

NOTITIE

PROJECT : Herontwikkeling Carolus-De Herven te 's-Hertogenbosch
 PROJECTNUMMER : P17-0104

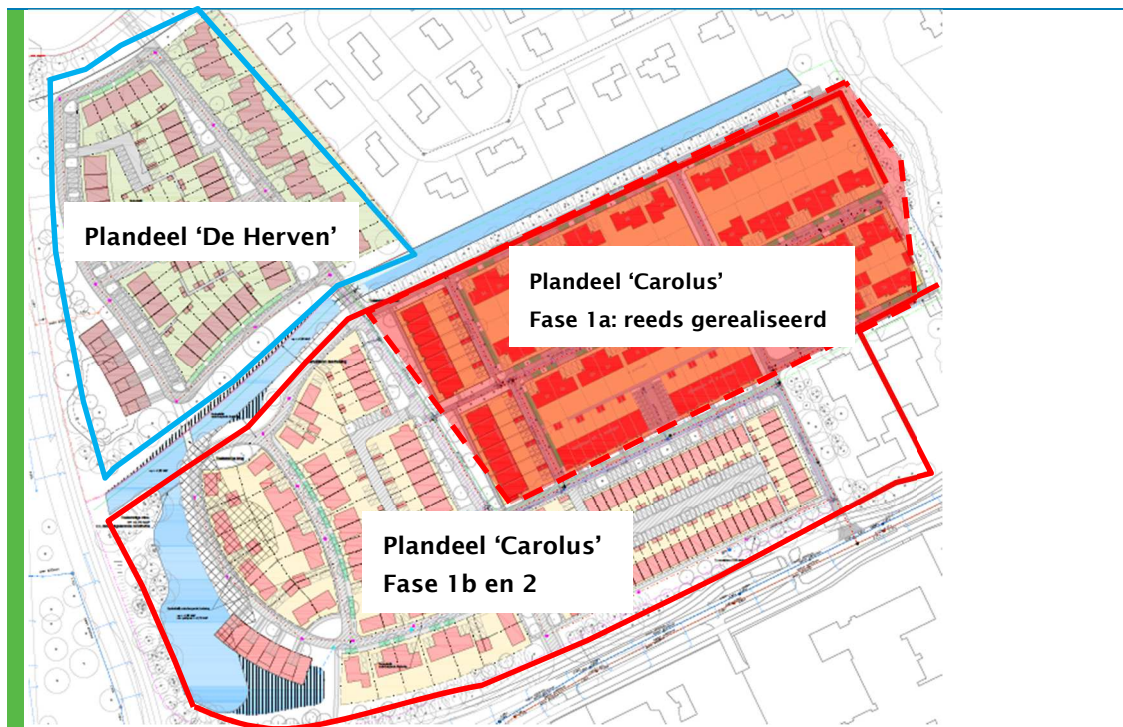
ONDERWERP : Waterparagraaf
 DATUM : 6 juni 2017
 PLAATS : VEENENDAAL
 OPGESTELD DOOR : H. Nieuwhof-Langeveld

Inleiding

In opdracht van GEM Carolus Den Bosch CV en Slokker Vastgoed BV is ons bureau betrokken bij de waterhuishouding van het herinrichtingsplan Carolus - De Herven te 's-Hertogenbosch. In een eerder stadium is door Oranjewoud de rapportage 'Toelichting watertoets Jeroen Bosch Ziekenhuis 's-Hertogenbosch' d.d. januari 2009 opgesteld. Aanvullend hierop is door ons bureau de rapportage 'riolering en waterhuishouding plan Carolus te 's-Hertogenbosch' d.d. 7 november 2011 opgesteld.

In de rapportage 'Toelichting watertoets' door Oranjewoud is getoetst of de geprojecteerde retentie in het voormalig totaalontwerp (plandeel 'De Herven' + 'Carolus') voldeed aan het toen geldende beleid. Vervolgens is in de rapportage 'riolering en waterhuishouding' door BOOT de wijze van afvoer en de dimensionering van zowel het HWA als DWA systeem nader uitgewerkt voor het zuidelijk plandeel ('Carolus').

Figuur 1 Stedenbouwkundig plan



Het bestemmingsplan voor zowel plandeel 'De Herven' als plandeel 'Carolus' was reeds vastgesteld. Fase 1a van plandeel 'Carolus' is reeds gerealiseerd (zie rood gearceerd deel in figuur 1). Door een veranderende marktvaag is voor het overige deel van het bestemmingsplan een gewijzigd stedenbouwkundig plan opgesteld. Dit betreft zowel het zuid- en westelijk plandeel 'Carolus' als het noordelijk gelegen plandeel 'Slokker' (zie figuur 1).

Naar aanleiding van het gewijzigd stedenbouwkundig plan en diverse overleggen met gemeente en waterschap in het kader van de watertoetsprocedure, is de benodigde en beschikbare bergings- c.q. infiltratiecapaciteit voor het bestemmingsplan 'Carolus-De Herven' opnieuw bepaald.

Als uitgangspunt voor onderhavige notitie is voor het oostelijk plandeel de revisie van het reeds gerealiseerde plandeel 'Carolus fase 1a' weergegeven op tekening K17-0104-001 blad 01 (zie bijlage A). Voor het overig te wijzigen bestemmingsplandeel is gebruik gemaakt van het stedenbouwkundig ontwerp Carolus-De Herven d.d. 5 april 2017 (zie bijlage A).

Om de herontwikkeling haalbaar te maken, is het van belang dat de beschikbare ruimte efficiënt wordt benut. De opgave is om een evenwicht te vinden in de verdeling tussen het openbaar terrein, uitgeefbare gebied en het open wateroppervlak. Met de voorliggende stedenbouwkundige inrichting is een evenwichtige verdeling bereikt. Er is zowel voldoende uitgeefbare grond, openbaar terrein, als open wateroppervlak. Binnen de gestelde kaders is het dempen van het huidige wateroppervlak tot een minimum beperkt.

In deze notitie wordt het hemelwatersysteem van plandeel 'Carolus' fase 1b en 2 en 'De Herven' uitgewerkt op basis van het stedenbouwkundig ontwerp Carolus-De Herven d.d. 5 april 2017. Daarnaast wordt het bestaande hemelwatersysteem in plandeel 'Carolus' fase 1a ingepast in het aangepaste stedenbouwkundig ontwerp. Ook wordt aandacht besteed aan het ontwerp van het vuilwatersysteem.

Hemelwatersysteem 'Carolus' en 'De Herven'

Uitgangspunten

In de periode tussen het vaststellen van het voormalig plan en het opstellen van het huidig gewijzigd stedenbouwkundig plan heeft wijziging van het waterbeleid plaatsgevonden. Naar aanleiding van diverse overleggen met waterschap en gemeente is door het waterschap aangegeven, dat voor dit plan een overgangsregeling van toepassing kan zijn (zogenaamd 'pijplijnplan'). Dit betekent dat voor dit plan een aangepaste bergingseis mag worden gehanteerd ten opzichte van het vigerend beleid (Keur 2015), mits het verhard oppervlak niet toeneemt ten opzichte van het vigerende bestemmingsplan (bestemmingsplan "Carolus-De Herven", 2011). De voor dit plan van belang zijnde beleidsuitgangspunten en aangepaste eisen van gemeente 's-Hertogenbosch en waterschap Aa en Maas zijn onderstaand omschreven:

Eisen

- ≈ Planontwikkelingen dienen minimaal hydrologisch neutraal te worden ontwikkeld;
- ≈ Beleid waterschap afkomstig uit rapport 'Toelichting watertoets' door Oranjewoud d.d. 6 januari 2009;
- ≈ Beleidsregels Hydrologisch Neutraal Ontwikkelen; 'HNO toets Aa en Maas vanaf 1 februari 2008'
- ≈ Bergingseisen conform opgave waterschap:
 - 15 mm per reeds gerealiseerde afgekoppelde m² verharding;
 - 47 mm per nog te realiseren afgekoppelde m² verharding (bij afname verharding);
 - 60 mm per nog te realiseren afgekoppelde m² verharding (bij toename verharding).
- ≈ Duur maatgevende bui conform opgave waterschap: 24 uur
- ≈ Waterberging in bestaande te dempen watergangen dient volledig gecompenseerd te worden;
- ≈ Bij nieuw-/herbouw dient het regenwater van schone oppervlakken niet geloosd te worden op de vuilwaterriolering. Dit schone regenwater dient binnen het plangebied geïnfiltreerd of tijdelijk geborgen te worden;
- ≈ Indien berging van afgekoppeld hemelwater in oppervlaktewater wordt gerealiseerd, dient een debietregulerende voorziening te worden toegepast;
- ≈ Aanwezige waterberging in huidige waterlob (A-status) dient volledig te worden behouden c.q. bij gedeeltelijke demping te worden gecompenseerd;
- ≈ Ten behoeve van varend onderhoud van de waterpartij achter de stuw dient een bootinlaatplaats gerealiseerd te worden.
- ≈ Ten behoeve van varend onderhoud van de vijverpartij achter de stuw dient voldoende ruimte beschikbaar te zijn om aan het eind (zuidoostelijke zijde) van de vijverpartij te kunnen varen en keren;
- ≈ Ter plaatse van de waterpartij dient rekening te worden gehouden met het toepassen van taluds met een minimale helling van 1:3 ('Standaard materialen & constructies, gemeente 's-Hertogenbosch' d.d. 1-2-2015);
- ≈ In aansluiting op beleid van het waterschap dient conform het beleid van de gemeente ('Standaard materialen & constructies, gemeente 's-Hertogenbosch d.d. 1-2-2015) een obstakelvrije zone van minimaal 5,0 m achter een obstakel aanwezig te zijn. Daarnaast dient de afstand tussen de insteek van de watergang en het obstakel minimaal 1,0 m te zijn;
- ≈ Het doorstromend oppervlak (dwarsprofiel) van de bestaande A-watergang mag niet worden verkleind;

- ≈ Bij toepassing van een brug/duiker is een minimale doorvaarhoogte van 1,5 m vereist (afkomstig uit Keur 2015, Beleidsregel artikel 5.4 lid 3);
- ≈ Bij toepassing van een brug mogen geen pijlers geplaatst worden in het doorstroomprofiel van de A-watergang bij een niveau van 2,40 m+NAP (afkomstig uit Keur 2015, art 8.2 Algemene Regels);
- ≈ De minimale afstand tussen obstakels langs de waterpartij bedraagt 10 m (afkomstig uit Keur 2015, Beleidsregel art 11.4);
- ≈ Indien positie en hoogte bestaande beschoeiing ongewijzigd blijft, mag deze worden gehandhaafd (afkomstig uit Keur 2015, art. 3.1);

Aanvullende wensen/afspraken

- ≈ Afvloeiingscoëfficiënt per type oppervlak:
 - Openbare verharding: 100 %
 - Halfverharding: 50 %
 - Bebouwing: 100 %
 - Overig deel uitgeefbare terrein: 50 %
 - Onverhard terrein: 0 %
- ≈ Wanneer het beheer en onderhoud van de waterpartij bij de gemeente komt, geeft deze de voorkeur aan om de bootinlaatplaats te realiseren in de noordwesthoek van de waterpartij;
- ≈ Bij ingrepen heeft het de voorkeur van het waterschap de beschoeiing te verwijderen en te vervangen door een natuurlijk talud met een minimale helling van 1:3;
- ≈ Het indrukken van de beschoeiing (tot bijv. onder de waterlijn) is niet toegestaan;
- ≈ In afwijking op fase 1, is een minimale bermbreedte van 0,7 m tussen kant rijbaan en insteek van talud watergang goedgekeurd door de gemeente (middels dwarsprofielen d.d. 8 maart 2017 door MTD).
- ≈ Met motiverende en onderbouwende redenen kan van bovenstaande uitgangspunten worden afgeweken.

Daarnaast zijn de volgende gebiedskenmerken van toepassing:

- ≈ Streefpeil in watersysteem waterschap: 1,80 m +NAP
 - ≈ Maximaal optredende peilopzet in watersysteem (en waterlob) waterschap: 0,60 m
(2,40 m +NAP)
- Conform memo 'Hydraulische analyses Empel Maaspoort Noord' d.d. 31 juli 2015 door Arcadis*
- ≈ Laagst gemeten maaiveldhoogte rondom waterlob: 3,20 m +NAP
 - ≈ GHG: circa 2,20 m +NAP
 - ≈ Ontwateringseisen: 1,00 m onder bebouwing (drempel/dorpel)
0,70 m onder wegen/woonstraten
0,50 m onder tuinen/groenvoorzieningen
 - ≈ Maatgevende afvoernorm: 0,67 l/sec/ha
 - ≈ Doorlatendheid ondergrond (k-waarde)*: 2,85 m/dag (incl. veiligheidsfactor 2)
- *Bepaald op basis van doorlatendheidsonderzoek uitgevoerd door BOOT, d.d. 13 juni 2016 (zie bijlage B). De gekozen locatie en diepte van de infiltratiemetingen zijn afgestemd op de toekomstige (diepte)ligging van de voorgestelde infiltratievoorziening;*

Ontwerp watersysteem

Binnen het plangebied zijn de mogelijkheden bekeken om op een duurzame wijze met het water om te gaan, waarbij het uitgangspunt 'Hydrologisch Neutraal Ontwikkelen' van toepassing is. In de eerste plaats wordt gekeken naar de afwegingsstappen 'schoonhouden - scheiden - zuiveren' en vervolgens worden de afwegingsstappen 'hergebruik - infiltratie - buffering -afvoer' gemaakt.

