



# Waterhuishoudkundig rioleringsplan Business Centre Treeport te Zundert

OPGESTELD VOOR:  
TREEPORT EUROPE B.V.

OPGESTELD DOOR:  
STANTEC BV

25 JULI 2022  
20120524



Waterhuishoudkundig rioleringsplan  
Business Centre Treeport te Zundert

In opdracht van:  
Treeport Europe B.V.

Opgesteld door:

Projectnummer:  
20120524

Documentnaam:  
Waterhuishoudkundige rioleringsplan BCT terrein

Datum:  
25 juli 2022

Versie	Vrijgegeven door	Paraaf	Datum
Waterhuishoudkundige rioleringsplan BCT terrein D01			15 mei 2019
Waterhuishoudkundige rioleringsplan BCT terrein D02	MR		25 juli 2022
Waterhuishoudkundige rioleringsplan BCT terrein D03	MR		25 juli 2022

**Postadres**  
Postbus 270  
2600 AG DELFT  
T 015 7511600

**Bezoekadres**  
Poortweg 4D  
2612 PA DELFT  
[www.stantec.com/nl](http://www.stantec.com/nl)

KVK Haaglanden 27 18 43 23  
BNP Paribas 22 76 53 920  
IBAN NL75BNPA0227653920 BIC BNPANL2A  
Stantec BV is ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018 en VCA\*\* gecertificeerd

Het is niet toegestaan de inhoud en/of vorm van door Stantec opgestelde rapportages aan te passen

# Inhoudsopgave

1.0 Inleiding	4
1.1 Achtergrond	4
1.2 Algemeen	4
1.3 Leeswijzer	4
2.0 Beleidskader	5
2.1 Beleid gemeente Zundert	5
2.2 Beleid waterschap Brabantse Delta	5
3.0 Gebiedsbeschrijving	7
3.1 Ligging plangebied	7
3.2 Toekomstige ontwikkeling	7
3.3 Bodem en infiltratie	8
3.4 Grondwaterstand	9
3.5 Riolering	10
3.6 Waterschap aspecten	10
4.0 Uitgangspunten	12
4.1 Uitgangspunten dimensionering	12
4.2 Hydraulische buien	12
5.0 Bepaling structuur rioolstelsel	14
5.1 DWA-stelsel	14
5.2 HWA-stelsel	14
6.0 Modelering regenwaterafvoerstelsel	20
6.1 HET MODEL	20
6.2 Controleberekening BUI08 rioolstelsel	20
6.3 Controleberekening BUI09 rioolstelsel	22
6.4 Controleberekening T100	24
7.0 Dimensionering droogwaterafvoer stelsel	28
7.1 Afvalwater	28
7.2 Dimensionering buizen	28
8.0 Belangen waterschap	30
8.1 Waterkeringen	30
8.2 Compensatie B-watergangen	30
9.0 Duurzaam watersysteem	32
9.1 Vasthouden hemelwater	32
9.2 Verminderen gebruik leidingwater en productie afvalwater	33
9.3 Realisatie duurzaam watersysteem	34
10.0 Conclusies	36
10.1 Conclusie HWA-systeem	36

10.2 Conclusie DWA-systeem	36
Geraadpleegde bronnen	37

#### **Bijlages**

Bijlage 1:	Oppervlaktekening BCT-terrein
Bijlage 2:	Schetsontwerp riolering
Bijlage 3:	Doorlatendheidsonderzoek BCT-terrein
Bijlage 4:	Locatie peilbuizen
Bijlage 5:	Meetgegevens peilbuizen

## **1.0 INLEIDING**

### **1.1 ACHTERGROND**

Aan Nederlandse zijde is Zundert het centrum van de boomkwekerijsector. Maar ook daarbuiten komt een hoge dichtheid aan boomkwekerijen voor, waardoor de regio zich de afgelopen jaren heeft ontwikkeld tot een modern en innovatief boomteeltgebied. De groeiende coöperatieve gedachte om bomen, bosplantsoen, heesters en sierteelt gezamenlijk aan te bieden, heeft aan de basis gestaan van het toenemende economische belang van het boomteeltgebied. Een verdere optimalisatie van de totale productieketen 'van toeleverancier tot eindgebruiker' is nodig om de regio zijn leidende positie te laten behouden in Nederland, België en Europa. Er bestaat een grote behoefte aan het creëren van één centrale plek, waar al deze ambities te verwezenlijken zijn; Het Business Centre Treeport. Het bedrijventerrein BCT zal op termijn uitgroeien tot 62 hectare, waarvan 10 hectare is gelegen op Belgisch grondgebied en 52 hectare is gelegen op Nederlands grondgebied.

De ambities op gebied van duurzaamheid zijn hoog. Bedrijven die zich vestigen op het BCT moeten zich onderscheiden in duurzaamheid. Hiertoe zijn in de regels van het bestemmingsplan ook voorwaarden opgenomen. Enkele voorbeelden kunnen zijn: het gebruik van vegetatiedaken en/of –gevels. Daarnaast heeft Treeport hoge ambities met betrekking tot landschappelijke inpassing en waterbeheer. De boomkwekerijsector is niet voor niets één van de groenste sectoren van Nederland. Het Business Centre Treeport wordt het uithangbord van de sector en moet 'groen' uitstralen. Ook moet er ruimte zijn op het terrein om het assortiment van de kwekers te tonen. Een groene en landschappelijke inpassing wordt derhalve nagestreefd.

### **1.2 ALGEMEEN**

Treeport Europe B.V. is voornemens om het plangebied (Nederlands grondgebied) van circa 52 hectare de komende jaren te transformeren van agrarisch gebied naar het Business Centre Treeport (hierna: BCT). Om de voorgenomen ontwikkeling mogelijk te maken heeft Stantec B.V. voor het BCT-terrein een waterhuishoudkundig- en rioleringsplan (hierna: WHR-plan) opgesteld.

In dit WHR-plan is het rioleringsstelsel (52 ha) inclusief bijbehorende berging voor het BCT-terrein in zijn geheel ontworpen. De afvoer en berging van het regenwater zal grotendeels middels bovengrondse afvoer en bovengrondse berging worden bewerkstelligd. De bovengrondse afvoer zal worden bewerkstelligd middels wegen op één oor, watergangen, de centrale water-assen, de retentievijver en een wadi. Het afstromend regenwater wordt via de watergangen naar de water-as gebracht, waaruit het afgevoerd zal worden naar de waterberging of gedoseerd naar de Hazeldonkse Beek van het waterschap. Het vuilwater wordt afgevoerd via een DWA-stelsel welke afstroomt richting het rioolgemaal op BCT. Het gemaal loost via een persleiding op rioolgemaal De Risten in Rijsbergen (gemeente Zundert) en komt uiteindelijk in de RWZI.

### **1.3 LEESWIJZER**

Na deze inleiding wordt in hoofdstuk 2 het beleidskader beschreven. In hoofdstuk 3 wordt een beschrijving van het plangebied en de toekomstige ontwikkeling beschreven. In hoofdstuk 4 worden de uitgangspunten van het rioleringsplan opgesomd. Vervolgens wordt in hoofdstuk 5 het ontworpen watersysteem beschreven. In hoofdstuk 6 wordt de uitkomst van het gemodelleerde systeem beschreven. In hoofdstuk 7 komt het droogweerafvoer stelsel aan de orde. In hoofdstuk 8 worden de belangen van het waterschap beschreven. Hoofdstuk 9 spitst zich toe op het aspect duurzaamheid binnen het bedrijventerrein. Tot slot worden in hoofdstuk 10 de relevante conclusies getrokken.

## 2.0 BELEIDSKADER

De voerende waterschappen in Nederland richten zich op een veilig en goed bewoonbaar land met gezonde duurzame watersystemen. Nagestreefd wordt het vergroten van de belevingswaarde van stedelijk water, natuurvriendelijke inrichtingen en de duurzaamheid van watersystemen. De waterbeheerders werken daarom samen met gemeenten, die de regie hebben over de ruimtelijke ordening en het beheer van de openbare ruimte, om deze doelstellingen te behalen.

Het waterschap Brabantse Delta is verantwoordelijk voor de waterkwantiteit en –kwaliteit in het plan gebied. De riolering in de omgeving van het plangebied is in beheer en eigendom van de gemeente Zundert.

### 2.1 BELEID GEMEENTE ZUNDELT

De beleidsregels die de gemeente Zundert hanteert ten aanzien van water zijn opgenomen in het “Water- en Rioleringsplan Zundert - 2021/2025”.

Het gemeentelijk beleid met betrekking tot stedelijk waterbeheer is gebaseerd op de drie wettelijke zorgplichten zoals opgenomen in de Wet Milieubeheer en de Waterwet. In de kern komen die zorgplichten op het volgende neer;

- Zorgplicht voor inzameling en transport stedelijk afvalwater (Wet Milieubeheer);
- Zorgplicht voor afvloeiend regenwater (Waterwet);
- Zorgplicht voorkomen structureel nadelige gevolgen van grondwater (Waterwet).

Voor de retentiebehoefte is de voorkeursvolgorde infiltreren, retentie binnen het plangebied, retentie buiten het plangebied of berging in het bestaand watersysteem. De gemeente Zundert conformeert zich hiermee aan het beleid van het waterschap Brabantse Delta qua retentie eis en voorkeurtrits behandeling regenwater.

### 2.2 BELEID WATERSCHAP BRABANTSE DELTA

Het waterschap Brabantse Delta is verantwoordelijk voor het waterbeheer in de gemeente. Het gaat dan om het waterkwantiteits en –kwaliteitsbeheer, de waterkeringzorg, waterzuivering, het grondwaterbeheer, het waterbodembeheer en vaak ook het scheepvaartbeheer. Het beleid en de daarmee samenhangende doelen van het waterschap zijn opgenomen in het waterbeheerprogramma 2022-2027, wat tot stand is gekomen in samenspraak met de waterpartners. Zo zijn bijvoorbeeld relevante waterthema's gekoppeld aan de belangrijkste ruimtelijke ontwikkelingen in de regio.

Daarnaast heeft het waterschap waar nodig nog toegespitst beleid en beleidsregels op verschillende thema's/ speerpunten uit het waterbeheersprogramma en heeft het waterschap een eigen verordening; De Keur en de legger. De Keur bevat gebods- en verbodsbepalingen met betrekking tot ingrepen die consequenties hebben voor de waterhuishouding en het waterbeheer. De legger geeft aan waar de waterstaatswerken liggen, aan welke afmetingen en eisen die moeten voldoen en wie onderhoudsplichtig is. Veelal is voor deze ingrepen een watervergunning van het waterschap benodigd. De Keur is onder andere te raadplegen via de site van waterschap Brabantse Delta.

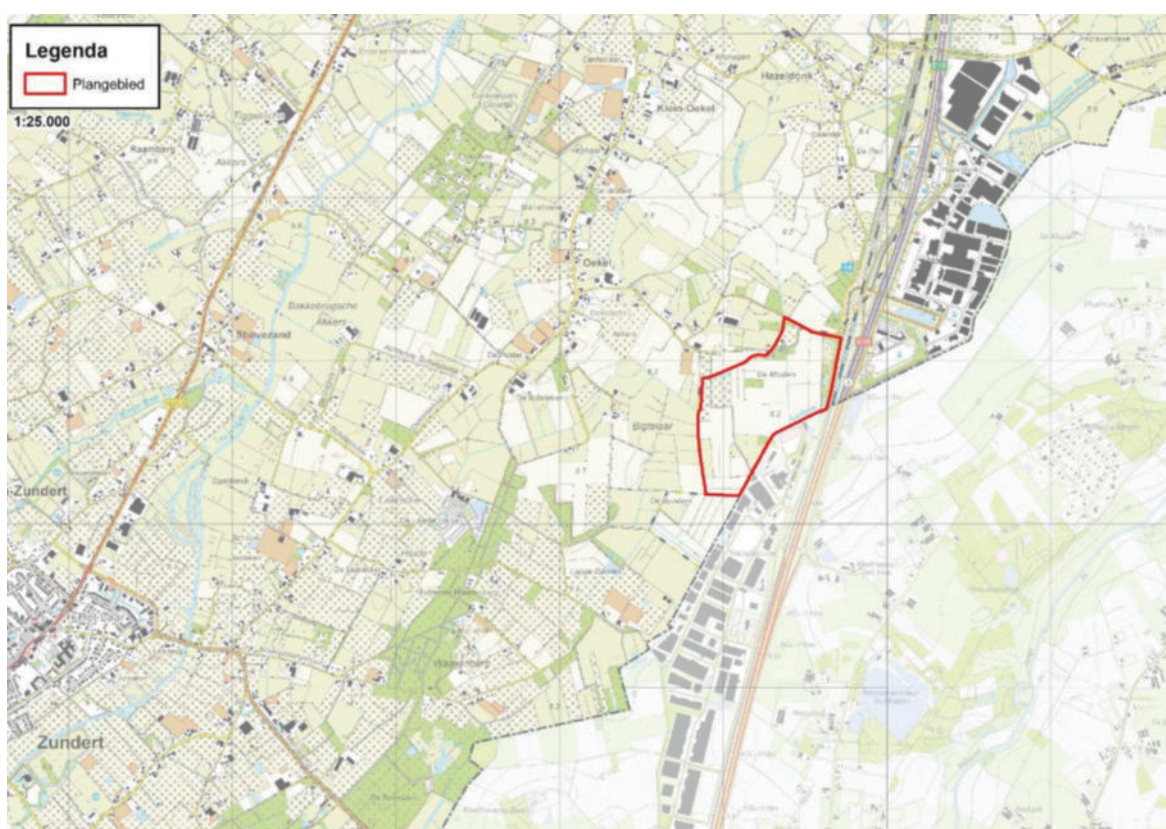
De drie Brabantse waterschappen, Aa en Maas, De Dommel en Brabantse Delta hebben hun keuren geharmoniseerd. Als onderdeel van dit harmonisatietraject hanteren de waterschappen sinds 1 maart 2015 dezelfde (beleids)uitgangspunten voor het beoordelen van plannen waarbij het verhard oppervlak toeneemt.

Bij een toename en afkoppelen van verhard oppervlak geldt het uitgangspunt dat plannen zoveel mogelijk hydrologisch neutraal worden uitgevoerd. Vanwege dit principe wordt bij uitbreiding van verhard oppervlak voor de omgang met hemelwater uitgegaan van de voorkeursvolgorde infiltreren, bergen, afvoeren. De waterschappen maken bij het beoordelen van plannen met een toegenomen verhard oppervlak onderscheid tussen grote en kleine plannen.

## 3.0 GEBIEDSBESCHRIJVING

### 3.1 LIGGING PLANGEBIED

Het plangebied is gelegen ten noorden van de Transportzone Meer. Aan de oostzijde wordt het BCT-terrein begrensd door de HSL, met parallel daaraan de A16. De noordelijke grens wordt gevormd door de Paandijksestraat. Aan de (noord)westzijde volgt het plangebied de loop van de Hazeldonkse beek. Op de grens met België aan de zuidzijde van het plangebied ligt de Leijloop. De maaiveldhoogtes van het terrein variëren tussen de circa 5,67 m +N.A.P. en 6,98 m +N.A.P. (inmeting d.d. 24-04-2018). Het totaal oppervlak van het plangebied bedraagt circa. 52 hectare. In afbeelding 3.1 is de situering van het plan ten opzichte van de omgeving weergegeven.



Afbeelding 3.1: Situering plangebied met de planlocatie rood omkaderd (bron: Streetsmart)

### 3.2 TOEKOMSTIGE ONTWIKKELING

Het BCT-terrein wordt gerealiseerd voor bedrijven die een bijdrage leveren aan een gezonde en gebalanceerde boomkwekerijsector in de regio West-Brabant en de Noorderkempen. Er kunnen zich bedrijven vestigen vanuit de gehele productieketen binnen de boomteeltsector. Met andere woorden bedrijven met weinig verharding (plantgoed in de vollegrond) en bedrijven met veel verharding (zoals logistieke bedrijven). Tevens kunnen er zich bedrijven gaan vestigen die al het regenwater zelf zullen benutten voor hun proceswater. Voor het netto uitgeefbaar gebied wordt een verhardingspercentage aangehouden van 90%. In de technische uitgiftevoorwaarden BCT Zundert is in de bouwenvolop vastgelegd dat maximaal 90% van het perceel versneld mag afwateren richting het

hemelwatersysteem van het BCT-terrein en dat minimaal 5% van het perceel als groen ingericht dient te worden.

### 3.3 BODEM EN INFILTRATIE

Ten behoeve van de planontwikkeling is er door Stantec een doorlatendheidsonderzoek verricht. In dit doorlatendheidsonderzoek zijn de volgende aspecten bepaald:

1. De bodemopbouw (boorkernen);
2. De grondwatersituatie;
3. De infiltratiecapaciteit van de onverzadigde en verzadigde zone;
4. De retentie mogelijkheden.

In bijlage 3 is de rapportage toegevoegd van het doorlatendheidsonderzoek. De conclusie van het onderzoek is hierna weergegeven.

De bodem in het plangebied betreft zeer tot matig fijn, zwak siltig zand. In verschillende boringen zijn brokken leem dan wel leemlagen aangetroffen. In vier ondiepere en twee diepere boringen is op een diepte van 0,50 m –mv. zwak tot sterk zandige leem met een dikte variërend van 0,10 – 0,30 m aanwezig. In twee andere diepere boringen een kleilaag op een diepte van 2,70 m –mv.

Conform de Leidraad Riolering, C2200 Hydraulisch functioneren van regenwatervoorzieningen, kan gesteld worden dat goed infiltreren binnen het plangebied mogelijk is wanneer de k-waarde van de bodem in het gebied groter dan of gelijk is aan 1,0 m/dag. De infiltratiecapaciteit op 1,20 m –mv. komt uit op 6,89 m/dag. De gemeten k-waarde op een diepte van 4,00 m –mv. lopen uiteen van 0,64 m/dag tot 10,47 m/dag. Dit heeft voornamelijk te maken met de plaatselijke aanwezigheid van leem- en kleilagen. In het bijzonder de infiltratie bij boring II wordt beïnvloed door de aanwezigheid van dikke kleilagen. De k-waarde op een diepte van 4,00 m –mv. kan door de aanwezige waterstorende lagen niet worden gemiddeld. Deze waterstorende lagen hebben een te grote invloed op de infiltratiewaarde van de bodem.

Vanuit het infiltratieonderzoek komen de k-waarden op een diepte van 0,00 tot 1,20 m –mv. uit op gemiddeld 6,89 m/dag en een diepte van 1,20 tot 4,00 m –mv. tussen 0,64 en 10,47 m/dag. Deze resultaten zijn hoger dan de resultaten van de zeefkromme. Een zeefkromme is een onafhankelijke, goed beschreven, herhaalbare methode om inzicht in de samenstelling van het bodemmateriaal te krijgen. Een korrelverdelingsanalyse (zeefkromme) houdt geen rekening met de gelaagdheid (leem/klei) en lokale opbouw van de bodem. Juist deze gelaagdheid is erg belangrijk bij de stroming in de bodem. Daarnaast verdwijnt de pakking bij het zeven. Vanuit de zeefkromme zijn de k-waarden bepaald tussen 4,54 m/dag en 2,69 m/dag (0,00 tot 1,20 m –mv). De k-waarden van de zeefkromme voor de laagdiepte 1,20 tot 4,00 m –mv liggen rond de 0,03 en 0,53 m/dag. Omdat de zeefkromme geen rekening houdt met de lokale bodemomstandigheden geeft de gemeten k-waarde het meest representatieve beeld.

Het waterschap hanteert de trits “infiltreren-bergen-afvoeren” bij realisatie van een retentievoorziening. Het plaatselijk infiltreren van grote hoeveelheden regenwater op een diepte dieper dan 1,20 m –mv; leidt tot het verhogen van de freatische grondwaterstand met eventueel grondwateroverlast tot gevolg en wordt gezien de functie van het plangebied, een bedrijvenpark, niet geadviseerd. De oplossing zal gezocht dienen te worden in een combinatie van infiltratie-bergen-afvoeren. Dit kan doormiddel van

het bovengronds vast houden en gedoseerd lozen van regenwater in de vorm van een retentievijver/ watergang.

### 3.4 GRONDWATERSTAND

Vanuit het doorlatendheidsonderzoek is op basis van de wateratlas en landinrichting Weerij-Zuid de GHG op 0,10 m –mv bepaald. Door deze zeer hoge GHG is er meer inzicht gewenst in de grondwaterfluctuatie. Om de fluctuatie van het grondwater in beeld te brengen voor fase I zijn er zes peilbuizen geplaatst in juli 2015. Deze peilbuizen zijn tot 4 oktober 2018 uitgelezen. Achteraf is gebleken dat niet alle units volgens het ingestelde meetprotocol hebben gemeten. Om de fluctuatie van het grondwater in beeld te brengen voor fase II zijn er zes peilbuizen geplaatst in april 2020. Deze peilbuizen zijn tot 23 december 2021 uitgelezen. Achteraf is gebleken dat niet alle units volgens het ingestelde meetprotocol hebben gemeten. Hierdoor zijn de meetgegevens van vier van de 6 peilbuizen gebruikt. In bijlage 4 zijn de locaties van alle peilbuizen weergegeven.

In bijlage 5 zijn de meetgegevens van de tien peilbuizen opgenomen. Alle peilbuizen hebben een betrouwbare meetreeks met uitzondering van enkele perioden. De meetgegevens van deze perioden zijn bij het bepalen van de GHG buiten beschouwing gelaten. In tabel 3.4 is een overzicht opgenomen van de GHG- en de GLG-bepaling.

De peilbuizen binnen het BCT-terrein zijn minimaal een jaar lang digitaal gemonitord. De klassieke GH3 methode voor het bepalen van de GHG is ontwikkeld in de jaren 50/60 ten behoeve van de landbouw, waarbij de meetreeksen een lage intensiteit hadden. Door deze methode worden de extra geregistreerde meetgegevens middels digitale monitoring niet benut. Deze extra meetgegevens hebben een grote meerwaarde op het inzicht van het grondwaterverloop gedurende de meetperiode. Om deze extra gegevens mee te nemen is er een alternatieve methodiek voor de berekening van de GHG noodzakelijk. Door Drs. D.H. Edelman en Ir. A.S. Burger is er een alternatieve GHG analyse afgeleid middels statistieken gebaseerd op zogenaamde duurlijnen. De analyse betreft de 90 percentiel van een meetreeks waarbij de hogere meetintensiteit wordt meegenomen. Voor dit waterhuishoudkundig rioleringsplan wordt uitgegaan van de 90 percentiel methode voor de GHG en de 10 percentiel methode voor de GLG.

Tabel 3.4: Gegevens monitoring peilbuizen

Peilbuis	Meetreeks	GHG	GLG
I	08-07-2015 – 31-08-2016	5,63 m N.A.P.	4,90 m N.A.P.
II	08-07-2015 – 01-07-2016	5,07 m N.A.P.	4,82 m N.A.P.
III	08-07-2015 – 07-07-2016	5,32 m N.A.P.	5,03 m N.A.P.
IV	08-07-2015 – 31-03-2018	6,15 m N.A.P.	5,23 m N.A.P.
V	08-07-2015 – 02-06-2017	5,80 m N.A.P.	5,00 m N.A.P.
VI	08-07-2015 – 07-07-2016	5,39 m N.A.P.	4,81 m N.A.P.
VII	01-05-2020 – 30-11-2021	5,34 m N.A.P.	5,01 m N.A.P.
VIII	01-05-2020 – 30-11-2021	5,03 m N.A.P.	4,67 m N.A.P.
IX	01-05-2020 – 30-11-2021	5,21 m N.A.P.	4,88 m N.A.P.
X	01-05-2020 – 30-11-2021	5,59 m N.A.P.	5,09 m N.A.P.

Het GHG-verloop binnen het BCT-terrein varieert tussen de 6,15 m +N.A.P. en 5,03 m +N.A.P. In overleg met het waterschap over de gemeten grondwaterstanden is de GHG en de GLG vastgesteld. Voor het BCT-terrein kan een GHG van 5,80 m +N.A.P. als representatief worden beschouwd. De vloerpeilhoogtes zijn vastgesteld op minimaal 7,00 m +N.A.P. en de perceelhoogtes worden afgewerkt op 6,85 m +N.A.P. Hiermee wordt voldaan aan de ontwateringseis van 0,70 m -mv. De retentievijver

bevindt zich buiten het BCT-terrein waar de GHG is gebaseerd op de peilbuizen op korte afstand van de retentie vijver. De GHG van de retentie vijver bevindt zich op 5,30 m +N.A.P.

### **3.5 RIOLERING**

Binnen het BCT-terrein is een gescheiden rioolstelsel aangelegd. Het DWA stelsel stroomt naar een rioolgemaal aan de oostzijde van het BCT terrein. Vanuit het rioolgemaal wordt het naar een persleiding gebracht die uiteindelijk via rioolgemaal De Risten in Rijsbergen (gemeente Zundert) afstroomt naar een RWZI.

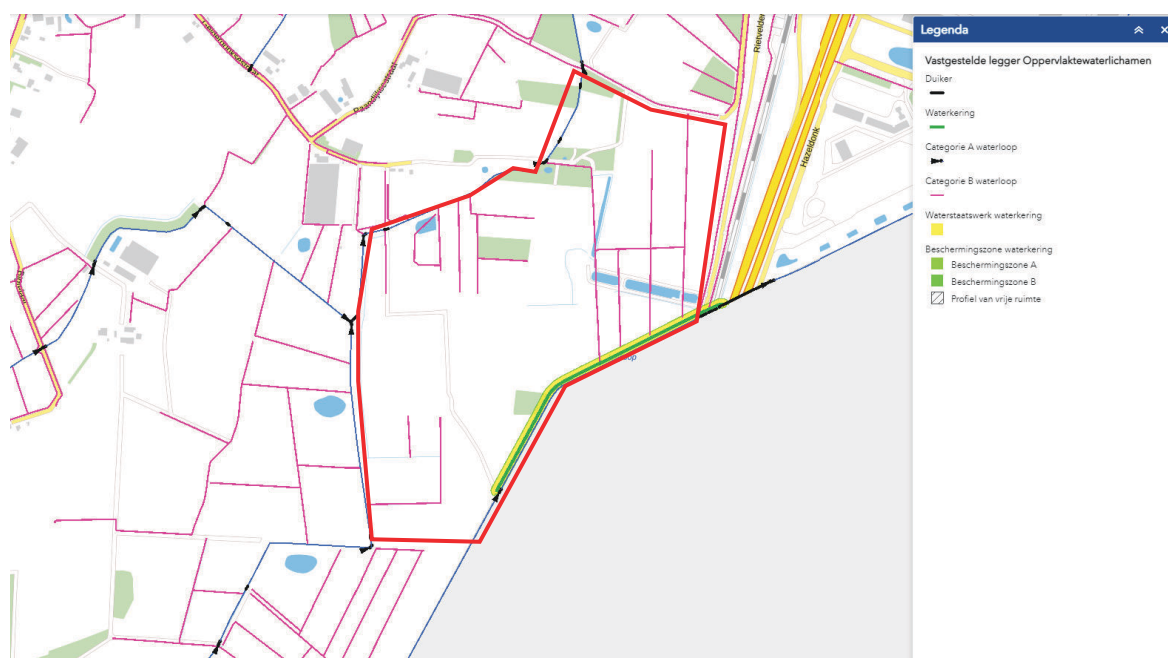
### **3.6 WATERSCHAP ASPECTEN**

Het BCT-terrein is gelegen in een vrij afwaterend gebied en kent geen zomer- en winterpeil. Het plangebied ligt tussen de stroomgebieden de Hazeldonkse Beek (westzijde) en de Leijloop (zuidzijde), beide categorie A-waterlopen. Beide waterlopen zijn opgenomen in het Natuurnetwerk Brabant (NNB). Delen van het plangebied zijn conform de Keur gelegen in een beschermd gebied waterhuishouding. De bescherming heeft betrekking op de aanduiding NNB, voorheen Ecologische Hoofdstructuur. In het plangebied zijn ook enkele categorie B-waterlopen gelegen. In afbeelding 3.6.1 zijn de aanwezige waterlopen in het plangebied weergegeven.

Omdat de Hazeldonkse Beek en de Leijloop aan hun maximale afvoer- en bergingscapaciteit zitten en dus kans op inundatie, is er een waterkering aangelegd lang de Leijloop (tegen de Belgische grens). De waterkering voorkomt dat bij hoogwater het achterliggende gebied onderloopt. In afbeelding 3.6.1 is de ligging van de waterkering weergegeven.

De waterkering, met kenmerk DWK00496, heeft een beschermde status. De kering heeft een kruinbreedte van 4,0 m, kruinhoogte 7,00 m +N.A.P., talud Leijloop 1:1,5 en talud agrarisch gebied 1:10. De Leijloop is opgenomen in het Natuurnetwerk Brabant (NNB).

De categorie A-waterlopen Hazeldonkse Beek en de Leijloop zullen door de voorgenomen ontwikkeling niet verdwijnen. Van de Leijloop zal tijdens dit project een EVZ van worden gemaakt met natuurvriendelijke oevers. De te dempen categorie B-waterlopen binnen het BCT-terrein hoeven niet gecompenseerd te worden omdat het plangebied is gelegen in een vrij afwaterend gebied (waterparagraaf D02, 2017). Echter zullen de te dempen watergangen wel gecompenseerd worden. In hoofdstuk 8 wordt hier verder op in gegaan.



Afbeelding 3.6.1: Waterschap aspecten, BCT-terrein rood gemarkeerd (bron: Leggers Brabantse Delta 07-12-2021)

## 4.0 UITGANGSPUNTEN

### 4.1 UITGANGSPUNTEN DIMENSIONERING

Vanuit zowel de opdrachtgever, gemeente Zundert en waterschap Brabantse Delta worden er eisen gesteld aan het rioolsysteem voor het plangebied. De uitgangspunten en eisen zijn in tabel 4.1.1 weergegeven. In de laatste kolom is de bron van het uitgangspunt of de eis vermeld.

