

Bergwater Amersfoort

Anders omgaan met hemelwater op De Berg - Zuid

30 mei 2023



Contactpersoon

ARJAN KREBS

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 63
9400 AB Assen
Nederland

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	Doorlopen proces	7
2.1	Start project	7
2.2	Verkenning en afstemming	7
2.3	Verdere uitwerking	7
2.4	Informatieavond	7
2.5	Verwerking en afronding	8
3	Uitwerking maatregelen	9
3.1	Uitgangspunten	9
3.2	Maatregelen	9
3.3	Locatie 1: Surinamelaan-Dahliatuin	10
3.4	Locatie 2&3: Bonairelaan (noord en zuid)	15
3.5	Locatie 4: Surinamelaan-Curaçolaan	17
3.6	Locatie 5: Kapelweg-Arubalaan	19
3.7	Locatie 6: Arubalaan	20
3.8	Locatie 7: Kapelweg-Borneoplein	21
4	Hydraulisch resultaat	23
4.1	Inleiding	23
4.2	Ledigingstijd infiltratievoorzieningen	23
4.3	Locatie 1: Surinamelaan-Dahliatuin	24
4.4	Locatie 2&3: Bonairelaan (noord en zuid)	25
4.5	Locatie 4: Surinamelaan-Curaçolaan	27
4.6	Locatie 5: Kapelweg-Arubalaan	28
4.7	Locatie 6: Arubalaan	29
4.8	Locatie 7: Kapelweg-Borneoplein	30

5	Extra kansen	31
6	Kostenraming	32
7	GWW-Verificatie	33
7.1	Inleiding	33
7.2	Toelichting thema's	33

Bijlagen

Bijlage A	Inspiratiebeelden	35
Bijlage B	Tekeningen voorlopig ontwerp	39
Bijlage C	GWW-verificatie formulier	40
Bijlage D	Kostenraming SSK-methodiek	41

Bijlage E Toepassing infiltratie- en ruwheidswaarden in maaiveldmodellen in

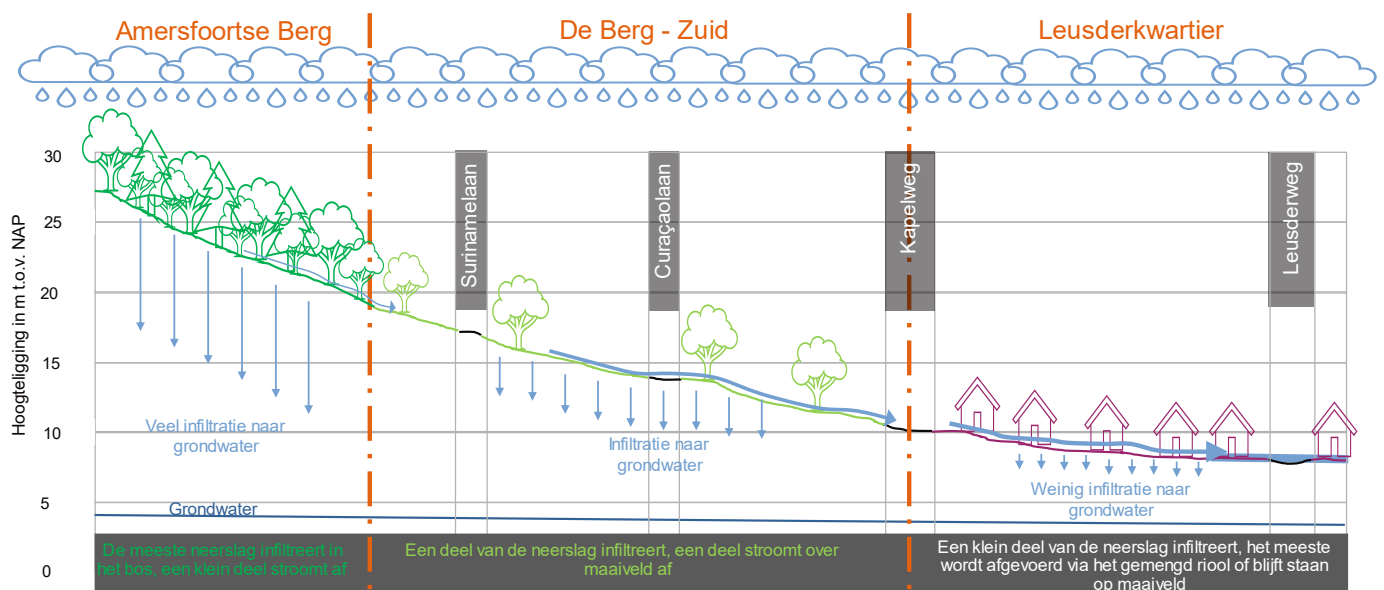
InfoWorks ICM	42
Beschrijving maaiveldmodel	42
Infiltratie en ruwheidswaarden in maaiveldmodel	43
Infiltratie	43
Effect infiltratie op resultaten	43
Infiltratiewaarden	43
Ruwheid	44
Hydraulische impact	45
NCRS versus NWRW	48
Toelichtende tabellen	52

Colofon	56
----------------	-----------

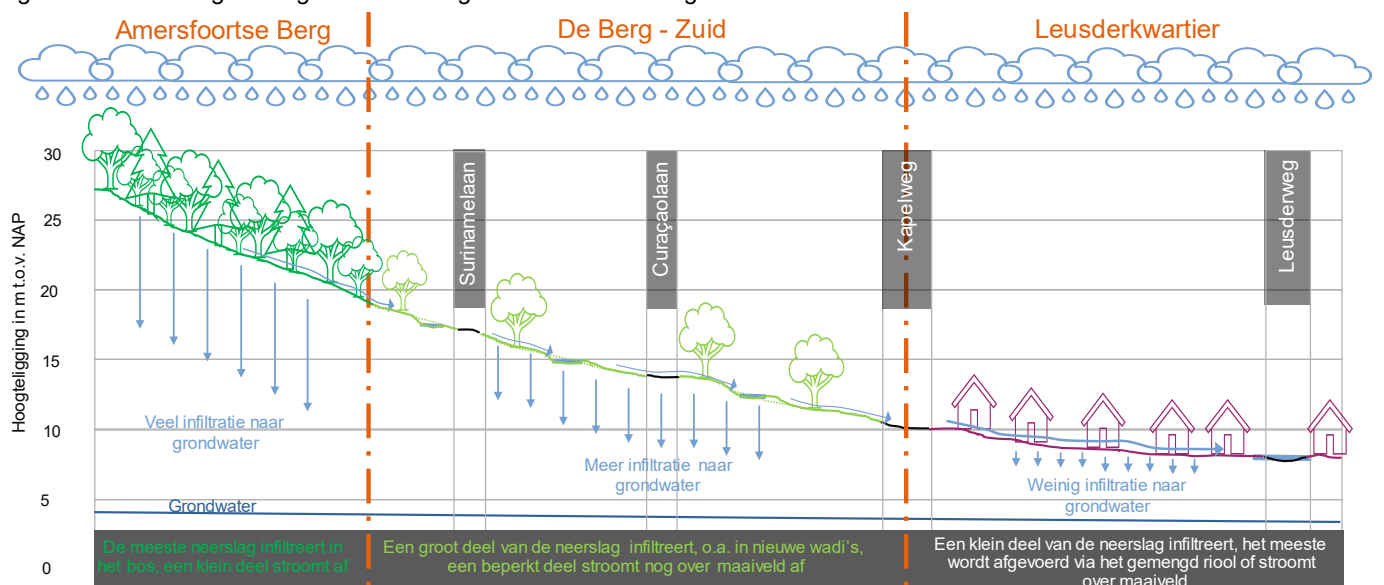
1 Inleiding

In 2020 heeft een aantal bewoners uit de buurten Klein Zwitserland, Curaçaalaa en Indische Buurt in Amersfoort het initiatief "Bergwater Amersfoort"¹ opgericht. Dit initiatief heeft als doel om meer regenwater lokaal vast te houden, te infiltreren en te gebruiken dan momenteel het geval is.

In onderstaande afbeeldingen is schetsmatig aangegeven hoe het hemelwater (bij extreme neerslag) in de huidige situatie infiltreert of afstroomt. In Figuur 1 is te zien dat de waterstroom over maaiveld richting de voet van de Amersfoortse Berg steeds groter wordt. In de praktijk leidt deze waterstroom op sommige locaties tot lokale overlast. Zo gauw het water de Leusderweg bereikt heeft kan het niet of nauwelijks meer verder stromen. De kans op schade is in het Leusderkwartier dan ook groter dan op De Berg – Zuid. Figuur 2 laat zien hoe het vasthouden van water op de berghelling kan bijdragen aan vermindering van (de kans op) overlast aan de voet van de berg.



Figuur 1 Schetsmatige weergave verwerking hemelwater in huidige situatie



Figuur 2 Schetsmatige weergave verwerking hemelwater wanneer meer water wordt vastgehouden

¹ <https://www.bergwater-amersfoort.nl/>

Samen met dit bewonersinitiatief heeft gemeente Amersfoort diverse ideeën/mogelijkheden/plannen voor deze wijk tegen het voetlicht gehouden. Hieruit voortkomend is Arcadis gevraagd om, in samenwerking met de projectgroep van gemeente en bewoners, maatregelen voor een aantal locaties op De Berg – Zuid verder te onderzoeken en uit te werken tot een voorlopig ontwerp. De kans op overlast in het Leusderkwartier kan verder verkleind worden door ook hier anders om te gaan met het hemelwater, dit valt echter buiten de scope van dit onderzoek.

Deze rapportage vat het doorlopen proces samen (hoofdstuk 2) en beschrijft de uitwerking (hoofdstuk 3) en effecten (hoofdstuk 4) van de ontworpen maatregelen. Hoofdstuk 5 beschrijft aanvullende kansen voor het gebied, hoofdstuk 6 bevat de kostenraming van de ontworpen maatregelen, hoofdstuk 7 tenslotte bevat een toelichting op de keuzes bij het invullen van het GWW-verificatieformulier.

2 Doorlopen proces

2.1 Start project

Naar aanleiding van de gestelde vragen heeft op 4 oktober 2022 een veldbezoek plaatsgevonden waarbij de gemeente, Arcadis en bewoners de projectlocaties hebben bezocht. Tijdens dit veldbezoek is de achtergrond van het project toegelicht en hebben we gezamenlijk ter plekke bekeken welke (on)mogelijkheden en kansen in het gebied liggen om met minimale inspanningen een maximaal effect te bereiken.

Tijdens het bezoek zijn afspraken gemaakt over het verdere proces en zijn de doelen voor het project met elkaar afgestemd.

●	●	●	●	●	●	●
Oktober	November	November	December /Januari	Februari	Februari	Maart
Afstemming doelen	Verkenning effecten	Afstemming uitgangspunten	Uitwerking maatregelen	Informatie- avonden	Verwerken input	Afronden ontwerp
Veldbezoek, overleg	Hydraulisch rekenmodel	Wat is realistisch en wat wenselijk?	Wat is realiseerbaar	Sluit het ontwerp aan bij wensen uit de omgeving?	Hoe kan het ontwerp verbeterd worden?	Welke impact heeft het plan, wat kost het

Figuur 3: Doorlopen proces

2.2 Verkenning en afstemming

In de periode na het veldbezoek heeft Arcadis een aantal berekeningen gemaakt. Enerzijds om het functioneren van de huidige situatie te kunnen vaststellen, anderzijds om in beeld te brengen waar het water wat overlast kan veroorzaken vandaan komt en om, op hoofdlijnen, effecten van potentiële maatregelen in beeld te brengen.

Met behulp van deze rekenslagen hebben we samen met de projectgroep vastgelegd welke (infiltratie)parameters voor het model gebruikt moeten worden om een situatie te krijgen die zo goed als mogelijk overeenkomt met de ervaringen van de bewoners in het gebied. Ook is verder vormgegeven aan de maatregelrichtingen en is een globaal beeld verkregen van (on)haalbaarheid van de besproken opties.

2.3 Verdere uitwerking

Met behulp van de resultaten van de verkennende berekeningen zijn kansrijke maatregelen uitgewerkt en globaal ingepast in de omgeving. Hiermee is bijvoorbeeld achterhaald hoeveel water ergens vastgehouden moet worden om problemen benedenstrooms significant te verminderen. Deze ontwerpen zijn verder uitgewerkt tot een concept VO met maatregelen die daadwerkelijk ingepast kunnen worden in de omgeving. Een uitzondering betreft de locatie rondom (de vijver in) het Borneoplein, voor deze locatie is schetsmatig aangegeven hoe water naar de vijver kan worden aangevoerd om voor verversing van het water in de vijver te zorgen. Om de wensen voor deze vijver (verbeteren kwaliteit en vergroenen) daadwerkelijk uit te voeren zal in de toekomst een vervolgproject rondom deze locatie moeten worden opgezet.

2.4 Informatieavond

Tijdens een informatieavond voor buurtbewoners zijn de uitgewerkte maatregelen gepresenteerd, is getoond op welke manier de maatregelen werken en zijn voorbeelden gepresenteerd van hoe elders in het land vergelijkbare maatregelen zijn ingepast. Deze voorbeelden kunnen als inspiratie worden gebruikt bij de verdere uitwerking en inpassing van de plannen in de omgeving.

2.5 Verwerking en afronding

De input uit de informatieavond is gebruikt om het ontwerp definitief af te ronden, de gepresenteerde hydraulische resultaten zijn gebruikt om het ontwerp verder te verfijnen en om daarmee ook kansen/mogelijkheden voor de toekomst te kunnen aangeven. In deze fase is ook dit rapport opgesteld.

3 Uitwerking maatregelen

3.1 Uitgangspunten

In diverse deelstappen is, van grof naar fijn, een voorlopig ontwerp opgesteld. In dit proces is gebruik gemaakt van door gemeente Amersfoort aangeleverde ingemeten boomlocaties. In het ontwerp zijn deze bomen ontzien.

Voor de hydraulische berekeningen is in eerste instantie gebruik gemaakt van een eerder voor gemeente Amersfoort opgesteld rekenmodel. In dat rekenmodel zijn zowel riolering als maaiveld meegenomen. Het projectgebied ligt op de helling van de Amersfoortse Berg, water kan hier, buiten het verhard oppervlak, eenvoudig in de bodem infiltreren. In het bestaande model was geen rekening gehouden met infiltratie, alle neerslag stroomde de berg af.

Om beter aan te sluiten bij de praktijk is het bestaande rekenmodel aangepast. Het aangepaste model is met 4 varianten in mate van infiltratie (zeer veel, veel, gemiddeld, weinig infiltratie) doorgerekend met een drietal verschillende buien (reguliere neerslag tot extreme neerslag). De berekeningsresultaten zijn voorgelegd aan de projectgroep, deze heeft aangegeven dat variant B (veel infiltratie) het best aansluit bij hun praktijkervaringen. Met deze variant als basis zijn de diverse maatregelscenario's opgesteld. Een toelichting op de exacte hoeveelheid infiltratie en de wijze waarop deze in het model is meegenomen is terug te vinden in Bijlage E.

De maatregelen zijn in eerste instantie schetsmatig uitgewerkt om bijvoorbeeld te bepalen hoeveel water idealiter in wadi's geborgen zou moeten worden en wat logische locaties zijn voor aanleg van drempels of het verlagen van trottoirs. In enkele stappen is daarna beschouwd welke praktisch realiseerbare maatregelen het best aansluiten bij de ideale afmetingen. Dit geheel is getoetst op het functioneren bij "Bui 10" (35,7 mm neerslag in 45 min.). Doel hierbij is om zo min mogelijk water te laten afstromen naar benedenstrooms gebied.

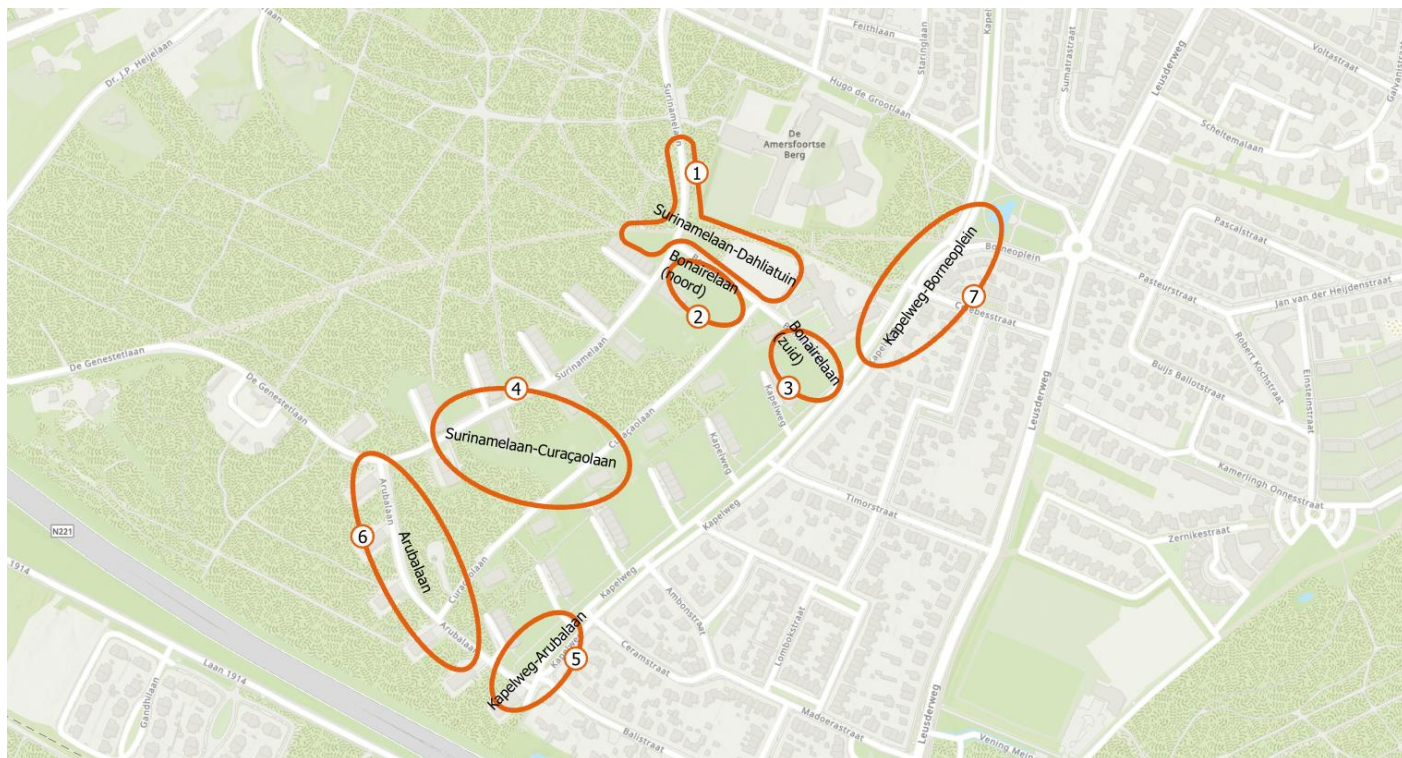
Bij wadi's is als basisuitgangspunt gehanteerd dat het talud van de wadi niet steiler wordt aangelegd dan 1:4, bij voorkeur wordt een flauwer talud als 1:6 gehanteerd. Beide hellingen maken het mogelijk om onderhoud (maaien) van de wadi's machinaal uit te voeren.

In dit ontwerp is geen daadwerkelijke inrichting van de wadi's vastgesteld. Bij verdere uitwerking van het ontwerp zal dit nadrukkelijk een onderdeel moeten zijn. Tijdens het project, en met name tijdens de informatieavond, zijn diverse inspiratiebeelden gedeeld die gebruikt kunnen worden in het verdere proces. Deze inspiratiebeelden zijn opgenomen in Bijlage A.

3.2 Maatregelen

In het gebied (globaal) tussen de Surinamelaan en de Kapelweg is een aantal locaties aangewezen waar, relatief eenvoudig, effectieve maatregelen kunnen worden uitgevoerd om water langer vast te houden, hierdoor meer water te laten infiltreren in de bodem en de lageregelegen wijken minder te belasten met afstromend hemelwater. In Figuur 4 zijn de globale maatregellocaties weergegeven.

Bij de beschrijving van de maatregelen zijn uitsneden van de ontwerptekeningen weergegeven, de volledige tekeningen zijn terug te vinden in Bijlage B.



Figuur 4: Maatregellocaties

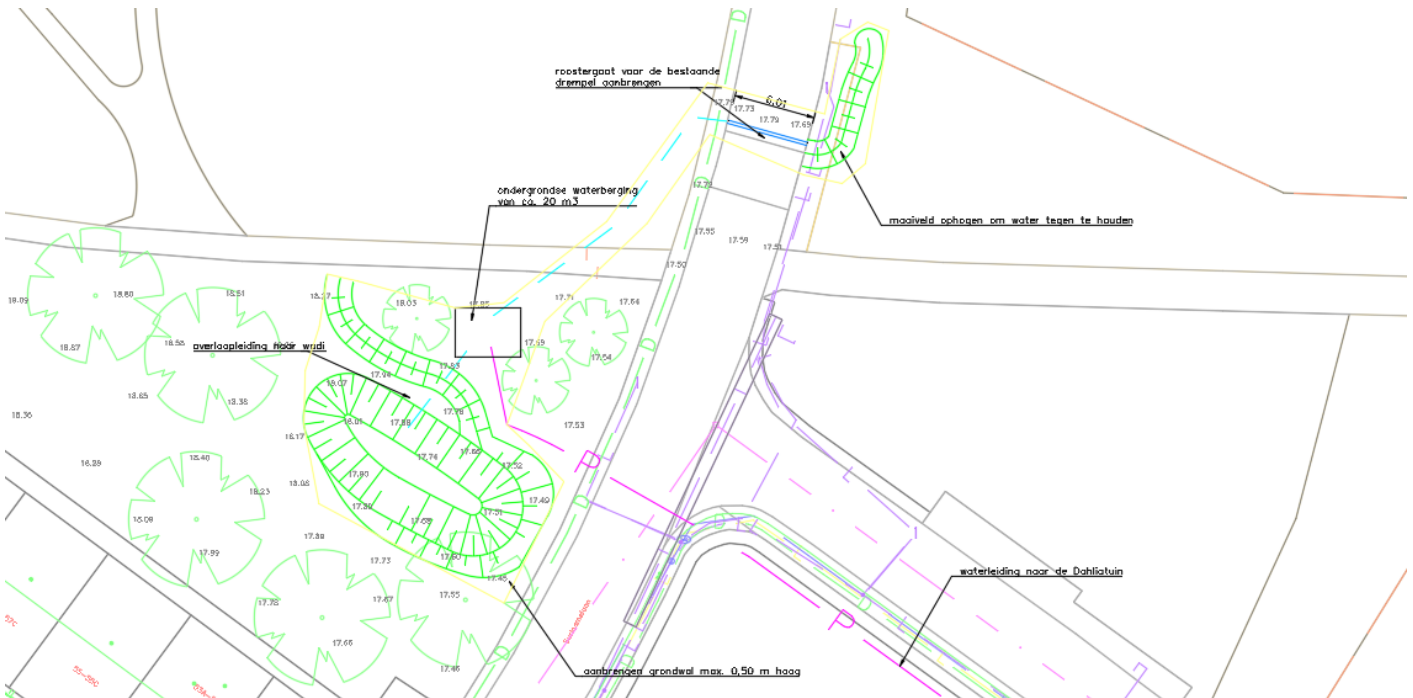
3.3 Locatie 1: Surinamelaan-Dahliatuin

3.3.1 Beschrijving maatregelen

Net ten noorden van de Bonairelaan ligt in de Surinamelaan een verkeersdrempel. Deze verkeersdrempel wordt ingezet om van de Surinamelaan afstromend water op te vangen. Aan de noordelijke rand van de drempel wordt een roostergoot aangelegd, deze goot wordt met een leiding aangesloten op een ondergrondse waterberging in het grasveld naast het appartementencomplex Surinamelaan 51 t/m 63.

De waterdichte ondergrondse berging wordt aangelegd om de Dahliatuin van water te kunnen voorzien. Om het water naar de Dahliatuin te kunnen laten afstromen wordt een persleiding (Ø 63 mm) aangelegd tot aan de Dahliatuin. Bij de waterberging ligt het maaiveld op ongeveer 17,60 m +NAP. De lagergelegen Dahliatuin loopt af van 15,00 tot 13,00 m +NAP. Door de waterberging niet dieper aan te leggen dan 16,00 m +NAP (hoger mag) kan het water altijd onder vrijverval afstromen naar de Dahliatuin. Afhankelijk van de exacte locatie van het tappunt in de Dahliatuin is er meer of minder waterdruk beschikbaar.

Wanneer bij extreme neerslag de buffer onvoldoende opvangcapaciteit heeft kan deze overlopen naar een naastgelegen wadi, het overtollige water kan hier in de bodem infiltreren. Eventueel uit het bos afstromende neerslag wordt (deels) ook in deze wadi opgevangen, het lager gelegen gebied hoeft hierdoor minder neerslag te verwerken.

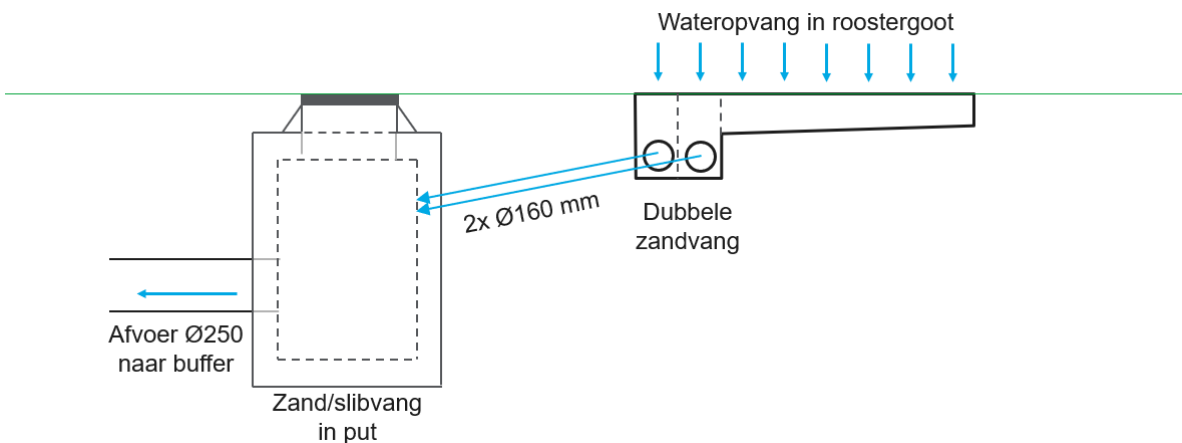


Figuur 5: Overzicht ontwerpmaatregelen Surinamelaan-Dahliauin

3.3.2 Uitwerking maatregelen

3.3.2.1 Wateropvang bij drempel

Direct bovenstrooms van de drempel wordt een roostergoot aangelegd. Omdat deze roostergoot water verwerkt wat van een sterk hellende weg in een bosgebied afstroomt, is de kans reëel dat hier (relatief) veel vuil mee stroomt. Om te voorkomen dat dit vuil mee stroomt naar de ondergrondse buffer is een goede zand/slibvang noodzakelijk. In onderstaande schets is uitgewerkt hoe dit principe kan worden uitgewerkt.



Figuur 6: Principe zand/slibvang bij roostergoot

Het bosgebied aan de oostzijde van de drempel ligt lager dan de weg. Om te voorkomen dat (veel) water niet naar de buffer afstroomt maar naar en via het lagere gebied stroomt, is in het ontwerp een grondwal opgenomen die aansluit op de hoogte van de drempel.

3.3.2.2 Capaciteit ondergrondse berging

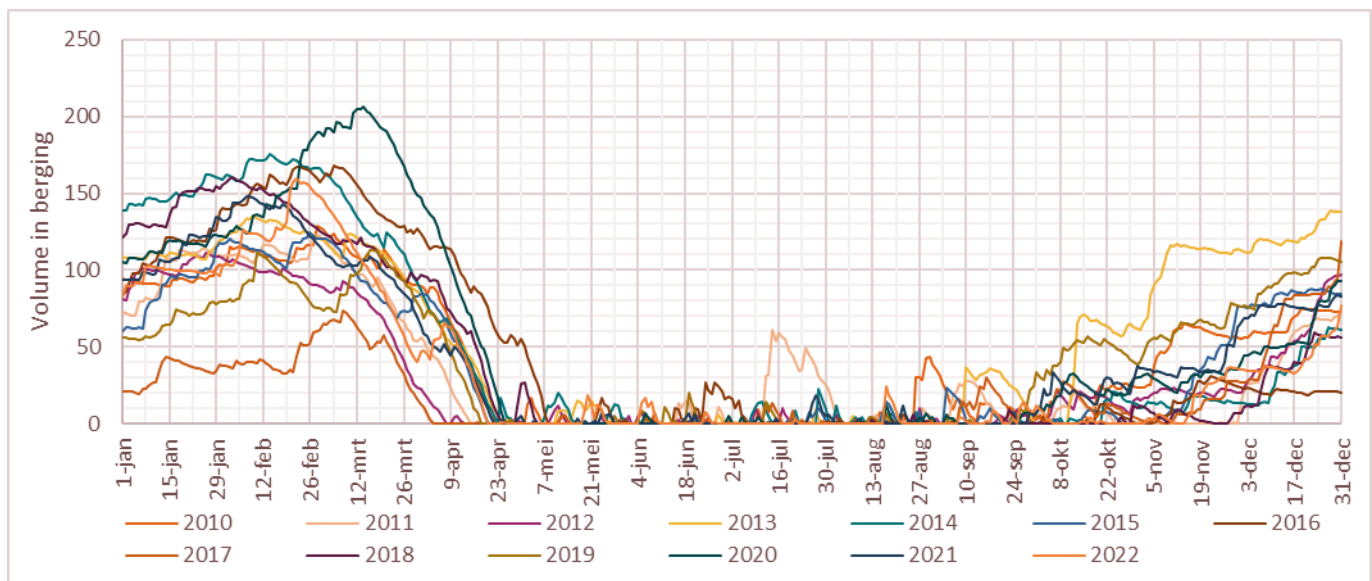
Op het terrein van de Dahliauin wordt voor de bevoeiing van het gewas (bloemen en groenten) drinkwater gebruikt omdat neerslag (te) snel naar het diepliggende grondwater infiltreert en daarmee niet voor de teelt beschikbaar is.

Vanuit de Dahliatuin-vereniging is aangegeven dat zij in de periode (ongeveer) april tot en met september globaal net zoveel drinkwater voor bevoeiing gebruiken als de gewassen verdampen minus de hoeveelheid neerslag die valt.

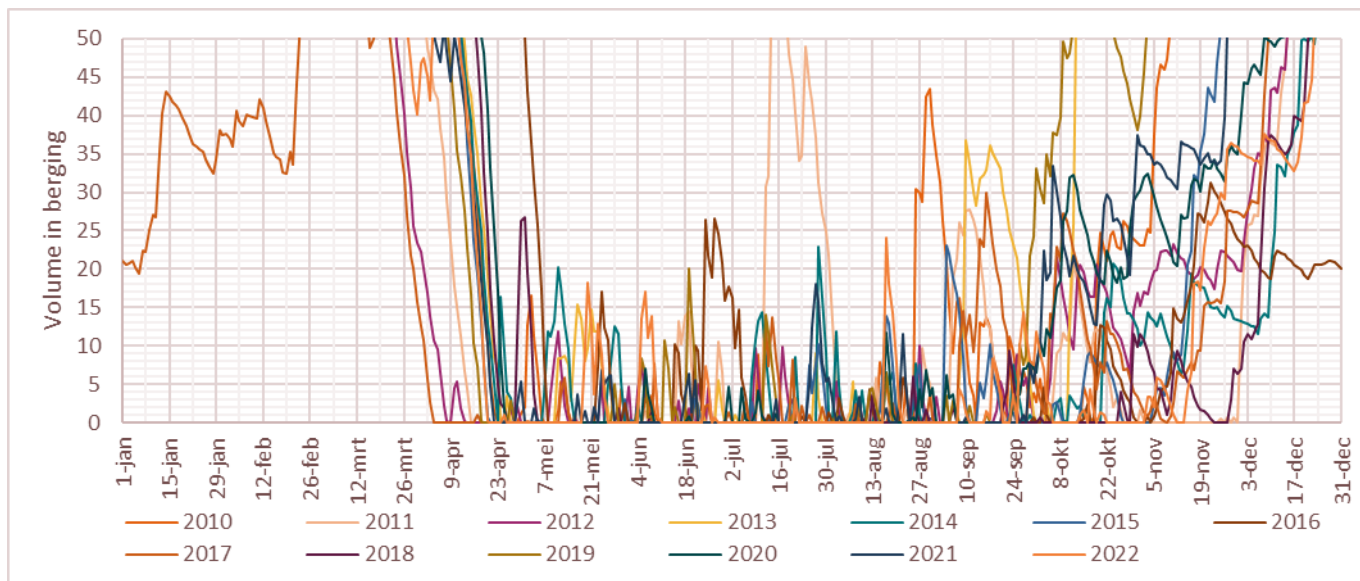
In een voor de Dahliatuin optimale situatie wordt in de buffer (minimaal) net zoveel water vastgehouden als zij daadwerkelijk verbruiken. Dit is uiteraard niet gelijk aan het jaarverbruik, de buffer wordt bij elke bui weer aangevuld. Praktisch gezien betekent elke vergroting van de buffer dat er meer kosten voor aanleg van de buffer worden gemaakt.