Binnen het plangebied wordt een volledig gescheiden afvoersysteem aangelegd, waarin hemelwater separaat van vuilwater wordt verwerkt. De ambitie voor het omgaan met hemelwater binnen het plangebied is om, conform bovengenoemde afwegingsstappen, in te zetten op maximale infiltratie van hemelwater in de ondergrond.

'Carolus' fase 1a

Binnen het reeds uitgevoerde plandeel 'Carolus' fase 1a is, conform de eerder vastgestelde rapportage 'Riolering en waterhuishouding', zowel een DWA als een HWA-rioolstelsel gerealiseerd. De toekomstige HWA uitstroomvoorziening stroomt aan de westzijde van het plandeel 'Carolus' uit in de geprojecteerde waterpartij, zie tekening K17-0104-001 in de bijlage. Hierdoor wordt doorstroming bij neerslag in de waterpartij bevorderd.

Om afstromend hemelwater vanuit het plandeel 'Carolus' fase 1a vertraagd af te kunnen voeren naar het watersysteem van het waterschap, wordt tussen de watergang en de waterpartij een stuw geplaatst. Middels deze stuw wordt de waterpartij losgekoppeld van het watersysteem en kan extra peilopzet in het gedeelte achter de stuw worden gerealiseerd. Door het realiseren van peilopzet achter de stuw wordt tijdelijke berging gerealiseerd t.b.v. de planontwikkeling (compensatie demping oppervlak en reeds gerealiseerd verhard oppervlak) en wordt het hemelwater vertraagd afgevoerd naar het watersysteem van het waterschap.

'Carolus' fase 1b & 2 en 'De Herven'

Om met het nieuwe stedenbouwkundige ontwerp een optimale bijdrage te leveren aan het hydrologisch neutraal ontwikkelen wordt, binnen de nog te ontwikkelen plandelen, verharding voorzien van een bergende funderingsconstructie onder de rijbanen gerealiseerd. Ter plaatse van de bergende funderingsconstructie wordt afstromend hemelwater tijdelijk geborgen en vervolgens geïnfiltreerd naar de bodem. Het afstromend hemelwater, afkomstig van openbare en particuliere verharde oppervlakken, stroomt middels kolken in de bergende funderingsconstructie.

Tijdens extreme neerslagsituaties (> 60 mm) kan hemelwater vanuit de bergende funderingsconstructie oppervlakkig afstromen richting de waterpartij en de A-watergang. De bergende funderingsconstructie wordt evenals het maaiveld onder licht afschot richting de waterpartij en de A-watergang aangelegd. Hierdoor zal tijdens extreme regenval hemelwater vanuit de bergende funderingsconstructie nabij de waterpartij en de A-watergang op maaiveld treden. Vervolgens stroomt het over de rijbaan af richting de waterpartij en de A-watergang. De vloerpeilen van de woningen zijn minimaal 0,20 m boven het straatpeil gepositioneerd. Hiermee wordt voldoende veiligheid tegen wateroverlast in de woningen aanwezig geacht.

Bij het bepalen van de aanleghoogtes binnen het plangebied is rekening gehouden met eisen t.a.v. ontwatering en drooglegging. Om aan te sluiten op de straatpeilen van Carolus fase 1 het omliggende terrein, is een aanleghoogte van de as rijbaan van ca. 3,60 m +NAP gewenst. Vanuit ruimtelijke kwaliteit en beleving van het water is het zeer wenselijk om het hoogteverschil tussen het waterpeil en straatpeil te minimaliseren. Hierdoor wordt een niveau van de as rijbaan ter hoogte

van de waterpartij en de A-watergang van 3,45 à 3,50 m +NAP aangehouden. Hierdoor ontstaat tevens een licht afschot richting de waterpartijen, waardoor tijdens extreme neerslagsituaties het hemelwater oppervlakkig af kan stromen richting oppervlaktewater. Hierdoor wordt waterschade ter plaatse van bebouwing zoveel mogelijk voorkomen. Het aanlegpeil van bebouwing wordt, in het kader van bescherming bij extreme neerslag, ca. 0,20 à 0,30 m boven de straatpeilen geadviseerd. Verderop in deze notitie wordt het rioolontwerp getoetst aan deze maaiveldhoogtes.

Benodigde berging c.q. infiltratie

Op basis van de uitgangspunten en de oppervlakken uit de plantekening in bijlage A zijn de benodigde totaalhoeveelheden compensatie als gevolg van het ontwikkelen van het plangebied bepaald. Deze hoeveelheden zijn weergegeven in tabel 1.

Hier toe is allereerst het voormalig verhard oppervlak en wateroppervlak binnen het plangebied in beeld gebracht. Dit betreft de situatie ten tijde van de situering van het Jeroen Bosch Ziekenhuis op de planlocatie. Deze oppervlakken zijn weergegeven op tekening K10-0450-010 in de bijlage.

Vervolgens is de hoeveelheid verhard oppervlak en wateroppervlak binnen het plangebied in de toekomstige situatie in beeld gebracht. Deze oppervlakken zijn gebaseerd op het stedenbouwkundig ontwerp d.d. 5 april 2017. De hoeveelheid verhard oppervlak en wateroppervlak is specifiek per plandeel weergegeven op tekening K17-0135-001 in de bijlage.

Het verhard oppervlak dat is aangebracht in plandeel 'Carolus' fase 1a wordt gecompenseerd in de extra peilopzet in de waterpartij achter de stuw. Hiervoor geldt een compensatieplicht van 15 mm over het toekomstig verhard oppervlak.

Het verhard oppervlak dat aangebracht wordt in plandeel 'Carolus' fase 1b en 2 en plandeel 'De Herven' wordt gecompenseerd in de waterbergende funderingsconstructie. Hiervoor geldt een compensatieplicht van 60 mm over het toekomstig verhard oppervlak, waarbij de afname van de berging als gevolg van de infiltratiecapaciteit over 2 uur mag worden meegerekend.

Conform de rapportage 'Hydraulische analyses Empel Maaspoort Noord' d.d. 31 juli 2015 van Arcadis, mag tijdens een T = 100-situatie geen inundatie vanuit het oppervlaktewatersysteem van het waterschap optreden. Het laagst gelegen putdekselniveau in het betreffende deelgebied is conform de rapportage gelegen op 2,40 m +NAP. Op basis van voorgaande wordt gerekend met een maximale peilopzet van 0,60 m (2,40 m + NAP - 1,80 m +NAP) in het oppervlaktewatersysteem.

Het te dempen wateroppervlak binnen het plangebied wordt gecompenseerd in de extra peilopzet in de waterpartij achter de stuw. Over het te dempen wateroppervlak geldt een compensatieplicht van 60 cm (max. peilstijging in watersysteem waterschap conform rapport 'Hydraulische analyses Empel Maaspoort Noord' d.d. 31 juli 2015, Arcadis).

Tabel 1 Overzicht benodigde compensatie in berging c.q. infiltratievoorziening

ONDERDEEL	VOORMALIG OPPERVLAK [HA]	TOEKOMSTIG OPPERVLAK [HA]	COMPENSA- TIE [MM/HA]*	COMPENSATIE IN INFILTRATIE- VOORZIENING [M ³]	COMPENSATIE IN EXTRA PEILOPZET WATERPARTIJ [M ³]
<i>Plandeel 'Carolus' fase 1a; reeds gerealiseerd</i>					
Verhard oppervlak	1,83	2,10	15	-	+315
Wateroppervlak	0,22	0,22	600**	-	0
<i>Plandeel 'Carolus' fase 1b en 2; geprojecteerd</i>					
Verhard oppervlak	1,99	2,17	60	+1.300	-
Wateroppervlak	0,60	0,49	600**	-	+660
<i>Plandeel 'De Herven'; geprojecteerd</i>					
Verhard oppervlak	0,78	1,54	60	+925	-
Wateroppervlak	0,08	0,04	600**	-	+240
<i>Totaal verhard oppervlak</i>	<i>4,60</i>	<i>5,81</i>			
<i>Totaal wateropper- vlak</i>	<i>0,90</i>	<i>0,75</i>			
Totaal plangebied				+2.225	+1.215

* Bij 'verhard oppervlak' wordt het volledige toekomstige verharde oppervlak gecompenseerd, bij 'wateroppervlak' wordt alleen de afname van het watervolume gecompenseerd.

** Betreft de maximale peilstijging van 60 cm (=600 mm) in het watersysteem, waarvan de berging bij demping (=afname wateroppervlak) gecompenseerd dient te worden.

Beschikbare berging c.q. infiltratie

In tabel 2 is de aanwezige berging en infiltratie ter plaatse van de geprojecteerde verharding, voorzien van bergende funderingsconstructie, weergegeven. Daarnaast is de beschikbare berging door het creëren van extra peilopzet door toepassing van een stuw in de waterpartij weergegeven. Bij het bepalen van het wateroppervlak van de waterpartij achter de stuw is rekening gehouden met de taluds rondom de waterpartij. Hierdoor bedraagt het gemiddelde wateroppervlak bij de extra peilopzet van 0,35 m, 3.950 m², zie figuur 2.

Het geprojecteerd oppervlak aan bergende funderingsconstructie is bepaald op basis van de aangeleverde dwarsprofielen van MTD (d.d. 5 april 2017) met de bijbehorende praktische toepassing onder openbare rijbanen in zowel plandeel 'Carolus' fase 2 als plandeel 'de Herven'. Daarnaast wordt voorgesteld een bergende funderingsconstructie toe te passen onder de openbare binnenterreinen in plandeel 'Carolus' 1b en 2.

Ten behoeve van het bepalen van de aanwezige berging in de funderingslaag wordt uitgegaan van een laagdikte van 350 mm met een porositeit van 40% (conform opgave leverancier Aquaflow).

Om het functioneren van de bergende funderingsconstructie te toetsen is het niet reëel om de samengestelde bui (conform opgave waterschap) van 60 mm gedurende 24 uur toe te passen.

Voor het bergend funderingspakket is juist een korte hevige bui maatgevend. In overleg met waterschap (telefonisch overleg hydroloog S. de Keijzer van het waterschap d.d. 22-08-2016 en toelichting in mail via A. Thomas d.d. 29-08-2016) is overeengekomen dat de infiltratie vanuit het bergend funderingspakket gedurende 2 uur meegerekend wordt.

Tabel 2 Overzicht beschikbare berging c.q. infiltratie

BERGINGS- C.Q. INFILTRATIE MEDIUM	OPPERVLAK [M ²]	PEILOPZET [M]	INFILTRATIE [M ³ /UUR]	BERGING [M ³]	CAPACITEIT-VOORZIENING [M ³ NA 2 UUR]	BERGING IN PEILOPZET WATERPARTIJ [M ³]
<i>Plandeel 'Carolus' fase 1b en 2; geprojecteerd</i>						
Funderingslaag	3.825	-	455	535	1.445	
Waterpartij	3.950	0,35	-	1.382	-	1.382
<i>Plandeel 'De Herven'; geprojecteerd</i>						
Funderingslaag	2.265	-	269	317	855	-
Totaal					2.300	1.382

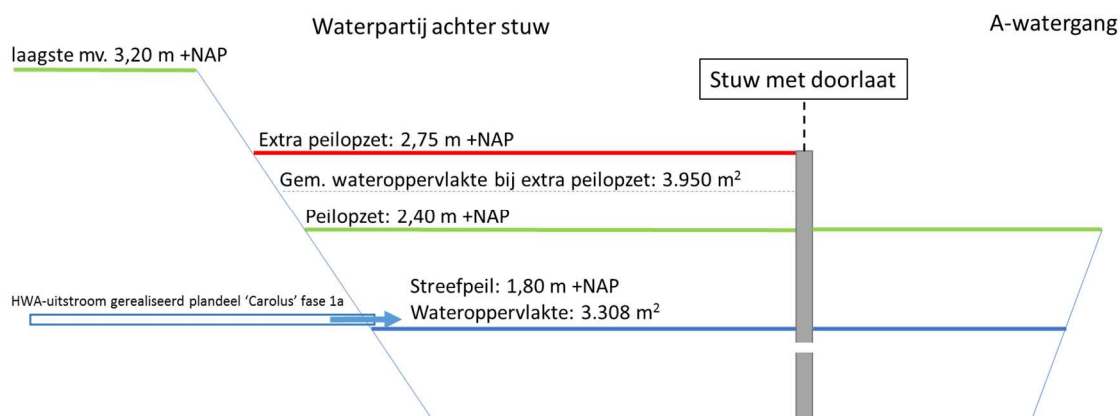
Uit tabel 2 blijkt dat tijdens een maatgevende situatie een totale berging c.q. infiltratie in de funderingslaag beschikbaar is van 2.300 m³. Uit tabel 1 volgt dat de minimaal benodigde berging c.q. infiltratie tijdens een maatgevende situatie 2.225 m³ bedraagt. Hiermee is een positieve balans van 75 m³ aanwezig. Bij nadere uitwerking van het ontwerp van het plangebied kan de hoeveelheid bergende funderingsconstructie geoptimaliseerd worden. Uitgangspunt hierbij is dat minimaal de benodigde berging c.q. infiltratie beschikbaar is conform de geldende uitgangspunten.

Door het plaatsen van een stuw tussen de watergang en de waterpartij, is bij een extra peilopzet van 0,35 m (2,75 m +NAP) conform tabel 2 een extra berging beschikbaar van 1.382 m³ in de waterpartij. Uit tabel 1 volgt dat de minimaal benodigde berging tijdens een maatgevende situatie 1.215 m³ bedraagt. Hiermee is een bergingsoverschot van 167 m³ aanwezig.