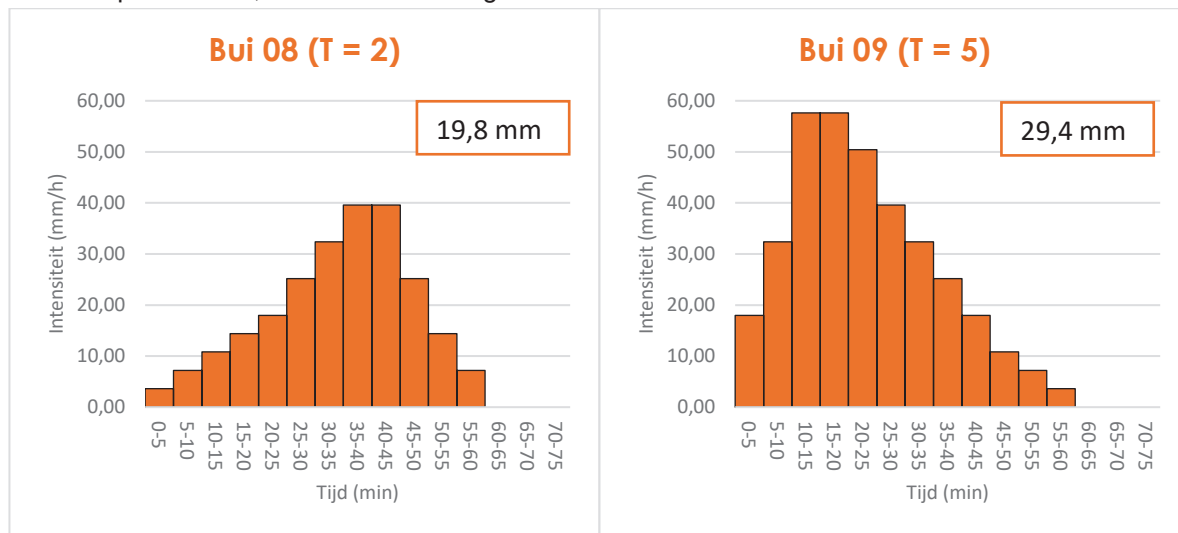
Tabel 4.1.1: Uitgangspunten dimensionering

Betrekking op	Eenheid	Waarde	Voorwaarde vanuit
Algemeen	Minimale gronddekking boven leiding	1,20 m	Kennisbank Rioned
	Minimale afstand tussen kruisende leidingen	0,20 m	Kennisbank Rioned
	Maximale putafstand	70 m	Kennisbank Rioned
	Materiaal putten	Beton	gem. Breda, gem. Zundert
	Minimale afmeting putten	800 mm x 800 mm inwendig	gem. Breda, gem. Zundert
	GHG	5,80 m +N.A.P. BCT terrein, 5,30 m +N.A.P. Retentie	Bijlage 5
HWA-stelsel	Soort aansluiting	Knijpvoorziening op de Hazeldonkse Beek	Watertoets
	Systeemlediging:	Uiterlijk binnen 5 dagen	Keur waterschap
	Compensatieopgave:	100% van de toekomstige verharding	Keur waterschap
	Regenwater huisaansluiting	Uitstroomvoorziening op naastgelegen wateras/ watergangen	BCT
	Minimale buisdiameter Ø	315 mm	BCT
	Materiaal buis	Ø 400 mm < PVC Ø 400 mm > beton	BCT
	Afschot buis/ duiker	1:1000 of vlak	Kennisbank Rioned
	Ruwheidswaarde (kn)	0,0004 m PVC 0,003 m (beton)	Kennisbank Rioned
	Hydraulisch te voldoen aan bui	BUI08, BUI09 en W-T=100	BCT
	Minimale waking	BUI08 = 10 cm & BUI09 geen 'water op straat'-situatie	Kennisbank Rioned
	Inloop regenwater	NWRW 4.3 inloopmodel	Kennisbank Rioned
	Aansluiting	RWZI BCT-terrein / nieuw te plaatsen gemaal	BCT
DWA-stelsel	Vuilwater huisaansluiting	Minimaal PVC ø160 mm	BCT
	Minimale buisdiameter Ø	Ø 315 mm	Kennisbank Rioned
	Materiaal buis	Ø 400 mm < PVC Ø 400 mm > beton	BCT
	Afschot buis	1:500	Kennisbank Rioned
	Ruwheidswaarde (kn)	0,0004 m (pvc)	Kennisbank Rioned
	Maximale vullingsgraad	50 %	Kennisbank Rioned
	DWA-stroom per persoon	DWA-verloop C2100	Kennisbank Rioned
	DWA-bedrijven	1,0 l/s/ha	Kennisbank Rioned
	Bruto vloeroppervlak bedrijven	50% van het afvoerend verhard oppervlak	Waterparagraaf

### 4.2 HYDRAULISCHE BUIEN

Één van de uitgangspunten voor het dimensioneren, van het RWA-stelsel is dat deze dienen te voldoen aan buien BUI08 en BUI09 uit de Leidraad Riolerings. De regenbuizen zijn in afbeelding 4.2.1

en 4.2.2 in grafiekvorm weergegeven. De buien BUI08 en BUI09 dienen te worden gehanteerd bij het doorrekenen van het regenwaterstelsel wat betreft het hydraulisch functioneren van het watersysteem. BUI08 heeft een statisch voorkomen van eens per 2 jaar en BUI09 van eens per 5 jaar. Bij BUI08 valt er 19,8 mm neerslag en zit de piek van 39,6 mm/h aan het eind van de bui. Bij BUI09 valt er 29,4 mm neerslag en zit de piek van 57,6 mm/h aan het begin van de bui.



Afbeelding 4.2.1. Neerslag intensiteitsgrafiek bui 08

Afbeelding 4.2.2. Neerslag intensiteitsgrafiek bui 09

## 5.0 BEPALING STRUCTUUR RIOOLSTELSEL

In het plangebied wordt een gescheiden rioolstelsel aangelegd. Het ontwerp van het regen- en vuilwaterstelsel is gebaseerd op het stedenbouwkundig ontwerp, het vigerend beleid en het Watertoetsproces. In het plangebied zijn meerdere waterassen en -gangen opgenomen voor de berging en transport van het hemelwater.

In het ontwerp van het rioolstelsel is rekening gehouden met de bestaande hoogtes, toekomstige hoogtes, de locatie van het toekomstige gemaal, nieuwe sanitatie en de benodigde ontwateringsdiepte. Vanuit de grondwatermonitoring is een maatgevende gemiddeld hoogste grondwaterstand van 5,80 m +N.A.P. vastgesteld. Vanuit het stedenbouwkundig ontwerp is voor het HWA-stelsel een vertakt rioolstelsel ontworpen en voor het DWA-stelsel een vermaasd systeem.

### 5.1 DWA-STELSEL

Op het BCT-terrein wordt een vuilwaterstelsel aangelegd. Het vuilwater wordt verzameld in de riolering onder de straat waarna het onder vrij verval zal afstromen richting het rioolgemaal op het BCT-terrein. In geval van een storing is er een berging aangelegd in het BCT-terrein waar er voor één dag aan vuilwaterproductie kan worden opgeslagen. Vanaf het rioolgemaal aan de westzijde van het plangebied wordt het vuilwater via een persriolering richting Zundert gebracht.

### 5.2 HWA-STELSEL

Het waterschap hanteert bij nieuwe ontwikkelingen het principe van waterneutraal bouwen, waarbij gestreefd wordt naar het behoud of herstel van de 'natuurlijke' waterhuishoudkundige situatie. Vanwege dit principe wordt bij uitbreiding van verhard oppervlak voor de omgang met regenwater uitgegaan van de voorkeursvolgorde infiltreren, bergen, afvoeren. Deze voorkeursvolgorde dient te worden doorlopen. De technische eisen en uitgangspunten voor het ontwerp van watersystemen zijn opgenomen in de 'Hydrologische uitgangspunten bij de Keurregels voor afvoeren van hemelwater, Brabantse waterschappen'.

Op basis van het doorlatendheidsonderzoek is het volgende geconcludeerd: *“De combinatie van berging kan doormiddel van het bovengronds vast houden en gedoseerd lozen van regenwater in de vorm van een retentievijver/watergang.”*

#### 5.2.1 Waterstromen BCT-terrein

In verband met de gewenste representatieve uitstraling van het BCT-terrein zullen er zeven waterassen worden gerealiseerd. Deze waterassen zullen waterhoudend worden uitgevoerd door de waterbodem onder de GLG te realiseren. De waterassen dienen een waterdiepte te hebben van minimaal 1,0 meter in verband met onderhoud en om snelle opwarming van het water te voorkomen. De maatgevende GLG in het BCT-terrein bevindt zich op 4,81 m +N.A.P. Hierdoor dienen de waterassen tot een diepte van 3,81 m +N.A.P. te worden ontgraven.

In verband met de duurzame uitstraling van het BCT-terrein wordt er geen HWA-stelsel onder de rijbaan aangelegd. Alle rijbanen zullen op één oor worden gelegd en direct afwateren op de

naastgelegen waterassen. Hiermee is de afwatering bij extreme regenval vanaf de wegen gegarandeerd. De uitteefbare percelen zullen lozen op de centrale waterassen via uitleggers. De uitteefbare percelen die niet grenzen aan de centrale waterassen lozen op watergangen. De watergangen staan onderling in verbinding en zullen middels duiker of roostergoot lozen op één van de zeven waterassen. De waterassen en -gangen vervangen het traditionele RWA-stelsel en zorgen voor de regenwaterafvoer en waterberging binnen het BCT-terrein. De waterassen en -gangen hebben tevens een zuiverende functie, wat de waterkwaliteit ten goede komt.

Naast de waterassen en watergangen zullen er ook een retentie vijver en een wadi worden gerealiseerd. De wadi is gesitueerd in het zuiden van het plangebied en wordt via een leiding gekoppeld aan de watergang die zal afstromen richting de waterassen. De waterassen zullen bij grote hoeveelheden neerslag afstromen richting de retentievijver via twee zinkers onder de Hazeldonkse Beek. De retentievijver bevindt zich in een gebied buiten het oorspronkelijke BCT-terrein waar de GHG zich op een grotere diepte bevindt 5,30 m +N.A.P. De berging zal gerealiseerd worden vanaf deze hoogte.

De waterassen, retentievijver, watergangen en wadi komen in het beheer van BCT. Om een eventuele overdracht mogelijk te maken wordt het watersysteem, conform het beleid van het waterschap Brabantse Delta gedimensioneerd.

## 5.2.2 Waterkunstwerken

### Knijpvoorziening

Vanuit het waterschap Brabantse Delta is aangegeven dat het water vanuit het BCT-terrein alleen vertraagd mag worden afgevoerd op de Hazeldonkse Beek. Het watersysteem van het BCT terrein zal doormiddel van twee knijpvoorziening (2,00 l/s/ha) het regenwater vertraagd afvoeren richting de Hazeldonkse Beek. In tabel 5.2.1.1 is het totale oppervlakte van de knijpconstructie van het BCT-terrein berekend. Door middel van één doorlaat met een diameter van 125 mm en een van 177 mm wordt er invulling gegeven aan de knijpvoorziening.

Tabel 5.2.1.1: Berekening knijpconstructie

Berekening diameter knijpconstructie	Grootheid	Waarde	Eenheid
Maximale Afvoer coëfficiënt	m	2,00	l/s/ha
Bruto oppervlak	A totaal	36,02	ha
Debiet	Q	0,072	m <sup>3</sup> /s
Contractie coëfficiënt	$\mu$	0,60	-
Zwaartekracht	g	9,81	m/s <sup>2</sup>
Hoogte overstort	h <sub>1</sub>	6,40	m +NAP
Hoogte knijpvoorziening	h <sub>2</sub>	5,80	m +NAP
Opstuwing	Z	0,60	m
Nat oppervlak	A Doorlaat	0,036	m <sup>2</sup>

### Stuw

De knijpvoorziening zal worden geplaatst in een stuw. De stuw zal overstorten wanneer het waterpeil in de waterassen boven een maximaal peil in het plangebied stijgt richting de Hazeldonkse Beek. Het waterschap heeft in eerdere overleggen aangegeven dat de Hazeldonkse Beek al aan haar limiet zit en dat het water zo lang mogelijk binnen het plangebied van BCT geborgen dient te worden. Met het waterschap is afgesproken dat de overstort moet worden geplaatst op 6,40 m +N.A.P. Dit is 0,10 meter beneden het maaiveld.

Doordat de stuw zich bevindt voor het begin van de Hazeldonkse beek, hiervoor moet het water over de EVZ en het onderhoud pad van het waterschap stromen. Doordat het water hier vrij hoog kan komen, is het van belang de uitstroomvoorziening verstevigd aan te brengen.

### Zinker

Om het watersysteem op het BCT terrein met de retentie te verbinden worden er twee zinkers aangelegd onder de Hazeldonkse Beek. De zinkers zullen aan zowel de ingang als uitgang uitkomen in een put. Deze put is noodzakelijk omdat de zinkers lager moeten liggen dan de waterbodem van de omliggende oppervlakte wateren.

Vanwege de doorstroming en onderhoud zijn er twee ronde buizen ontworpen van 1000 mm. Hierdoor is er genoeg doorstroming mogelijk tussen de retentievijver en de watergangen. De zinkers beginnen voor de EVZ en komen uit in de retentie vijver.

De bodem van de Hazeldonkse Beek zit volgens de legger van het waterschap op ongeveer 4,27 m +NAP. Volgens de wet en regelgeving moet er minimaal 1 meter tussen de bovenkant van de leiding en de bodem van de Hazeldonkse Beek zitten. Beide zinkers hebben een buisdiameter van 1000 mm. Hierdoor is het advies om de putbodem en daarnaast ook de b.o.b. van de zinkers op 2,00 m +NAP aan te brengen.

### Duikers

De duikers in het plangebied verbinden alle watergangen en waterassen met elkaar. Om een goede doorstroming te realiseren zullen de duikerdiameters groot genoeg moeten zijn. De duikers zijn gedimensioneerd met de diameters BET500 tot BET700.

### Uitleggers

In het oppervlaktewater, van het BCT-terrein zal de waterberging worden gerealiseerd. Het hemelwater afkomstig van de uitgegeven percelen moeten geloosd kunnen worden op het oppervlakte water. Hiervoor zullen er uitleggers worden aangebracht naar de waterassen. In totaal is er 35,9 ha aan uitgeefbaar oppervlak. Hiervan is 32 ha afstromend verhard oppervlak. In bijlage 2 is het aantal uitleggers weergegeven met de bijbehorende diameters. De al aangelegde uitleggers in fase I zijn ongewijzigd.

## 5.2.3 Bergingseis

Voor het invullen van het waterbezwaar is er een oppervlaktetekening gemaakt die te vinden is in bijlage 1. Op basis van deze bijlage is de oppervlakte verdeling en het waterbezwaar ingevuld in tabel 5.2.2.1.

Tabel 5.2.2.1 Oppervlakte verdeling

Oppervlakte verdeling	
Openbare verharding; 100% verhard	26.733 m <sup>2</sup>
Niet ingericht perceel; 90% verhard	123.500 m <sup>2</sup>
Windturbines; 100% verhard	10.579 m <sup>2</sup>
Ingericht perceel dakoppervlak; 100% verhard	145.590 m <sup>2</sup>
Ingericht perceel verhard oppervlak; 100% verhard	66.138 m <sup>2</sup>
Ingericht perceel onverhard oppervlak; 0% verhard	23.525 m <sup>2</sup>
Water oppervlak; 0% verhard	41.998 m <sup>2</sup>
Openbaar groen; 0% verhard	83.218 m <sup>2</sup>
Half verharding; 50% verhard	5.872 m <sup>2</sup>
Totaal oppervlak	527.143 m <sup>2</sup>
Verhard oppervlak	360.190 m <sup>2</sup>

Het waterbezwaar wordt berekend aan de hand van de aantal m<sup>2</sup> verhard oppervlak. Voor de berekening van het waterbezwaar is de eis van het waterschap van 60 mm/m<sup>2</sup> verhard oppervlak gebruikt. De rekensom tot het berekenen van het waterbezwaar is daarom:

$$360.190 \text{ m}^2 * 60 \text{ mm} = 21.611 \text{ m}^3$$

## 5.2.4 Waterassen

Op het BCT-terrein worden in totaal zeven waterassen gerealiseerd. Deze waterassen zorgen voor 9.792 m<sup>3</sup>, wat 43% van de totale berging is. De berging is berekend in de tabellen 5.2.4.1 tot 5.2.4.7.

Tabel 5.2.4.1: Berging wateras

Berging Wateras Horizontaal 1		
Bodemoppervlak wateras	2.087	m <sup>2</sup>
Bodem hoogte	3,80	m NAP
GHG	5,80	m NAP
Maximale stijghoogte	6,40	m NAP
GHG oppervlak	3.525	m <sup>2</sup>
GHG omtrek	372	m
Talud 1:	2,00	-
Berging Bodem	2.115	m <sup>3</sup>
Berging talud	134	m <sup>3</sup>
Totale berging wateras	2.249	m <sup>3</sup>

Tabel 5.2.4.4: Berging wateras

Berging Wateras Horizontaal 4		
Bodemoppervlak wateras	535	m <sup>2</sup>
Bodem hoogte	3,80	m NAP
GHG	5,80	m NAP
Maximale stijghoogte	6,40	m NAP
GHG oppervlak	1.019	m <sup>2</sup>
GHG omtrek	135	m
Talud 1:	2,00	-
Berging Bodem	611	m <sup>3</sup>
Berging talud	49	m <sup>3</sup>
Totale berging wateras	660	m <sup>3</sup>

Tabel 5.2.4.2: Berging wateras

Berging Wateras Horizontaal 2		
Bodemoppervlak wateras	689	m <sup>2</sup>
Bodem hoogte	3,80	m NAP
GHG	5,80	m NAP
Maximale stijghoogte	6,40	m NAP
GHG oppervlak	1.251	m <sup>2</sup>
GHG omtrek	153	m
Talud 1:	2,00	-
Berging Bodem	751	m <sup>3</sup>
Berging talud	55	m <sup>3</sup>
Totale berging wateras	806	m <sup>3</sup>

Tabel 5.2.4.5: Berging wateras

Berging Wateras Horizontaal 5		
Bodemoppervlak wateras	1.431	m <sup>2</sup>
Bodem hoogte	3,80	m NAP
GHG	5,80	m NAP
Maximale stijghoogte	6,40	m NAP
GHG oppervlak	2.456	m <sup>2</sup>
GHG omtrek	269	m
Talud 1:	2,00	-
Berging Bodem	1.474	m <sup>3</sup>
Berging talud	97	m <sup>3</sup>
Totale berging wateras	1.571	m <sup>3</sup>

Tabel 5.2.4.3: Berging wateras

Berging Wateras Horizontaal 3		
Bodemoppervlak wateras	1.084	m <sup>2</sup>
Bodem hoogte	3,80	m NAP
GHG	5,80	m NAP
Maximale stijghoogte	6,40	m NAP
GHG oppervlak	1.894	m <sup>2</sup>
GHG omtrek	215	m
Talud 1:	2,00	-
Berging Bodem	1.136	m <sup>3</sup>
Berging talud	77	m <sup>3</sup>
Totale berging wateras	1.214	m <sup>3</sup>

Tabel 5.2.4.6: Berging wateras

Berging Wateras Verticaal 1		
Bodemoppervlak watergangen	1.721	m <sup>2</sup>
Bodem hoogte	3,80	m NAP
GHG	5,80	m NAP
Maximale stijghoogte	6,40	m NAP
GHG oppervlak	2.929	m <sup>2</sup>
GHG omtrek	314	m
Talud 1:	2,00	-
Berging Bodem	1.757	m <sup>3</sup>
Berging talud	113	m <sup>3</sup>
Totale berging wateras	1.871	m <sup>3</sup>

Tabel 5.2.4.7: Berging wateras

Berging Verticaal 2		
Bodemoppervlak wateras	1.287	m <sup>2</sup>
Bodem hoogte	3,80	m NAP
GHG	5,80	m NAP
Maximale stijghoogte	6,40	m NAP
GHG oppervlak	2.223	m <sup>2</sup>
GHG omtrek	247	m
Talud 1:	2,00	-
Berging Bodem	1.334	m <sup>3</sup>
Berging talud	89	m <sup>3</sup>
Totale berging wateras	1.422	m <sup>3</sup>

### 5.2.5 Watergangen

Het BCT-terrein telt vier watergangen die kleinere oppervlaktes verbinden met de waterassen of de waterassen verbinden met de retentie vijver. In totaal kan er 1.431 m<sup>3</sup> water worden geborgen in de watergangen, wat 7% van de totale waterberging is. De berekening hiervan is terug te zien in tabel 5.2.5.1 tot 5.2.5.4.

Tabel 5.2.5.1: Berging watergang

Berging watergang E&E boven		
Bodemoppervlak watergangen	27	m <sup>2</sup>
Bodem hoogte	5,40	m NAP
GHG	5,80	m NAP
Maximale stijghoogte	6,40	m NAP
GHG oppervlak	72	m <sup>2</sup>
GHG omtrek	75	m
Talud 1:	1,50	-
Berging Bodem	43	m <sup>3</sup>
Berging talud	20	m <sup>3</sup>
Totale berging Watergangen	63	m <sup>3</sup>

Tabel 5.2.5.3: Berging watergang

Berging watergang TLC		
Bodemoppervlak watergangen	212	m <sup>2</sup>
Bodem hoogte	5,40	m NAP
GHG	5,80	m NAP
Maximale stijghoogte	6,40	m NAP
GHG oppervlak	531	m <sup>2</sup>
GHG omtrek	534	m
Talud 1:	1,50	-
Berging Bodem	319	m <sup>3</sup>
Berging talud	144	m <sup>3</sup>
Totale berging Watergangen	463	m <sup>3</sup>

Tabel 5.2.5.2: Berging watergang

Berging watergang E&E onder		
Bodemoppervlak watergangen	37	m <sup>2</sup>
Bodem hoogte	5,40	m NAP
GHG	5,80	m NAP
Maximale stijghoogte	6,40	m NAP
GHG oppervlak	102	m <sup>2</sup>
GHG omtrek	111	m
Talud 1:	1,50	-
Berging Bodem	61	m <sup>3</sup>
Berging talud	30	m <sup>3</sup>
Totale berging Watergangen	91	m <sup>3</sup>

Tabel 5.2.5.4: Berging watergang

Berging watergang Uitgang		
Bodemoppervlak watergangen	1.075	m <sup>2</sup>
Bodem hoogte	5,40	m NAP
GHG	5,80	m NAP
Maximale stijghoogte	6,40	m NAP
GHG oppervlak	1235	m <sup>2</sup>
GHG omtrek	268	m
Talud 1:	1,50	-
Berging Bodem	741	m <sup>3</sup>
Berging talud	72	m <sup>3</sup>
Totale berging Watergangen	813	m <sup>3</sup>

### 5.2.6 Retentie vijver

Boven de Hazeldonkse beek zal een retentie vijver worden gegraven waarin 10.259 kan worden geborgen, wat 48% van de totale waterberging is. De berekening is weergegeven in tabel 5.2.6.1.

Tabel 5.2.6.1: Berging retentie vijver

Berging Retentie vijver		
Bodemoppervlak retentie vijver	8.503	m <sup>2</sup>
Bodem hoogte	4,95	m NAP
GHG	5,30	m NAP
Maximale stijghoogte	6,40	m NAP
GHG oppervlak	8.822	m <sup>2</sup>
GHG omtrek	458	m
Talud 1:	2,00	-
Berging Bodem	9.704	m <sup>3</sup>
Berging talud	555	m <sup>3</sup>
Totale berging retentie vijver	10.259	m <sup>3</sup>

### 5.2.7 Wadi

De wadi op het BCT-terrein zal zorgen voor een waterberging van 374 m<sup>3</sup>, wat 2% van de totale waterberging is. In tabel 5.2.7.1 is de berekening weergegeven.

Tabel 5.2.7.1: berging wadi

Berging Wadi		
Bodemoppervlak wadi	274	m <sup>2</sup>
Bodem hoogte	5,00	m NAP
GHG	5,80	m NAP
Maximale stijghoogte	6,40	m NAP
GHG oppervlak	521	m <sup>2</sup>
GHG omtrek	114	m
Talud 1:	3,00	-
Berging Bodem	312	m <sup>3</sup>
Berging talud	62	m <sup>3</sup>
Totale berging wadi	374	m <sup>3</sup>

### 5.2.8 Berging

In totaal wordt er op het BCT-terrein 21.856 m<sup>3</sup> aan waterberging gerealiseerd. In tabel 5.2.8.1 is een overzicht weergegeven van de bergingsvoorzieningen. De bergingseis is 21.611 m<sup>3</sup>. Het BCT-terrein voldoet met het beschreven watersysteem aan deze eis. Er is namelijk een bergingsoverschot van 244 m<sup>3</sup>

Tabel 5.2.8.1 Totale waterberging capaciteit

Waterbergingscapaciteit op het BCT-terrein	
Waterassen	9.792 m <sup>3</sup>
Wadi	374 m <sup>3</sup>
Watergangen	1.431 m <sup>3</sup>
Retentievijver	10.259 m <sup>3</sup>
Totale waterberging BCT-terrein	21.856 m <sup>3</sup>

In voorgaande berekening is rekening gehouden met collectieve bergingsvoorzieningen, die worden gerealiseerd door BCT. Daarnaast zijn individuele bedrijven vrij om zelf aanvullende maatregelen te treffen, die een positieve invloed hebben op de waterhuishouding. Hierbij kan gedacht worden aan bergingsbassins, vegetatiedaken, hergebruik van hemelwater enzovoorts.

## 6.0 MODELERING REGENWATERAFVOERSTELSEL

Het RWA-stelsel is gedimensioneerd op de buien BUI08 en BUI09. Het hemelwatersysteem is met behulp van het Sobek-Urban, Delft Hydraulics Softwarepakket doorgerekend.

### 6.1 HET MODEL

Het model van het hemelwatersysteem is een schematische weergave van de mogelijke werkelijkheid. Het model bestaat uit een aantal onderdelen die gezamenlijk het hemelwatersysteem opbouwen. Als eerste onderdeel hebben we de verzamelpunten van de percelen. Deze punten zijn een abstractie voor de HWA-stelsels die op de percelen liggen. Het maaiveld van deze punten bevindt zich op 6,85 m +NAP en bevat het afstromingsoppervlak van de percelen. Het bodempeil van de put is 5,00 m +NAP.

Vanaf de putbodems worden uitleggers recht naar de waterassen doorgetrokken. Deze uitleggers verplaatsen het water vanaf de percelen naar de waterassen. De uitleggers liggen vlak zodat het uitstroompeil ook 5,00 m +NAP is.

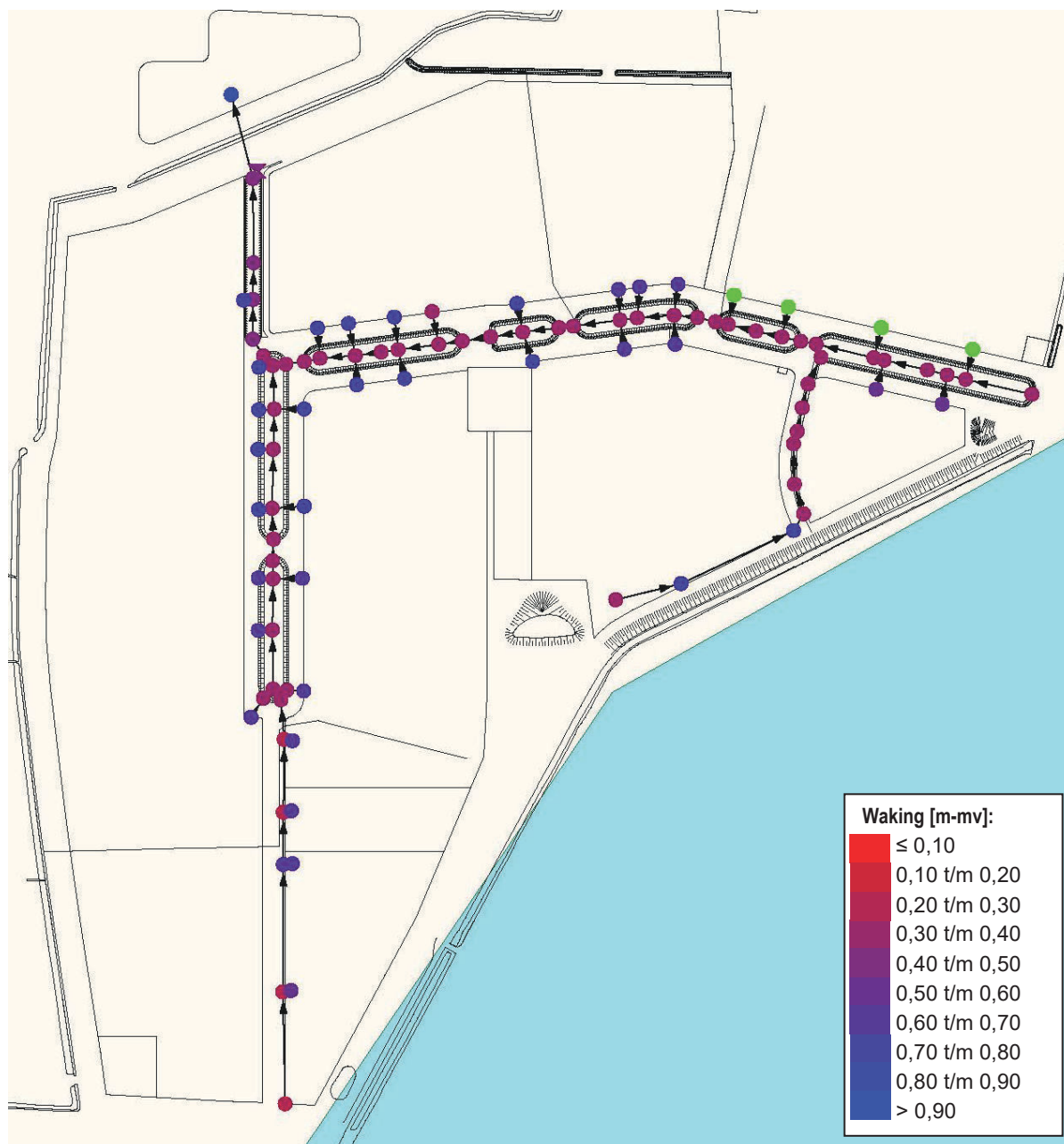
Na de uitleggers volgen de waterassen en watergangen. Het bodempeil van de waterassen is 3,80 m +NAP. Het maaiveld bevindt zich op 6,50 m +NAP. De grondwaterstand in het gebied is vastgesteld op de GHG (5,80 m +NAP). In het model is het startpeil in de waterbergingen vastgesteld op de GHG. Binnen het plangebied varieert echter de GHG. Dit zorgt er voor dat sommige bergingen al gedeeltelijk gevuld zullen zijn en het systeem daar minder berging bevat.

Duikers verbinden de waterassen en watergangen met elkaar

Als overstortmaatregel is er een stuw met een doorlaat in het watersysteem opgenomen. Het overstortpeil is 6,40 m +NAP, de doorlaat bevindt zich op 5,80 m +NAP.

### 6.2 CONTROLEBEREKENING BUI08 RIOOLSTELSEL

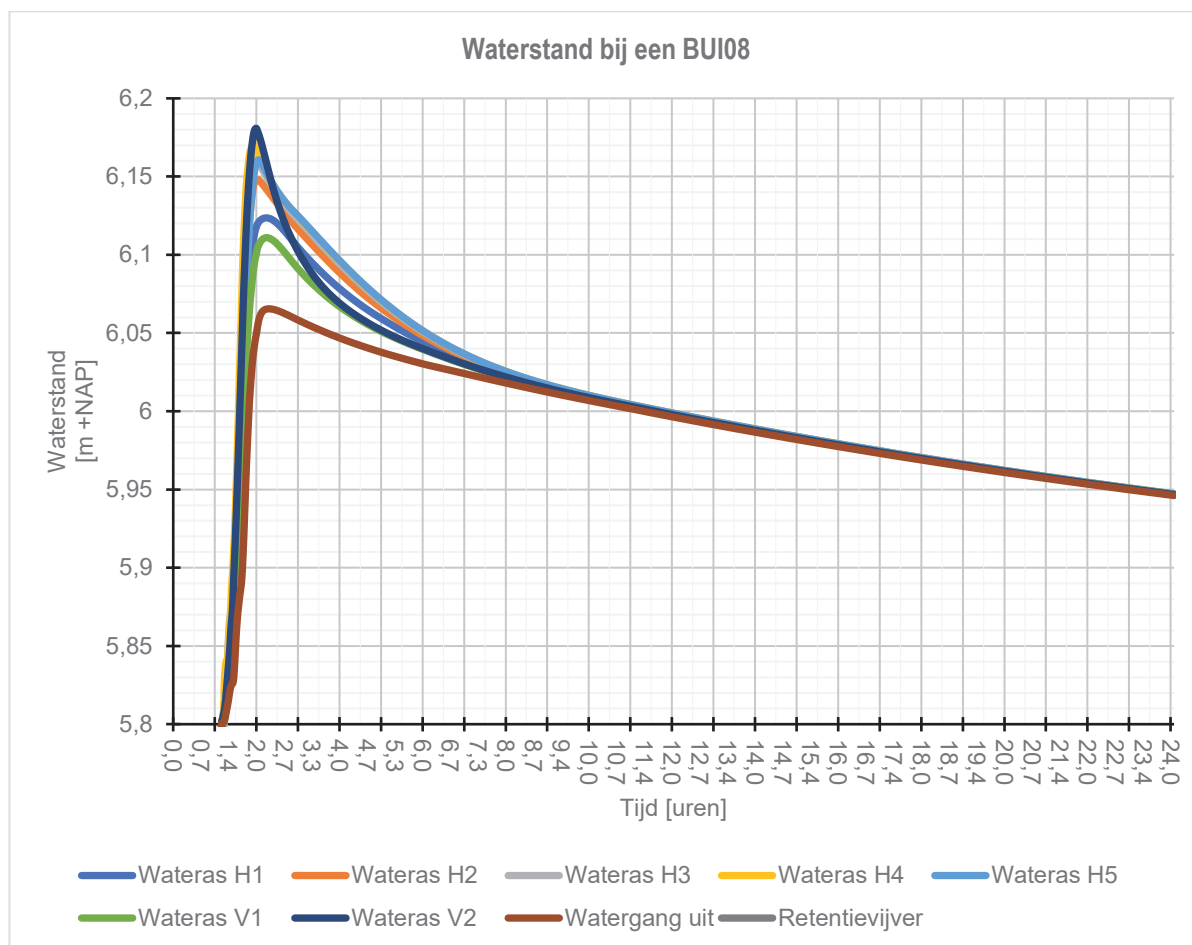
In afbeelding 6.2.1 is het resultaat van de hydraulische berekening weergegeven ten opzichte van de toekomstige maaiveldhoogtes. Gerekend is met een bui BUI08 ( $t=2$ ) uit de Leidraad Riolerings, waarbij er een minimale waking van 10 cm gehaald dient te worden. Het hemelwatersysteem is bij aanvang van het modeleren gevuld tot de maatgevende GHG van 5,80 m +N.A.P. Het systeem loost via een gedoseerde lozing op de Hazeldonkse Beek. Op het hemelwatersysteem is de totale verharding van het plangebied aangesloten.