Om te kunnen bepalen welk volume waterberging het meest effectief is, is op basis van KNMI-data voor De Bilt (voor Amersfoort is geen referentiegewas verdamping beschikbaar) een waterbalans opgesteld. In de waterbalans is ervan uitgegaan dat de neerslag valt op 625 m² (het deel van de Surinamelaan wat kan afstromen naar de buffer) en dat met dit water een oppervlak van 2000 m² gewas wordt bevoeid.

In onderstaande grafieken is voor de laatste 13 volle jaren weergegeven hoe vol een oneindig grote buffer zou kunnen komen te staan wanneer alle gevallen neerslag wordt verzameld en elke droge dag net zoveel water uit de buffer wordt benut als wordt verdampt in de Dahliatuin. Uit de grafieken blijkt dat over het algemeen de in de herfst en winter opgebouwde voorraad aan het eind van de maand april alweer op is. De hele zomerperiode door wordt de buffer gevuld door buien, in geen enkele zomer is er voldoende neerslag om te voorkomen dat de buffer droog komt te staan.



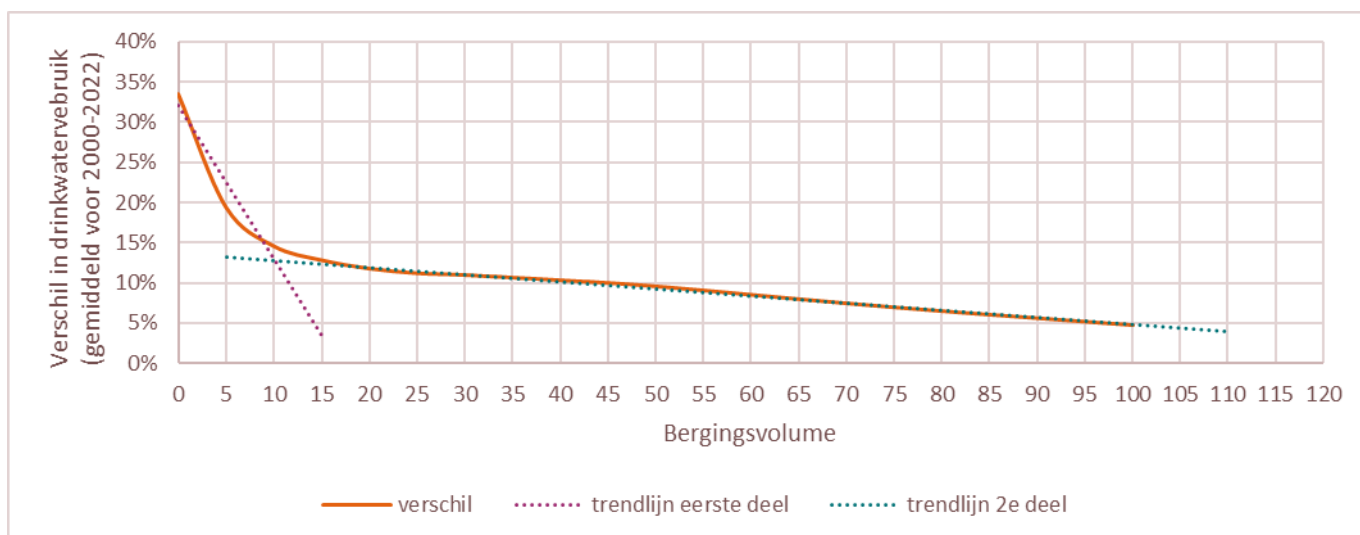
Figuur 7: (maximale) Vulling van een oneindig grote buffer (2010 t/m 2022)



Figuur 8: Ingezoomd op de (maximale) vulling van een oneindig grote buffer (2010 t/m 2022)

Uit de ingezoomde grafiek (Figuur 8) valt op te maken dat de berging in de zomerperiode meestal niet veel verder dan 10 m³ gevuld raakt en zelden gevuld wordt tot boven 20 m³. Elke zomer komt het voor dat de buffer meerdere dagen leeg is.

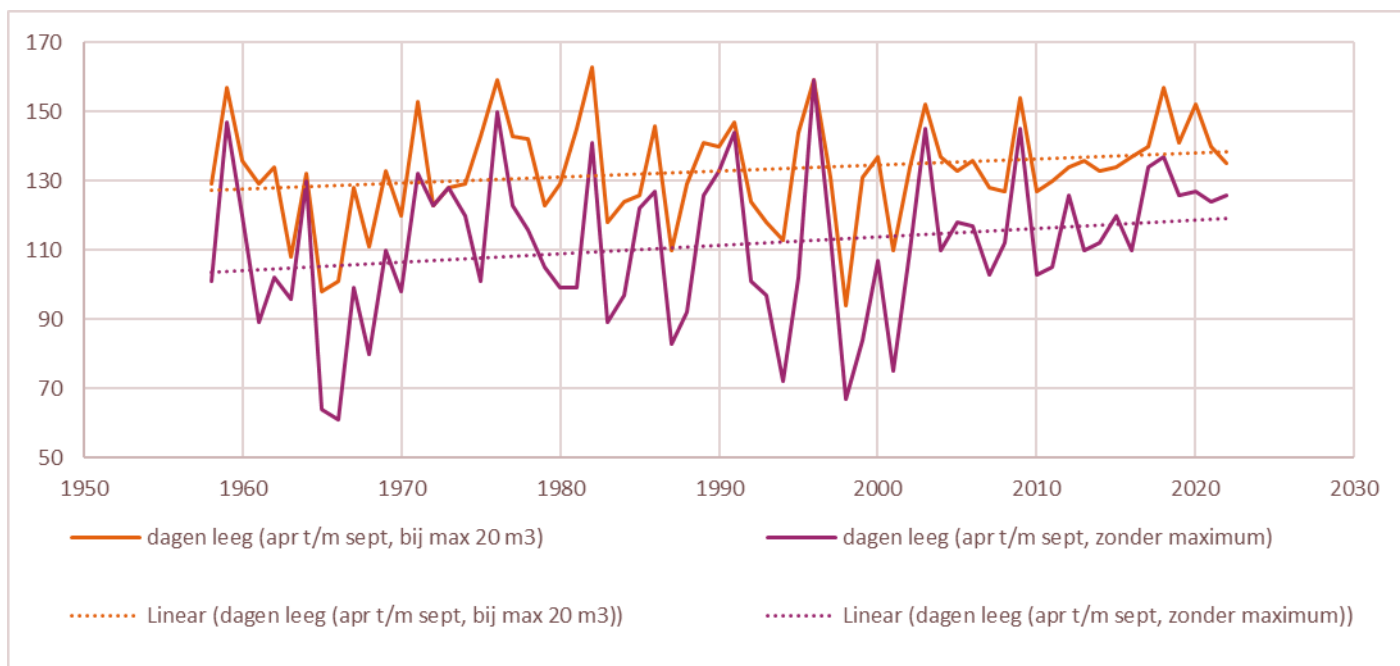
In Figuur 9 is voor de jaren 2000 t/m 2022 weergegeven hoeveel drinkwater bespaard zou kunnen worden in een oneindig grote buffer vergeleken met een buffer met een gemaximeerd bergingsvolume. Een oneindig grote buffer vergeleken met geen buffer levert een drinkwaterbesparing van ongeveer 34% op. Vergeleken met een buffer van 40 m³ levert een oneindig grote buffer nog maar 10% drinkwaterbesparing op.



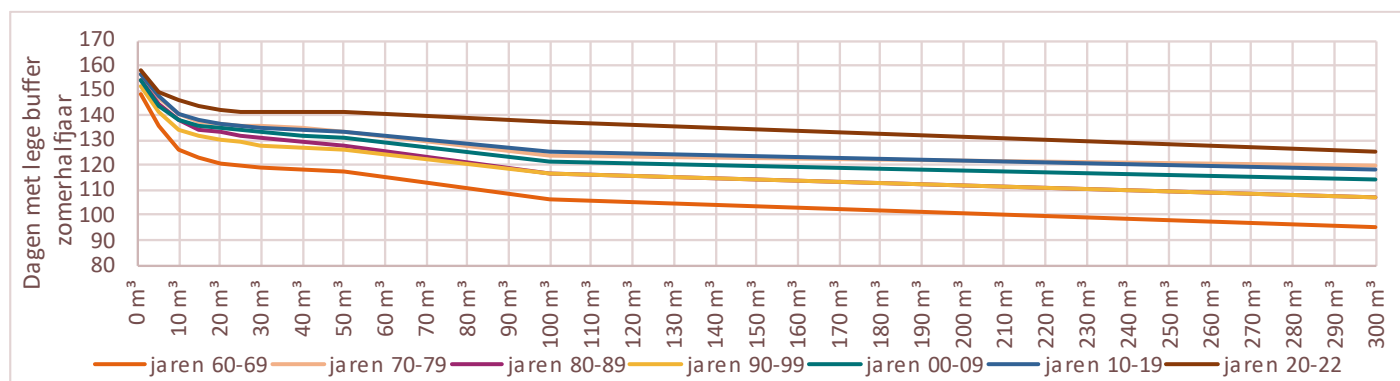
Figuur 9: Waterbesparing in een oneindig grote buffer versus een gemaximeerde buffer

In de twee navolgende grafieken is weergegeven hoeveel dagen van het zomerhalfjaar (183 dagen) de buffer leeg staat. Uit de grafieken blijkt duidelijk dat elk jaar een groot deel van de tijd de buffer leeg zal staan. Dit is ook het geval wanneer de buffer geen limiet zou hebben. Op het afvoerend oppervlak valt simpelweg onvoldoende water om de verdamping in de Dahliatuin op te vangen.

De trendlijnen in Figuur 10 geven aan dat er door de jaren heen steeds meer droge dagen in het zomerhalfjaar worden geregistreerd. Uit de door het KNMI opgestelde klimaatscenario's blijkt dat dit patroon zich naar verwachting verder door zal gaan zetten. Ook uit Figuur 11 valt af te leiden dat recentere jaren steeds meer droge dagen tellen.



Figuur 10: Aantal dagen met een lege buffer in het zomer halfjaar (1 april t/m 30 september) per jaar



Figuur 11: Aantal dagen met een lege buffer in het zomer halfjaar (1 april t/m 30 september) voor verschillende buffercapaciteiten en periodes

Uit de grafieken valt af te leiden dat bij een volume van meer dan 10 – 15 m³ de hoeveelheid waterbesparing vlot zal afnemen. Uit het aantal dagen met een lege buffer blijkt dat er bij een volume van meer dan 15 – 20 m³ nog maar nauwelijks minder droge dagen bereikt worden, in de 3 laatste jaren is het aantal droge dagen bij een buffer van 20 m³ of 50 m³ zelfs gelijk.

Uit bovenstaande analyses is geconcludeerd dat een berging van ongeveer 15 m³ qua waterbalans het meest effectief lijkt. Gelet op de toenemende aantallen droge dagen is een iets groter volume voor de toekomst wellicht wenselijk, een groter volume dan 20 m³ kan, met het beschikbare aanvoerende oppervlak, niet effectief worden gevuld.

Om meer water beschikbaar te hebben, is simpelweg een groter aanvoerend oppervlak nodig. Wanneer bijvoorbeeld het (halve of hele) dakoppervlak (circa 300 m²) van het complex Surinamelaan 51 t/m 63 op de buffer aangesloten zou kunnen worden, kan het aantal dagen met een lege buffer 20 tot 30 dagen worden teruggebracht.

3.3.2.3 Uitwerking ondergrondse buffer

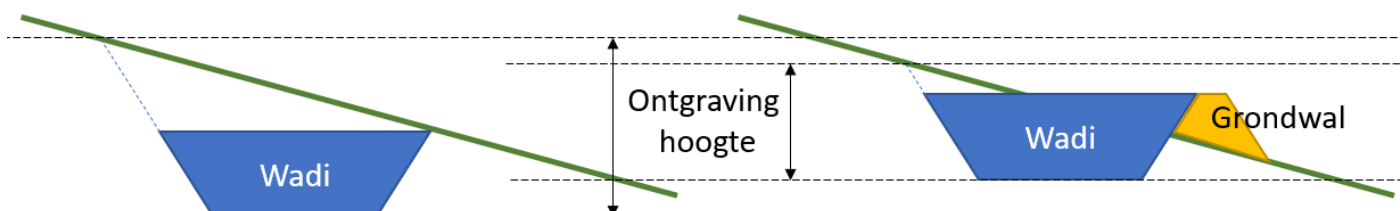
Bij de uitwerking van de ondergrondse buffer is aandacht nodig voor de kwaliteit van het aangevoerde water. In de aanvoerende leidingen moet slib en blad zoveel mogelijk afgevangen worden om te voorkomen dat de buffer hiermee vervuild raakt. Wanneer in de winter gladheidsbestrijding plaats vindt in de Surinamelaan kan dit ervoor zorgen dat er zoutwater afstroomt richting de buffer. Zout water is funest voor de beplanting in de Dahliatuin. Omdat er in de winter

geen waterbehoefte is in de Dahliatuin kan, ter voorkomen van verzilting van het water in de buffer, volstaan worden met het afsluiten van de leiding naar de buffer. Om wateroverlast in de Surinamelaan te voorkomen wordt het ingezamelde water in die periode rechtstreeks afgevoerd naar de wadi. Wanneer het “strooiseizoen” ten einde is kan de afsluiter naar de buffer weer worden geopend, en wordt de buffer (verder) gevuld.

Bij de verdere uitwerking van de buffervoorziening moet ook het tappunt in de Dahliatuin worden uitgewerkt. De buffer en leidingen liggen voldoende diep in de ondergrond om vrij gewaard te zijn van negatieve invloed door vorst. Het tappunt is een bovengrondse voorziening. Bij de uitwerking moet rekening gehouden worden met vorstbestendigheid van dit tappunt, afhankelijk van de uitvoering kan dit betekenen dat het tappunt in de winterperiode droog moet staan.

3.3.2.4 Volume wadi

Het grasveld waar de wadi is geprojecteerd, ligt op een helling. Om een wadi effectief in te zetten voor berging heeft deze bij voorkeur een zo vlak mogelijke bodem. In het ontwerp is gekozen om van de uitkomende grond aan de lage zijde een grondwal te realiseren (zie principeschets in Figuur 12). Door deze keuze hoeft er minder grond ontgraven te worden, en kan de vrijkomende grond ter plekke worden gebruikt. De grond die kan worden gebruikt, hoeft niet te worden afgevoerd, dit voorkomt veel vervoersbewegingen.



Figuur 12: Principe schets wadi op helling

In het ontwerp is het uitgangspunt dat de wadi minimaal 40 cm diep wordt. Hierdoor kan ongeveer 40 m³ water in de wadi worden geborgen. Wanneer bij verdere uitwerking meer volume mogelijk lijkt, wordt aanbevolen de wadi groter (robuuster) uit te voeren.

3.4 Locatie 2&3: Bonairelaan (noord en zuid)

3.4.1 Beschrijving maatregelen

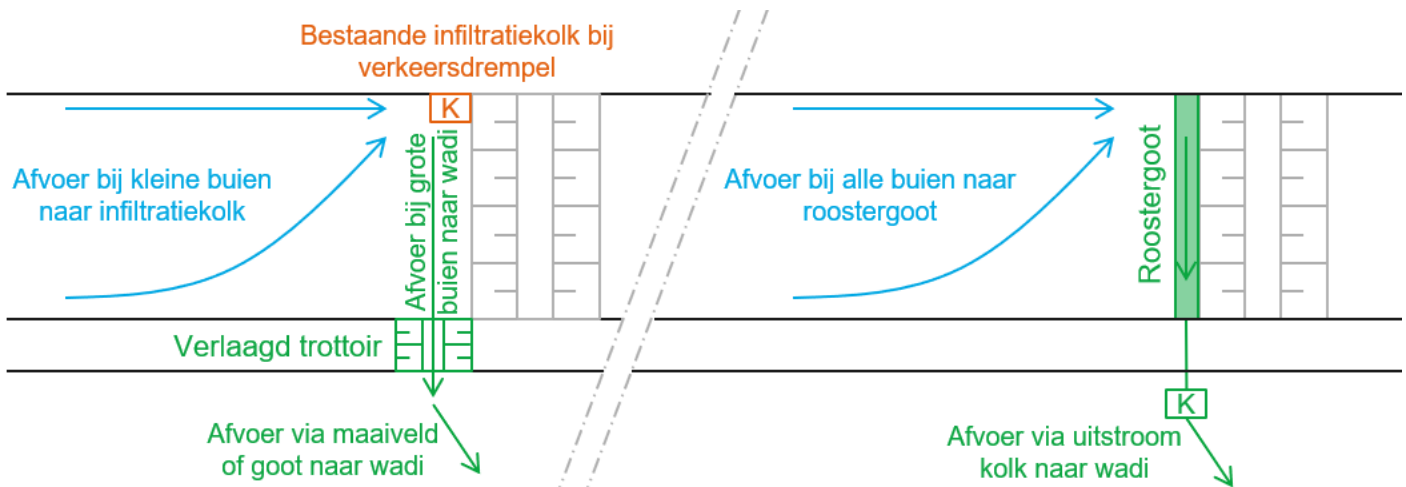
Aan de Bonairelaan wordt op een drietal locaties een wadi aangelegd. Het wegooppervlak van de Bonairelaan ligt op één oor naar het noordoosten. Aan deze lage zijde van de rijbaan liggen (infiltratie)kolken. In de Bonairelaan liggen twee drempels. In de huidige situatie stroomt het regenwater af naar de infiltratiekolken, wanneer deze niet al het water kunnen verwerken, blijft dit voor de drempels op straat staan, totdat er zoveel water staat dat het over de drempel verder kan stromen.

Het maatregelenpakket is erop gericht om water wat voor deze drempels blijft staan af te vangen om zo te voorkomen dat dit water afstroomt naar lager gelegen gebied. Om dit voor de volledige weg mogelijk te maken, wordt nabij de Kapelweg een derde verkeersdrempel aangelegd.

3.4.2 Uitwerking maatregelen

3.4.2.1 Algemeen principe

De bestaande asfaltverharding en (infiltratie)kolken blijven zoveel mogelijk gehandhaafd. Ruimte voor wadi's is er alleen in het zuidwesten. Kleine buien zullen dus afstromen naar en infiltreren via de bestaande voorzieningen. Om te voorkomen dat bij grotere hoeveelheden water op straat het water over de drempels stroomt, wordt direct bovenstrooms van de bestaande drempels het trottoir verlaagd. In de naastgelegen groenzone wordt het maaiveld zo aangepast dat het water via een “groene goot” kan afstromen naar een wadi. Vanuit de wadi kan het water in de bodem infiltreren.



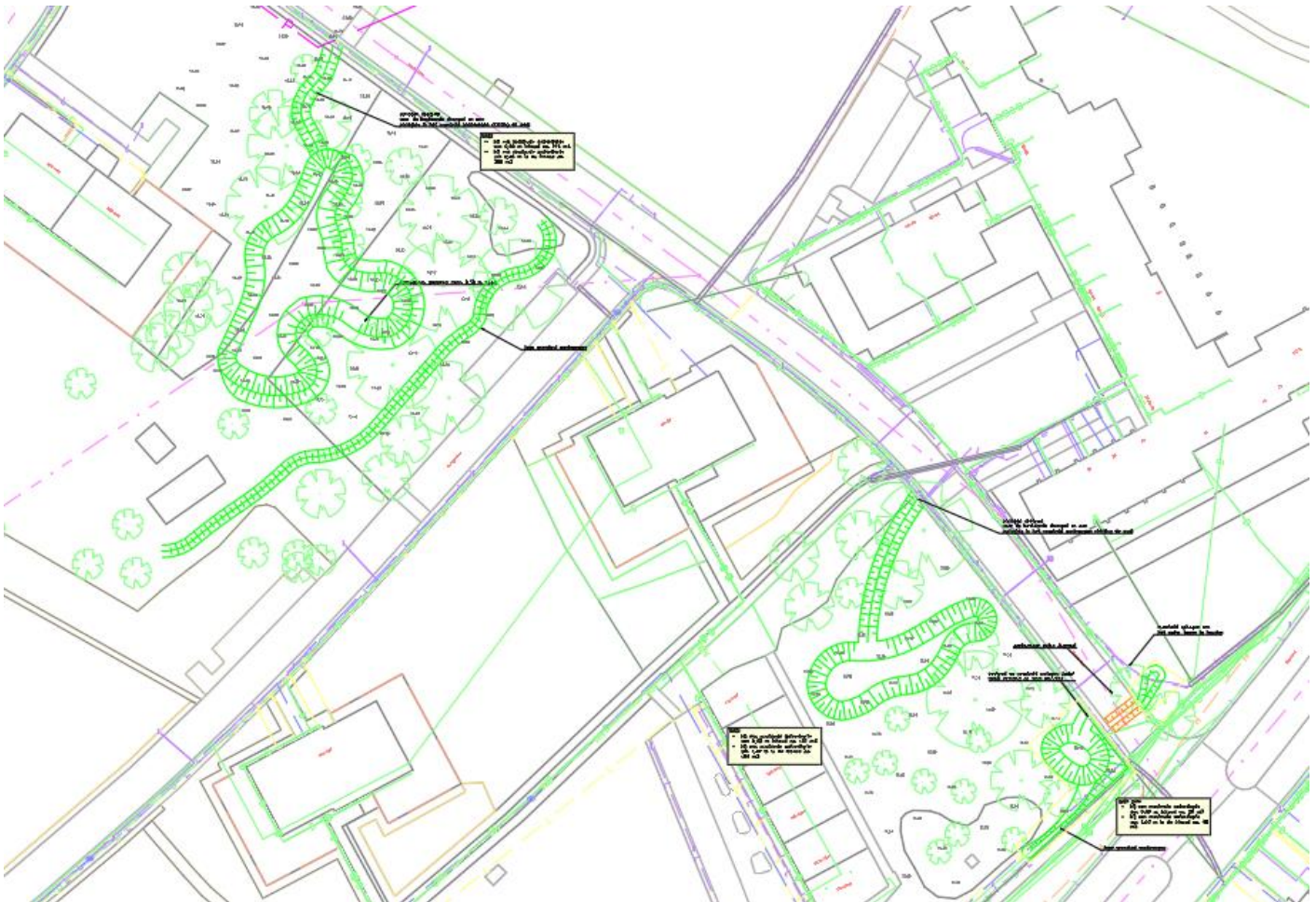
Figuur 13: Principeschets verlaagd trottoir bij drempels (links) en roostergoot bij drempels (rechts)

Het uitgewerkte ontwerp heeft op deze manier de minste impact op de (bestaande) wegverharding. Als alternatief kan er gekozen worden om bovenstrooms van de drempel een roostergoot aan te brengen. De bestaande infiltratiekolk kan dan eventueel vervallen. De roostergoot vangt het water op en leidt het, onder het trottoir door, naar een uitstroomkolk of put in (de groene goot naar) de wadi. Bij deze variant is de ingreep in de rijbaan groter. Een voordeel is dat het trottoir niet hoeft te worden verlaagd en dat al het water rechtstreeks naar de wadi wordt afgevoerd, bij hevige buien hoeft er dus niet eerst een hoeveelheid water op straat te staan, voor dit naar de wadi afstroomt, het verkeer heeft zo minder hinder van water.

3.4.2.2 Locatie 2: Bonairelaan noord

Ten noorden van de Curaçolaan wordt het water van de Bonairelaan bovenstrooms van de drempel opgevangen en afgeleid naar een forse wadi en de naastgelegen groenzone. Net als bij de Surinamelaan wordt de wadi niet volledig ingegraven, maar wordt de zuidzijde voorzien van een grondwal om ontgraving te beperken.

Aanvullend op de wadi is net ten zuiden van de wadi een grondwal gepland. Deze grondwal voorkomt dat, bij extreme neerslag, water wat niet in de wadi past of via het groen vanaf de Surinamelaan afstroomt ongehinderd door kan stromen naar de Curaçolaan. Zo krijgt het water meer tijd om in de bodem te infiltreren.



Figuur 14: Overzicht ontwerpmaatregelen wadi's Bonairelaan

3.4.2.3 Locatie 3: Bonairelaan Zuid

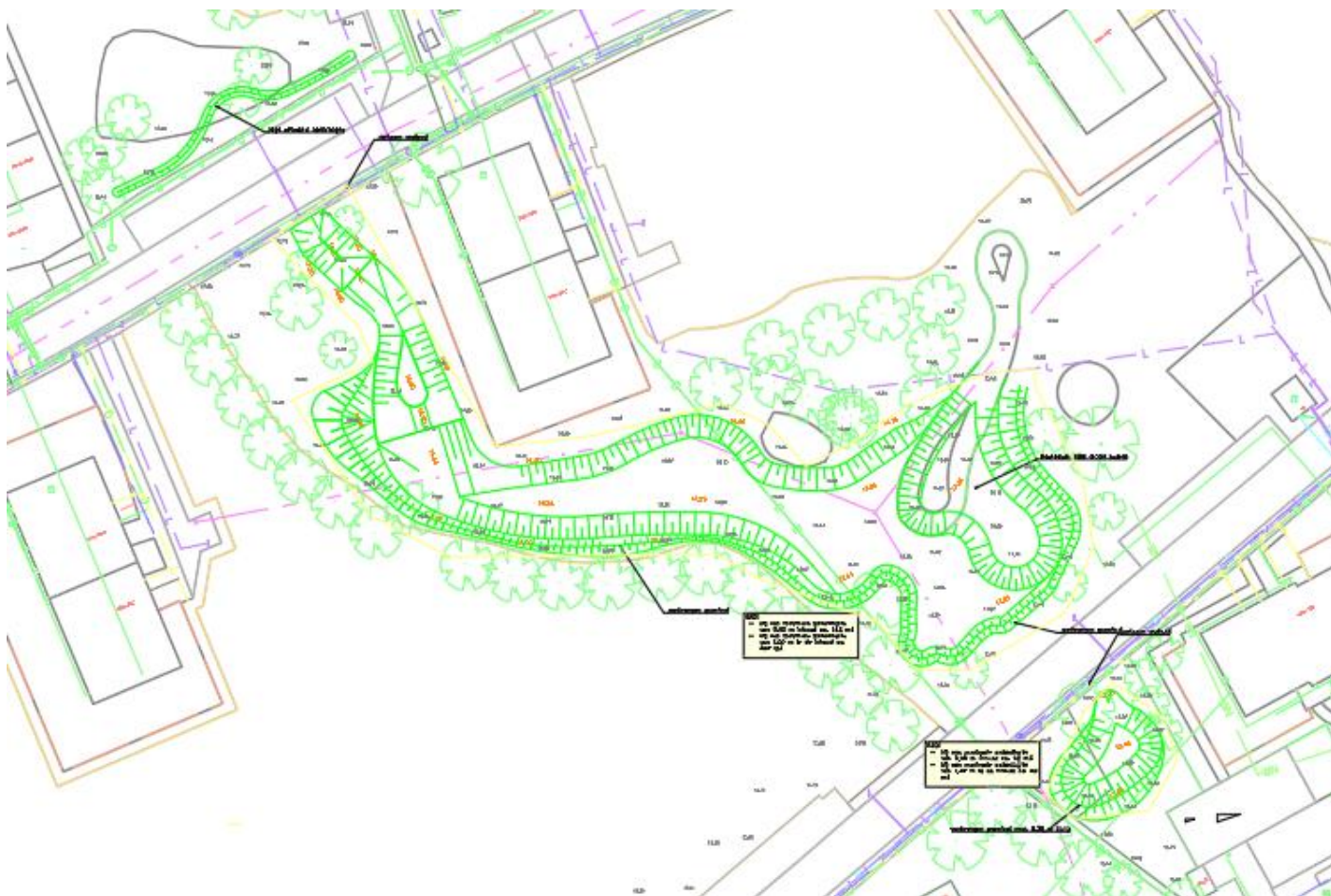
Ten zuiden van de Curaçolaan zijn in het ontwerp twee wadi's voorzien. Eén nabij de bestaande verkeersdrempel, deze wadi fungeert gelijk aan de wadi ten noorden van de Curaçolaan. Een tweede wadi is gepland nabij de Kapelweg. Om het water hier, vanaf de weg, in de wadi te krijgen, is een nieuwe verkeersdrempel gepland. Deze is dus niet zo zeer als verkeersremmende maatregel bedoeld, maar als element voor de waterhuishouding. Ook hier is in het ontwerp uitgegaan van het principe van een verlaagd trottoir. Omdat de drempel nog moet worden aangelegd, is het alternatief met een roostergoot hier minder ingrijpend.

Om te voorkomen dat water "om de drempel" stroomt wordt aan de noordoostzijde het grasveld licht opgehoogd om zo aan te sluiten op de hoogte van de drempel. Ten zuiden van de wadi wordt een grondwal aangelegd om ook bij extreme neerslag zo min mogelijk water naar de Kapelweg te laten afstromen.

3.5 Locatie 4: Surinamelaan-Curaçolaan

3.5.1 Beschrijving maatregelen

Tussen de Surinamelaan en de Curaçolaan ligt een speeltuin met een bestaande laagte. Deze laagte lijkt ideaal om water in op te vangen en te laten infiltreren, in de huidige situatie komt hier echter nauwelijks water. De ontworpen maatregelen zijn er in basis op gericht om water vanuit de Surinamelaan zoveel mogelijk af te vangen en naar de speeltuin af te voeren. Tegelijk wordt door aanleg van een kleine grondwal aan de noordzijde van de Surinamelaan afstroming van water vanaf de berg vertraagd en zorgt een (relatief kleine) wadi ten zuiden van de Curaçolaan voor minder water op straat.



Figuur 15: Overzicht ontwerpmaatregelen Surinamelaan-Curaçolaan

3.5.2 Uitwerking maatregelen

3.5.2.1 Noordzijde Surinamelaan

Aan de noordzijde van de Surinamelaan wordt tussen de appartementencomplexen 97 t/m 105 en 107 t/m 119 in de bestaande groenstrook een grondwal aangelegd. Deze grondwal zorgt er voor dat water wat vanaf de Amersfoortse Berg komt afstromen in een bestaande laagte in het groen blijft staan en minder snel naar de weg toe stroomt.

3.5.2.2 Rondom speeltuin

Water wat vanuit het westen en noorden via de Surinamelaan stroomt en niet door de bestaande (infiltratie)kolken kan worden verwerkt, wordt zoveel mogelijk afgeleid richting de speeltuin. Hiervoor wordt het trottoir tussen de appartementencomplexen 76 t/m 82 en 84 t/m 90 verlaagd.

In de groenstrook tussen deze panden wordt route voor het water richting de speeltuin gerealiseerd. Voor deze route wordt nabij de Surinamelaan een deel van het grasveld verlaagd. Iets zuidelijker wordt langs de bosrand een grondwal aangelegd en is er maar beperkte noodzaak om het bestaande maaiveld aan te passen, omdat dit al afloopt richting de speeltuin. De grondwal wordt doorgetrokken tot net ten noorden van de Curaçolaan en loopt hier parallel aan de weg naar het oosten om aan de andere kant van de speeltuin naar het noorden af te buigen en weer aan te sluiten op hoger gelegen grond. Door deze “omwalling” kan er met relatief weinig grondwerk veel water worden geborgen. Om nog meer water te kunnen vasthouden, wordt de bestaande laagte in de speeltuin vergroot.

