAG

Locatie: 1130 Haren-Brussel
Aantal meetpunten: 3
Watertemperatuur: 14 °C
Uitvoering (initialen): PS, FE
Datum van uitvoering: 25/03/2022
Datum van verslag: 01/04/2022

Meetpunt:	I6a	I8a	I9a	
	Diepte meetvlak: 0 m-mv Ringdiameter IN: 0.32 m Verzadiging van: 9:50:00 tot: 10:52:00 Verzadigingsduur: 1:02:00	Diepte meetvlak: 0 m-mv Ringdiameter IN: 0.32 m Verzadiging van: 8:05:00 tot: 8:35:00 Verzadigingsduur: 0:30:00	Diepte meetvlak: 0 m-mv Ringdiameter IN: 0.32 m Verzadiging van: 8:40:00 tot: 9:40:00 Verzadigingsduur: 1:00:00	Diepte meetvlak: m-mv Ringdiameter IN: m Verzadiging van: tot: Verzadigingsduur:
Opname	Tijd Waterstand t.o.v. referentie (s) (m)	Tijd Waterstand t.o.v. referentie (s) (m)	Tijd Waterstand t.o.v. referentie (s) (m)	Tijd Waterstand t.o.v. referentie (s) (m)
1		0 -0.040		
2		9 -0.042		
3		23 -0.044		
4		41 -0.046		
5		55 -0.048		
6		59 -0.050		
7		72 -0.052		
8		81 -0.054		
9		96 -0.056		
10		118 -0.058		
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
	Beschouwde lineaire traject van s tot s	Beschouwde lineaire traject van 0 s tot 118 s	Beschouwde lineaire traject van s tot s	Beschouwde lineaire traject van s tot s
	Doorlatendheid (Ref. 10°C): K_s : m/s m/d	Doorlatendheid (Ref. 10°C): K_s : 1.43E-04 m/s 12.38 m/d	Doorlatendheid (Ref. 10°C): K_s : m/s m/d	Doorlatendheid (Ref. 10°C): K_s : m/s m/d
	Verloop 	Verloop 	Verloop 	Verloop 
Opmerking:	Staking van de infiltratiemeting doordat het waterpeil na 1u. nog geen mm daalde	-	Staking van de infiltratiemeting doordat het waterpeil na 1u. nog geen mm daalde	



BODEMKUNDIGE DIENST VAN BELGIE

W.de Croylaan 48

Leliestraat 63

BNP: BE22 0015 8344 2447

B-3001 Heverlee

B-8800 Roeselare

KBC: BE94 7364 0303 0014

T: +32 (0)16 31 09 22

T: +32 (0)51 20 54 00

PRC: BE95 0000 4991 2358

F: +32 (0)51 20 54 20

B.T.W.: BE 0420.415.024

E-mail: info@bdb.be

E-mail: info@bdb.be

Doorlatendheidsbepaling met de omgekeerde boorgatmethode

Plaats : Haren-Brussel

Datum : 25/03/2022

Project : PMITN22165

Weer : zonnig, droog

Boring : I1b

Uitvoering : Peter Servranckx, Festus Edosa

Opmerkingen : -

Conductiviteit :	3.07 m/dag	3.55E-05 m/s
		12.8 cm/h

Bereik van berekening : 8 56 s

Diameter boring : 10 cm

Diepte t.o.v. maaiveld : 51.5 cm

Controle

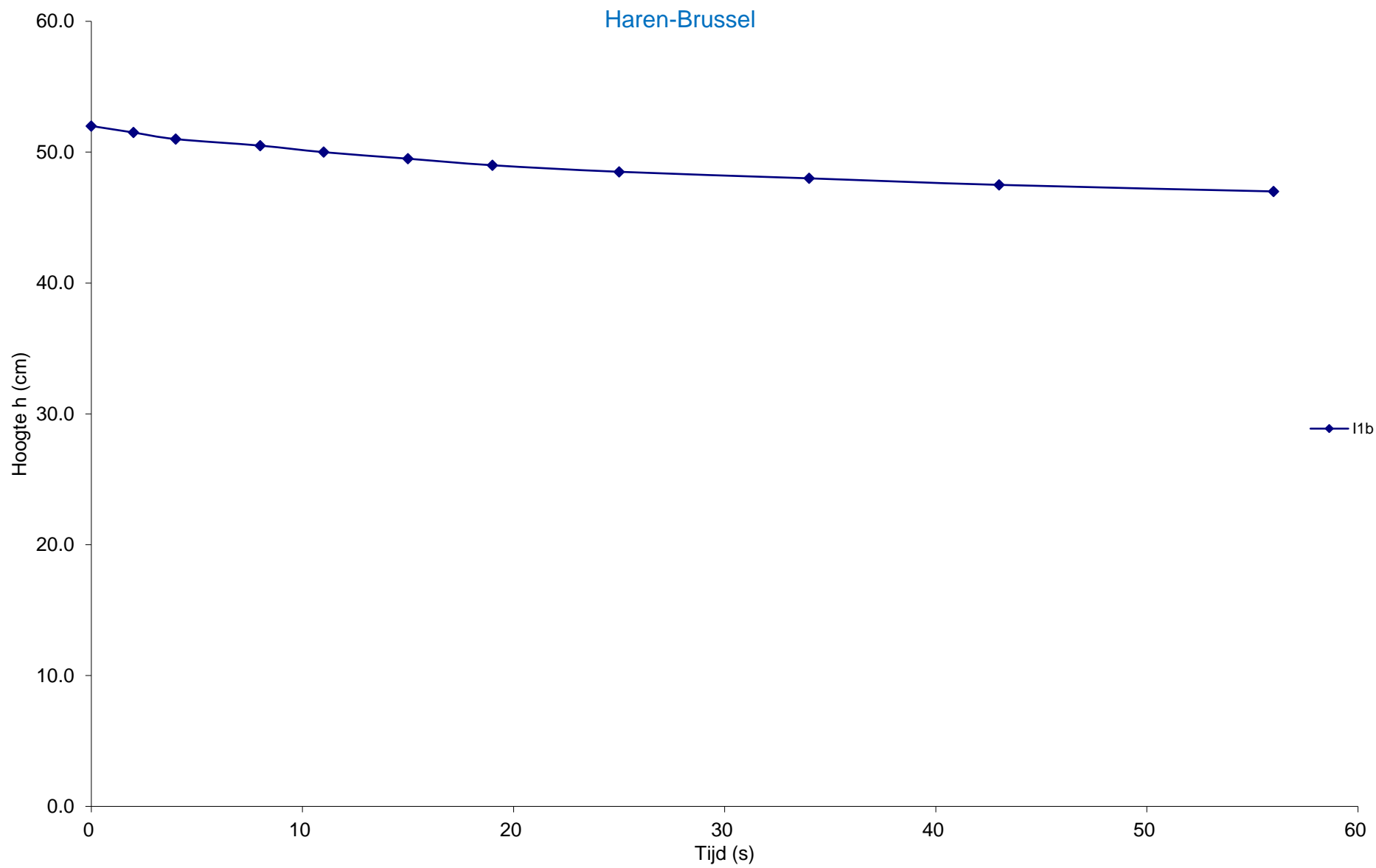
hoogte kolom minimum 40cm

OK

metingen in 1e 1/4 kolom

OK

tijd s	diepte cm	hoogte h(ti)	h+r/2	log (h+r/2)
0	-0.5	52.0	54.5	1.7364
2	0	51.5	54.0	1.7324
4	0.5	51.0	53.5	1.7284
8	1	50.5	53.0	1.7243
11	1.5	50.0	52.5	1.7202
15	2	49.5	52.0	1.7160
19	2.5	49.0	51.5	1.7118
25	3	48.5	51.0	1.7076
34	3.5	48.0	50.5	1.7033
43	4	47.5	50.0	1.6990
56	4.5	47.0	49.5	1.6946





