



Aveco de Bondt
ingenieursbedrijf

Rapportage Tygron pilot herinrichting
sportpark Zuilense Vecht

Aveco de Bondt BV

Podium 9, 3826 PA Amersfoort
Postbus 2674, 3800 GE Amersfoort
T +31 88 18 66 010
www.avecodebondt.nl

Rapport

project Tygron pilot Zuilense Vecht
projectnummer 194497
projectverantwoordelijke Thijs Visser

datum 28 februari 2020
aantal pagina's 25
referentie 194497_R_CBN_0007

opdrachtgever Gemeente Stichtse Vecht (i.s.m. Gemeente Utrecht en
Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden)
postadres Endelhovenlaan 1
contactpersoon Erik Broeke

status Definitief
versie 2
auteur Christian Bouman

paraaf
gecontroleerd Thijs Visser





Aveco de Bondt
ingenieursbedrijf



Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Projectgebied	5
2.1	Indeling sportpark	5
2.2	Watersysteem	6
3	Werkwijze	9
3.1	Standaard aanpak Tygron modellen	9
3.2	Huidige situatie	9
3.3	Nieuwe situatie	10
4	Resultaten	11
4.1	Water op maaiveld	11
4.1.1	45 mm scenario	11
4.1.2	80 mm scenario	13
4.2	Peilstijging oppervlaktewater	16
4.3	Grondbalans	17
4.4	Effect kunstwerken watersysteem	17
4.4.1	Duikers	17
4.4.2	Gemaal in het noorden	19
5	Conclusies	21
5.1	Bevindingen	21
5.2	Mogelijke maatregelen per aandachtsgebied	21
5.2.1	Aandachtsgebied 1	22
5.2.2	Aandachtsgebied 2	22
5.2.3	Aandachtsgebied 3	22
5.2.4	Parkeerterrein tussen bebouwing Stichtse Vecht	22
5.2.5	Aandachtsgebied 4	22
5.2.6	Aandachtsgebied 5	22
5.2.7	Aandachtsgebied 6	23
6	Procesevaluatie	24
6.1	Verloop van project	24
6.2	Aanbevelingen	24

1 Inleiding

Sportpark Zuilense Vecht ligt in het grensgebied van de gemeentes Utrecht en Stichtse Vecht. Omdat het sportpark in de huidige situatie een versnipperd gebied is, zijn er plannen om dit gebied opnieuw in te richten. Naast het herverdelen van de sportvoorzieningen voor de sportverenigingen, zal er bebouwing worden gerealiseerd in de vorm van een wijk in de gemeente Stichtse Vecht en een wijk in de gemeente Utrecht. Er zal middels een parkzone met mogelijkheden voor recreatie extra sociale waarde aan het gebied worden toegevoegd. De voorgenomen plannen hebben invloed op de ligging van het watersysteem. Van het ontwerp is onduidelijk of hierin voldoende ruimte aanwezig is voor de gewenste klimaatrobuustheid van het systeem en of de gestelde normen van het hoogheemraadschap en de gemeente binnen het nieuwe watersysteem worden behaald.

Om de klimaatrobuustheid van het ontwerp te toetsen heeft Aveco de Bondt door middel van de Tygron software een analyse uitgevoerd. Hierbij zijn de onderstaande vragen en eisen meegenomen:

1. Er mag geen wateroverlast¹ optreden bij een 80 mm bui.
2.
 - a. De peilstijging binnen het watersysteem mag bij een 45 mm bui niet hoger worden dan 30 cm.
 - b. Specifiek voor het woontoren in het Utrechtse deel (bestaande situatie) mag geen verslechtering ten opzichte van de huidige situatie plaatsvinden. Bij voorkeur stijgt het waterpeil bij extreme buien niet meer dan 20 cm en ontstaat er geen verslechterde situatie in relatie tot het huidige ontwerp.
3. De grondbalans moet zoveel mogelijk sluitend gemaakt worden binnen het projectgebied.
4. Het huidige watersysteem is nu opgesplitst in twee delen. Dit wordt nu met elkaar verbonden. Zijn hier een of twee duikers voor nodig?
5. Kan het watersysteem in de nieuwe situatie functioneren zonder gemaal in het noorden?

Middels een ontwerpssessie zijn de bevindingen gedeeld en zijn aanpassingen in het ontwerp voorgesteld. Op basis van de input van de ontwerpssessie is het Tygron model aangepast en worden de nieuwe inzichten in deze notitie gedeeld.

In deze rapportage wordt eerst een beschrijving gegeven van het projectgebied en het watersysteem. Vervolgens wordt de werkwijze toegelicht. Daarna worden de resultaten gedeeld op basis van de meest recente versie van het Tygron model. Per bevinding worden ook mogelijke maatregelrichtingen voorgesteld. Als laatste wordt het doorlopen proces geëvalueerd.