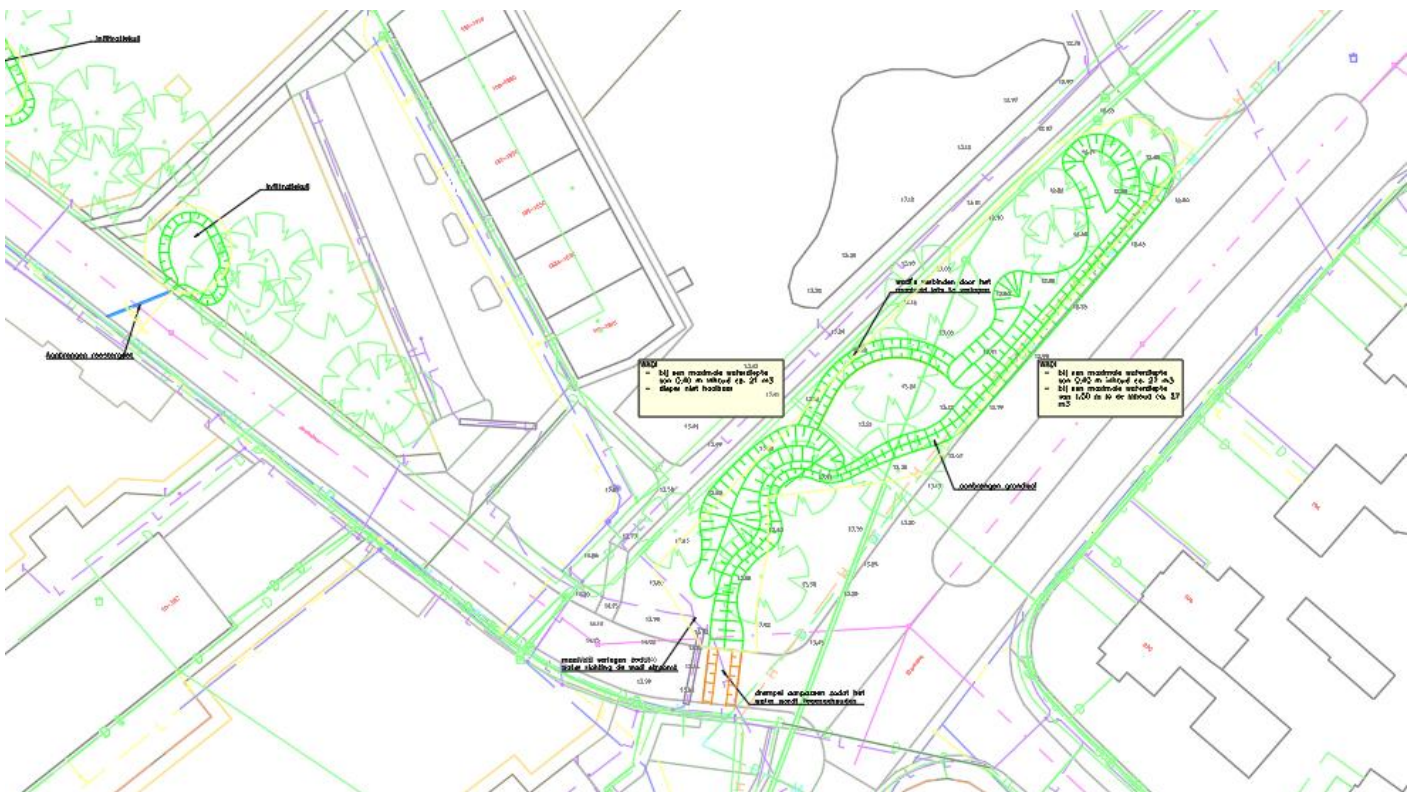
3.5.2.3 Curaçolaan

Ten zuiden van de Curaçolaan is, tussen de bestaande bomen en bebouwing, beperkte ruimte voor een extra wadi. Om het water hier heen te laten stromen, wordt het trottoir ten westen van appartementencomplex 26 t/m 32 verlaagd. Deze wadi zorgt ervoor dat er minder water op straat op de Curaçolaan blijft staan.

3.6 Locatie 5: Kapelweg-Arubalaan

3.6.1 Beschrijving maatregelen

Het meest zuidelijke deel van de Arubalaan ontvangt, volgens het rekenmodel, niet alleen water wat via de Arubalaan afstroomt, maar ook veel water vanuit het westelijk gelegen bosperceel. De waterstroom komt in de praktijk (nagenoeg) tot stilstand in de Kapelweg, pas nadat hier veel water op straat staat stroomt het water verder. Om de overlast op de Kapelweg te beperken, wordt in de Arubalaan een plateau aangelegd die het water naar een wadi in de groenzone naast de Kapelweg leidt.



Figuur 16: Overzicht ontwerpmaatregelen Kapelweg-Arubalaan

3.6.2 Uitwerking maatregelen

De verkeersdrempel heeft als voornaamste doel het water geleiden. Dit betekent dat de drempel eventueel flauwer kan worden aangelegd dan een normale verkeersremmende drempel. Het verkeer hoeft er hierdoor minder hinder van te hebben. Wanneer verkeersremmende maatregelen wenselijk is, kan dit uiteraard uitstekend worden gecombineerd.

Om te voorkomen dat het water eenvoudig langs de drempel stroomt, wordt in de groenstrook een (lage) grondwal aangelegd die aansluit op de hoogte van de drempel. Deze grondwal slingert zich tussen de bomen door richting de Kapelweg, in het noordoostelijke deel van de groenzone ligt de grondwal parallel aan de Kapelweg. Omdat de beschikbare ruimte in de groenzone tussen de bestaande bomen beperkt is, wordt de wadi uitgevoerd in meerdere delen met daartussen verlaagde zones/groene goten om het water naar de overige delen van de wadi's te geleiden.

Door de beperkte ruimte kan niet de volledige waterstroom uit de Arubalaan worden geborgen in de wadi. Een deel zal alsnog afstromen naar de Kapelweg. De (potentiële) overlast op de Kapelweg kan het effectiefst worden vermindert door de waterstroom vanuit het bos te beperken, bijvoorbeeld door aanleg van infiltratiekuilen en grondwallen in het bos om de waterstroom te vertragen en meer water te laten infiltreren. Wanneer ook de groenzones verderop in de Kapelweg kunnen worden voorzien van een wadi kan meer water worden vastgehouden voor het de Kapelweg op stroomt. Dit maakt geen onderdeel uit van dit ontwerp.

3.7 Locatie 6: Arubalaan

3.7.1 Beschrijving maatregelen

De Arubalaan kent een relatief stijl maaiveldverloop. Vanuit de Genestetlaan stroomt er water naar de Arubalaan toe, de neerslag die op de weg zelf valt, stroomt grotendeels af richting de Kapelweg in het zuiden. Een deel van de neerslag infiltreert via infiltratiekolken in de weg.

Opvallend is dat volgens de berekeningen er relatief veel water vanuit het westelijk gelegen bosgebied, tussen de appartementencomplexen door, afstroomt naar de Arubalaan. Onduidelijk is of dit in de praktijk ook daadwerkelijk het geval is.

In de Arubalaan is door de bebossing aan weerszijden van de weg en de bebouwing aan de westzijde relatief weinig ruimte om wadi's te realiseren.

In de schetsontwerpen is uitgegaan van een aantal relatief kleine "infiltratiekuilen" in de oostelijke bosrand. Door verlaging van banden en eventuele sturing met drempels kan water naar deze infiltratiekuilen afstromen.



Figuur 17: Overzicht ontwerpmaatregelen Arubalaan (90 graden gedraaid, links is noord)

Drempel noordzijde Arubalaan

In het ontwerp is uitgegaan van het aanbrengen van een drempel aan de noordzijde van de Arubalaan. Deze is bedoeld als waterkerend en hoeft niet verkeer remmend uitgevoerd te worden. Uiteraard heeft een drempel op deze locatie wel effect op het verkeer. De gemeente heeft in overleg met haar verkeerskundige besloten om hier geen drempel te willen aanleggen.

3.7.2 Uitwerking maatregelen

Bij de verdere uitwerking is ervoor gekozen om aan het begin van de Arubalaan water wat vanuit de Genestetlaan aan komt stromen tegen te houden en in een infiltratiekuil/wadi op de kruising vast te houden. Overtollig water stroomt verder de Surinamelaan in en wordt afgevoerd richting de eerder beschreven route naar de speeltuin.

In de Arubalaan zelf wordt een aantal roostergoten aangelegd die het water afleiden naar wadi's/infiltratiekuilen. Door de roostergoten onder een hoek van ongeveer 30 graden ten opzichte van de rijbaan aan te leggen, wordt de kans verkleind dat water, wegens een te grote stroomsnelheid, over de roostergoten heen schiet.

Tijdens een van de overleggen is aangehaald dat de wegverharding van de Arubalaan in de toekomst mogelijk versmald kan worden. Als dat daadwerkelijk het geval is, biedt dit kansen om (nog) meer hemelwater vast te houden. In het huidige ontwerp is deze optie niet meegenomen.

Uitwerking maatregelen Arubalaan

Na totstandkoming van het beschreven ontwerp heeft gemeente Amersfoort besloten om de volledige Arubalaan herin te richten, hierbij komt de wegverharding 'op één oor' te liggen en watert daardoor geheel af naar de oostelijke groenzone. Dit betekent dat de ontworpen infiltratiekuilen en wadi's niet meer door roostergoten hoeven te worden gevuld. Op dit moment is nog niet duidelijk of de weg ook wordt versmald en er mogelijk meer ruimte beschikbaar komt voor het vasthouden van hemelwater.

3.8 Locatie 7: Kapelweg-Borneoplein

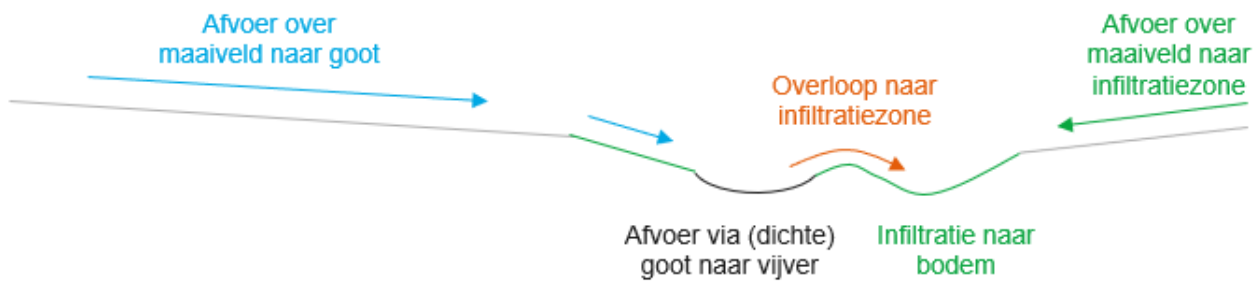
In het Borneoplein ligt een vijver. De waterkwaliteit van deze vijver laat te wensen over. Naast verbeteren van de waterkwaliteit ligt er een wens om deze vijver te "vergroenen". Het daadwerkelijk aanpakken van deze vijver kan niet worden losgezien van een grotere aanpak van het Borneoplein. Dit gaat verder dan het doel van deze studie.

Wel is onderzocht of en hoe er verversing van het water in de vijver van het Borneoplein plaats zou kunnen vinden.

In de huidige situatie stroomt er, bij hevige neerslag, een waterstroom vanuit de Kapelweg via de Celebesstraat naar de Leusderweg in het zuiden. Bij de Leusderweg is bij hevige neerslag veel overlast door water op straat. Door de maatregelen in de Bonairelaan verminderd de waterstroom naar de Kapelweg, toch blijft hier veel water over maaiveld afstromen. Door in de Celebesstraat een drempel aan te brengen, kan er minder water naar het zuiden afstromen. Dit water stroomt hierdoor (deels) door richting het Borneoplein.

Wanneer de bestaande kolken in de Kapelweg tussen de Arubalaan en het Borneoplein worden aangesloten op een hemelwaterriool wat kan overlopen naar de vijver op het Borneoplein, kan de vijver met de neerslag uit dit gebied worden doorspoeld. Het overtollige water zal aan de zuidzijde van de vijver moeten worden opgevangen, een deel kan in de bodem worden geïnfiltreerd, een ander deel zal verder afgevoerd moeten worden.

Tijdens de overleggen is gesproken over de mogelijkheid om (dit deel van) de Kapelweg te ontharden door de ruimte van de rijbanen te verkleinen. Afhankelijk van de mogelijkheden zou het kunnen dat hierdoor ruimte beschikbaar komt om het water bovengronds naar het Borneoplein te laten afstromen. Door naast de rijbaan een goot aan te brengen die afstroomt naar de vijver kan het vijverwater worden verversd. Bij hevige neerslag stroomt er meer water af dan voor doorspoeling nodig is. Bij voldoende ruimte kan naast de goot een infiltratiezone worden aangelegd waarin het overtollige water kan worden opgevangen en geïnfiltreerd. Hierdoor hoeft er vanaf de zuidzijde van de vijver minder water te worden afgevoerd, wordt het grondwater lokaal aangevuld en kan de vergroening van dit gebied zorgen voor vermindering van hittestress.



Figuur 18: Principeschets goot en infiltratiezone Kapelweg

4 Hydraulisch resultaat

4.1 Inleiding

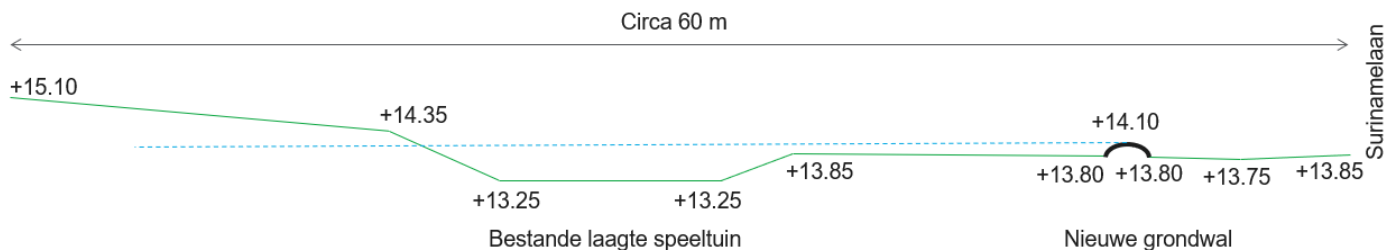
Om het effect van de maatregelen in beeld te brengen, is een vergelijking tussen het functioneren in de huidige situatie en het functioneren na het doorvoeren van de maatregelen nodig. Op de website [Bergwater Amersfoort - Hydraulisch effect ontworpen maatregelen](#) zijn de huidige en geplande situatie naast elkaar weergegeven. Zowel de waterdiepte als de stroming over maaiveld zijn in te zien voor Bui 10 (hevige bui) en voor een klimaatbui (74 mm in een uur).

In deze rapportage is op elk van de maatregelen ingezoomd, de focus ligt hierbij op het functioneren bij Bui 10.

4.2 Ledigingstijd infiltratievoorzieningen

Op locatie Kapelweg-Borneoplein zijn in de uitgewerkte plannen op alle locaties infiltratievoorzieningen als wadi's of infiltratiekuilen voorzien. Hoe hoog de waterstand in de voorziening wordt, is afhankelijk van de neerslagsituatie en de hoeveelheid infiltratie naar de ondergrond.

De grootste waterdiepte die kan optreden, komt voor in de laagte bij de speeltuin aan de Surinamelaan. Doordat ten zuiden van de speeltuin een grondwal wordt aangebracht, kan in het diepe deel hier bij extreme neerslag een waterstand tot ongeveer 85 cm ontstaan, in het ondiepe deel is dit maximaal 30 cm.

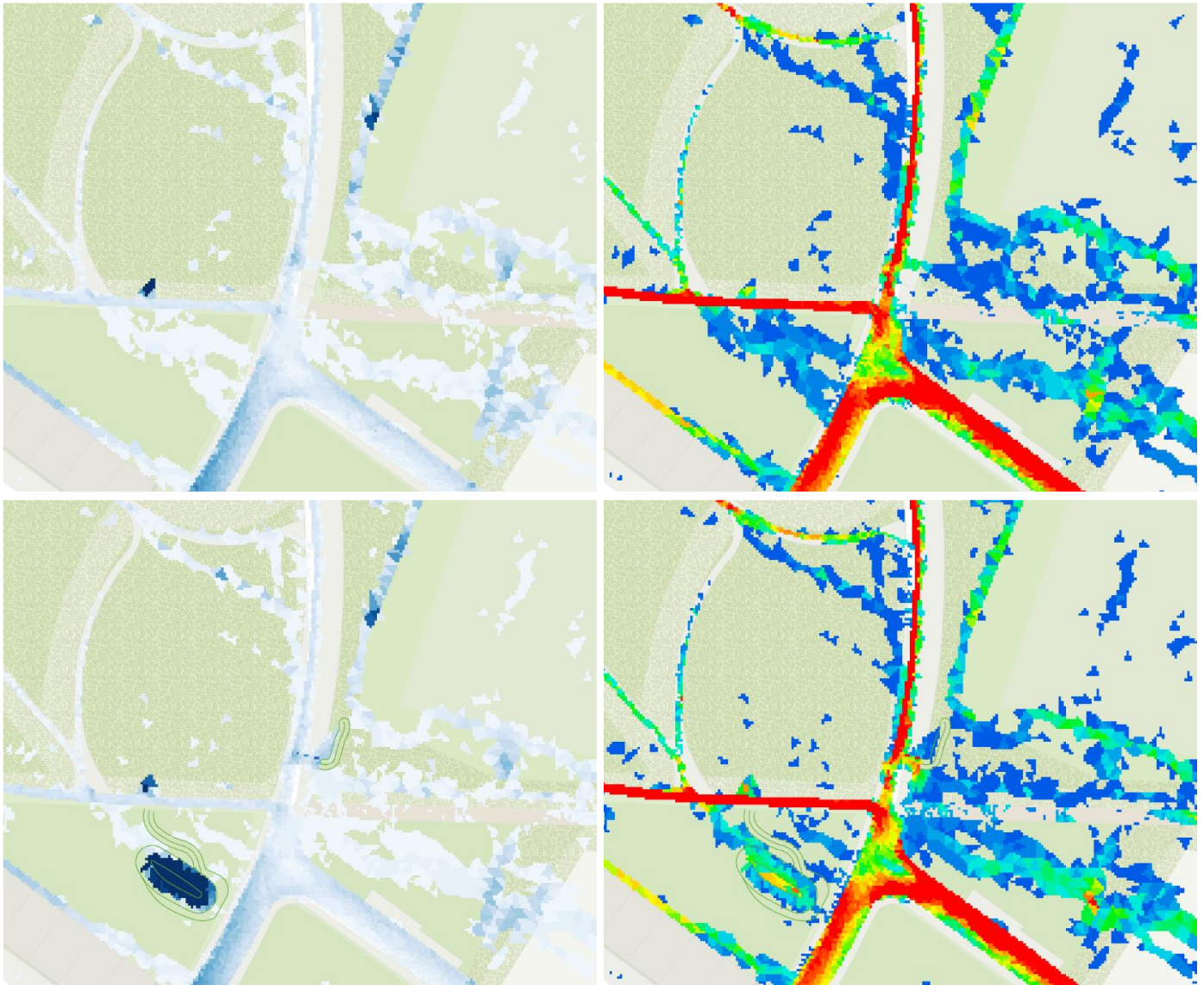


Figuur 19: Schetsmatige doorsnede laagte bij speeltuin Surinamelaan

De (zand)grond van de Amersfoortse Berg kent een uitstekende doorlatendheid, dat betekent dat water wat hier valt of heen stroomt zeer snel in de bodem infiltreert. Afstromend hemelwater neemt altijd een (bepaalde) hoeveelheid fijn materiaal mee, de infiltratiecapaciteit van de bovenlaag van de wadi ligt dus lager dan die van de diepere ondergrond. Wanneer veiligheidshalve wordt uitgegaan van een (lage) infiltratiecapaciteit van een 0,5 m/dag, is het ondiepe deel van de wadi na volledige vulling in ongeveer 15 uur weer leeg.

Het diepe deel bestaat uit onbegroeid zand, de infiltratiecapaciteit ligt hier hoger. Met de genoemde 0,5 m/dag zou de ledigingstijd na volledige vulling ongeveer 40 uur zijn, verwacht wordt dat deze laagte in de praktijk na volledige vulling ruim binnen 24 uur leeg is.

4.3 Locatie 1: Surinamelaan-Dahliatuin



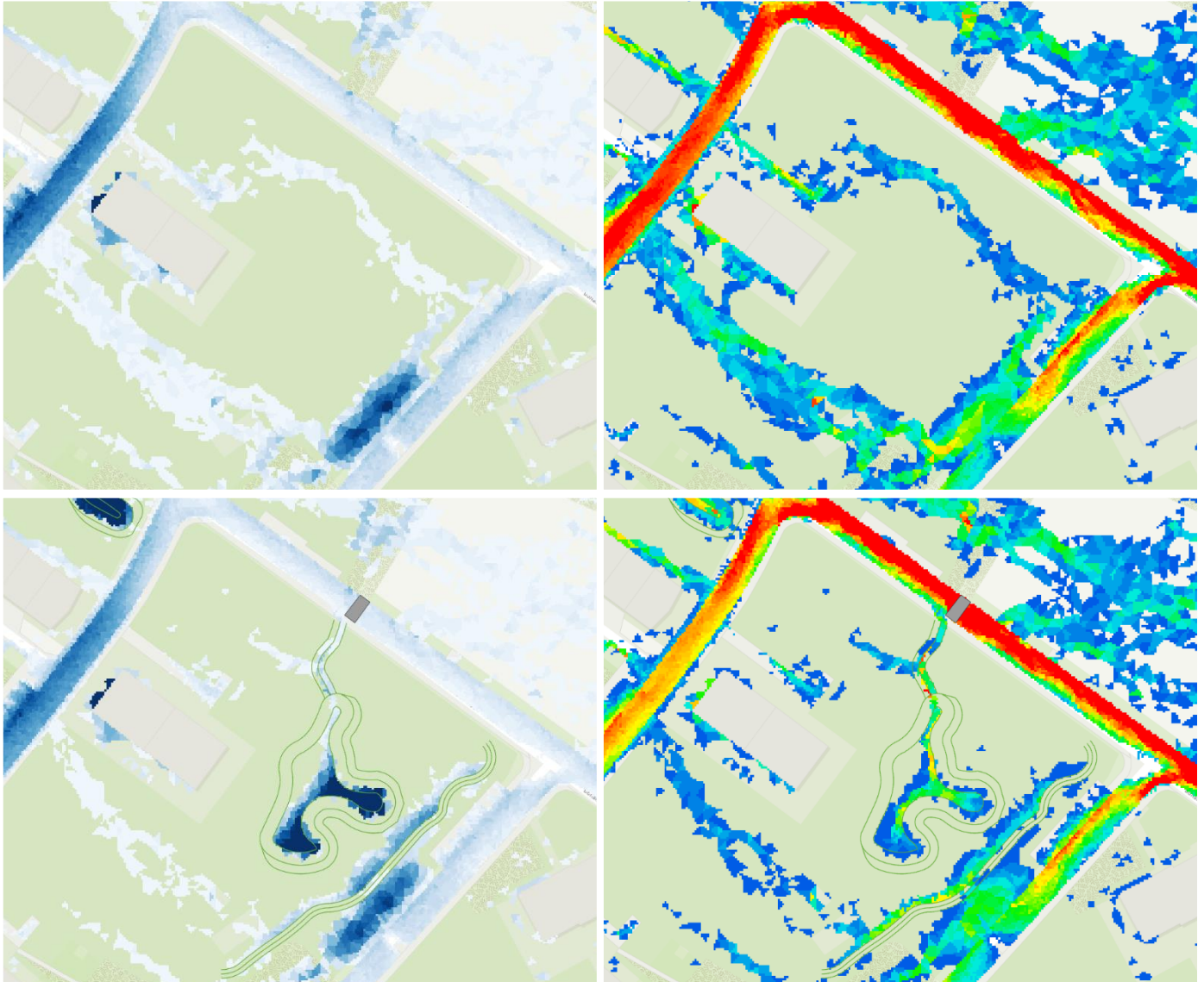
Figuur 20: Water op straat (links) en stroming over maaiveld (rechts) in huidige situatie (boven) en na maatregelen (onder) bij Bui 10

De maatregelen zorgen ervoor dat water uit het noordelijke deel van de Surinamelaan wordt opgevangen in de bergingsvoorziening, een teveel kan overlopen naar de wadi. De wadi ontvangt ook water vanuit het Sint Eustatiuspad, het merendeel van het water wat via dit pad afstroomt, blijft echter langs de wadi afvoeren. Aanvullend op de ontworpen maatregelen zou een beperkte aanpassing in het Sint Eustatiuspad (verlaging i.c.m. drempel) ervoor kunnen zorgen dat het water van dit pad afbuigt naar de wadi en hierdoor de Surinamelaan minder kan belasten.

Door de maatregelen stroomt er (beperkt) minder water af richting de Bonairelaan.

4.4 Locatie 2&3: Bonairelaan (noord en zuid)

4.4.1 Noord



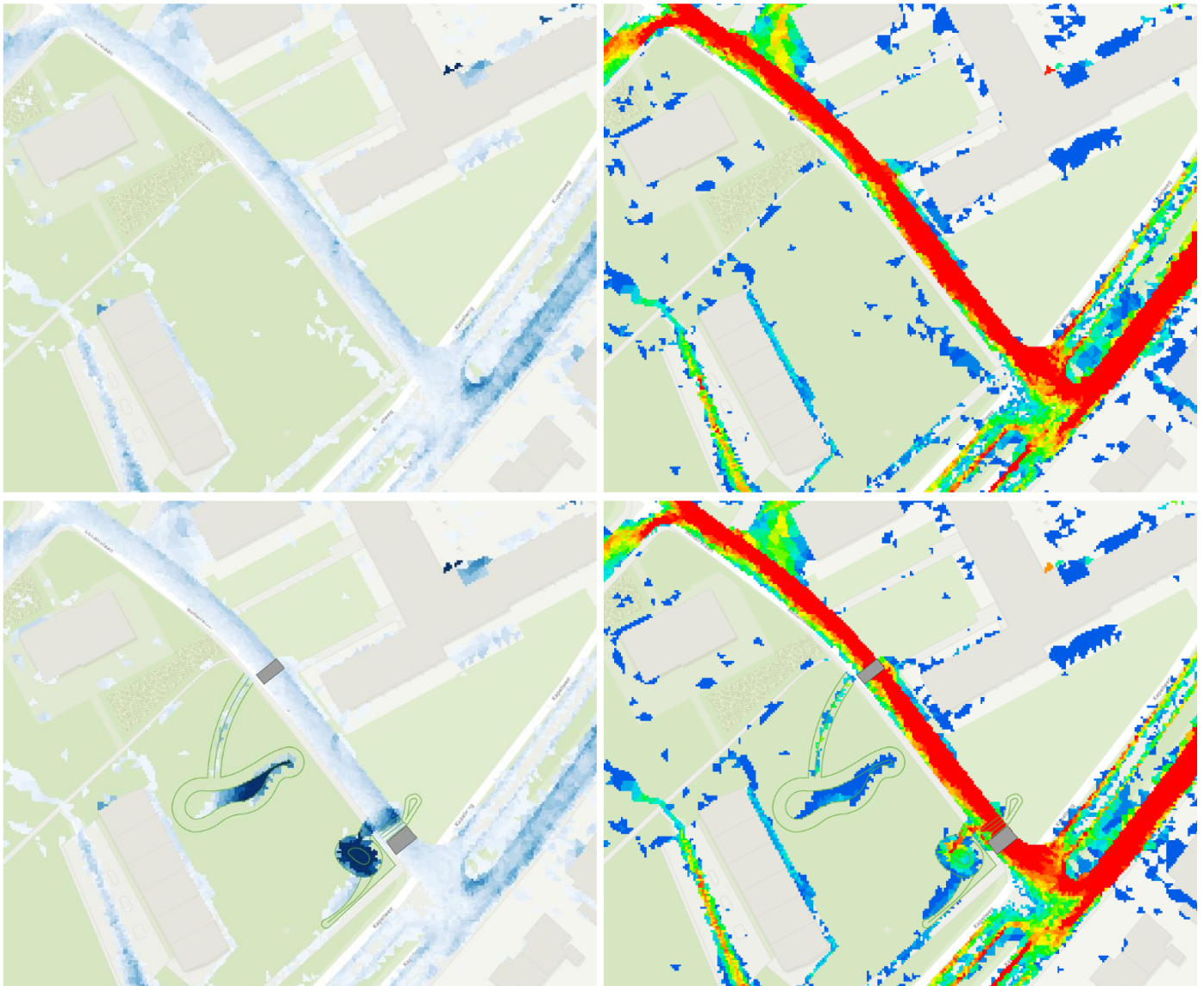
Figuur 21: Water op straat (links) en stroming over maaiveld (rechts) in huidige situatie (boven) en na maatregelen (onder) bij Bui 10

De verlaging van het trottoir bij de verkeerdrempel zorgt ervoor dat er water naar het groen kan afstromen. Dit water wordt opgevangen in een wadi. Door de ontgraven grond te gebruiken voor het aanbrengen van een grondwal wordt voorkomen dat bij hevige/extreme neerslag water vanuit het groen naar de Curaçaoaan afstroomt.

Het water wat zich, na maatregelen, nog verzameld in de laagte ten zuiden van de grondwal is water wat afkomstig is van de Curaçaoaan zelf. Aanvullend aan het ontwerp zou deze laagte mogelijk kunnen worden uitgebreid om meer water van de Curaçaoaan af te leiden en in het groen te bergen.

De afvoer van water naar het zuidelijke deel van de Bonairelaan wordt verminderd. Wanneer in plaats van een verlaging in het trottoir een roostergoot in de weg wordt aangebracht die aansluit op de wadi kan er meer water worden afgevoerd naar de wadi. Dit vergt wel een grotere ingreep in de bestaande wegverharding dan in het ontwerp is voorzien.

4.4.2 Zuid

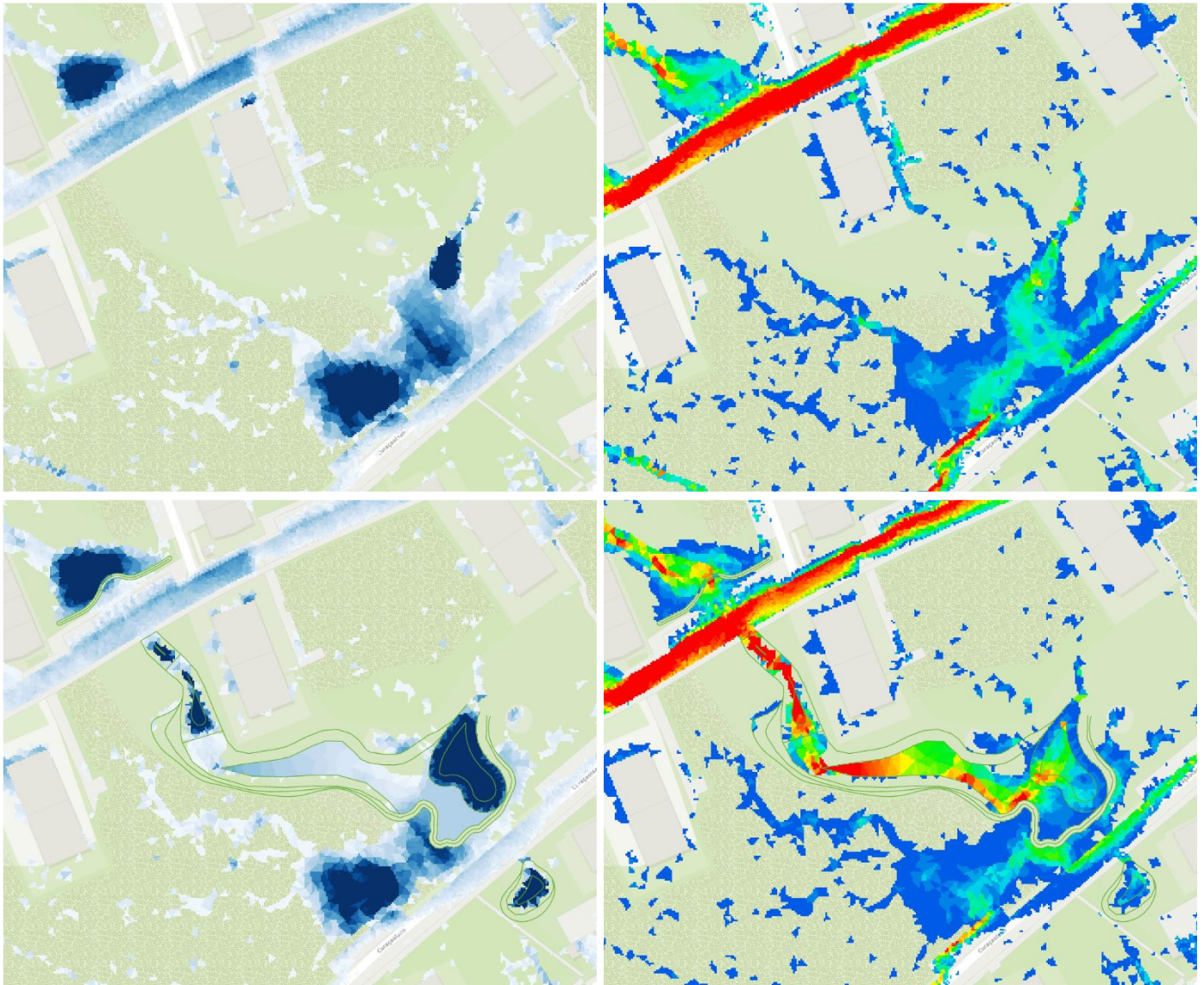


Figuur 22: Water op straat (links) en stroming over maaiveld (rechts) in huidige situatie (boven) en na maatregelen (onder) bij Bui 10

De verlaging van het trottoir bij de bestaande en bij de nieuwe verkeerdrempels zorgt ervoor dat er water naar het groen kan afstromen. Dit water wordt opgevangen in twee wadi's. De ontgraven grond wordt (deels) ingezet om grondwallen aan te brengen die voorkomen dat water alsnog om de nieuwe drempel en uit de zuidelijke wadi afstroomt richting de Kapelweg.