BODEMKUNDIGE DIENST VAN BELGIE

W.de Croylaan 48

Leliestraat 63

BNP: BE22 0015 8344 2447

B-3001 Heverlee

B-8800 Roeselare

KBC: BE94 7364 0303 0014

T: +32 (0)16 31 09 22

T: +32 (0)51 20 54 00

PRC: BE95 0000 4991 2358

F: +32 (0)51 20 54 20

B.T.W.: BE 0420.415.024

E-mail: info@bdb.be

E-mail: info@bdb.be

Doorlatendheidsbepaling met de omgekeerde boorgatmethode

Plaats : Haren-Brussel

Datum : 25/03/2022

Project : PMITN22165

Weer : zonnig, droog

Boring : I1c

Uitvoering : Peter Servranckx, Festus Edosa

Opmerkingen : -

Conductiviteit :	2.47 m/dag	2.85E-05 m/s
		10.3 cm/h

Bereik van berekening : 0 94 s

Diameter boring : 10 cm

Diepte t.o.v. maaiveld : 102 cm

Controle

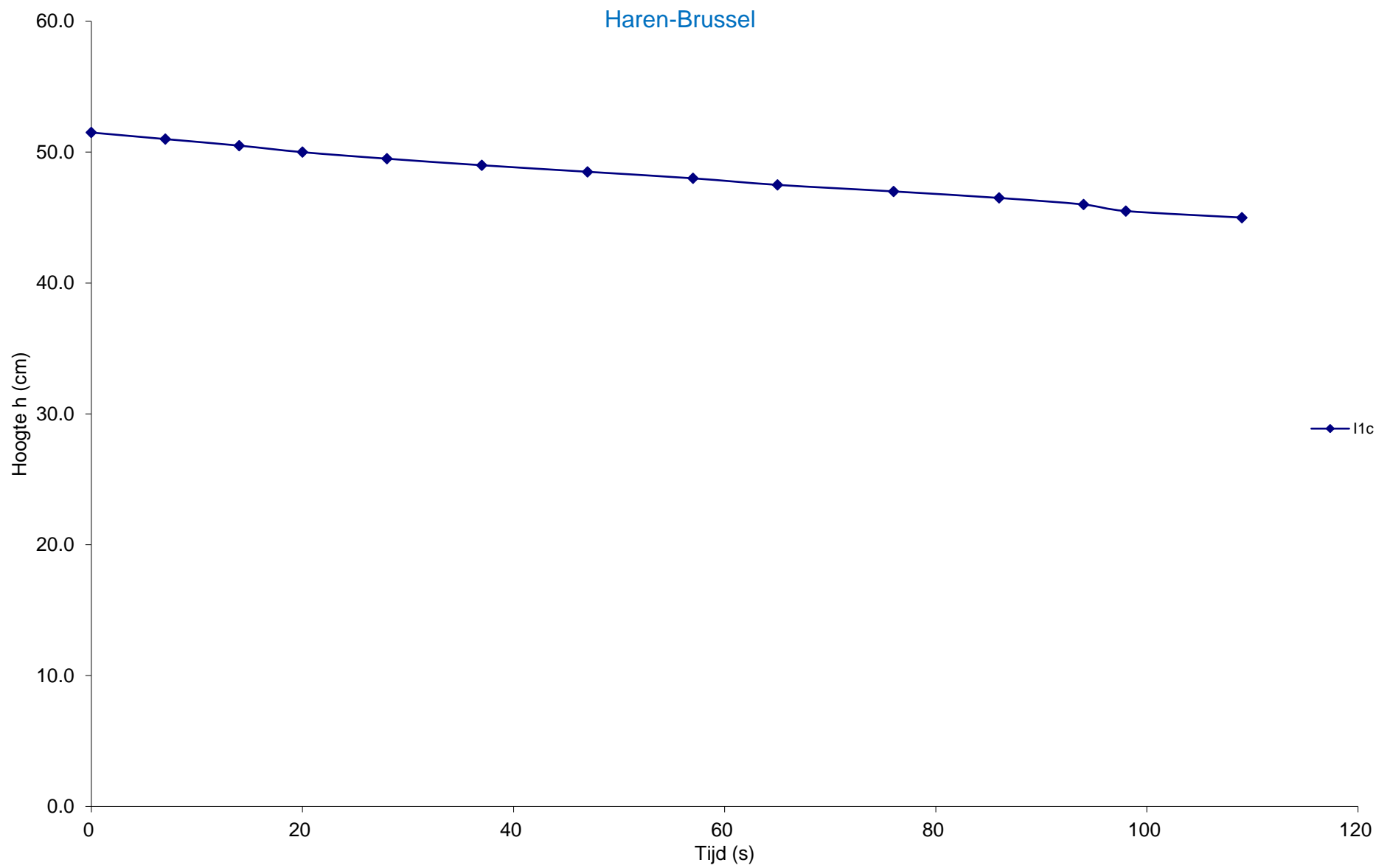
hoogte kolom minimum 40cm

OK

metingen in 1e 1/4 kolom

OK

tijd s	diepte cm	hoogte h(ti)	h+r/2	log (h+r/2)
0	50.5	51.5	54.0	1.7324
7	51	51.0	53.5	1.7284
14	51.5	50.5	53.0	1.7243
20	52	50.0	52.5	1.7202
28	52.5	49.5	52.0	1.7160
37	53	49.0	51.5	1.7118
47	53.5	48.5	51.0	1.7076
57	54	48.0	50.5	1.7033
65	54.5	47.5	50.0	1.6990
76	55	47.0	49.5	1.6946
86	55.5	46.5	49.0	1.6902
94	56	46.0	48.5	1.6857
98	56.5	45.5	48.0	1.6812
109	57	45.0	47.5	1.6767





BODEMKUNDIGE DIENST VAN BELGIE

W.de Croylaan 48

Leliestraat 63

BNP: BE22 0015 8344 2447

B-3001 Heverlee

B-8800 Roeselare

KBC: BE94 7364 0303 0014

T: +32 (0)16 31 09 22

T: +32 (0)51 20 54 00

PRC: BE95 0000 4991 2358

F: +32 (0)51 20 54 20

B.T.W.: BE 0420.415.024

E-mail: info@bdb.be

E-mail: info@bdb.be

Doorlatendheidsbepaling met de omgekeerde boorgatmethode

Plaats : Haren-Brussel

Datum : 25/03/2022

Project : PMITN22165

Weer : zonnig, droog

Boring : I2b

Uitvoering : Peter Servranckx, Festus Edosa

Opmerkingen : -

Conductiviteit :	3.21 m/dag	3.72E-05 m/s
		13.4 cm/h

Bereik van berekening : 16 54 s

Diameter boring : 10 cm

Diepte t.o.v. maaiveld : 49.5 cm

Controle

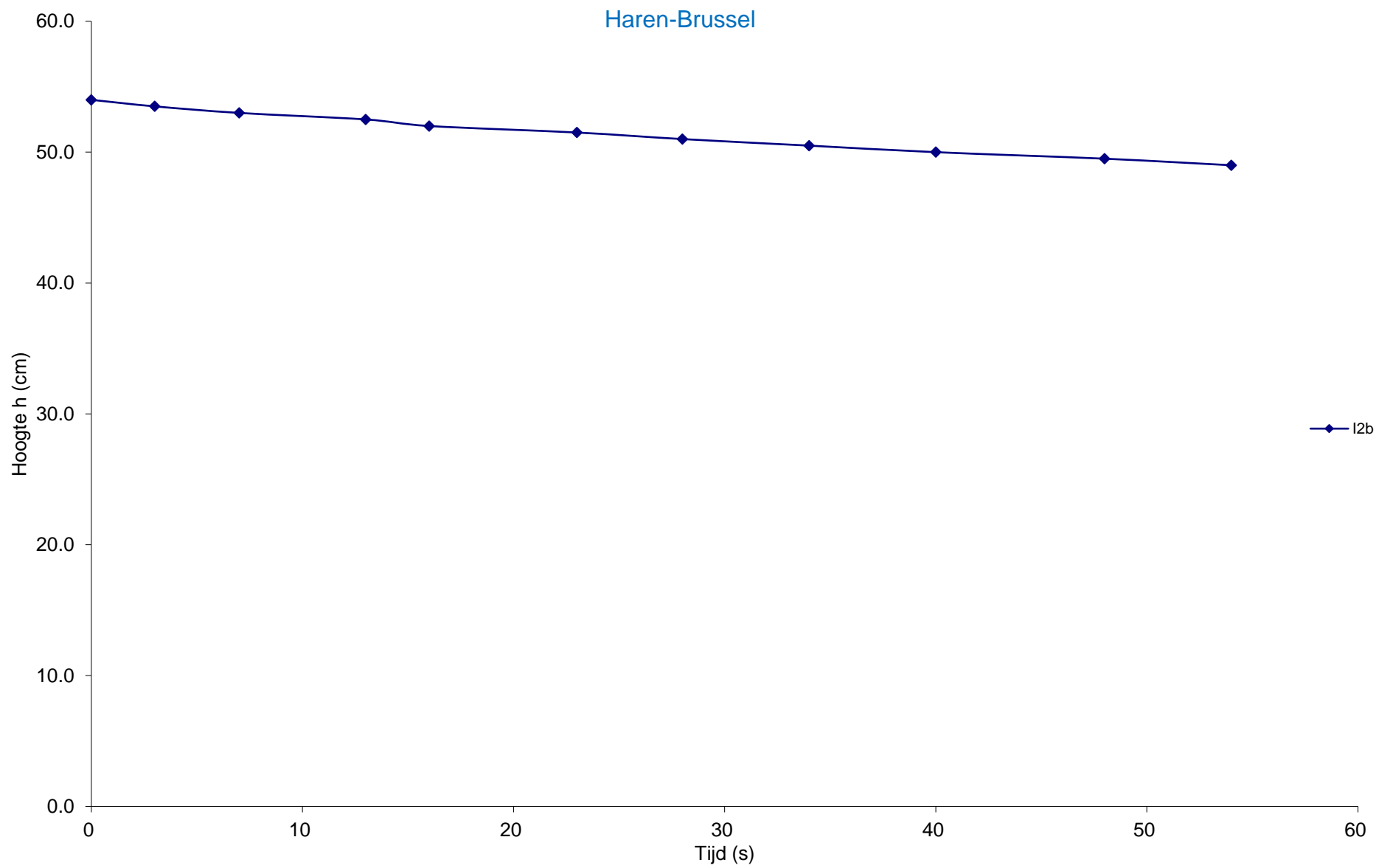
hoogte kolom minimum 40cm

OK

metingen in 1e 1/4 kolom

OK

tijd s	diepte cm	hoogte h(ti)	h+r/2	log (h+r/2)
0	-4.5	54.0	56.5	1.7520
3	-4	53.5	56.0	1.7482
7	-3.5	53.0	55.5	1.7443
13	-3	52.5	55.0	1.7404
16	-2.5	52.0	54.5	1.7364
23	-2	51.5	54.0	1.7324
28	-1.5	51.0	53.5	1.7284
34	-1	50.5	53.0	1.7243
40	-0.5	50.0	52.5	1.7202
48	0	49.5	52.0	1.7160
54	0.5	49.0	51.5	1.7118