¹Wateroverlast is hier gedefinieerd als water dat tegen gebouwen aanstaat (en op die manier schade veroorzaakt) en water op maaiveld wat hoger is dan 20 cm.

2 Projectgebiet

2.1 Indeling sportpark

Sportpark Zuilense Vecht ligt in het grensgebied van de gemeentes Utrecht en Zuilense Vecht in. In onderstaande afbeelding worden de huidige en de toekomstige indeling van het sportpark weergegeven.



Figuur 1 Huidige indeling van sportpark Zuilense Vecht (bron: HOSPER)



Figuur 2 Voorgestelde nieuwe indeling van sportpark Zuilense Vecht (bron: HOSPER)



In totaal zullen er minder sportvelden komen in de nieuwe situatie. De vrijgekomen ruimte wordt gebruikt voor woningbouw in zowel de gemeente Stichtse Vecht (Noordelijke punt van het projectgebied) als in de gemeente Utrecht (Zuidelijke gedeelte van het projectgebied). Verder wordt er een groene corridor door het midden van het sportpark aangelegd. Hier zullen ook kleine faciliteiten voor recreatief gebruik worden ingericht. De totale oppervlaktes en de veranderingen per landgebruik staan weergegeven in de tabel hieronder.

Tabel 1 Oppervlaktes per landgebruik in de huidige en nieuwe situatie met percentages. De verschillen zijn relatief aan de huidige situatie genomen.

Landgebruik	Huidig (m ²)	Huidig (%)	Nieuw (m ²)	Nieuw (%)	Vershil (m ²)	Vershil (%)
Bebouwing	17.937	5%	33.897	9%	15.960	89%
Sportvelden	185.194	50%	120.301	32%	-64.893	-35%
- Waarvan kunstgras	25.390	7%	72.872	20%	47.482	187%
Verhardingen	37.610	10%	64.656	17%	27.046	72%
Water	16.277	4%	24.219	7%	7.942	49%
Overig	87.804	24%	54.267	15%	-33.537	-38%
Totaal	370.212		370.212			

2.2 Watersysteem

Het watersysteem van het sportpark bestaat in de huidige situatie uit twee delen. Het Utrechtse deel en het Stichtse Vecht deel worden door een weg in het midden van het plangebied fysiek gescheiden. Het noordelijk gedeelte voert water hoofdzakelijk af middels infiltratie. In natte situaties is er de mogelijkheid om aan de noordzijde van het plangebied een pomp te installeren (capaciteit 9 m³/uur) welke water afvoert via een duiker naar de Vecht. Deze pomp zorgt in droge situaties voor extra water toevoer vanuit het noorden. Vanuit het zuidelijke gedeelte wordt het water met een gemaal in het oosten afgevoerd naar de Vecht. Hiervoor dienen twee duikers (rond 800 mm) onder de Burgemeester Norbruislaan. Het hele sportpark ligt in een peilgebied met een vast streefpeil van -0,3 m NAP.² Een schematische weergave van het huidige watersysteem wordt in de onderstaande afbeelding weergegeven.

² In de legger is getoetst op een winterpeil van -0,2 m NAP en een zomerpeil van -0,5 m NAP, maar het waterschap stuurt op een vast streefpeil van -0,3 m NAP.



Figuur 3 Watersysteem met aangegeven stroomrichtingen voor de huidige situatie

In het nieuwe ontwerp zal regenwater in de woonwijken versneld tot afstroming komen vanwege de extra verharding. Om deze reden wordt conform het beleid van gemeenten en het hoogheemraadschap extra berging binnen het plangebied gerealiseerd. Dit wordt grotendeels gedaan in de noordpunt van het plangebied en in het midden. De waterberging in het midden van het plangebied betreft een plas voorzien van enkele eilandjes. In het noorden van het plangebied wordt een groot oppervlaktewater gegraven. De separate watersystemen worden met elkaar verbonden middels 2 duikers. De duiker in het oosten zal ook een spindelschuif hebben, waardoor (afhankelijk van situatie) ervoor gekozen kan worden water rond te pompen. Hierdoor moet de waterkwaliteit tijdens droge tijden verbeteren. Aan de zuidkant wordt een watergang gedempt. Deze watergang heeft in de huidige situatie een groot waterkwaliteitsprobleem en geeft veel geuroverlast. Het water aan de zuidkant wordt in de nieuwe situatie iets noordelijker afgevoerd. Verder worden er extra regenwateruitlaten geplaatst voor de nieuwe woonwijken. In totaal zorgen al deze aanpassingen voor een toename van het oppervlaktewater van circa 8.000 m². De nieuwe indeling van het watersysteem staat in onderstaande afbeelding weergegeven.