**Figuur 6.2.1. Resultaten hydraulische berekening bui BUI08 Leidraad Riolerig**

De kleuren geven de waterstand in het systeem vanaf het maaiveld in meters weer. Geen van de controlepunten vertoont een rode kleur. Uit deze berekening blijkt dat gedurende bui BUI08 wordt voldaan aan de minimale wakings-eis van 10 cm. De waking in het plangebied tijdens een BUI08 is 0,3 meter.

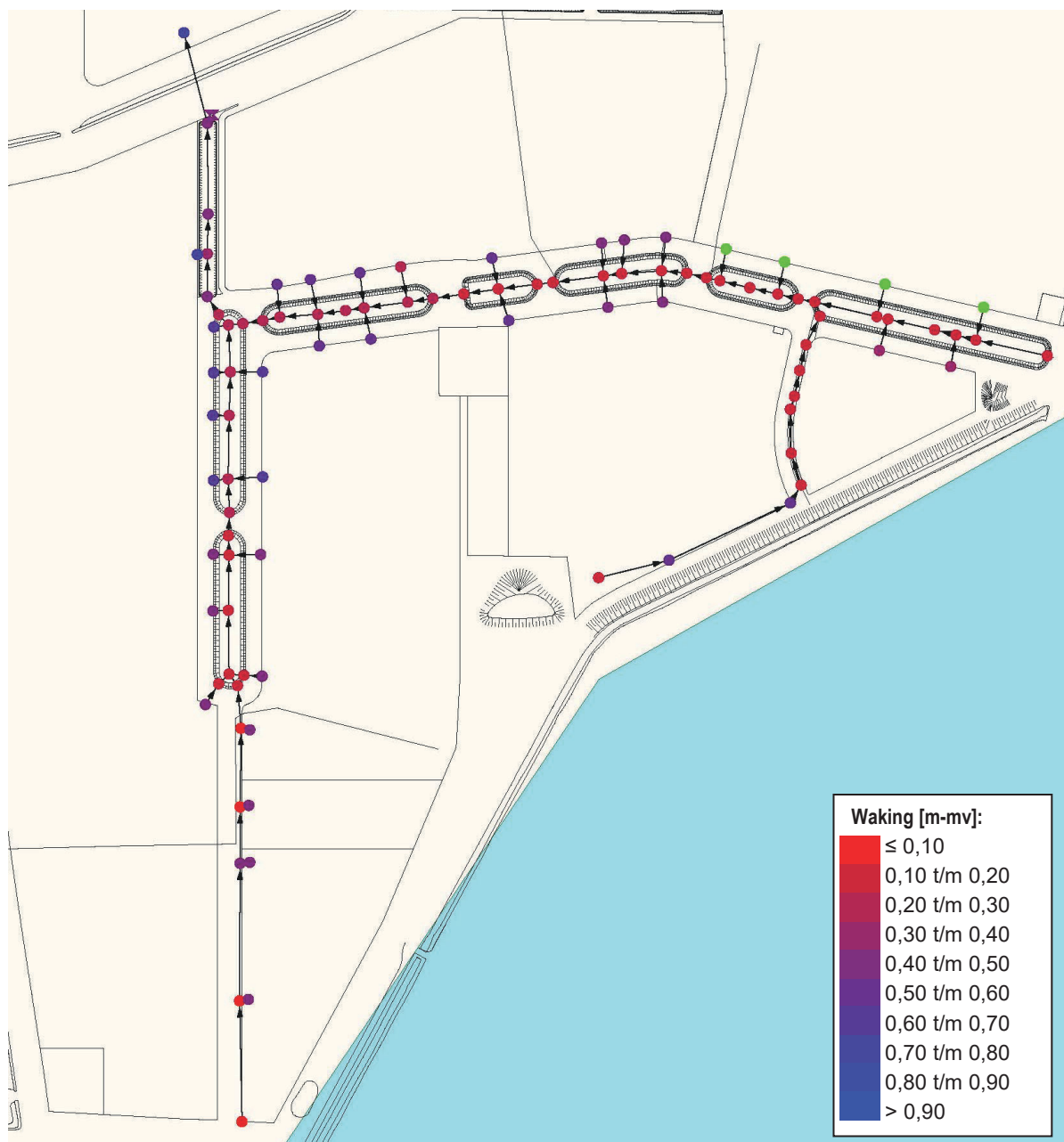
Om een beter beeld te krijgen van de waterstanden in het systeem is er een grafiek opgezet met daarin het waterniveau per watergang bij een BUI08. In figuur 6.2.2 wordt bevestigd dat bij bui BUI08 ( $t=2$ ) er geen 'water op straat'-situatie optreedt en overal wordt voldaan aan de minimale waking van 10 cm. Op het BCT-terrein kan een bui BUI08 worden geborgen, de overstort op 6,40 m +N.A.P. treedt niet in werking.



**Figuur 6.2.2. Resultaten waterhoogte per watergang**

### 6.3 CONTROLEBEREKENING BUI09 RIOOLSTELSEL

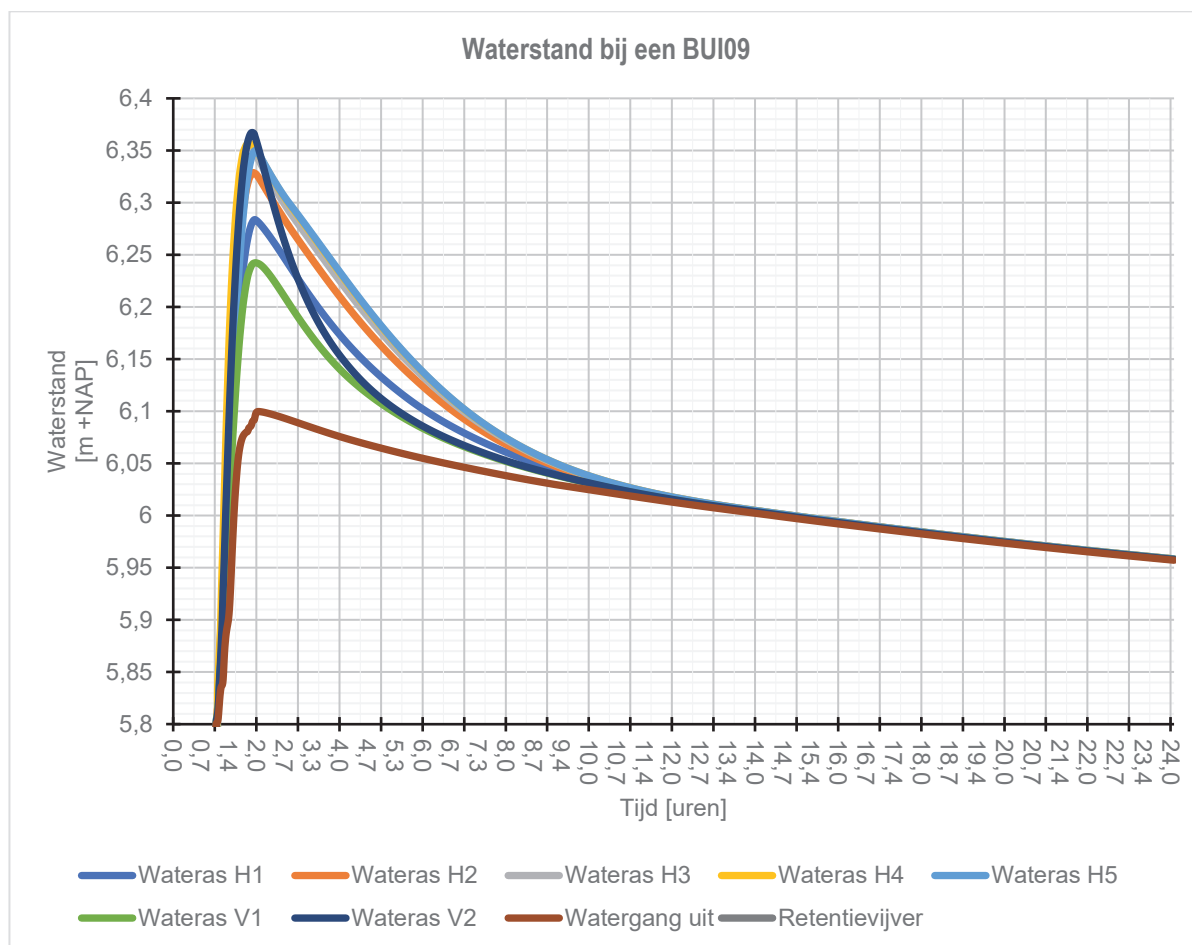
In afbeelding 6.3.1 is het resultaat van de hydraulische berekening weergegeven ten opzichte van de toekomstige maaiveldhoogtes. Gerekend is met een bui BUI09 ( $t=5$ ) uit de Leidraad Riolering, waarbij er in het watersysteem geen 'water op straat'- situatie mag voorkomen. Het hemelwatersysteem is bij aanvang van het modeleren gevuld tot de maatgevende GHG van 5,80 m +N.A.P. Het systeem loost via een gedoseerde lozing op de Hazeldonkse Beek. Op het hemelwatersysteem is de totale verharding van het plangebied aangesloten.



**Figuur 6.3.1. Resultaten hydraulische berekening bui BUI09 Leidraad Riolerig**

De kleuren geven de waterstand in het systeem vanaf het maaiveld in meters weer. Geen van de controle punten vertoont een rode kleur, wat betekent dat er vanuit deze berekening blijkt dat er gedurende een BUI09 geen 'water op straat'-situatie optreedt.

Om een beter beeld te krijgen van de waterstanden in het systeem is er een grafiek opgezet met daarin het waterniveau per watergang bij een BUI09. In figuur 6.3.2 wordt bevestigd dat bij bui BUI09 ( $t=5$ ) er geen 'water op straat'-situatie optreedt. Op het BCT-terrein kan een bui BUI09 worden geborgen, de overstort op 6,40 m +N.A.P. treedt niet in werking.

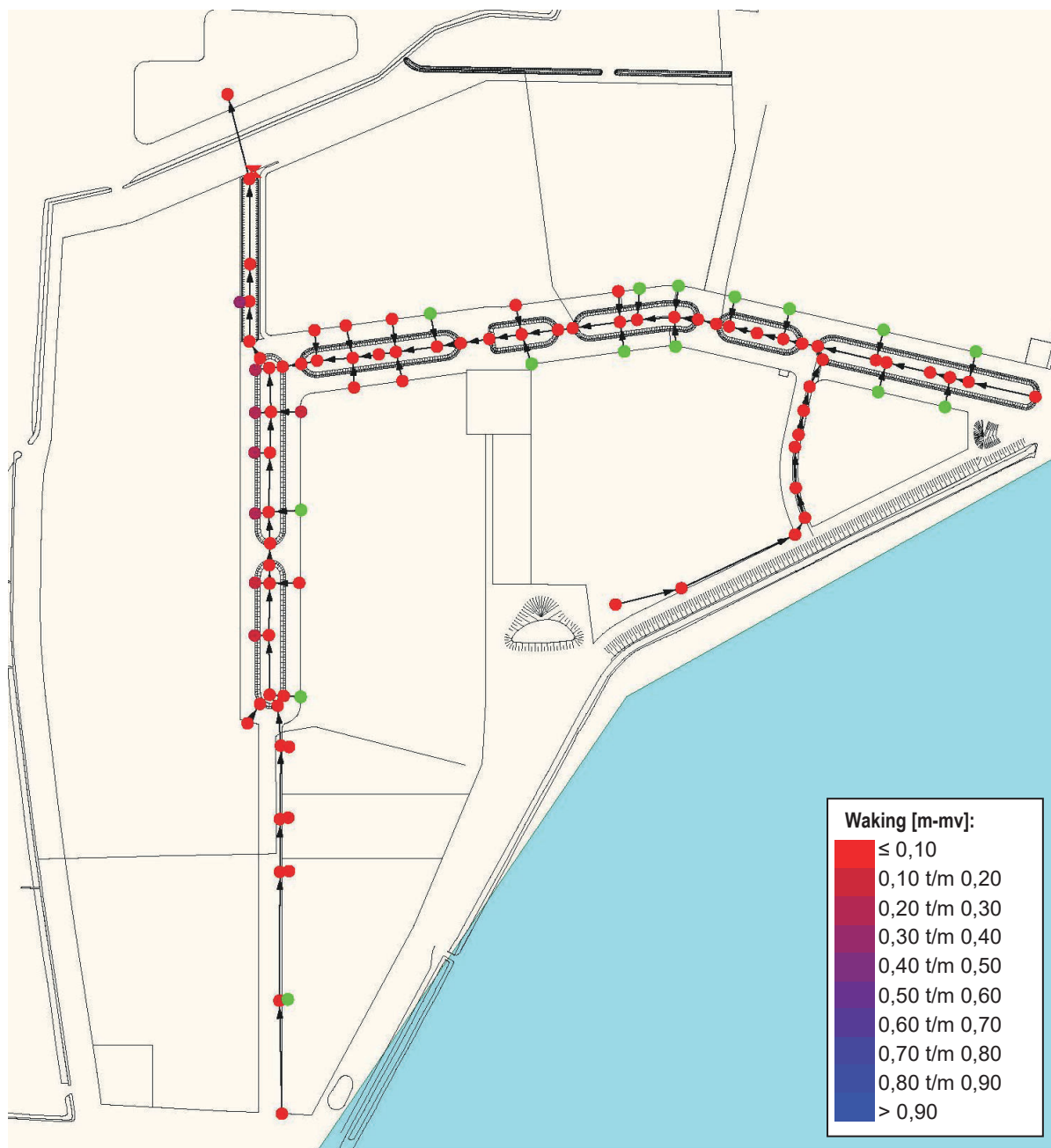


**Figuur 6.3.2. Resultaten waterhoogte per watergang**

## 6.4 CONTROLEBEREKENING T100

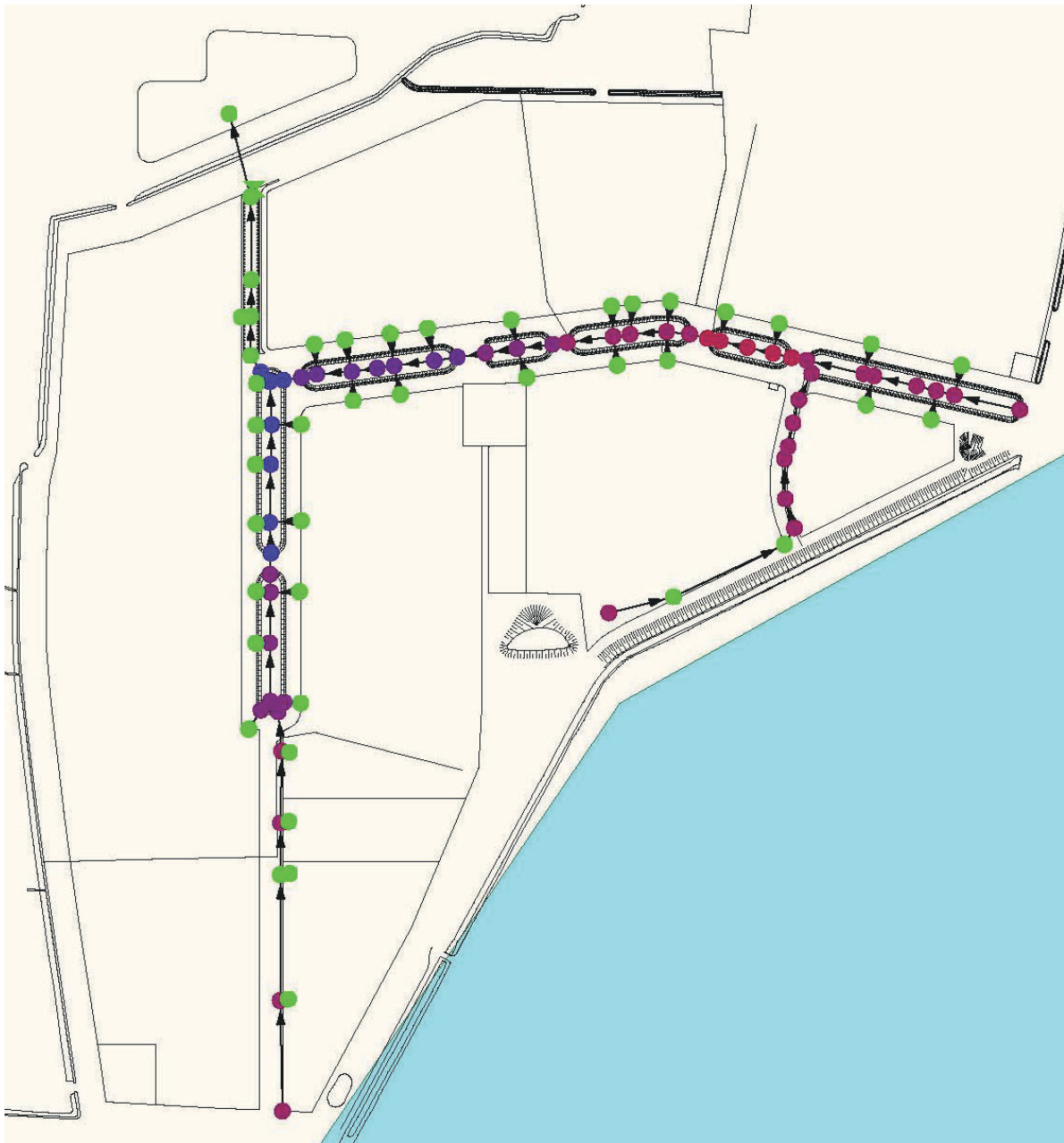
In afbeelding 6.4.1 is het resultaat van de hydraulische berekening weergegeven ten opzichte van de toekomstige maaiveldhoogtes. Gerekend is met een regenduurlijn T100 conform de Keur waarbij er binnen één dag 92 mm neerslag valt. Met deze berekening wordt gekeken wat het watersysteem doet in geval van extreme neerslag. Het hemelwatersysteem is bij aanvang van het modeleren gevuld tot de maatgevende GHG van 5,80 m +N.A.P. Het systeem lost via een gedoseerde lozing op de Hazeldonkse Beek. Op het hemelwatersysteem is de totale verharding van het plangebied aangesloten.

De kleuren geven de waterstand in het systeem vanaf het maaiveld in meters weer. Alle waterassen vertonen een rode kleur wat betekent dat er een 'water op straat, -situatie is. De watergangen en retentie vijver vertonen een rode kleur wat betekent dat het water op straat staat.



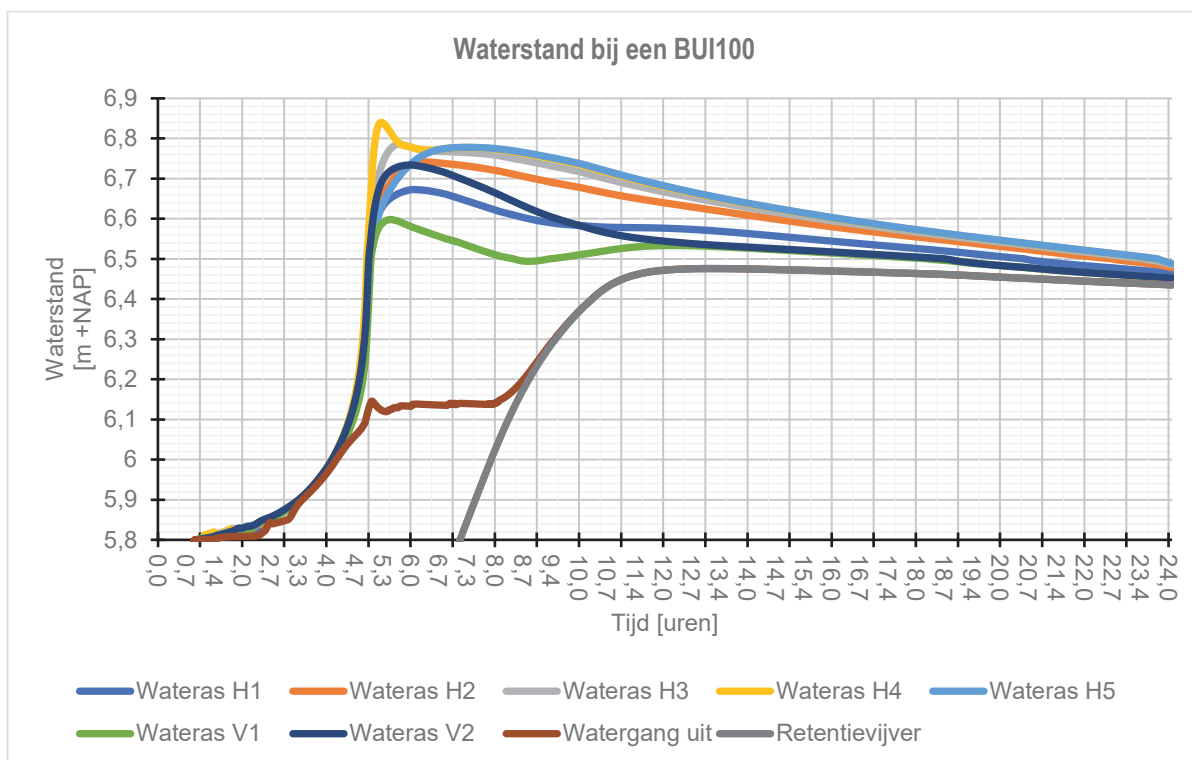
Figuur 6.4.1. Resultaten hydraulische berekening bui T100 Leidraad Riolerig

In figuur 6.4.2. is het water op straat te zien bij een bui T100. Deze bui zorgt in een korte tijd voor een overbelasting van het systeem waardoor water niet voldoende snel uit het plangebied kan stromen. De T=100 bui heeft jaarlijkse kans van 1% om voor te komen. De effecten van deze bui zullen zich voornamelijk voordoen op het openbare terrein. Binnen 24 uur is er geen sprake meer van water op straat.

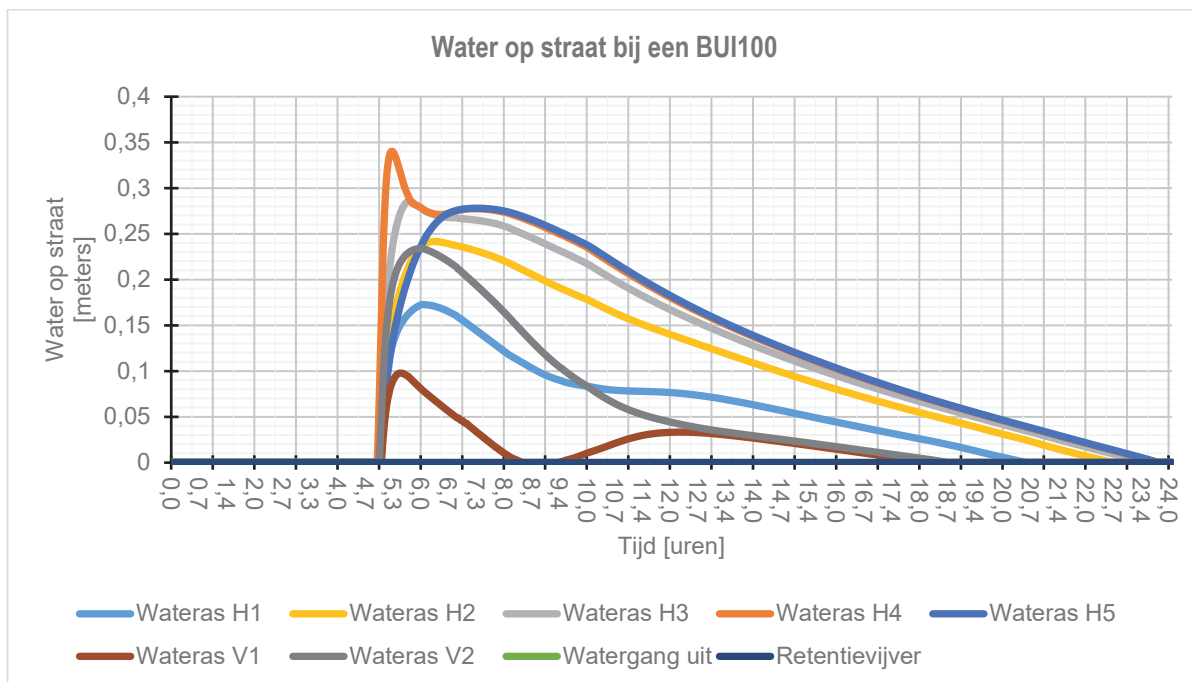


**Figuur 6.4.2. Resultaten hydraulische berekening water op straat bui T100 Leidraad Riolerig**

Om een beter beeld te krijgen van de waterstanden in het systeem is er een grafiek opgezet met daarin de het waterniveau per watergang bij een BUI T=100. In figuur 6.4.3 is de grafiek weergegeven met de waterstanden per watergang tijdens de bui. In figuur 6.4.4 is de grafiek weergegeven met het water op straat.



**Figuur 6.5.3. Resultaten waterhoogte per watergang**



**Figuur 6.5.3. Resultaten water op straat per watergang**

In bovenstaande figuren wordt bevestigd dat bij een bui T100 er een 'water op straat'-situatie optreedt. Aan de waking van 10 cm wordt niet voldaan. In het BCT-terrein kan een regenduurlijn T100 niet in worden geborgen, de overstort op 6,40 m +N.A.P. treedt in werking. Langs de waterassen is er sprake van maximaal 0,35 meter water op straat.

## 7.0 DIMENSIONERING DROOGWATERAFVOER STELSEL

### 7.1 AFVALWATER

Het vuilwaterstelsel (DWA) wordt gedimensioneerd op basis van de uitgangspunten uit hoofdstuk 4 en het rioolontwerp. Het uitgeefbaar gebied van het plangebied bedraagt 35,88 hectare. Op basis van de ontworpen percelen is er een aanname gedaan voor het bruto vloeroppervlak. Dit komt neer op ongeveer 62% van het totale uitgeefbare gebied. Hierdoor zal er in totaal 22,20 ha aan vloeroppervlak zijn gekoppeld aan het DWA riool. Het vuilwater vanuit het plangebied zal afstromen richting een nieuw te plaatsen rioolgemaal.

De minimale diameter voor het DWA-stelsel bedraagt  $\varnothing 315$  mm. Per dag wordt er in totaal  $1.918 \text{ m}^3$  ( $22,20 \text{ ha} * 1 \text{ l/s/ha} * 86.400 \text{ s}$ ) afvalwater geproduceerd vanuit het BCT-terrein. De maximale hoeveelheid afvalwater dat per uur getransporteerd wordt komt uit op  $79,92 \text{ m}^3/\text{u}$  ( $22,20 \text{ ha} * 1 \text{ l/s/ha} * 3.600 \text{ s}$ ).

### 7.2 DIMENSIONERING BUIZEN

Om te controleren of de DWA-stengen in het BCT-terrein voldoen aan de eis van maximaal 50% vulling met een verhang van 1:500, materiaal van PVC en het berekende debiet, is hierna op basis van de strenggegevens een berekening uitgevoerd.

In tabel 6.2.1 is uitgerekend wat het optredende evenwichtsdebiet bedraagt van een PVC rond  $\varnothing 315$  mm. In tabel 6.2.2 is dit berekend voor een PVC rond  $\varnothing 400$  mm.

Tabel 6.2.1 Berekening debiet en stroomsnelheid PVC  $\varnothing 315$  mm.

Gegevens buis	Waarde	Eenheid	
Diameter	0,315	m	
Vulling	50%		
Nat oppervlak ( $A_v$ )	0,039	$\text{m}^2$	
Natte omtrek ( $P_v$ )	0,495	m	
Hydraulische straal ( $R_h$ )	0,079	m	$A_v/P_v$
Berekening afvoer bij gegeven profiel, waterdiepte en helling (Formule van Chezy met C berekend uit $k_m$ )			
	Waarde	Eenheid	Oorsprong
Verhang (S)	0,002		
k-manning ( $k_m$ )	90,909	$\text{m}^{1/3}\text{s}^{-1}$	
$C_{\text{chezy}}$ ( $C_h$ )	59,518	$\text{m}^{0,5}/\text{s}$	$k_m * R_h^{1/6}$
Stroomsnelheid ( $V_o$ )	0,747	$\text{m}/\text{sec}$	$Q/A$
Debiet (Chezy) (Q)	0,029	$\text{m}^3/\text{sec}$	$C_h * A * (R_h * S)^{0,5}$
Debiet (q)	29,105	$\text{l}/\text{sec}$	$Q * 1000$
Debiet (Q)	104,779	$\text{m}^3/\text{uur}$	

Tabel 6.2.2 Berekening debiet en stroomsnelheid PVC  $\varnothing 400$  mm

Gegevens buis	Waarde	Eenheid	
Diameter	0,400	m	
Vulling	50%		
Nat oppervlak ( $A_v$ )	0,063	$\text{m}^2$	
Natte omtrek ( $P_v$ )	0,628	m	
Hydraulische straal ( $R_h$ )	0,100	m	$A_v/P_v$
Berekening afvoer bij gegeven profiel, waterdiepte en helling (Formule van Chezy met C berekend uit $k_m$ )			

	Waarde	Eenheid	Oorsprong
Verhang (S)	0,002		
k-manning ( $k_m$ )	90,909	$m^{1/3}s^{-1}$	
$C_{chezy}$ ( $C_h$ )	61,936	$m^{0,5}/s$	$k_m * R_h^{1/6}$
Stroomsnelheid ( $V_o$ )	0,876	m/sec	$Q/A$
Debiet ( <i>Chezy</i> ) (Q)	0,055	$m^3/sec$	$C_h * A * (R_h * S)^{0,5}$
Debiet (q)	55,035	l/sec	$Q * 1000$
Debiet (Q)	198,124	$m^3/uur$	

Het DWA-stelsel is gedimensioneerd op een DWA-belasting van 1 l/s/ha. Hierbij is rekening gehouden met de meest economisch verantwoorde diameter. Per streng is de DWA-belasting berekend (bijlage 3) en op basis daarvan is de diameter bepaald. De DWA-strengen nabij het te realiseren rioolgemaal/ worden het zwaarst belast en dienen uitgevoerd te worden in PVC rond  $\varnothing 400$  mm. In het overige deel van het plangebied volstaat de minimale rioldiameter van PVC rond  $\varnothing 315$  mm.