De afvoer van water naar de Kapelweg wordt verminderd. Wanneer bij de bestaande drempel in plaats van een verlaging in het trottoir een roostergoot in de weg wordt aangebracht die aansluit op de wadi kan er meer water worden afgevoerd naar de wadi. Dit vergt wel een grotere ingreep in de bestaande wegverharding dan in het ontwerp is voorzien. Bij de nieuwe drempel is het effect van een roostergoot beperkt, de wadi wordt al volledig gevuld.

4.5 Locatie 4: Surinamelaan-Curaçolaan



Figuur 23: Water op straat (links) en stroming over maaiveld (rechts) in huidige situatie (boven) en na maatregelen (onder) bij Bui 10

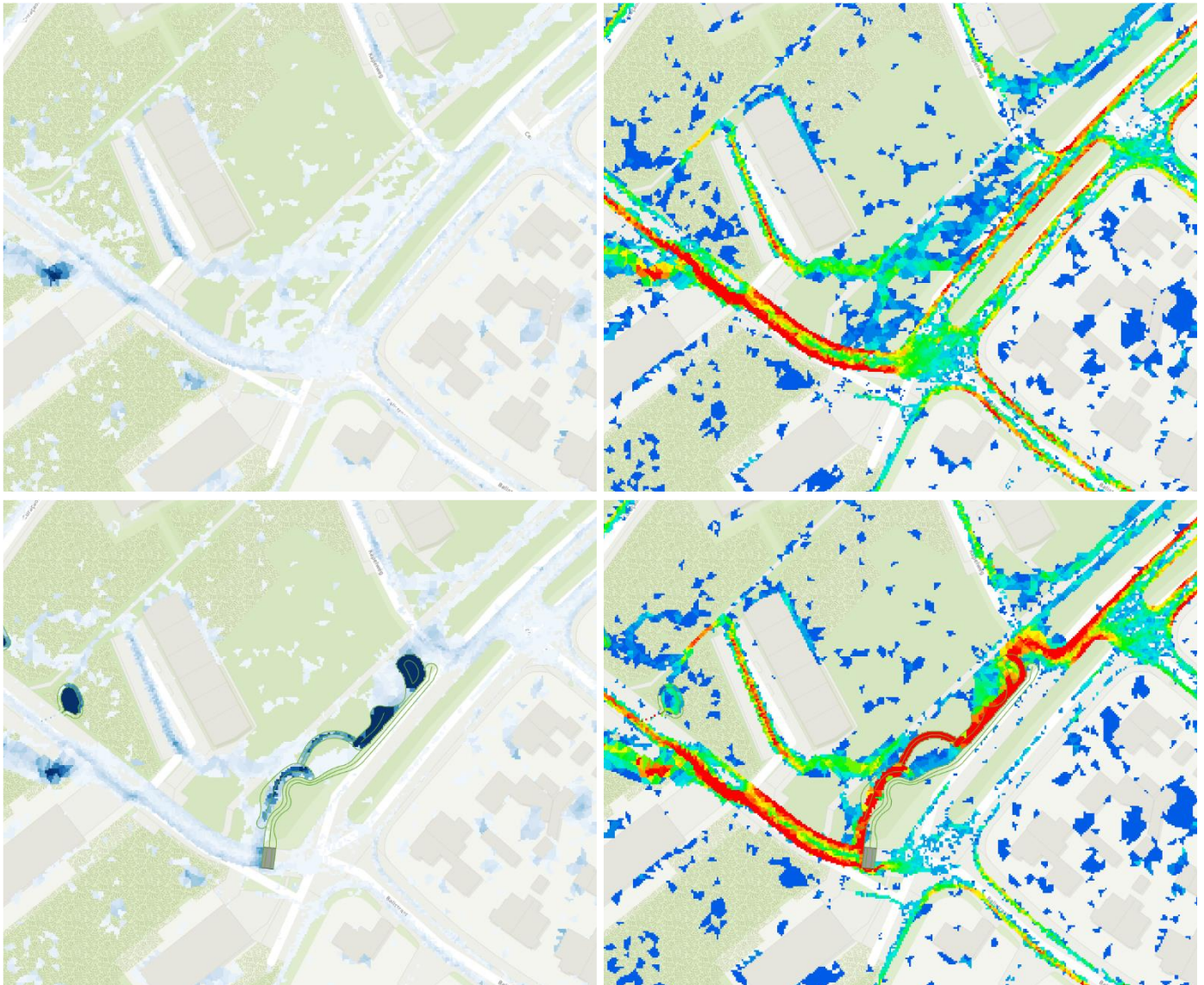
De grondwal ten noorden van de Surinamelaan zorgt er voor dat meer water in het groen wordt vastgehouden voor het naar de Surinamelaan kan afstromen. De afvoerroute naar de speeltuin zorgt voor minder water op straat in de Surinamelaan.

In de afvoerroute worden enkele laagtes aangebracht, zodat ook hier water kan worden vastgehouden. Alleen bij hevige neerslag stroomt het water verder naar de speeltuin. Door bij de speeltuin een bestaande laagte te vergroten, kan meer water worden vastgehouden. De vrijgekomen grond wordt ingezet om een grondwal aan te brengen langs de voorziene afvoerroute en ten zuiden van de laagte. Hiermee wordt voorkomen dat water vanuit de berging afstroomt naar de Curaçolaan.

Aan de zuidzijde van de Curaçolaan is beperkt ruimte voor waterberging. De ontworpen wadi zorgt voor vermindering van de hoeveelheid water op straat in de Curaçolaan.

Volgens de berekeningen verzamelt zich water in het bosgebied ten zuidwesten van de speeltuin. Een deel van dit water lijkt te kunnen afstromen naar de Curaçolaan. Een deel van de vrijkomende grond zou aanvullend gebruikt kunnen worden om het reliëf in dit gebied zodanig aan te passen dat afvoer naar de Curaçolaan niet mogelijk is.

4.6 Locatie 5: Kapelweg-Arubalaan



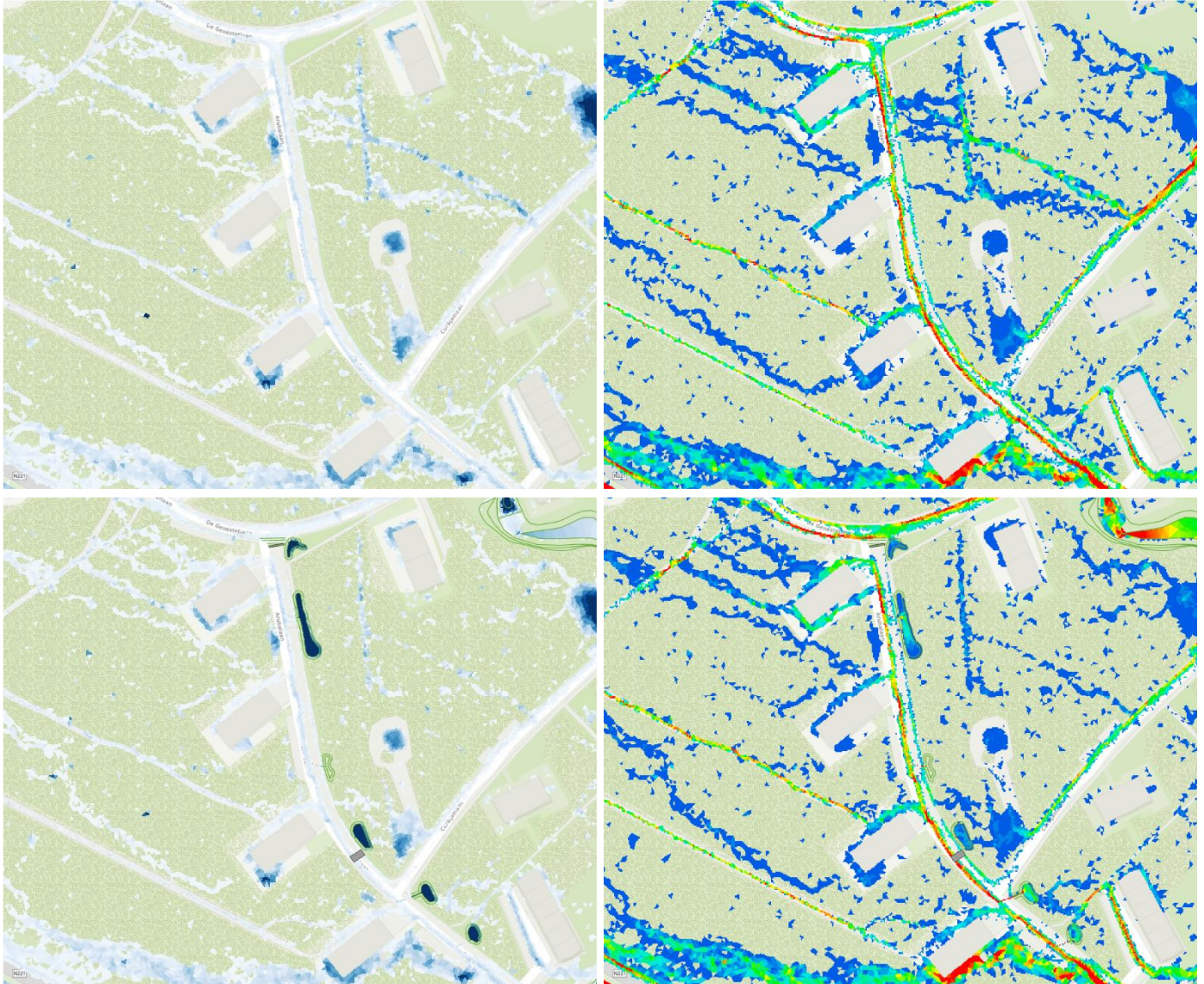
Figuur 24: Water op straat (links) en stroming over maaiveld (rechts) in huidige situatie (boven) en na maatregelen (onder) bij Bui 10

In de groenzone op de hoek Arubalaan-Kapelweg is maximaal gebruik gemaakt van de ruimte om water vast te kunnen houden. De wadi kan niet al het aanstromende water verwerken. Uit het model blijkt dat er veel water uit het bosgebied ten westen van de Arubalaan naar de verharding stroomt. Door deze waterstroom in het bos te vertragen, kan hier meer water infiltreren en wordt de wadi minder zwaar belast.

Wanneer in de overige groenzones langs de Kapelweg ook ruimte voor waterberging kan worden gerealiseerd, kan overtollig water uit de huidige wadi hierheen worden afgeleid en wordt er (nog) minder water naar de zuidelijke wijk afgevoerd.

Op de kruising Kapelweg/Arubalaan/Balistraat blijft in het ontwerp aanmerkelijk minder water staan. Zonder aanvullende maatregelen in het bosgebied neemt de hoeveelheid water op straat bij de kruising Kapelweg/Ceramstraat juist iets toe.

4.7 Locatie 6: Arubalaan



Figuur 25: Water op straat (links) en stroming over maaiveld (rechts) in huidige situatie (boven) en na maatregelen (onder) bij Bui 10

De roostergoten in en infiltratievoorzieningen langs de Arubalaan zorgen ervoor dat meer water lokaal wordt vastgehouden en geïnfiltreerd. De stroom van water naar het zuiden van deze weg wordt telkens onderbroken, de afvoer naar het zuiden wordt hierdoor kleiner.

Ook voor dit gebied geldt dat een deel van het water wat wordt opgevangen afkomstig is uit het westelijk gelegen bos. Door aanvullend aan het ontwerp meer water in het bos vast te houden, wordt het bebouwde gebied ontzien.

4.8 Locatie 7: Kapelweg-Borneoplein



Figuur 26: Water op straat (links) en stroming over maaiveld (rechts) in huidige situatie (boven) en na maatregelen (onder) bij Bui 10

De vijver aan de Borneostraat ontvangt water afkomstig van de neerslag die door de Kapelweg stroomt. Hierbij gaat het ruwweg om een gebied van maximaal 5000 m². Om dit water bij de vijver te krijgen, is het nodig om voor de Celebesstraat een drempel aan te brengen.

Vanaf net ten westen van de Celebesstraat tot aan de vijver is dan een voorziening nodig die het water uit dit gebied opvangt en naar de vijver afvoert. Dit kan door een HWA-leiding aan te leggen en de kolken hierop aan te sluiten. Een alternatief wat meer ruimte vraagt, is een bovengrondse afvoer. Gezien het maaiveldverloop lijken hiervoor kansen te bestaan, wel betekent een bovengrondse afvoer dat een deel van de bestaande verharding hiervoor moet worden aangepast.

5 Extra kansen

Bij een aantal maatregelen zijn al extra kansen genoemd om in (de omgeving van) de maatregellocatie meer water te kunnen vasthouden of het functioneren van de maatregel verder te verbeteren. Onderstaand is een overzicht gegeven van alle gesignaleerde kansen.

Bosgebieden

Uit de bosgebieden ten westen en noorden van het plangebied komt volgens het rekenmodel relatief veel water stromen. Onduidelijk is of dit in de praktijk ook daadwerkelijk het geval is. Wanneer hier grote waterstromen vandaan komen, is het in de meeste gevallen effectiever, voordeliger en eenvoudiger om dit water in het bos vast te houden, dan om dit water in de woonwijk(en) te moeten verwerken. Met name in het zuidelijke deel van de Arubalaan, het westelijke deel van de Surinamelaan en bij het Sint Eustatiuspad valt hiermee een groot effect te bereiken.

Bestaande laagtes Curaçolaan

Bij de noordelijke wadi aan de Bonairelaan en bij de bergingszone rondom de speeltuin aan de Curaçolaan worden parallel aan de Curaçolaan grondwallen aangelegd. Deze grondwal ligt in beide gevallen net ten noorden van een bestaande laagte in het groen. Deze bestaande laagtes kunnen mogelijk worden uitgebreid en ingezet om water vanaf de Curaçolaan hiernaar toe te laten stromen. De kans op overlast in de Curaçolaan wordt hierdoor verminderd.

Bonairelaan, Surinamelaan, Curaçolaan

Bij alle locaties waar een trottoir verlaagd wordt (minimale ingreep in bestaande situatie) kan het aanbrengen van een roostergoot dwars op de rijbaan een (meer ingrijpend) alternatief zijn waardoor meer water naar de nieuwe wadi's kan worden afgevoerd. Dit komt vooral doordat de helling van de weg net de andere kant op ligt dan de locaties van de wadi's. Hierdoor moet de waterstand eerst zo hoog worden dat de complete weg watervoerend is, voor het water naar de wadi afstroomt.

Versmallen rijbaan

Zowel voor de Arubalaan als voor het oostelijke deel van de Kapelweg is tijdens gesprekken naar voren gekomen dat er wellicht mogelijkheden zijn om hier de verhardingsbreedte te verkleinen. Wanneer dit daadwerkelijk een optie is, kan de vrijgekomen ruimte worden ingezet voor mogelijkheden om water vast te houden. In de Arubalaan gaat het daarbij om het daadwerkelijk vasthouden en infiltreren van water. Bij de Kapelweg zou deze zone een combinatie-functie kunnen krijgen door wateraanvoer naar de vijver te combineren met een infiltrerende overloopzone.

Wadi-structuur langs Kapelweg

In de groenzone aan de noordzijde van het westelijke deel van de Kapelweg wordt een wadi aangelegd. Deze structuur zou doorgetrokken kunnen door de volledige groenzone. De inritten naar de appartementencomplexen worden dan zodanig aangepast dat water niet afstroomt naar de Kapelweg maar naar de wadi-structuren.

Hiermee kan de afvoer van water vanaf de Amersfoortse Berg naar de lagergelegen wijken verder worden teruggebracht en is er meer vocht beschikbaar voor de bestaande bomen in deze zone.

Borneoplein

Voor (de vijver op) het Borneoplein zijn nu nog geen concrete plannen uitgewerkt. Wel is aangegeven hoe er water naar deze vijver kan worden afgevoerd. Door de uitwerking van het Borneoplein te combineren met het oostelijke deel van de Kapelweg kan de aanvoer van (spoel)water voor de vijver worden geoptimaliseerd en is duidelijk hoe water vanuit de vijver weer moet worden afgevoerd. Door de hoge infiltratiecapaciteit van de ondergrond lijken er kansen te liggen om het af te voeren water in de bodem te infiltreren. Wanneer hiervoor gekozen wordt, moet er wel rekening worden gehouden met de bron en kwaliteit van dit water. De doorspoeling vindt juist plaats om minder schoon water uit de vijver weg te spoelen.

6 Kostenraming

Gemeente Amersfoort heeft gevraagd om bij het ontwerp een kostenraming volgens de Standaard Systematiek Kostenramingen (SSK) op te stellen. Met deze systematiek worden op eenduidige wijze ramingen van investeringskosten opgesteld. Voor dit project is een deterministische kostenraming op basis van het SSK-2018 rekenmodel gemaakt, de volledige raming is weergegeven in Bijlage D. Hieronder is een samenvatting van de kostenraming voor de verschillende deelprojecten weergegeven.

Let op: Omdat de uitwerking voor het onderdeel Kapelweg-Borneoplein een principe oplossing is en niet is uitgewerkt tot voorlopig ontwerp is hiervoor geen kostenraming opgesteld.

Tabel 1: Samenvatting SSK-raming (exclusief btw)

Onderdeel	Directe kosten	Indirecte kosten	Voorziene kosten
Locatie 1: Surinamelaan-Dahliatuin	€ 25.372,--	€ 5.120,--	€ 30.492,--
Locatie 2&3: Bonairelaan (noord en zuid)	€ 27.411,--	€ 5.531,--	€ 32.942,--
Locatie 4: Surinamelaan-Curaçolaan	€ 24.077,--	€ 4.859,--	€ 28.936,--
Locatie 5: Kapelweg-Arubalaan	€ 7.914,--	€ 1.597,--	€ 9.511,--
Locatie 6: Arubalaan	€ 55.433,--	€ 11.186,--	€ 66.619,--
Totaal (exclusief btw)	€ 140.206,--	€ 28.293,--	€ 168.500,--

Tabel 2: Samenvatting SSK-raming (inclusief btw)

Onderdeel	Directe kosten	Indirecte kosten	Voorziene kosten
Locatie 1: Surinamelaan-Dahliatuin	€ 30.595,--	€ 6.195,--	€ 36.790,--
Locatie 2&3: Bonairelaan (noord en zuid)	€ 33.054,--	€ 6.693,--	€ 39.747,--
Locatie 4: Surinamelaan-Curaçolaan	€ 29.034,--	€ 5.879,--	€ 34.913,--
Locatie 5: Kapelweg-Arubalaan	€ 9.543,--	€ 1.932,--	€ 11.475,--
Locatie 6: Arubalaan	€ 66.846,--	€ 13.535,--	€ 80.381,--
Totaal (inclusief btw)	€ 169.072,--	€ 34.235,--	€ 203.307,--

7 GWW-Verificatie

7.1 Inleiding

Gemeente Amersfoort wil voor al haar projecten in beeld brengen welke impact het project heeft op de omgeving. Hiervoor maakt de gemeente gebruik van een “GWW-verificatie formulier”. Ook voor dit project is dit formulier ingevuld. Het ingevulde formulier is terug te vinden in Bijlage A. In onderstaande paragraaf is voor de verschillende deelthema's een korte toelichting gegeven bij de wijze waarop het formulier is ingevuld.

7.2 Toelichting thema's

7.2.1 Deelthema 1: Energie

Het ontwerp zorgt niet voor een toename van verharding. Groenzones blijven groen, beplanting wijzigt niet wezenlijk. Het ontwerp is daarmee CO₂-neutraal ten opzichte van de huidige situatie. In het huidige (voorlopig) ontwerp stadium is nog geen inzicht in CO₂-gegevens voor de aanlegfase.

7.2.2 Deelthema 2: Materialen

Verharding wordt zo min mogelijk aangepast. Waar bestaande elementenverharding wordt aangepast, kan hetzelfde materiaal zoveel mogelijk worden hergebruikt. Voor nieuw materiaal kan worden gebruik gemaakt van materiaal met een hoge circulariteit.

7.2.3 Deelthema 3: Water

Door de hoge infiltratiecapaciteit van de ondergrond zijn wadi's in korte tijd leeg. Het systeem is ontworpen om de kans op overlast in een bestaande situatie te minimaliseren. Waar mogelijk wordt hierbij water op straat voorkomen. Omdat niet de volledige (publieke) ruimte opnieuw wordt ingericht, zal in bepaalde mate water op straat voor kunnen blijven komen. Omdat het plangebied sterk hellend is, zal een overschot aan water bij extreme neerslag, ondanks de maatregelen alsnog kunnen afstromen naar lageregelegen gebied. De mate van afstroming is sterk verkleind ten opzichte van de huidige situatie.

Het verhard oppervlak in het plangebied is in de huidige situatie niet aangesloten op het gemengd/vuilwater riool, maar infiltreert via (met name) infiltratiekolken (verharding) en grindkoffers (gebouwen). In het ontwerp worden hieraan wadi's en infiltratiekuilen toegevoegd. Een deel van het hemelwater wordt opgevangen ten behoeve van hergebruik, hiervoor wordt een ondergrondse buffer van 20 m³ aangelegd.

7.2.4 Deelthema 4: bodemverontreiniging

Het plan heeft geen relatie met bodemverontreiniging.

7.2.5 Deelthema 5: Ecologie

Bij aanleg van voorzieningen in het groen worden bomen ontzien. In het huidige planniveau (VO) is nog geen invulling gegeven aan de types groenvoorziening in de wadi's, de ecologische situatie verslechterd niet ten opzichte van de huidige situatie. Door meer ruimte voor opvang van water te creëren, wordt in het gebied meer water vastgehouden. Dit kan een positieve bijdrage aan de ecologische kwaliteit opleveren.

Bij verdere uitwerking van de plannen moet de ecologie worden betrokken om zo te bepalen welke kansen er daadwerkelijk zijn om de ecologische kwaliteit te vergroten en bij de uitwerking te borgen dat de kwaliteit (indien mogelijk) ook daadwerkelijk verhoogd wordt

7.2.6 Deelthema 6: Ruimtegebruik

Er wordt geen verharding aan het plan toegevoegd, in dit ontwerp stadium is niet voorzien in vermindering van verhardingshoeveelheden, mogelijk zijn er in een later stadium wel kansen voor vermindering van verhardingshoeveelheden.

7.2.7 Deelthema 7: Ruimtelijke kwaliteit

De maatregelen hebben geen (significante) impact op de verkeersafwikkeling in het gebied. Er is geen analyse op blackspots uitgevoerd.

7.2.8 Deelthema 8: Welzijn

Er zijn geen hittestressgebieden aanwezig, door meer neerslag in het gebied vast te houden, is er potentieel meer vocht beschikbaar voor begroeiing en neemt het verdampend vermogen van het bestaande groen toe.

7.2.9 Deelthema 9: Sociale relevantie

Door de buurt te betrekken bij het ontwerp(proces) is het project voor de wijk relevant. Het bufferen van neerslag ten behoeve van gebruik in de Dahliatuin/volkstuin maakt de maatregelen relevant voor gebruikers van deze tuinen.

De toegankelijkheid van de openbare ruimte verandert niet.

7.2.10 Deelthema 10: Bereikbaarheid

Het overgrote deel van het gebied is reeds aangemerkt als 30 km-zone. Het project voorziet (in dit stadium) geen aanpassingen in de weginrichting van de Kapelweg (nu 50 km/u)

7.2.11 Deelthema 11: Investerings

Bestaande wegverharding wordt zoveel mogelijk gehandhaafd. Werkzaamheden worden waar mogelijk uitgevoerd zonder aanpassingen aan bestaande assets.

7.2.12 Deelthema 12: Vestigingsklimaat

Geen specifieke wijzigingen in leefomgeving gemaakt op dit onderwerp.

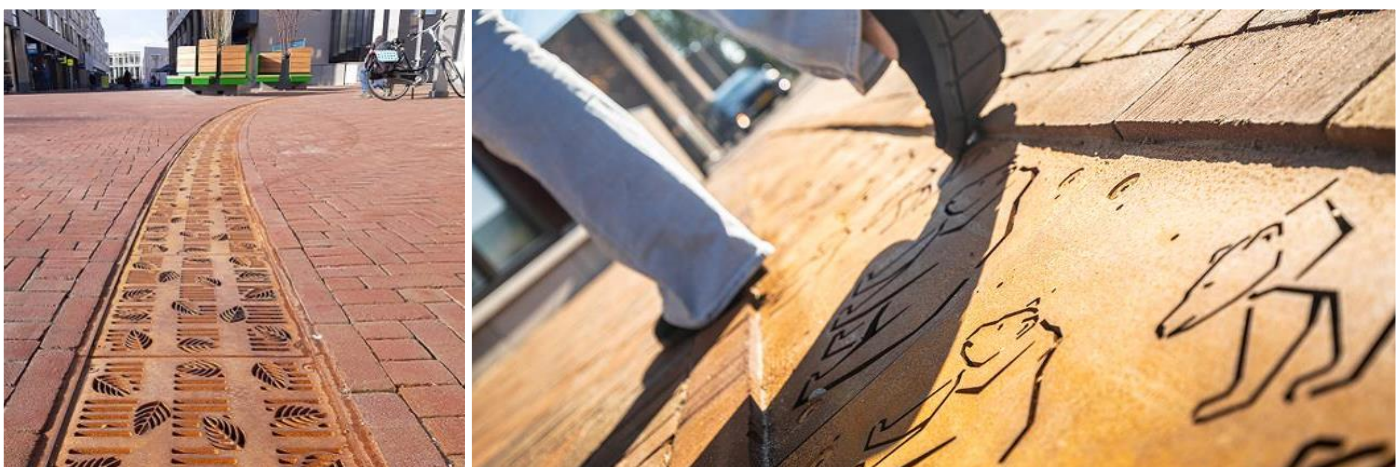
Bijlage A Inspiratiebeelden



Figuur 27: Uitstroompunten vanuit een leiding naar een wadi, beide in Rhenen, foto's: Climatescan.nl



Figuur 28: Zichtbaar maken waterstand in voorziening, links Marktstraat Apeldoorn (foto: Cyclomedia) rechts Leersum (foto:riool.net)



Figuur 29: Roostergoten met project unieke afdekkingen, links Zeist, rechts Berlicum (foto's:aco.nl)



Figuur 30: Wadi's in een gebied met hoogteverschillen, Infanteriebuurt Arnhem (foto's:Climatescan.nl)



Figuur 31: Wadi's ingepast tussen bestaande bomen, linksboven: Schuttersbergplein Arnhem, rechtsboven Petrarcastraat Rotterdam, onder: Vondelstraat Barneveld (foto's:Climatescan.nl)



Figuur 32: Verlaagde band met groene goot naar wadi, Treubstraat Amersfoort, gestrate goot naar wadi, Regiment Pontonniers Arnhem (foto's: Climatescan.nl) en kolkgoot met afvoer naar wadi, Wielengenstraat Zoutelande (foto: Bleijko.nl)



Figuur 33: Infiltratiestrook, links Grotestraat Nijverdal (foto: Climatescan.nl), rechts: Ålgård City Centre (foto: cfmoller.com)



Figuur 34: Afvoer via goot (links), opvang in- en afvoer via infiltratiestrook (midden), locaties onbekend (foto's: doelbeelden.nl), opvang in infiltratiekuil (rechts) Klein Zwitserland, Amersfoort (foto: bergwater-amersfoort.nl)



Figuur 35: Speelterrein in wadi Verzetstraat Hellendoorn (foto's: Climatescan.nl)



Figuur 36: Diverse vormen van wadi's, links: extensief beheer in Treubstraat, Amersfoort, midden: intensief beheer in Hof van Soeren, Soeren, rechts: combinatie intensief en extensief beheer in De Del, Amerongen (foto's: Climatescan.nl)

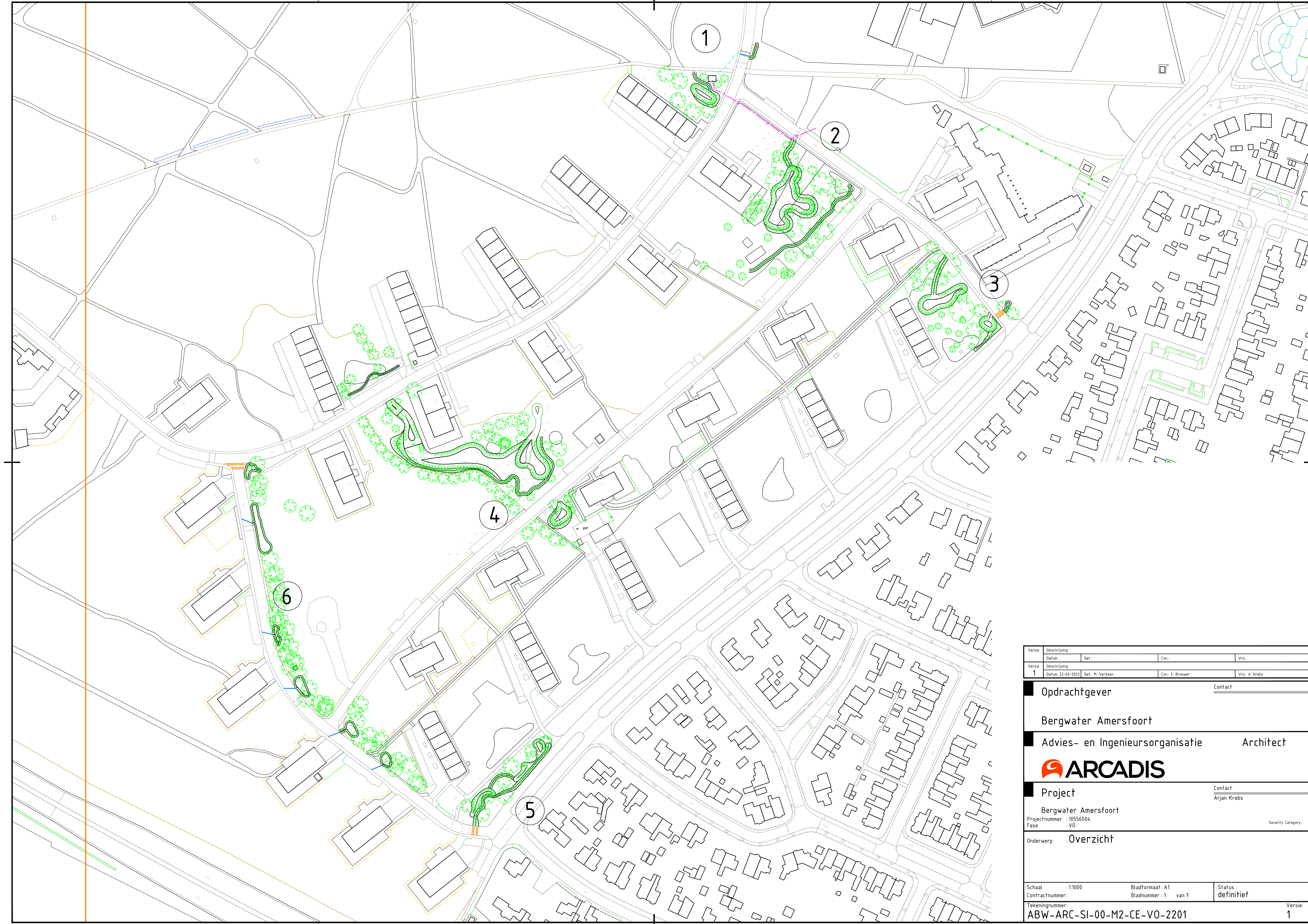


Figuur 37: Verlaagde band met afvoer naar laagtes in groen, links: Sterrenberglaan Soesterberg, rechts: Dierenriem Soesterberg (foto's: Climatescan.nl)



Figuur 38: Getrapte berging in wadi/infiltratiestrook, links: Naviduct Enkhuizen, midden: Kop Zuidas, Amsterdam (foto's: Climatescan.nl), rechts: locatie onbekend (foto: doelbeelden.nl)

Bijlage B Tekeningen voorlopig ontwerp



Verse	Omschrijving	Datum	Get.	Con.	Wij.
1	Omschrijving	Datum: 22-03-2023	Get. M. Verbaan	Con. E. Brouwer	Wij. A. Krebs