Figuur 4 Watersysteem met aangegeven stroomrichtingen voor de nieuwe situatie

3 Werkwijze

3.1 Standaard aanpak Tygron modellen

Voor dit project is gebruik gemaakt van Tygron. Tygron bundelt geodata in een 3D omgeving en daarbij kunnen scenario's gekoppeld worden om bijvoorbeeld wateroverlast in beeld te brengen. Doordat de berekeningen van Tygron op een krachtige server worden uitgevoerd, kunnen scenario's snel worden doorgekend. Voor dit project duurde het doorrekenen van een scenario ongeveer een minuut. Dat maakt Tygron uitermate geschikt om toe te passen in ontwerpssessies.

Er zijn voor dit project twee modellen gemaakt: een model voor de huidige situatie en een model voor de nieuwe situatie. Per model zijn er twee scenario's gebruikt:

- 45 mm per uur: vergelijkbaar met een bui van eens in de 10 jaar ($T=10$)
- 80 mm per uur: vergelijkbaar met een bui van eens in de 100 jaar ($T=100$) en geldt als de toetsbui voor de gemeentes Utrecht en Stichtse Vecht.

De totale simulatietijd is 2 uur. In het eerste uur is de bui gesimuleerd als een sinus en in het tweede uur blijft het droog. In Tygron wordt voor de interactie met de ondergrond per landgebruik een infiltratiecapaciteit aangegeven. Deze infiltratiecapaciteiten zijn leidend voor het infiltreren van regenwater in de ondergrond. Omdat neerslagintensiteiten bij de gebruikte buien de infiltratiecapaciteit ruimschoots overschrijdt, kan gesteld worden dat de infiltratiecapaciteit van de ondergrond voornamelijk invloed heeft op de duur dat water op maaiveld staat. De infiltratiecapaciteiten per landgebruik staan verder uitgewerkt in Bijlage 1.

Per scenario zijn er ook nog verschillende visualisaties waaruit gekozen kan worden binnen de template die Aveco de Bondt gebruikt:

- Risicogebouwen: dit geeft de gebouwen weer waar water mogelijk over de drempel kan stromen en tot overlast kan leiden.
- Maximaal water op maaiveld: dit geeft de maximale hoeveelheid en locaties van water op het maaiveld weer.
- Water op maaiveld: dit geeft per tijdstap de hoeveelheid en locaties van water op het maaiveld weer.
- Oppervlaktestroming: dit geeft aan waar het water naar toe stroomt en vandaan komt.

De volgende stap van de aanpak is om de modellen met de voorlopige resultaten te presenteren tijdens een ontwerpssessie. Hierbij zijn in ieder geval het waterschap, een gemeente en de ontwerpers/architecten aanwezig. De gezamenlijke kennis van deze partijen zorgen voor extra kennis en inzicht over het watersysteem en mogelijke maatregelen om het watersysteem meer klimaatrobuust te maken. Op basis van deze ontwerpssessie worden vervolgens de resultaten, conclusies en maatregelen gerapporteerd.

Voor dit project zijn twee modellen gemaakt. De modelleringswerkwijze hiervan wordt in de komende paragrafen beschreven.

3.2 Huidige situatie

Voor de huidige situatie is de werkwijze van modellering hieronder in stappen weergegeven:

1. Projectgebied selecteren in Tygron.
2. Check op hoogtemodel en watersysteem.



3. Ontbrekende delen aanvullen met geodata.
4. Invoeren van de ontwerpenbuien.
5. Creëren van een informatiepaneel om de waterbalans zichtbaar te maken.

3.3 Nieuwe situatie

Voor de nieuwe situatie wordt het stedenbouwkundig ontwerp vertaald naar een nieuwe inrichting van het plangebied in functies, watersysteem en hoogtekaart. Vanuit het architectenbureau HOSPER is er beschikking over het meest recente ontwerp. Verder wordt op basis van standaard regels een nieuw hoogtemodel gemaakt. De werkwijze is als volgt:

1. Projectgebied selecteren in Tygron.
2. Hoogtemodel³ aanpassen op basis van het plan:
 - a. Stoepen: +0,1 m.
 - b. Wegen: bollend met maximale waarde op 0.05 m.
 - c. Randen bebouwing: 0,2 m.
 - d. Tuinen en parken: aflopend naar stoepen en wegen.
3. Nieuwe watervlakken inladen.
4. Aanvullen watersysteem met nieuwe duikers, regenwateruitlaten en rioleringsgebieden en verwijderen van vervallen elementen.
 - a. De riolering is in beide woningbouwlocaties gemodelleerd als een 'bakje' die 40 mm neerslag in 1 uur kan verwerken. Van deze 40 mm komt 38 mm via regenwateruitlaten in het oppervlaktewater terecht.
5. Invoeren van de ontwerpbuien.
6. Maken van een panel om de waterbalans zichtbaar te maken.
7. Invoegen maatregelen die bij de ontwerpessie toegepast kunnen worden, zoals:
 - a. Aanleggen van extra duikers.
 - b. Aanleggen van een wadi.
 - c. Aanbrengen van plaatselijke verhogingen.