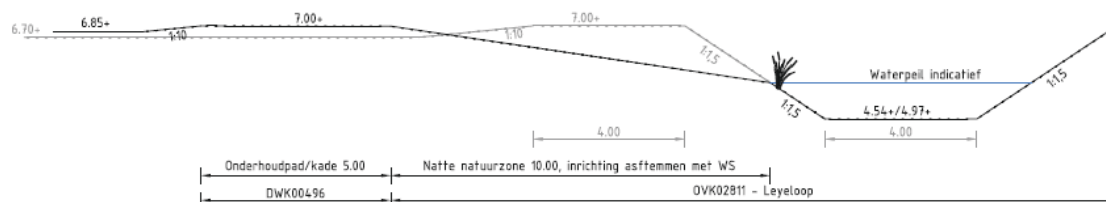
## 8.0 BELANGEN WATERSCHAP

### 8.1 WATERKERINGEN

Langs de Leijloop is een waterkering aanwezig, met een bescherm status (kenmerk Waterschap DWK00496). De kering heeft een kruinbreedte van 4,0 m, kruinhoogte 7,00 m +N.A.P., talud Leijloop 1:1,5 en talud agrarisch gebied 1:10. De Leijloop is opgenomen in het Natuurnetwerk Brabant (NNB). Bij de realisatie van het BCT-terrein zal eveneens invulling gegeven worden aan deze natte natuurzone. Voor de realisatie van deze zone is een strook van 10 meter vanaf de insteek waterlijn benodigd. Naast deze natuurzone van 10 meter zal een onderhoudspad van 5 meter worden opgenomen. De natte Natuurzone ligt over de huidige waterkering heen. Het huidige maaiveld achter de waterkering ligt op ongeveer 6,70 m +N.A.P., deze zal bij realisatie van het BCT-terrein worden opgehoogd i.v.m. de minimaal benodigde ontwatering. De exacte invulling van deze zone wordt afgestemd met het waterschap. Van belang is dat de verschillende functies; natuurzone, onderhoudspad en de ligging van de waterkering met zijn beschermingszone op elkaar worden afgestemd.

Om de ecologische verbindingszone te realiseren zal de waterkering landinwaarts worden verplaatst. Hierbij is het van belang dat de verlegde waterkering een minimale kruinhoogte heeft van 7,00 m +N.A.P. en een minimale kruinbreedte van 4,0 m.

In afbeelding 8.1 is een principeprofiel weergegeven van de waterkering nabij de Leijloop. In het licht grijs is de huidige situatie aangegeven en in het zwart het principeprofiel van de toekomstige situatie. De exacte invulling van het principeprofiel wordt in fase II nader afgestemd met het waterschap.



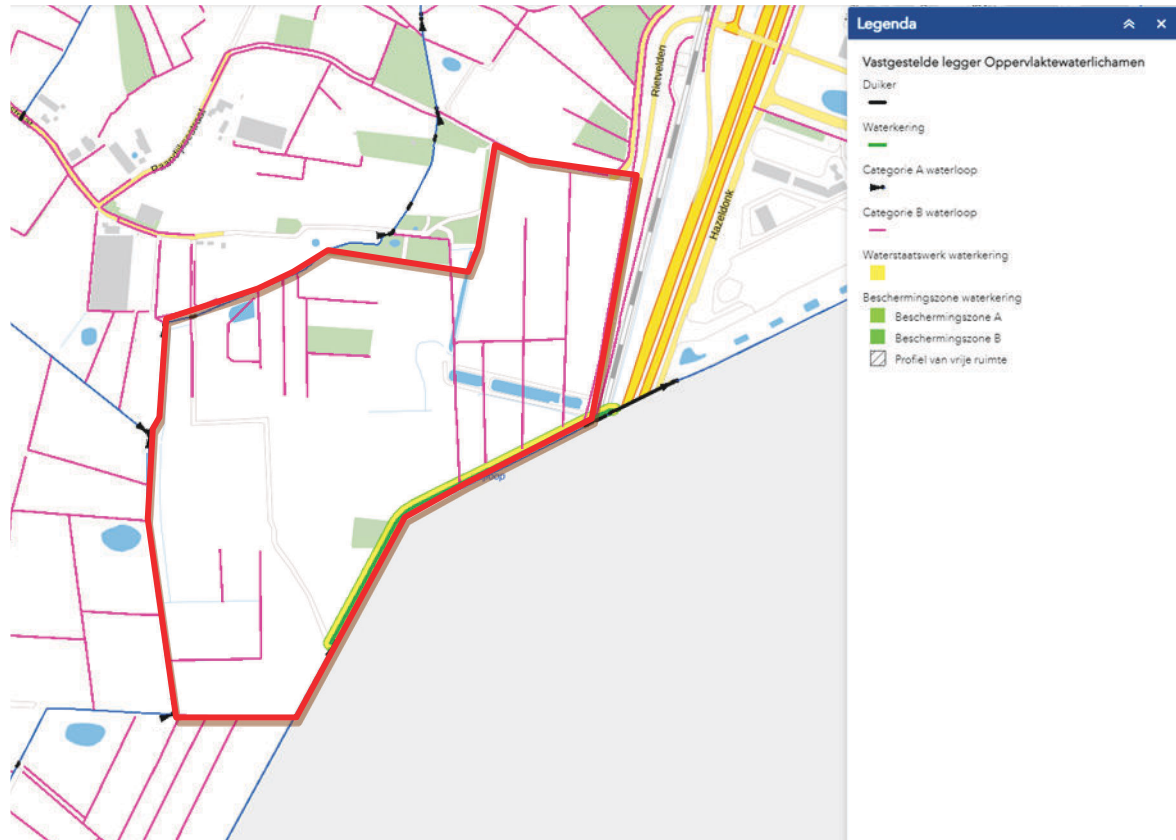
Afbeelding 8.1: Principeprofiel waterkering DWK00496

### 8.2 COMPENSATIE B-WATERGANGEN

De categorie A-waterlopen Hazeldonkse Beek en de Leijloop zullen door de voorgenomen ontwikkeling niet verdwijnen. De te dempen categorie B-waterlopen binnen het BCT-terrein hoeven niet gecompenseerd te worden omdat het plangebied is gelegen in een vrij afwaterend gebied (waterparagraaf D02, 2017). In samenspraak met het waterschap Brabantse Delta is ervoor gekozen om de te dempen categorie B-waterlopen toch te compenseren. In afbeelding 8.2 zijn de te dempen B-waterlopen rood omcirkeld. De compensatie wordt gerealiseerd middels de volgende drie punten.

- Doordat het hemelwatersysteem van het BCT-terrein een bergingsoverschot heeft wordt de Hazeldonkse Beek minder belast tijdens extreme neerslagsituaties.
- De waterassen en -gangen welke worden aangelegd voor het bergen en transporteren van het afstromend hemelwater werken tevens ontwaterend voor het plangebied.

- Langs de Hazeldonkse Beek en de Leijloop wordt in de toekomst, aan de zijde van het BCT-terrein, een natuurvriendelijke oever aangelegd. Door de realisatie van een natuurvriendelijke oever wordt het bergend vermogen van de watergangen vergroot.



Afbeelding 8.2: Te dempen B-waterlopen BCT-terrein rood omkaderd

## 9.0 DUURZAAM WATERSYSTEEM

Het BCT heeft de ambitie om te komen tot een duurzaam bedrijventerrein. Doelstelling is dat, zowel in de gebouwen als in de openbare ruimte, de kansen die zich voordoen, worden aangegrepen. Zo worden innovaties, productontwikkeling en procesvernieuwing gestimuleerd. Een belangrijk onderdeel van een duurzaam bedrijventerrein, is het sturen op een duurzame waterhuishouding. Bovenop de wettelijke verplichtingen, wordt op het BCT-terrein gezocht naar mogelijkheden om de waterhuishouding te verduurzamen.

### 9.1 VASTHOUDEN HEMELWATER

In de voorgaande hoofdstukken is uitgebreid ingegaan op de wijze waarop het hemelwater op het BCT-terrein wordt verwerkt. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een oppervlaktewatersysteem. Het bovengronds afvoeren van hemelwater heeft de voorkeur boven het traditioneel afvoeren via de riolering. Het systeem is namelijk beter te controleren/onderhouden, daarnaast zorgt dit voor meer bewustzijn van de wateropgave en biedt dit kansen om het terrein een natuurlijke uitstraling te geven.

Op de bedrijfspercelen (in de openbare ruimte worden aanwezige kansen reeds benut) liggen mogelijkheden om toe te werken naar een duurzamer en efficiënter watersysteem. Omdat nog onbekend is welke bedrijven zich op het BCT-terrein gaan vestigen worden hierna diverse mogelijkheden benoemd die kunnen worden geïmplementeerd in de bedrijfsvoering.



Figuur 9.1.1: Waterpasserende verharding

#### 9.1.1 Mogelijke ruimtelijke maatregelen

Vestigende bedrijven op het BCT-terrein worden gestimuleerd om maatregelen te nemen om het hemelwater zoveel mogelijk op hun eigen terrein te verwerken en/of vast te houden. Gebouwen kunnen worden voorzien van groene daken en gevels. Toepassing van deze maatregelen zorgt voor extra waterbergingscapaciteit en een vertraagde afvoer van hemelwater richting het oppervlaktewatersysteem. Daarnaast heeft het toepassen van groene daken en gevels andere voordelen, zoals verkoeling van het gebouw, het tegengaan van hittestress en het geven van een natuurlijke, groene uitstraling.

Verder liggen met name in de buitenruimte van de bedrijfspercelen kansen om hemelwater te verwerken en/of langer vast te houden, waardoor hemelwater minder snel afstroomt richting het oppervlaktewatersysteem. Diverse maatregelen zijn mogelijk, zoals het toepassen van infiltratiestroken/groenvoorzieningen, waterdoorlatende verharding en multifunctioneel ruimtegebruik (parkeerplaats in combinatie met waterberging tijdens piekbuien). Belangrijk is dat (een combinatie van) maatregelen goed op elkaar worden afgestemd. Zo biedt samenwerking tussen diverse nabij elkaar gelegen bedrijven kansen om gezamenlijk meer efficiënte maatregelen te treffen.



Groene daken

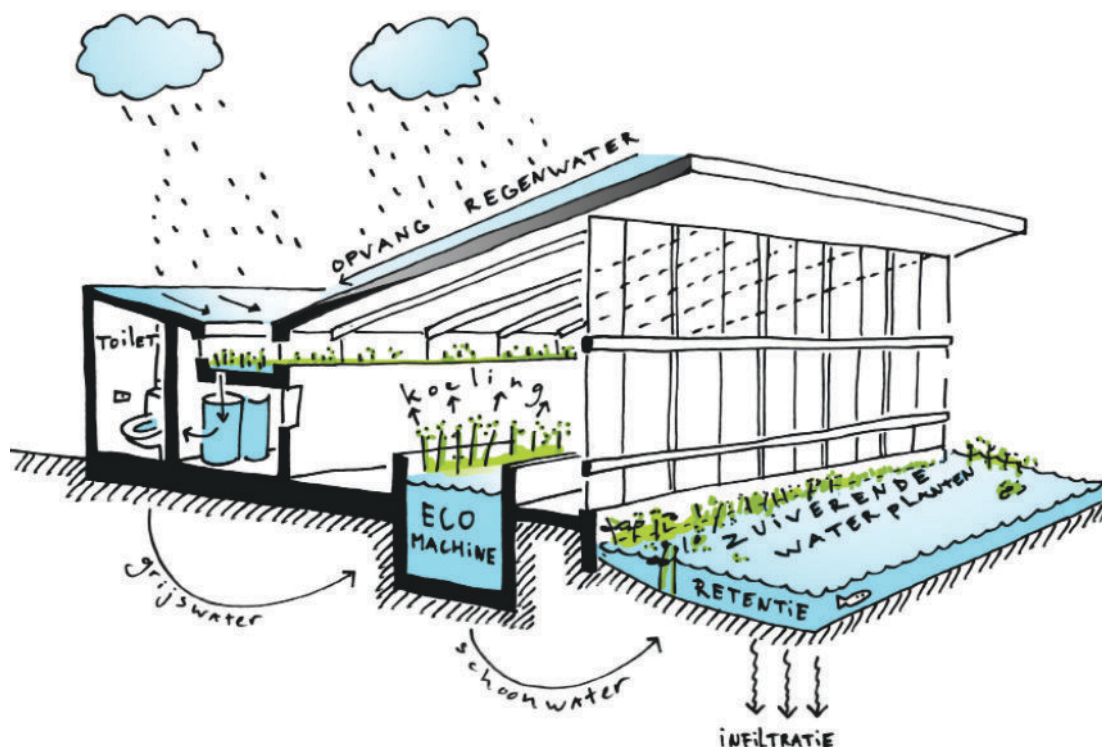
Groene gevels

## 9.2 VERMINDEREN GEBRUIK LEIDINGWATER EN PRODUCTIE AFVALWATER

Naast het vasthouden en infiltreren van hemelwater binnen het BCT-terrein kan ook naar andere mogelijkheden worden gezocht zoals het inzetten van hemelwater voor bedrijfs- en productieprocessen. Dit resulteert in een structurele afname van de benodigde omvang aan waterretentie en het oppervlaktewatersysteem. Wel is het mogelijk dat zuiver oppervlaktewater door productieprocessen wordt vervuild. In dat geval is het niet mogelijk om deze waterstromen (direct) te lozen op het oppervlaktewater. Hierna wordt nader ingegaan op de mogelijkheden van dit 'afvalwater'. Door het hemelwater te verwerken waar het valt, wordt het oppervlaktewatersysteem ontlast. Toepassing van de hierboven beschreven maatregelen resulteert direct in een verminderde afvoer richting het oppervlaktewatersysteem. Hierdoor neemt de kans op wateroverlast af en wordt verdroging tegengegaan.

Vaak wordt leidingwater gebruikt als proces-, koel- en reinigingswater in de industrie. Op het BCT-terrein worden bedrijven gestimuleerd om het gebruik van leidingwater te verminderen. Daarnaast zijn de bedrijven die zich op het BCT-terrein gaan vestigen zelf verantwoordelijk voor het zuiveren van

proceswater. Dit proceswater wordt dus niet geloosd op het vuilwatersysteem van het BCT-terrein. De hoeveelheid en kwaliteit van het te lozen, gezuiverde, proceswater wordt geborgd met de vergunningsaanvraag bij vestiging.



### 9.3 REALISATIE DUURZAAM WATERSYSTEEM

Zoals toegelicht zijn er op het BCT-terrein diverse mogelijkheden aanwezig om een duurzaam watersysteem te realiseren. Bepalend voor de mogelijkheden hierin zijn de bedrijven die zich uiteindelijk op het bedrijventerrein daadwerkelijk vestigen. Omdat nog niet bekend is welke bedrijven dit zijn, en van welke waterstromen zij in hun bedrijfs-/productieproces gebruik maken, wordt gedurende de ontwikkeling van het BCT-terrein bekeken welke kansen er liggen. Zo kan een plan worden opgesteld waarin 'het integrale watersysteem' wordt uitgewerkt. In dit plan kunnen zowel de waterhuishouding, waterkwaliteit als de watervoorzieningen worden opgenomen. Bij het uitwerken van een integraal watersysteem dienen alle betrokken partijen zoals drinkwaterleverancier, waterschap, RWZI-beheerder en bedrijven op het BCT-terrein betrokken te worden.

Om de realisatie van een duurzame waterhuishouding binnen de gevestigde bedrijven te bevorderen, dient rekening te worden gehouden met enkele knelpunten. Wanneer reststromen in een cluster van bedrijven worden gebruikt, kunnen zich juridische vraagstukken opdoen met betrekking tot de vergunningen. De vergunningverlening dient te worden afgestemd op de situatie ter plaatse. Daarnaast zijn bedrijven in hun bedrijfsproces vaak niet graag afhankelijk van een derde. Hiervoor dient te worden gezocht naar een constructieve samenwerking. Dit kan vorm krijgen door middel van een integraal waterbesparingsonderzoek, waarin de situatie ter attentie van waterverbruik in kaart wordt gebracht en maatregelen worden vastgesteld om water(kosten) te besparen.

Tot slot is de financiering en de lange terugverdientijd vaak een vertragende factor. Het zoeken naar een optimale samenwerking tussen bedrijven kan hieraan bijdragen.

## 10.0 CONCLUSIES

De belangrijkste conclusies uit deze rapportage zijn hieronder genoemd.

### 10.1 CONCLUSIE HWA-SYSTEEM

Aan de hand van de berekeningen voor het hemelwatersysteem kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De te dempen categorie B-waterlopen binnen het BCT-terrein hoeven niet gecompenseerd te worden omdat het plangebied is gelegen in een vrij afwaterend gebied. De categorie B waterlopen binnen het BCT-terrein dienen alleen voor de afwatering van het plangebied zelf en niet voor bovenstroomse gebieden. De B-waterlopen worden echter wel gecompenseerd. De compensatie wordt bewerkstelligd door de aanleg van nieuwe watergangen, aanleg van natuurvriendelijke oevers en door het bergingsoverschot van de retentievoorziening;
- Alle rijbanen zullen op één oor worden gelegd en direct afwateren op de naastgelegen watergang. Hiermee is de afwatering bij extreme regenval vanaf de wegen gegarandeerd;
- Het watersysteem van het BCT-terrein mag niet in directe (open)verbinding komen te staan met de Hazeldonkse Beek of de Leijloop. De waterassen zullen het regenwater middels een knijpvoorziening (2,00 l/s/ha) vertraagd afvoeren richting de Hazeldonkse Beek;
- Het waterbezwaar van het BCT-terrein wordt ingevuld middels zeven waterassen welke centraal in het plangebied zijn gelegen, de watergangen welke gelegen zijn langs de rijbaan, een retentie vijver ten noorden van het plangebied en de wadi in het zuiden van het BCT-terrein;
- Bij de realisatie van het totale BCT-terrein is er een bergingsoverschot van 244 m<sup>3</sup> op basis van het huidige ontwerp en afstromend verhard oppervlak.
- Bij een bui L08 (t=2) treedt er geen 'water op straat'-situatie op en wordt overal voldaan aan de minimale waking van 10 cm. Op het BCT-terrein kan een bui BUI08 worden geborgen, de overstort op 6,40 m +N.A.P. treedt niet in werking;
- Bij een bui BUI09 (t=5) treedt er geen 'water op straat'-situatie op. Op het BCT-terrein kan een bui BUI09 worden geborgen, de overstort op 6,40 m +N.A.P. treedt niet in werking;
- Bij een bui T=100 treedt er een "water op straat-situatie" op. Bij een T=100 is er te weinig berging op het BCT-terrein om alle neerslag te bergen. Hierdoor treedt de overstort op 6,40 m +NAP in werking. Vanwege de kleine kans op een T-100 bui zullen de effecten worden geaccepteerd en worden er geen aanvullende maatregelen noodzakelijk geacht.

### 10.2 CONCLUSIE DWA-SYSTEEM

Aan de hand van de berekeningen voor het droogweerafvoer stelsel (DWA) kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Het vuilwater van het BCT-terrein watert af naar een rioolgemaal aan de oostzijde van het plangebied;
- De vuilwaterproductie vanuit het plangebied komt uit op 79,92 m<sup>3</sup>/uur;
- Per dag wordt er in totaal 1.918 m<sup>3</sup> afvalwater geproduceerd vanuit het BCT-terrein;
- Een droogweerafvoer stelsel met een diameter van ø315 mm voldoet voor het grootste deel van het BCT-terrein, enkele strengen nabij het rioolgemaal dienen uitgevoerd te worden met een diameter ø400 mm;

## GERAADPLEEGDE BRONNEN

- (*Leidraad Riolering, B2100*); Leidraad Riolering, Riolering op bedrijventerreinen B2100, RIONED 2008;
- (*Leidraad Riolering, B2200*); Leidraad Riolering, Functioneel ontwerp: inzameling en transport van hemelwater B2200, RIONED 2008;
- (*Leidraad Riolering, C2100*); Leidraad Riolering, Rioleringsberekeningen, hydraulisch functioneren C2100, RIONED 2004;
- (*Leidraad Riolering B3000*); Leidraad Riolering, Detaillering en aanleg van stelselonderdelen B3000, RIONED 2008;
- Handboek Rioleringstechniek, hydraulische berekeningen, OVPB 2010;
- Module 2: Ontwerp cursusboek, Basisopleiding Riolering, Wateropleidingen 2009;
- (Algemene regels, 2015) Waterschap Brabantse Delta, 10 februari 2015, Algemene regels, Waterschap Brabantse Delta: Breda; Dagelijks bestuur de dijkgraaf;
- (Keur, 2015) Waterschap Brabantse Delta, 21 januari 2015, Keur Waterschap Brabantse Delta 2015, Waterschap Brabantse Delta: Breda; Dagelijks bestuur de dijkgraaf;
- (Beleidsregels, 2015) Waterschap Brabantse Delta, 10 februari 2015, Beleidsregels voor waterkering, waterkwantiteit en grondwater, Waterschap Brabantse Delta: Breda; Dagelijks bestuur de dijkgraaf;
- (Waterparagraaf, D02) ing. G. Spruijt, 11 oktober 2017, Waterparagraaf Business Centre Treeport te Zundert, Definitief 02: Oosterhout: AGEL adviseurs;
- (Doorlatendheidsonderzoek, D01) ing. G. Spruijt, 5 oktober 2015, Doorlatendheidsonderzoek Business Centre Treeport te Zundert, Definitief 01: Oosterhout: AGEL adviseurs.

## Bijlagen

- Bijlage 1: Oppervlaktekening BCT-terrein
- Bijlage 2: Schetsontwerp riolering
- Bijlage 3: Doorlatendheidsonderzoek BCT-terrein
- Bijlage 4: Locatie peilbuizen
- Bijlage 5: Meetgegevens peilbuizen

## **Bijlage 1: Oppervlaktekening BCT-terrein**

Gebied voor gemeent?  
Opp. 908 m2

Legenda		
Beveiliging	Beveiliging	Totaal oppervlakte
	Oppervlakte parkeer (zonder dakoppervlakte)	89663 m2
	Dakoppervlakte	165590 m2
	Oppervlakte windturbine	7535 m2
	Oppervlakte parkeer (nog niet ingericht)	125500 m2
	Groenoppervlakte	62070 m2
	Wateroppervlakte	47988 m2
	Wegoppervlakte	16423 m2
	Fietspad	10390 m2
	Verharding voor onderhoud windturbine	3444 m2
	Oppervlakte halfverharding E&B	5852 m2

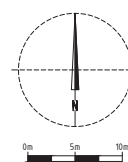
Maten in meters tenzij anders aangegeven.  
Hoogten in meters ten opzichte van N.A.P.  
Materiaal afmetingen in millimeters tenzij anders aangegeven.

BRON	Afwijking	Verenigingsnummer	Stuk
ONDERAAN			

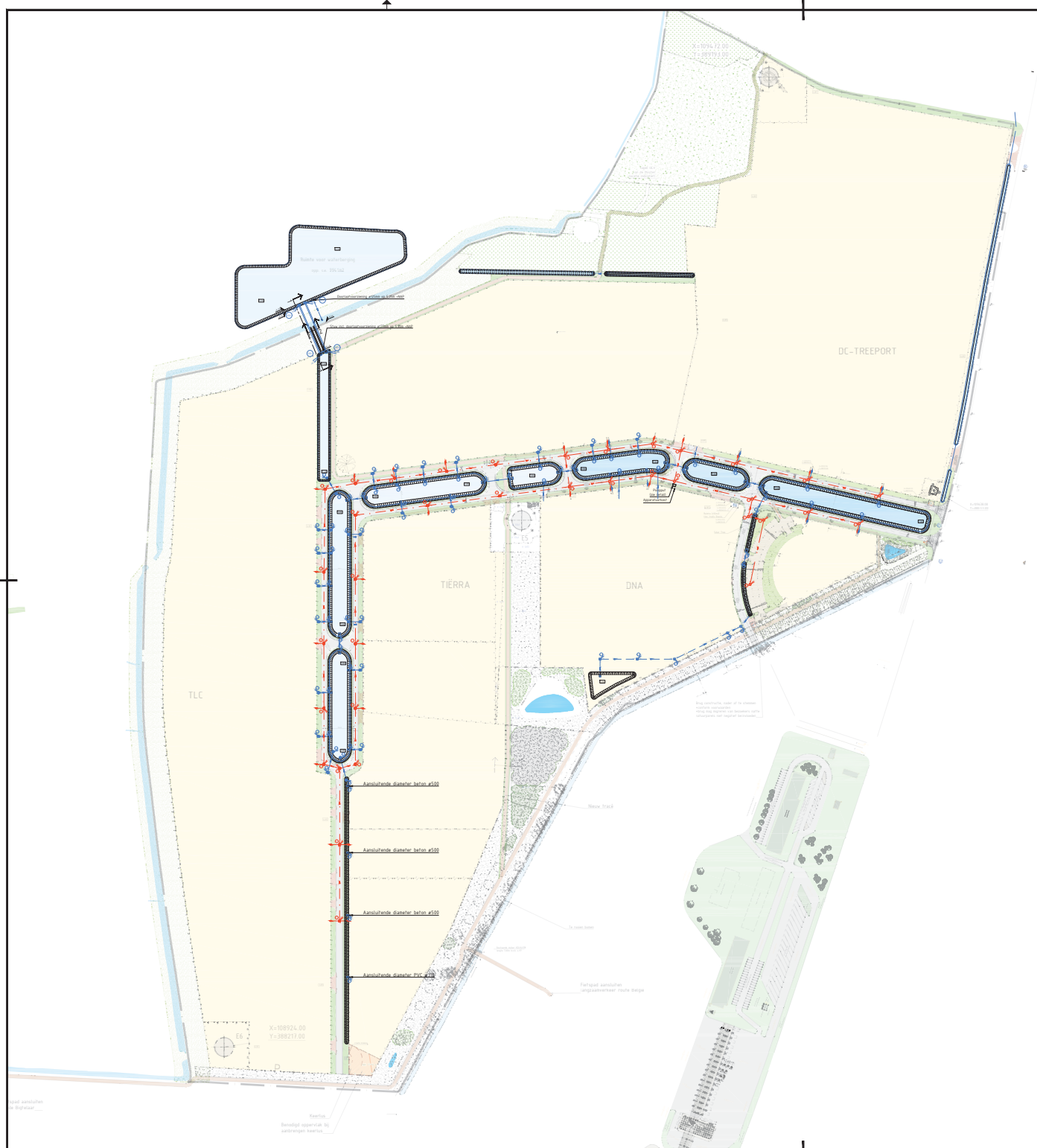
C-01	13-12-2021	Concept versie 1	F&B
Uitslag	Ja/nee	Overeenkomst	Geen/and.

<b>AGEL</b> adviseurs	<b>Stantec</b>	
<small>advies 4000 advies 4000 advies 4000</small>	<small>advies 4000 advies 4000 advies 4000</small>	<small>advies 4000 advies 4000 advies 4000</small>

<b>BUSINESS CENTRUM TREEPORT</b> <b>ZUNDEBT</b>	<b>CONCEPT</b>
ontwikkelaar BCT Europe	project 20120524
overzicht Overzichtsbekening oppervlakten	datum 13-12-2021
getekend door -	tekent 10T002
getekend door -	tekent 10T002



## **Bijlage 2: Schetsontwerp riolering**



## LEGENDA

### Bestaande riolering

	DWA inspectieput beton inv. 1000x1000mm		HWA overstortput beton inv. @1000x1000mm
	DWA inspectieput beton thv. E&E-terrein inv. @x@mm		HWA uitstroombak perceelaansluiting type: GU-IV, aansluiting PVC #250mm voorzien van nr. en hoogte BOB aansluiting
	DWA transportleiding PVC #315mm incl. BOB en jaar van aanleg		HWA uitstroombak duiker type: GU-I, aansluiting BET #500mm voorzien van nr. en hoogte van BOB aansluiting
	DWA transportleiding beton #1600mm incl. BOB en jaar van aanleg		HWA duiker beton #500mm
	DWA perceelaansluiting uitlegger PVC #200mm, incl. BOB		HWA perceelaansluiting uitlegger PVC #250mm, incl. BOB
	DWA ontsoppingsstuk PVC #200mm		HWA perceelaansluiting uitlegger PVC #250mm, incl. BOB
	HWA ontsoppingsstuk PVC #250mm		HWA perceelaansluiting uitlegger PVC #250mm, incl. BOB

### Nieuwe riolering

	DWA inspectieput beton inv. 1000x1000mm		DWA transportleiding PVC #315mm incl. BOB
	DWA ontsoppingsstuk PVC #200mm		DWA perceelaansluiting uitlegger PVC #200mm
	HWA inspectieput beton, inv. @x@mm		HWA transportleiding PVC #315mm
	HWA inspectieput beton, DNA-terrein inv. @x@mm		HWA transportleiding PVC #400mm
	HWA overstortput beton inv. 1000x1000mm		HWA transportleiding Beton #500mm
	HWA uitstroombak perceelaansluiting type: aansluitend op leiding en talud 2.3 voorzien van nr. en hoogte BOB aansluiting		HWA transportleiding Beton #900mm
	HWA uitstroombak duiker type: GU-I, aansluiting BET #500mm of #600mm voorzien van nr. en hoogte van BOB aansluiting		HWA duiker beton #600mm
	HWA ontsoppingsstuk PVC #315mm of #400mm		

### Waterhuishouding

	Watergang talud 2.3		Duikerconstructie beton #1000mm(2x) onder Hazelendsebeek door
	Waterretentie talud 12		

Maten in meters tenzij anders aangegeven.  
Hoogtematen in meters ten opzichte van N.A.P.  
Materiaal afmetingen in millimeters tenzij anders aangegeven.

#### BRON

Onderdeel	Afkomstig	Tekeningnummer	Datum

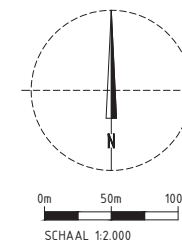
C02	26-07-2022	Concept versie 2	
C01	28-04-2021	Concept versie 1	
Versie	Datum	Omschrijving	Getekend door

project	BUSINESS CENTRE TREEPORT Zundert
opdrachtgever	Treepart Europe B.V.

	Stantec
Hoevenste 20b 4903 SC Oosterhout	0162 - 45 64 81 www.stantec.com/nl

onderdeel	Waterhuishoudkundig rioleringsplan Rioleringsstekening
getekend	par.
gecontroleerd	par.
status	CONCEPT

worknr.	20120524
bladnr.	10RT001
datum	26-07-2022
doel type	Tekening
formaat	A1
schaal	1:2000



## **Bijlage 3: Doorlatendheidsonderzoek BCT-terrein**

**Doorlatendheidsonderzoek**

**Business Centre Treeport  
te Zundert**

INZICHT  
&  
OVERZICHT

## Doorlatendheidsonderzoek

### Business Centre Treeport te Zundert

Opdrachtgever : Treeport Europe B.V.  
Hofdreef 20  
4881 DR Zundert



Projectnummer : 20130540-01  
Status rapport / versie nr. : Definitief 01  
Datum : 05 oktober 2015  
Opgesteld door :  
Gecontroleerd door :  
Voor akkoord :

Versie nr.	Datum	Omschrijving	Opgesteld door	Gecontroleerd door
D01	05-10-2015	Doorlatendheidsonderzoek	GS	GM

**INHOUD**

blz.