Uit voorgaande blijkt dat de capaciteit van de bergende funderingsconstructie voldoende is om hemelwater, afkomstig van geprojecteerde particuliere en openbare verharding van plandelen 'Carolus fase 1b & 2' en 'De Herven', tijdens een maatgevende situatie te kunnen verwerken. Daarnaast is voldoende capaciteit beschikbaar in de waterpartij om demping van voormalig wateroppervlak en hemelwater afkomstig van reeds gerealiseerd verhard oppervlak van plandeel 'Carolus fase 1a' tijdelijk te kunnen bergen.

Werking watersysteem

Door het plaatsen van een stuw wordt de westelijk gelegen waterpartij fysiek afgeschermd van het watersysteem van het waterschap. Achter de toekomstige stuw wordt tijdens neerslagsituaties tijdelijk een extra peilopzet (max. 0,35 m/2,75 m +NAP) gerealiseerd ten opzichte van de maximale peilopzet in het watersysteem (à 2,40 m +NAP). De minimale maaiveldhoogte aan de rand van de waterpartij achter de stuw bedraagt 3,40 m +NAP. Op aangeven van het waterschap wordt de stuw enkel voorzien van een debiet regulerende constructie, die overschrijding van de afvoernorm voorkomt. De werking van het watersysteem is schematisch weergegeven in figuur 2.

Figuur 2: Schematisering werking watersysteem


Door de extra peilopzet achter de stuw van 0,35 m wordt een berging van 1.382 m³ gerealiseerd. Deze berging compenseert het dempen van het bestaande oppervlaktewater, 900 m³ en het nieuw aangebracht verhard oppervlak van het reeds gerealiseerde plandeel Carolus, 315 m³.

Door de aanvoer van hemelwater vanuit het reeds gerealiseerde plandeel 'Carolus' fase 1a zal het niveau van de waterpartij achter de stuw stijgen tot 2,75 m +NAP. In tabel 3 is de verwachte peilstijging in zowel de A-watergang als de waterpartij achter de stuw tijdens een T = 1-, 2-, 5- en 10-situatie weergegeven.

De verwachte peilstijging tijdens een T = 10-situatie is bepaald aan de hand van de verhouding tussen het volume van de T=100-normbui en de T = 10-normbui. De volumes van beide normbuizen zijn overgenomen uit de door Royal Haskoning uitgevoerde Watersysteemanalyse uit 2007 (bron: 'Hydraulische analyses Empel Maaspoort Noord' d.d. 31 juli 2015, Arcadis).

De verwachte peilstijging tijdens een T = 1-, 2-, en 5-situatie is bepaald aan de hand van de verhouding tussen het volume van de normbuizen met deze herhalingstijden en het volume van de normbui T = 10 uit de Leidraad Riolering C2100 d.d. augustus 2004, Stichting Rioned.

Tabel 3: Verwachte peilopzet waterpartij / A-watergang

HERHALINGSTIJD	HERKOMST NORMBUI	VOLUME NORMBUI	BEREKENDE MAX. PEILOPZET IN WATERPARTIJ*	VERWACHTE PEILOPZET A-WATERGANG
T = 100	Watersysteemanalyse 2007 (WSA'07)	77,8 mm	0,95 m	0,60 m
T = 10	Watersysteemanalyse 2007 (WSA'07)	62,2 mm 80 % van T= 100 WSA'07	0,76 m	0,48 m
T = 5	Leidraad Riolering (LR)	29,4 mm 82 % van T= 10 LR	0,62 m	0,39 m
T = 2	Leidraad Riolering (LR)	19,8 mm 55 % van T= 10 LR	0,42 m	0,26 m
T = 1	Leidraad Riolering (LR)	16,8 mm 47 % van T = 10 LR	0,36 m	0,23 m

*De berekende peilopzet bedraagt de peilopzet ten opzichte van het streefpeil à 1,80 m +NAP

Uit de inschatting blijkt dat de extra peilopzet in de waterpartij in vergelijking met de peilopzet in de A-watergang oploopt van circa 0,1 m tijdens een T = 1-situatie naar 0,3 m tijdens een T = 10-situatie. Hiermee wordt de kans op extra uitspoeling van de taluds van de waterpartij als gevolg van extra peilopzet achter de stuw gering geacht.

Wanneer tijdens extreme neerslag de volledige berging achter de stuw is benut (max peil 2,75 m +NAP) bedraagt de ledigingstijd tot het streefpeil (1,80 m +NAP) ca. 4 dagen. Tijdens 'normale' buien zal de peilopzet achter de stuw slechts enkele centimeters bedragen en is de ledigingstijd orde van enkele uren. De beplantingskeuze rondom de waterpartij dient dusdanig te zijn dat deze bestand is tegen de tijdelijk optredende peilveranderingen.

Beheer watersysteem

De uitvoering van het toekomstig beheer en onderhoud aan de stuw en waterpartij is besproken tussen gemeente en waterschap. De intentie is dat de gemeente het toekomstig beheer en onderhoud hiervan op zich neemt.

Ter plaatse van de verbinding tussen plandeel 'Carolus' en 'De Herven' wordt een brug of duiker in de watergang gerealiseerd. Het waterschap geeft hierbij de voorkeur aan een brug. In een later stadium dient de definitieve keuze voor een brug of duiker en de uitwerking hiervan nader te worden gedetailleerd conform de 'Keur' van het waterschap en het 'Programma van Eisen Kunstwerken' van de gemeente.

Langs watergangen dient in verband met beheer en onderhoud een obstakelvrije zone van 1,0 m tussen een obstakel, zoals bijvoorbeeld een boom of lichtmast, en de insteek van het talud aanwezig te zijn. Daarnaast dient de onderlinge afstand tussen obstakels langs een watergang minimaal 10 m te zijn. In het stedenbouwkundig plan is met deze aspecten rekening gehouden.

HWA-stelsel plandeel 'Carolus' fase 1a

Ten behoeve van de hemelwaterafvoer van plandeel 'Carolus' fase 1a is reeds een HWA-stelsel aangelegd. Het ontwerp van dit hemelwaterstelsel is beschreven in het rapport 'riolering en waterhuishouding plan Carolus te 's-Hertogenbosch' d.d. 7 november 2011, BOOT. In dit rapport zijn ook de uitgangspunten benoemd die gehanteerd zijn voor het reeds gerealiseerde HWA-stelsel.

Bij het dimensioneren van het reeds gerealiseerd HWA-stelsel is rekening gehouden met een uitstroompunt aan de zuidoostzijde van het plangebied. Gezien het gewijzigd ontwerp dient het HWA-uitstroompunt op een andere locatie te worden geprojecteerd (zie tekening K17-0104-001, bijlage A). De huidige uitstroombuis aan de noordzijde van het plangebied dient in de toekomstige situatie alleen als noodoverstort gebruikt te worden.

Ten behoeve van afvoer van hemelwater vanuit het reeds gerealiseerd plandeel, dient in het nieuwe ontwerp een HWA uitstroom aan de kopse zijde van de waterpartij gerealiseerd te worden. Voor het ontwerp en de dimensionering van deze HWA-uitstroombuis in plandeel 'Carolus' fase 1b en 2 zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd. Voornamelijk is een statische berekening uitgevoerd. In een later stadium dient conform uitgangspunt van de gemeente het stelsel dynamisch doorgerekend te worden.

Eisen gemeente

- ≈ Maatgevende neerslaggebeurtenis:
 - Bui L08: geen water op straat
 - Bui L10: geen wateroverlast
- ≈ Regenintensiteit: 110 l/s.ha
- ≈ Buismateriaal:
 - Ø250 mm: kunststof
 - Ø300 mm t/m Ø400 mm: kunststof/beton
 - Vanaf Ø500 mm: beton
- ≈ Minimale dekking op buizen:
 - Voorkeur: 1,30 m
 - Minimaal: 1,20 m
- ≈ Maximale putafstand: 70 m
- ≈ Minimale h.o.h. afstand riool tot ander riool of nutsvoorzieningen: 1,0 à 1,50 m
- ≈ Minimale afstand tot uitgeefbare grond: 2,00 m
- ≈ Minimale tussenruimte bij evt. kruisingen: 200 mm
- ≈ Met motiverende en onderbouwende redenen kan van bovenstaande uitgangspunten worden afgeweken.

Afspraken gemeente

- ≈ Riool tracé bij voorkeur maasstructuur
- ≈ Afschot terreinriolering: 1‰
- ≈ Minimale inwendige buisdiameter (conform Carolus fase 1a): 315 mm
- ≈ Wijze van dimensionering
 - Voorlopig ontwerp: Statisch
 - Definitief ontwerp: Dynamisch
- ≈ Minimale waakhoogte in inspectieput (bij bui L08): 0,30 m
- ≈ Buizen berekend op: volledige vulling

- ≈ Uitstroompunt van het HWA-stelsel aan de zuidoostzijde van de waterpartij positioneren.
- ≈ De HWA-leidingen dienen zoveel mogelijk boven het waterpeil te worden aangelegd om zuurstofloos water in de leidingen te vermijden.

Overige uitgangspunten

- ≈ Aangesloten verhard oppervlak op HWA stelsel 'Carolus' fase 1: 2,1 ha
- ≈ Maatgevende strenglengte: ca. 525 m
- ≈ Maaiveldhoogte t.p.v. putdeksel maatgevende streng (Carolus fase 1a): 3,6 m +NAP
- ≈ Energieniveau in ontvangende waterpartij (bij 0,42 m peilopzet*): 2,2 m +NAP
- ≈ Beschikbaar energieverhang: 2,1 mm/m

*betreft maximale peilopzet (meest ongunstige situatie) bij T=2, zie tabel 3.

Berekening diameter HWA uitstroomleiding

Bij de genoemde uitgangspunten wordt de uitstroomleiding op de waterpartij belast met een totaal debiet van:

$$\approx 2,1 \text{ ha} \times 110 \text{ l/s.ha} = 231 \text{ l/s}$$

Op basis van een beschikbaar energieverhang van 2,1 mm/m zijn onderstaand de maximale debieten behorend bij de diverse leidingdiameters weergegeven.

- ≈ Ø400 mm: 86,9 l/s
- ≈ Ø500 mm: 157,3 l/s
- ≈ Ø600 mm: 255,2 l/s

Middels de statische berekening is aangetoond, dat het mogelijk is om het bestaande HWA-stelsel van Carolus fase 1a aan te sluiten op de toekomstige waterpartij en bij de gestelde uitgangspunten voldoende waking resteert in de inspectieputten. Om afstromend hemelwater, conform de gestelde uitgangspunten, te kunnen verwerken is een minimale uitstroomleiding van Ø600 mm benodigd. De overige diameters worden tijdens de DO-fase bepaald op basis van dynamische doorrekening.

Een aantal gerealiseerde HWA rioolstrengen dient mogelijk vergroot te worden. De exacte diametervergroting dient tijdens de nadere uitwerking (DO-fase) bepaald te worden middels een dynamische modelberekening. Middels deze modelberekening wordt tevens het functioneren van de noodoverstort richting de A-watergang en het functioneren (incl. beschouwing waar overtollig water naartoe stroomt) van het HWA-stelsel bij een bui L10 in beeld gebracht.

Vuilwatersysteem

Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten dienen voor het ontwerp en de berekening van het dwa-riool te worden gehanteerd:

Eisen gemeente

- ≈ Riolering onder wegverharding
- ≈ Minimale h.o.h. afstand riool tot ander riool of nutsvoorzieningen: 1,0 à 1,50 m
- ≈ Minimale afstand tot uitgeefbare grond: 2,00 m
- ≈ Materiaal putten: beton
- ≈ Maximale putafstand: 70 m
- ≈ Minimale tussenruimte van riolen bij evt. kruisingen: 200 mm
- ≈ Piekintensiteit DWA-productie: 12 l/uur/pers over 10 uur
- ≈ Maximale vullingsgraad DWA-riool: 50%
- ≈ Met motiverende en onderbouwende redenen kan van bovenstaande uitgangspunten worden afgeweken.

Afspraken gemeente

- ≈ Riooltracé bij voorkeur maasstructuur
- ≈ Leidingverhang: streven naar minimaal 4 mm/m voor 1e 150 m (beginstrengen), 3 mm/m voor 2e 150m en 2 mm/m voor de overige strengen
- ≈ Minimale waakhoogte in inspectieput (bij bui L08): 0,30 m
- ≈ Minimale dekking op leidingen: 1,30 m
- ≈ Minimale dekking op maatgevende eindstreng: 1,20 m
- ≈ Minimale inwendige buisdiameter: 250 mm
- ≈ Materiaal buizen
 - Ø250 mm: kunststof
 - Ø300 mm t/m 400 mm: kunststof/gres
 - >Ø400 mm: gres
- ≈ Aantal inwoners per woning (gemiddeld): 3,0 pers.
- ≈ Aangesloten verhard oppervlak per eindsteng: 100 m²

Overige uitgangspunten

- ≈ Voor de bepaling van de diameter is uitgegaan van: energieverhang (I) is leidingverhang

Ontwerp

Het ontwerp van het vuilwaterriool in plandeel 'Carolus' fase 1b en 2 en plandeel 'De Herven' is weergegeven op de 'DO Themakaart - Riool Ontwerp' d.d. 5 april 2017, MTD en op tekening '2416 Lijndiagram - Rioolontwerp' d.d. 5 april 2017, MTD.