³ Dit hoogtemodel is toegevoegd in Bijlage 2

4 Resultaten

Om de vragen uit de inleiding te beantwoorden zijn er naar de volgende uitkomsten van het Tygron model gekeken:

- Water op maaiveld voor een 45mm en een 80mm bui (vraag 1)
- Waterbalans (vraag 2)
- Grondbalans (vraag 3)
- Effect van kunstwerken in het watersysteem (vraag 4 en 5)

4.1 Water op maaiveld

In de komende paragrafen zijn de figuren voor water op maaiveld weergegeven. Hierbij worden per scenario aandachtsgebieden ten aanzien van water op maaiveld aangegeven. Er wordt naast de diepte van water op maaiveld ook gericht gekeken naar de locatie van het water. Zo wordt bij de beoordeling van de resultaten onder andere rekening gehouden met het risico dat water op maaiveld met zich mee brengt. Dit risico is in geval van water op een weg bijvoorbeeld lager dan water tegen de bebouwing. Met deze beelden wordt antwoord gegeven op de vraag of er wateroverlast ontstaat bij een 45 mm bui (Stichtse Vecht) of een 80 mm bui (Utrecht).

4.1.1 45 mm scenario

4.1.1.1 Huidige situatie

Voor de huidige situatie zijn de resultaten voor water op maaiveld in onderstaande afbeelding weergegeven.



Figuur 5 Maximale waterdieptes op maaiveld voor de huidige situatie in het 45 mm scenario. De groene cirkels geven aandachtsgebieden aan.

Aandachtsgebied 1 betreft een parkeerplaats. Hoewel de waterdieptes niet boven de 20 cm komen in dit scenario, blijft het water op deze plek wel langdurig staan. Dit wordt veroorzaakt

door de lage ligging van de parkeervoorziening en de aanstroom van water uit de omgeving richting de parkeerplaats.

In aandachtsgebied 2 is veel water op maaiveld te zien bij onder andere een parkeerplaats en aanwezige voetpaden. Bij een 45 mm bui treedt mogelijk wateroverlast op bij de sportkantine, doordat water op maaiveld bij de bebouwing meer dan 20 centimeter diep is.

In aandachtsgebied 3 komt de HWA van een deel van het sportcomplex uit. De piekbelasting tijdens de bui zorgt voor een tijdelijke water op maaiveld situatie, waarbij lokaal meer dan 20 cm waterdiepte wordt berekend aan de randen van de watergang. Het water op maaiveld komt niet in de buurt van bebouwing en leidt daarom waarschijnlijk niet tot wateroverlast.

In aandachtsgebied 4 zorgt een combinatie van verhard oppervlak (parkeerterrein), lokale verlagingen en een heg (deze fungeert als een soort dam) voor water op straat. Hierdoor komt het water mogelijk ook tegen het sportcomplex aan.

Het laatste aandachtsgebied, nummer 5, ligt in het zuiden. Hier zijn vooral effecten zichtbaar net buiten het projectgebied. De straat net buiten het projectgebied (Theo Thijssenplein) is het laagste punt. Hierdoor stroomt veel water via het zuiden weg naar deze straat. Verder zijn er een aantal kleine rode vlekken zichtbaar. Dit is water wat zich (ook door de hoogteligging) verzameld tussen de bebouwing en niet weg kan stromen.

4.1.1.2 Nieuwe situatie

De water op maaiveld situatie in de nieuwe situatie is in onderstaande afbeelding weergegeven.



Figuur 6 Maximale waterdieptes op maaiveld in de nieuwe situatie voor het 45mm scenario. De groene cirkels geven gebieden van aandacht aan.



In het algemeen valt op dat de nieuwe situatie een gunstiger beeld geeft dan de huidige situatie met betrekking tot water op maaiveld. De waterdieptes in aandachtsgebieden 1 en 2 zijn lager dan in de huidige situatie. Dit komt doordat de watergang tussen aandachtsgebied 1 en 2 voor een verbeterde afvoer zorgt. Hierdoor staat er minder water op het sportveld in aandachtsgebied 2 en aan de zuidoost kant van het parkeerterrein in aandachtsgebied 1. De kantine in aandachtsgebied 2 ligt op een risicovolle plek met betrekking tot mogelijke wateroverlast, maar de situatie verbetert naar aanleiding van de aanpassingen van het systeem.

Ook in aandachtsgebied 3 treden lagere waterdieptes op in vergelijking met de huidige situatie. Dit komt omdat de regenwaterafvoer niet meer op deze locatie loost. Water blijft wel gemakkelijk staan, vanwege de lagere ligging dan de omgeving. Het leidt hier echter niet tot overlast.