1	INLEIDING	2
2	BODEM- EN DOORLATENDHEIDONDERZOEK	3
2.1	Regionale bodemopbouw	3
2.2	Bepaling lokale bodemopbouw	3
2.2.1	Diepere boringen (4 m –mv)	3
2.2.2	Boringen t.b.v. infiltratieonderzoek (Constand Head):	5
2.2.3	Overige boringen tot 1,00 m –mv	5
2.3	Bepaling grondwaterstand	5
2.1	Infiltratieonderzoek conform K-sat-methode	6
2.2	Zeefkrommen	7
3	CONCLUSIE BODEM- EN INFILTRATIEONDERZOEK	8

**BIJLAGEN**

1. Meting bestaande situatie en proef/boringlocaties
2. Boorstaten
3. Constant-head
4. Hooghoudt
5. SCG Zeefkromme

## 1 INLEIDING

In opdracht van Treeport Europe heeft AGEL adviseurs een doorlatendheidsonderzoek verricht, ten behoeve van het watertoetsproces voor de planontwikkeling 'Business Centre Treeport' (hierna BCT-terrein) te Zundert. Om te bepalen of infiltratie in dit gebied mogelijk is, is een doorlatendheidsonderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek heeft als doel inzicht te krijgen in:

- het grondwaterpeil tijdens de veldwerkzaamheden;
- de bodemgesteldheid van het plangebied;
- de maaiveldhoogte van het terrein;
- de waterdoorlatendheid van de bodem;
- de retentie mogelijkheden.

Om te bepalen of het infiltreren van het regenwater in de bodem van het plangebied mogelijk is, zijn er enkele praktijkproeven uitgevoerd op locatie conform Module C2510 van de Leidraad Riolering. Voor een representatief beeld, bepaald de omvang van het plangebied de onderzoeksopzet. Het BCT-terrein zal gefaseerd worden gerealiseerd. Gezien de omvang van het gehele project zal het doorlatendheidsonderzoek zich alleen richten op fase I en II. Fase I beslaat een oppervlakte van circa 9,4 ha en fase II 6,3 ha, waardoor er een onderzoeksopzet benodigd is van:

- Eenentwintig boringen tot 1,0 m –grondwaterstand en een 6-tal boringen tot 4,00 m -mv;
- Tien doorlatendheidsmetingen, waarvan zeven onverzadigd ('constant-head' methode) en drie verzadigd ('boorgatmethode' Hooghoudt proef);
- Drietal korrelverdelingsanalyses.

Voor de precieze locatie van bovengenoemd praktijkproeven/boringen binnen het plangebied wordt verwezen naar bijlage 1. Op basis van de uitgevoerde praktijkproeven worden de volgende aspecten bepaald:

1. De bodemopbouw met behulp van boorkernen;
2. De grondwatersituatie;
3. De infiltratiecapaciteit in de onverzadigde en verzadigde zone;
4. De retentie mogelijkheden voor planontwikkeling 'Business Centre Treeport' te Zundert.

In het voorliggende rapport komen de volgende aspecten aan de orde:

- Bodem en doorlatendheidsonderzoek (hoofdstuk 2);
  - Conclusie infiltratieonderzoek en retentie mogelijkheden (hoofdstuk 3).
-

## 2 BODEM- EN DOORLATENDHEIDONDERZOEK

### 2.1 Regionale bodemopbouw

Het maaiveld varieert tussen de ca. 5,80 m +N.A.P. en 6,83 m + N.A.P., gebaseerd op de ingemeten peilbuizen (bijlage 1). Het overgrote deel van het maaiveld in het plangebied ligt rond de 6,64 m +N.A.P.. De bodemkundige hoofdeenheid bestaat uit beekdallandschap (matig voedselrijk en vochtig tot nat) en zandgronden (voedselarm en vochtig tot droog). Op de bodemkaart wordt het gebied gekarteerd als moerige eerdgronden met een zanddek en een moerige tussenlaag op zand en veldpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand. De grondwatertrappen in het plangebied betreft grondwatertrap VI (GHG 40-80 & GLG >120) en VII (GHG 80-140 & GLG >120). De locatie wordt geclassificeerd als meestal kwel en sterke kwel. Van de locatie is de volgende regionale bodemopbouw bekend.

Tabel 2.1: Bodemopbouw en geohydrologie.

Diepte (m -mv)	Formatie	Geohydrologische eenheid	Samenstelling
0 - 50	-	deklaag	Middelfijn tot matig grof zand
50 - 70	-	Eerste watervoerende pakket	Matig grof zand
70 - 90	van Kallo	Scheidende laag	Klei
90 - onbekend	Zanden van Kattendijk	Tweede watervoerende pakket	Pliocene schelpenlaag

De regionale grondwaterstromingsrichting van het eerste watervoerende pakket is overwegend noordoostelijk. De locatie is niet gelegen in een grondwaterwin- of -beschermingsgebied. In de omgeving van de onderzoeklocatie vinden, met uitzondering van een aantal beregeningsonttrekkingen, geen industriële grondwateronttrekkingen plaats.

### 2.2 Bepaling lokale bodemopbouw

Voor het bepalen van de bodemopbouw zijn er binnen het plangebied boringen uitgevoerd tot een diepte van circa 4,00 m -mv de uitkomende grond is vervolgens visueel geanalyseerd. In bijlage 2 zijn de boorstaten van de uitgevoerde boringen toegevoegd en in bijlage 1 de boringlocaties.

De bodemopbouw in het plangebied kan als volgt worden omschreven, onderscheid wordt gemaakt in de diepere boringen, boringen t.b.v. infiltratieonderzoeken en de overige boringen:

#### 2.2.1 Diepere boringen (4 m -mv)

##### Boring I.

- Maaiveld tot 0,40 m -mv : zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus neutraalgrijs zand;
- Vanaf 0,40 m -mv tot 1,10 m -mv : zeer fijn, zwak siltig, sporen gley lichtbruin zand;
- Vanaf 1,10 m -mv tot 1,50 m -mv : matig fijn, zwak siltig licht geelgrijs zand;
- Vanaf 1,50 m -mv tot 2,70 m -mv : matig fijn, zwak siltig licht grijsbruin zand;
- Vanaf 2,70 m -mv tot 3,00 m -mv : sterk zandig bruingrijs zand;
- Vanaf 3,00 m -mv tot 4,00 m -mv : matig fijn, sterk siltig bruingrijs zand.

##### Boring II.

- Maaiveld tot 0,40 m -mv : matig fijn, zwak siltig, zwak humeus bruingrijs zand;
- Vanaf 0,40 m -mv tot 1,50 m -mv : matig fijn, zwak siltig grijsbruin zand met sporen

- Vanaf 1,50 m –mv tot 2,00 m –mv : gley;
- Vanaf 2,00 m –mv tot 2,20 m –mv : matig fijn, zwak siltig grijsbruin zand;
- Vanaf 2,20 m –mv tot 2,70 m –mv : sterk zandig donker bruingrijs veen;
- Vanaf 2,70 m –mv tot 3,20 m –mv : matig fijn, matig siltig bruingrijs zand met brokken leem;
- Vanaf 3,20 m –mv tot 3,40 m –mv : matig siltig blauwgrijs klei;
- Vanaf 3,40 m –mv tot 3,90 m –mv : matig fijn, sterk siltig blauwgrijs zand;
- Vanaf 3,90 m –mv tot 4,00 m –mv : zwak siltig blauwgrijze klei.

#### *Boring III.*

- Maaiveld tot 0,70 m –mv : matig fijn, zwak siltig, zwak humeus grijsbruin zand met brokken leem;
- Vanaf 0,70 m –mv tot 0,80 m –mv : sterk zandig bruingrijs leem;
- Vanaf 0,80 m –mv tot 1,10 m –mv : matig fijn, zwak siltig grijsbruin zand met brokken leem;
- Vanaf 1,10 m –mv tot 2,00 m –mv : matig fijn, zwak siltig grijsbeige zand met laagjes leem;
- Vanaf 2,00 m –mv tot 3,00 m –mv : matig fijn, matig siltig licht grijsbruin zand;
- Vanaf 3,00 m –mv tot 3,90 m –mv : matig fijn, matig siltig neutraalgrijs zand;
- Vanaf 3,90 m –mv tot 4,00 m –mv : zwak siltig neutraalgrijze klei.

#### *Boring IV.*

- Maaiveld tot 0,40 m –mv : matig fijn, zwak siltig, zwak humeus grijsbruin zand;
- Vanaf 0,40 m –mv tot 0,60 m –mv : matig fijn, zwak siltig, matig gleyhoudend bruinoranje zand;
- Vanaf 0,60 m –mv tot 0,80 m –mv : zwak siltig lichtgrijze klei;
- Vanaf 0,80 m –mv tot 1,20 m –mv : matig fijn, zwak siltig zand met sporen gley;
- Vanaf 1,20 m –mv tot 1,40 m –mv : sterk kleilig donker grijsbruin veen;
- Vanaf 1,40 m –mv tot 3,00 m –mv : matig fijn, matig siltig grijsbeige zand;
- Vanaf 3,00 m –mv tot 4,00 m –mv : zeer fijn, matig siltig neutraal bruingrijs zand.

#### *Boring V.*

- Maaiveld tot 0,70 m –mv : zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus licht bruingrijs zand;
- Vanaf 0,70 m –mv tot 2,90 m –mv : matig fijn, zwak siltig grijsbruin zand;
- Vanaf 2,90 m –mv tot 3,00 m –mv : zwak zandig bruingrijs leem;
- Vanaf 3,00 m –mv tot 3,50 m –mv : matig fijn, sterk siltig bruingrijs zand;
- Vanaf 3,50 m –mv tot 4,00 m –mv : matig fijn, zwak siltig bruingrijs zand.

#### *Boring VI.*

- Maaiveld tot 0,40 m –mv : zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus neutraalgrijs zand;
- Vanaf 0,40 m –mv tot 0,70 m –mv : zeer fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend licht oranjegrijs zand met brokken leem;
- Vanaf 0,70 m –mv tot 2,00 m –mv : matig fijn, zwak siltig licht bruingrijs zand;
- Vanaf 2,00 m –mv tot 3,70 m –mv : matig fijn, zwak siltig licht grijsbruin zand;
- Vanaf 3,70 m –mv tot 4,00 m –mv : matig fijn, sterk siltig bruingrijs zand.

### 2.2.2 Boringen t.b.v. infiltratieonderzoek (Constand Head):

#### Boring 4, 12, 16 & 18.

- Maaiveld tot 0,40/0,50 m –mv : matig fijn, zwak siltig, zwak humeus bruingrijs zand;
- Vanaf 0,50 m –mv. tot 1,20 m –mv : matig fijn, zwak siltig licht geelgrijs zand met sporen gley.

#### Boring 5, 11 & 20.

- Maaiveld tot 0,40/0,50 m –mv : matig fijn, zwak siltig, zwak humeus bruingrijs zand;
- Vanaf 0,50 m –mv. tot 1,20 m –mv : matig fijn, zwak siltig licht geelgrijs zand met sporen gley en laagjes/brokken leem.

### 2.2.3 Overige boringen tot 1,00 m –mv

De overige boringen kunnen samenvattend als volgt worden omschreven:

- Maaiveld tot 0,50/0,70 m –mv : zeer/matig fijn, zwak siltig, zwak humeus donker grijsbruin zand;
- 0,50 m –mv tot 1,00 m –mv : matig fijn, zwak siltig, zwak/sporen gleyhoudend, neutraal grijsbruin/grijsbeige zand;
- In verschijnende boringen zijn brokken leem dan wel leemlagen aangetroffen;
- In de boringen 9, 10, 13 en 15 zit op een diepte van ca. 0,50 m –mv. zwak/sterk zandig leem met een dikte variërend van 0,10 – 0,30 m.

## 2.3 Bepaling grondwaterstand

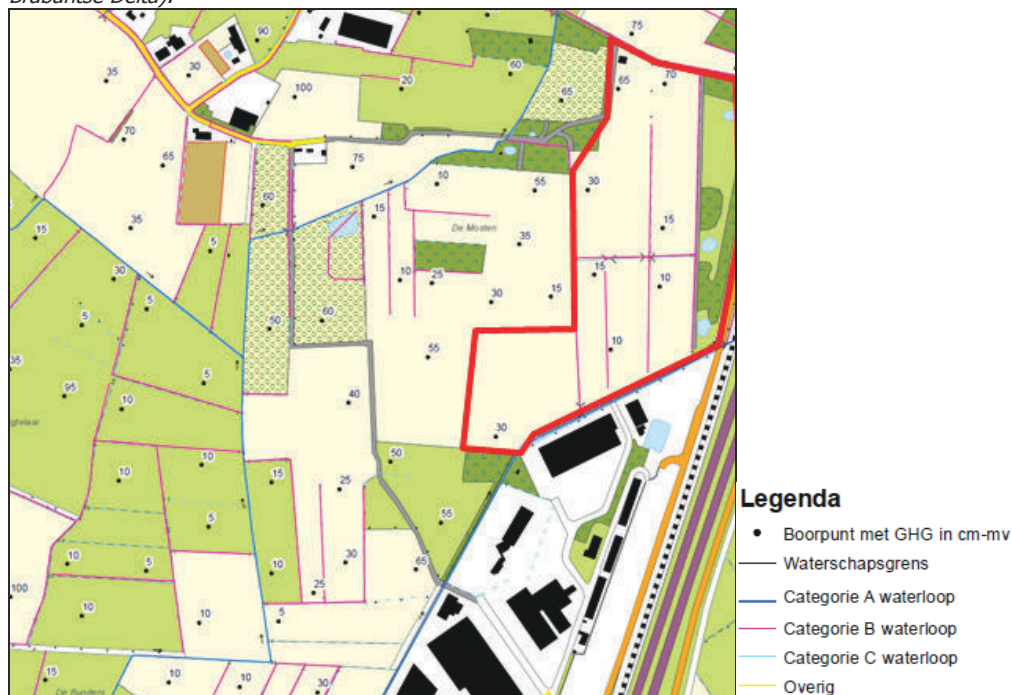
Uit de wateratlas provincie Noord-Brabant blijkt in het plangebied de grondwatertrappen VI (GHG 40-80 & GLG >120) en VII (GHG 80-140 & GLG >120) voor te komen. Deze waarde is verkregen door een regionaal watermodel die gekalibreerd en gevalideerd is op basis van onder andere TNO-gegevens.

De dichtstbijzijnde TNO-peilbuizen zijn op circa 1 km ten noorden van het plangebied op het bedrijventerrein Hazeldonk gelegen. De meetdate van de peilbuizen betreft geen recente meetdata (tot 2004). De geohydrologische omstandigheden op bedrijventerrein Hazeldonk hoeven niet vergelijkbaar te zijn met de situatie van het BCT-terrein. De TNO-peilbuizen kunnen niet als representatief worden beschouwd.

Ter plaatse is de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) bekend. Door het waterschap is een kaart met de GHG van de bovenloop van de Hazeldonkse Beek zoals bepaald door Alterra in het kader van de landinrichting Weerij-Zuid beschikbaar gesteld. In afbeelding 2.3 is een uitsnede ter plaatse van de ontwikkelingslocatie weergegeven. Aan de hand van de bodemkartering van 2007 zou de GHG tot 0,10 m –mv komen. De maatgevende ontwateringsdiepte voor bedrijfsterreinen bedraagt 0,70 m –mv. Met een GHG tot 0,10 m –mv wordt de ontwateringsdiepte voor het BCT-terrein niet gehaald. Door de zeer hoge GHG is er meer inzicht gewenst in de grondwaterfluctuatie. Om de fluctuatie van het grondwater in beeld te brengen worden de zes geplaatste peilbuizen (bijlage 1) voor 1 jaar gemonitord om de GH3<sup>1</sup> situatie ter hoogte van het BCT-terrein fase I en II in beeld te brengen.

<sup>1</sup> GHG: voor de gemiddeld hoogste grondwaterstand worden jaarlijks de 3 hoogste grondwaterstanden op de 14<sup>e</sup> en 28<sup>ste</sup> gemiddeld (HG3) over de periode van 1 april tot en met 31 maart (hydrologisch jaar) en het gemiddelde van deze jaarlijkse HG3-waarden over een periode van tenminste 8 jaar waarin geen ingrepen hebben plaatsgevonden wordt gebruikt als GHG.

Afbeelding 2.3 : GHG volgens bodemkartering Alterra 2007, ontwikkelingslocatie rood omkaderd (bron: waterschap Brabantse Delta).



## 2.4 Infiltratieonderzoek conform K-sat-methode

Om de doorlaatfactor (k-waarde) van de bodemlagen boven het grondwater (onverzadigde zone) te bepalen zijn op d.d. 7 juli 2015 met het K-Sat meetinstrument een zevental in-situ testen uitgevoerd. De meetprocedure staat bekend als "constant-head", en kan tot een diepte van 4,00 m -mv. boven de grondwaterstand worden uitgevoerd.

Ten behoeve van het infiltratieonderzoek is een waterkolom met een bepaalde hoogte in het boorgat gerealiseerd, waarnaar de hoeveelheid water is gemeten die per tijdseenheid nodig was om de waterkolom op een constante hoogte te houden. De meting is doorgezet tot het benodigde debiet min of meer constant was. Aan de hand van het uitstromende debiet en een vormfactor volgens Glover is de verzadigde doorlaatfactor bepaald (zie bijlage 3).

Daarnaast zijn er op d.d. 1 juli 2015 drie boorgatmethode, conform de Hooghoudt methode, in de verzadigde zone uitgevoerd. Hiervoor wordt een peilbuis geplaatst onder de grondwaterstand waar vervolgens grondwater aan wordt onttrokken. Vervolgens wordt bijgehouden hoe lang het duurt voordat de originele grondwaterstand in de peilbuis herstelt.

Hierna volgend worden de verkregen waarden middels beide methoden (constant-head: boorlocatie 4, 5, 11, 12, 16, 18 en 20, omgekeerde boorgatmethode: PbI, PbII en PbV) in tabelvorm weergegeven. Voor een weergave van de berekeningsmethodiek wordt verwezen naar bijlage 3 & 4.

Tabel 2.4: Overzicht k-waarden.

Infiltratielocatie	k-waarde (m/24h)	Infiltratiediepte
<b>Constant-head</b>		
Boorlocatie 4	6,46	1,20 m –mv.
Boorlocatie 5	7,04	1,20 m –mv.
Boorlocatie 11	5,96	0,90 m –mv.
Boorlocatie 12	7,04	1,10 m –mv.
Boorlocatie 16	7,28	0,90 m –mv.
Boorlocatie 18	7,72	0,80 m –mv.
Boorlocatie 20	6,74	1,00 m –mv.
<b>Hooghoudt (boorgatmethode)</b>		
PB I	2,06	4,00 m –mv.
PB II	0,64	3,90 m –mv.
PB V	10,47	4,00 m –mv.

De gemeten k-waarde vanuit de Constant-head tot op een diepte van 1,20 m –mv ondersteunen elkaar. De bodem ter plaatsen van de infiltratieproeven tot 1,20 m –mv betreft bij alle proeven matig fijn, zwak siltig, waarbij in boorlocatie 11, laagjes leem zijn aangetroffen. De gemiddelde k-waarde tot op een diepte van 1,20 m –mv komt uit op 6,89 m/dag.

De gemeten k-waarde vanuit de Constant-head tot op een diepte van 4,00 m –mv lopen uiteen van 0,64 m/dag tot 10,47 m /dag. Dit heeft voornamelijk te maken met de dan wel niet aanwezige leem- en kleilagen. In het bijzonder de infiltratie bij boring II wordt beïnvloed door de aanwezigheid van dikke kleilagen. Boring I heeft net boven de filterbuis een leemlaag van 30 cm, welke bij boring V slecht 10 cm bedraagt. De aanwezige leem- en kleilagen in de diepere ondergrond, leiden er toe dat de gemeten k-waarden op deze diepte niet gemiddeld mogen worden.

## 2.5 Zeefkrommen

Van de filterdiepte van peilbuis PBI en PBV is een (meng)monster genomen ten behoeve van de SCG zeefkromme bepaling. Van peilbuis PB II is een extra monster genomen wegens de aanwezigheid van klei. Van de boorlocaties 4, 5, 11 en 12 is van de laag op een diepte van ca. 1,00 m –mv een (meng)monster genomen. Het laatste mengmonster is genomen voor de boorlocaties 16, 18 en 20 op een diepte van ca. 0,90 m –mv. Onderstaand zijn de resultaten van de SCG zeefkromme bepalingen weergegeven (zie bijlage 5).

Tabel 2.5: Resultaten SCG Zeefkromme.

Monster	Boring	Diepte	Bodemopbouw	k-waarde
Zeefkromme 1	PB I	3,00 tot 4,00 m –mv.	matig fijn, sterk siltig zand	0,53 m/dag
	PB V	3,00 tot 4,00 m –mv.	matig fijn, zwak/sterk siltig zand	
Zeefkromme 2	PB II	2,90 tot 3,90 m –mv.	matig fijn, sterk siltig zand zwak/matig siltig klei	0,03 m/dag
Zeefkromme 3	4	0,40 tot 1,20 m –mv.	matig fijn, zwak siltig zand matig fijn, matig siltig zand, brokken leem matig fijn, zwak siltig zand, laagjes leem matig fijn, zwak siltig zand	4,54 m/dag
	5	0,50 tot 1,20 m –mv.		
	11	0,50 tot 0,90 m –mv.		
	12	0,50 tot 1,10 m –mv.		
Zeefkromme 4	16	0,50 tot 0,90 m –mv.	matig fijn, zwak siltig zand matig fijn, zwak siltig zand matig fijn, zwak siltig zand, brokken leem	2,69 m/dag
	18	0,50 tot 0,80 m –mv.		
	20	0,40 tot 1,00 m –mv.		

De opbouw van de zandlagen verloopt van zwak siltig tot sterk siltig.

### 3 CONCLUSIE BODEM- EN INFILTRATIEONDERZOEK

De bodem in het plangebied betreft zeer tot matig fijn, zwak siltig zand. In verschijnende boringen zijn brokken leem dan wel leemlagen aangetroffen. In vier ondiepere en twee diepere boringen zit op een diepte van 0,50 m –mv. zwak/sterk zandig leem met een dikte variërend van 0,10 – 0,30 m. Twee andere diepere boringen hebben een kleilaag op een diepte van 2,70 m –mv..

De gegevens vanuit de wateratlas komen niet geheel overeen met de gegevens in het kader van de landinrichting Weerij-Zuid. Aan de hand van de bodemkatering van 2007 zou de GHG tot 0,10 m-mv komen. De maatgevende ontwateringsdiepte voor bedrijfsterreinen bedraagt 0,70 m –mv. Door de zeer hoge GHG is er meer inzicht gewenst in de grondwaterfluctuatie. Om de fluctuatie van het grondwater in beeld te brengen worden de zes geplaatste peilbuizen voor 1 jaar gemonitord om de GH3 situatie ter hoogte van het BCT-terrein fase I en II in beeld te brengen.

Conform de Leidraad Riolering, C2200 Hydraulisch functioneren van regenwatervoorzieningen, kan gesteld worden dat goed infiltreren binnen het plangebied mogelijk is wanneer de k-waarde van de bodem in het gebied groter dan of gelijk is aan 1,0 m/dag. De infiltratiecapaciteit op 1,20 m –mv. komt uit op 6,89 m/dag. De gemeten k-waarde op een diepte van 4,00 m –mv lopen uiteen van 0,64 m/dag tot 10,47 m/dag. Dit heeft voornamelijk te maken met de dan wel niet aanwezige leem- en kleilagen. In het bijzonder de infiltratie bij boring II wordt beïnvloed door de aanwezigheid van dikke kleilagen. De k-waarde op een diepte van 4,00 m –mv kan door de aanwezige waterstorende lagen zoals leem en dikke kleilagen niet worden gemiddeld. Deze waterstorende lagen hebben een te grote invloed op de infiltratiewaarde van de bodem.

Vanuit het infiltratieonderzoek komt de k-waarde op een diepte van 1,20 m –mv (6,89 m/dag) en 4,00 m –mv (0,64 – 10,47 m/dag) hoger uit dan de resultaten van de zeefkromme. De gemeten doorlatendheid geeft altijd een beter inzicht dan de berekende doorlatendheid op basis van de korrelverdeling. Een zeefkromme is een onafhankelijke, goed beschreven, herhaalbare methode om inzicht in de samenstelling van het bodemmateriaal te krijgen. Een korrelverdelingsanalyse (zeefkromme) houdt geen rekening met de gelaagdheid (leem/klei) en lokale opbouw van de bodem. Juist deze gelaagdheid is erg belangrijk bij de stroming in de bodem. Daarnaast verdwijnt de pakking bij het zeven. Vanuit de zeefkromme is een k-waarde bepaald van 4,54 m/dag en 2,69 m/dag (1,20 m –mv). Een zeefkromme houdt geen rekening met de lokale bodemomstandigheden, zoals de aangetroffen leemlaagjes en brokken leem. Hierdoor geeft de gemeten k-waarde van 6,89 m/dag voor de bovenlaag, waarbij rekening is gehouden met de gelaagdheid van de bodem, het meest representatieve beeld. De k-waarde vanuit de zeefkromme voor de laagdiepte van 4,00 m –mv. ligt rond de 0,03 en 0,53 m/dag. Gezien de aanwezige waterstorende lagen in de diepere bodemopbouw geeft zeker hier de gemeten k-waarde een beter inzicht in de doorlatendheid. De k-waarde op een diepte van 4,00 m-mv lopen uiteen van 0,64 m/dag tot 10,47 m/dag.

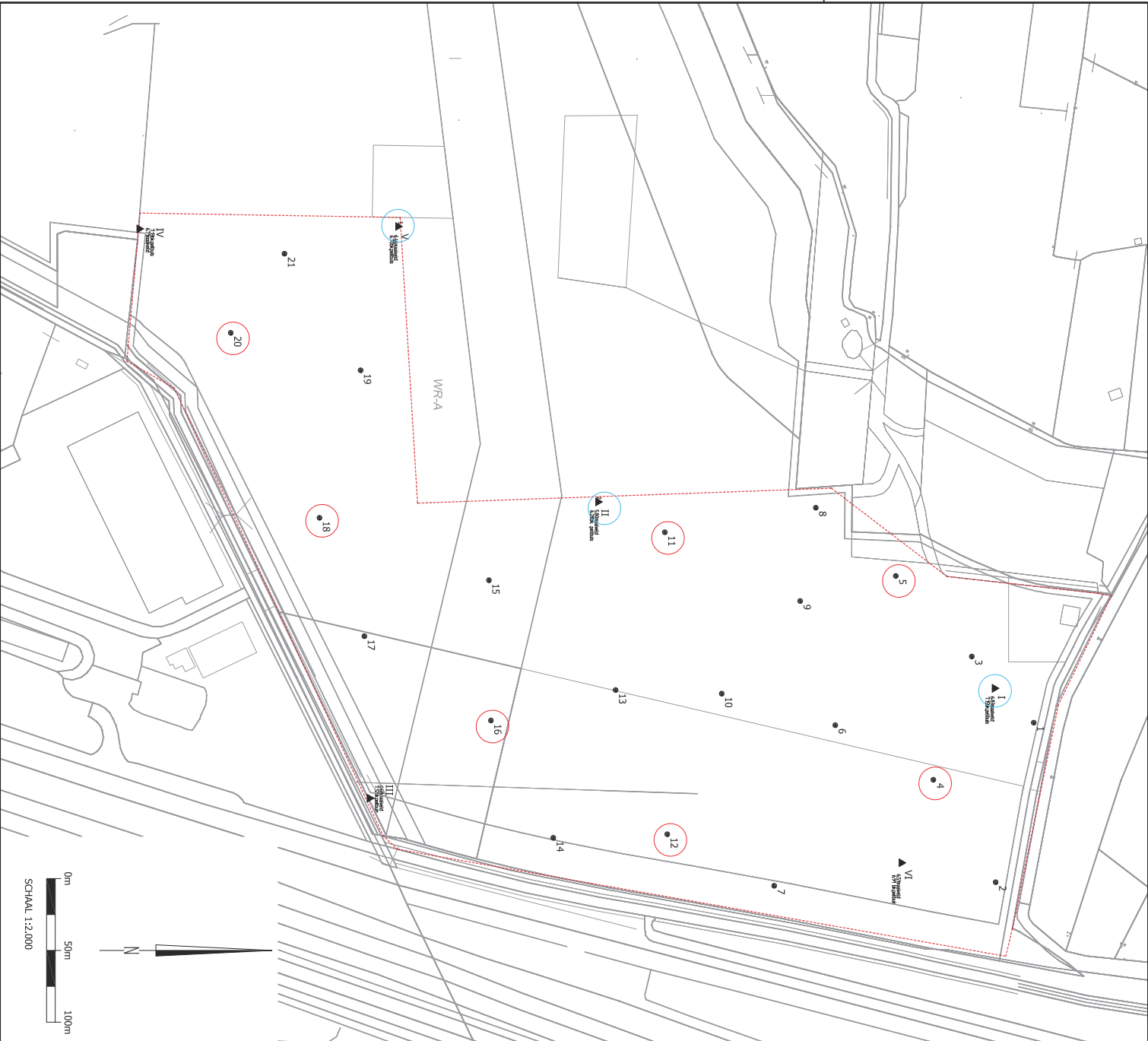
Het waterschap hanteert de trits "infiltreren-bergen-afvoeren" bij realisatie van een retentievoorziening. Het plaatselijk laten infiltreren van grote hoeveelheden regenwater op een diepte van 1,2 m –mv of dieper net boven de leemlaag leidt tot het verhogen van het hangwater met eventueel grondwateroverlast tot gevolg en wordt gezien de bedrijfskundige functie van het plangebied niet geadviseerd.

Het toepassen van ondergrondse infiltratievoorzieningen zoals infiltratiekelders, infiltratie units etc. wordt gezien de te verwachten hoge GHG niet geadviseerd. Tevens dient een infiltratievoorziening boven de GHG te worden gerealiseerd, wat binnen het plangebied met een ondergrondse voorziening niet mogelijk is.

De combinatie zal deels gezocht dienen te worden in infiltratie-bergen-afvoeren. Dit kan doormiddel van het bovengronds vast houden en gedoseerd lozen van regenwater in de vorm van een retentievijver/watergang. Eveneens kan berging gezocht worden in de Hazeldonkse Beek.

## **BIJLAGE 1**

METING BESTAANDE SITUATIE EN BORINGLOCATIES



Onderzoeklocatie

Peilbuis 4 m-niv

Boring 1 m-niv

7-eal constant head 2 m-niv

3-eal hooghoudt (pomp)

### LEGENDA

Maten in meters

Buisdiameters in mm's

Coördinaten t.o.v. RD

Hoogtematen t.o.v. N.A.P.