BODEMKUNDIGE DIENST VAN BELGIE

W.de Croylaan 48

Leliestraat 63

BNP: BE22 0015 8344 2447

B-3001 Heverlee

B-8800 Roeselare

KBC: BE94 7364 0303 0014

T: +32 (0)16 31 09 22

T: +32 (0)51 20 54 00

PRC: BE95 0000 4991 2358

F: +32 (0)51 20 54 20

B.T.W.: BE 0420.415.024

E-mail: info@bdb.be

E-mail: info@bdb.be

Doorlatendheidsbepaling met de omgekeerde boorgatmethode

Plaats : Haren-Brussel

Datum : 25/03/2022

Project : PMITN22165

Weer : zonnig, droog

Boring : I2c

Uitvoering : Peter Servranckx, Festus Edosa

Opmerkingen : -

Conductiviteit :	1.23 m/dag	1.42E-05 m/s
		5.1 cm/h

Bereik van berekening : 0 166 s

Diameter boring : 10 cm

Diepte t.o.v. maaiveld : 99 cm

Controle

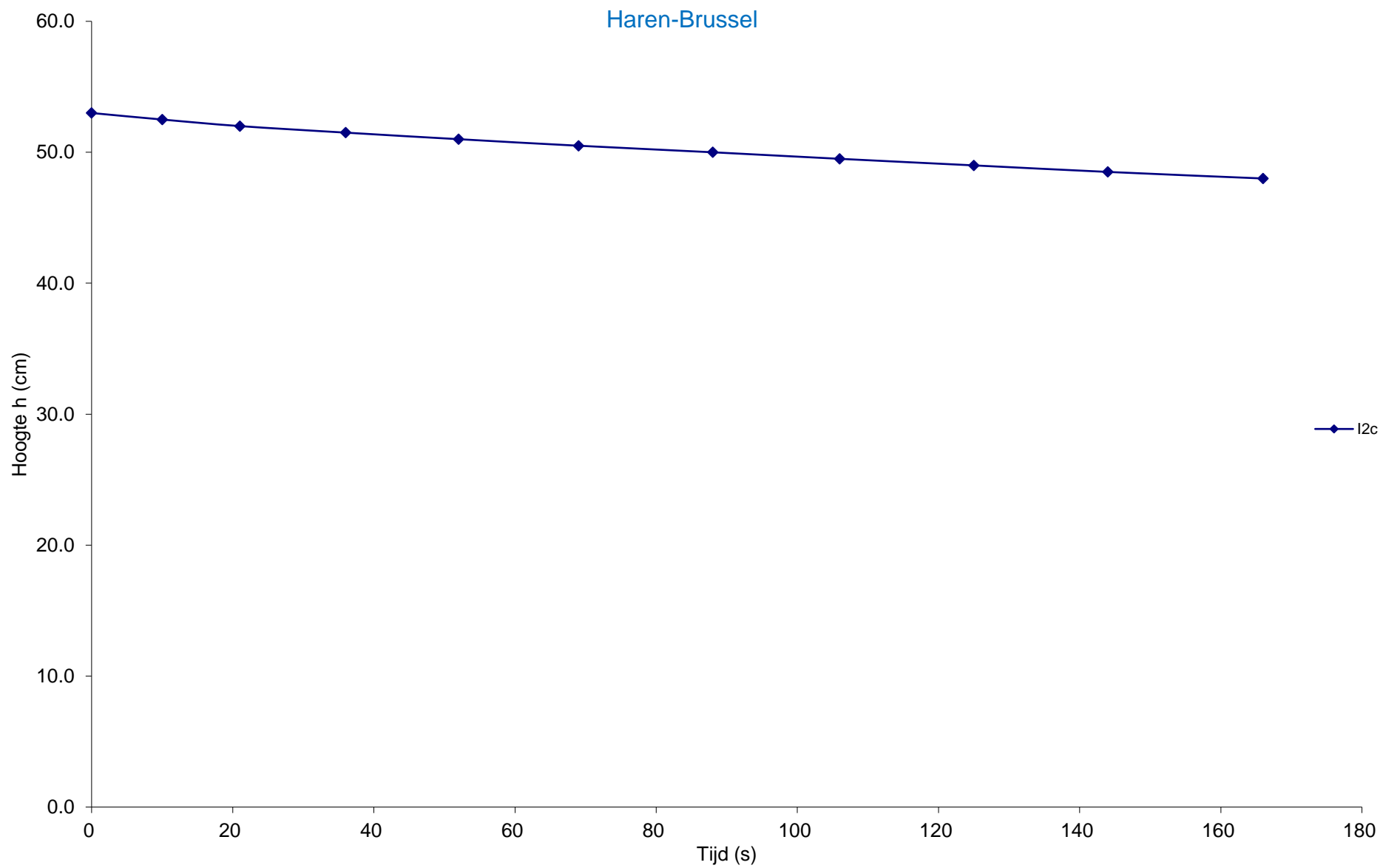
hoogte kolom minimum 40cm

OK

metingen in 1e 1/4 kolom

OK

tijd s	diepte cm	hoogte h(ti)	h+r/2	log (h+r/2)
0	46	53.0	55.5	1.7443
10	46.5	52.5	55.0	1.7404
21	47	52.0	54.5	1.7364
36	47.5	51.5	54.0	1.7324
52	48	51.0	53.5	1.7284
69	48.5	50.5	53.0	1.7243
88	49	50.0	52.5	1.7202
106	49.5	49.5	52.0	1.7160
125	50	49.0	51.5	1.7118
144	50.5	48.5	51.0	1.7076
166	51	48.0	50.5	1.7033





BODEMKUNDIGE DIENST VAN BELGIE

W.de Croylaan 48

Leliestraat 63

BNP: BE22 0015 8344 2447

B-3001 Heverlee

B-8800 Roeselare

KBC: BE94 7364 0303 0014

T: +32 (0)16 31 09 22

T: +32 (0)51 20 54 00

PRC: BE95 0000 4991 2358

F: +32 (0)51 20 54 20

B.T.W.: BE 0420.415.024

E-mail: info@bdb.be

E-mail: info@bdb.be

Doorlatendheidsbepaling met de omgekeerde boorgatmethode

Plaats : Haren-Brussel

Datum : 24/03/2022

Project : PMITN22165

Weer : zonnig, droog

Boring : I3b

Uitvoering : Peter Servranckx, Festus Edosa

Opmerkingen : -

Conductiviteit :	1.04 m/dag	1.21E-05 m/s
		4.3 cm/h

Bereik van berekening : 0 76 s

Diameter boring : 10 cm

Diepte t.o.v. maaiveld : 50 cm

Controle

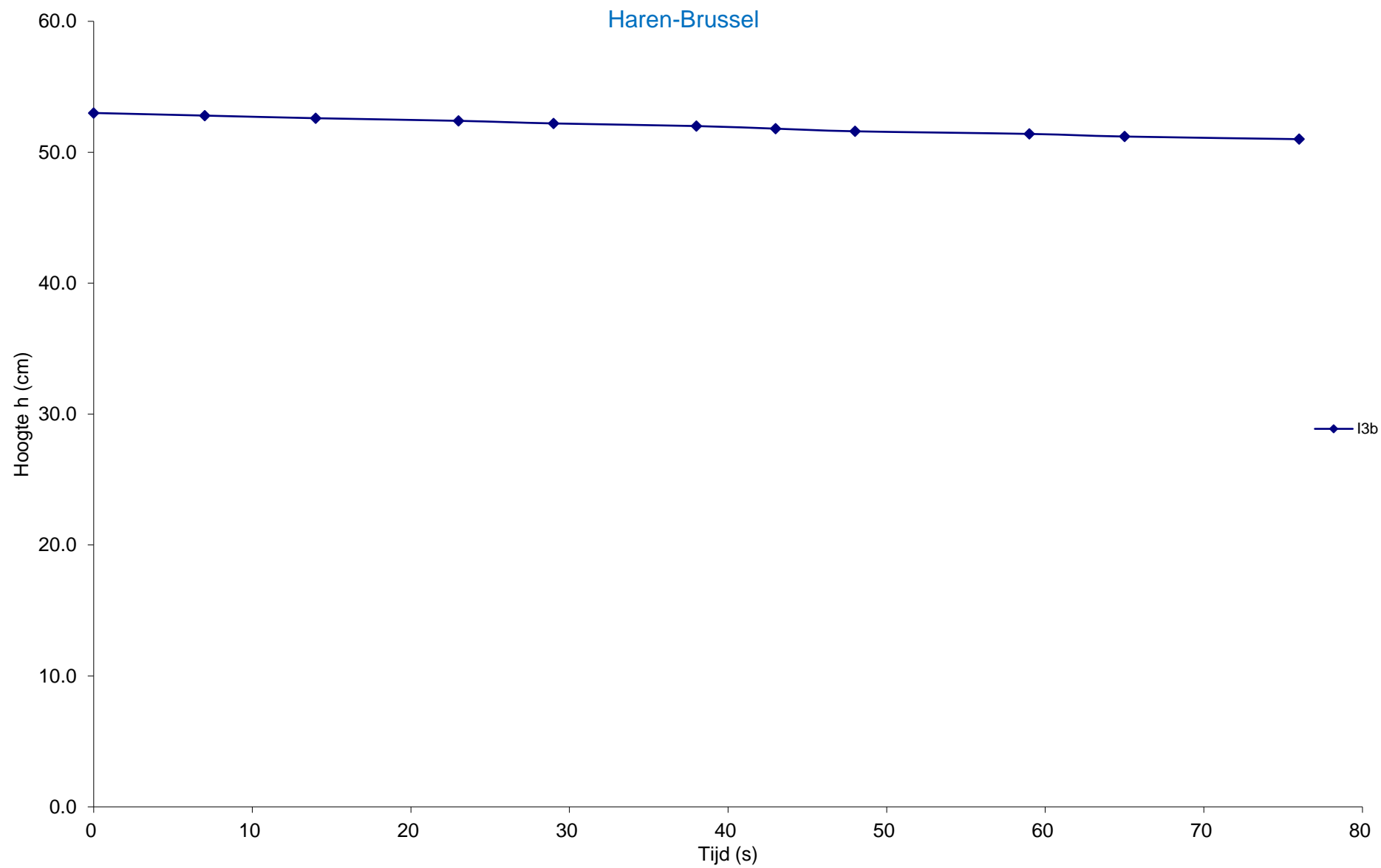
hoogte kolom minimum 40cm

OK

metingen in 1e 1/4 kolom

OK

tijd s	diepte cm	hoogte h(ti)	h+r/2	log (h+r/2)
0	-3	53.0	55.5	1.7443
7	-2.8	52.8	55.3	1.7427
14	-2.6	52.6	55.1	1.7412
23	-2.4	52.4	54.9	1.7396
29	-2.2	52.2	54.7	1.7380
38	-2	52.0	54.5	1.7364
43	-1.8	51.8	54.3	1.7348
48	-1.6	51.6	54.1	1.7332
59	-1.4	51.4	53.9	1.7316
65	-1.2	51.2	53.7	1.7300
76	-1	51.0	53.5	1.7284