De reeds gerealiseerde DWA-riolering binnen plandeel 'Carolus' fase 1a is aangesloten op het bestaande DWA-riool (beton Ø400 mm) in de Hervensebaan. Deze aansluiting blijft gehandhaafd. Het DWA-riool in plandeel 'Carolus' fase 1b en 2 wordt aangesloten op het DWA-riool uit 'Carolus' fase 1a ter hoogte van de laatste put voor de aansluiting met de Hervensebaan met een b.o.b.-niveau van 0,99 m +NAP. Hiertoe wordt de reeds aangebrachte DWA-streng ten zuiden van plandeel 'Carolus' fase 1b dieper aangelegd.

De diepteligging van het reeds gerealiseerd DWA-riool binnen het oostelijk plandeel 'Carolus' fase 1a is niet toereikend om de toekomstige DWA-riolering binnen het westelijk plandeel 'Carolus' conform de genoemde uitgangspunten volledig onder vrijverval aan te kunnen sluiten. De plaatsen waar niet voldoende dekking behaald wordt, zijn weergegeven op de 'DO Themakaart - Riol Ontwerp' d.d. 5 april 2017, MTD. Op tekening '2416 Lijndiagram - Riolontwerp' d.d. 5 april 2017, MTD is aangegeven wat de dekking op deze plaatsen is wanneer minder verhang in de eindstrengen wordt geaccepteerd. Ter plaatse van eindstrengen met geringe dekking kan worden overwogen om huisaansluitleidingen op de inspectieputten aan te sluiten.

De DWA-riolering binnen plandeel 'De Herven' dient te worden aangesloten op de bestaande DWA-uitlegger (beton Ø300 mm) vanaf de Bruistensingel. De diepteligging van de bestaande DWA-uitlegger (b.o.b. 1,45 m +NAP) is toereikend om het plandeel 'De Herven' onder vrijverval aan te kunnen sluiten.

In een later stadium dient het rioolontwerp nader te worden uitgewerkt en te worden getoetst aan bui L08. De gemeente levert hiervoor de drukhoogte in de DWA-leiding in de Hervensebaan aan.

Berekeningen

Uitgaande van 199 grondgebonden woningen binnen plandeel 'Carolus' fase 1a, 1b en 2, bedraagt de piekhoeveelheid vuilwater die aangeboden wordt op het bestaande DWA-riool in de Hervensebaan:

$$\approx 199 \times (12 \text{ l/h.pers} \times 3,0 \text{ pers.}) = 7.164 \text{ l/h} = 7,16 \text{ m}^3/\text{h} = 1,99 \text{ l/s.}$$

Uitgaande van 56 grondgebonden woningen en 19 appartementen binnen plandeel 'De Herven', bedraagt de piekhoeveelheid vuilwater die aangeboden wordt op het bestaande DWA-riool in de Bruistensingel:

$$\approx 75 \times (12 \text{ l/h.pers} \times 3,0 \text{ pers.}) = 2.700 \text{ l/h} = 2,70 \text{ m}^3/\text{h} = 0,75 \text{ l/s.}$$

Het aan te leggen DWA-stelsel wordt uitgevoerd in een minimale praktische diameter van 250 mm, vanwege eventuele onderhoud- en inspectiewerkzaamheden. Het maximale debiet van een buis Ø250 mm met $k=3,0$ en gemiddeld $I=0,003$ bij 50% vulling bedraagt 14,2 l/s. De minimale diameter voldoet ruim.

Samenvatting

Naar aanleiding van het gewijzigde stedenbouwkundig ontwerp voor planlocatie Carolus – De Herven is het effect op de waterhuishouding in relatie tot de voormalige situatie binnen het plangebied onderzocht. Onderstaand is eerst een korte omschrijving van het toekomstig watersysteem opgenomen en vervolgens zijn puntsgewijs de belangrijkste inhoudelijke aspecten opgesomd.

Omschrijving wijze van berging in watersysteem

In het totale plangebied wordt, ten behoeve van de waterhuishouding, onderscheid gemaakt in drie plandelen. De drie plandelen betreffen het reeds gerealiseerd plandeel Carolus fase 1a, het te ontwikkelen plandeel Carolus fase 1b/2 en te ontwikkelen plandeel De Herven.

Voor het reeds gerealiseerde plandeel Carolus fase 1a moet, vanwege het reeds aangelegde HWA-stelsel, aanvullende berging in oppervlaktewater worden gerealiseerd. Daarnaast dient, ter compensatie van het dempen van oppervlaktewater in plandeel Carolus fase 1b/2, berging te worden gerealiseerd in oppervlaktewater. De benodigde berging in het oppervlaktewater dient achter een debietregulerende voorziening te worden gevonden. Binnen het plandeel Carolus fase 1b/2 wordt dit gerealiseerd in de vorm van een stuw, voorzien van een knijpconstructie, geprojecteerd tussen de bestaande A-watergang en de bestaande waterpartij. In de waterpartij (achter de geprojecteerde stuw) wordt vervolgens de te realiseren berging gecreëerd middels extra peil-opzet. Om het hemelwater afkomstig van het reeds gerealiseerd plandeel Carolus fase 1A in de waterpartij te bergen, wordt een HWA leiding gerealiseerd vanaf plandeel Carolus fase 1A naar de waterpartij.

Binnen de nog te realiseren plandelen Carolus fase 1b/2 en De Herven wordt onder de rijbanen een waterbergend funderingspakket gerealiseerd. Vanuit dit funderingspakket infiltreert het hemelwater naar de bodem. Met de toepassing van dit funderingspakket wordt de benodigde waterberging, voor het nog te realiseren verhard oppervlak, binnen de betreffende plandelen gerealiseerd.

Bergingsopgave

- ≈ Er is sprake van toename van verhard oppervlak binnen het totaalplan van 1,21 ha ten opzichte van de voormalige situatie;
- ≈ Ten behoeve van de nog te realiseren plandelen, met een totaal verhard oppervlak van 3,71 ha, dienen infiltratievoorzieningen met een minimale inhoud c.q. infiltratiecapaciteit van 2.225 m³ te worden gerealiseerd tijdens een maatgevende situatie;
- ≈ Binnen de nog te realiseren plandelen worden infiltratievoorzieningen gerealiseerd met een totale inhoud van 852 m³ (535 m³ in plandeel 'Carolus' fase 1b en 2 en 317 m³ in plandeel 'De Herven').
- ≈ De infiltratiecapaciteit van de toekomstige infiltratievoorzieningen over 2 uur bedraagt totaal 1.448 m³ (455 m³/uur in plandeel 'Carolus' fase 1b en 2 en 269 m³/uur in plandeel 'De Herven').
- ≈ De totale bergings- en infiltratiecapaciteit van de toekomstige infiltratievoorzieningen bedraagt 2.300 m³, waarmee de hoeveelheid hemelwater (2.225 m³) tijdens een maatgevende bui volledig binnen de toekomstige plandelen wordt verwerkt en niet af zal stromen naar oppervlaktewater;

- ≈ Ten behoeve van het reeds gerealiseerd plandeel, met een verhard oppervlak van 2,1 ha dient een berging in de waterpartij te worden gerealiseerd à 315 m³;
 - ≈ Ter compensatie van afname aan wateroppervlak met een hoeveelheid van 0,15 ha dient berging in de waterpartij te worden gerealiseerd à 900 m³;
 - ≈ Door plaatsing van de stuw met een achterliggend wateroppervlak van ca. 3.950 m² en een maximale extra peilopzet van 0,35 m (2,75 m +NAP), wordt extra berging à 1.382 m³ in de waterpartij gerealiseerd;
 - ≈ De beschikbare berging door het realiseren van peilopzet achter de stuw (1.382 m³) is voldoende om zowel de demping van wateroppervlak als de berging t.b.v. reeds gerealiseerd verhard oppervlak binnen plandeel Carolus (totaal 1.215 m³) te kunnen bergen;
 - ≈ Het ontwerp van de waterpartij dient bij de uitwerking van het stedenbouwkundig plan nader te worden getoetst aan de eisen voor beheer en onderhoud van de gemeente;
- Uit bovenstaande kan worden geconcludeerd dat met de ontwikkeling van het plan Carolus – De Herven conform het gewijzigd ontwerp sprake is van een hydrologisch neutrale ontwikkeling.

Ontwerp HWA stelsel

- ≈ Het HWA-stelsel voldoet, bij uitvoering van aanpassingen aan het huidig stelsel en aanleg van een leiding Ø600 mm, aan de gestelde eisen. In een later stadium (DO-fase) dient het HWA-stelsel dynamisch te worden getoetst en te voldoen aan de gestelde eisen en afspraken;

Ontwerp DWA stelsel

- ≈ Het DWA-stelsel kan onder vrijval worden aangesloten, op voorwaarde dat ter plaatse van het plandeel 'Carolus', de reeds aangebrachte DWA-streng ten zuiden van plandeel 'Carolus' fase 1b wordt verlaagd en op een aantal eindstrengen minder dekking dan vermeld in de uitgangspunten wordt geaccepteerd.



Ingenieurs met een verhaal.

Bijlage A

Tekeningen voormalige en toekomstige situatie

Locatie

Plesmanstraat 5
Veenendaal

BIJLAGEN

Locatie

Bemmelseweg 57
Elst (Gld)

Postbus 509

3900 AM Veenendaal
T 0318 - 527 600

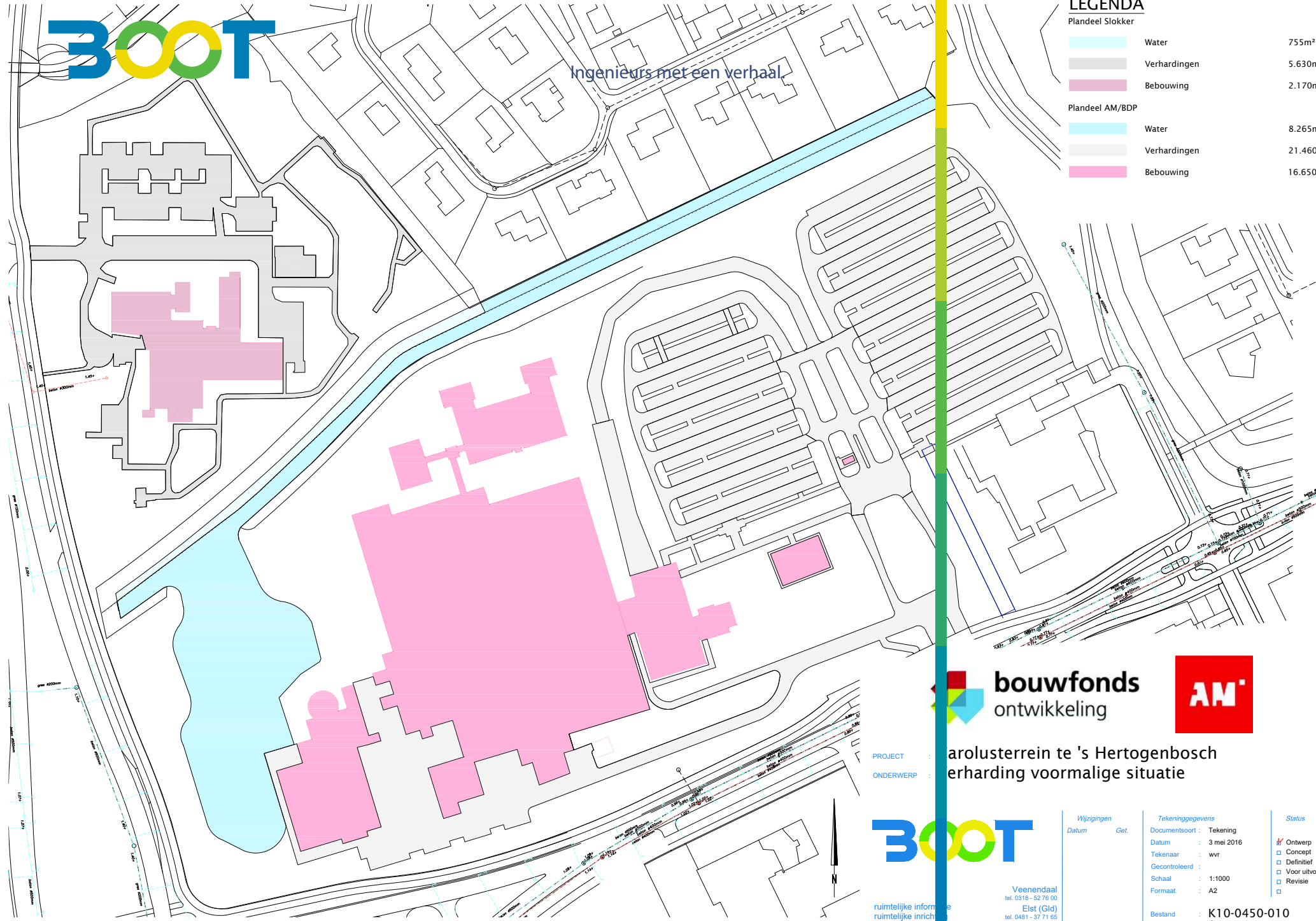
info@buroboot.nl
www.buroboot.nl

IBAN NL98 RABO 0129 8313 36

BIC/SWIFT RABONL2U
KvK 30159072 Utrecht

LEGENDA

Plandeel Slokker		
	Water	755m ²
	Verhardingen	5.630m ²
	Bebouwing	2.170m ²
Plandeel AM/BDP		
	Water	8.265m ²
	Verhardingen	21.460m ²
	Bebouwing	16.650m ²