Opdrachtgever Contact

Bergwater Amersfoort

Advies- en Ingenieursorganisatie Architect

ARCADIS

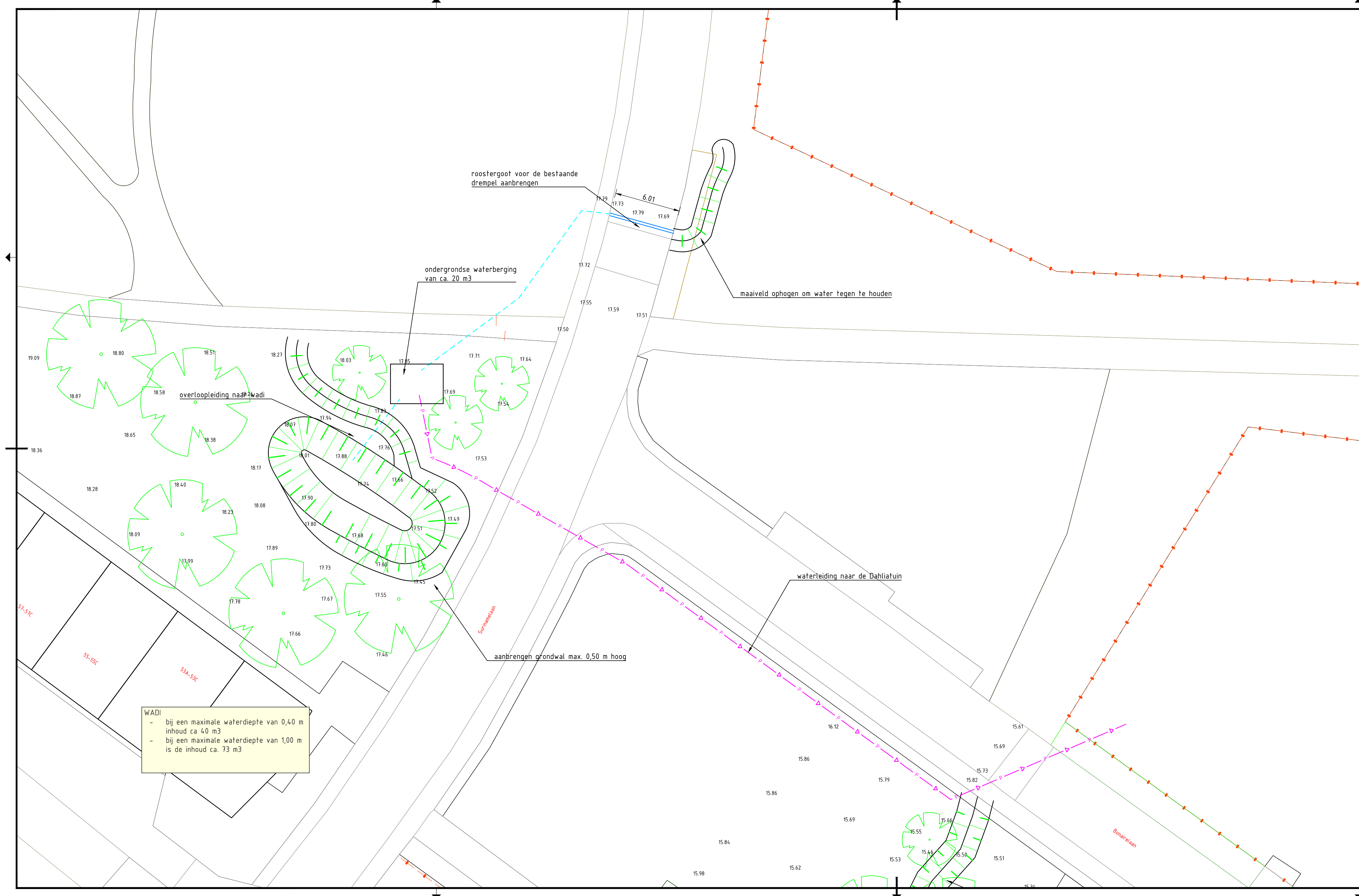
Project Contact

Bergwater Amersfoort
 Projectnummer : 10556504
 Fase : VO Security Category:

Onderwerp : Overzicht

Schaal : 1:1000 Bladformaat: A1

Contractnummer: Bladnummer: 1 van 7
 Tekeningnummer: Status: definitief
 ABW-ARC-SI-00-M2-CE-VO-2201 Versie: 1



WADI
 - bij een maximale waterdiepte van 0,40 m inhoud ca 40 m³
 - bij een maximale waterdiepte van 1,00 m is de inhoud ca. 73 m³

Versie	Omschrijving:	Get.:	Con.:	Vrij.:
Versie 1	Omschrijving: diverse aanpassingen	Get.: M. Verbaan	Con.: E. Brouwer	Vrij.: A. Krebs

Opdrachtgever
 Bergwater Amersfoort

Advies- en Ingenieursorganisatie
ARCADIS

Project
 Bergwater Amersfoort
 Projectnummer : 10556504
 Fase : VO

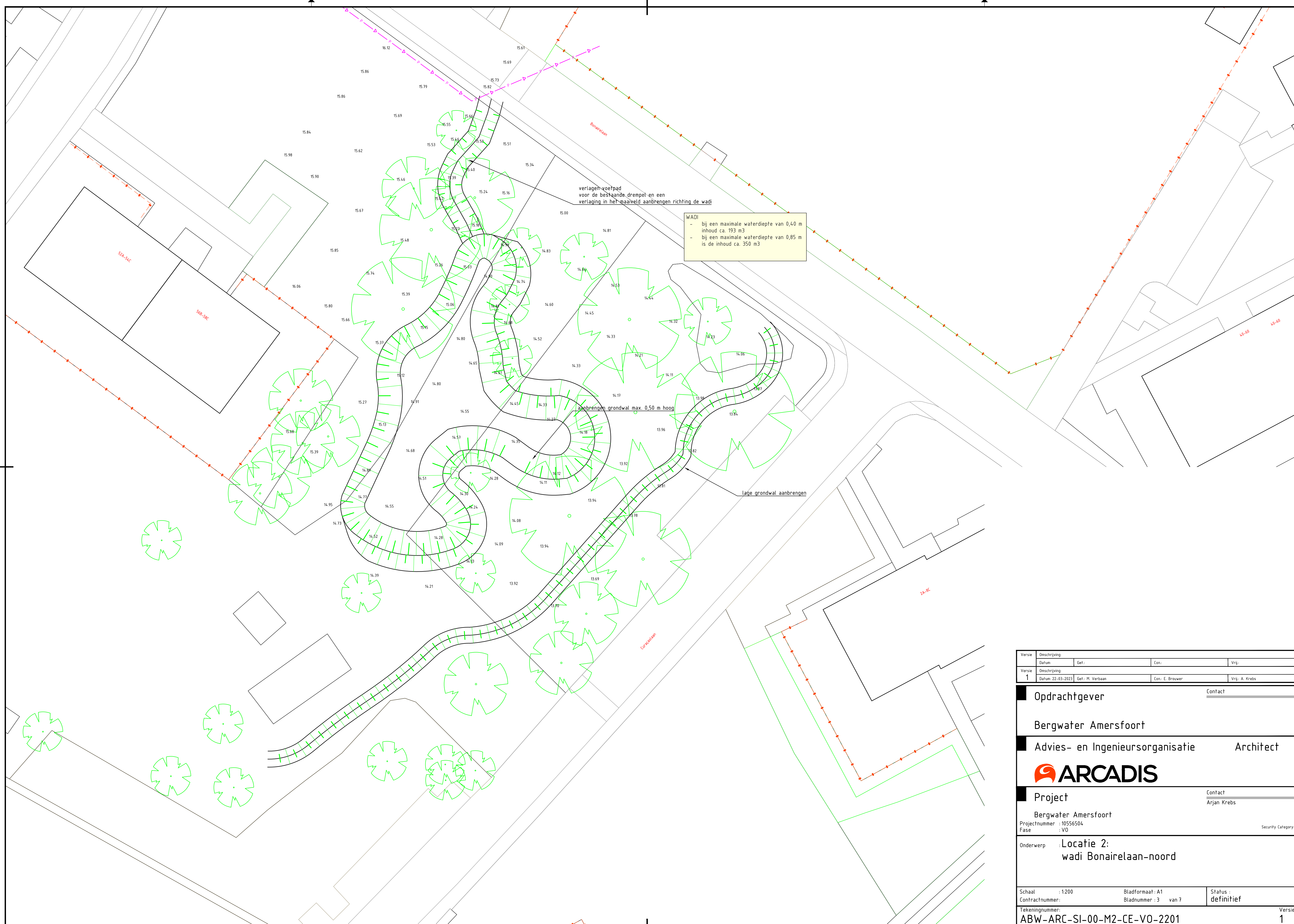
Onderwerp
 Locatie 1:
 Wadi Surinamelaan met berging

Schaal : 1:200
 Contractnummer:
 Tekeningnummer:
 ABW-ARC-SI-00-M2-CE-VO-2201

Bladformaat : A2.1
 Bladnummer : 2 van 7

Status : definitief

Versie: 1



1	1				
1	1				

Opdrachtgever Contact

Bergwater Amersfoort

Advies- en Ingenieursorganisatie Architect

ARCADIS

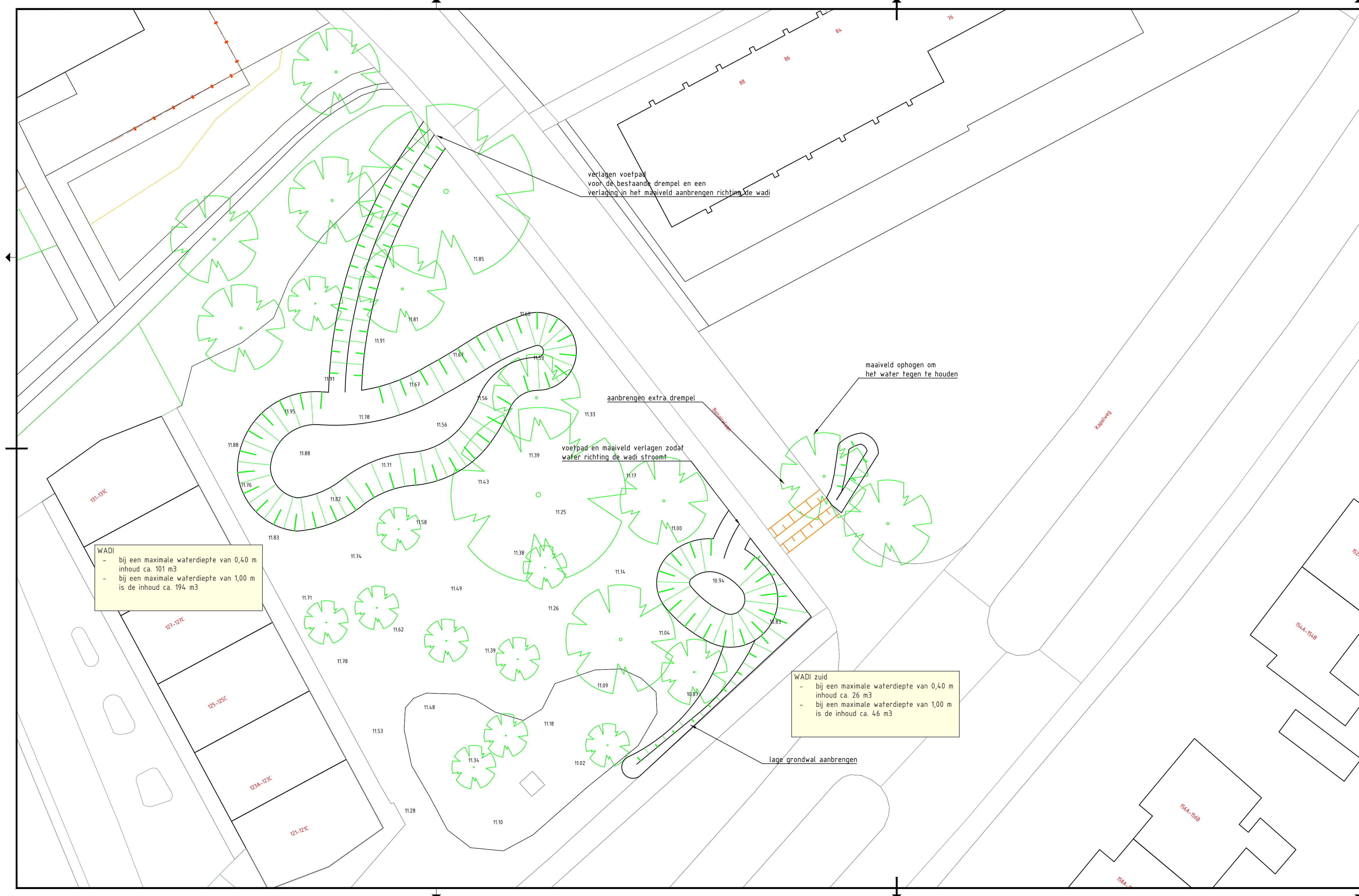
Project Contact

Bergwater Amersfoort
 Projectnummer : 10556504
 Fase : VO Security Category:

Onderwerp : **Locatie 2:
wadi Bonairelaan-noord**

Schaal : 1:200 Bladformaat: A1
 Contractnummer: Bladnummer: 3 van 7 Status: definitief

Tekeningnummer: **ABW-ARC-SI-00-M2-CE-VO-2201** Versie: 1



WADI
 - bij een maximale waterdiepte van 0,40 m inhoud ca. 101 m³
 - bij een maximale waterdiepte van 1,00 m is de inhoud ca. 194 m³

WADI zuid
 - bij een maximale waterdiepte van 0,40 m inhoud ca. 26 m³
 - bij een maximale waterdiepte van 1,00 m is de inhoud ca. 46 m³

Versie	Omschrijving:	Get.:	Con.:	Vrij.:
1	Datum: 22-03-2023	Get.: M. Verbaan	Con.: E. Brouwer	Vrij.: A. Krebs

Opdrachtgever Contact
 Bergwater Amersfoort

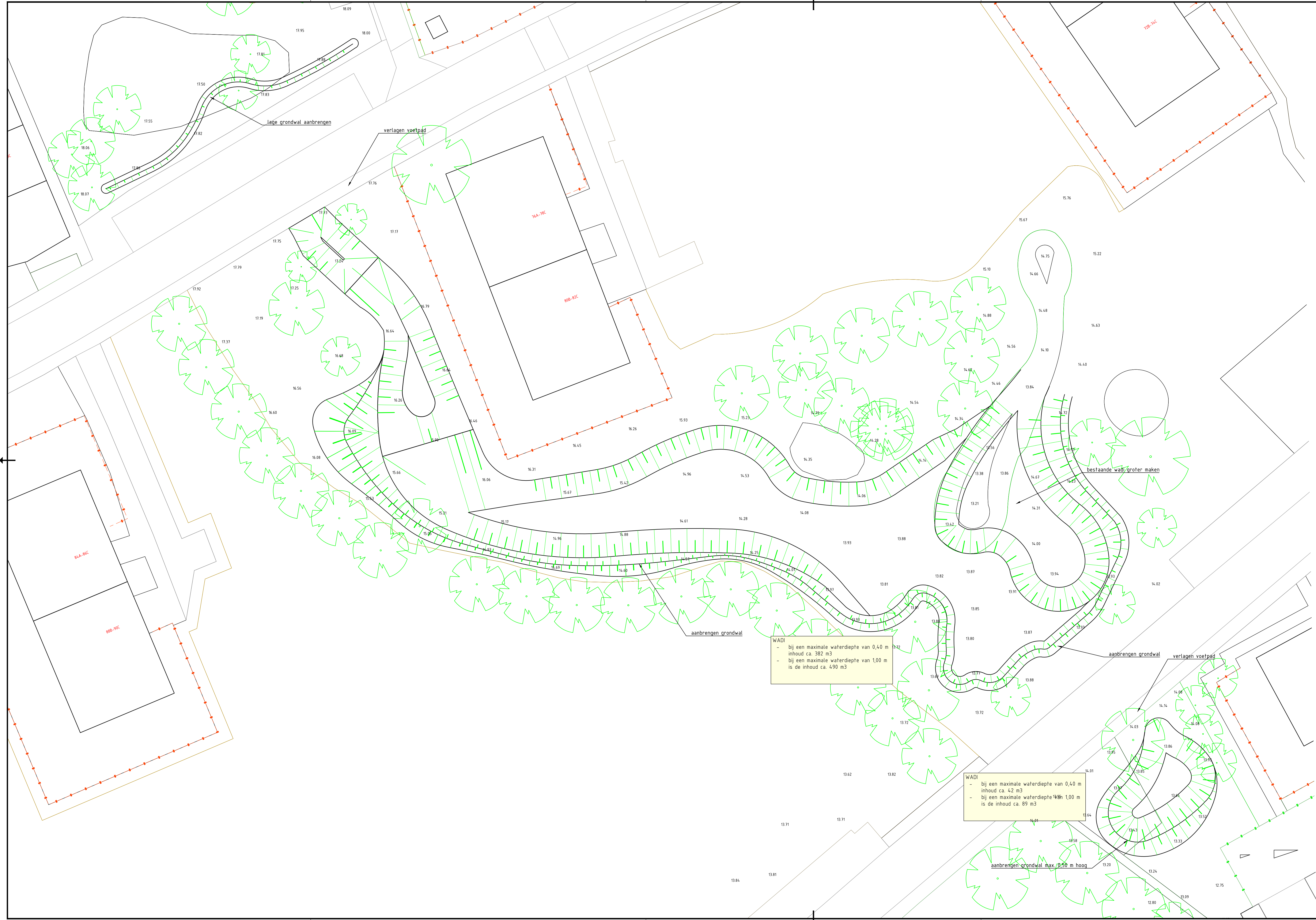
Advies- en Ingenieursorganisatie Architect
ARCADIS

Project Contact
 Bergwater Amersfoort
 Projectnummer : 10556504
 Fase : VO Security Category:

Onderwerp : **Locatie 3:
 wadi Bonairelaan midden + zuid**

Schaal : 1:200 Bladformaat : A2.1
 Contractnummer: Bladnummer : 4 van 7 Status : definitief

Tekeningnummer: **ABW-ARC-SI-00-M2-CE-VO-2201** Versie: 1



1	1	1	1	1
1	1	1	1	1

Opdrachtgever Contact

Bergwater Amersfoort

Advies- en Ingenieursorganisatie Architect



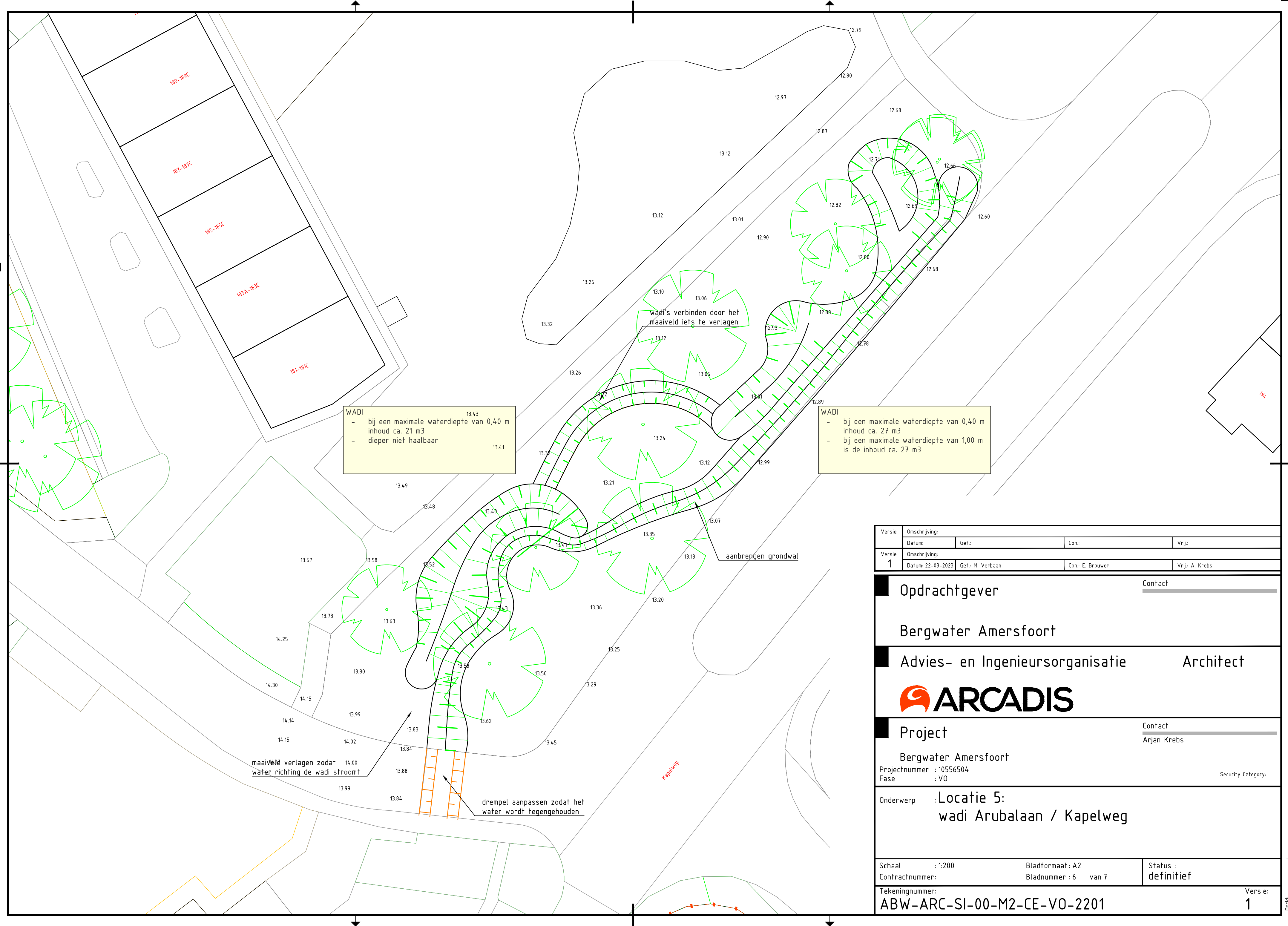
Project Contact

Bergwater Amersfoort
 Projectnummer : 10556504
 Fase : VO Security Category:

Onderwerp : **Locatie 4:**
wadi Surinamelaan / Curacaolaan / speeltuin

Schaal : 1:200 Bladformaat: A1-594x1050
 Contractnummer: Bladnummer: 5 van 7 Status: definitief

Tekeningnummer: **ABW-ARC-SI-00-M2-CE-VO-2201** Versie: 1



WADI
 - bij een maximale waterdiepte van 0,40 m inhoud ca. 21 m³
 - dieper niet haalbaar

WADI
 - bij een maximale waterdiepte van 0,40 m inhoud ca. 27 m³
 - bij een maximale waterdiepte van 1,00 m is de inhoud ca. 27 m³

maaiveld verlagen zodat water richting de wadi stroomt

drempel aanpassen zodat het water wordt tegengehouden

wadi's verbinden door het maaiveld iets te verlagen

aanbrengen grondwal

Versie	Omschrijving:	Datum:	Get.:	Con.:	Vrij.:
1		22-03-2023	M. Verbaan	E. Brouwer	A. Krebs

Opdrachtgever Contact
 Bergwater Amersfoort

Advies- en Ingenieursorganisatie Architect
ARCADIS

Project Contact
 Bergwater Amersfoort
 Projectnummer : 10556504
 Fase : VO Security Category:

Onderwerp : Locatie 5:
 wadi Arubalaan / Kapelweg

Schaal : 1:200	Bladformaat : A2	Status : definitief
Contractnummer:	Bladnummer : 6 van 7	
Tekeningnummer: ABW-ARC-SI-00-M2-CE-VO-2201		Versie: 1

DocId:

Bijlage C GWW-verificatie formulier

Toekomstbestendige herinrichting openbare gebieden (DuurzaamGWW)

Proces
fase
project

Aan het eind van elk fase in te vullen

Toelichting Voer per fase de gemeten prestaties in (vergelijk steeds hetzelfde vooraf afgesproken gebied) en vergelijk de prestaties met het vooraf gestelde doel/ambitie. Dit formulier bevat generieke ambities gezien vanuit herinrichting van openbare ruimten. Specifieke ambities bijvoorbeeld vanuit openbaar vervoer en wonen hebben zijn niet opgenomen.

Ambitie	Kenmerken project (per Duurzaam GWW thema)	meten in alle fasen indien mogelijk				
		geheid	bestaande situatie	Ontwerp	Uitvoeringontwerp (UD)	na uitvoeringsfase
Deelthema (1): Energie						
1.1	CO ₂ berekening gehele levenscyclus berekening (bijv. Dubocalc)	kg CO ₂ eq	n.v.t.	n.v.t.		
1.2	CO ₂ berekening aanleg berekening (Bijv. Dubocalc)	kg CO ₂ eq	n.v.t.	n.v.t.		
1.3	CO ₂ -Neutraal aanbesteden (CO ₂ -compensatie indien niet vermeden)	Ja/nee/deels	0			
Deelthema (2): Materialen						
2.1		Euro				
2.2	Berekening circulariteit (bijv. meetlat project of +circulairdesign)	% MCI	n.v.t.			
2.3	Materialen uit betonakkoord toegepast (hoge circulariteit)	Ja/Nee	ja			
Deelthema (3): Water						
3.1	Volledige capaciteit binnen 24 uur na afloop van de neerslaggebeurtenis opnieuw beschikbaar	Ja/Nee	ja			
3.2	Neerslagsituatie T=10 verwerkt in watersysteem en binnen systeemgrens. Geen waterberging op straat	%	ja			
3.3	Neerslagsituatie T=100 verwerkt in watersysteem + 10 cm waterberging op straat en binnen systeemgrens	%	ja			
3.4	Dakoppervlak binnen systeemgrens 'afkoppelen' (potentieel)	m ²	n.v.t.	n.v.t.		
3.5	Afgekoppeld dakoppervlak binnen systeemgrens 'afkoppelen'	m ²		n.v.t.		
3.6	Afgekoppeld straatoppervlak naar wadi o.i.d. (bovengronds)	m ²		5000		
3.7	Afgekoppeld straatoppervlak naar IT-systeem o.i.d. (ondergronds) (zie blad 1)	m ²		625		
3.8	Gemengd rioolsysteem	Ja/nee	nee			
3.9	Voltoet de oppervlakte waterkwaliteit voor de beoogde functie?	Ja/Nee?	n.v.t.			
Deelthema (4): Bodem						
4.1	Aantal aanwezige historische niet-gesaneerde of beheerste bodemverontreinigingen	st	n.v.t.			
4.2	Slim en zuinig gebruik van ondergrondse ruimte, verbetering ordening?	Ja/Nee	n.v.t.			
Deelthema (5): Ecologie						
5.1	Solitaire bomen (totaal binnen systeemgrens incl. lege postities)	stuks		100%		
5.2	a. Buurtgroen (zie "groenstructuurkaart Amersfoort 2015")	m ²		n.t.b.		
5.3	b. Stadsgroen (zie "groenstructuurkaart Amersfoort 2015")	m ²		n.t.b.		
5.4	c. Bosplantsoen	m ²		n.t.b.		
5.5	d. Gazon (speelgazon e.d., frequent gemaaid)	m ²		n.t.b.		
5.6	e. Groen biodivers (kruidenrijk, beplanting)	m ²		n.t.b.		
5.7	totaal oppervlak groen (a+b+c+d+e)	m ²		100%		
5.8	Biodiversiteit vergroot (uitbreiden aantal aanwezige soorten)	Ja/nee	n.t.b.			
5.9	Droogtebestendige beplanting toegepast?	Ja/nee	n.t.b.			
5.10	Exoten aanwezig in projectgebied	Ja/nee	n.t.b.			
	Benodigde groencompensatie behaald?	Ja/nee	n.t.b.			
Deelthema (6): Ruimtegebruik						
6.1	Totale werkterrein (systeemgrens, openbaar gebied)	m ²		100%		
6.2	a. Gesloten verharding (asfalt, beton)	m ²		100%		
6.3	b. Open verharding (tegels, klinkers e.d.) (zie blad 1)	m ²		100%		
6.4	c. Halfverharding (schelpenpad, e.d.) (deze heb ik niet bepaald)	m ²		100%		
6.5	Totaal verhard "openbaar gebied" (a+b+c)	m ²		100%		
	saldo 6.1 - 6.5 (saldo toename onverhard terrein)	m ²		0		
Deelthema (7): Ruimtelijke kwaliteit						
7.1	Zijn er Black spots? (uit welke analyse te halen omgevingswijzer?)	aantal	n.t.b.			
Deelthema (8): Welzijn						
8.1	Zijn hittestressgebieden aanwezig? (Wanneer is sprake van hittestress?)	Ja/Nee	nee			
8.2	Is hitte - meegewogen in ontwerp? Vergroten verdampend groen	Ja/nee	ja			
8.3	Zijn binnen een straal van 500 m koelere plekken aanwezig?	Ja/nee	ja			
Deelthema (9): Sociale relevantie						
9.1	De omgeving en in het bijzonder de openbare ruimte moet uitnodigen tot een gezonde leefstijl, sport, beweging, ontmoeting en levendigheid.	Ja/Nee	Ja			
9.2	De openbare ruimte is toegankelijk voor iedereen, document getoetst	Ja/nee	Ja			
Deelthema (10): Bereikbaarheid						
10.1	Kunnen we er een 30 km-zone van maken	Ja/nee/ n.v.t.	n.v.t.			
Deelthema (11): Investerings						
11.1	Kapitaalvernietiging voorkomen. Is er voorkomen dat voor einde technische levensduur de asset vervangen wordt?	JA/ Nee/ Deels	ja			
Deelthema (12): Vestigingsklimaat						
12.1	Nog te bepalen		n.v.t.			