BODEMKUNDIGE DIENST VAN BELGIE

W.de Croylaan 48

Leliestraat 63

BNP: BE22 0015 8344 2447

B-3001 Heverlee

B-8800 Roeselare

KBC: BE94 7364 0303 0014

T: +32 (0)16 31 09 22

T: +32 (0)51 20 54 00

PRC: BE95 0000 4991 2358

F: +32 (0)51 20 54 20

B.T.W.: BE 0420.415.024

E-mail: info@bdb.be

E-mail: info@bdb.be

Doorlatendheidsbepaling met de omgekeerde boorgatmethode

Plaats : Haren-Brussel

Datum : 24/03/2022

Project : PMITN22165

Weer : zonnig, droog

Boring : I3c

Uitvoering : Peter Servranckx, Festus Edosa

Opmerkingen : -

Conductiviteit :	0.67 m/dag	7.72E-06 m/s
		2.8 cm/h

Bereik van berekening : 0 121 s

Diameter boring : 10 cm

Diepte t.o.v. maaiveld : 100 cm

Controle

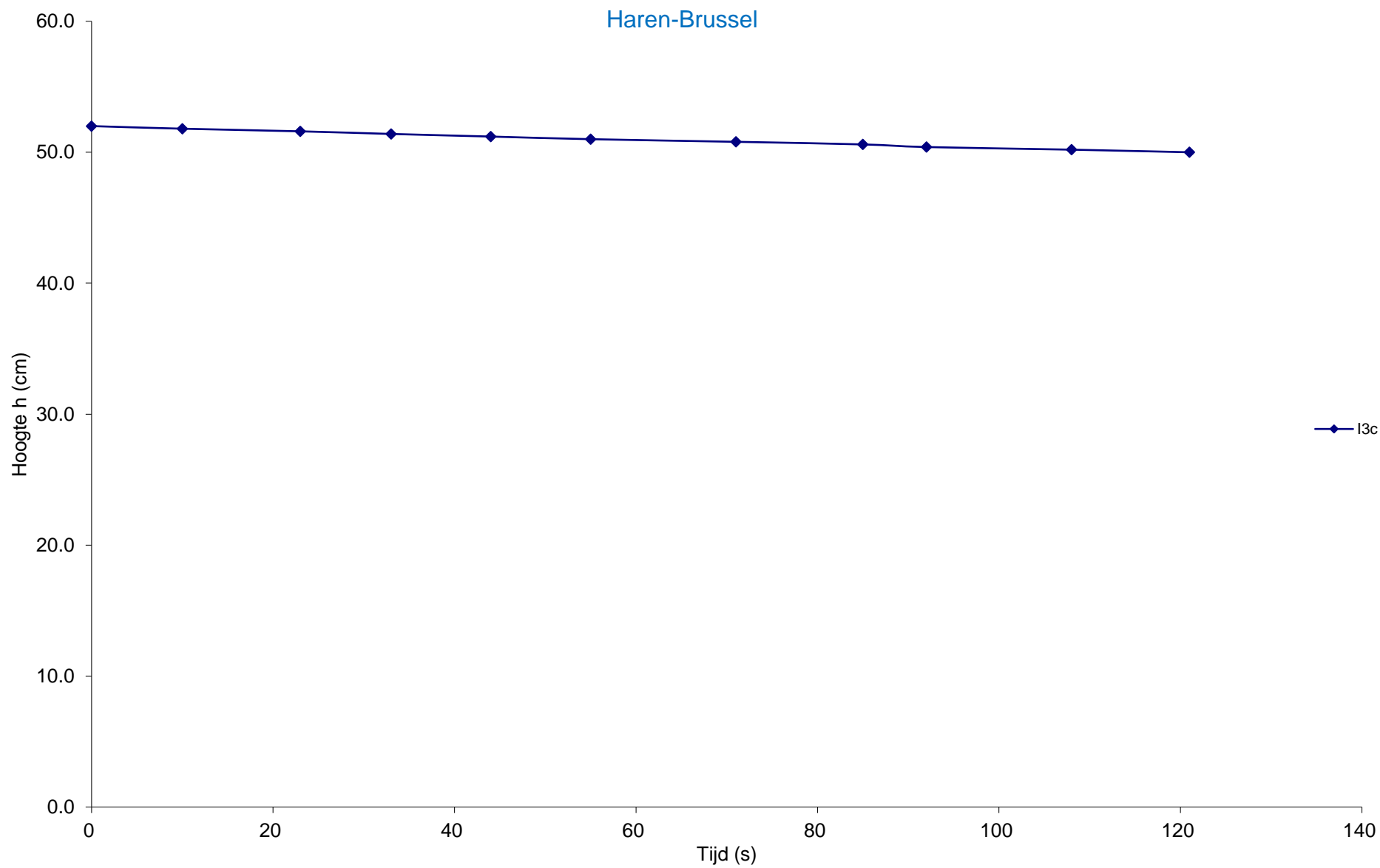
hoogte kolom minimum 40cm

OK

metingen in 1e 1/4 kolom

OK

tijd s	diepte cm	hoogte h(ti)	h+r/2	log (h+r/2)
0	48	52.0	54.5	1.7364
10	48.2	51.8	54.3	1.7348
23	48.4	51.6	54.1	1.7332
33	48.6	51.4	53.9	1.7316
44	48.8	51.2	53.7	1.7300
55	49	51.0	53.5	1.7284
71	49.2	50.8	53.3	1.7267
85	49.4	50.6	53.1	1.7251
92	49.6	50.4	52.9	1.7235
108	49.8	50.2	52.7	1.7218
121	50	50.0	52.5	1.7202