In aandachtsgebied 4 worden lagere waterdieptes gevonden. Doordat de watergangen ten zuidoosten van dit aandachtsgebied verbreed zijn ten opzichte van de huidige situatie, wordt het water rondom de sporthal beter afgevoerd.

In aandachtsgebied 5 worden nog wel pieken van boven de 20 cm gevonden. Dit is voornamelijk te zien bij de aansluiting van de nieuwe weg op het Theo Thijssenplein (in het midden van aandachtsgebied 5). Dit is een van de laagst gelegen verharde oppervlakken van dit aandachtsgebied. Opvallend is dat het totale oppervlak van water op het Theo Thijssenplein wel een stuk kleiner is. Dit komt omdat een deel van het water nu afstroomt richting de weg die voor de nieuwbouwwoningen in het plangebied ligt.

Als laatste is voor de nieuwe situatie ook aandachtsgebied 6 toegevoegd. In dit gebied is veel woningbouw gepland. Er worden waterdieptes hoger dan 20 cm berekend tussen de bebouwing in, waardoor een potentieel risico op wateroverlast ontstaat. Op deze plek komt veel water van twee parkeerpleinen bij elkaar op een laag punt. Daarbij komt het vrij laat tot afstroming naar het zuidoosten.

4.1.2 80 mm scenario

4.1.2.1 Huidige situatie

De resultaten voor water op maaiveld van de huidige situatie in het 80 mm scenario staan in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 7 Maximale waterdieptes op maaiveld in de huidige situatie voor het 80 mm scenario. De groene cirkels geven gebieden van aandacht aan.

De aandachtsgebieden zijn voor het 80 mm scenario in de huidige situatie hetzelfde als voor het 45 mm scenario. De hoeveelheid water op maaiveld is logischerwijs groter dan bij de 45 mm bui. In alle aandachtsgebieden is nu een waterdiepte zichtbaar van meer dan 20 cm. Dit is voor grote delen duidelijk zichtbaar in de aandachtsgebieden 1 en 2. Verder zijn er grote waterdieptes zichtbaar op de sportvelden in aandachtsgebied 2 en ten noordwesten hiervan. In aandachtsgebied 3 is de invloed van de HWA heel duidelijk zichtbaar, dit zorgt voor meer dan 20 cm water op en rond de sloot waar de HWA op loost. Aandachtsgebied 4 liet in het 45 mm scenario al vrij hoge waterdieptes op maaiveld zien en daardoor zijn verschillen niet heel duidelijk zichtbaar in het 80 mm scenario. De waterdiepte op het Theo Thijssenplein in aandachtsgebied 5 is nu ook hoger dan 20 cm.

4.1.2.2 Nieuwe situatie

De resultaten voor water op maaiveld van de nieuwe situatie in het 80 mm scenario staan in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 8 Maximale waterdieptes op maaiveld voor de nieuwe situatie in het 80 mm scenario. De groene cirkels geven gebieden van aandacht aan.

Vergeleken met de huidige situatie zien aandachtsgebieden 1 en 2 er droger uit. Op de parkeerplaats in aandachtsgebied 1 is nog tot 20 cm water te zien, maar de waterdiepte neemt aanzienlijk af ten opzichte van de huidige situatie. In aandachtsgebied 2 is het verschil aanzienlijk. Zowel op het verharde gedeelte rondom de kantine, als op de sportvelden is minder water zichtbaar. Dit verschil is voornamelijk te verklaren door de nieuwe watergang tussen aandachtsgebied 1 en 2.

In aandachtsgebied 3 worden in het verlaagde gebied waterdieptes van 20 cm berekend. De reden hiervoor is al verklaard in paragraaf 4.1.2. Dit water leidt niet tot overlast.

Aanvullend op aandachtsgebieden 1 t/m 3, komt binnen de gemeente Stichtse Vecht nog een 4^e aandachtsgebied naar voren bij een 80 mm bui. Het betreft de parkeervoorziening tussen het nieuwbouwblok aan de zuidzijde. Hier komt tijdens het piek van de bui meer dan 20 cm water op maaiveld te staan. Voor een parkeervoorziening kan dit tijdelijk geaccepteerd worden, maar er dient in het definitief ontwerp rekening mee gehouden te worden dat water niet tegen de bebouwing aan komen te staan.

In aandachtsgebied 4 worden kleinere waterdieptes berekend dan in de huidige situatie. De verbrede watergang ten zuidoosten van aandachtsgebied 4 zorgt hier voor een betere afstroming en berging.