Prestatie gehaald?		toelichting
Ambitie niveau	prestatie gehaald in deze fase [Ja/nee]	
(1) Energie		
90%	n.v.t.	Ambitie: reductie met 10% t.o.v. bestaande situatie Berekenen over gehele (geschatte) levenscyclus (TCO) van de asset Ambitie: reductie met 10% t.o.v. bestaande situatie inzicht in verbeteringen de uitvoeringsfase x% aanneemson overgemaakt naar CO ₂ -fonds (Eis inkoopbeleid)
90%	n.v.t.	
ja	n.v.t.	
(2) Materialen		
20%	nee	Ambitie: reductie met 20% t.o.v. bestaande situatie of referentieontwerp Berekenen over gehele (geschatte) levenscyclus (TCO) van de asset (50 jaar) MCI: 0% = niet circulair en 100% volledig circulair Amersfoort heeft in 2021 Betonakkoord gesloten en voor bepaalde betonmaterialen met hoge circulariteit een raamovereenkomst afgesloten
50%	n.v.t.	
ja	ja	
(3) Water		
ja	ja	Aantonen d.m.v. berekening in de voorbereidingsfase
ja	ja	Aantonen d.m.v. berekening in de voorbereidingsfase
100%	ja	Aantonen d.m.v. berekening in de voorbereidingsfase
100%	n.v.t.	Bepalen t.b.v. vergelijking resultaat
65%	n.v.t.	
0%	ja	Toelichten in PMP duurzaam GWW
100%	ja	Toelichten in PMP duurzaam GWW (alleen waar asfalt behouden blijft is riool niet aangepast)
NEE	ja	Toelichting: doelstelling is watersysteem vuil/schoon scheiden
	n.v.t.	Indien van toepassing, verbeteren waterkwaliteit
(4) Bodem		
0	ja	Alle historische bodemsaneringen zijn gesaneerd of zijn beheersbaar
Nee	n.v.t.	Verbeteren van de ordening van de ondergrond
(5) Ecologie		
105%	nee	Ambitie gesteld in percentage (toename of afname)
105%	n.t.b.	Vergroten en beter verbinden van de samenhangende groenstructuur, verbeteren van het natuurnetwerk.
105%	n.t.b.	Vergroten en beter verbinden van de samenhangende groenstructuur, verbeteren van het natuurnetwerk.
100%	n.t.b.	Geen ambitie gesteld
100%	n.t.b.	Versterken van de biodiversiteit en bouwen met zorg voor de biodiversiteit.
0%	n.t.b.	Opstellen kan niet omdat stadsgroen een oppervlak is incl. bebouwing en wegen
100%	ja	Toelichten in PMP duurzaam GWW
Ja	n.t.b.	Toelichten in PMP duurzaam GWW
Ja	n.t.b.	
Nee	n.t.b.	Verminderen van de aanwezigheid van exoten (op 1 particuliere locatie duizendknoop aangetroffen)
(6) Ruimtegebruik		
100%	n.v.t.	Alle openbare oppervlak binnen de systeemgrens. (t.b.v. bepalen aandeel andere oppervlakken)
95%	nee	Hoewelheid gesloten verharding verminderen
95%	nee	Hoewelheid open verharding verminderen en of vergroten in geval vervanging van asfalt
95%	nee	Geen specifieke ambitie
95%	nee	Operatie Steenbreek, ambitie verminderen van het totale verhard oppervlak
200%	nee	Toename oppervlak binnen de systeemgrens (let op een toename van heel weinig naar weinig geeft een hoog percentage) De toename heeft een groot effect op lager MKI omdat dit meestal reductie betreft
(7) Ruimtelijke kwaliteit		
	n.t.b.	In 2030 zijn er geen black spots en is het aantal ongevallen onder het niveau van 2007
(8) Welzijn		
Nee	ja	Hittestresskaart Project gebied, referentie https://www.klimaat-effectatlas.nl/ toelichten in PMP duurzaam GWW, verminderen stijging gevoelstemperatuur https://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/hittekaart-gevoelstemperatuur Wat verstaan we hieronder? Trottoirs met bomen en bosgebied in nabijheid (<500m)
Ja	ja	
Ja	ja	
(9) Sociale relevantie		
Ja	ja	Bosgebied aanwezig, geen specifieke wijzigingen in leefomgeving gemaakt op dit onderwerp Het ontwerp toetsen aan de ontwerpvoorschriften Toegankelijkheid
(10) Bereikbaarheid		
ja	n.v.t.	Toelichten in PMP duurzaam GWW
(11) Investerings		
ja	ja	Toelichten in PMP duurzaam GWW
(12) Vestigingsklimaat		
	n.v.t.	Geen specifieke wijzigingen in leefomgeving gemaakt op dit onderwerp

moelijk te meten in projecten

moelijk te meten in projecten

wellicht deze meten op stadsniveau assets

wellicht deze ook meten op stadsniveau assets

Bijlage D Kostenraming SSK-methodiek

Project:

Project
Omschrijving / specificatie
Projectfase
Opdrachtgever
Projectmanager
Manager projectbeheersing
Technisch manager

Aanleg waterbergingen
Bergwater Amersfoort
SO
Gemeente Amersfoort
Arjan Krebs

Bedrijfseconomische raming:

Type raming
Datum opstelling raming
Opsteller raming
Mede opstellers raming
Versie raming
Status raming
Prijspeil raming
Valuta
Classificering vertrouwelijkheid

Deterministisch
22-03-23
Jan Drenthen

0.1
CONCEPT
01-03-23
Euro
BEDRIJFSVERTROUWELIJK

Archivering:

Project-/dossier-/SAP-nummer
Dossinummer raming
Kenmerk kostenrapportage/-memo/-nota
Bestandsnaam raming
Locatie (map) opgeslagen raming

SSK raming Bergwater Amersfoort1.xlsm
<https://arcadiso365.sharepoint.com/teams/ch-10556504/Shared Documents/Project/02 Werkdocumenten/UD/SSK-raming>

Toetsing:

Raming intern getoetst door
Datum interne toetsing
Raming extern getoetst door
Datum externe toetsing

Parafering:

Paraaf opsteller raming
Paraaf interne toetser
Paraaf externe toetser
Paraaf projectleider
Paraaf manager projectbeheersing
Paraaf projectmanager

Bedrijfsgegevens:

Bedrijfsnaam
Afdelingsnaam

Arcadis Nederland BV
Team kostenmanagement

Kostenoverzicht SSK2018		Rekenmodel SSK2018 versie 2.3.000							Totaal
	Directe kosten - benoemd	Directe kosten - nader te detailleren	Directe kosten	Indirecte kosten	Voorziene kosten	Risicoreservering			
Investeringskosten:									
Bouwkosten Deelraming LOCATIE 1	€ 17,192	€ 2,579	€ 19,771	€ 5,120	€ 24,891	- €		24,891	
Bouwkosten Deelraming LOCATIE 6	€ 37,563	€ 5,634	€ 43,197	€ 11,186	€ 54,383	- €		54,383	
Bouwkosten Deelraming LOCATIE 2	€ 9,041	€ 1,356	€ 10,397	€ 2,692	€ 13,089	- €		13,089	
Bouwkosten Deelraming LOCATIE 4	€ 16,315	€ 2,447	€ 18,762	€ 4,859	€ 23,621	- €		23,621	
Bouwkosten Deelraming LOCATIE 3	€ 9,534	€ 1,430	€ 10,964	€ 2,839	€ 13,803	- €		13,803	
Bouwkosten Deelraming LOCATIE 5	€ 5,363	€ 804	€ 6,167	€ 1,597	€ 7,764	- €		7,764	
Bouwkosten	€ 95,006	€ 14,251	€ 109,257	€ 28,293	€ 137,551	- €		137,551	
Engineeringskosten Deelraming LOCATIE 1	€ 4,978	- €	€ 4,978	- €	€ 4,978	- €		4,978	
Engineeringskosten Deelraming LOCATIE 6	€ 10,877	- €	€ 10,877	- €	€ 10,877	- €		10,877	
Engineeringskosten Deelraming LOCATIE 2	€ 2,618	- €	€ 2,618	- €	€ 2,618	- €		2,618	
Engineeringskosten Deelraming LOCATIE 4	€ 4,724	- €	€ 4,724	- €	€ 4,724	- €		4,724	
Engineeringskosten Deelraming LOCATIE 3	€ 2,761	- €	€ 2,761	- €	€ 2,761	- €		2,761	
Engineeringskosten Deelraming LOCATIE 5	€ 1,553	- €	€ 1,553	- €	€ 1,553	- €		1,553	
Engineeringskosten	€ 27,510	- €	€ 27,510	- €	€ 27,510	- €		27,510	
Vastgoedkosten Deelraming LOCATIE 1	€ -	- €	- €	- €	- €	- €		-	
Vastgoedkosten Deelraming LOCATIE 6	€ -	- €	- €	- €	- €	- €		-	
Vastgoedkosten Deelraming LOCATIE 2	€ -	- €	- €	- €	- €	- €		-	
Vastgoedkosten Deelraming LOCATIE 4	€ -	- €	- €	- €	- €	- €		-	
Vastgoedkosten Deelraming LOCATIE 3	€ -	- €	- €	- €	- €	- €		-	
Vastgoedkosten Deelraming LOCATIE 5	€ -	- €	- €	- €	- €	- €		-	
Vastgoedkosten	€ -	- €	- €	- €	- €	- €		-	
Overige bijkomende kosten Deelraming LOCATIE 1	€ 622	- €	€ 622	- €	€ 622	- €		622	
Overige bijkomende kosten Deelraming LOCATIE 6	€ 1,360	- €	€ 1,360	- €	€ 1,360	- €		1,360	
Overige bijkomende kosten Deelraming LOCATIE 2	€ 327	- €	€ 327	- €	€ 327	- €		327	
Overige bijkomende kosten Deelraming LOCATIE 4	€ 591	- €	€ 591	- €	€ 591	- €		591	
Overige bijkomende kosten Deelraming LOCATIE 3	€ 345	- €	€ 345	- €	€ 345	- €		345	
Overige bijkomende kosten Deelraming LOCATIE 5	€ 194	- €	€ 194	- €	€ 194	- €		194	
Overige bijkomende kosten	€ 3,439	- €	€ 3,439	- €	€ 3,439	- €		3,439	
Subtotaal	€ 125,955	€ 14,251	€ 140,206	€ 28,293	€ 168,500	- €		168,500	
Objectoverstijgende risicoreservering					€	- €		-	
Investeringskosten deterministisch	€ 125,955	€ 14,251	€ 140,206	€ 28,293	€ 168,500	- €		168,500	
Verschuiving					€	- €		-	
Investeringskosten exclusief BTW	€ 125,955	€ 14,251	€ 140,206	€ 28,293	€ 168,500	- €		168,500	
BTW Investeringskosten Deelraming LOCATIE 1	€ 4,682	€ 542	€ 5,224	€ 1,075	€ 6,299	- €		6,299	
BTW Investeringskosten Deelraming LOCATIE 6	€ 10,229	€ 1,183	€ 11,413	€ 2,349	€ 13,762	- €		13,762	
BTW Investeringskosten Deelraming LOCATIE 2	€ 2,462	€ 285	€ 2,747	€ 565	€ 3,312	- €		3,312	
BTW Investeringskosten Deelraming LOCATIE 4	€ 4,443	€ 514	€ 4,957	€ 1,020	€ 5,977	- €		5,977	
BTW Investeringskosten Deelraming LOCATIE 3	€ 2,596	€ 300	€ 2,897	€ 596	€ 3,493	- €		3,493	
BTW Investeringskosten Deelraming LOCATIE 5	€ 1,460	€ 169	€ 1,629	€ 335	€ 1,965	- €		1,965	
BTW Objectoverstijgende risicoreservering Investeringskosten					€	- €		-	
BTW Verschuiving Investeringskosten					€	- €		-	
BTW	€ 25,873	€ 2,993	€ 28,866	€ 5,942	€ 34,807	- €		34,807	
Investeringskosten inclusief BTW (reële kosten)	€ 151,828	€ 17,244	€ 169,072	€ 34,235	€ 203,307	- €		203,307	
<i>Investeringskosten inclusief BTW (contante waarde), discontovoet van 02% en rekenhorizon van 5 jaar</i>					€			197,004	

Deelraming aan		Deelraming LOCATIE 1				Rekenmodel SSK2018 versie 2.3.000							
Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	Totaal	% BTW	BTW-bedrag	Totaal incl. BTW	Spreidingen hvd %		Spreidingen prijzen %		
									L_hvd (%)	U_hvd (%)	L_prijz (%)	U_prijz (%)	
Investeringskosten:													
LOCATIE 1													
11	Algemene en aanvangswerkzaamheden												
1110	Verkeersvoorzieningen												
111010	Toepassen verkeersmaatregelen	1.00	EUR	€ 500.00	€ 500	21%	€ 105	€ 605			0%	0%	
12	Civieltechnische werkzaamheden												
1210	Opruimwerkzaamheden												
121010	Zagen asfaltverharding t.b.v. roostergoot, dik 200 mm	16.00	m	€ 20.00	€ 320	21%	€ 67	€ 387			0%	0%	
121020	Opbreken asfaltverharding t.b.v. roostergoot, dik 200 mm	1.20	m2	€ 62.80	€ 75	21%	€ 16	€ 91			0%	0%	
13	Leidingwerken en waterbouwkundige werkzaamheden												
1310	Aanbrengen leidingwerk												
131010	Aanbrengen HDPE 90 mm waterleiding incl. grondwerk	80.00	m	€ 31.00	€ 2,480	21%	€ 521	€ 3,001			0%	0%	
131020	Aanbrengen PVC buis 200 mm van goot naar kratten, incl. grondwerk	25.00	m	€ 33.00	€ 825	21%	€ 173	€ 998			0%	0%	
131030	Persen mantelbuis onder asfaltweg t.b.v. waterleiding	12.00	m	€ 170.00	€ 2,040	21%	€ 428	€ 2,468			0%	0%	
1320	Aanbrengen roostergoot in weglichaam												
132010	Leveren en aanbrengen roostergoottype aquafix Hydroblok, afm. 0,20 m	6.00	m	€ 750.00	€ 4,500	21%	€ 945	€ 5,445			0%	0%	
1330	Aanbrengen infiltratiekratten c.a.												
133010	Aanbrengen kratten omhuld met folie, incl. grondwerk	20.00	m2	€ 160.00	€ 3,200	21%	€ 672	€ 3,872			0%	0%	
133020	Aanbrengen slibvangput	1.00	st	€ 1,500.00	€ 1,500	21%	€ 315	€ 1,815			0%	0%	
14	Grondwerk												
1410	Voorbereidend werk												
141010	Maaien terrein t.b.v. aanleg wad's en grondwallen	450.00	m2	€ 0.50	€ 225	21%	€ 47	€ 272			0%	0%	
141020	Frezen terrein, t.b.v. aanleg wad's en grondwallen	450.00	m2	€ 0.50	€ 225	21%	€ 47	€ 272			0%	0%	
1420	Ontgraven												
142010	Ontgraven grond t.p.v. infiltratiekratten	30.00	m3	€ 2.50	€ 75	21%	€ 16	€ 91			0%	0%	
142020	Ontgraven wadi	88.00	m3	€ 3.50	€ 308	21%	€ 65	€ 373			0%	0%	
1430	Verwerken												
143010	Verwerken vrijgekomen grond in grondwal	17.00	m3	€ 5.00	€ 85	21%	€ 18	€ 103			0%	0%	
1440	Vervoeren												
144010	Vervoeren grond naar plaats verwerken	17.00	m3	€ 2.00	€ 34	21%	€ 7	€ 41			0%	0%	
144020	Afvoeren overtollige grond	71.00	m3	€ 10.00	€ 710	21%	€ 149	€ 859			0%	0%	
15	Groenvoorzieningen												
1510	Inzaaien												
151010	Afwerken en inzaaien terrein	4.50	are	€ 20.00	€ 90	21%	€ 19	€ 109			0%	0%	

Deelraming aan		Deelraming LOCATIE 1				Rekenmodel SSK2018 versie 2.3.000						
Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	Totaal	% BTW	BTW-bedrag	Totaal incl. BTW	Spreidingen hvd %		Spreidingen prijzen %	
									L_hvd (%)	U_hvd (%)	L_prijs (%)	U_prijs (%)
	Benoemde directe bouwkosten			€	17,192		€ 3,610	€ 20,803				
	Nader te detailleren bouwkosten (%)	15.0%	van	€	17,192.36	21%	€ 542	€ 3,120				
	Directe bouwkosten			€	19,771		€ 4,152	€ 23,923				
	Overige eenmalige kosten (%)	3.0%	van	€	19,771.21	21%	€ 125	€ 718				
	<i>Eenmalige kosten totaal</i>			€	593.14							
	<i>Algemene bouwplaatskosten totaal</i>			€	-							
	Uitvoeringskosten (%)	8.0%	van	€	19,771.21	21%	€ 332	€ 1,914				
	Algemene kosten (%)	7.0%	van	€	21,946.05	21%	€ 323	€ 1,859				
	Winst (%)	3.0%	van	€	23,482.27	21%	€ 148	€ 852				
	Risico (%)	3.0%	van	€	23,482.27	21%	€ 148	€ 852				
	Indirecte bouwkosten	25.9%	t.o.v. directe bouwkosten	€	5,120		€ 1,075	€ 6,195				
	Voorziena bouwkosten			€	24,891		€ 5,227	€ 30,118				
	Bouwkosten Deelraming LOCATIE 1			€	24,891		€ 5,227	€ 30,118	Leeg	Leeg	Leeg	Leeg
	Engineeringkosten OG in de planuitwerkingsfase	10.0%	van	€	24,891.21	21%	€ 523	€ 3,012				
	Engineeringkosten OG in de realisatiefase	10.0%	van	€	24,891.21	21%	€ 523	€ 3,012				
	Benoemde directe engineeringkosten			€	4,978		€ 1,045	€ 6,024				
	Directe engineeringkosten	20.0%	t.o.v. voorziena bouwkosten	€	4,978		€ 1,045	€ 6,024				
	Voorziena engineeringkosten			€	4,978		€ 1,045	€ 6,024				
	Engineeringkosten Deelraming LOCATIE 1			€	4,978		€ 1,045	€ 6,024	Leeg	Leeg	Leeg	Leeg
	(Leges)kosten voor het verkrijgen van vergunningen, ontheffingen, beschikkingen, e.d.	1.0%	van	€	24,891.21	0%	€ -	€ 249				
	Verzekeringspremies	1.0%	van	€	24,891.21	0%	€ -	€ 249				
	Communicatie- en voorlichtingskosten	0.5%	van	€	24,891.21	21%	€ 26	€ 151				
	Benoemde directe overige bijkomende kosten			€	622		€ 26	€ 648				
	Directe overige bijkomende kosten	2.5%	t.o.v. voorziena bouwkosten	€	622		€ 26	€ 648				
	Voorziena overige bijkomende kosten			€	622		€ 26	€ 648				
	Overige bijkomende kosten Deelraming LOCATIE 1			€	622		€ 26	€ 648	Leeg	Leeg	Leeg	Leeg
	Investeringskosten Deelraming LOCATIE 1 exclusief BTW			€	30,492				Leeg	Leeg	Leeg	Leeg
	BTW (%)	20.7%	van	€	30,491.73	20.7%	€ 6,299					
	Investeringskosten Deelraming LOCATIE 1 inclusief BTW			€	36,790			€ 36,790				
	<i>Investeringskosten Deelraming LOCATIE 1 exclusief BTW (contante waarde)</i>			€	29,546							
	<i>Investeringskosten Deelraming LOCATIE 1 inclusief BTW (contante waarde)</i>			€	35,650							

Deelraming aan		Deelraming LOCATIE 2				Rekenmodel SSK2018 versie 2.3.000											
Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	Totaal	% BTW	BTW-bedrag	Totaal incl. BTW	Spreidingen hvd %		Spreidingen prijzen %						
Investeringskosten:									L_hvd (%)	U_hvd (%)	L_prijz (%)	U_prijz (%)					
LOCATIE 2																	
21	Algemene en aanvangswerkzaamheden																
21010	Verkeersvoorzieningen																
2101010	Toepassen verkeersmaatregelen	1.00	EUR	€ 500.00	€ 500	21%	€ 105	€ 605	0%		0%						
22	Civieltechnische werkzaamheden																
2210	Opruiwerkzaamheden																
221010	Opnemen trottoirband 130/1150x250 mm	3.50	m	€ 5.00	€ 18	21%	€ 4	€ 21	0%		0%						
221020	Opnemen opsluitband 100 x 200 mm	3.50	m	€ 5.00	€ 18	21%	€ 4	€ 21	0%		0%						
221030	Opbreken tegelverharding	5.00	m2	€ 10.00	€ 50	21%	€ 11	€ 61	0%		0%						
23	Fundering en straatwerk																
2310	Aanbrengen fundering																
231010	Aanbrengen funderingslaag van schraalbeton, dik 150 mm	2.00	m	€ 15.00	€ 30	21%	€ -	€ -	0%		0%						
2320	Aanbrengen opsluitingen																
232010	Aanbrengen vrijgekomen trottoirbanden 130/150x250 mm	3.50	m	€ 10.00	€ 35	21%	€ 7	€ 42	0%		0%						
232020	Aanbrengen vrijgekomen opsluitbanden 100 x 200 mm	3.50	m	€ 10.00	€ 35	21%	€ 7	€ 42	0%		0%						
232020	Aanbrengen opsluitbanden 100 x 200 mm, naast goot	4.00	m	€ 15.00	€ 60	21%	€ 13	€ 73	0%		0%						
2330	Aanbrengen verharding																
233030	Aanbrengen tegelverharding 300 x 300 x 45 mm, vrijgekomen tegels	5.00	m2	€ 10.00	€ 50	21%	€ 11	€ 61	0%		0%						
233010	Leveren en aanbrengen goot van gebakken klinkers, breed 1,00 m	2.00	m2	€ 70.00	€ 140	21%	€ 29	€ 169	0%		0%						
24	Grondwerk																
2410	Voorbereidend werk																
241010	Maaien terrein t.b.v. aanleg wad's en grondwallen	350.00	m2	€ 0.50	€ 175	21%	€ 37	€ 212	0%		0%						
241020	Frezen terrein, t.b.v. aanleg wad's en grondwallen	350.00	m2	€ 0.50	€ 175	21%	€ 37	€ 212	0%		0%						
2420	Ontgraven																
242010	Ontgraven wadi	455.00	m3	€ 3.50	€ 1,593	21%	€ 334	€ 1,927	0%		0%						
2430	Verwerken																
243010	Verwerken vrijgekomen grond in grondwal	69.00	m3	€ 5.00	€ 345	21%	€ 72	€ 417	0%		0%						
2440	Vervoeren																
244010	Vervoeren grond naar plaats verwerken	69.00	m3	€ 2.00	€ 138	21%	€ 29	€ 167	0%		0%						
244020	Afvoeren overtollige grond	386.00	m3	€ 10.00	€ 3,860	21%	€ 811	€ 4,671	0%		0%						
244030	APD4 onderzoekskosten	1.00	keer	€ 1,750.00	€ 1,750	21%	€ 368	€ 2,118	0%		0%						
25	Groenvoorzieningen																
2510	Inzaaien																
251010	Afwerken en inzaaien terrein	3.50	are	€ 20.00	€ 70	21%	€ 15	€ 85	0%		0%						

Deelraming aan		Deelraming LOCATIE 2				Rekenmodel SSK2018 versie 2.3.000						
Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	Totaal	% BTW	BTW-bedrag	Totaal incl. BTW	Spreidingen hvd %		Spreidingen prijzen %	
									L_hvd (%)	U_hvd (%)	L_prijs (%)	U_prijs (%)
	Benoemde directe bouwkosten			€	9,041		€	1,899	€	10,939		
	Nader te detailleren bouwkosten (%)	15.0%	van	€	9,040.50	21%	€	285	€	1,641		
	Directe bouwkosten			€	10,397		€	2,183	€	12,580		
	Overige eenmalige kosten (%)	3.0%	van	€	10,396.58	21%	€	65	€	377		
				€	311.90							
	<i>Eenmalige kosten totaal</i>			€	-							
	<i>Algemene bouwplaatskosten totaal</i>			€	-							
	Uitvoeringskosten (%)	8.0%	van	€	10,396.58	21%	€	175	€	1,006		
	Algemene kosten (%)	7.0%	van	€	11,540.20	21%	€	170	€	977		
	Winst (%)	3.0%	van	€	12,348.01	21%	€	78	€	448		
	Risico (%)	3.0%	van	€	12,348.01	21%	€	78	€	448		
	Indirecte bouwkosten	25.9%	t.o.v. directe bouwkosten	€	2,692		€	565	€	3,258		
	Voorziena bouwkosten			€	13,089		€	2,749	€	15,838		
	Bouwkosten Deelraming LOCATIE 2			€	13,089		€	2,749	€	15,838	Leeg	Leeg
	Engineeringkosten OG in de planuitwerkingsfase	10.0%	van	€	13,088.89	21%	€	275	€	1,584		
	Engineeringkosten OG in de realisatiefase	10.0%	van	€	13,088.89	21%	€	275	€	1,584		
	Benoemde directe engineeringkosten			€	2,618		€	550	€	3,168		
	Directe engineeringkosten	20.0%	t.o.v. voorziena bouwkosten	€	2,618		€	550	€	3,168		
	Voorziena engineeringkosten			€	2,618		€	550	€	3,168		
	Engineeringkosten Deelraming LOCATIE 2			€	2,618		€	550	€	3,168	Leeg	Leeg
	(Leges)kosten voor het verkrijgen van vergunningen, ontheffingen, beschikkingen, e.d.	1.0%	van	€	13,088.89	0%	€	-	€	131		
	Verzekeringspremies	1.0%	van	€	13,088.89	0%	€	-	€	131		
	Communicatie- en voorlichtingskosten	0.5%	van	€	13,088.89	21%	€	14	€	79		
	Benoemde directe overige bijkomende kosten			€	327		€	14	€	341		
	Directe overige bijkomende kosten	2.5%	t.o.v. voorziena bouwkosten	€	327		€	14	€	341		
	Voorziena overige bijkomende kosten			€	327		€	14	€	341		
	Overige bijkomende kosten Deelraming LOCATIE 2			€	327		€	14	€	341	Leeg	Leeg
	Investeringskosten Deelraming LOCATIE 2 exclusief BTW			€	16,034						Leeg	Leeg
	BTW (%)	20.7%	van	€	16,033.89	20.7%	€	3,312			Leeg	Leeg
	Investeringskosten Deelraming LOCATIE 2 inclusief BTW			€	19,346				€	19,346		
	<i>Investeringskosten Deelraming LOCATIE 2 exclusief BTW (contante waarde)</i>			€	15,537							
	<i>Investeringskosten Deelraming LOCATIE 2 inclusief BTW (contante waarde)</i>			€	18,746							

Deelraming aan		Deelraming LOCATIE 3				Rekenmodel SSK2018 versie 2.3.000							
Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	Totaal	% BTW	BTW-bedrag	Totaal incl. BTW	Spreidingen hvd %		Spreidingen prijzen %		
									L_hvd (%)	U_hvd (%)	L_prijs (%)	U_prijs (%)	
Investeringskosten:													
LOCATIE 3													
31	Algemene en aanvangswerkzaamheden												
3110	Verkeersvoorzieningen												
311010	Toepassen verkeersmaatregelen	1.00	EUR	€ 500.00	€ 500	21%	€ 105	€ 605			0%	0%	
32	Civieltechnische werkzaamheden												
3210	Opruimwerkzaamheden												
321010	Opnemen trottoirband 130/1150x250 mm	7.00	m	€ 5.00	€ 35	21%	€ 7	€ 42			0%	0%	
321020	Opnemen opsluitband 100 x 200 mm	7.00	m	€ 5.00	€ 35	21%	€ 7	€ 42			0%	0%	
321030	Opbreken tegelverharding	10.00	m2	€ 10.00	€ 100	21%	€ 21	€ 121			0%	0%	
33	Fundering en straatwerk												
3310	Aanbrengen fundering												
331010	Aanbrengen funderingslaag van schraalbeton, dik 150 mm	4.00	m	€ 15.00	€ 60	21%	€ -	€ -			0%	0%	
3320	Aanbrengen opsluitingen												
332010	Aanbrengen vrijgekomen trottoirbanden 130/150x250 mm	7.00	m	€ 10.00	€ 70	21%	€ 15	€ 85			0%	0%	
332020	Aanbrengen vrijgekomen opsluitbanden 100 x 200 mm	7.00	m	€ 10.00	€ 70	21%	€ 15	€ 85			0%	0%	
332020	Aanbrengen opsluitbanden 100 x 200 mm, naast goot	8.00	m	€ 15.00	€ 120	21%	€ 25	€ 145			0%	0%	
3330	Aanbrengen verharding												
333030	Aanbrengen tegelverharding 300 x 300 x 45 mm, vrijgekomen tegels	10.00	m2	€ 10.00	€ 100	21%	€ 21	€ 121			0%	0%	
333010	Leveren en aanbrengen goot van gebakken klinkers, breed 1,00 m	4.00	m2	€ 70.00	€ 280	21%	€ 59	€ 339			0%	0%	
3340	Aanbrengen asfalt												
334010	Aanbrengen extra drempel van asfalt, incl. freeswerk	1.00	st	€ 2,500.00	€ 2,500	21%	€ 525	€ 3,025			0%	0%	
34	Grondwerk												
3410	Voorbereidend werk												
341010	Maaien terrein l.b.v. aanleg wad's en grondwallen	250.00	m2	€ 0.50	€ 125	21%	€ 26	€ 151			0%	0%	
341020	Frezen terrein, l.b.v. aanleg wad's en grondwallen	250.00	m2	€ 0.50	€ 125	21%	€ 26	€ 151			0%	0%	
3420	Ontgraven												
342010	Ontgraven wadi	275.00	m3	€ 3.50	€ 963	21%	€ 202	€ 1,165			0%	0%	
3430	Verwerken												
343010	Verwerken vrijgekomen grond in grondwal	33.00	m3	€ 5.00	€ 165	21%	€ 35	€ 200			0%	0%	
3440	Vervoeren												
344010	Vervoeren grond naar plaats verwerken	33.00	m3	€ 2.00	€ 66	21%	€ 14	€ 80			0%	0%	
344020	Afvoeren overtollige grond	242.00	m3	€ 10.00	€ 2,420	21%	€ 508	€ 2,928			0%	0%	
344030	AP04 onderzoekskosten	1.00	keer	€ 1,750.00	€ 1,750	21%	€ 368	€ 2,118			0%	0%	
35	Groenvoorzieningen												
3510	Inzaaien												
351010	Afwerken en inzaaien terrein	2.50	are	€ 20.00	€ 50	21%	€ 11	€ 61			0%	0%	
Benoemde directe bouwkosten					€ 9,534		€ 2,002	€ 11,536					
Nader te detailleren bouwkosten (%)					15.0%	van	€ 9,533.50	€ 1,430	€ 1,730				
Directe bouwkosten					€ 10,964		€ 2,302	€ 13,266					
Overige eenmalige kosten (%)					3.0%	van	€ 10,963.53	€ 329	€ 398				
<i>Eenmalige kosten totaal</i>					€ 328.91								
<i>Algemene bouwplaatskosten totaal</i>					€ -								
Uitvoeringskosten (%)					8.0%	van	€ 10,963.53	€ 877	€ 1,061				
Algemene kosten (%)					7.0%	van	€ 12,169.51	€ 852	€ 1,031				
Winst (%)					3.0%	van	€ 13,021.38	€ 391	€ 473				
Risico (%)					3.0%	van	€ 13,021.38	€ 391	€ 473				
Indirecte bouwkosten					25.9%	t.o.v. directe bouwkosten	€ 2,839	€ 596	€ 3,435				
Voorziena bouwkosten					€ 13,803		€ 2,899	€ 16,701					
Bouwkosten Deelraming LOCATIE 3					€ 13,803		€ 2,899	€ 16,701	Leeg	Leeg	Leeg	Leeg	
Engineeringkosten OG in de planuitwerkingsfase					10.0%	van	€ 13,802.66	€ 1,380	€ 290	€ 1,670			
Engineeringkosten OG in de realisatiefase					10.0%	van	€ 13,802.66	€ 1,380	€ 290	€ 1,670			
Benoemde directe engineeringkosten					€ 2,761		€ 580	€ 3,340					
Directe engineeringkosten					20.0%	t.o.v. voorziena bouwkosten	€ 2,761	€ 580	€ 3,340				
Voorziena engineeringkosten					€ 2,761		€ 580	€ 3,340					
Engineeringkosten Deelraming LOCATIE 3					€ 2,761		€ 580	€ 3,340	Leeg	Leeg	Leeg	Leeg	

Deelraming aan		Deelraming LOCATIE 3				Rekenmodel SSK2018 versie 2.3.000										
Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	Totaal	% BTW	BTW-bedrag	Totaal incl. BTW	Spreidingen hvd %		Spreidingen prijzen %					
									L_hvd (%)	U_hvd (%)	L_prijs (%)	U_prijs (%)				
	(Leges)kosten voor het verkrijgen van vergunningen, ontheffingen, beschikkingen, e.d.	1.0%	van	€	13,802.66	€	138	0%	€	-	€	138				
	Verzekeringspremies	1.0%	van	€	13,802.66	€	138	0%	€	-	€	138				
	Communicatie- en voorlichtingskosten	0.5%	van	€	13,802.66	€	69	21%	€	14	€	84				
	Benoemde directe overige bijkomende kosten				€		345		€	14	€	360				
	Directe overige bijkomende kosten	2.5%	t.o.v.	voorzien	€		345		€	14	€	360				
	Voorziene overige bijkomende kosten				€		345		€	14	€	360				
	Overige bijkomende kosten Deelraming LOCATIE 3				€		345		€	14	€	360	Leeg	Leeg	Leeg	Leeg
	Investeringskosten Deelraming LOCATIE 3 exclusief BTW				€		16,908						Leeg	Leeg	Leeg	Leeg
	BTW (%)	20.7%	van	€	16,908.26	€	3,493	20.7%	€	3,493						
	Investeringskosten Deelraming LOCATIE 3 inclusief BTW				€		20,401				€	20,401				
	Investeringskosten Deelraming LOCATIE 3 exclusief BTW (contante waarde)				€		16,384									
	Investeringskosten Deelraming LOCATIE 3 inclusief BTW (contante waarde)				€		19,769									