BODEMKUNDIGE DIENST VAN BELGIE

W.de Croylaan 48

Leliestraat 63

BNP: BE22 0015 8344 2447

B-3001 Heverlee

B-8800 Roeselare

KBC: BE94 7364 0303 0014

T: +32 (0)16 31 09 22

T: +32 (0)51 20 54 00

PRC: BE95 0000 4991 2358

F: +32 (0)51 20 54 20

B.T.W.: BE 0420.415.024

E-mail: info@bdb.be

E-mail: info@bdb.be

Doorlatendheidsbepaling met de omgekeerde boorgatmethode

Plaats : Haren-Brussel

Datum : 24/03/2022

Project : PMITN22165

Weer : zonnig, droog

Boring : I4b

Uitvoering : Peter Servranckx, Festus Edosa

Opmerkingen : -

Conductiviteit :	0.71 m/dag	8.21E-06 m/s
		3.0 cm/h

Bereik van berekening : 11 99 s

Diameter boring : 10 cm

Diepte t.o.v. maaiveld : 50 cm

Controle

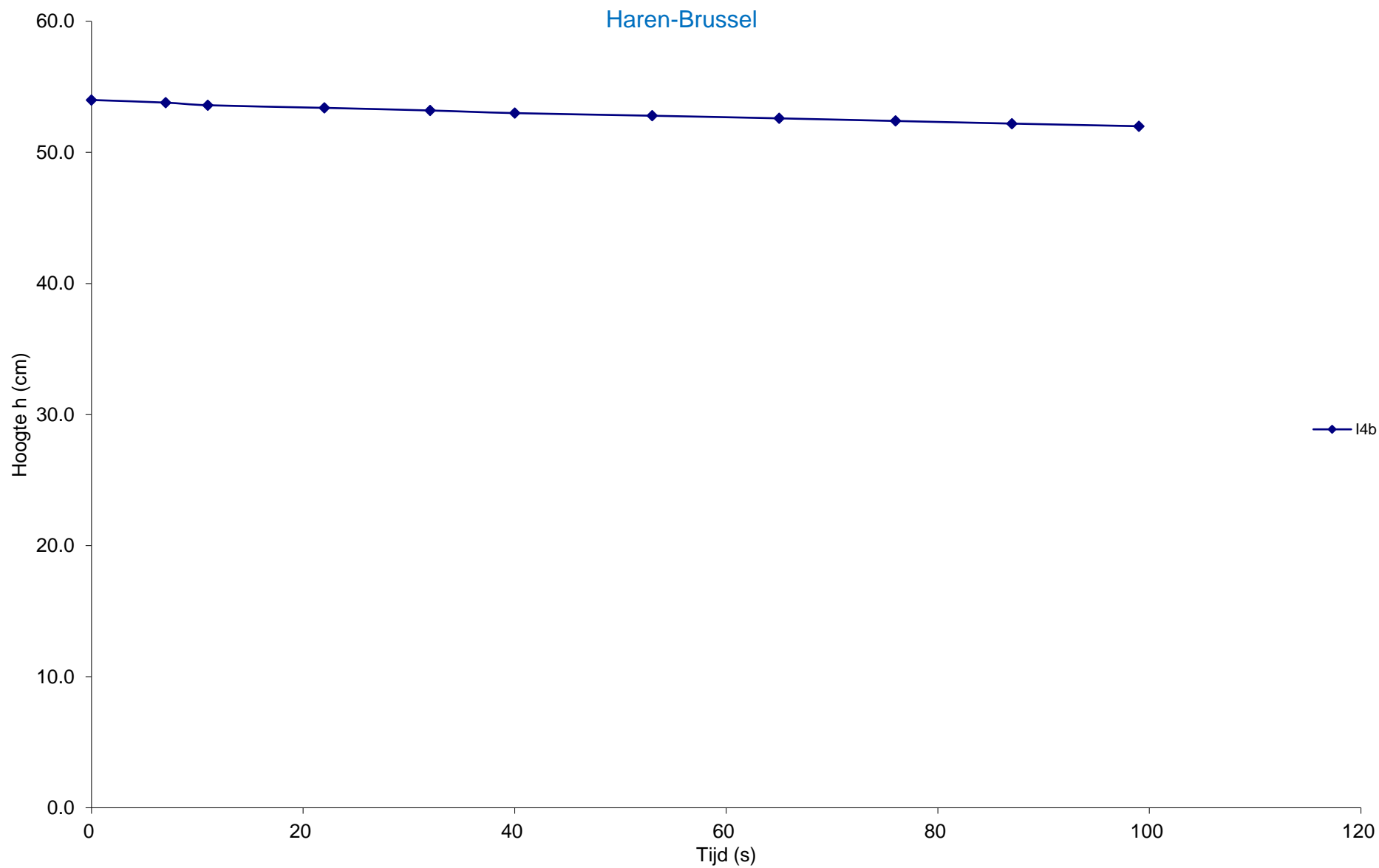
hoogte kolom minimum 40cm

OK

metingen in 1e 1/4 kolom

OK

tijd s	diepte cm	hoogte h(ti)	h+r/2	log (h+r/2)
0	-4	54.0	56.5	1.7520
7	-3.8	53.8	56.3	1.7505
11	-3.6	53.6	56.1	1.7490
22	-3.4	53.4	55.9	1.7474
32	-3.2	53.2	55.7	1.7459
40	-3	53.0	55.5	1.7443
53	-2.8	52.8	55.3	1.7427
65	-2.6	52.6	55.1	1.7412
76	-2.4	52.4	54.9	1.7396
87	-2.2	52.2	54.7	1.7380
99	-2	52.0	54.5	1.7364





BODEMKUNDIGE DIENST VAN BELGIE

W.de Croylaan 48

Leliestraat 63

BNP: BE22 0015 8344 2447

B-3001 Heverlee

B-8800 Roeselare

KBC: BE94 7364 0303 0014

T: +32 (0)16 31 09 22

T: +32 (0)51 20 54 00

PRC: BE95 0000 4991 2358

F: +32 (0)51 20 54 20

B.T.W.: BE 0420.415.024

E-mail: info@bdb.be

E-mail: info@bdb.be

Doorlatendheidsbepaling met de omgekeerde boorgatmethode

Plaats : Haren-Brussel

Datum : 24/03/2022

Project : PMITN22165

Weer : zonnig, droog

Boring : I4c

Uitvoering : Peter Servranckx, Festus Edosa

Opmerkingen : -

Conductiviteit :	0.55 m/dag	6.32E-06 m/s
		2.3 cm/h

Bereik van berekening : 0 145 s

Diameter boring : 10 cm

Diepte t.o.v. maaiveld : 100 cm

Controle

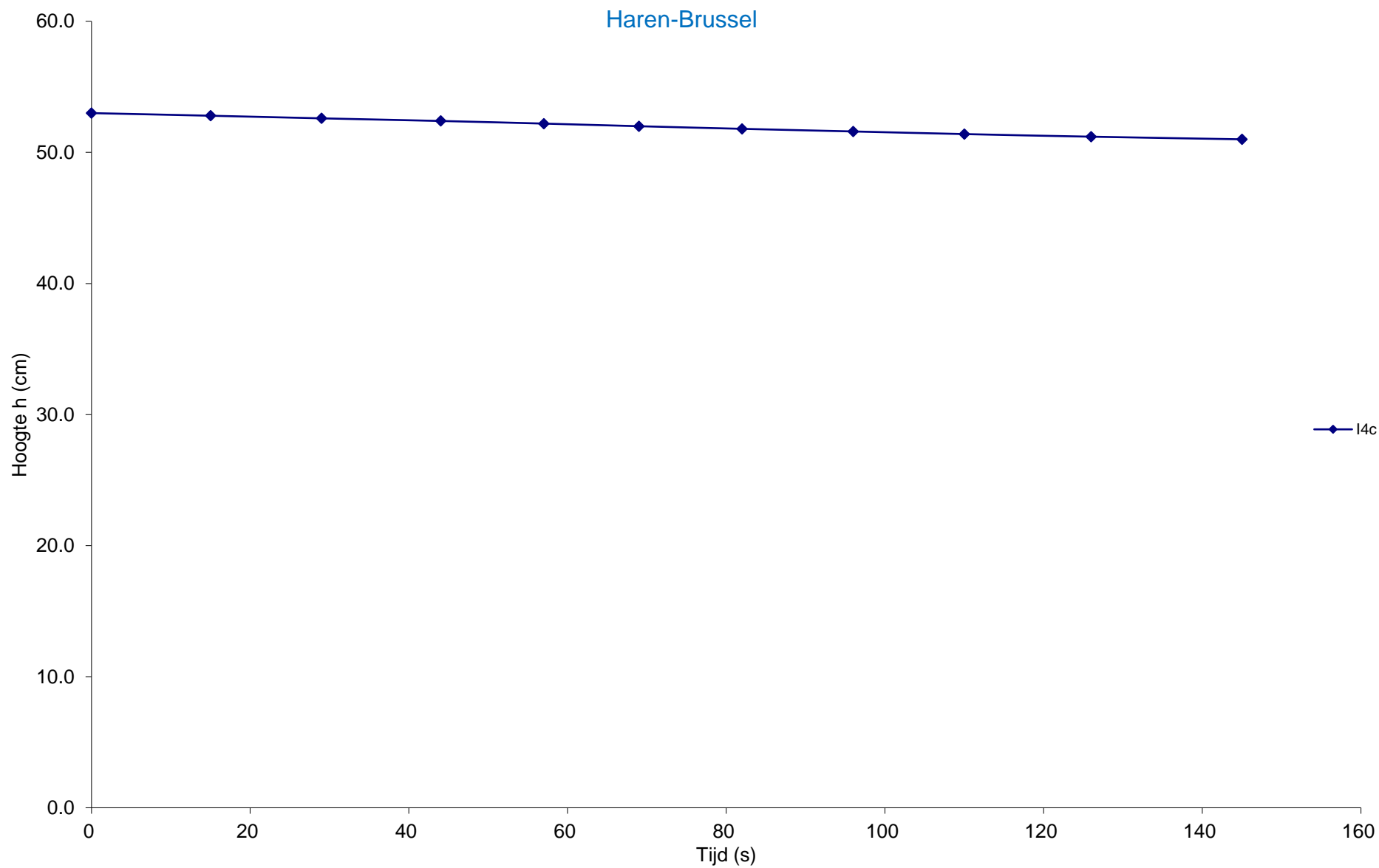
hoogte kolom minimum 40cm

OK

metingen in 1e 1/4 kolom

OK

tijd s	diepte cm	hoogte h(ti)	h+r/2	log (h+r/2)
0	47	53.0	55.5	1.7443
15	47.2	52.8	55.3	1.7427
29	47.4	52.6	55.1	1.7412
44	47.6	52.4	54.9	1.7396
57	47.8	52.2	54.7	1.7380
69	48	52.0	54.5	1.7364
82	48.2	51.8	54.3	1.7348
96	48.4	51.6	54.1	1.7332
110	48.6	51.4	53.9	1.7316
126	48.8	51.2	53.7	1.7300
145	49	51.0	53.5	1.7284