In het zuiden van het projectgebied wordt op een aantal locaties water op maaiveld van meer dan 20 cm diep berekend. In aandachtsgebied 5 en ten noordwesten hiervan staat meer dan 20 cm water op maaiveld op de verhardingen. Voornamelijk de hoogteligging van de nieuwe weg in vergelijking met de bestaande weg ten zuiden en de bestaande woningen ten westen hiervan

zorgt ervoor dat water zich hier verzamelt. Ook verzamelt zich veel water tussen de huizenblokken van de bestaande wijk. Ook dit komt door de lokale hoogteligging in combinatie met de afvoer vanaf de nieuwe weg. Verder wordt er tussen aandachtsgebieden 5 en 6 een grote waterdiepte berekend. Dit heeft geen wateroverlast tot gevolg, omdat dit het park betreft en hier grotere waterdieptes geaccepteerd worden.

Om de effecten in aandachtsgebied 6 nader te duiden is in Figuur 9 een vergrote versie van de locatie weergegeven.



Figuur 9 Ingezoomde afbeelding van de maximale waterdieptes op maaiveld in aandachtsgebied 6

In aandachtsgebied 6 zijn grote waterdieptes zichtbaar. In het 45 mm scenario was dit ook al zichtbaar, maar bij het 80 mm scenario blijft het niet beperkt tot een plas tussen de gebouwen. Het water blijft nu staan en verzamelt zich rondom het meest zuidwestelijke gebouw. Op figuur 9 wordt geen water tegen het gebouw waargenomen, maar de grote hoeveelheid water dichtbij de bebouwing geeft wel een potentieel risico op wateroverlast voor deze hoek van het projectgebied. Hier dient bij de inrichting en het peilenplan van de ontwikkeling rekening mee gehouden te worden.

Voor het plandeel dat in de gemeente Utrecht ligt wordt getoetst op wateroverlast bij een 80 mm bui. Hieruit komt naar voren dat er een aantal aandachtspunten zijn waar in het nieuwe hoogtepian rekening mee gehouden dient te worden. Wateroverlast kan hier voorkomen worden door in de openbare ruimte voldoende waterberging in de groenstructuur of op straat te realiseren en de bebouwing bewust hoger aan te leggen.

4.2 Peilstijging oppervlaktewater

De peilstijging van het oppervlaktewater is voor de huidige en de nieuwe situatie, voor zowel de 45 mm bui als de 80 mm bui, bepaald. Voor de 45 mm bui is de maximaal toelaatbare peilstijging 30 cm. Voor de 80 mm bui zijn er geen eisen gesteld aan de peilstijging. Wel wordt er gekeken naar de peilopzet nabij een woontoren in het Utrechtse deel van het plangebied. De gemiddelde peilstijging binnen het plangebied en de absolute peilstijging nabij de woontoren zijn voor beide situaties en buien weergegeven in onderstaande tabel.



Tabel 2: Peilstijging binnen plangebied en bij de woontoren voor het 45 en 80 mm scenario

	Huidig		Toekomstig	
	45 mm	80 mm	45 mm	80 mm
Gemiddelde peilstijging binnen plangebied [m]	0,27	0,57	0,27	0,52
Absolute peilstijging nabij woontoren [m]	0,22	0,62	0,28	0,53

Zichtbaar is dat de peilstijging bij de 45 mm bui onder de 30 cm blijft. Daarnaast neemt de peilstijging bij de 80 mm bui af ten opzichte van de huidige situatie. Bij de woontoren neemt de peilstijging bij een 45 mm bui toe tot boven 20 cm. Dit wordt veroorzaakt door de locatie van de regenwateruitlaat. Geadviseerd wordt om de HWA uit te laten komen in de watergang ten noordwesten van de bebouwing, in plaats van ten noordoosten van de bebouwing.

4.3 Grondbalans

Voor de grondbalans is uitgegaan van een halve meter ontgraven per kunstgrasveld en een meter per bebouwing. Voor het meenemen van de maaiveldhoogte is het verschil van de gemiddelde maaiveldhoogte van zowel de huidige als de nieuwe inrichting bepaald en vermenigvuldigd over het totale oppervlak van het projectgebied. Dit betekent dat alle werkzaamheden daarin meegenomen worden; zowel de extra gegraven watergangen als de lokale ophoging om water oppervlakkig af te laten stromen. Dit geeft de onderstaande resultaten.

Tabel 3 Berekening vrijgekomen grond

Soort	Hoogte (m)	Oppervlak (m ²)	Totaal (m ³)
Gemiddeld hoogteverschil plannen	0,05	370.212	18.511
Ontgraven kunstgras	0,5	47.482	23.741
Ontgraven bebouwing	1	15.960	15.960
Totaal			58.212

De totale hoeveelheid vrijgekomen grond binnen dit plan is op basis van deze indicatieve berekening ca. 60.000 m³. Als dit over het gehele plangebied wordt verspreid betreft dit een ophoging van ca. 16 cm. Uiteraard kan dit niet overal, waardoor lokaal meer ophoging gevraagd wordt. Wanneer dit alleen verwerkt dient te worden op de bouwvlakken, is een gemiddelde ophoging van ca. 1,2 meter benodigd. Dit leidt ertoe dat een gesloten grondbalans een opgave is waar meer aandacht aan besteed dient te worden om deze in het ontwerp te realiseren.