bouwfonds
ontwikkeling



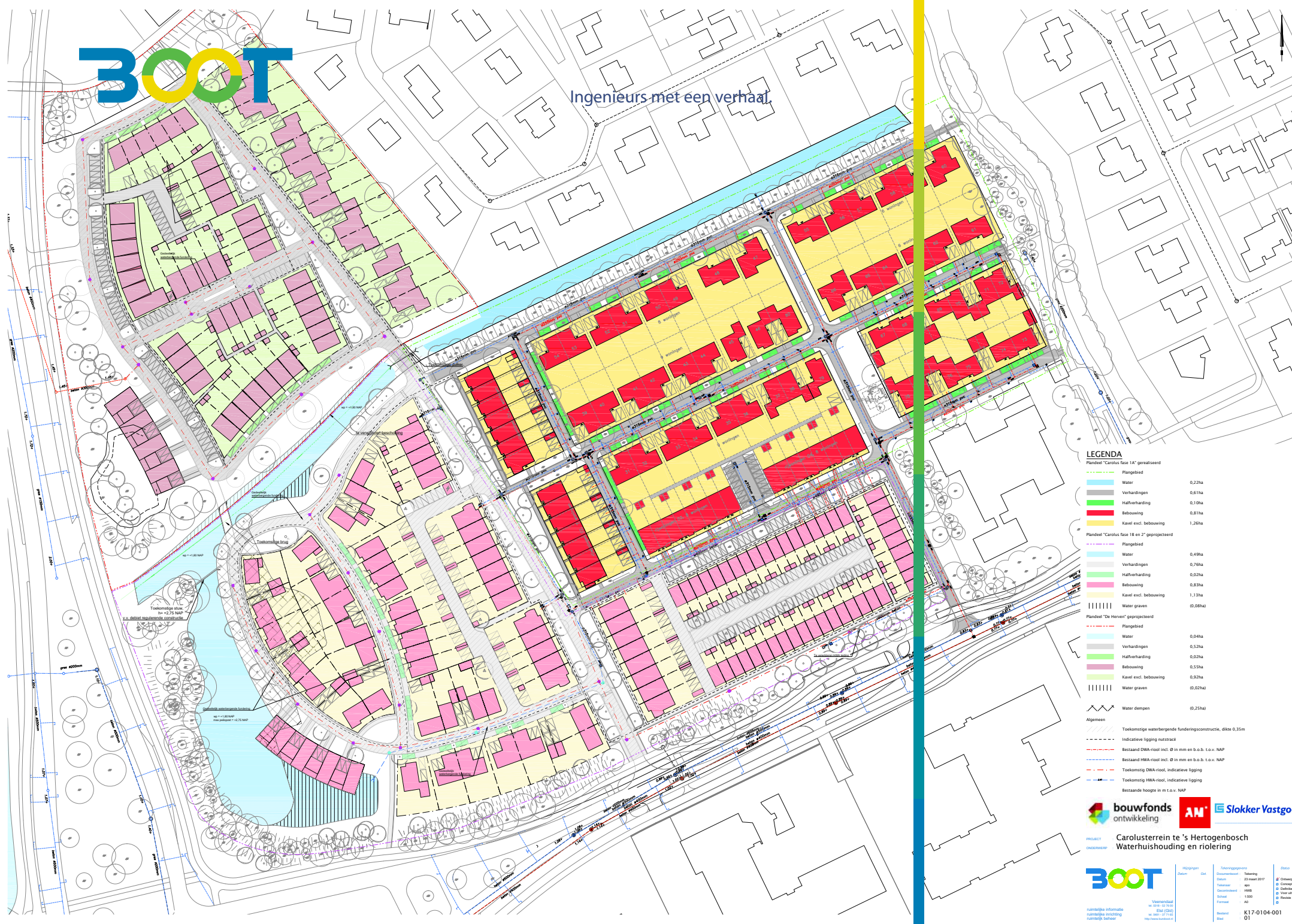
PROJECT : Parolusterrein te 's Hertogenbosch
ONDERWERP : Verharding voormalige situatie



Wijzigingen		Tekeninggegevens		Status
Datum	Get.	Documentsoort	Tekening	
		Datum	3 mei 2016	<input checked="" type="checkbox"/> Ontwerp
		Tekenaar	wvr	<input type="checkbox"/> Concept
		Gecontroleerd		<input type="checkbox"/> Definitief
		Schaal	1:1000	<input type="checkbox"/> Voor uitvoering
		Formaat	A2	<input type="checkbox"/> Revisie
		Bestand	K10-0450-010	<input type="checkbox"/>
		Blad	01	

Veenendaal
tel. 0318 - 52 76 00
Eist (Gld)
tel. 0481 - 37 71 65
<http://www.buroboot.nl>

ruimtelijke informatie
ruimtelijke inrichting
ruimtelijk beheer



LEGENDA

Plandeel "Carolus fase 1A" realisatie

Plangebied	
Water	0,22ha
Verhardingen	0,61ha
Halfverharding	0,10ha
Bebouwing	0,81ha
Kavel excl. bebouwing	1,26ha

Plandeel "Carolus fase 1B en 2" projectie

Plangebied	
Water	0,49ha
Verhardingen	0,76ha
Halfverharding	0,07ha
Bebouwing	0,83ha
Kavel excl. bebouwing	1,13ha
Water graven	(0,08ha)

Plandeel "De Heren" projectie

Plangebied	
Water	0,04ha
Verhardingen	0,52ha
Halfverharding	0,02ha
Bebouwing	0,55ha
Kavel excl. bebouwing	0,92ha
Water graven	(0,02ha)

Water dempen (0,23ha)

Algemeen

- Toekomstige waterbergende funderingsconstructie, diale 0,35m
- Indicatieve ligging nutstrace
- Bestaand DWA-riool incl. Ø in mm en b.o.b. t.o.v. NAP
- Bestaand HWA-riool incl. Ø in mm en b.o.b. t.o.v. NAP
- Toekomstig DWA-riool, indicatieve ligging
- Toekomstig HWA-riool, indicatieve ligging
- Bestaande hoogte in m t.o.v. NAP

bouwfonds ontwikkeling **AM** **Slokker Vastgoed**

PROJECT: **Carolusterrein te 's Hertogenbosch**
 OORZAKEN: **Waterhuishouding en riolering**

BOOT

Vereniging van 23 leden
 wettelijk ingeregistreerd
 KvK 09053001

Program	Doc	Tekeningnummer	Tekening	Datum
Program	Doc	Tekeningnummer	Tekening	Datum
Tekenaar	AM	100	100	23 maart 2017
Ontwerper	AM	100	100	
Schaal	1:500			
Formaat	A0			

Bestand: K17-0104-001
 Blad: 01



Ingenieurs met een verhaal.

Bijlage B

Doorlatendheidsonderzoek d.d. 13 juni 2016

Locatie
Plesmanstraat 5
Veenendaal

BIJLAGEN

Locatie
Bemmelseweg 57
Elst (Gld)

Postbus 509
3900 AM Veenendaal
T 0318 - 527 600

info@buroboot.nl
www.buroboot.nl

IBAN NL98 RABO 0129 8313 36
BIC/SWIFT RABONL2U
KvK 30159072 Utrecht

NOTITIE

PROJECT : 's Hertogenbosch - Carolusterrein
 PROJECTNUMMER : P10-0450

 ONDERWERP : In-situ infiltratie onderzoek

 DATUM : 13 juni 2016
 OPGESTELD DOOR : E. Janssen

Op verzoek van GEM Carolus Den Bosch CV heeft BOOT organiserend ingenieursburo in-situ doorlatendheidsmetingen uitgevoerd op projectgebied Carolus te 's Hertogenbosch. Doel van het onderzoek is het bepalen van de doorlatendheid van de bodem op de voorgenomen diepte van een toekomstige infiltratievoorziening.

Het projectgebied bestaat uit twee deelplannen, namelijk plan Slokker (noordzijde, voormalig Psychogeriatrisch centrum De Herven) en plan Carolus (zuidzijde, voormalig Jeroen Bosch Ziekenhuis, locatie Carolus). Het projectgebied wordt omgevormd naar een woonwijk. Het onderzoek is uitgevoerd op de braakliggende terreindelen waarbij de infiltratieproeven zijn uitgevoerd in de onverzadigde zone.

Voor het uitvoeren van geohydrologisch onderzoek zijn vooraansnog geen wettelijke richtlijnen vastgesteld. Derhalve wordt ten behoeve van de veldwerkzaamheden aangesloten op het VKB-protocol 2001 "Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen". De K-waarde is bepaald met behulp van de constant-head permeameter.

In tabel 1 zijn de uitgevoerde werkzaamheden weergegeven. Een overzicht van de onderzoekslocatie en locaties van de infiltratiemetingen zijn weergegeven in bijlage A.

Tabel 1 Uitgevoerde werkzaamheden

DATUM ONDERZOEK	BORING	BORING T.B.V. BODEMOPBOUW	DOORLATENDHEIDS-METINGEN	BODEMLAAG
7 juni 2016	01	Ja	1 x (onverzadigde zone)	Zand, zeer fijn, zwak siltig
7 juni 2016	02	Ja	1 x (onverzadigde zone)	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus
7 juni 2016	03	Ja	1 x (onverzadigde zone)	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus
7 juni 2016	04	Ja	1 x (onverzadigde zone)	Zand, zeer grof, zwak siltig
7 juni 2016	05	Ja	1 x (onverzadigde zone)	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus
7 juni 2016	06	Ja	1 x (onverzadigde zone)	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig
7 juni 2016	07	Ja	1 x (onverzadigde zone)	Zand, matig fijn, zwak siltig
7 juni 2016	08	Ja	1 x (onverzadigde zone)	Zand, matig grof, zwak siltig

Op de onderzoekslocatie is een maaiveldhoogteverschil aanwezig van maximaal 1,25 meter. Bij het uitvoeren van de infiltratiemetingen is rekening gehouden met de toekomstige ontwerp-hoogte van de infiltratievoorziening. Deze bedraagt circa + 2,70 NAP. Boring 07a was gepland in een bestaande ontgraving met bodemhoogte van circa + 2,40 m NAP en is derhalve verplaatst buiten de ontgraving.

Bij alle uitgevoerde boringen bestaat de bovenste bodemlaag uit zand, variërend van zeer fijn tot zeer grof. Gezien de ligging van 's Hertogenbosch betreft de zandlaag waarschijnlijk een op-hooglaag om het gebied bewoonbaar te maken. Onder deze zandlaag is een klei- en plaatselijk een veenlaag aangetroffen. Onder de klei-/veenlaag is matig grof zand aanwezig.

Om de doorlatendheid (K-waarde) van de bodemlagen boven het grondwater (onverzadigde zone) te bepalen worden met het K-Sat meetinstrument, in-situ testen uitgevoerd. De meetprocedure staat bekend als "constant-head", "permeameter test" of "boorgat-infiltratietest". Na verzadiging van de betreffende bodemlaag wordt het debiet gemeten welke nodig is om het waterniveau constant te houden. Deze methode is toegelicht in bijlage D.

In tabel 2 is een overzicht gegeven van de bodemlagen waarin een doorlatendheidsproef is uitgevoerd en het resultaat van de doorlatendheidsproef.

Tabel 2 Overzicht bodemlagen, bodemsamenstelling en resultaat doorlatendheid

MEETPUNT	Diepte meting M - MV	Diepte meting M + NAP	BODEMSAMENSTELLING	K-WAARDE M/DAG ¹
01	1,0	2,77	Zand, zeer fijn, zwak siltig	0,97
02	0,4	2,6	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus	2,22
03	0,4	2,64	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus	5,76
04	0,75	2,59	Zand, zeer grof, zwak siltig	11,06
05	0,35	2,35	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus	5,7
06	0,9	2,66	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig	3,37
07	0,55	2,69	Zand, matig fijn, zwak siltig	4,92
08	1,1	2,44	Zand, matig grof, zwak siltig	11,9

1)

Onderstaande classificatie van doorlatendheid (in m/dag) is afkomstig uit Cultuurtechnisch Vademecum, 2000.

< 0,01	zeer slecht doorlatend
0,01 - 0,10	slecht doorlatend
0,10 - 0,50	matig doorlatend
0,50 - 1,0	vrij goed doorlatend
1,0 - 10	goed doorlatend
> 10	zeer goed doorlatend

De doorlatendheid van de bodem in de onderzochte zandlagen in het plangebied is goed doorlatend.




Ingenieurs met een verhaal.