BODEMKUNDIGE DIENST VAN BELGIE

W.de Croylaan 48

Leliestraat 63

BNP: BE22 0015 8344 2447

B-3001 Heverlee

B-8800 Roeselare

KBC: BE94 7364 0303 0014

T: +32 (0)16 31 09 22

T: +32 (0)51 20 54 00

PRC: BE95 0000 4991 2358

F: +32 (0)51 20 54 20

B.T.W.: BE 0420.415.024

E-mail: info@bdb.be

E-mail: info@bdb.be

Doorlatendheidsbepaling met de omgekeerde boorgatmethode

Plaats : Haren-Brussel

Datum : 25/03/2022

Project : PMITN22165

Weer : zonnig, droog

Boring : I6b

Uitvoering : Peter Servranckx, Festus Edosa

Opmerkingen : -

Conductiviteit :	2.02 m/dag	2.33E-05 m/s
		8.4 cm/h

Bereik van berekening : 30 93 s

Diameter boring : 10 cm

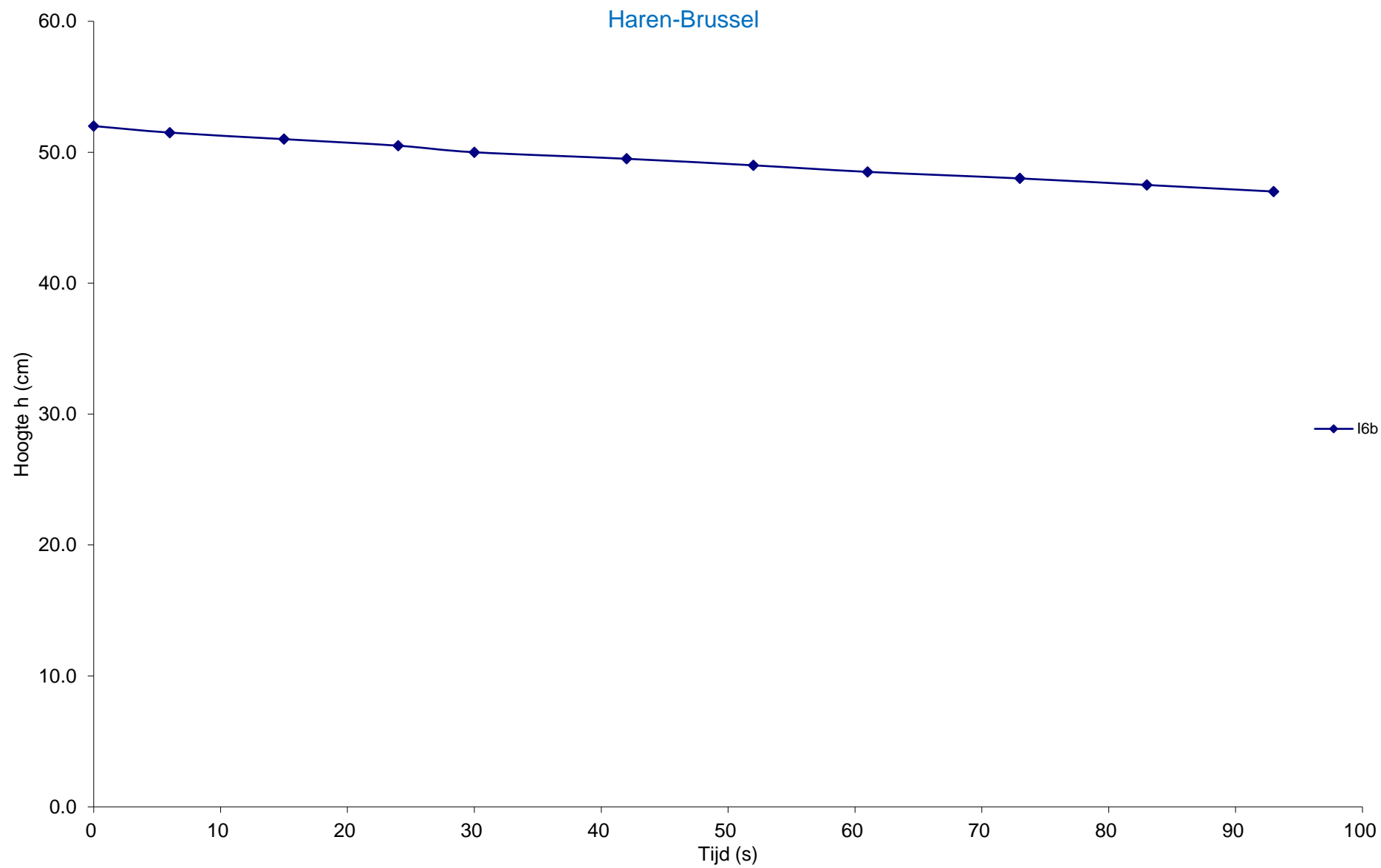
Diepte t.o.v. maaiveld : 51 cm

Controle

hoogte kolom minimum 40cm OK

metingen in 1e 1/4 kolom OK

tijd s	diepte cm	hoogte h(ti)	h+r/2	log (h+r/2)
0	-1	52.0	54.5	1.7364
6	-0.5	51.5	54.0	1.7324
15	0	51.0	53.5	1.7284
24	0.5	50.5	53.0	1.7243
30	1	50.0	52.5	1.7202
42	1.5	49.5	52.0	1.7160
52	2	49.0	51.5	1.7118
61	2.5	48.5	51.0	1.7076
73	3	48.0	50.5	1.7033
83	3.5	47.5	50.0	1.6990
93	4	47.0	49.5	1.6946





BODEMKUNDIGE DIENST VAN BELGIE

W.de Croylaan 48

Leliestraat 63

BNP: BE22 0015 8344 2447

B-3001 Heverlee

B-8800 Roeselare

KBC: BE94 7364 0303 0014

T: +32 (0)16 31 09 22

T: +32 (0)51 20 54 00

PRC: BE95 0000 4991 2358

F: +32 (0)51 20 54 20

B.T.W.: BE 0420.415.024

E-mail: info@bdb.be

E-mail: info@bdb.be

Doorlatendheidsbepaling met de omgekeerde boorgatmethode

Plaats : Haren-Brussel

Datum : 25/03/2022

Project : PMITN22165

Weer : zonnig, droog

Boring : I6c

Uitvoering : Peter Servranckx, Festus Edosa

Opmerkingen : -

Conductiviteit :	0.65 m/dag	7.55E-06 m/s
		2.7 cm/h

Bereik van berekening : 61 113 s

Diameter boring : 10 cm

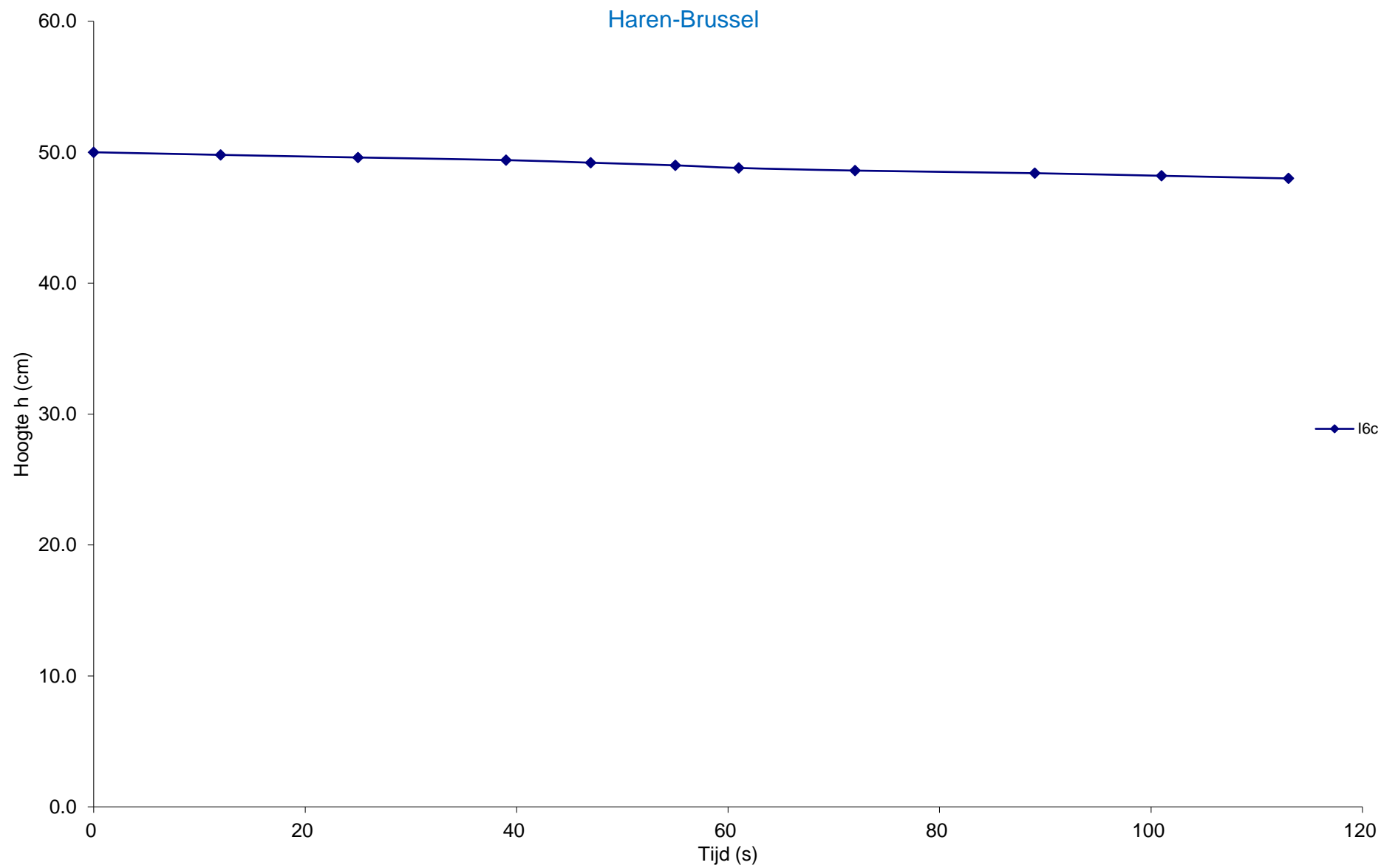
Diepte t.o.v. maaiveld : 104 cm

Controle

hoogte kolom minimum 40cm OK

metingen in 1e 1/4 kolom OK

tijd s	diepte cm	hoogte h(ti)	h+r/2	log (h+r/2)
0	54	50.0	52.5	1.7202
12	54.2	49.8	52.3	1.7185
25	54.4	49.6	52.1	1.7168
39	54.6	49.4	51.9	1.7152
47	54.8	49.2	51.7	1.7135
55	55	49.0	51.5	1.7118
61	55.2	48.8	51.3	1.7101
72	55.4	48.6	51.1	1.7084
89	55.6	48.4	50.9	1.7067
101	55.8	48.2	50.7	1.7050
113	56	48.0	50.5	1.7033