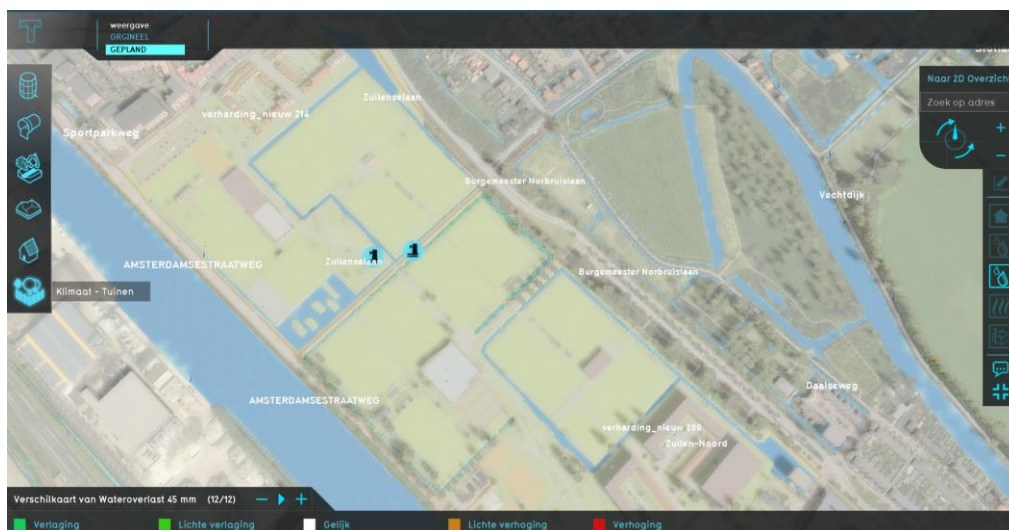
4.4 Effect kunstwerken watersysteem

Vraag 4 uit de inleiding gaat in op het koppelen van de 2 losse watersystemen met duikers. Hier wordt specifiek gekeken naar de locatie en het aantal duikers om de watersystemen te verbinden. Vraag 5 uit de inleiding gaat in op het gemaal in het noorden van het plangebied.

4.4.1 Duikers

Voor zowel een situatie met 2 duikers als een situatie met 1 duiker is in Tygron het verschil voor water op maaiveld uitgerekend. Dit verschil is weergegeven voor zowel de 45 mm als de 80 mm bui. De figuren laten in deze paragraaf laten het verschil tussen 1 duiker en 2 duikers zien. Groene delen laten een verlaging van water op maaiveld zien ten opzichte van het ontwerp met 1 duiker. Oranje en rode plekken laten een verhoging zien ten opzichte van het ontwerp met 1 duiker.

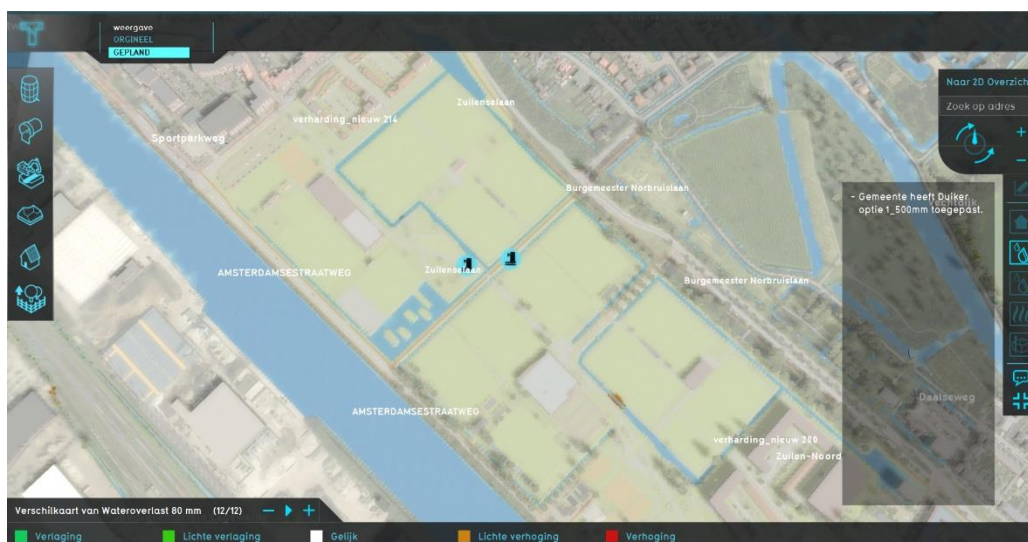
In onderstaande figuur is het verschil weergegeven voor de 45 mm bui.