## DEFINITIEF

project		BCT Zundert	
opdrachtgever		te Zundert	
BCT B.V.		20130540-01	
onderdeel		Geohydrologisch onderzoek	
Stuurlaatschakeling met boorprofielen en metingen		6120	
gft.		per.	datum
			24-09-2015
ak.		per.	formaat
			A2
		schaal	1:2000

nr.	A	B	C	D	E	F
wijziging						
datum						
gemaakt						
gemaakt						

AGEL

adviseurs

hoofvesten 20b

postbus 4156

4900 cd oostenhout

telefoon 0162 - 45 64 81

telefax 0162 - 43 55 88

website www.ageladviseurs.nl

email info@ageladviseurs.nl

Beerland

certificering

ISO 9001

EN-ENISO 9001

bestandsnaam: C:\Projecten\20130540-01 BCT Zundert\06\Water & ecologie\1\_gEO-hydrologisch onderzoek\tekeningen basis\20130540-01\_6120\_2015-07-03.dwg

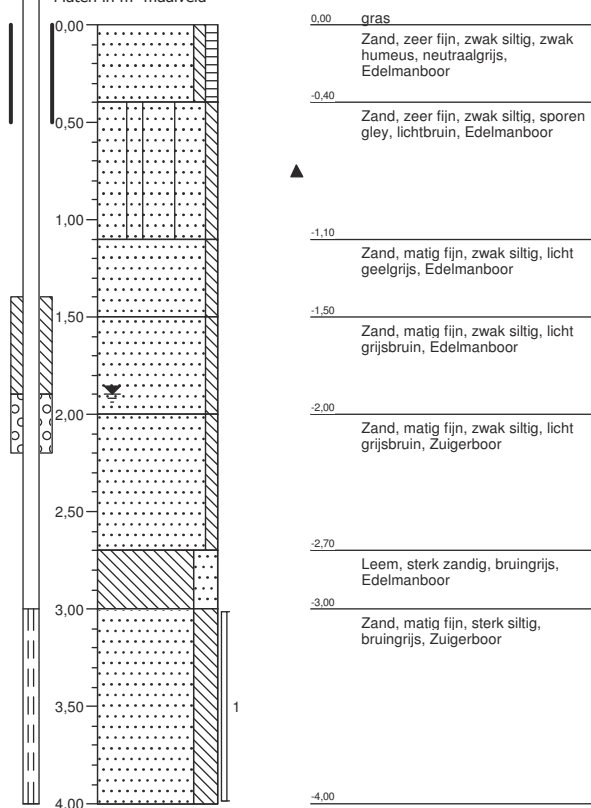
**BIJLAGE 2**

BOORSTATEN

## Boring: I

Datum: 30-06-2015

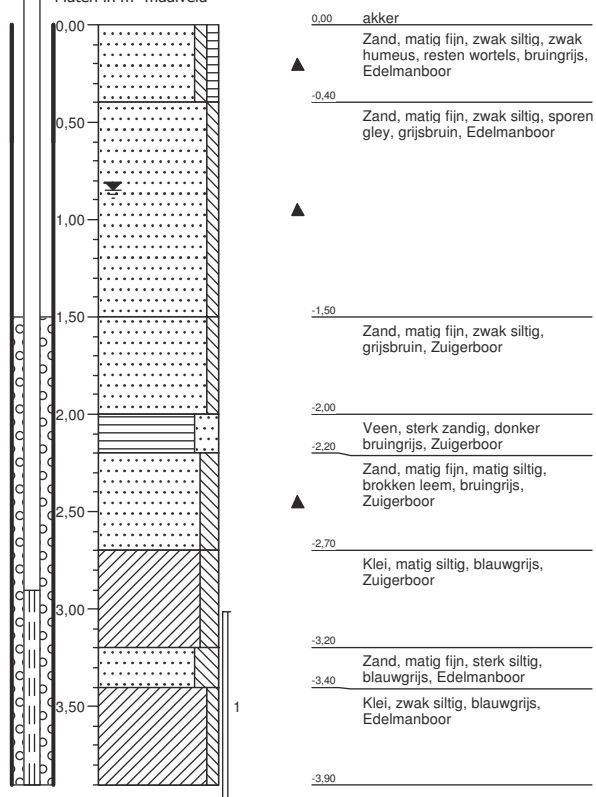
Maten in m -maaiveld



## Boring: II

Datum: 01-07-2015

Maten in m -maaiveld



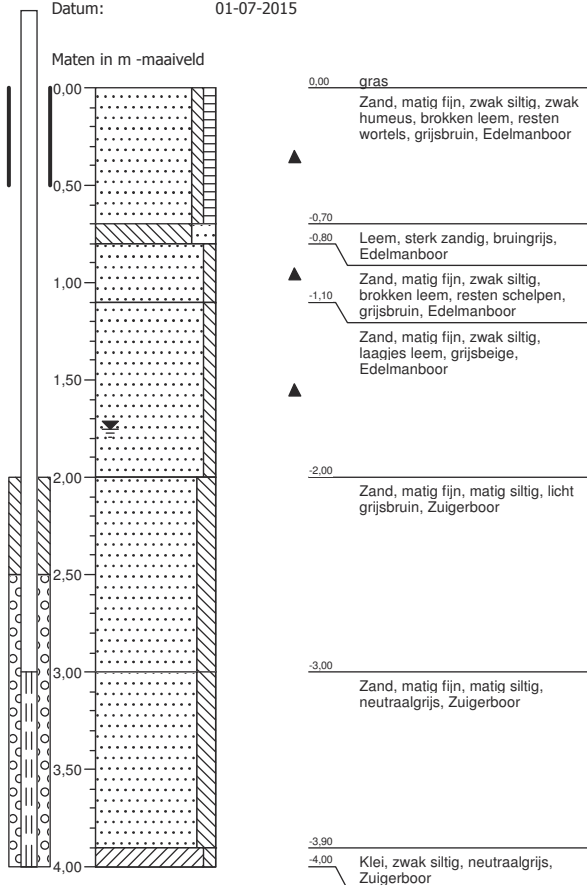
Projectnaam: geo-hydrologisch onderzoek en grondwatermonitoring te Zundert

Projectcode: 20130540-01

Boormeester: MvAst

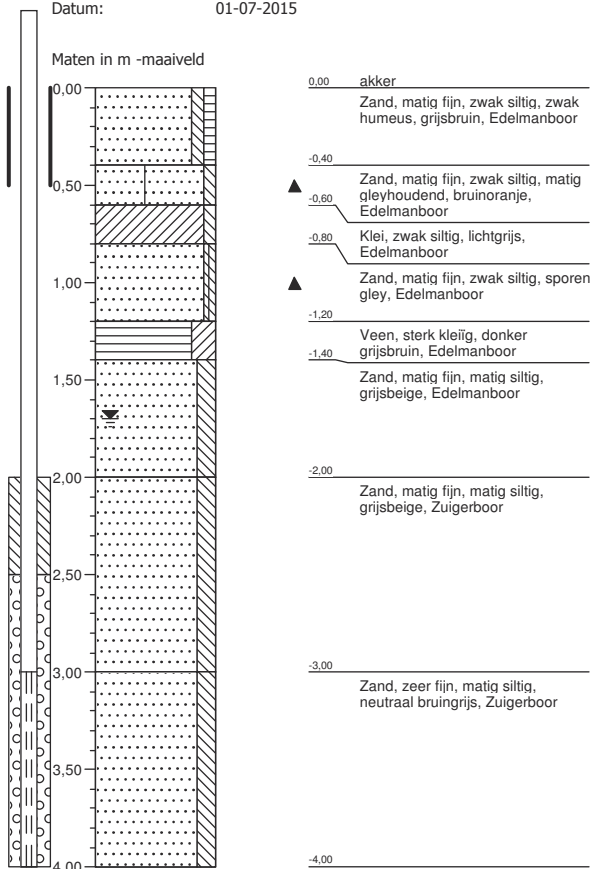
## Boring: III

Datum: 01-07-2015



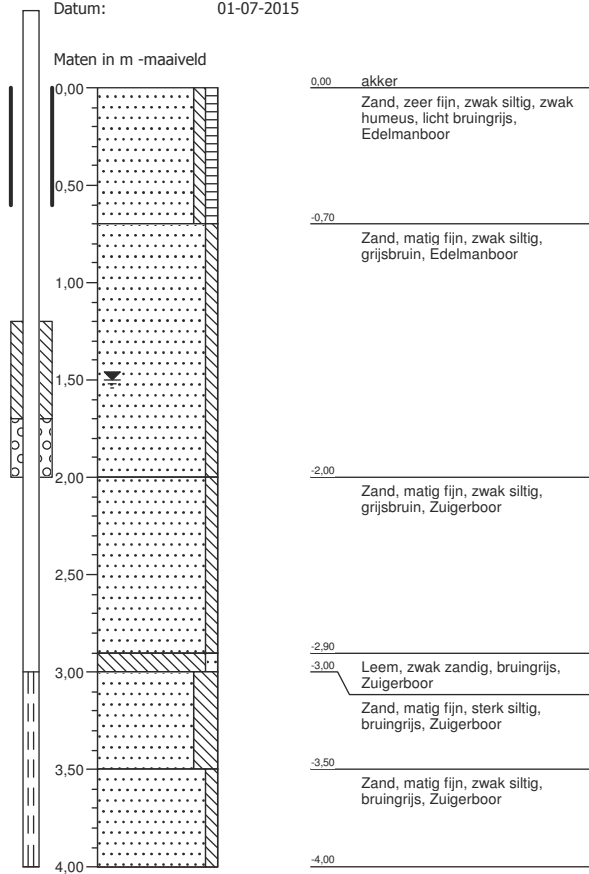
## Boring: IV

Datum: 01-07-2015



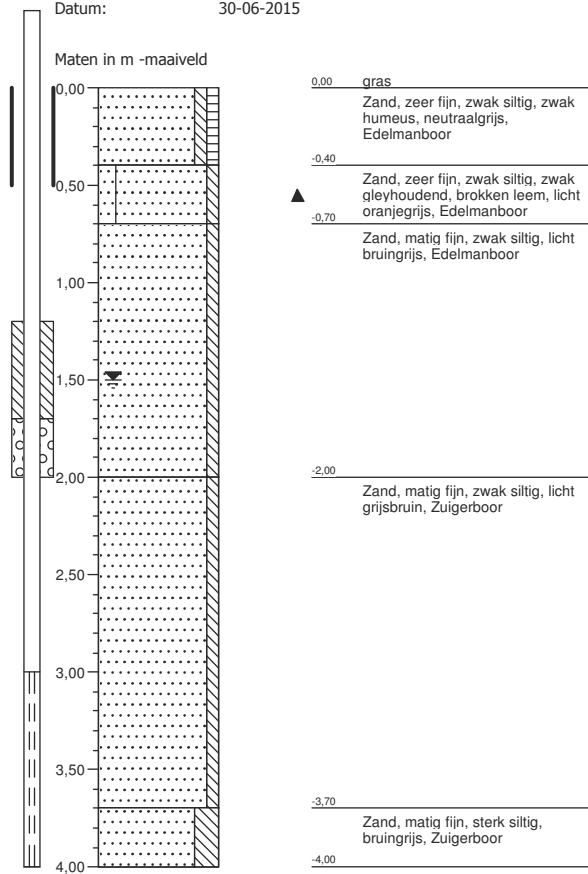
## Boring: V

Datum: 01-07-2015



## Boring: VI

Datum: 30-06-2015



Projectnaam: geo-hydrologisch onderzoek en grondwatermonitoring te Zundert

Projectcode: 20130540-01

Boormeester: MvAst



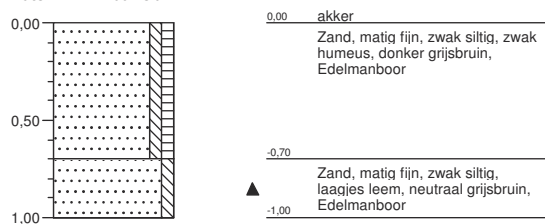
2001, 2002

'Getekend volgens NEN 5104'

## Boring: 1

Datum: 30-06-2015

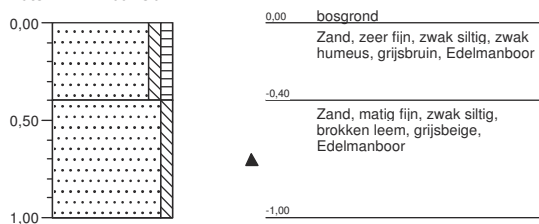
Maten in m -maaiveld



## Boring: 2

Datum: 30-06-2015

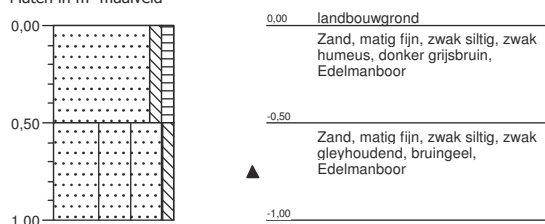
Maten in m -maaiveld



## Boring: 3

Datum: 30-06-2015

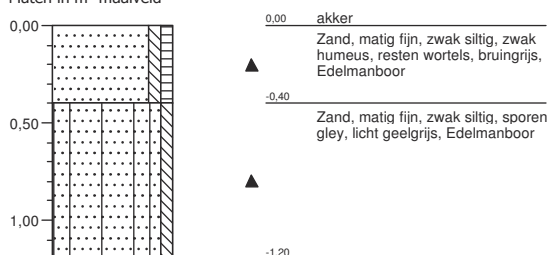
Maten in m -maaiveld



## Boring: 4

Datum: 08-07-2015

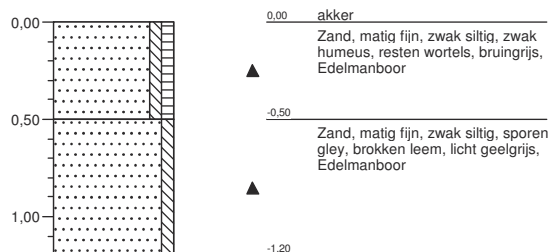
Maten in m -maaiveld



## Boring: 5

Datum: 08-07-2015

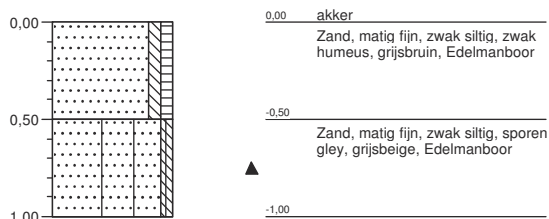
Maten in m -maaiveld



## Boring: 6

Datum: 30-06-2015

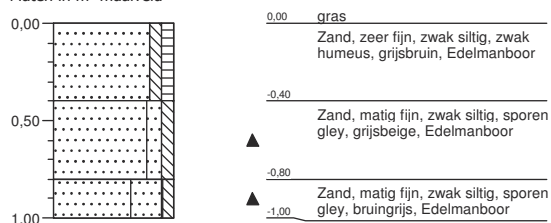
Maten in m -maaiveld



## Boring: 7

Datum: 30-06-2015

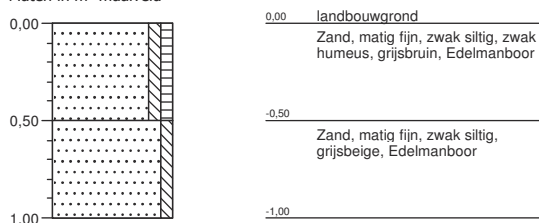
Maten in m -maaiveld



## Boring: 8

Datum: 30-06-2015

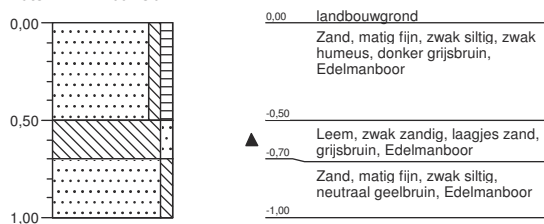
Maten in m -maaiveld



## Boring: 9

Datum: 30-06-2015

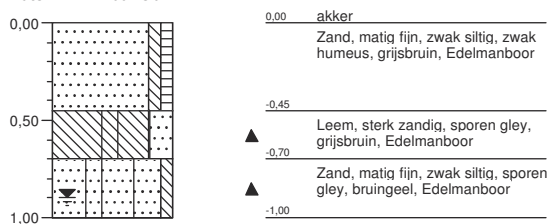
Maten in m -maaiveld



## Boring: 10

Datum: 30-06-2015

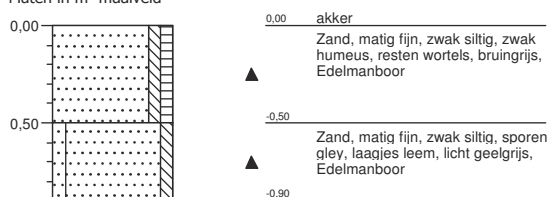
Maten in m -maaiveld



## Boring: 11

Datum: 08-07-2015

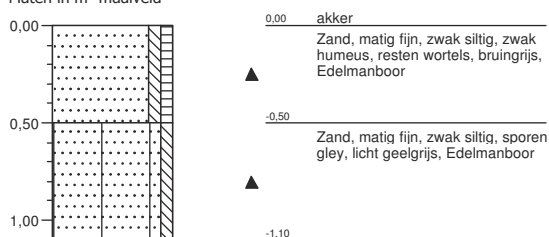
Maten in m -maaiveld



## Boring: 12

Datum: 08-07-2015

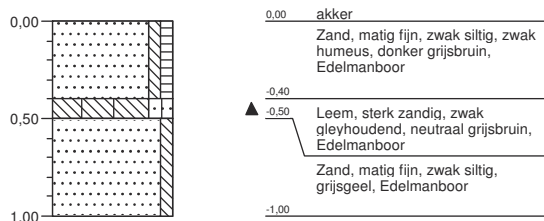
Maten in m -maaiveld



## Boring: 13

Datum: 30-06-2015

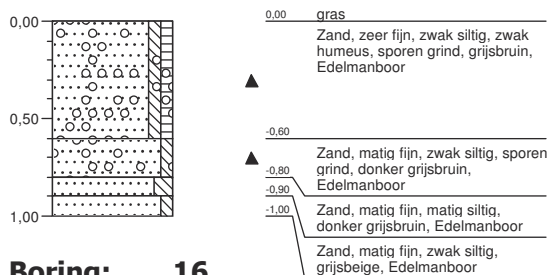
Maten in m -maaiveld



## Boring: 14

Datum: 30-06-2015

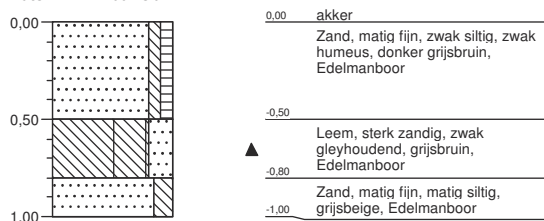
Maten in m -maaiveld



## Boring: 15

Datum: 30-06-2015

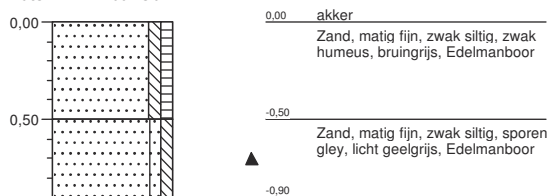
Maten in m -maaiveld



## Boring: 16

Datum: 08-07-2015

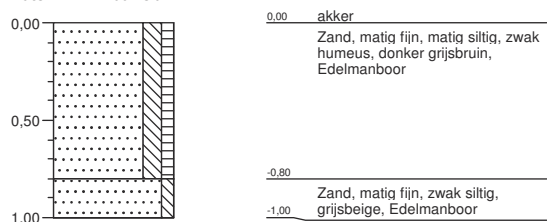
Maten in m -maaiveld



## Boring: 17

Datum: 30-06-2015

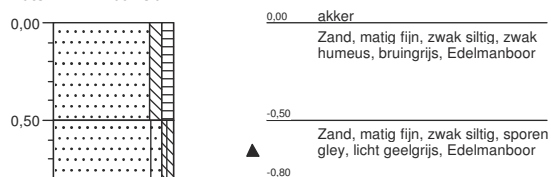
Maten in m -maaiveld



## Boring: 18

Datum: 08-07-2015

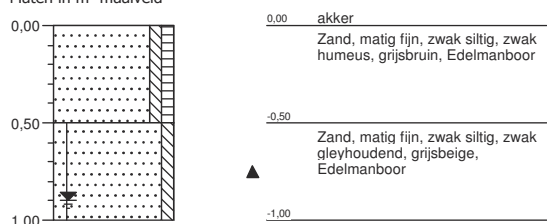
Maten in m -maaiveld



## Boring: 19

Datum: 30-06-2015

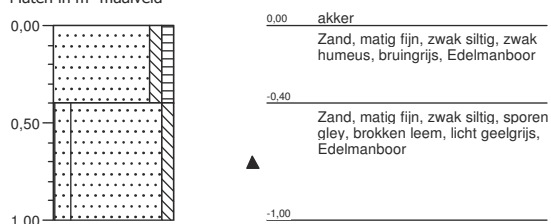
Maten in m -maaiveld



## Boring: 20

Datum: 08-07-2015

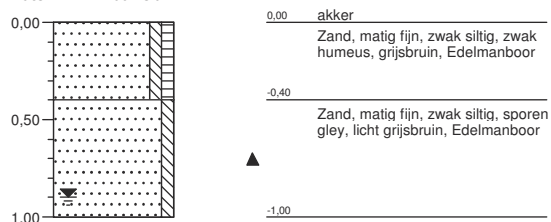
Maten in m -maaiveld



## Boring: 21

Datum: 30-06-2015

Maten in m -maaiveld



Projectnaam: geo-hydrologisch onderzoek en grondwatermonitoring te Zundert

Projectcode: 20130540-01

Boormeester: MvAst

## **BIJLAGE 3**

CONSTANT-HEAD

**K-waarde berekening Compact Constant Head Permeameter**

**Opdrachtgever:** Treeport Europe B.V.  
**Project:** 20130540-01  
**Boorgatnummer:** 4  
**Datum:** 7-jul-15

Waarde afhankelijk van de onderzochte diepte:						
diepte boorgat D cm	diepte tot stabiel peil d cm	waterdiepte stabiel peil H=D-d cm	1 Constante druk buis H1 cm	2 Constante druk buizen H1+50 cm	3 Constante druk buizen H1+100 cm	4 Constante druk buizen H1+150 cm
120,0	104,0	16,0		89,0		

Invoeren meetresultaten					tijdstraject delta t sec	zakking waterstand delta y cm	volume water A cm <sup>3</sup>	volume water B cm <sup>3</sup>	volume Q cm <sup>3</sup> /min	volume Q cm <sup>3</sup> /h
diepte boorgat D cm	Pijlschaal beginpijl P1 cm	Pijlschaal eindpijl P2 cm	tijd begin t sec	tijd eind t sec						
120,0	43,0	42,0	0	10	10	1,0		105,0	630,0	37800
120,0	42,0	40,5	10	20	10	1,5		157,5	945,0	56700
120,0	40,5	39,0	20	30	10	1,5		157,5	945,0	56700
120,0	39,0	38,0	30	40	10	1,0		105,0	630,0	37800
120,0	38,0	36,5	40	50	10	1,5		157,5	945,0	56700
120,0	36,5	35,5	50	60	10	1,0		105,0	630,0	37800
120,0	35,5	34,5	60	70	10	1,0		105,0	630,0	37800
120,0	34,5	33,5	70	80	10	1,0		105,0	630,0	37800
120,0	33,5	32,5	80	90	10	1,0		105,0	630,0	37800

De meting is correct uitgevoerd als er minstens drie maal achter elkaar in een constant tijdstraject eenzelfde volume water wordt geïnfilteerd.

De zakking van de waterstand (delta y) bij een vast tijdstraject (delta t) is constant.

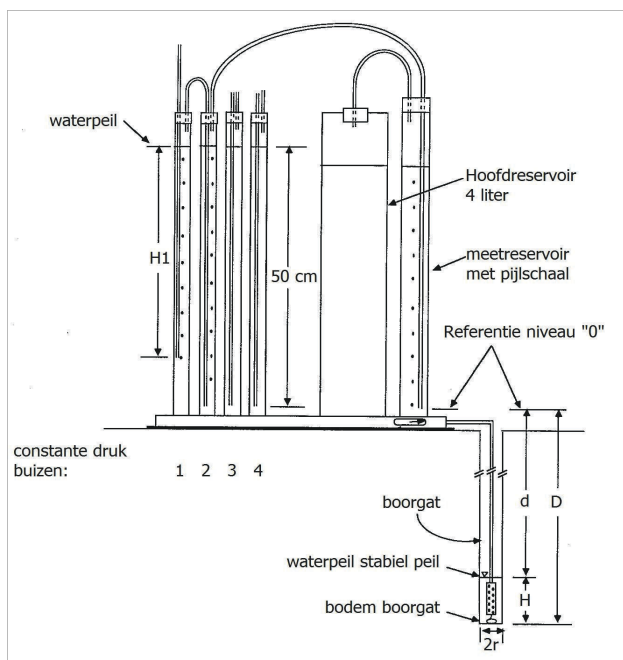
$$A = \frac{\text{Sinh}^{-1}(H/r) - \sqrt{(r/H)^2 + 1} + (r/H)}{2\pi H^2}$$

$$K_{\text{sat}} = A * Q$$

A CCHP	H	H/r
l/cm <sup>2</sup>	cm	cm/cm
0,000712	16,00	3,20

volume Q	Ksat A * Q	K-waarde
cm <sup>3</sup> /h	cm/h	m/d
37800	26,90	6,46

r	straal van het boorgat (boordiameter afhankelijk)	5	cm
D	diepte van het boorgat vanaf referentieniveau "0"		cm
H	waterdiepte bij stabiel peil		cm
d	diepte tot het waterpeil stabiel peil vanaf referentieniveau "0"		cm
P1	pijlschaal aflezing aan het begin van een tijdsinterval		cm
P2	pijlschaal aflezing aan het eind van een tijdsinterval		cm
delta t	tijdsinterval tussen twee aflezingen pijlschaal		sec
delta y	daling waterstand in meetreservoir met pijlschaal in		cm
Volume A	alleen het meetreservoir gebruikt	20	cm <sup>3</sup>
Volume B	meetreservoir en hoofdreservoir gebruikt	105	cm <sup>3</sup>



**K-waarde berekening Compact Constant Head Permeameter**

**Opdrachtgever:** Treeport Europe B.V.  
**Project:** 20130540-01  
**Boorgatnummer:** 5  
**Datum:** 7-jul-15

Waarde afhankelijk van de onderzochte diepte:						
diepte boorgat D cm	diepte tot stabiel peil d cm	waterdiepte stabiel peil H=D-d cm	1 Constante druk buis H1 cm	2 Constante druk buizen H1+50 cm	3 Constante druk buizen H1+100 cm	4 Constante druk buizen H1+150 cm
120,0	105,0	15,0		89,0		

Invoeren meetresultaten					tijdstraject delta t sec	zakking waterstand delta y cm	volume water A cm <sup>3</sup>	volume water B cm <sup>3</sup>	volume Q cm <sup>3</sup> /min	volume Q cm <sup>3</sup> /h
diepte boorgat D cm	Pijlschaal beginpijl P1 cm	Pijlschaal eindpijl P2 cm	tijd begin t sec	tijd eind t sec						
120,0	34,6	32,5	0	10	10	2,1		220,5	1323,0	79380
120,0	32,5	30,5	10	20	10	2,0		210,0	1260,0	75600
120,0	30,5	29,5	20	30	10	1,0		105,0	630,0	37800
120,0	29,5	28,0	30	40	10	1,5		157,5	945,0	56700
120,0	28,0	27,0	40	50	10	1,0		105,0	630,0	37800
120,0	27,0	26,0	50	60	10	1,0		105,0	630,0	37800
120,0	26,0	25,0	60	70	10	1,0		105,0	630,0	37800
120,0	25,0	24,0	70	80	10	1,0		105,0	630,0	37800

De meting is correct uitgevoerd als er minstens drie maal achter elkaar in een constant tijdstraject eenzelfde volume water wordt geïnfilteerd.  
 De zakking van de waterstand (delta y) bij een vast tijdstraject (delta t) is constant.

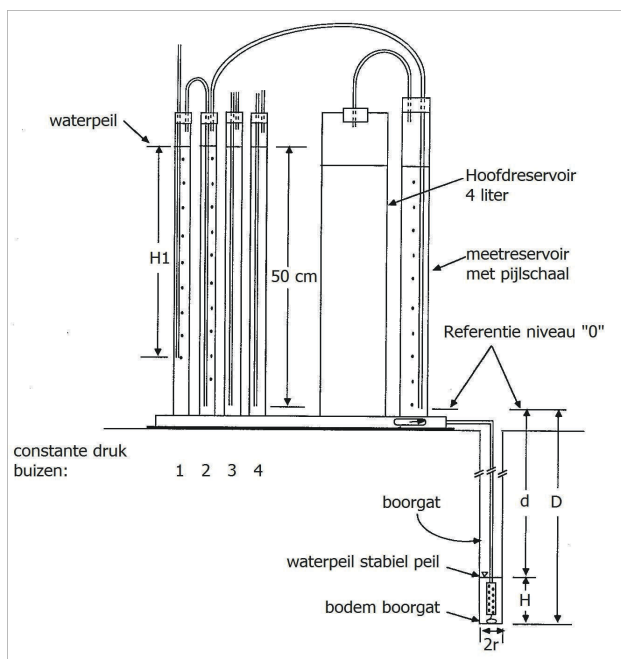
$$A = \frac{\text{Sinh}^{-1}(H/r) - \sqrt{(r/H)^2 + 1} + (r/H)}{2\pi H^2}$$

$$K_{\text{sat}} = A * Q$$

A CCHP	H	H/r
l/cm <sup>2</sup>	cm	cm/cm
0,000776	15,00	3,00

volume Q	Ksat A * Q	K-waarde
cm <sup>3</sup> /h	cm/h	m/d
37800	29,35	7,04

r	straal van het boorgat (boordiameter afhankelijk)	5	cm
D	diepte van het boorgat vanaf referentieniveau "0"		cm
H	waterdiepte bij stabiel peil		cm
d	diepte tot het waterpeil stabiel peil vanaf referentieniveau "0"		cm
P1	pijlschaal aflezing aan het begin van een tijdsinterval		cm
P2	pijlschaal aflezing aan het eind van een tijdsinterval		cm
delta t	tijdsinterval tussen twee aflezingen pijlschaal		sec
delta y	daling waterstand in meetreservoir met pijlschaal		cm
Volume A	alleen het meetreservoir gebruikt	20	cm <sup>3</sup>
Volume B	meetreservoir en hoofdreservoir gebruikt	105	cm <sup>3</sup>



**K-waarde berekening Compact Constant Head Permeameter**

**Opdrachtgever:** Treeport Europe B.V.  
**Project:** 20130540-01  
**Boorgatnummer:** 11  
**Datum:** 7-jul-15

Waarde afhankelijk van de onderzochte diepte:						
diepte boorgat D cm	diepte tot stabiel peil d cm	waterdiepte stabiel peil H=D-d cm	1 Constante druk buis H1 cm	2 Constante druk buizen H1+50 cm	3 Constante druk buizen H1+100 cm	4 Constante druk buizen H1+150 cm
90,0	80,0	10,0		81,5		

Invoeren meetresultaten					tijdstraject delta t sec	zakking waterstand delta y cm	volume water A cm <sup>3</sup>	volume water B cm <sup>3</sup>	volume Q cm <sup>3</sup> /min	volume Q cm <sup>3</sup> /h
diepte boorgat D cm	Pijlschaal beginpijl P1 cm	Pijlschaal eindpijl P2 cm	tijd begin t sec	tijd eind t sec						
90,0	18,0	16,0	0	10	10	2,0		210,0	1260,0	75600
90,0	16,0	14,5	10	20	10	1,5		157,5	945,0	56700
90,0	14,5	14,0	20	30	10	0,5		52,5	315,0	18900
90,0	14,0	13,5	30	40	10	0,5		52,5	315,0	18900
90,0	13,5	13,0	40	50	10	0,5		52,5	315,0	18900
90,0	13,0	12,5	50	60	10	0,5		52,5	315,0	18900
90,0	12,5	12,0	60	70	10	0,5		52,5	315,0	18900

De meting is correct uitgevoerd als er minstens drie maal achter elkaar in een constant tijdstraject eenzelfde volume water wordt geïnfiltréerd.  
 De zakking van de waterstand (delta y) bij een vast tijdstraject (delta t) is constant.