BODEMKUNDIGE DIENST VAN BELGIE

W.de Croylaan 48

Leliestraat 63

BNP: BE22 0015 8344 2447

B-3001 Heverlee

B-8800 Roeselare

KBC: BE94 7364 0303 0014

T: +32 (0)16 31 09 22

T: +32 (0)51 20 54 00

PRC: BE95 0000 4991 2358

F: +32 (0)51 20 54 20

B.T.W.: BE 0420.415.024

E-mail: info@bdb.be

E-mail: info@bdb.be

Doorlatendheidsbepaling met de omgekeerde boorgatmethode

Plaats : Haren-Brussel

Datum : 25/03/2022

Project : PMITN22165

Weer : zonnig, droog

Boring : I8b

Uitvoering : Peter Servranckx, Festus Edosa

Opmerkingen : -

Conductiviteit :	0.14 m/dag	1.65E-06 m/s
		0.6 cm/h

Bereik van berekening : 0 518 s

Diameter boring : 10 cm

Diepte t.o.v. maaiveld : 50 cm

Controle

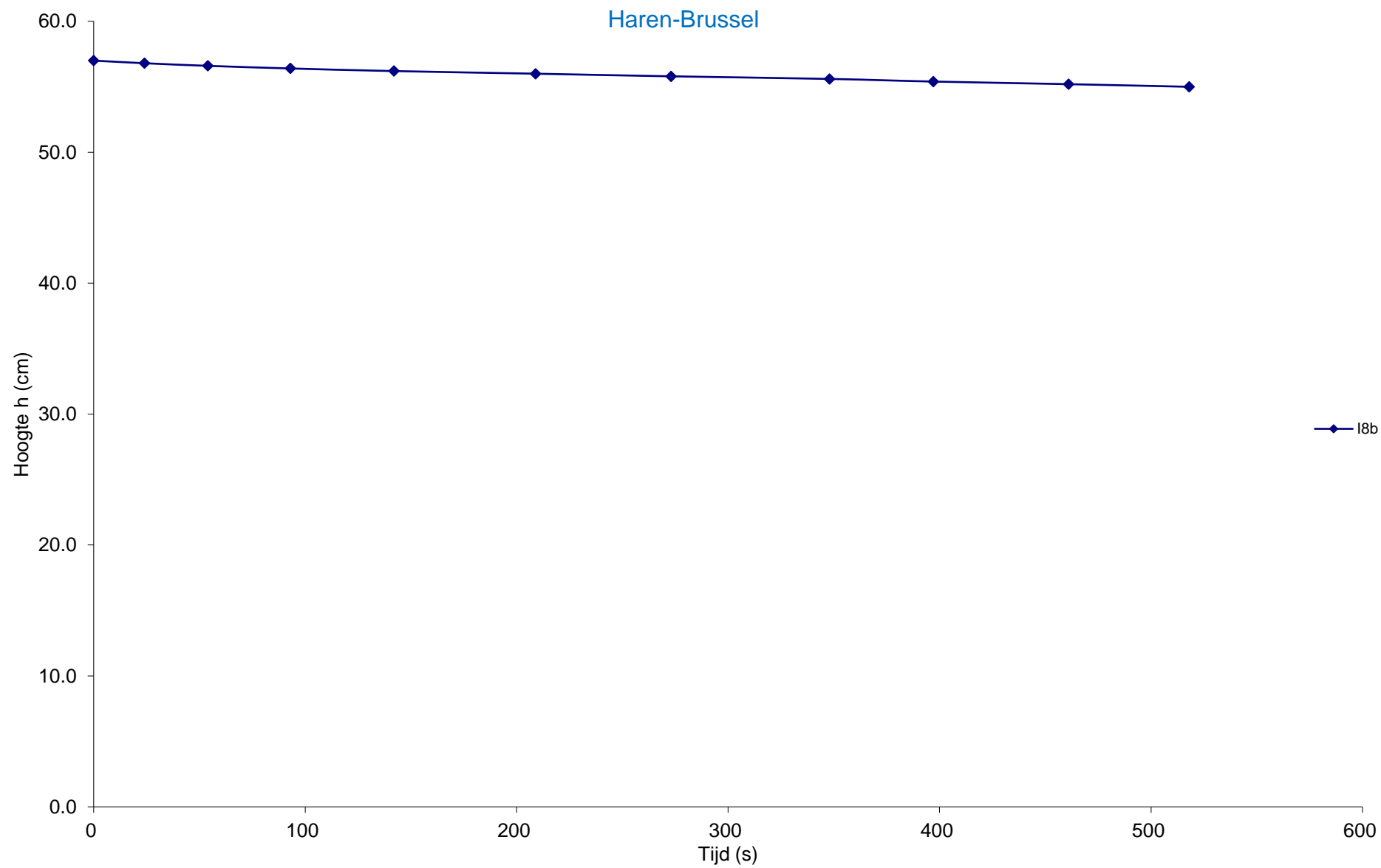
hoogte kolom minimum 40cm

OK

metingen in 1e 1/4 kolom

OK

tijd s	diepte cm	hoogte h(ti)	h+r/2	log (h+r/2)
0	-7	57.0	59.5	1.7745
24	-6.8	56.8	59.3	1.7731
54	-6.6	56.6	59.1	1.7716
93	-6.4	56.4	58.9	1.7701
142	-6.2	56.2	58.7	1.7686
209	-6	56.0	58.5	1.7672
273	-5.8	55.8	58.3	1.7657
348	-5.6	55.6	58.1	1.7642
397	-5.4	55.4	57.9	1.7627
461	-5.2	55.2	57.7	1.7612
518	-5	55.0	57.5	1.7597





BODEMKUNDIGE DIENST VAN BELGIE

W.de Croylaan 48

Leliestraat 63

BNP: BE22 0015 8344 2447

B-3001 Heverlee

B-8800 Roeselare

KBC: BE94 7364 0303 0014

T: +32 (0)16 31 09 22

T: +32 (0)51 20 54 00

PRC: BE95 0000 4991 2358

F: +32 (0)51 20 54 20

B.T.W.: BE 0420.415.024

E-mail: info@bdb.be

E-mail: info@bdb.be

Doorlatendheidsbepaling met de omgekeerde boorgatmethode

Plaats : Haren-Brussel

Datum : 25/03/2022

Project : PMITN22165

Weer : zonnig, droog

Boring : I9b

Uitvoering : Peter Servranckx, Festus Edosa

Opmerkingen : -

Conductiviteit :	0.69 m/dag	8.04E-06 m/s
		2.9 cm/h

Bereik van berekening : 0 114 s

Diameter boring : 10 cm

Diepte t.o.v. maaiveld : 50 cm

Controle

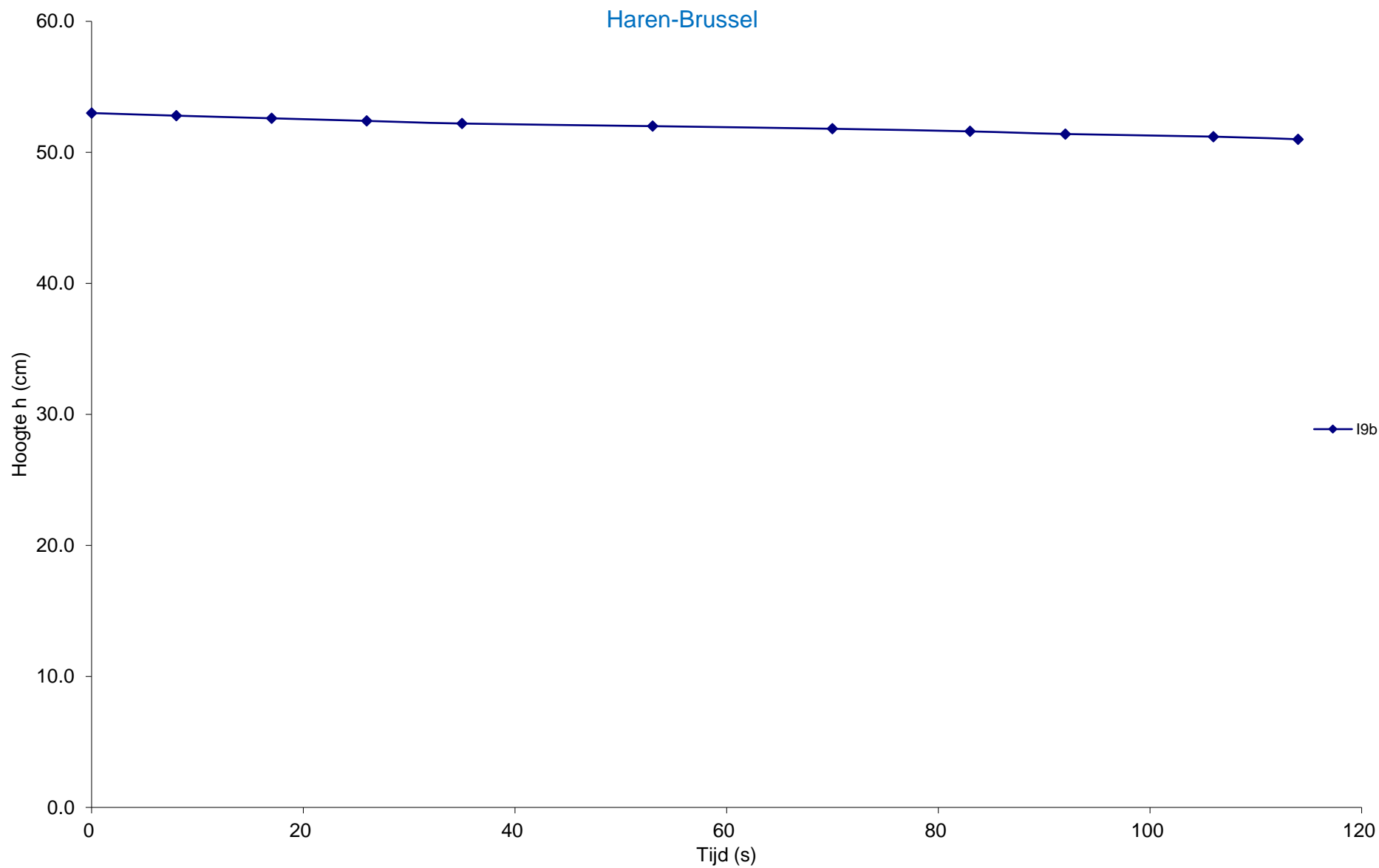
hoogte kolom minimum 40cm

OK

metingen in 1e 1/4 kolom

OK

tijd s	diepte cm	hoogte h(ti)	h+r/2	log (h+r/2)
0	-3	53.0	55.5	1.7443
8	-2.8	52.8	55.3	1.7427
17	-2.6	52.6	55.1	1.7412
26	-2.4	52.4	54.9	1.7396
35	-2.2	52.2	54.7	1.7380
53	-2	52.0	54.5	1.7364
70	-1.8	51.8	54.3	1.7348
83	-1.6	51.6	54.1	1.7332
92	-1.4	51.4	53.9	1.7316
106	-1.2	51.2	53.7	1.7300
114	-1	51.0	53.5	1.7284