Deelraming aan		Deelraming LOCATIE 4				Rekenmodel SSK2018 versie 2.3.000													
Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	Totaal	% BTW	BTW-bedrag	Totaal incl. BTW	Spreidingen hvd % L_hvd (%) U_hvd (%)	Spreidingen prijzen % L_prijs (%) U_prijs (%)									
Investeringskosten:																			
LOCATIE 4																			
41	Algemene en aanvangswerkzaamheden																		
4110	Verkeersvoorzieningen																		
411010	Toepassen verkeersmaatregelen	1.00	EUR	€ 500.00	€ 500	21%	€ 105	€ 605	0%	0%									
420	Civieltechnische werkzaamheden																		
4210	Opruimwerkzaamheden																		
421010	Opnemen trottoirband 130/1150x250 mm	14.00	m	€ 5.00	€ 70	21%	€ 15	€ 85	0%	0%									
421020	Opnemen opsluitband 100 x 200 mm	14.00	m	€ 5.00	€ 70	21%	€ 15	€ 85	0%	0%									
421030	Opbreken tegelverharding	20.00	m2	€ 10.00	€ 200	21%	€ 42	€ 242	0%	0%									
43	Fundering en straatwerk																		
4320	Aanbrengen opsluitingen											21%	€ -	€ -	0%	0%			
432010	Aanbrengen vrijgekomen trottoirbanden 130/150x250 mm	14.00	m	€ 10.00	€ 140	21%	€ 29	€ 169	0%	0%									
432020	Aanbrengen vrijgekomen opsluitbanden 100 x 200 mm	14.00	m	€ 10.00	€ 140	21%	€ 29	€ 169	0%	0%									
4330	Aanbrengen verharding											21%	€ -	€ -	0%	0%			
433030	Aanbrengen tegelverharding 300 x 300 x 45 mm, vrijgekomen tegels	20.00	m2	€ 10.00	€ 200	21%	€ 42	€ 242	0%	0%									
44	Grondwerk											21%	€ -	€ -	0%	0%			
4410	Voorbereidend werk																		
441010	Maaien terrein l.b.v. aanleg wad'ts en grondwallen	2.500.00	m2	€ 0.20	€ 500	21%	€ 105	€ 605	0%	0%									
441020	Frezen terrein, l.b.v. aanleg wad'ts en grondwallen	2.500.00	m2	€ 0.30	€ 750	21%	€ 158	€ 908	0%	0%									
4420	Ontgraven																		
442010	Ontgraven wadi	710.00	m3	€ 3.50	€ 2,485	21%	€ 522	€ 3,007	0%	0%									
4430	Verwerken																		
443010	Verwerken vrijgekomen grond in grondwal	30.00	m3	€ 5.00	€ 150	21%	€ 32	€ 182	0%	0%									
4440	Vervoeren																		
444010	Vervoeren grond naar plaats verwerken	30.00	m3	€ 2.00	€ 60	21%	€ 13	€ 73	0%	0%									
444020	Afvoeren overtollige grond	680.00	m3	€ 10.00	€ 6,800	21%	€ 1,428	€ 8,228	0%	0%									
444030	AP04 onderzoekskosten	1.00	keer	€ 1,750.00	€ 1,750	21%	€ 368	€ 2,118	0%	0%									
45	Groenvoorzieningen/Speelvoorzieningen																		
4510	Opsnoeien																		
4251010	Opsnoeien bosrand en afvoeren takken	200.00	m	€ 5.00	€ 1,000	21%	€ 210	€ 1,210	0%	0%									
4520	Inzaaien																		
4252010	Afwerken en inzaaien terrein	25.00	are	€ 20.00	€ 500	21%	€ 105	€ 605	0%	0%									
4530	Speelobjecten																		
4253010	Opnemen en herplaatsen speelobjecten	1.00	pm	€ 1,000.00	€ 1,000	21%	€ 210	€ 1,210	0%	0%									

Deelraming aan		Deelraming LOCATIE 4				Rekenmodel SSK2018 versie 2.3.000						
Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	Totaal	% BTW	BTW-bedrag	Totaal incl. BTW	Spreidingen hvd %		Spreidingen prijzen %	
									L_hvd (%)	U_hvd (%)	L_prijs (%)	U_prijs (%)
	Benoemde directe bouwkosten			€	16,315		€	3,426	€	19,741		
	Nader te detailleren bouwkosten (%)	15.0%	van	€	16,315.00	21%	€	514	€	2,961		
	Directe bouwkosten			€	18,762		€	3,940	€	22,702		
	Overige eenmalige kosten (%)	3.0%	van	€	18,762.25	21%	€	118	€	681		
				€	562.87							
	<i>Eenmalige kosten totaal</i>			€	-							
	<i>Algemene bouwplaatskosten totaal</i>			€	-							
	Uitvoeringskosten (%)	8.0%	van	€	18,762.25	21%	€	315	€	1,816		
	Algemene kosten (%)	7.0%	van	€	20,826.10	21%	€	306	€	1,764		
	Winst (%)	3.0%	van	€	22,283.92	21%	€	140	€	809		
	Risico (%)	3.0%	van	€	22,283.92	21%	€	140	€	809		
	Indirecte bouwkosten	25.9%	t.o.v. directe bouwkosten	€	4,859		€	1,020	€	5,879		
	Voorzienne bouwkosten			€	23,621		€	4,960	€	28,581		
	Bouwkosten Deelraming LOCATIE 4			€	23,621		€	4,960	€	28,581	Leeg	Leeg
	Engineeringkosten OG in de planuitwerkingsfase	10.0%	van	€	23,620.96	21%	€	496	€	2,858		
	Engineeringkosten OG in de realisatiefase	10.0%	van	€	23,620.96	21%	€	496	€	2,858		
	Benoemde directe engineeringkosten			€	4,724		€	992	€	5,716		
	Directe engineeringkosten	20.0%	t.o.v. voorzienne bouwkosten	€	4,724		€	992	€	5,716		
	Voorzienne engineeringkosten			€	4,724		€	992	€	5,716		
	Engineeringkosten Deelraming LOCATIE 4			€	4,724		€	992	€	5,716	Leeg	Leeg
	(Leges)kosten voor het verkrijgen van vergunningen, ontheffingen, beschikkingen, e.d.	1.0%	van	€	23,620.96	0%	€	-	€	236		
	Verzekeringspremies	1.0%	van	€	23,620.96	0%	€	-	€	236		
	Communicatie- en voorlichtingskosten	0.5%	van	€	23,620.96	21%	€	25	€	143		
	Benoemde directe overige bijkomende kosten			€	591		€	25	€	615		
	Directe overige bijkomende kosten	2.5%	t.o.v. voorzienne bouwkosten	€	591		€	25	€	615		
	Voorzienne overige bijkomende kosten			€	591		€	25	€	615		
	Overige bijkomende kosten Deelraming LOCATIE 4			€	591		€	25	€	615	Leeg	Leeg
	Investeringskosten Deelraming LOCATIE 4 exclusief BTW			€	28,936						Leeg	Leeg
	BTW (%)	20.7%	van	€	28,935.68	20.7%	€	5,977			Leeg	Leeg
	Investeringskosten Deelraming LOCATIE 4 inclusief BTW			€	34,913				€	34,913		
	<i>Investeringskosten Deelraming LOCATIE 4 exclusief BTW (contante waarde)</i>			€	<i>28,039</i>							
	<i>Investeringskosten Deelraming LOCATIE 4 inclusief BTW (contante waarde)</i>			€	<i>33,831</i>							

Deelraming aan		Deelraming LOCATIE 5			Rekenmodel SSK2018 versie 2.3.000							
Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	Totaal	% BTW	BTW-bedrag	Totaal incl. BTW	Spreidingen hvd %		Spreidingen prijzen %	
Investeringskosten:												
LOCATIE 5												
51 Algemene en aanvangswerkzaamheden												
5110 Verkeersvoorzieningen												
511010	Toepassen verkeersmaatregelen	1.00	EUR	€ 500.00	€ 500	21%	€ 105	€ 605			0%	0%
53 Verharding												
5310 Aanbrengen asfalt												
531010	Aanbrengen extra drempel van asfalt, incl. freeswerk	1.00	st	€ 2,500.00	€ 2,500	21%	€ 525	€ 3,025			0%	0%
54 Grondwerk												
5410 Voorbereidend werk												
541010	Maaien terrein l.b.v. aanleg wad's en grondwallen	800.00	m2	€ 0.50	€ 400	21%	€ 84	€ 484			0%	0%
541020	Frezen terrein, l.b.v. aanleg wad's en grondwallen	800.00	m2	€ 0.50	€ 400	21%	€ 84	€ 484			0%	0%
5420 Ontgraven												
542010	Ontgraven wadi	115.00	m3	€ 3.50	€ 403	21%	€ 85	€ 487			0%	0%
5430 Verwerken												
543010	Verwerken vrijgekomen grond in grondwal	50.00	m3	€ 5.00	€ 250	21%	€ 53	€ 303			0%	0%
5440 Vervoeren												
544010	Vervoeren grond naar plaats verwerken	50.00	m3	€ 2.00	€ 100	21%	€ 21	€ 121			0%	0%
544020	Afvoeren overtollige grond	65.00	m3	€ 10.00	€ 650	21%	€ 137	€ 787			0%	0%
55 Groenvoorzieningen												
5510 Inzaaien												
551010	Afwerken en inzaaien terrein	8.00	are	€ 20.00	€ 160	21%	€ 34	€ 194			0%	0%

Deelraming aan		Deelraming LOCATIE 5				Rekenmodel SSK2018 versie 2.3.000						
Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	Totaal	% BTW	BTW-bedrag	Totaal incl. BTW	Spreidingen hvd %		Spreidingen prijzen %	
									L_hvd (%)	U_hvd (%)	L_prijs (%)	U_prijs (%)
	Benoemde directe bouwkosten			€	5,363		€ 1,126	€ 6,489				
	Nader te detailleren bouwkosten (%)	15.0%	van	€	5,362.50	21%	€ 169	€ 973				
	Directe bouwkosten			€	6,167		€ 1,295	€ 7,462				
	Overige eenmalige kosten (%)	3.0%	van	€	6,166.88	21%	€ 39	€ 224				
	<i>Eenmalige kosten totaal</i>			€	185.01							
	<i>Algemene bouwplaatskosten totaal</i>			€	-							
	Uitvoeringskosten (%)	8.0%	van	€	6,166.88	21%	€ 104	€ 597				
	Algemene kosten (%)	7.0%	van	€	6,845.23	21%	€ 101	€ 580				
	Winst (%)	3.0%	van	€	7,324.40	21%	€ 46	€ 266				
	Risico (%)	3.0%	van	€	7,324.40	21%	€ 46	€ 266				
	Indirecte bouwkosten	25.9%	t.o.v. directe bouwkosten	€	1,597		€ 335	€ 1,932				
	Voorziena bouwkosten			€	7,764		€ 1,630	€ 9,394				
	Bouwkosten Deelraming LOCATIE 5			€	7,764		€ 1,630	€ 9,394	Leeg	Leeg	Leeg	Leeg
	Engineeringkosten OG in de planuitwerkingsfase	10.0%	van	€	7,763.86	21%	€ 163	€ 939				
	Engineeringkosten OG in de realisatiefase	10.0%	van	€	7,763.86	21%	€ 163	€ 939				
	Benoemde directe engineeringkosten			€	1,553		€ 326	€ 1,879				
	Directe engineeringkosten	20.0%	t.o.v. voorziena bouwkosten	€	1,553		€ 326	€ 1,879				
	Voorziena engineeringkosten			€	1,553		€ 326	€ 1,879				
	Engineeringkosten Deelraming LOCATIE 5			€	1,553		€ 326	€ 1,879	Leeg	Leeg	Leeg	Leeg
	(Leges)kosten voor het verkrijgen van vergunningen, ontheffingen, beschikkingen, e.d.	1.0%	van	€	7,763.86	0%	€ -	€ 78				
	Verzekeringspremies	1.0%	van	€	7,763.86	0%	€ -	€ 78				
	Communicatie- en voorlichtingskosten	0.5%	van	€	7,763.86	21%	€ 8	€ 47				
	Benoemde directe overige bijkomende kosten			€	194		€ 8	€ 202				
	Directe overige bijkomende kosten	2.5%	t.o.v. voorziena bouwkosten	€	194		€ 8	€ 202				
	Voorziena overige bijkomende kosten			€	194		€ 8	€ 202				
	Overige bijkomende kosten Deelraming LOCATIE 5			€	194		€ 8	€ 202	Leeg	Leeg	Leeg	Leeg
	Investeringskosten Deelraming LOCATIE 5 exclusief BTW			€	9,511				Leeg	Leeg	Leeg	Leeg
	BTW (%)	20.7%	van	€	9,510.73	20.7%	€ 1,965					
	Investeringskosten Deelraming LOCATIE 5 inclusief BTW			€	11,475			€ 11,475				
	<i>Investeringskosten Deelraming LOCATIE 5 exclusief BTW (contante waarde)</i>			€	9,216							
	<i>Investeringskosten Deelraming LOCATIE 5 inclusief BTW (contante waarde)</i>			€	11,120							

Deelraming aan		Deelraming LOCATIE 6			Rekenmodel SSK2018 versie 2.3.000						Spreidingen hvd %		Spreidingen prijzen %	
Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	Totaal	% BTW	BTW-bedrag	Totaal incl. BTW	L_hvd (%)	U_hvd (%)	L_prijs (%)	U_prijs (%)		
Investeringskosten:														
LOCATIE 6														
61	Algemene en aanvangswerkzaamheden													
6110	Verkeersvoorzieningen													
611010	Toepassen verkeersmaatregelen	1.00	EUR	€ 500.00	€ 500	21%	€ 105	€ 605					0%	0%
62	Civieltechnische werkzaamheden													
6210	Opruimwerkzaamheden													
621010	Zagen asfaltverharding t.b.v. roostergoot, dik 200 mm	75.00	m	€ 20.00	€ 1,500	21%	€ 315	€ 1,815					0%	0%
621020	Opbreken asfaltverharding t.b.v. roostergoot, dik 200 mm	6.25	m2	€ 62.80	€ 393	21%	€ 82	€ 475					0%	0%
63	Leidingwerken en waterbouwkundige werkzaamheden													
6320	Aanbrengen roostergoot in weglichaam													
632010	Leveren en aanbrengen roostergoottype aquafix Hydroblok, afm. 0,20 m	37.50	m	€ 750.00	€ 28,125	21%	€ -	€ -					0%	0%
64	Grondwerk													
6410	Voorbereidend werk													
641010	Maaien terrein t.b.v. aanleg wad's en grondwallen	790.00	m2	€ 0.50	€ 395	21%	€ 83	€ 478					0%	0%
641020	Frezen terrein, t.b.v. aanleg wad's en grondwallen	790.00	m2	€ 0.50	€ 395	21%	€ 83	€ 478					0%	0%
6420	Ontgraven													
642010	Ontgraven infiltratiekuilen	322.00	m3	€ 3.50	€ 1,127	21%	€ 237	€ 1,364					0%	0%
6440	Vervoeren													
644020	Afvoeren overtollige grond	322.00	m3	€ 10.00	€ 3,220	21%	€ 676	€ 3,896					0%	0%
644030	AP04 onderzoekskosten	1.00	keer	€ 1,750.00	€ 1,750	21%	€ 368	€ 2,118					0%	0%
65	Groenvoorzieningen													
6510	Inzaaien													
651010	Afwerken en inzaaien terrein	7.90	are	€ 20.00	€ 158	21%	€ 33	€ 191					0%	0%

Deelraming aan		Deelraming LOCATIE 6				Rekenmodel SSK2018 versie 2.3.000						
Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	Totaal	% BTW	BTW-bedrag	Totaal incl. BTW	Spreidingen hvd %		Spreidingen prijzen %	
									L_hvd (%)	U_hvd (%)	L_prijs (%)	U_prijs (%)
	Benoemde directe bouwkosten			€	37,563		€	7,888	€	45,451		
	Nader te detailleren bouwkosten (%)	15.0%	van	€	37,562.50	21%	€	1,183	€	6,818		
	Directe bouwkosten			€	43,197		€	9,071	€	52,268		
	Overige eenmalige kosten (%)	3.0%	van	€	43,196.88	21%	€	272	€	1,568		
	<i>Eenmalige kosten totaal</i>			€	<i>1,295.91</i>							
	<i>Algemene bouwplaatskosten totaal</i>			€	<i>-</i>							
	Uitvoeringskosten (%)	8.0%	van	€	43,196.88	21%	€	726	€	4,181		
	Algemene kosten (%)	7.0%	van	€	47,948.53	21%	€	705	€	4,061		
	Winst (%)	3.0%	van	€	51,304.93	21%	€	323	€	1,862		
	Risico (%)	3.0%	van	€	51,304.93	21%	€	323	€	1,862		
	Indirecte bouwkosten	25.9%	t.o.v. directe bouwkosten	€	11,186		€	2,349	€	13,535		
	Voorziena bouwkosten			€	54,383		€	11,420	€	65,804		
	Bouwkosten Deelraming LOCATIE 6			€	54,383		€	11,420	€	65,804	Leeg	Leeg
	Engineeringkosten OG in de planuitwerkingsfase	10.0%	van	€	54,383.22	21%	€	1,142	€	6,580		
	Engineeringkosten OG in de realisatiefase	10.0%	van	€	54,383.22	21%	€	1,142	€	6,580		
	Benoemde directe engineeringkosten			€	10,877		€	2,284	€	13,161		
	Directe engineeringkosten	20.0%	t.o.v. voorziena bouwkosten	€	10,877		€	2,284	€	13,161		
	Voorziena engineeringkosten			€	10,877		€	2,284	€	13,161		
	Engineeringkosten Deelraming LOCATIE 6			€	10,877		€	2,284	€	13,161	Leeg	Leeg
	(Leges)kosten voor het verkrijgen van vergunningen, ontheffingen, beschikkingen, e.d.	1.0%	van	€	54,383.22	0%	€	-	€	544		
	Verzekeringspremies	1.0%	van	€	54,383.22	0%	€	-	€	544		
	Communicatie- en voorlichtingskosten	0.5%	van	€	54,383.22	21%	€	57	€	329		
	Benoemde directe overige bijkomende kosten			€	1,360		€	57	€	1,417		
	Directe overige bijkomende kosten	2.5%	t.o.v. voorziena bouwkosten	€	1,360		€	57	€	1,417		
	Voorziena overige bijkomende kosten			€	1,360		€	57	€	1,417		
	Overige bijkomende kosten Deelraming LOCATIE 6			€	1,360		€	57	€	1,417	Leeg	Leeg
	Investeringskosten Deelraming LOCATIE 6 exclusief BTW			€	66,619						Leeg	Leeg
	BTW (%)	20.7%	van	€	66,619.45	20.7%	€	13,762				
	Investeringskosten Deelraming LOCATIE 6 inclusief BTW			€	80,381				€	80,381		
	Investeringskosten Deelraming LOCATIE 6 exclusief BTW (contante waarde)			€	64,554							
	Investeringskosten Deelraming LOCATIE 6 inclusief BTW (contante waarde)			€	77,889							

Bijlage E Toepassing infiltratie- en ruwheidswaarden in maaiveldmodellen in InfoWorks ICM

Beschrijving maaiveldmodel

Het maaiveldmodel in het rekenprogramma InfoWorks wordt opgebouwd uit (onregelmatige) driehoekjes. Het formaat van de driehoekjes bepaalt de nauwkeurigheid van het maaiveldmodel. De hoogteligging van het “getrianguleerde netwerk” wat ontstaat door deze driehoekjes wordt bepaald op basis van de AHN4. Elk hoekpunt van een driehoekje krijgt de bijbehorende hoogte van de cel uit de AHN4. Elk driehoekje ligt hierdoor rekenkundig onder een helling die past bij het maaiveld.

Bij grote afmetingen van de driehoeken worden relatief veel AHN4 cellen overgeslagen, het maaiveld tussen deze cellen heeft in het rekenmodel dan een gemiddelde hoogteligging op basis van de hoogtes van de hoekpunten. Hoe groter de driehoekjes, hoe meer afwijking er dus is met de werkelijkheid.

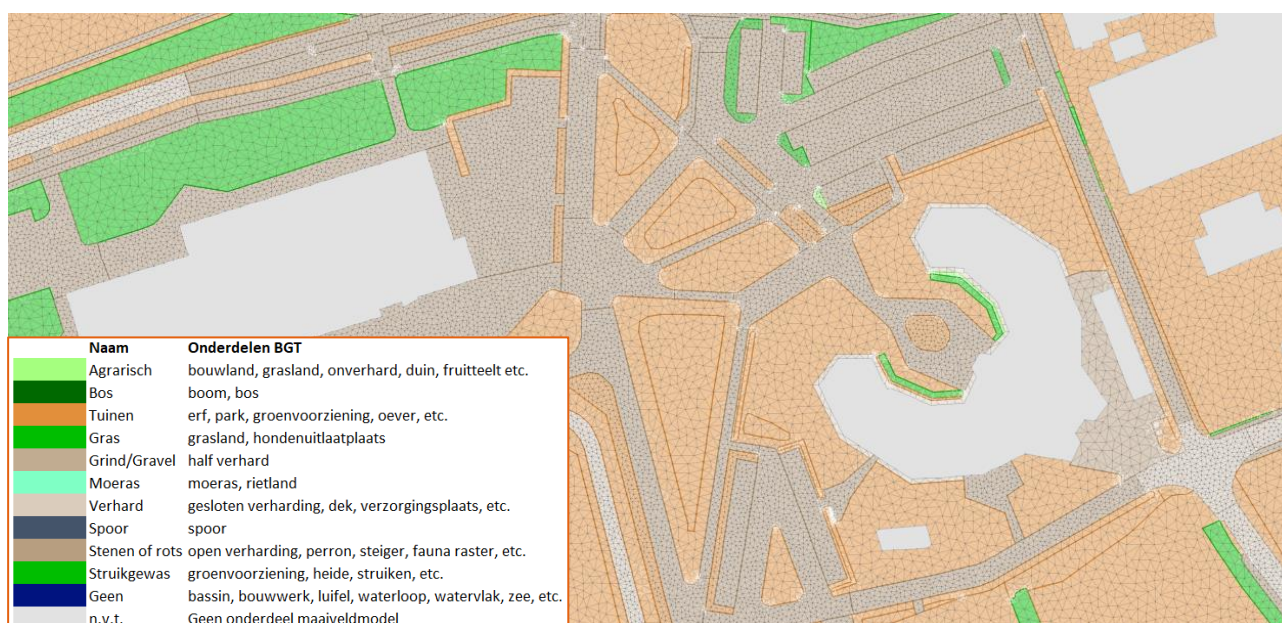
Ook de AHN4 is “maar” een weergave van de werkelijkheid. Ondanks het hoge detailniveau is de celgrootte “slechts” $0,5 \times 0,5 = 0,25 \text{ m}^2$. Driehoekjes (veel) kleiner dan dit oppervlak hebben dus ook nauwelijks toegevoegde waarde.

Voor elk rekenmodel geldt dat hoe meer elementen er gebruikt worden, hoe langer de berekeningen duren. Een maaiveldmodel bevat erg veel elementen (driehoekjes). Hoe minder driehoekjes, hoe sneller de berekening. Het maaiveldmodel opbouwen uit grote driehoeken betekent snel kunnen rekenen, maar ook een (potentieel) verlies aan nauwkeurigheid.

Om hier een balans in te vinden is het maaiveldmodel in zones verdeeld. Gebieden waar een hogere nauwkeurigheid gewenst is (bijvoorbeeld om waterstromen over wegen in beeld te brengen) krijgen kleinere driehoekjes dan gebieden waar minder detailniveau nodig is (bijvoorbeeld sportvelden, parken of tuinen). In Figuur 39 is het verschil in detailniveau in beeld gebracht. Onder andere elementen als stoepranden vormen grenzen van de verschillende detailgebieden. Doordat de driehoekjes niet over deze grenzen heen kunnen liggen worden “plotselinge” hoogteverschillen niet uitgemiddeld.

Daken van gebouwen voeren in het rekenmodel rechtstreeks af naar het riool en maken daarom geen deel uit van het maaiveldmodel.

Om de modelgrenzen voor het maaiveldmodel te bepalen wordt met behulp van een GIS -analyse bepaald welk gebied over maaiveld naar het gemodelleerde vrij vervalstelsel kán afstromen. Gebieden die als gevolg van hun hoogteligging niet naar de vrij verval stelsels kunnen afstromen zijn niet voorzien van een maaiveldmodel.



Figuur 39 Uitsnede van een maaiveldmodel

Niet alleen het hoogteverloop is belangrijk. Het type oppervlak speelt ook een rol. Water stroomt langzamer af door een tuin dan over een asfaltweg en infiltratie is in groenzones uiteraard groter dan bij verhard oppervlak. Water stroomt (in principe) niet door gebouwen en stroming wordt ook belemmerd door harde overgangen als bijvoorbeeld muurtjes en stoerpranden. Wat muurtjes en schuttingen op particulier terrein betreft wijkt het model af van de werkelijkheid. Informatie hierover is niet beschikbaar in de BGT, en kan dus niet worden meegenomen in berekeningen.

Alle informatie over het grondgebruik in de BGT en de panden in de BAG is overgenomen in het maaiveldmodel. Afhankelijk van het grondgebruik heeft het betreffende gebied een bepaalde infiltratie coëfficiënt en een ruwheid meegekregen. Panden zijn rechtstreeks op de stelsels aangesloten en maken geen deel uit van het maaiveldmodel.

Hoe snel en waarlangs het water over het maaiveldmodel stroomt, is dus niet alleen afhankelijk van de hoogteligging, maar ook van de inrichting en het gebruik van het landschap. Elke kleur in Figuur 39 staat voor een type gebied met eigen infiltratie- en ruwheidseigenschappen.

Infiltratie en ruwheidswaarden in maaiveldmodel

Infiltratie

Effect infiltratie op resultaten

De basis van de werking van het maaiveldmodel ligt in het hoogteverloop, de neerslag die op het model valt zoekt zelf zijn weg over het maaiveld naar lagergelegen punten. Bij locaties met kolken, putten of watergangen kan het water van het maaiveldmodel in een leidingenstelsel of oppervlaktewatersysteem verder stromen. In laagtes in het model blijft water staan.

Wanneer geen infiltratie meegenomen wordt, betekent dit dat lage delen van het maaiveld na neerslag altijd gevuld blijven, dit is uiteraard niet de praktijk. Ook betekent het niet meenemen van infiltratieparameters dat alle neerslag die valt ook daadwerkelijk afstroomt, ook dat is niet altijd een juiste weerspiegeling van de praktijk.

Het meenemen van waardes voor infiltratie heeft in het model dus twee effecten:

- laagtes blijven niet “voor altijd” gevuld met neerslag.
- een deel van de neerslag komt niet tot afstroming naar lager gelegen locaties.

Wel of niet modelleren infiltratie

Het lijkt logisch om infiltratie mee te willen nemen om zo dicht mogelijk aan te sluiten op de praktijk. Het (b)lijkt echter niet altijd nodig. Voor gemeente Apeldoorn heeft Arcadis een SSW opgesteld met een maaiveldmodel zonder infiltratie. In februari 2022 heeft het, na een langdurige natte periode, enkele keren hevig geregend in Apeldoorn, door de volledig verzadigde bodem was er nauwelijks sprake van infiltratie, gemeente Apeldoorn geeft aan dat “geen enkel model de risico’s op schade en overlast door water op maaiveld in deze situatie zo goed aangeeft als het model voor het SSW”.

Infiltratiewaarden

De mate van infiltratie is sterk afhankelijk van het gebruik van het gebied én van de samenstelling van de ondergrond. Voor het stedelijk gebied is met name het functioneren van het watersysteem (riolering, maaiveld en oppervlaktewater) bij (relatief) korte, hevige buien van belang. Door de korte duur van de gebeurtenissen heeft de infiltratie via de bovenlaag een zeer grote invloed, de samenstelling van de (diepere) ondergrond heeft vooral effect op gebeurtenissen met een (iets) langere duur.

Het gebruik van het maaiveld is in Nederland (vrij) goed en vooral eenduidig beschreven in de BGT². In de Kennisbank Riolering zijn geen (duidelijk onderscheiden) waardes voor infiltratie naar de bodem beschikbaar voor

² BGT: Basisregistratie Grootchalige Topografie

gebruik in een 2D maaiveldmodel in InfoWorks³. Om toch een onderbouwing voor infiltratiewaardes naar bodemgebruik te kunnen opstellen voor maaiveldberekeningen gebruik gemaakt van een classificatie opgesteld door de Amerikaanse NCRS⁴.

Tabel 3 NCRS-typeringen en Nederlandse synoniemen

NCRS	Synoniem	NCRS	Synoniem
Agricultural	Agrarisch	Marsh	Moeras/veen
Forest	Bos	Paved	Verharding
Gardens	Tuinen	Railway	Spoorwegen
Grassland	Gras	Rock or Quarry	Rots- of steenachtig
Gravel Tracks	Gravel, grindwegen, halfverharding	Scrub	Struikgewas
-	Geen infiltratie		

De NCRS maakt gebruik van 10 verschillende typeringen voor grondgebruik, deze zijn aangevuld met de typering “geen infiltratie” (zie Tabel 3). Voor elke type is een variant A t/m D beschreven, deze varianten maken het mogelijk om onderscheid te maken in het type ondergrond. Voor een locatie in de duinen of op hoge zandgronden ligt een hogere infiltratiewaarde (klasse A of B) meer voor de hand dan voor een vergelijkbaar ingerichte locatie in een omgeving in een polder met een bodem van klei (klasse D).

De typeringen uit de NCRS zijn uiteraard niet gelijk aan de grote hoeveelheid typeringen die in de BGT worden toegepast. Op basis van de eigenschappen is voor elk van de BGT-classificaties ingeschat onder welke NCRS-typering deze geschaard kan worden, de verdeling is terug te vinden in Tabel 7 op pagina 52.

Ruwheid

Het hoogteverloop bepaalt waar water heen kan stromen, door infiltratie mee te nemen stroomt niet al het water af. In hellend gebied stroomt water uiteraard sneller naar lagere delen dan in een nagenoeg vlak gebied. De snelheid waarmee het water stroomt is ook sterk afhankelijk van de “ruwheid” van het oppervlak.

Hoe groter de waterdiepte, hoe kleiner het effect van de ruwheid van het oppervlak. Bij afstroming over maaiveld in stedelijk gebied gaat het, normaal gesproken, om kleine waterhoogtes, de ruwheid is dus relevant. Helaas zijn er geen goede eenduidige ruwheidswaardes vastgelegd in Nederland (zie kader). Wel is duidelijk dat er een onderscheid is in ruwheid tussen bijvoorbeeld plantsoenen of tuinen en (asfalt)wegen. Een “exacte” ruwheid bepalen is vaak niet mogelijk. Voor wegverharding kan nog een redelijke inschatting gemaakt worden, al maakt het ook nog een verschil of elementenverharding bestaat uit strakke, gelijkvormige, recent aangebrachte, betonklinkers of jaren geleden aangebrachte kinderkopjes. Voor begroeide oppervlakken speelt onderhoud een grote rol, een strak gemaaide berm wijkt nogal af van een berm ingezaaid met een bloemrijk mengsel, in de BGT blijft de typering echter hetzelfde.

Om in het model een mate van onderscheid mee te nemen is elke BGT-classificatie voorzien van een ruwheidswaarde, deze waarden zijn terug te vinden in Tabel 7 op pagina 52. [VJ1]

³ De parameters als beschreven op <https://www.riool.net/defaultwaarden-inlooppparameters-inloopmodellen> (brondatum 1 maart 2019) zijn niet één op een toepasbaar bij het maaiveldmodel als beschreven op eerdere pagina's. De parameters als beschreven op <https://www.riool.net/afstroming-van-neerslag> geven een goede aanzet, maar zijn niet dekkend voor de gehele BGT en geven vrij hoge infiltratiewaarden.

⁴ National Resources Conservation Service, onderdeel van het United States Departement of Agriculture, <https://www.nrcs.usda.gov/>

Kennisbank Riolering:

Waar in het inloopmodel processen als bevochtiging, infiltratie en afstromingsvertraging van belang zijn, is bij de hydrodynamische modellering de oppervlakteruwheid belangrijk. Ook moet u het hoogteprofiel in detail beschrijven. [...]

Voor de hydraulische ruwheid van verschillende bestratingssoorten zijn nog geen eenduidige parameterwaarden bekend. [...] Zolang er nog geen algemeen aanvaarde benadering is om de hydraulische weerstand bij kleine waterdiepten over oppervlakken te bepalen, kunt u het best niet te veel waarde hechten aan de absolute waterstanden die het model berekent. [...]

In vlakke gebieden hangen de berekende waterdiepten vooral af van de maaiveldhoogtes in het terreinmodel (berging). In hellende gebieden (verhang > 4%) bepaalt vooral de hydraulische weerstand (de ruwheid van het oppervlak) de waterdiepte.