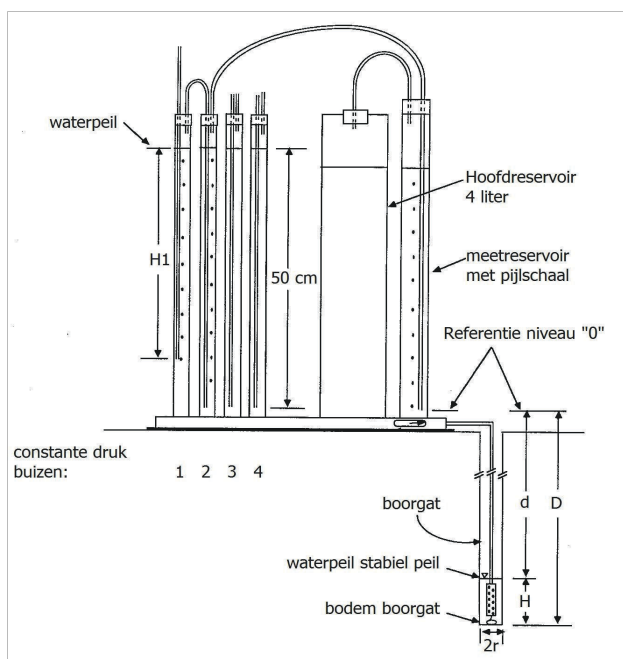
$$A = \frac{\text{Sinh}^{-1}(H/r) - \sqrt{(r/H)^2 + 1} + (r/H)}{2\pi H^2}$$

$$K_{\text{sat}} = A * Q$$

A CCHP	H	H/r
l/cm <sup>2</sup>	cm	cm/cm
0,001314	10,00	2,00

volume Q	Ksat A * Q	K-waarde
cm <sup>3</sup> /h	cm/h	m/d
18900	24,83	5,96

r	straal van het boorgat (boordiameter afhankelijk)	5	cm
D	diepte van het boorgat vanaf referentieniveau "0"		cm
H	waterdiepte bij stabiel peil		cm
d	diepte tot het waterpeil stabiel peil vanaf referentieniveau "0"		cm
P1	pijlschaal aflezing aan het begin van een tijdsinterval		cm
P2	pijlschaal aflezing aan het eind van een tijdsinterval		cm
delta t	tijdsinterval tussen twee aflezingen pijlschaal		sec
delta y	daling waterstand in meetreservoir met pijlschaal in		cm
Volume A	alleen het meetreservoir gebruikt	20	cm <sup>3</sup>
Volume B	meetreservoir en hoofdreservoir gebruikt	105	cm <sup>3</sup>



**K-waarde berekening Compact Constant Head Permeameter**

**Opdrachtgever:** Treeport Europe B.V.  
**Project:** 20130540-01  
**Boorgatnummer:** 12  
**Datum:** 7-jul-15

Waarde afhankelijk van de onderzochte diepte:						
diepte boorgat D cm	diepte tot stabiel peil d cm	waterdiepte stabil peil H=D-d cm	1 Constante druk buis H1 cm	2 Constante druk buizen H1+50 cm	3 Constante druk buizen H1+100 cm	4 Constante druk buizen H1+150 cm
110,0	95,0	15,0		81,5		

Invoeren meetresultaten					tijdstraject delta t sec	zakking waterstand delta y cm	volume water A cm <sup>3</sup>	volume water B cm <sup>3</sup>	volume Q cm <sup>3</sup> /min	volume Q cm <sup>3</sup> /h
diepte boorgat D cm	Pijlschaal beginpijl P1 cm	Pijlschaal eindpijl P2 cm	tijd begin t sec	tijd eind t sec						
110,0	27,2	24,0	0	10	10	3,2		336,0	2016,0	120960
110,0	24,0	21,0	10	20	10	3,0		315,0	1890,0	113400
110,0	21,0	20,0	20	30	10	1,0		105,0	630,0	37800
110,0	20,0	18,5	30	40	10	1,5		157,5	945,0	56700
110,0	18,5	17,5	40	50	10	1,0		105,0	630,0	37800
110,0	17,5	16,5	50	60	10	1,0		105,0	630,0	37800
110,0	16,5	15,5	60	70	10	1,0		105,0	630,0	37800
110,0	15,5	14,5	70	80	10	1,0		105,0	630,0	37800

De meting is correct uitgevoerd als er minstens drie maal achter elkaar in een constant tijdstraject eenzelfde volume water wordt geïnfilteerd.  
 De zakking van de waterstand (delta y) bij een vast tijdstraject (delta t) is constant.

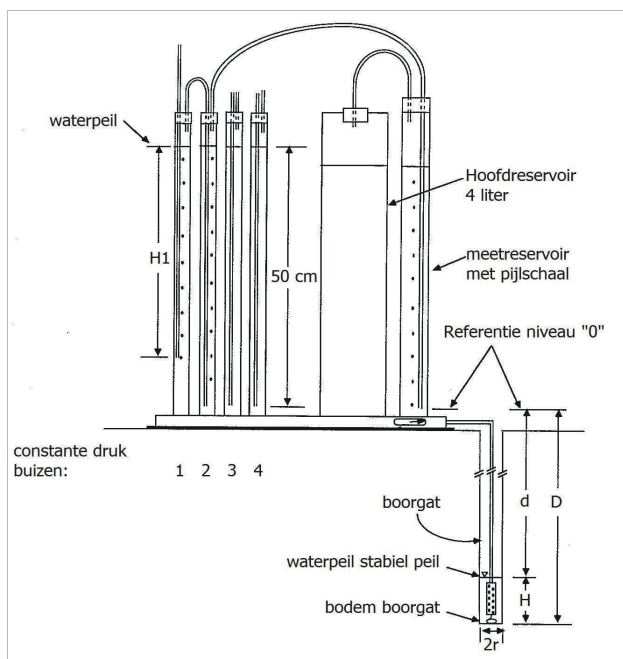
$$A = \frac{\text{Sinh}^{-1}(H/r) - \sqrt{(r/H)^2 + 1} + (r/H)}{2\pi H^2}$$

$$K_{\text{sat}} = A * Q$$

A CCHP	H	H/r
l/cm <sup>2</sup>	cm	cm/cm
0,000776	15,00	3,00

volume Q	Ksat A * Q	K-waarde
cm <sup>3</sup> /h	cm/h	m/d
37800	29,35	7,04

r	straal van het boorgat (boordiameter afhankelijk)	5	cm
D	diepte van het boorgat vanaf referentieniveau "0"		cm
H	waterdiepte bij stabiel peil		cm
d	diepte tot het waterpeil stabiel peil vanaf referentieniveau "0"		cm
P1	pijlschaal aflezing aan het begin van een tijdsinterval		cm
P2	pijlschaal aflezing aan het eind van een tijdsinterval		cm
delta t	tijdsinterval tussen twee aflezingen pijlschaal		sec
delta y	daling waterstand in meetreservoir met pijlschaal		cm
Volume A	alleen het meetreservoir gebruikt	20	cm <sup>3</sup>
Volume B	meetreservoir en hoofdreservoir gebruikt	105	cm <sup>3</sup>



**K-waarde berekening Compact Constant Head Permeameter**

**Opdrachtgever:** Treeport Europe B.V.  
**Project:** 20130540-01  
**Boorgatnummer:** 16  
**Datum:** 7-jul-15

Waarde afhankelijk van de onderzochte diepte:						
diepte boorgat D cm	diepte tot stabiel peil d cm	waterdiepte stabiel peil H=D-d cm	1 Constante druk buis H1 cm	2 Constante druk buizen H1+50 cm	3 Constante druk buizen H1+100 cm	4 Constante druk buizen H1+150 cm
90,0	81,5	8,5		81,5		

Invoeren meetresultaten					tijdstraject delta t sec	zakking waterstand delta y cm	volume water A cm <sup>3</sup>	volume water B cm <sup>3</sup>	volume Q cm <sup>3</sup> /min	volume Q cm <sup>3</sup> /h
diepte boorgat D cm	Pijlschaal beginpijl P1 cm	Pijlschaal eindpijl P2 cm	tijd begin t sec	tijd eind t sec						
90,0	49,8	47,0	0	10	10	2,8		294,0	1764,0	105840
90,0	47,0	46,5	10	20	10	0,5		52,5	315,0	18900
90,0	46,5	46,0	20	30	10	0,5		52,5	315,0	18900
90,0	46,0	45,5	30	40	10	0,5		52,5	315,0	18900
90,0	45,5	45,0	40	50	10	0,5		52,5	315,0	18900
90,0	45,0	44,5	50	60	10	0,5		52,5	315,0	18900
90,0	44,5	44,0	60	70	10	0,5		52,5	315,0	18900
90,0	44,0	43,5	70	80	10	0,5		52,5	315,0	18900

De meting is correct uitgevoerd als er minstens drie maal achter elkaar in een constant tijdstraject eenzelfde volume water wordt geïnfilteerd.  
 De zakking van de waterstand (delta y) bij een vast tijdstraject (delta t) is constant.

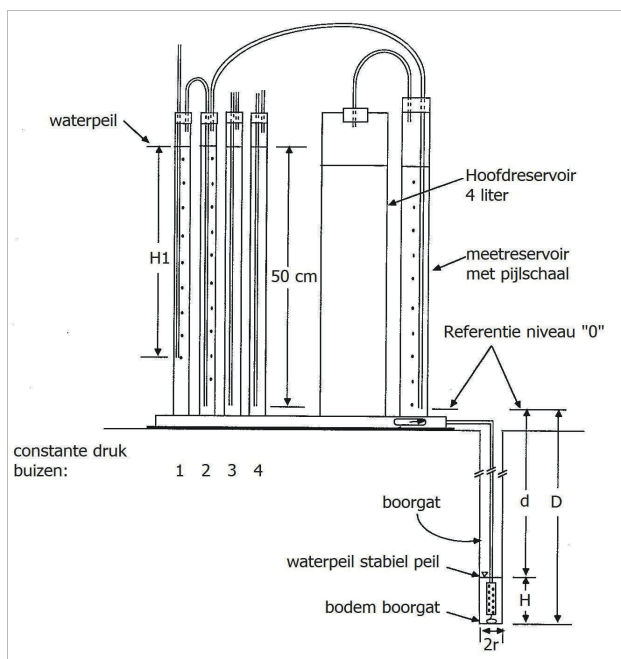
$$A = \frac{\text{Sinh}^{-1}(H/r) - \sqrt{(r/H)^2 + 1} + (r/H)}{2\pi H^2}$$

$$K_{\text{sat}} = A * Q$$

A CCHP	H	H/r
l/cm <sup>2</sup>	cm	cm/cm
0,001606	8,50	1,70

volume Q	Ksat A * Q	K-waarde
cm <sup>3</sup> /h	cm/h	m/d
18900	30,35	7,28

r	straal van het boorgat (boordiameter afhankelijk)	5	cm
D	diepte van het boorgat vanaf referentieniveau "0"		cm
H	waterdiepte bij stabiel peil		cm
d	diepte tot het waterpeil stabiel peil vanaf referentieniveau "0"		cm
P1	pijlschaal aflezing aan het begin van een tijdsinterval		cm
P2	pijlschaal aflezing aan het eind van een tijdsinterval		cm
delta t	tijdsinterval tussen twee aflezingen pijlschaal		sec
delta y	daling waterstand in meetreservoir met pijlschaal		cm
Volume A	alleen het meetreservoir gebruikt	20	cm <sup>3</sup>
Volume B	meetreservoir en hoofdreservoir gebruikt	105	cm <sup>3</sup>



K-waarde berekening Compact Constant Head Permeameter

Opdrachtgever: Treeport Europe B.V.  
Project: 20130540-01  
Boorgatnummer: 18  
Datum: 7-jul-15

Waarde afhankelijk van de onderzochte diepte:					
diepte boorgat D cm	diepte tot stabiel peil d cm	waterdiepte stabiel peil H=D-d cm	1 Constante druk buis H1 cm	2 Constante druk buizen H1+50 cm	3 Constante druk buizen H1+100 cm
80,0	66,0	14,0		81,5	

Invoeren meetresultaten					tijdstraject delta t sec	zakking waterstand delta y cm	volume water A cm³	volume water B cm³	volume Q cm³/min	volume Q cm³/h
diepte boorgat D cm	Pijlschaal beginpijl P1 cm	Pijlschaal eindpijl P2 cm	tijd begin t sec	tijd eind t sec						
80,0	42,8	41,0	0	10	10	1,8		189,0	1134,0	68040
80,0	41,0	40,0	10	20	10	1,0		105,0	630,0	37800
80,0	40,0	38,5	20	30	10	1,5		157,5	945,0	56700
80,0	38,5	37,0	30	40	10	1,5		157,5	945,0	56700
80,0	37,0	35,5	40	50	10	1,5		157,5	945,0	56700
80,0	35,5	34,0	50	60	10	1,5		157,5	945,0	56700
80,0	34,0	32,5	60	70	10	1,5		157,5	945,0	56700
80,0	32,5	31,0	70	80	10	1,5		157,5	945,0	56700
80,0	31,0	30,0	80	90	10	1,0		105,0	630,0	37800
80,0	30,0	28,5	90	100	10	1,5		157,5	945,0	56700
80,0	28,5	27,0	100	110	10	1,5		157,5	945,0	56700
80,0	27,0	26,0	110	120	10	1,0		105,0	630,0	37800
80,0	26,0	25,0	120	130	10	1,0		105,0	630,0	37800
80,0	25,0	24,0	130	140	10	1,0		105,0	630,0	37800
80,0	24,0	23,0	140	150	10	1,0		105,0	630,0	37800

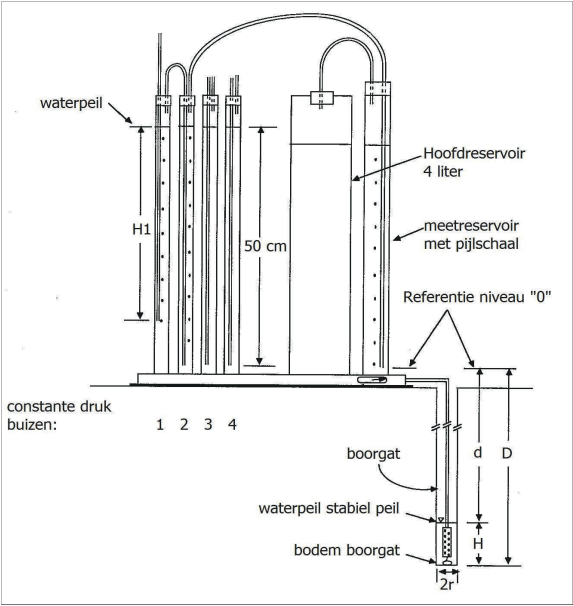
De meting is correct uitgevoerd als er minstens drie maal achter elkaar in een constant tijdstraject eenzelfde volume water wordt geïnfiltreerd.  
De zakking van de waterstand (delta y) bij een vast tijdstraject (delta t) is constant.

$$A = \frac{\text{Sinh}^{-1}(H/r) - \sqrt{(r/H)^2 + 1} + (r/H)}{2\pi H^2}$$

$$K_{\text{sat}} = A * Q$$

A CCHP	H	H/r	volume Q	Ksat A * Q	K-waarde
l/cm²	cm	cm/cm	cm³/h	cm/h	m/d
0,000851	14,00	2,80	37800	32,18	7,72

r	straal van het boorgat (boordiameter afhankelijk)	5	cm
D	diepte van het boorgat vanaf referentieniveau "0"		cm
H	waterdiepte bij stabiel peil		cm
d	diepte tot het waterpeil stabiel peil vanaf referentieniveau "0"		cm
P1	pijlschaal aflezing aan het begin van een tijdsinterval		cm
P2	pijlschaal aflezing aan het eind van een tijdsinterval		cm
delta t	tijdsinterval tussen twee aflezingen pijlschaal		sec
delta y	daling waterstand in meetreservoir met pijlschaal in		cm
Volume A	alleen het meetreservoir gebruikt	20	cm³
Volume B	meetreservoir en hoofdreservoir gebruikt	105	cm³



**K-waarde berekening Compact Constant Head Permeameter**

**Opdrachtgever:** Treeport Europe B.V.  
**Project:** 20130540-01  
**Boorgatnummer:** 20  
**Datum:** 7-jul-15

Waarde afhankelijk van de onderzochte diepte:						
diepte boorgat D cm	diepte tot stabiel peil d cm	waterdiepte stabiel peil H=D-d cm	1 Constante druk buis H1 cm	2 Constante druk buizen H1+50 cm	3 Constante druk buizen H1+100 cm	4 Constante druk buizen H1+150 cm
100,0	84,5	15,5		81,5		

Invoeren meetresultaten					tijdstraject delta t sec	zakking waterstand delta y cm	volume water A cm <sup>3</sup>	volume water B cm <sup>3</sup>	volume Q cm <sup>3</sup> /min	volume Q cm <sup>3</sup> /h
diepte boorgat D cm	Pijlschaal beginpijl P1 cm	Pijlschaal eindpijl P2 cm	tijd begin t sec	tijd eind t sec						
100,0	26,6	24,0	0	10	10	2,6		273,0	1638,0	98280
100,0	24,0	22,0	10	20	10	2,0		210,0	1260,0	75600
100,0	22,0	20,0	20	30	10	2,0		210,0	1260,0	75600
100,0	20,0	18,0	30	40	10	2,0		210,0	1260,0	75600
100,0	18,0	16,0	40	50	10	2,0		210,0	1260,0	75600
100,0	16,0	14,0	50	60	10	2,0		210,0	1260,0	75600
100,0	14,0	13,0	60	70	10	1,0		105,0	630,0	37800
100,0	13,0	11,0	70	80	10	2,0		210,0	1260,0	75600
100,0	11,0	10,0	80	90	10	1,0		105,0	630,0	37800
100,0	10,0	8,5	90	100	10	1,5		157,5	945,0	56700
100,0	8,5	7,0	100	110	10	1,5		157,5	945,0	56700
100,0	7,0	6,0	110	120	10	1,0		105,0	630,0	37800
100,0	6,0	5,5	120	130	10	0,5		52,5	315,0	18900
100,0	5,5	4,5	130	140	10	1,0		105,0	630,0	37800
100,0	4,5	3,5	140	150	10	1,0		105,0	630,0	37800
100,0	3,5	2,5	150	160	10	1,0		105,0	630,0	37800

De meting is correct uitgevoerd als er minstens drie maal achter elkaar in een constant tijdstraject eenzelfde volume water wordt geïnfilteerd.

De zakking van de waterstand (delta y) bij een vast tijdstraject (delta t) is constant.

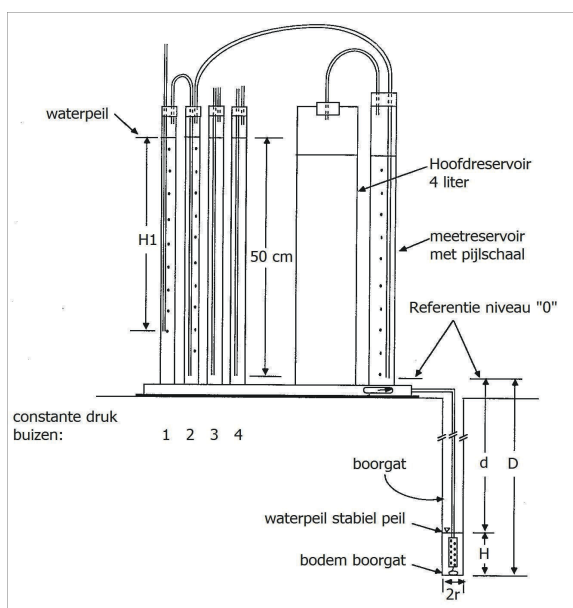
$$A = \frac{\text{Sinh}^{-1}(H/r) - \sqrt{(r/H)^2 + 1} + (r/H)}{2\pi H^2}$$

$$K_{\text{sat}} = A * Q$$

A CCHP	H	H/r
l/cm <sup>2</sup>	cm	cm/cm
0,000743	15,50	3,10

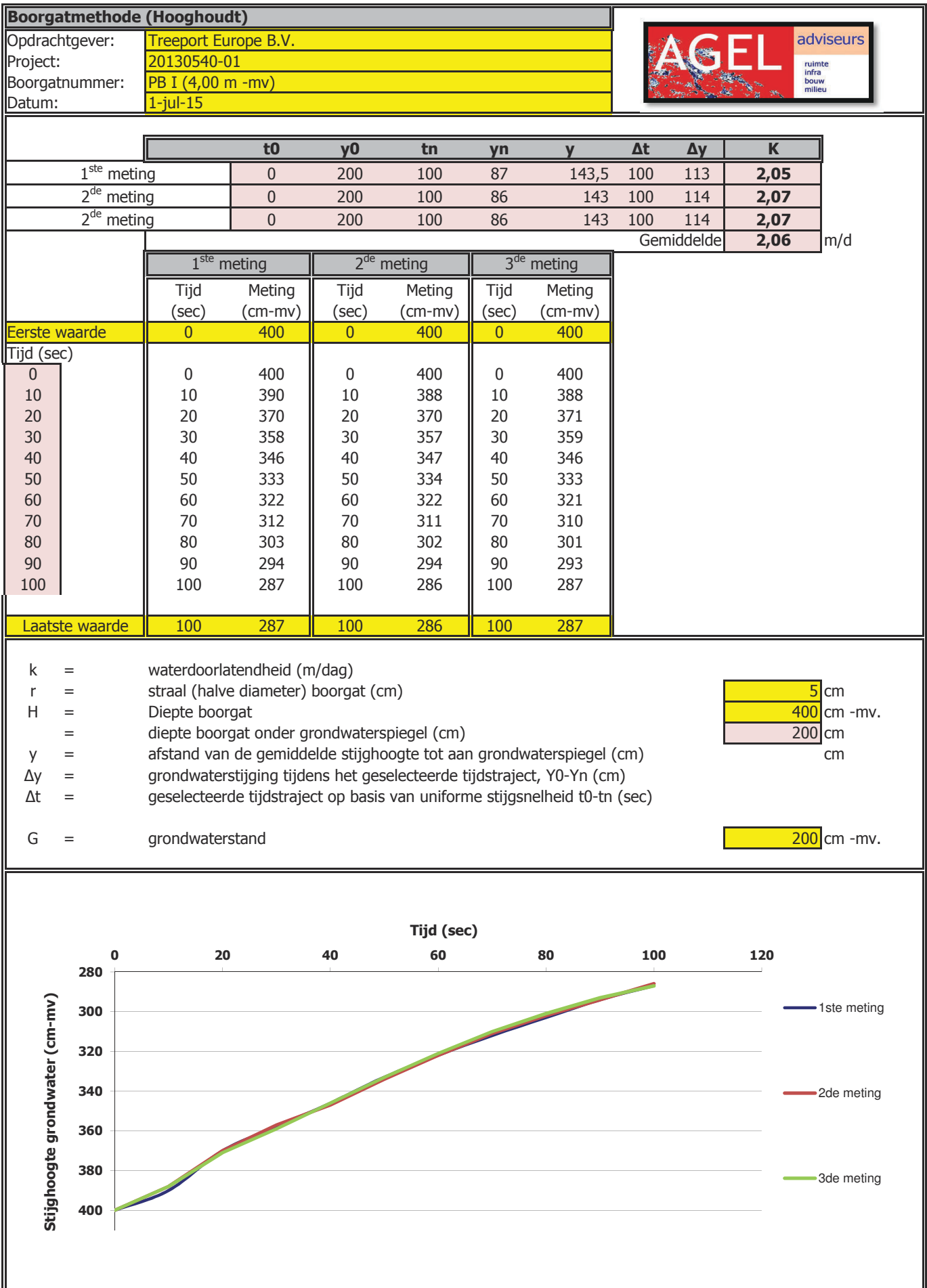
volume Q	Ksat A * Q	K-waarde
cm <sup>3</sup> /h	cm/h	m/d
37800	28,08	6,74

r	straal van het boorgat (boordiameter afhankelijk)	5	cm
D	diepte van het boorgat vanaf referentieniveau "0"		cm
H	waterdiepte bij stabiel peil		cm
d	diepte tot het waterpeil stabiel peil vanaf referentieniveau "0"		cm
P1	pijlschaal aflezing aan het begin van een tijdsinterval		cm
P2	pijlschaal aflezing aan het eind van een tijdsinterval		cm
delta t	tijdsinterval tussen twee aflezingen pijlschaal		sec
delta y	daling waterstand in meetreservoir met pijlschaal		cm
Volume A	alleen het meetreservoir gebruikt	20	cm <sup>3</sup>
Volume B	meetreservoir en hoofdreservoir gebruikt	105	cm <sup>3</sup>




## **BIJLAGE 4**

HOOGHOUDT



Boorgatmethode (Hooghoudt)							
Opdrachtgever:	Treeport Europe B.V.						
Project:	20130540-01						
Boorgatnummer:	PB II (3,90 m -mv)						
Datum:	1-jul-15						



	t0	y0	tn	yn	y	Δt	Δy	K
1 <sup>ste</sup> meting	0	305	180	169	237	180	136	<b>0,64</b>
2 <sup>de</sup> meting	0	305	180	169	237	180	136	<b>0,64</b>
2 <sup>de</sup> meting	0	305	180	169	237	180	136	<b>0,64</b>
								<b>0,64</b> m/d

	1 <sup>ste</sup> meting		2 <sup>de</sup> meting		3 <sup>de</sup> meting	
	Tijd (sec)	Meting (cm-mv)	Tijd (sec)	Meting (cm-mv)	Tijd (sec)	Meting (cm-mv)
Eerste waarde	0	390	0	390	0	390
Tijd (sec)						
0	0	390	0	390	0	390
10	10	377	10	375	10	377
20	20	369	20	370	20	369
30	30	365	30	366	30	365
40	40	362	40	363	40	362
50	50	359	50	359	50	359
60	60	354	60	356	60	355
70	70	347	70	348	70	347
80	80	337	80	338	80	337
90	90	327	90	328	90	327
100	100	317	100	318	100	317
110	110	305	110	308	110	307
120	120	299	120	300	120	299
130	130	291	130	293	130	291
140	140	282	140	284	140	283
150	150	275	150	276	150	275
160	160	268	160	269	160	268
170	170	261	170	261	170	262
180	180	254	180	254	180	254
Laatste waarde	180	254	180	254	180	254

k	=	waterdoorlatendheid (m/dag)
r	=	straal (halve diameter) boorgat (cm)
H	=	Diepte boorgat
	=	diepte boorgat onder grondwaterspiegel (cm)
y	=	afstand van de gemiddelde stijghoogte tot aan grondwaterspiegel (cm)
Δy	=	grondwaterstijging tijdens het geselecteerde tijdstraject, Y0-Yn (cm)
Δt	=	geselecteerde tijdstraject op basis van uniforme stijgsnelheid t0-tn (sec)
G	=	grondwaterstand

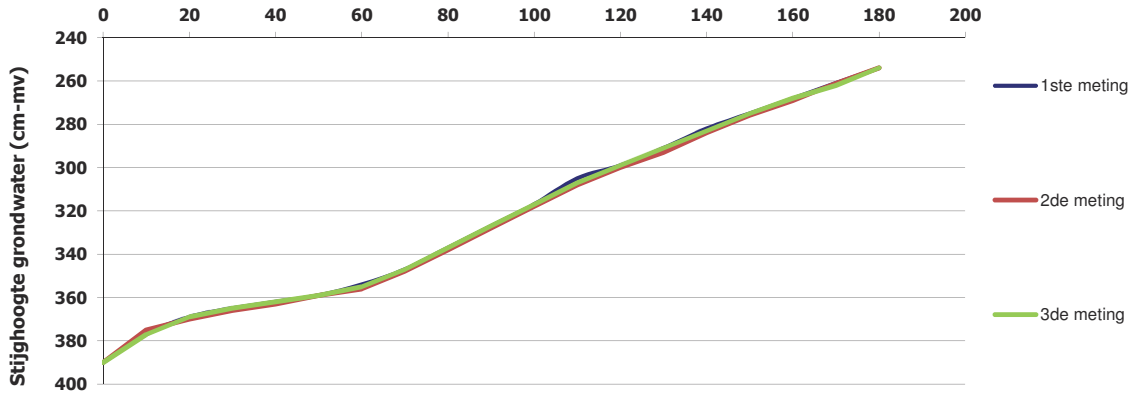
	5 cm
	390 cm -mv.
	305 cm
	cm

	85 cm -mv.
--	------------

Tijd (sec)

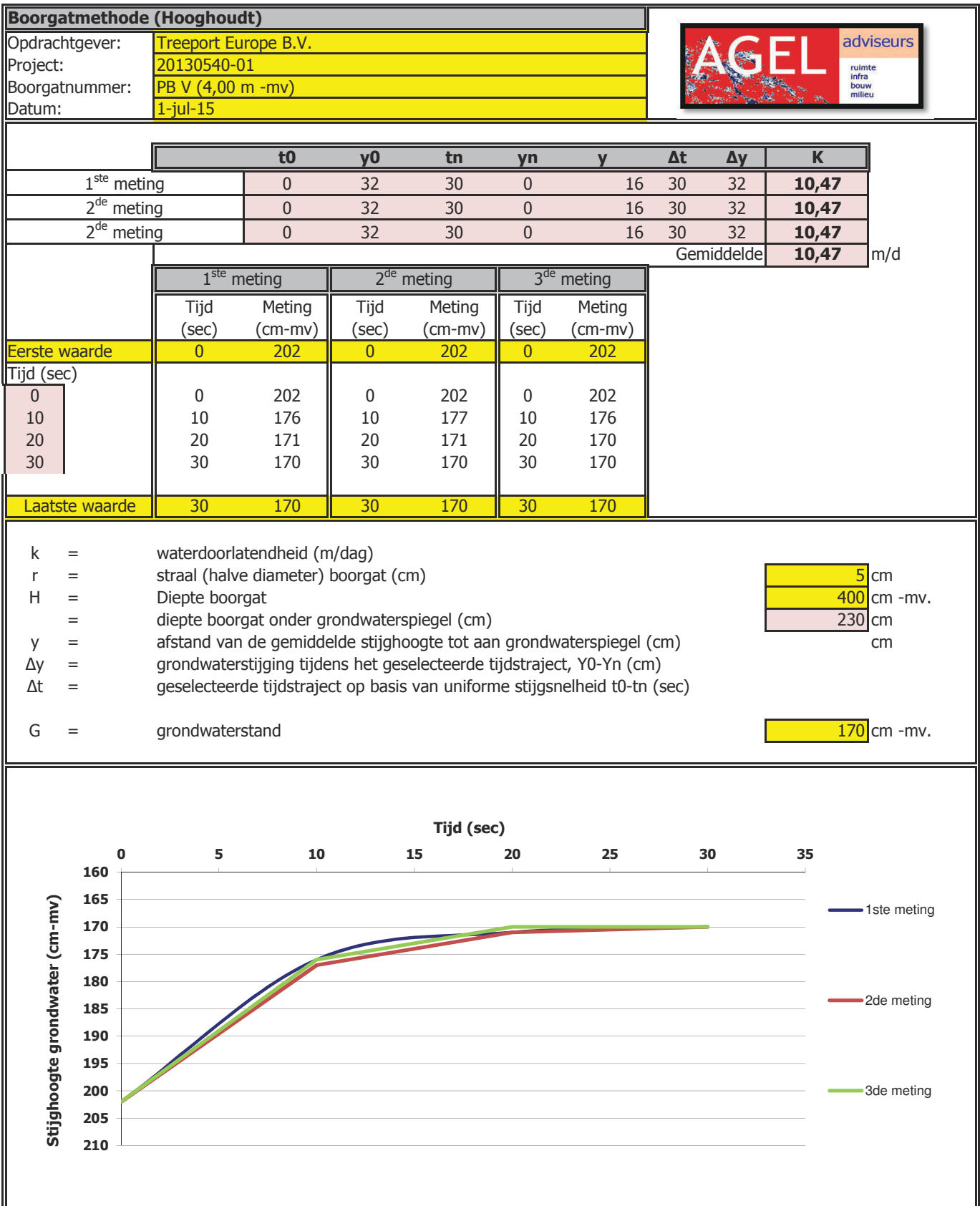


Stijghoogte grondwater (cm-mv)

— 1ste meting

— 2de meting

— 3de meting



## **BIJLAGE 5**

SCG ZEEFKROMME

Resultaten doorlatendheidsberekeningen SCG-zeefkromme

Opdrachtgever:Treeport Europe B.V.