3.4 FOTO'S

Meetlocatie I1 - Situering:



Profielboring I1:









Meetlocatie I4 - Situering:



Profielboring I4:



Meetlocatie I5 - Situering:





Meetlocatie I6 - Situering:







Meetlocatie I7 - Situering:



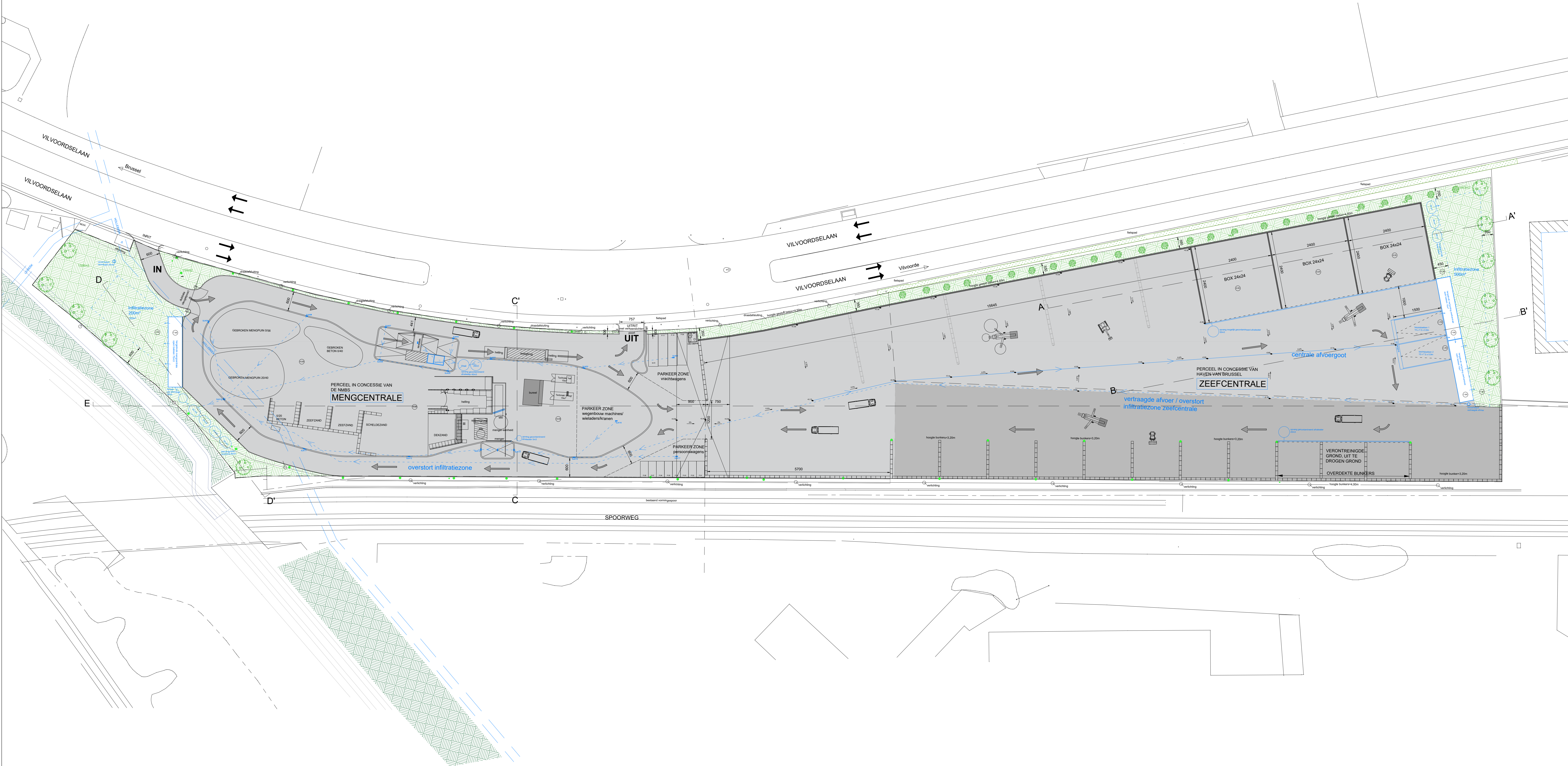






Profielboring I9:





LEGEND

Dekempeneer Aquiris

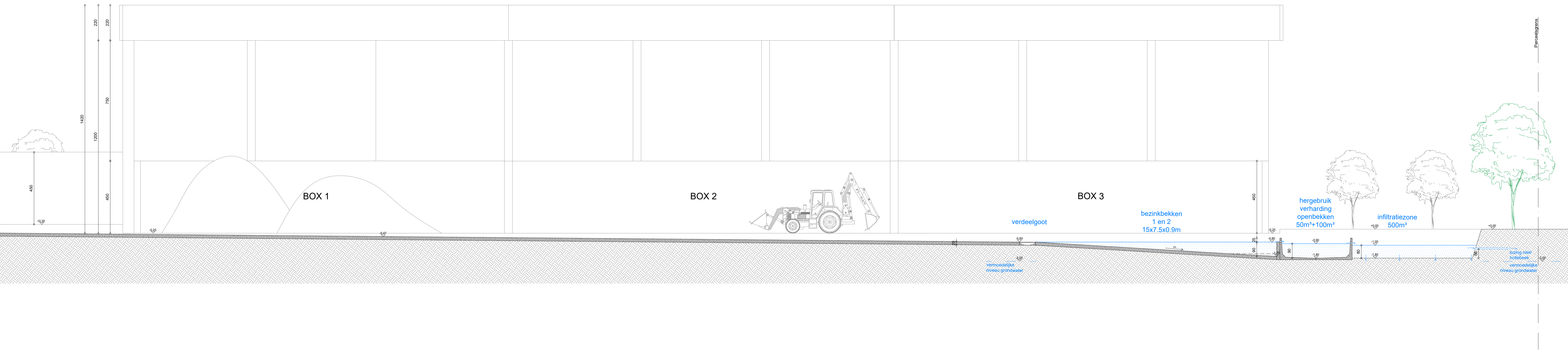
Location	Vilvoordselaan 450-Y 1130 Brussel (Haren)
Client	NV Dekempeneer
Architect	Lowette & Partners architects cvba



Modifications	
Date	Description
01 13-03-2020	Overleg ontwerp maart 2020
02 31-03-2020	Opmerking concentratie 10% groen in het zuiden
03 06-04-2020	Overleg met Perspective.BMA, Stad Brussel, Leefmilieu Brussel
04 03-03-2022	Overleg ontwerp maart 2022
05 20-04-2022	Overleg regenwaterbeheer
06	
07	
08	
09	
10	

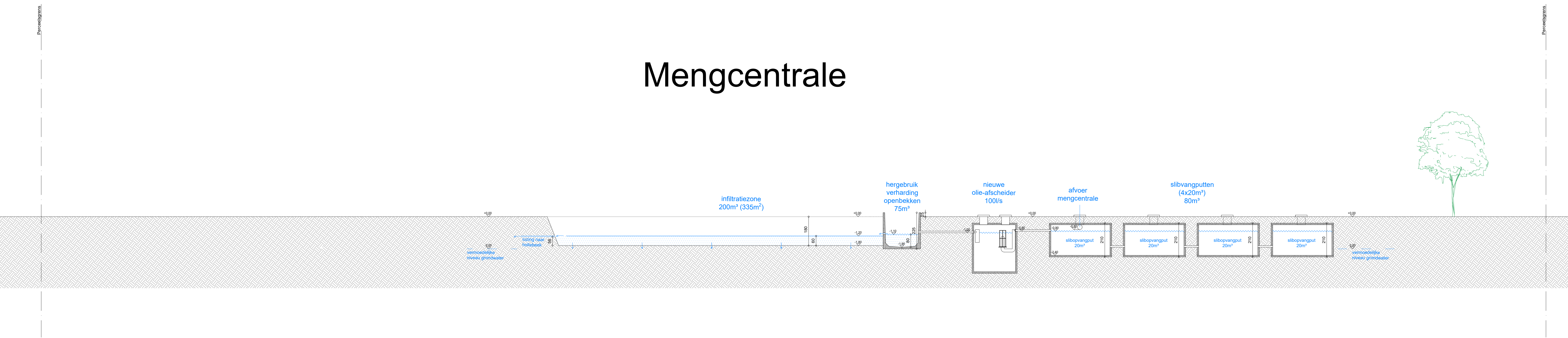
Plan title	GRONDPLAN			
Plan version	BA_001			
Reference	1142-20	Cadastre	xxxxxxxxxx	Date 24-06-2022 Scale 1/500

Zeefcentrale



SNEDE BB'

Mengcentrale



SNEDE DD'

LEGEND

Dekempeneer Aquiris

Location	Vilvoordselaan 450-Y 1130 Brussel (Haren)
Client	NV Dekempeneer
Architect	Lowette & Partners architects cvba

Modifications

	Date	Description
01	13-03-2020	Overleg ontwerp maart 2020
02	31-03-2020	Opmerking concentratie 10% groen in het zuiden
03	06-04-2020	Overleg met Perspective,BMA, Stad Brussel, Leefmilieu Brussel
04	03-03-2022	Overleg ontwerp maart 2022
05	20-04-2022	Overleg regenwaterbeheer
06		
07		
08		
09		
10		

Plan title	SNEDE BB' en DD'						
Plan version	BA_001						
Reference	1142-20	Cadastre	xxxxxxxxxx	Date	24-06-2022	Scale	1/100