Bijlagen:

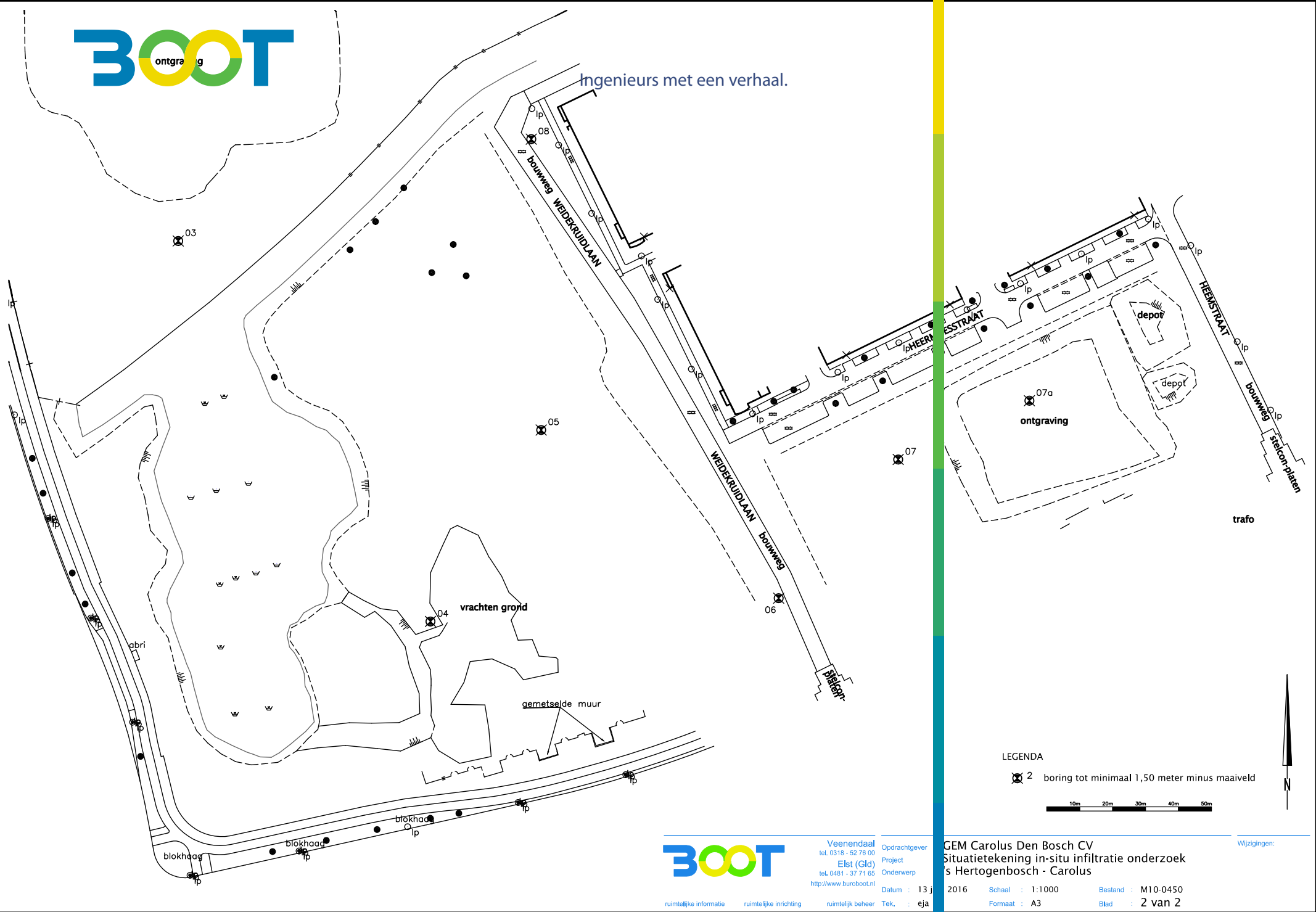
- A : Situatietekeningen boorpunten in-situ infiltratiemetingen
- B : Boorprofielen
- C : Resultaten Aardvark Permeameter
- D : Methodiek doorlatendheidsmetingen Glover Solution



LEGENDA

 2 boring tot minimaal 1,50 meter minus maaiveld





LEGENDA

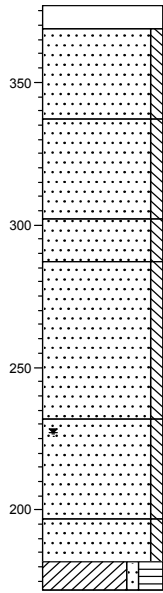
2 boring tot minimaal 1,50 meter minus maaiveld



Boring: 01

Datum: 07-06-2016

GLG: 195
 GWS: 150
 X: 150305,83
 Y: 412947,75
 hoogte mv referentievlak 3,77
 N.A.P.

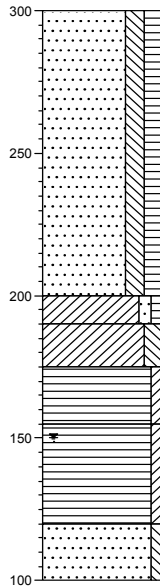


377	klinker
369	Volledig klinkers, Edelmanboor
	Zand, matig fijn, zwak siltig, licht bruingrijs, River
337	Zand, matig fijn, zwak siltig, lichtbruin, River
302	Zand, matig fijn, zwak siltig, lichtgrijs, River
287	Zand, zeer fijn, zwak siltig, licht bruingeel, River
232	Zand, matig fijn, zwak siltig, licht grijsbruin, River
197	Zand, matig fijn, zwak siltig, lichtgrijs, River
182	Klei, zwak zandig, sterk humeus, donkerbruin, River
172	

Boring: 02

Datum: 07-06-2016

GWS: 150
 X: 150389,36
 Y: 412914,81
 hoogte mv referentievlak 3
 N.A.P.

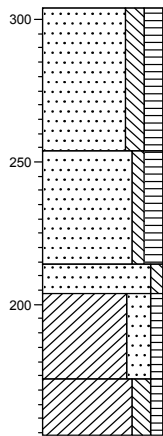


300	groenstrook
	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, zwak wortelhoudend, donkerbruin, River
200	
190	Klei, zwak zandig, zwak humeus, zwak roesthoudend, donker bruingrijs, Edelmanboor
175	Klei, matig siltig, zwak roesthoudend, lichtgrijs, Edelmanboor
155	Veen, zwak kleilig, resten hout, resten planten, donkerbruin, Edelmanboor
	Veen, zwak kleilig, resten hout, resten planten, neutraalbruin, Edelmanboor
120	Zand, matig grof, zwak siltig, licht bruingrijs, Edelmanboor
100	

Boring: 03

Datum: 07-06-2016

X: 150330,76
 Y: 412815,79
 hoogte mv referentievlak 3,04
 N.A.P.

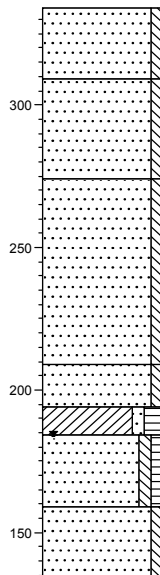


304	groenstrook
	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, zwak wortelhoudend, donkerbruin, River
254	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, brokken klei, donkerbruin, River
214	Zand, matig fijn, zwak siltig, licht bruingeel, Edelmanboor
204	Klei, sterk zandig, zwak humeus, donker grijsbruin, Edelmanboor
174	Klei, matig siltig, zwak humeus, matig roesthoudend, donker bruingrijs, Edelmanboor
154	

Boring: 04

Datum: 07-06-2016

GWS: 150
 X: 150407,35
 Y: 412700,24
 hoogte mv referentievlak 3,34
 N.A.P.

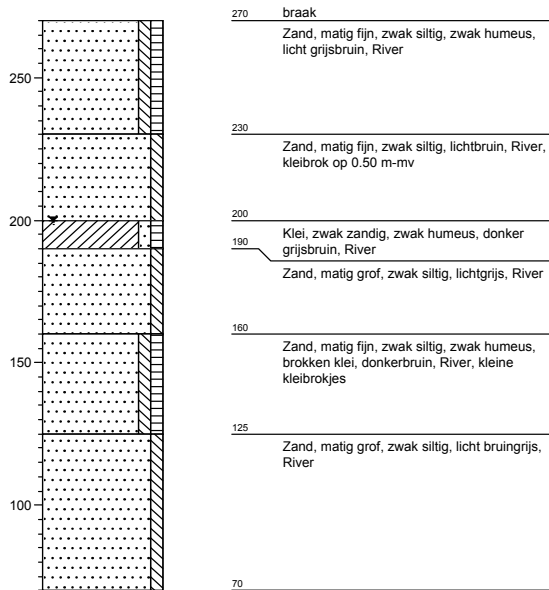


334	braak
	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak puinhoudend, licht grijsbruin, Edelmanboor
309	Zand, matig grof, zwak siltig, licht grijsbruin, Edelmanboor
274	Zand, zeer grof, zwak siltig, lichtgrijs, Edelmanboor
209	Zand, matig grof, zwak siltig, licht grijsbruin, Edelmanboor
194	Klei, zwak zandig, matig humeus, donker grijsbruin, Edelmanboor
184	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak humeus, neutraalbruin, Edelmanboor
159	Zand, matig grof, zwak siltig, licht bruingrijs, Edelmanboor
134	

Boring: 05

Datum: 07-06-2016

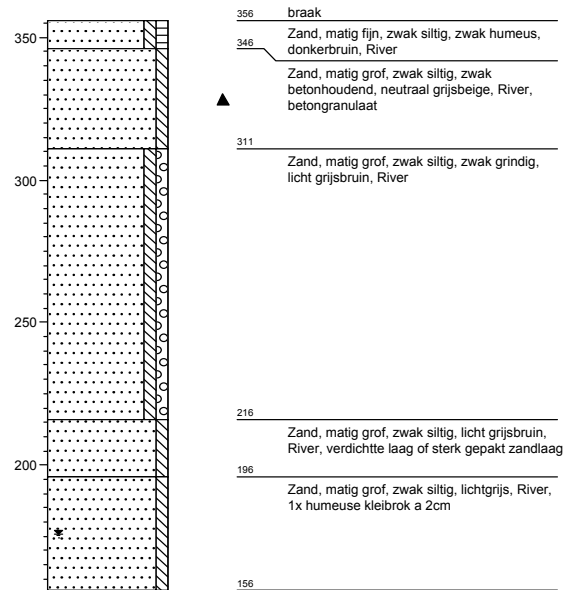
GWS: 70
 X: 150440,96
 Y: 412758,40
 hoogte mv referentievlak: 2,7
 N.A.P.



Boring: 06

Datum: 07-06-2016

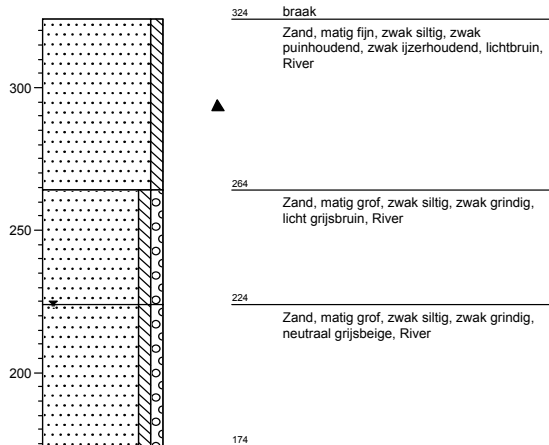
GWS: 180
 X: 150513,05
 Y: 412707,32
 hoogte mv referentievlak: 3,56
 N.A.P.



Boring: 07

Datum: 08-06-2016

GWS: 100
 X: 150549,36
 Y: 412749,44
 hoogte mv referentievlak: 3,24
 N.A.P.



Boring: 07a

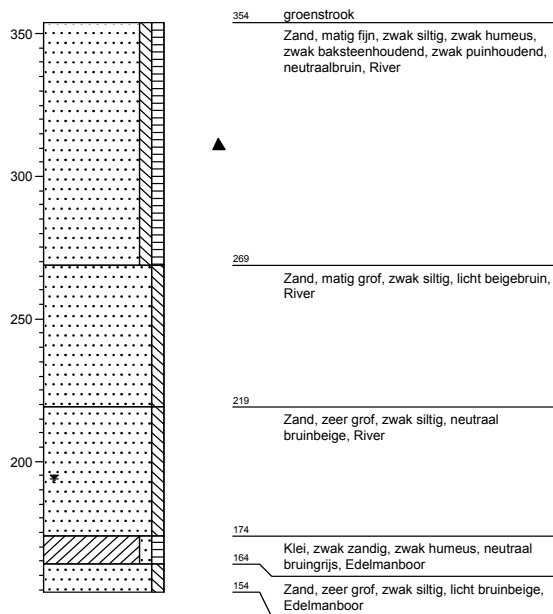
Datum: 07-06-2016
 Opmerking: lager gelegen deel van terrein

X: 150589,18
 Y: 412767,28
 hoogte mv referentievlak: 2,31
 N.A.P.

231 braak

Datum: 07-06-2016

GWS: 160
X: 150437,95
Y: 412846,71
hoogte mv 3,54
referentievlak N.A.P.



Location:
 Site:

Date of Readings:

Time interval: minutes

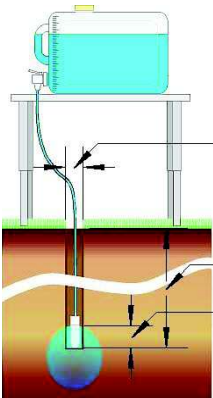
Ksat Method:

Steady Flow Rate achieved when Water Consumption Rate changes less than

Steady Flow Rate:
 Percolation Rate:
Ksat:

Site Details:

Notes:



Site GPS Position

Longitude:
 Latitude:

Hole Diameter

Water Temperature

Hole Depth

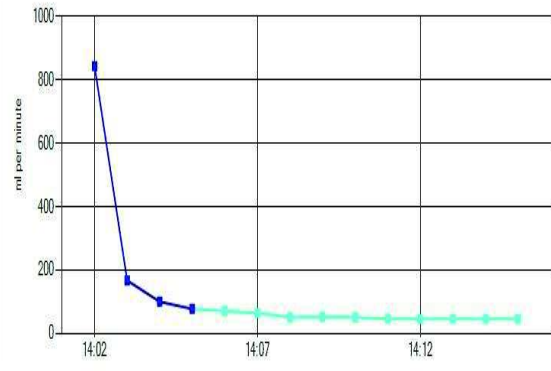
Water Height in Hole

Water Table Depth

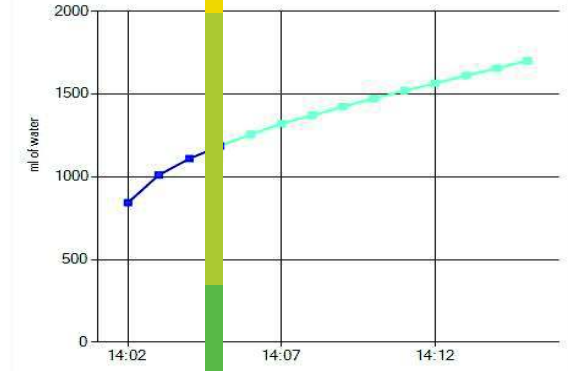
Soil Texture Structure Category:

Most structured soils from clays through loams; also includes unstructured medium and fine sands. The category most frequently applicable for agricultural soils.