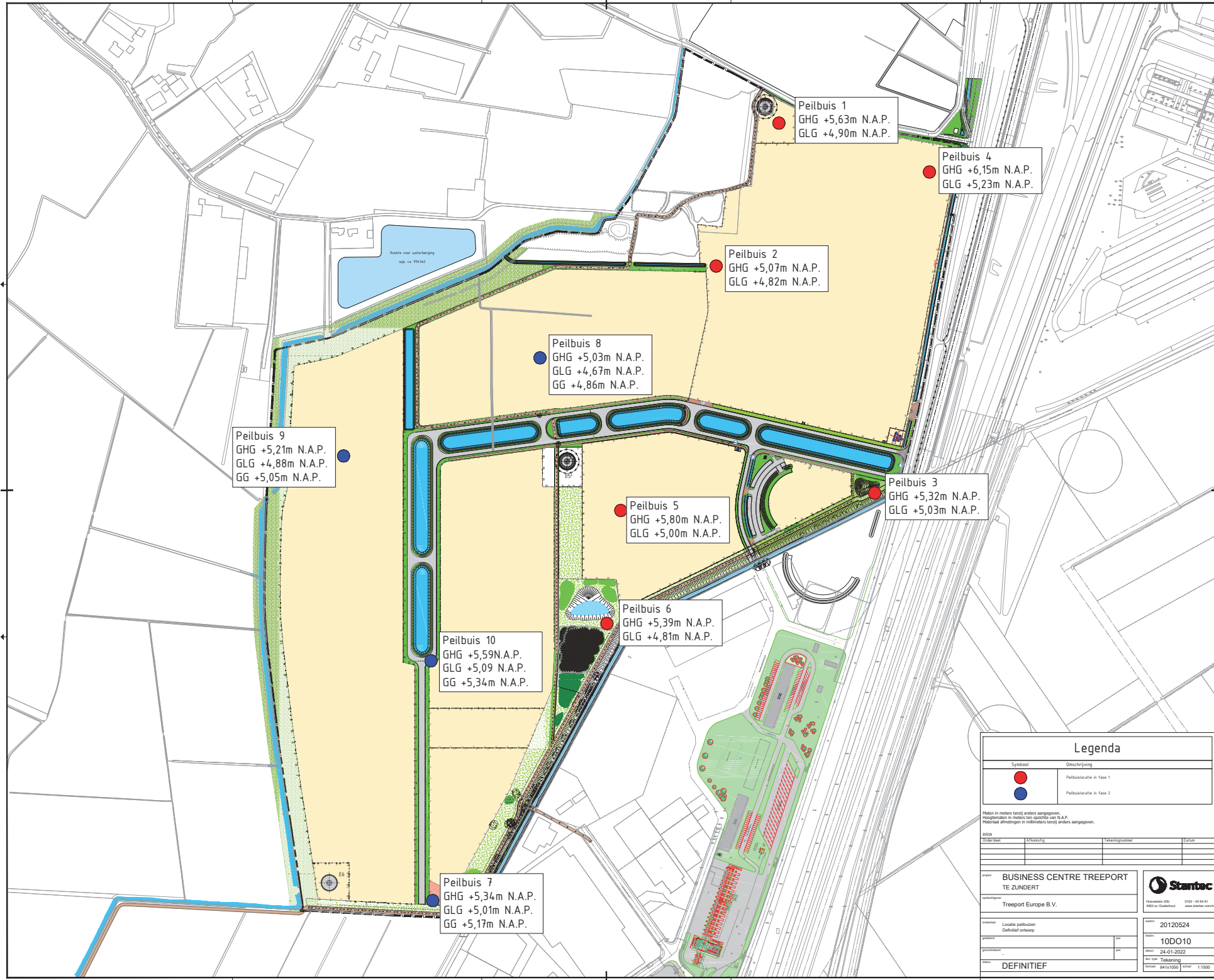
Projectcode:20130540-01

Projectomschrijving:Business Centre Treeport te Zundert

Datum berekening:25-sep-15

fractie	<2 µm	<16 µm	<32 µm	<50 µm	<63 µm	<125 µm	<250 µm	<500 µm	<1 mm	<2 mm	doorlatendheid (m/dag)			doorlatendheid	std
monster	0,002	0,016	0,032	0,05	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	Kozeny-Carman (1927)	Hazen	Krumbein and Monk (1943)	m/dag	
Zeefkromme 1	9,4	12,8	15,0	18,4	22,0	59,6	86,3	98,7	99,9	100,0	1,51	0,02	0,07	0,53	0,84
Zeefkromme 2	34,2	59,6	73,8	81,3	87,7	95,1	98,4	99,8	99,9	100,0	0,09	0,00	0,00	0,03	0,05
Zeefkromme 3	1,4	1,6	2,4	3,0	5,2	27,1	82,6	99,5	100,0	100,0	6,68	5,88	1,07	4,54	3,04
Zeefkromme 4	0,6	0,9	5,5	5,8	9,0	48,4	88,3	99,0	100,0	100,0	3,44	4,18	0,46	2,69	1,97

## **Bijlage 4: Locatie peilbuizen**



Peilbuis 9  
GHG +5,21m N.A.P.  
GLG +4,88m N.A.P.  
GG +5,05m N.A.P.

Peilbuis 8  
GHG +5,03m N.A.P.  
GLG +4,67m N.A.P.  
GG +4,86m N.A.P.

Peilbuis 2  
GHG +5,07m N.A.P.  
GLG +4,82m N.A.P.

Peilbuis 1  
GHG +5,63m N.A.P.  
GLG +4,90m N.A.P.

Peilbuis 4  
GHG +6,15m N.A.P.  
GLG +5,23m N.A.P.

Peilbuis 3  
GHG +5,32m N.A.P.  
GLG +5,03m N.A.P.

Peilbuis 5  
GHG +5,80m N.A.P.  
GLG +5,00m N.A.P.

Peilbuis 6  
GHG +5,39m N.A.P.  
GLG +4,81m N.A.P.

Peilbuis 10  
GHG +5,59m N.A.P.  
GLG +5,09 N.A.P.  
GG +5,34m N.A.P.

Peilbuis 7  
GHG +5,34m N.A.P.  
GLG +5,01m N.A.P.  
GG +5,17m N.A.P.

### Legenda

Symbol	Geschrjving
<span style="color: red;">●</span>	Peilbuislocatie in fase 1
<span style="color: blue;">●</span>	Peilbuislocatie in fase 2

Hakten in meters tenzij anders aangegeven.  
Hoogten in meters ten opzichte van N.A.P.  
Material afmetingen in millimeters tenzij anders aangegeven.

Bijlage			
Bladnr	Afmeting	Tekeningsschaal	Opmaat

project	BUSINESS CENTRE TREEPORT TE ZUNDERT		
opdrachtgever	Treeport Europe B.V.		
ontwerper	Locatie peilbuisen	Definitief ontwerp	
aanvrager			
datum	DEFINITIEF		

Stantec  
Havenlaan 200  
4013 CA Rotterdam  
010 - 45 54 51  
www.stantec.com

aanvraag	20120524
teken	10DO10
datum	24-01-2022
tek. voor	Tekening
schalen	841x1050 schaal 1:1500

## **Bijlage 5: Meetgegevens peilbuizen**

## MEMO GRONDWATERSTANDEN BCT TERREIN

**Datum** : 1 maart 2022

**Bestemd voor** : BCT B.V.

**Van** : Stantec

**Projectnummer** : 20120524

**Betreft** : grondwaterstanden BCT terrein

---

### 1.0 PEILBUIS GEGEVENS

Identificatie	Peilbuis I
Locatie	Nabij het zandpad Paandijksestraat
Referentie niveau peilbuis (NAP)	7,15
Referentie niveau maaiveld (NAP)	6,83
Unit installatie	6 juli 2015

Identificatie	Peilbuis II
Locatie	Nabij de sloot op de hoek van het perceel
Referentie niveau peilbuis (NAP)	6,28
Referentie niveau maaiveld (NAP)	5,80
Unit installatie	6 juli 2015

Identificatie	Peilbuis III
Locatie	Staat tegen de grens nabij het tankstation
Referentie niveau peilbuis (NAP)	7,12
Referentie niveau maaiveld (NAP)	6,68
Unit installatie	6 juli 2015

Identificatie	Peilbuis IV
Locatie	Staat tegen de bosschage aan
Referentie niveau peilbuis (NAP)	7,13
Referentie niveau maaiveld (NAP)	6,71
Unit installatie	6 juli 2015

Identificatie	Peilbuis V
Locatie	Staat op de hoek van drie percelen
Referentie niveau peilbuis (NAP)	6,70
Referentie niveau maaiveld (NAP)	6,46
Unit installatie	6 juli 2015

Identificatie	Peilbuis VI
Locatie	Staat in de compensatie bosje HSL
Referentie niveau peilbuis (NAP)	6,91
Referentie niveau maaiveld (NAP)	6,51
Unit installatie	6 juli 2015

Identificatie	Peilbuis VII
Locatie	Staat bij in zuiden tegen Belgische grens
Referentie niveau peilbuis (NAP)	6,79
Referentie niveau maaiveld (NAP)	6,39
Unit installatie	1 april 2020

Identificatie	Peilbuis VIII
Locatie	Staat in het bos
Referentie niveau peilbuis (NAP)	6,65
Referentie niveau maaiveld (NAP)	6,33
Unit installatie	1 april 2020

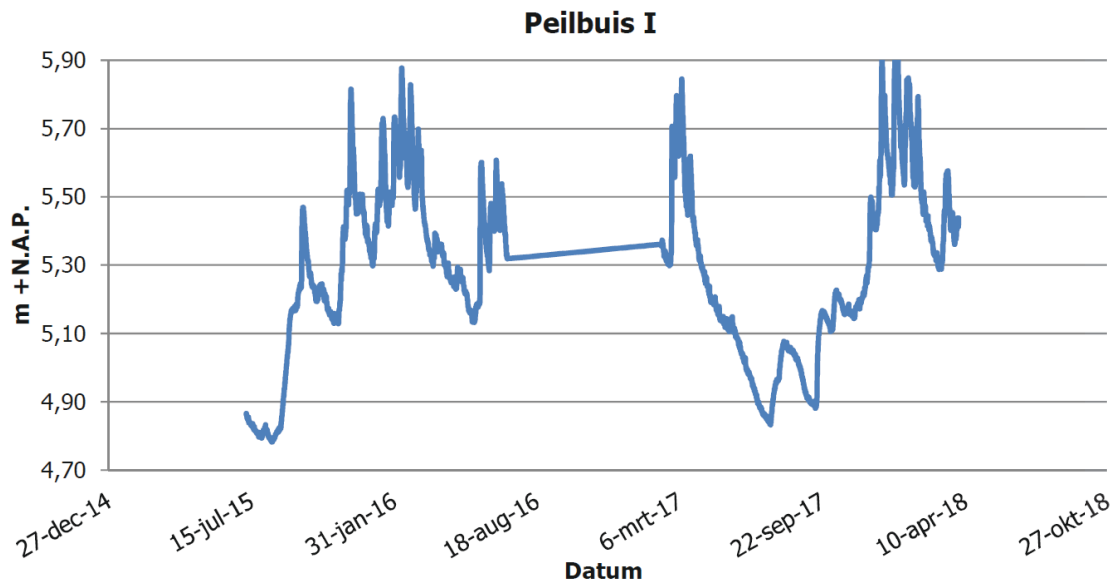
Identificatie	Peilbuis IX
Locatie	Bevindt zich in de buurt van de hoek in de Hazeldonkse beek
Referentie niveau peilbuis (NAP)	6,70
Referentie niveau maaiveld (NAP)	6,29
Unit installatie	1 april 2020

Identificatie	Peilbuis X
Locatie	Bevindt zich in het midden van het terrein
Referentie niveau peilbuis (NAP)	6,54
Referentie niveau maaiveld (NAP)	6,36
Unit installatie	1 april 2020

## 2.0 GRONDWATERSTANDEN

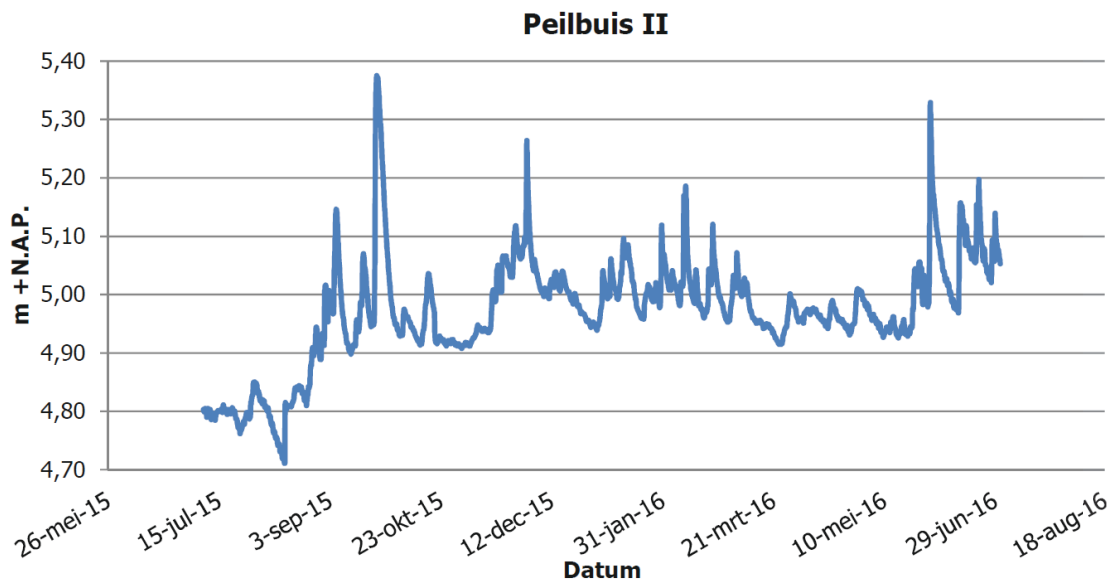
### 2.1 PEILBUIS I

De GHG in peilbuis I bevindt zich op 5,63 m +N.A.P. De GLG bevindt zich op 4,90 m +N.A.P.



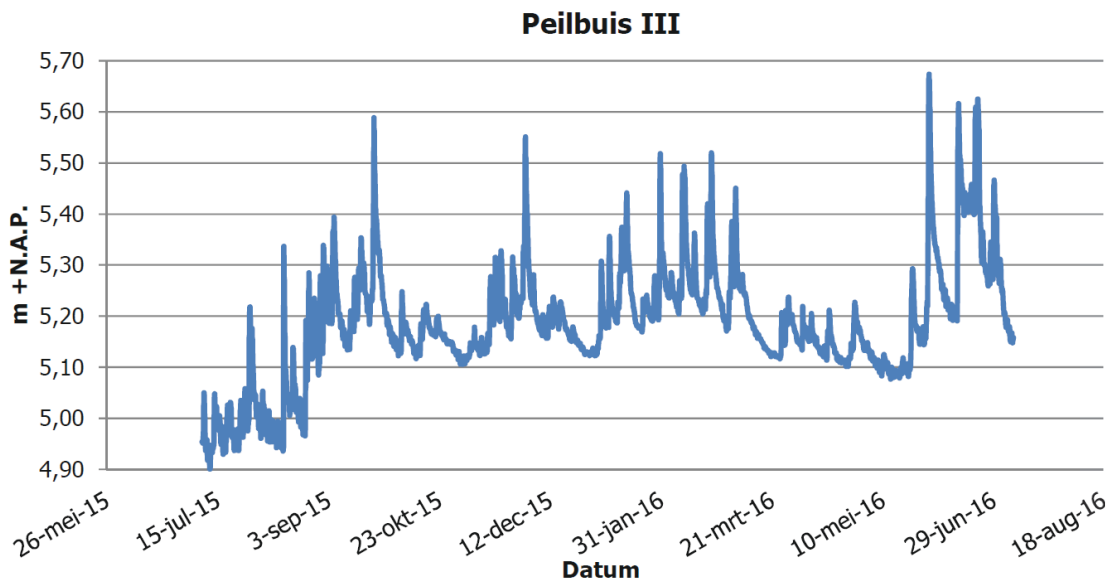
### 2.2 PEILBUIS II

De GHG in peilbuis II bevindt zich op 5,07 m +N.A.P. De GLG bevindt zich op 4,82 m +N.A.P.



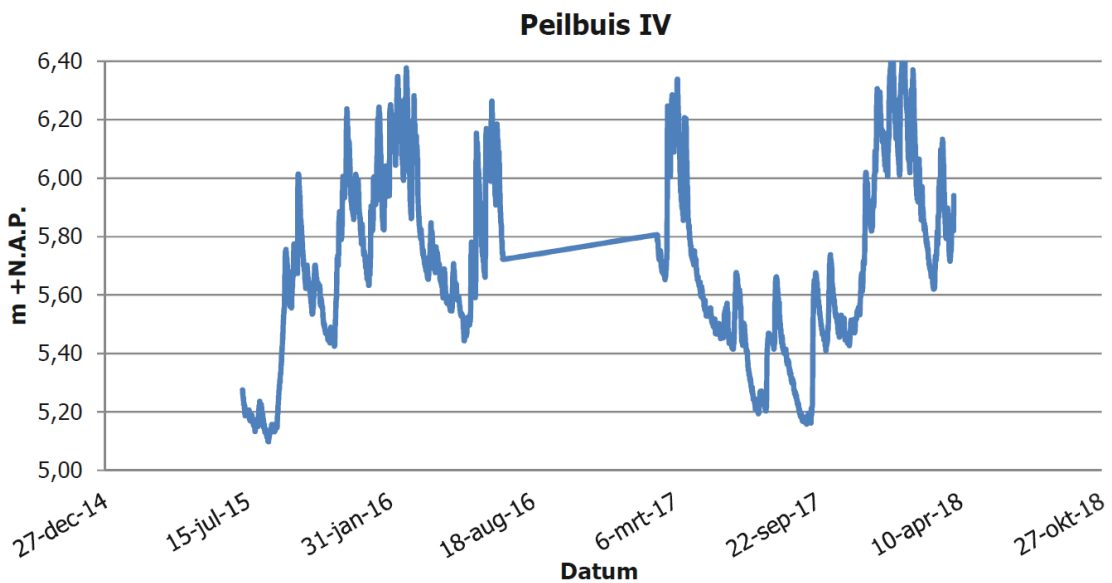
## 2.3 PEILBUIS III

De GHG in peilbuis III bevindt zich op 5,32 m +N.A.P. De GLG bevindt zich op 5,03 m +N.A.P.



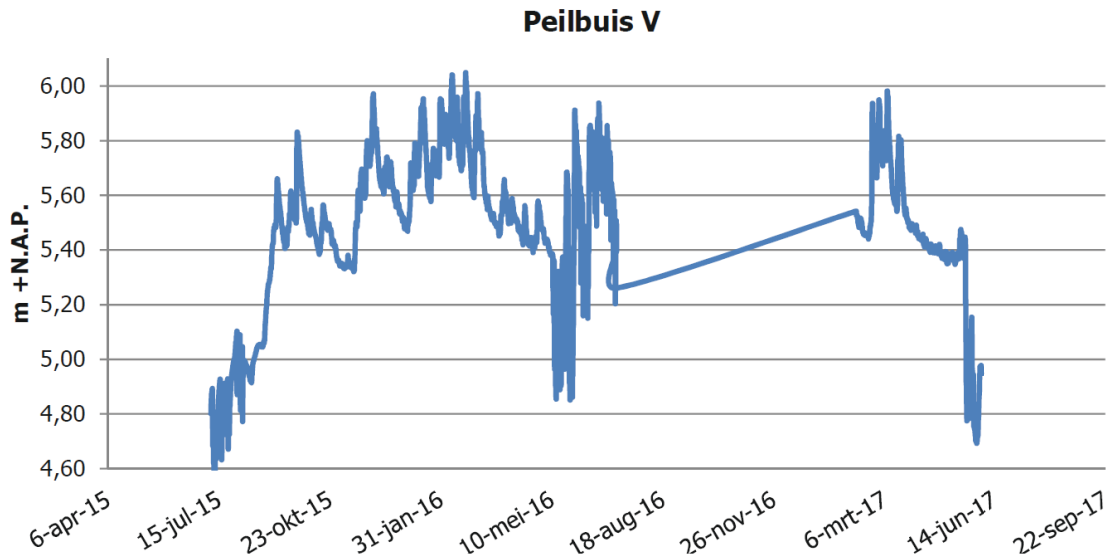
## 2.4 PEILBUIS IV

De GHG in peilbuis IV bevindt zich op 6,15 m +N.A.P. De GLG bevindt zich op 5,23 m +N.A.P.



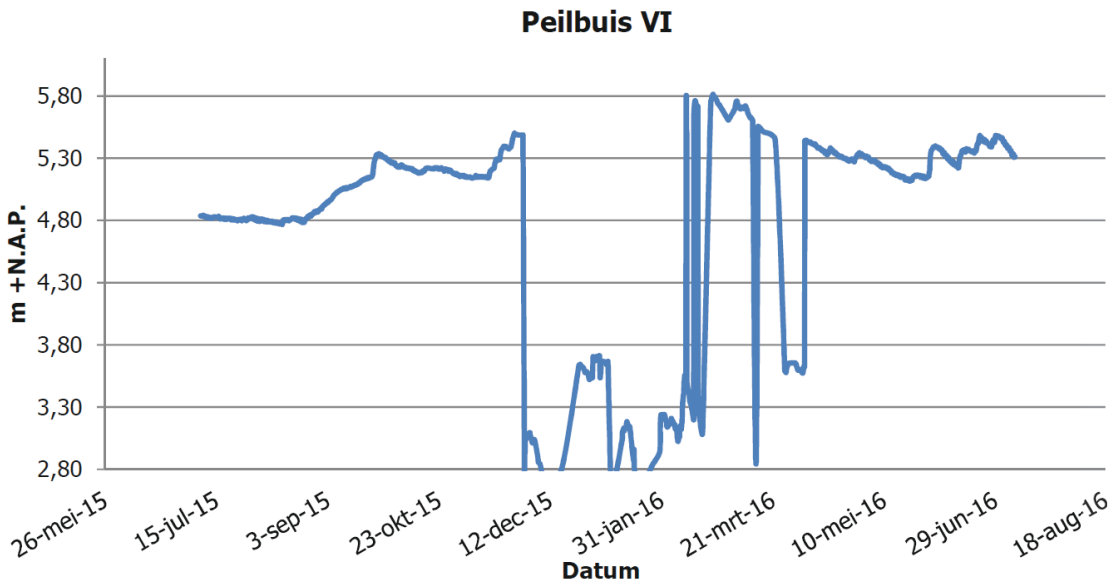
## 2.5 PEILBUIS V

De GHG in peilbuis V bevindt zich op 5,80 m +N.A.P. De GLG bevindt zich op 5,00 m +N.A.P.



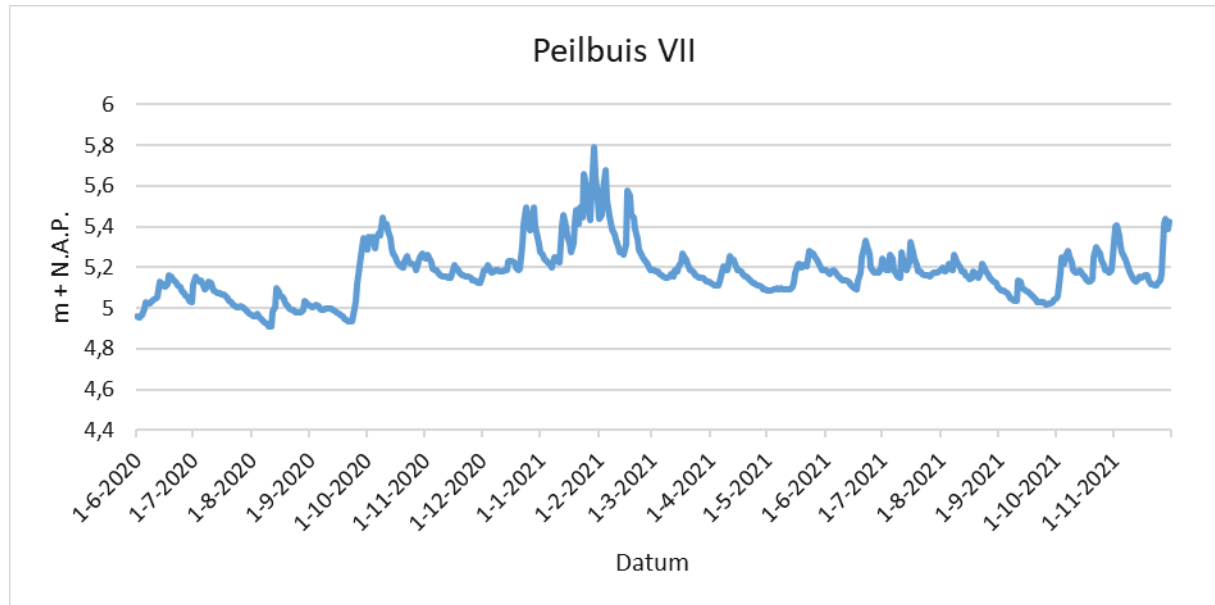
## 2.6 PEILBUIS VI

De GHG in peilbuis VI bevindt zich op 5,39 m +N.A.P. De GLG bevindt zich op 4,81 m +N.A.P.



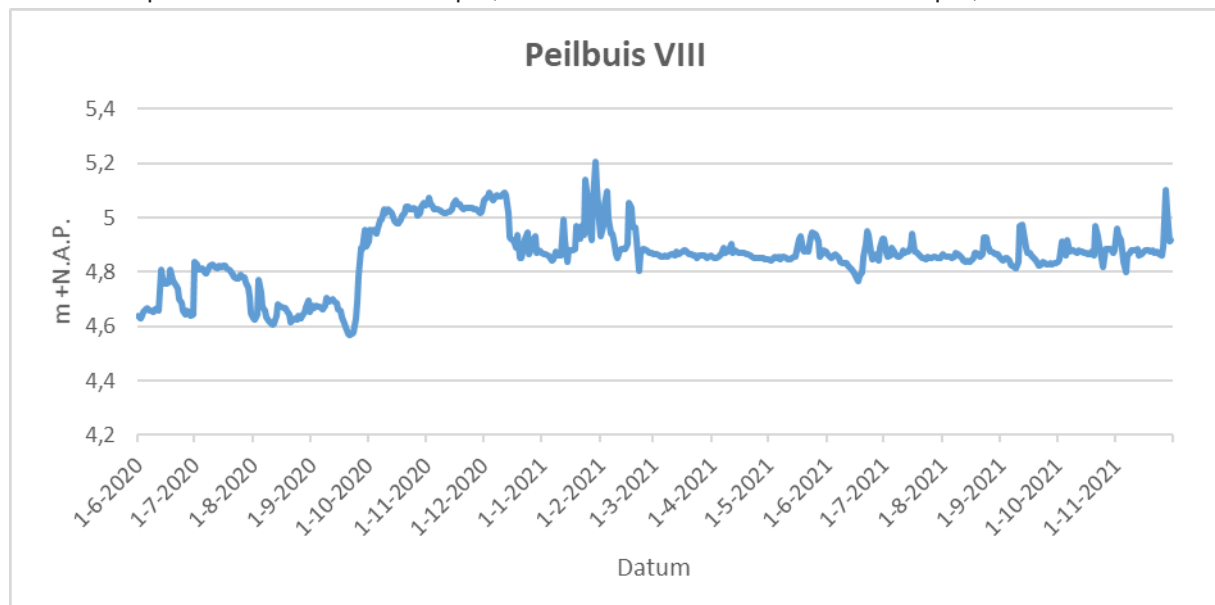
## 2.7 PEILBUIS VII

De GHG in peilbuis VII bevindt zich op 5,34 m +N.A.P. De GLG bevindt zich op 5,01 m +N.A.P.



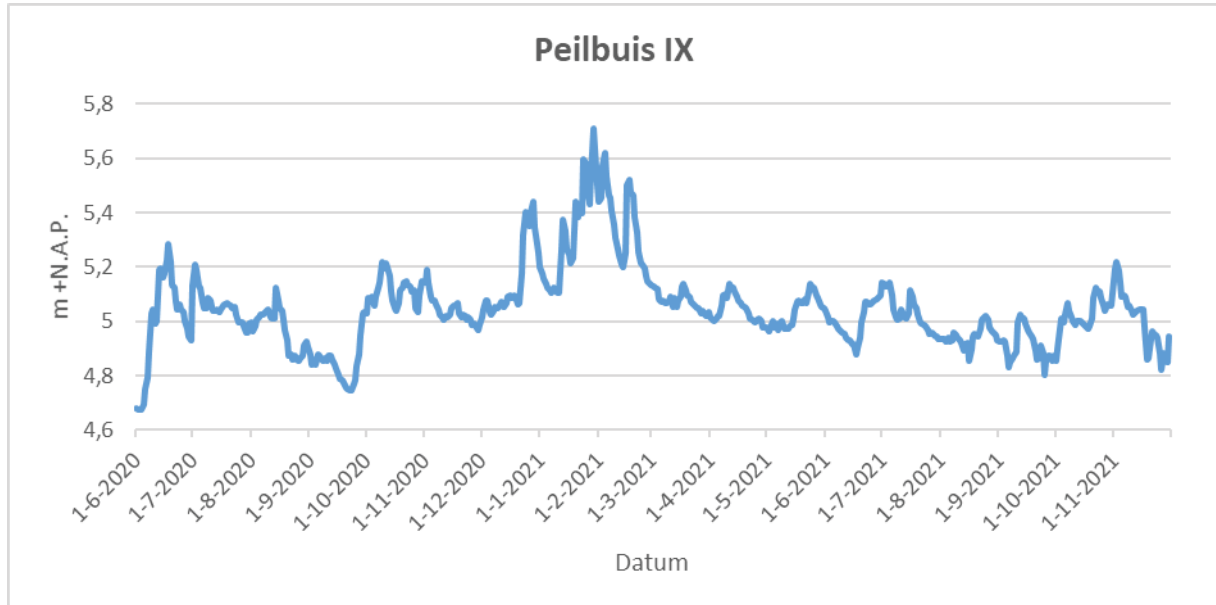
## 2.8 PEILBUIS VIII

De GHG in peilbuis VIII bevindt zich op 5,03 m +N.A.P. De GLG bevindt zich op 4,67 m +N.A.P.



## 2.9 PEILBUIS IX

De GHG in peilbuis V bevindt zich op 5,21 m +N.A.P. De GLG bevindt zich op 4,88 m +N.A.P.



## 2.10 PEILBUIS X

De GHG in peilbuis V bevindt zich op 5,59 m +N.A.P. De GLG bevindt zich op 5,09 m +N.A.P.