(bron: <https://www.riool.net/stroming-over-maaiveld>)

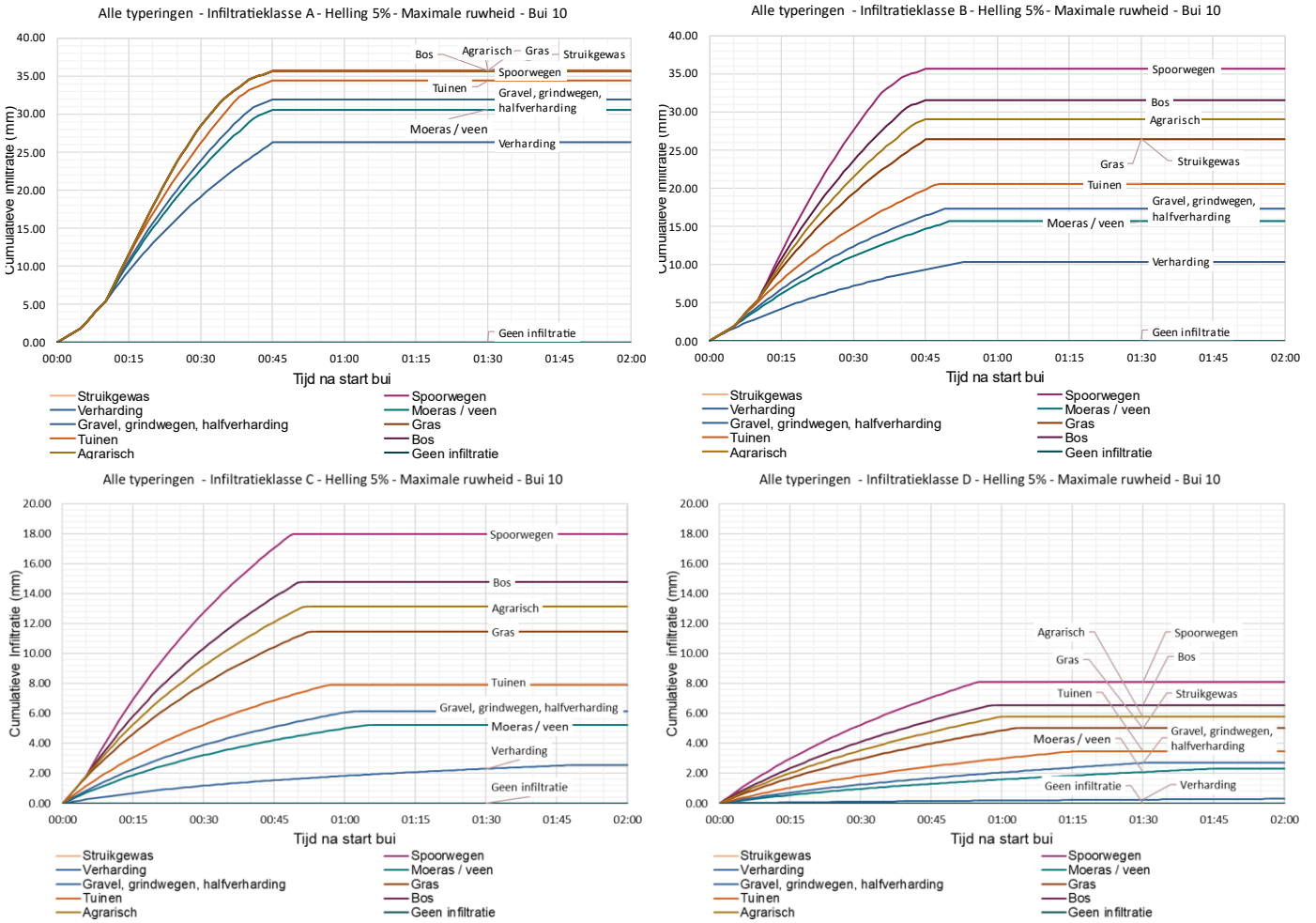
Hydraulische impact

De invloed van infiltratie op de uitkomsten van een hydraulische berekening is (mede) afhankelijk van het type bui wat valt. Zeker bij hogere infiltratiewaarden kunnen buien met een klein volume voor een groot deel infiltreren. Dit geldt zowel voor langdurige buien met een lage intensiteit als voor kortdurende, hevige, piekbuien.

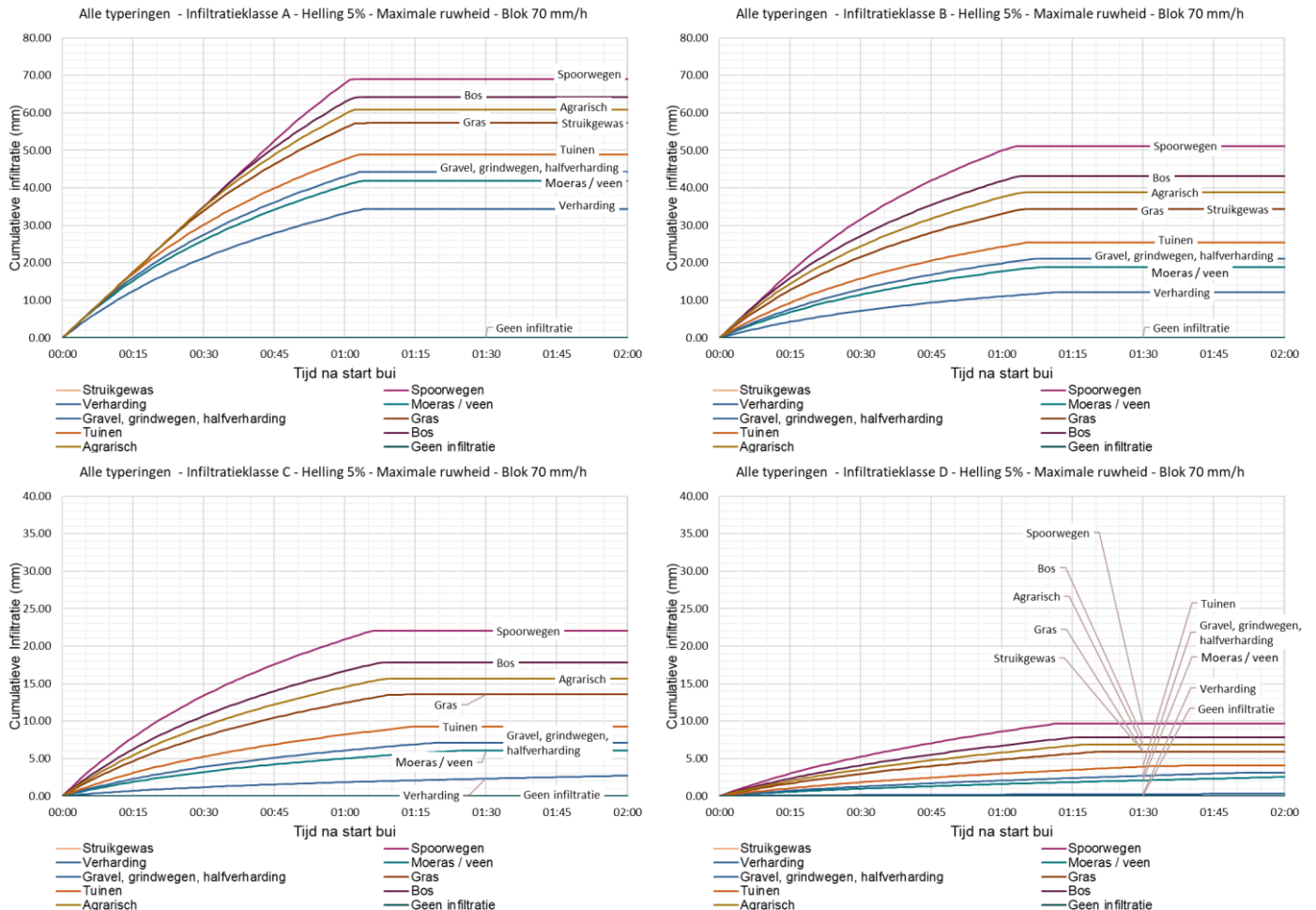
Om inzicht te krijgen in dit effect is een beknopte studie uitgevoerd. Hiervoor is in InfoWorks ICM een klein 2D model gebouwd (20x20 m²). Dit model is aan drie zijden voorzien van een fictieve muur, het maaiveld heeft een lichte helling richting de open zijde gekregen. Door gebruik te maken van 2 hellingshoeken (1° en 5°), de 10 NCRS-typeringen en voor elke typering de minimale en maximale ruwheid zijn er 40 verschillende modelvarianten gebouwd.

Deze varianten zijn doorgerekend met Bui 08 en Bui 10 uit de Kennisbank Riolering en een bui waarin gedurende één uur lang 70 mm/h valt. Dit levert in totaal 120 verschillende resultaten op.

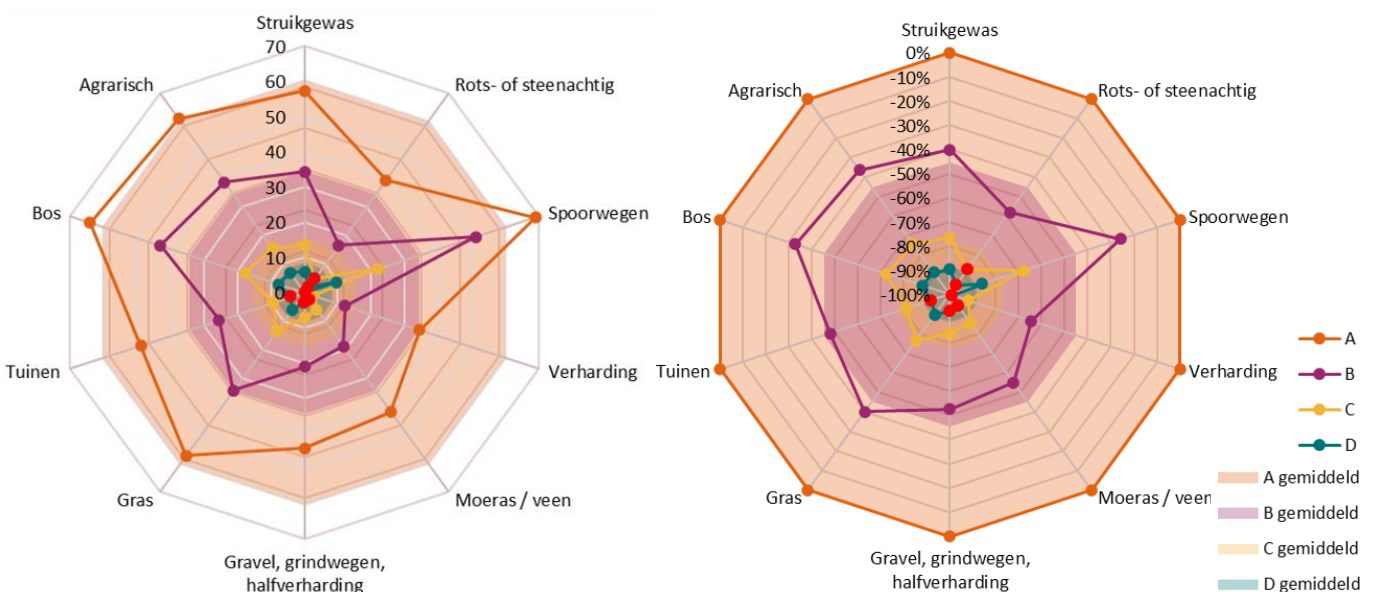
Om een beeld te schetsen van het verschil in infiltratie tussen de verschillende NCRS-typeringen en het effect hierop van de 4 infiltratieklassen is in Figuur 40 (Bui 10) en Figuur 41 (70 mm/h) weergegeven hoeveel water er in de loop van de tijd infiltreert op het beschreven model. Om de zichtbaarheid van de individuele lijnen te bevorderen hebben de grafieken voor klassen C en D een andere y-as schaal dan de grafieken van klassen A en B gekregen. Vanaf het moment dat de curve volledig vlak loopt is al het beschikbare water geïnfiltreerd of alle niet geïnfiltreerde neerslag over de rand van het model gestroomd. Bij infiltratieklasse C en D wordt voor een aantal typeringen geen volledige afvlakking van de curve bereikt, de grafiek is ten behoeve van de leesbaarheid afgekapt op 2 uur na de start van de bui.



Figuur 40 Infiltratie bij Bui 10 voor verschillende NCRS-typeringen bij de vier infiltratievarianten



Figuur 41 Infiltratie bij 70 mm/h gedurende 1 uur voor verschillende NCRS-typeringen bij de vier infiltratievarianten



Figuur 42 Infiltrerend volume van de verschillende NCRS-typeringen bij de vier infiltratievarianten in mm bij 70 mm/h. Links in mm, rechts in percentages t.o.v. variant A

Uit de berekeningen blijkt dat de keus voor de infiltratievariant een grote impact heeft op de hoeveelheid water die infiltreert. Figuur 42 illustreert het verschil tussen de varianten door weer te geven hoeveel neerslag er gedurende

twee uur in de bodem infiltreert wanneer er een bui van 70 mm/h gedurende één uur valt. De exacte waarden variëren tussen de verschillende typeringen, ruwweg infiltreert bij infiltratievariant B ongeveer 60% van het volume wat bij variant A infiltreert, bij C en D is dit respectievelijk ongeveer 25% en ongeveer 10%. De met rode punten gemarkeerde data geven aan dat er na twee uur nog water beschikbaar is om te infiltreren, bij een langere berekeningsduur vallen deze punten dus (iets) hoger uit dan in de grafiek is weergegeven.

Het daadwerkelijke effect van de ruwheid op de berekeningsresultaten is beperkt, wel geldt dat bij steilere hellingen de ruwheid een grotere invloed heeft dan in vlakke gebieden. Bij een helling van 1% is het verschil in infiltrerend volume tussen de minimale en maximale gebruikte ruwheidswaarden minder dan 0,5%. Bij een helling van 5% is dit opgelopen tot 1%.

NCRS versus NWRW

Voor berekeningen met modellen met maaiveldafstroming (2D modellen) is in Nederland weinig vastgelegd over de mate van infiltratie en afstroming van water bij verschillende maaiveldtypen. Voor traditionele modellen (1D modellen) die de stroming door leidingen beschrijven zijn wel standaarden vastgesteld. In Nederland is het gebruikelijk om hiervoor het NWRW 4.3 inloop model te gebruiken. Dit inloopmodel kent 12 soorten oppervlak met elk een eigen set standaard parameters. In de praktijk worden meestal maximaal 4 van deze typeringen gebruikt (de doorgaans toegepaste open en gesloten verharding, en hellende en platte daken) omdat het verdere detailniveau onvoldoende meerwaarde oplevert (zie ook <https://www.riool.net/standaard-inloopmodel>).

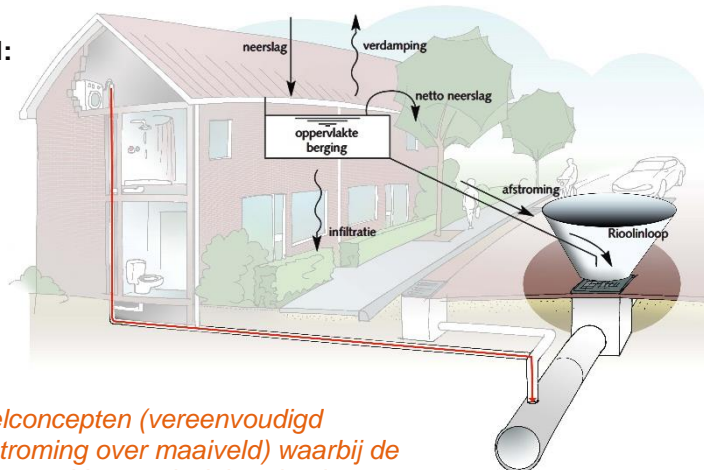
Kennisbank Riolering over het NWRW-inloopmodel:

Voor het inloopproces van neerslag in een stedelijk watersysteem gebruikt u een hydrologisch model, oftewel een inloopmodel. [...] Hierbij spelen vele processen een rol. [...] Deze combinatie van fysische transportprocessen is lastig om zeer gedetailleerd te beschrijven. Hiervoor moeten namelijk vele rand- en beginvoorwaarden bekend zijn. [...]

Dit is in de praktijk niet haalbaar; daarom gebruiken we een inloopmodel met sterk vereenvoudigde procesbeschrijvingen. [...]

Dit standaard inloopmodel is te gebruiken bij alle modelconcepten (vereenvoudigd rioleringsmodel, rioleringsmodel, rioleringsmodel met stroming over maaiveld) waarbij de neerslag via het inloopmodel op het rioelstelsel wordt gezet. Voor emissieberekeningen en berekeningen met een 0D-inloopmodel om de maatgevende afvoer te bepalen, kunt u het standaard inloopmodel gebruiken.

(bron tekst: <https://www.riool.net/inloopmodel>)



In het gecombineerde 1D-2D model (rioolstelsel en maaiveld) worden daken rechtstreeks aangesloten op het rioelstelsel, de inloopparameters voor de daken komen uit het NWRW 4.3 inloopmodel. Ook voor het maaiveld zou het de voorkeur hebben om een vergelijkbare inloop te hanteren als beschreven in het NWRW 4.3 inloopmodel.

Om een indicatie te geven van de verhouding tussen de NWRW 4.3 eigenschappen en het NCRS-model is voor een drietal veel voorkomende inrichtingstypen een vergelijking gemaakt tussen de berekende resultaten van beide modellen. Voor de NWRW-resultaten is hierbij gebruik gemaakt van een 0D/1D model, de NCRS-resultaten zijn verkregen met een 2D model met een helling van 5% en een maximale ruwheidswaarde voor de betreffende klasse. De berekeningsresultaten zijn opgenomen in Tabel 4, Tabel 5 en Tabel 6.

Gesloten verharding is niet in deze vergelijkingstabellen opgenomen, in het 2D model wordt dit als niet infiltrerend beschouwd en voert dus 100% van de neerslag af. Ook in de NWRW-eigenschappen infiltreert er geen water vanuit gesloten verharding.

De vergelijkingstabellen zijn samengevat in enkele grafieken in Figuur 43. De zwarte lijn representeert het infiltrerend volume volgens het NWRW 4.3 model. Uit de vergelijking met de NCRS-resultaten blijkt dat de NCRS-infiltratievariant C zowel voor verhard als onverhard oppervlak het best aansluit bij de NWRW-uitkomsten. Lokale omstandigheden zullen echter altijd leidend moeten zijn bij de keuze voor de specifieke toe te passen infiltratievariant.



Figuur 43 Percentage van de neerslag die infiltreert volgens de NWRW versus vier infiltratievarianten van de NCRS-typeringen verharding (linksboven), tuinen (rechtsboven), gras (linksonder) en een gemiddelde van tuinen en gras (rechtsonder)

Keuze voor infiltratievariant

De afvoer van hemelwater ligt bij infiltratievariant C ligt voor verharding en onverhard gebied in lijn met de voor 1D modellering gebruikelijke NWRW-parameters. Het ligt dan ook voor de hand om voor deze variant te kiezen. Lokale omstandigheden kunnen om andere keuzes vragen.

Bij elke keus geldt dat de gekozen parameters gelden in een bepaalde omstandigheid: na een lange zeer droge periode kan de grond zo droog zijn, dat deze nauwelijks water meer op kan nemen. Na langdurig natte periodes is de grond juist te verzadigd om nog water op te nemen. Het model gaat steeds uit van een niet te droge, onverzadigde bodem en sluit daarmee niet altijd aan op praktijkervaringen.

Tabel 4 Infiltratie en afvoer van verhard oppervlak (paved) (NCRS) versus Open Verharding vlak (NWRW)

Bui Type VHO	Bui 08					Bui 10					Blok 70 mm/h				
	Open verharding	A	B	C	D	Open verharding	A	B	C	D	Open verharding	A	B	C	D
Totale neerslag	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	35.7	35.7	35.7	35.7	35.7	70	70	70	70	70
Berekende afstroming	18.19	0	9.71	17.94	19.61	34.2	9.41	26.23	34.13	35.54	68.33	36.54	58.87	68.14	69.81
Berekende infiltratie	1.6	19.80	10.09	1.86	0.19	1.49	26.29	9.47	1.57	0.16	1.68	33.46	11.13	1.86	0.19
Berekende berging	0.01					0.01					-0.01				
Totaal afgevoerd (%)	92%	0%	49%	91%	99%	96%	26%	73%	96%	100%	98%	52%	84%	97%	100%
Totaal geïnfiltreerd (%)	8%	100%	51%	9%	1%	4%	74%	27%	4%	0%	2%	48%	16%	3%	0%

Tabel 5 Infiltratie en afvoer van tuinen (Gardens) (NCRS) versus Onverhard vlak (NWRW)

Bui Type VHO	Bui 08					Bui 10					Blok 70 mm/h				
	Onverhard vlak	A	B	C	D	Onverhard vlak	A	B	C	D	Onverhard vlak	A	B	C	D
Totale neerslag	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	35.7	35.7	35.7	35.7	35.7	70	70	70	70	70
Berekende afstroming	11.04	0	1.15	12.08	16.81	27.1	1.29	15.56	28.72	33.2	60.99	21.92	45.51	61.73	66.97
Berekende infiltratie	8.74	19.80	18.65	7.72	2.99	8.58	34.41	20.14	6.98	2.50	9	48.08	24.49	8.27	3.03
Berekende berging	0.02					0.02					0.01				
Totaal afgevoerd (%)	56%	0%	6%	61%	85%	76%	4%	44%	80%	93%	87%	31%	65%	88%	96%
Totaal geïnfiltreerd (%)	44%	100%	94%	39%	15%	24%	96%	56%	20%	7%	13%	69%	35%	12%	4%

Tabel 6 Infiltratie en afvoer van Gras (Grassland) (NCRS) versus Onverhard vlak (NWRW)

Bui Type VHO	Bui 08					Bui 10					Blok 70 mm/h				
	Onverhard vlak	A	B	C	D	Onverhard vlak	A	B	C	D	Onverhard vlak	A	B	C	D
Totale neerslag	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	35.7	35.7	35.7	35.7	35.7	70	70	70	70	70
Berekende afstroming	11.04	0	0	8.62	15.03	27.1	0	9.25	25.12	31.64	60.99	13.43	36.6	57.46	65.08
Berekende infiltratie	8.74	19.80	19.80	11.18	4.77	8.58	35.70	26.45	10.58	4.06	9	56.57	33.40	12.54	4.92
Berekende berging	0.02					0.02					0.01				
Totaal afgevoerd (%)	56%	0%	0%	44%	76%	76%	0%	26%	70%	89%	87%	19%	52%	82%	93%
Totaal geïnfiltreerd (%)	44%	100%	100%	56%	24%	24%	100%	74%	30%	11%	13%	81%	48%	18%	7%

Toelichtende tabellen

Tabel 7 Toekenning infiltratietype en ruwheidswaarde aan BGT Classificatie

Infiltratie type	Ruwheid (Manning, 1/N)	BGT Classificatie
Agrarisch	0.018	bouwland
Agrarisch	0.018	bouwland:akkerbouw
Agrarisch	0.018	bouwland:bollenteelt
Agrarisch	0.018	bouwland:braakliggend
Agrarisch	0.018	bouwland:vollegrondsteelt
Agrarisch	0.018	grasland agrarisch
Agrarisch	0.018	hoogspanningsmast
Agrarisch	0.018	niet-bgt:landbouw
Agrarisch	0.018	niet-bgt:recreatie: volkstuin
Agrarisch	0.018	onverhard
Agrarisch	0.018	onverhard:zand
Agrarisch	0.018	zand
Agrarisch	0.018	zand:strand en strandwal
Agrarisch	0.018	zand:zandverstuiving
Agrarisch	0.023	duin
Agrarisch	0.023	duin:open duinvegetatie
Agrarisch	0.035	duin:gesloten duinvegetatie
Agrarisch	0.1	boomteelt
Agrarisch	0.1	fruitteelt
Agrarisch	0.1	fruitteelt:hoogstam boomgaarden
Agrarisch	0.1	fruitteelt:klein fruit
Agrarisch	0.1	fruitteelt:laagstam boomgaarden
Agrarisch	0.1	fruitteelt:wijngaarden
Bos	0.15	boom
Bos	0.15	gemengd bos
Bos	0.15	loofbos
Bos	0.15	loofbos:griend en hakhout
Bos	0.15	naaldbos
Geen	0	bassin
Geen	0	bezinkbak
Geen	0	hek

Infiltratie type	Ruwheid (Manning, 1/N)	BGT Classificatie
Geen	0	kwelder
Geen	0	niet-bgt:bodemval
Geen	0	niet-bgt:infrastructuur waterstaatswerken
Geen	0	niet-bgt:vispassage
Geen	0	niet-bgt:voorde
Geen	0	niet-bgt:wegmarkering
Geen	0	slik
Geen	0	sloof
Geen	0	sluis
Geen	0	stuw
Geen	0	verblindingswering
Geen	0	waterloop
Geen	0	waterloop:beek
Geen	0	waterloop:bron
Geen	0	waterloop:gracht
Geen	0	waterloop:kanaal
Geen	0	waterloop:rivier
Geen	0	waterloop:sloot
Geen	0	watervlakte
Geen	0	watervlakte:haven
Geen	0	watervlakte:meer, plas, ven, vijver
Geen	0	windturbine
Geen	0	zee
Geen	0.009	gesloten verharding:kunststof
Geen	0.012	afval apart plaats
Geen	0.012	afvalbak
Geen	0.012	balustrade
Geen	0.012	bordes
Geen	0.012	container
Geen	0.012	damwand
Geen	0.012	draadraster

Infiltratie type	Ruwheid (Manning, 1/N)	BGT Classificatie
Geen	0.012	drinkbak
Geen	0.012	geluidsscherm
Geen	0.012	gemaal
Geen	0.012	gesloten verharding:cementbeton
Geen	0.012	keermuur
Geen	0.012	kering
Geen	0.012	lage trafo
Geen	0.012	lage trafo:schuur
Geen	0.012	lijnafwatering
Geen	0.012	luifel
Geen	0.012	molgoot
Geen	0.012	niet-bgt
Geen	0.012	niet-bgt:bedrijvigheid
Geen	0.012	niet-bgt:bewoning
Geen	0.012	niet-bgt:bordes
Geen	0.012	niet-bgt:bunker
Geen	0.012	niet-bgt:coupure
Geen	0.012	niet-bgt:duiker
Geen	0.012	niet-bgt:keermuur
Geen	0.012	niet-bgt:luifel
Geen	0.012	niet-bgt:overkluizing
Geen	0.012	niet-bgt:ponton
Geen	0.012	niet-bgt:schuur
Geen	0.012	niet-bgt:toegangstrap
Geen	0.012	open loods
Geen	0.012	open loods:schuur
Geen	0.012	opslagtank
Geen	0.012	overig bouwwerk
Geen	0.012	overige constructie
Geen	0.012	overkapping
Geen	0.012	pand
Geen	0.012	pyloon
Geen	0.012	schuur
Geen	0.012	toegangstrap
Geen	0.012	zand- / zoutbak
Geen	0.016	dek

Infiltratie type	Ruwheid (Manning, 1/N)	BGT Classificatie
Geen	0.016	gesloten verharding
Geen	0.016	gesloten verharding:asfalt
Geen	0.016	kademuur
Geen	0.016	landhoofd
Geen	0.016	muur
Geen	0.016	niet-bgt:benzinstation
Geen	0.016	niet-bgt:bushalte
Geen	0.016	niet-bgt:carpoolplaats
Geen	0.016	niet-bgt:infrastructuur verkeer en vervoer
Geen	0.016	niet-bgt:verzorgingsplaats
Geen	0.016	niet-bgt:voedersilo
Geen	0.016	pijler
Geen	0.016	spoor:(haven)kraan
Geen	0.016	tunneldeel
Geen	0.018	niet-bgt:rooster
Geen	0.02	strekdam
Geen	0.035	bloembak
		niet-bgt:maatschappelijke en/of
Geen	0.035	publieksvoorziening
Geen	0.035	niet-bgt:natuur en landschap
Geen	0.035	niet-bgt:waterbergingsgebied
Geen	0.035	walbescherming
Gras	0.035	geleideconstructie
Gras	0.035	grasland overig
		niet-bgt:functioneel beheer:
Gras	0.035	hondenuitlaatplaats
Grind/Gravel	0.023	half verhard
Grind/Gravel	0.023	half verhard:gravel
Grind/Gravel	0.023	half verhard:grind
Grind/Gravel	0.023	half verhard:puin
Grind/Gravel	0.023	half verhard:schelpen
Grind/Gravel	0.035	half verhard:grasklinkers
Moeras	0.075	moeras
Moeras	0.075	rietland
Spoor	0.025	spoor:sneltram
Spoor	0.025	spoor:tram

Infiltratie type	Ruwheid (Manning, 1/N)	BGT Classificatie	Infiltratie type	Ruwheid (Manning, 1/N)	BGT Classificatie
Spoor	0.025	spoor:trein	Tuinen	0.035	greppel, droge sloot
Stenen of rots	0.012	niet-bgt:geleideconstructie	Tuinen	0.035	groenvoorziening
Stenen of rots	0.012	steiger	Tuinen	0.035	groenvoorziening:gras- en kruidachtigen
Stenen of rots	0.025	faunaraster	Tuinen	0.035	niet-bgt:begraafplaats
Stenen of rots	0.025	niet-bgt:faunavoorziening	Tuinen	0.035	niet-bgt:recreatie: bungalowpark
Stenen of rots	0.025	niet-bgt:wildrooster	Tuinen	0.035	niet-bgt:recreatie: camping
Struikgewas	0.05	groenvoorziening:bodembedekkers	Tuinen	0.035	niet-bgt:recreatie: park
Struikgewas	0.075	groenvoorziening:heesters	Tuinen	0.035	niet-bgt:recreatie: speeltuin
Struikgewas	0.075	groenvoorziening:planten	Tuinen	0.035	niet-bgt:recreatie: sportterrein
Struikgewas	0.075	groenvoorziening:struikrozen	Tuinen	0.035	onverhard:boomschors
Struikgewas	0.075	heide	Tuinen	0.05	oever, slootkant
Struikgewas	0.075	niet-bgt:boomspiegel	Verhard	0.012	open verharding:beton element
Struikgewas	0.075	struiken	Verhard	0.012	open verharding:betonstraatstenen
Struikgewas	0.1	houtwal	Verhard	0.012	open verharding:gebakken klinkers
Struikgewas	0.1	niet-bgt:haag	Verhard	0.012	perron
Struikgewas	0.15	groenvoorziening:bosplantsoen	Verhard	0.012	perron
Tuinen	0.035	duiker	Verhard	0.018	open verharding
Tuinen	0.035	erf	Verhard	0.025	open verharding:sierbestrating
			Verhard	0.025	open verharding:tegels

Tabel 8 Initiële en limiterende infiltratiewaarden conform de NCRS-typeringen

Infiltratieklasse	ID	Infiltratie type	Horton initial (mm/hr)	Horton limiting (mm/hr)	Horton decay (1/hr)	Horton recovery (1/hr)
A	Agricultural - A	Horton	114	24.13	2	0.1
A	Forest - A	Horton	123	26.04	2	0.1
A	Gardens - A	Horton	87	18.42	2	0.1
A	Grassland - A	Horton	105	22.23	2	0.1
A	Gravel Tracks - A	Horton	78	16.51	2	0.1
A	Marsh - A	Horton	73.5	15.56	2	0.1
A	Paved - A	Horton	60	12.7	2	0.1
A	Railway - A	Horton	141	29.85	2	0.1
A	Rock or Quarry - A	Horton	69	14.61	2	0.1
A	Scrub - A	Horton	105	22.23	2	0.1
B	Agricultural - B	Horton	69.77	12.95	2	0.1
B	Forest - B	Horton	77.98	14.48	2	0.1
B	Gardens - B	Horton	45.14	8.38	2	0.1

Infiltratieklasse	ID	Infiltratie type	Horton initial (mm/hr)	Horton limiting (mm/hr)	Horton decay (1/hr)	Horton recovery (1/hr)
B	Grassland - B	Horton	61.56	11.43	2	0.1
B	Gravel Tracks - B	Horton	36.94	6.86	2	0.1
B	Marsh - B	Horton	32.83	6.1	2	0.1
B	Paved - B	Horton	20.52	3.81	2	0.1
B	Railway - B	Horton	94.39	17.53	2	0.1
B	Rock or Quarry - B	Horton	28.73	5.33	2	0.1
B	Scrub - B	Horton	61.56	11.43	2	0.1
C	Agricultural - C	Horton	26.16	5.69	2	0.1
C	Forest - C	Horton	29.97	6.52	2	0.1
C	Gardens - C	Horton	14.74	3.2	2	0.1
C	Grassland - C	Horton	22.36	4.86	2	0.1
C	Gravel Tracks - C	Horton	10.93	2.38	2	0.1
C	Marsh - C	Horton	9.03	1.96	2	0.1
C	Paved - C	Horton	3.31	0.72	2	0.1
C	Railway - C	Horton	37.59	8.17	2	0.1
C	Rock or Quarry - C	Horton	7.12	1.55	2	0.1
C	Scrub - C	Horton	22.36	4.86	2	0.1
D	Agricultural - D	Horton	9.42	3.04	2	0.1
D	Forest - D	Horton	10.94	3.53	2	0.1
D	Gardens - D	Horton	4.87	1.57	2	0.1
D	Grassland - D	Horton	7.91	2.55	2	0.1
D	Gravel Tracks - D	Horton	3.35	1.08	2	0.1
D	Marsh - D	Horton	2.59	0.84	2	0.1
D	Paved - D	Horton	0.31	0.1	2	0.1
D	Railway - D	Horton	13.98	4.51	2	0.1
D	Rock or Quarry - D	Horton	1.83	0.59	2	0.1
D	Scrub - D	Horton	7.91	2.55	2	0.1

Colofon

BERGWATER AMERSFOORT
ANDERS OMGAAN MET HEMELWATER OP DE BERG - ZUID

AUTEUR
Johan Veurink

PROJECTNUMMER
30144193

ONZE REFERENTIE
VAJEFJCC2ANC-274264583-514:1

DATUM
30 mei 2023

STATUS
Definitief

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 63
9400 AB Assen
Nederland

T +31 (0)88 4261 261