Water Consumption Rate



Total Water Consumed



Time	Reservoir Water Level (ml)	Elapsed Time Interval (minutes)	Interval Water Consumed (ml)	Total Water Consumed (ml)	Water Consumption Rate (ml / min)	Ignore this Reading?
14:01:53	8777,4	0				
14:02:53	7934,4	1	843	843	843	
14:03:53	7767,6	1	166,8	1009,8	166,8	
14:04:53	7668	1	99,6	1109,4	99,6	
14:05:53	7591,2	1	76,8	1186,2	76,8	
14:06:53	7521,2	1	70	1256,2	70	
14:07:53	7457,2	1	64	1320,2	64	
14:08:53	7407	1	50,2	1370,4	50,2	
14:09:53	7354,8	1	52,2	1422,6	52,2	
14:10:53	7304,4	1	50,4	1473	50,4	
14:11:53	7258,2	1	46,2	1519,2	46,2	
14:12:53	7212,6	1	45,6	1564,8	45,6	
14:13:53	7167,6	1	45	1609,8	45	
14:14:53	7122,6	1	45	1654,8	45	
14:15:53	7077,6	1	45	1699,8	45	

Location:
 Site:

Date of Readings:

Time interval: minutes

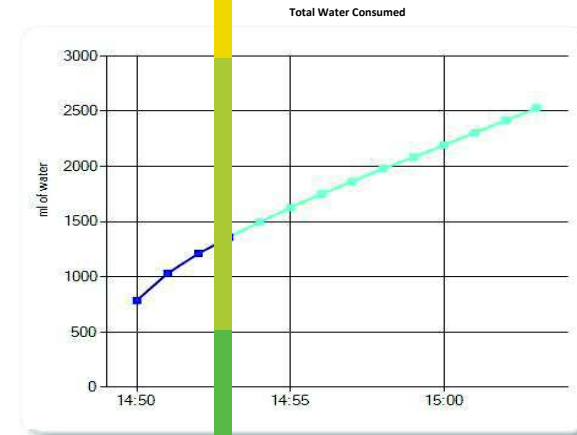
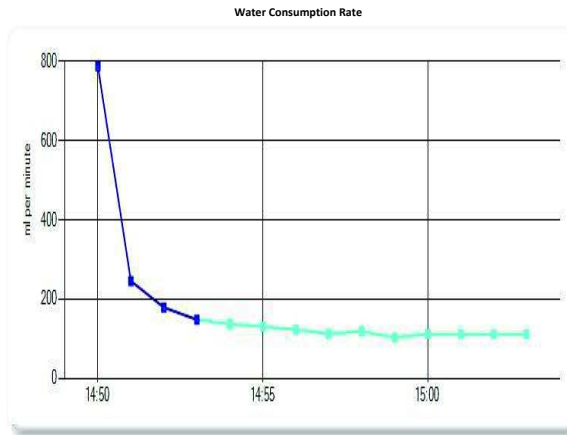
Ksat Method:

Steady Flow Rate achieved when Water Consumption Rate changes less than

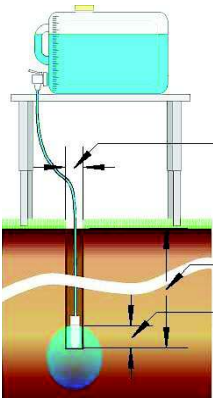
Steady Flow Rate: 116,90 ml/min
 Percolation Rate: 117,11 ml/min
Ksat: 2,22 Meters/day

Site Details:

Notes:



Time	Reservoir Water Level (ml)	Elapsed Time Interval (minutes)	Interval Water Consumed (ml)	Total Water Consumed (ml)	Water Consumption Rate (ml / min)	Ignore this Reading?
14:49:23	6984,2	0				
14:50:23	6196,8	1	787,4	787,4	787,4	
14:51:23	5951,2	1	245,6	1033	245,6	
14:52:23	5772,4	1	178,8	1211,8	178,8	
14:53:23	5624,4	1	148	1359,8	148	
14:54:23	5487,6	1	136,8	1496,6	136,8	
14:55:23	5357	1	130,6	1627,2	130,6	
14:56:23	5234,2	1	122,8	1750	122,8	
14:57:23	5122,4	1	111,8	1861,8	111,8	
14:58:23	5004	1	118,4	1980,2	118,4	
14:59:23	4900,8	1	103,2	2083,4	103,2	
15:00:23	4789	1	111,8	2195,2	111,8	
15:01:23	4677,8	1	111,2	2306,4	111,2	
15:02:23	4566,8	1	111	2417,4	111	
15:03:23	4455,4	1	111,4	2528,8	111,4	



Site GPS Position

Longitude:
 Latitude:

Hole Diameter

Water Temperature

Hole Depth

Water Height in Hole

Water Table Depth

Soil Texture Structure Category:

Most structured soils from clays through loams; also includes unstructured medium and fine sands. The category most frequently applicable for agricultural soils.

Location:
 Site:

Date of Readings:

Time interval: minutes

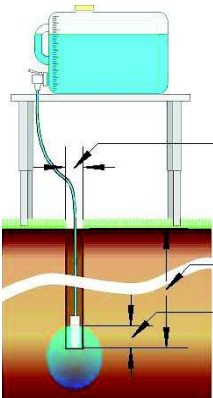
Ksat Method:

Steady Flow Rate achieved when Water Consumption Rate changes less than

Steady Flow Rate: 304,13 ml/min
 Percolation Rate: 304,67 ml/min
Ksat: 5,76 Meters/day

Site Details:

Notes:



Site GPS Position

Longitude:
 Latitude:

Hole Diameter

Water Temperature

Hole Depth

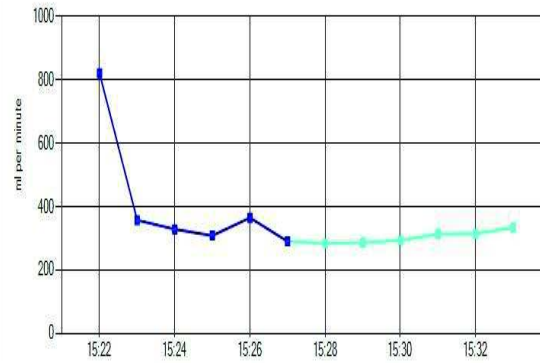
Water Height in Hole

Water Table Depth

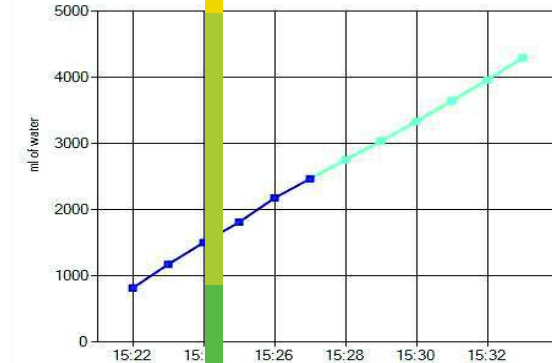
Soil Texture Structure Category:

Most structured soils from clays through loams; also includes unstructured medium and fine sands. The category most frequently applicable for agricultural soils.

Water Consumption Rate



Total Water Consumed



Time	Reservoir Water Level (ml)	Elapsed Time Interval (minutes)	Interval Water Consumed (ml)	Total Water Consumed (ml)	Water Consumption Rate (ml / min)	Ignore this Reading?
15:21:23	8191,4	0				
15:22:23	7371,2	1	820,2	820,2	820,2	
15:23:23	7014	1	357,2	1177,4	357,2	
15:24:23	6685,6	1	328,4	1505,8	328,4	
15:25:23	6377,4	1	308,2	1814	308,2	
15:26:23	6012,8	1	364,6	2178,6	364,6	
15:27:23	5722,8	1	290	2468,6	290	
15:28:23	5438,8	1	284	2752,6	284	
15:29:23	5152,4	1	286,4	3039	286,4	
15:30:23	4859,4	1	293	3332	293	
15:31:23	4545,6	1	313,8	3645,8	313,8	
15:32:23	4231,4	1	314,2	3960	314,2	
15:33:23	3898	1	333,4	4293,4	333,4	

Location:
 Site:

Date of Readings:

Time interval: minutes

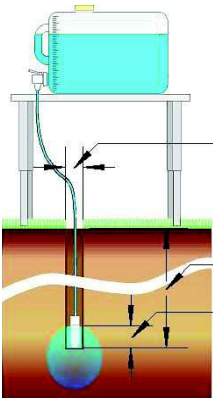
Ksat Method:

Steady Flow Rate achieved when Water Consumption Rate changes less than

Steady Flow Rate:
 Percolation Rate:
Ksat:

Site Details:

Notes:



Site GPS Position

Longitude:

Latitude:

Hole Diameter

Water Temperature

Hole Depth

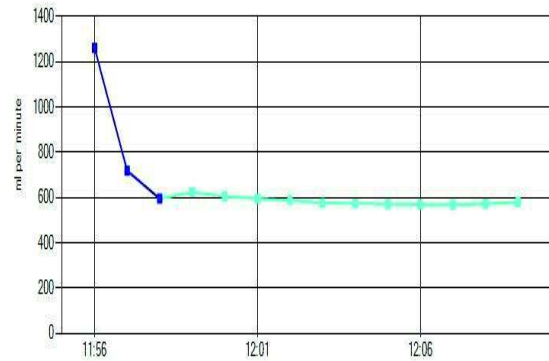
Water Height in Hole

Water Table Depth

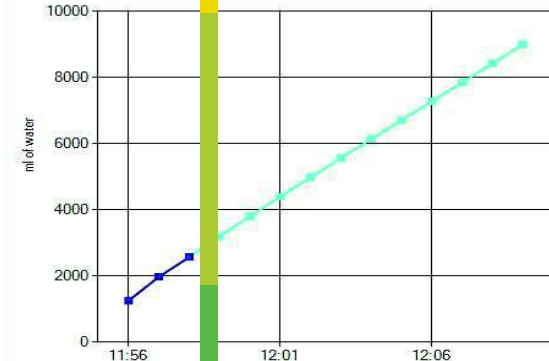
Soil Texture Structure Category:

Most structured soils from clays through loams; also includes unstructured medium and fine sands. The category most frequently applicable for agricultural soils.

Water Consumption Rate



Total Water Consumed



Time	Reservoir Water Level (ml)	Elapsed Time Interval (minutes)	Interval Water Consumed (ml)	Total Water Consumed (ml)	Water Consumption Rate (ml / min)	Ignore this Reading?
11:55:32	10043,4	0				
11:56:32	8782,2	1	1261,2	1261,2	1261,2	
11:57:32	8064	1	718,2	1979,4	718,2	
11:58:32	7469,4	1	594,6	2574	594,6	
11:59:32	6845,8	1	623,6	3197,6	623,6	
12:00:32	6241,6	1	604,2	3801,8	604,2	
12:01:32	5646,2	1	595,4	4397,2	595,4	
12:02:32	5058	1	588,2	4985,4	588,2	
12:03:32	4481,8	1	576,2	5561,6	576,2	
12:04:32	3907,4	1	574,4	6136	574,4	
12:05:32	3336,4	1	571	6707	571	
12:06:32	2767,2	1	569,2	7276,2	569,2	
12:07:32	2199,8	1	567,4	7843,6	567,4	
12:08:32	1627,2	1	572,6	8416,2	572,6	
12:09:32	1048,2	1	579	8995,2	579	

Location:
 Site:

Date of Readings:

Time interval: minutes

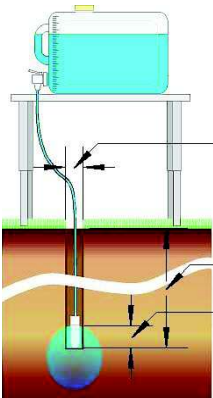
Ksat Method:

Steady Flow Rate achieved when Water Consumption Rate changes less than

Steady Flow Rate: 300,62 ml/min
 Percolation Rate: 301,15 ml/min
Ksat: 5,7 Meters/day

Site Details:

Notes:



Site GPS Position

Longitude:
 Latitude:

Hole Diameter

Water Temperature

Hole Depth

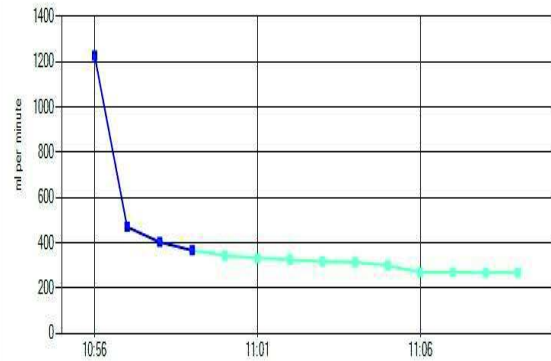
Water Height in Hole

Water Table Depth

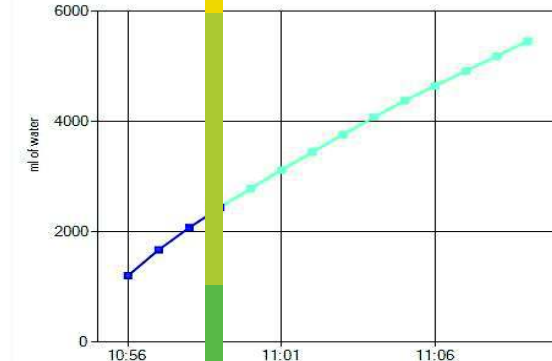
Soil Texture Structure Category:

Most structured soils from clays through loams; also includes unstructured medium and fine sands. The category most frequently applicable for agricultural soils.

Water Consumption Rate



Total Water Consumed



Time	Reservoir Water Level (ml)	Elapsed Time Interval (minutes)	Interval Water Consumed (ml)	Total Water Consumed (ml)	Water Consumption Rate (ml / min)	Ignore this Reading?
10:55:58	8001,8	0				
10:56:57	6794,8	0	1207	1207	1227,46	
10:57:57	6325	1	469,8	1676,8	469,8	
10:58:57	5922,2	1	402,8	2079,6	402,8	
10:59:57	5555,8	1	366,4	2446	366,4	
11:00:57	5212,6	1	343,2	2789,2	343,2	
11:01:57	4880,2	1	332,4	3121,6	332,4	
11:02:57	4555	1	325,2	3446,8	325,2	
11:03:57	4238,4	1	316,6	3763,4	316,6	
11:04:57	3924	1	314,4	4077,8	314,4	
11:05:57	3624,2	1	299,8	4377,6	299,8	
11:06:57	3354,8	1	269,4	4647	269,4	
11:07:57	3085,6	1	269,2	4916,2	269,2	
11:08:57	2817,2	1	268,4	5184,6	268,4	
11:09:57	2549,6	1	267,6	5452,2	267,6	

Location:
 Site:

Date of Readings:

Time interval: minutes

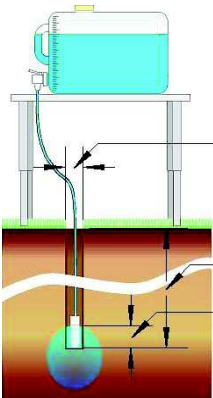
Ksat Method:

Steady Flow Rate achieved when Water Consumption Rate changes less than

Steady Flow Rate:
 Percolation Rate:
Ksat:

Site Details:

Notes:



Site GPS Position

Longitude:
 Latitude:

Hole Diameter

Water Temperature

Hole Depth

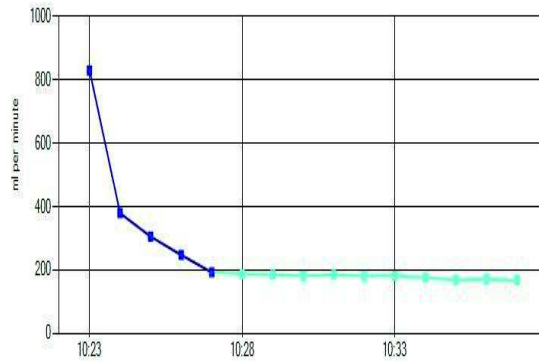
Water Height in Hole

Water Table Depth

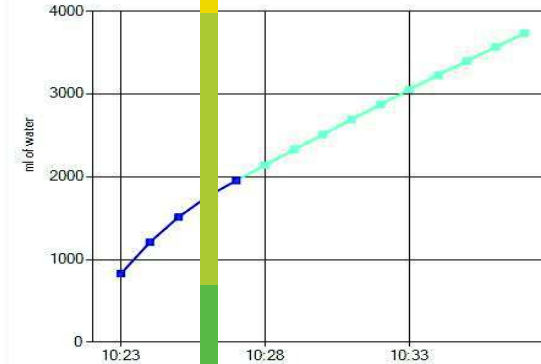
Soil Texture Structure Category:

Most structured soils from clays through loams; also includes unstructured medium and fine sands. The category most frequently applicable for agricultural soils.

Water Consumption Rate



Total Water Consumed



Time	Reservoir Water Level (ml)	Elapsed Time Interval (minutes)	Interval Water Consumed (ml)	Total Water Consumed (ml)	Water Consumption Rate (ml / min)	Ignore this Reading?
10:22:35	7763,2	0				
10:23:35	6933,4	1	829,8	829,8	829,8	
10:24:35	6554,4	1	379	1208,8	379	
10:25:35	6249,2	1	305,2	1514	305,2	
10:26:35	6002	1	247,2	1761,2	247,2	
10:27:35	5809,8	1	192,2	1953,4	192,2	
10:28:35	5622,6	1	187,2	2140,6	187,2	
10:29:35	5437,6	1	185	2325,6	185	
10:30:35	5257	1	180,6	2506,2	180,6	
10:31:35	5073	1	184	2690,2	184	
10:32:35	4892,6	1	180,4	2870,6	180,4	
10:33:35	4711,4	1	181,2	3051,8	181,2	
10:34:35	4536,2	1	175,2	3227	175,2	
10:35:35	4368	1	168,2	3395,2	168,2	
10:36:35	4197,4	1	170,6	3565,8	170,6	
10:37:35	4030,4	1	167	3732,8	167	
10:38:35	3864	1				Yes
10:39:35	3696,8	1				Yes
10:40:35	3518,2	1				Yes

Location:
 Site:

Date of Readings:

Time interval: minutes

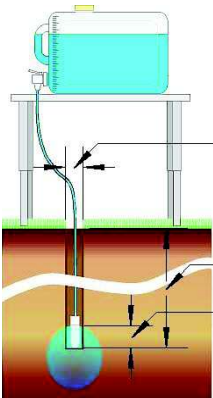
Ksat Method:

Steady Flow Rate achieved when Water Consumption Rate changes less than

Steady Flow Rate: 259,42 ml/min
 Percolation Rate: 259,88 ml/min
Ksat: 4,92 Meters/day

Site Details:

Notes:



Site GPS Position

Longitude:
 Latitude:

Hole Diameter

Water Temperature

Hole Depth

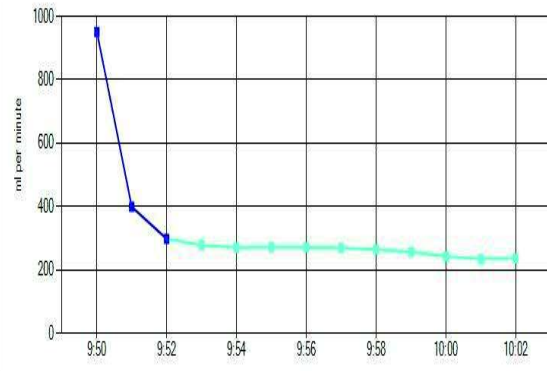
Water Height in Hole

Water Table Depth

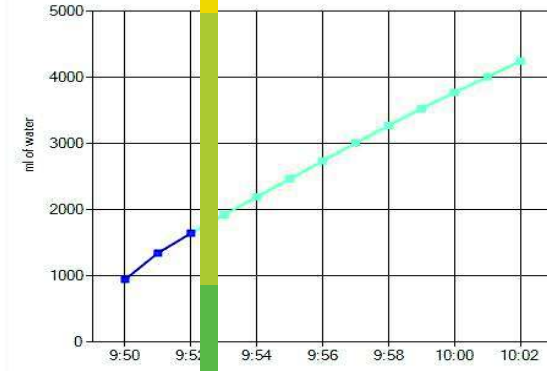
Soil Texture Structure Category:

Most structured soils from clays through loams; also includes unstructured medium and fine sands. The category most frequently applicable for agricultural soils.

Water Consumption Rate



Total Water Consumed



Time	Reservoir Water Level (ml)	Elapsed Time Interval (minutes)	Interval Water Consumed (ml)	Total Water Consumed (ml)	Water Consumption Rate (ml / min)	Ignore this Reading?
9:49:28	7015,2	0				
9:50:28	6064	1	951,2	951,2	951,2	
9:51:28	5665,4	1	398,6	1349,8	398,6	
9:52:28	5367,6	1	297,8	1647,6	297,8	
9:53:28	5089,8	1	277,8	1925,4	277,8	
9:54:28	4819,2	1	270,6	2196	270,6	
9:55:28	4547,8	1	271,4	2467,4	271,4	
9:56:28	4277	1	270,8	2738,2	270,8	
9:57:28	4007,8	1	269,2	3007,4	269,2	
9:58:28	3743,4	1	264,4	3271,8	264,4	
9:59:28	3486,8	1	256,6	3528,4	256,6	
10:00:28	3244,4	1	242,4	3770,8	242,4	
10:01:28	3009,8	1	234,6	4005,4	234,6	
10:02:28	2773,4	1	236,4	4241,8	236,4	

Location:
 Site:

Date of Readings:

Time interval: minutes

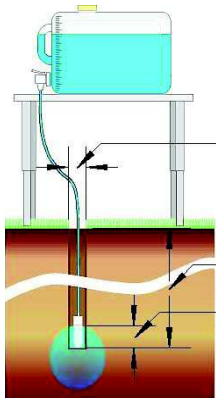
Ksat Method:

Steady Flow Rate achieved when Water Consumption Rate changes less than

Steady Flow Rate: 627,60 ml/min
 Percolation Rate: 628,71 ml/min
Ksat: 11,9 Meters/day

Site Details:

Notes:



Site GPS Position

Longitude:
 Latitude:

Hole Diameter

Water Temperature

Hole Depth

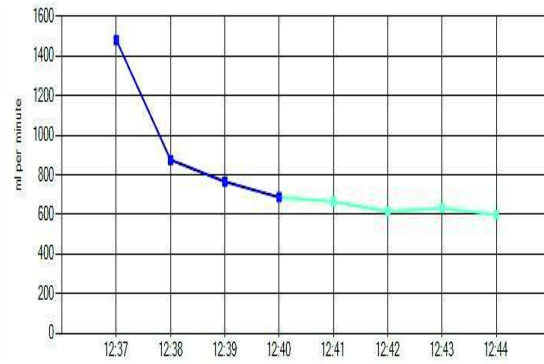
Water Height in Hole

Water Table Depth

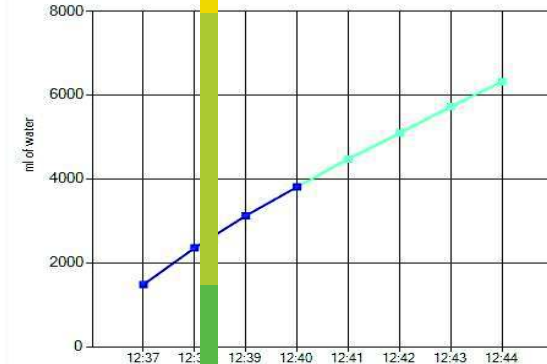
Soil Texture Structure Category:

Most structured soils from clays through loams; also includes unstructured medium and fine sands. The category most frequently applicable for agricultural soils.

Water Consumption Rate



Total Water Consumed



Time	Reservoir Water Level (ml)	Elapsed Time Interval (minutes)	Interval Water Consumed (ml)	Total Water Consumed (ml)	Water Consumption Rate (ml / min)	Ignore this Reading?
12:36:47	8728,6	0				
12:37:47	7247,2	1	1481,4	1481,4	1481,4	
12:38:47	6371,6	1	875,6	2357	875,6	
12:39:47	5606	1	765,6	3122,6	765,6	
12:40:47	4919,2	1	686,8	3809,4	686,8	
12:41:47	4253,8	1	665,4	4474,8	665,4	
12:42:47	3639,2	1	614,6	5089,4	614,6	
12:43:47	3008	1	631,2	5720,6	631,2	
12:44:47	2408,8	1	599,2	6319,8	599,2	

Methode constant-head permeameter

De K-waarde wordt bepaald met behulp van de constant-head permeameter. Deze meting betreft uitsluitend in-situ infiltratieproeven in de onverzadigde zone.

Hierbij wordt met behulp van het 'Aardvark Permeameter' een constant waterniveau gerealiseerd in het boorgat. Voorafgaand aan de meting wordt de bodemlaag verzadigd. Indien de verzadiging is bereikt wordt het debiet waarbij het water infiltreert gemeten. Doel is het bereiken van een constant debiet gedurende een bepaalde tijd. Hierna wordt door het 'Aardvark Permeameter' met behulp van de Glover Solution de K-waarde van de betreffende bodemlaag berekend.

Indien geen slecht of niet doorlatende bodemlagen aanwezig zijn binnen een afstand van 2x de waterkolom (H) in het boorgat, dan kan met behulp van de Glover Solution de K-waarde worden berekend. De Glover solution is in onderstaande formule weergegeven.

$$K_{sat} = \frac{\left(\operatorname{hyp\,sin}^{-1} \frac{H}{r} \right) - \left(\sqrt{\left(\frac{r}{H} \right)^2 + 1} \right) + \left(\frac{r}{H} \right)}{2\pi * H^2} * Q$$

De parameters H en r zijn in figuur 1 weergegeven.

Figuur 1