Figuur 10 Tygron visualisatie van het verschil tussen het ontwerp met een duiker en het ontwerp met twee duikers voor de 45 mm bui.

Zoals de figuur al laat zien maakt de tweede duiker voor de 45 mm bui geen verschil in termen van waterkwantiteit.

In onderstaande figuur is het verschil weergegeven voor de 80 mm bui.



Figuur 11 Tygron visualisatie van het verschil tussen het ontwerp met een duiker en het ontwerp met twee duikers voor de 80 mm bui.

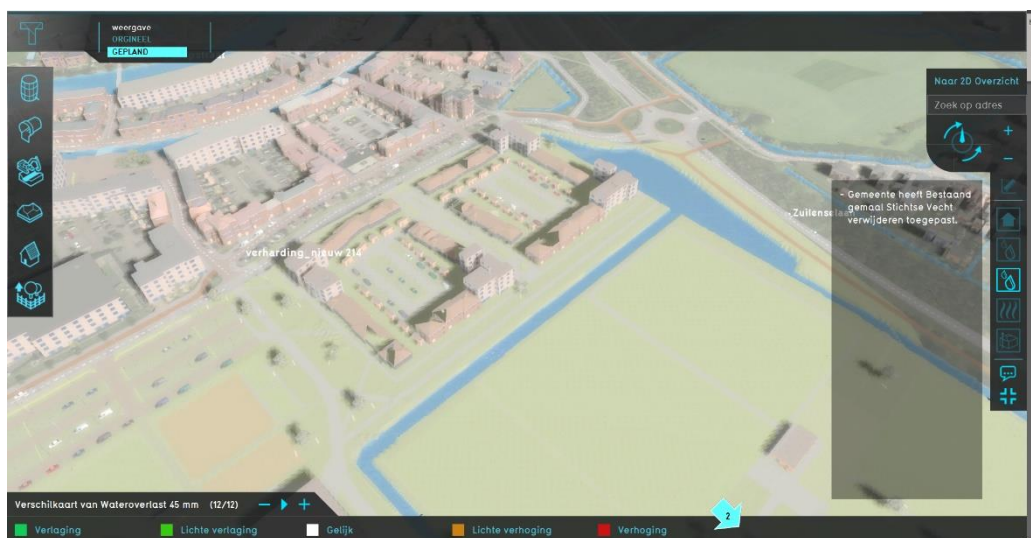
Ook voor de 80 mm bui maakt de tweede duiker voor de totale water op maaiveld situatie geen verschil zichtbaar met betrekking tot waterkwantiteit.

Het aantal duikers kan wel effect hebben op de waterkwaliteit en de doorspoeling van het watersysteem. Bij afvoer van regenwater heeft de situatie met 1 duiker een betere

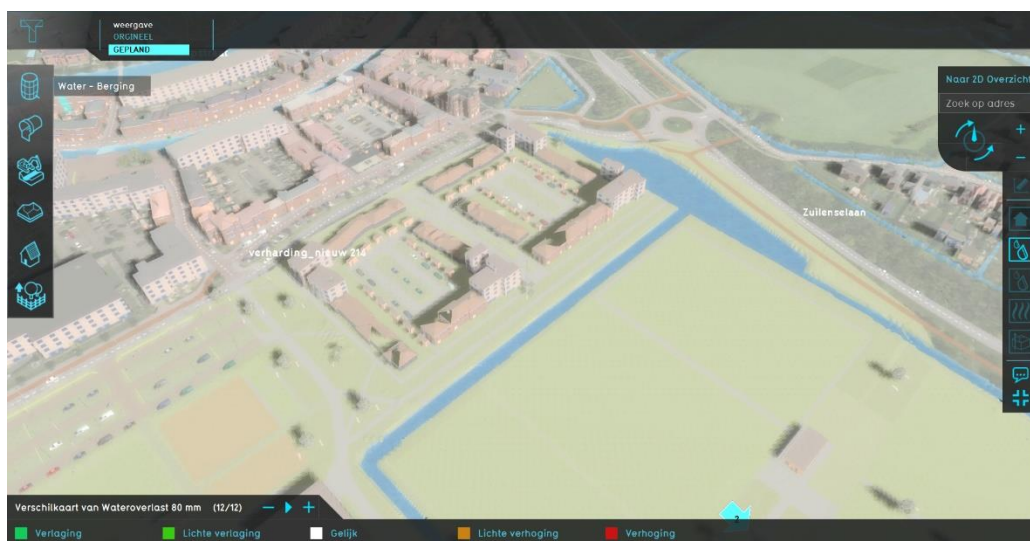
doorspoelfunctie voor het watersysteem dan het ontwerp met 2 duikers. De reden hiervoor is dat de afvoer van regenwater door het hele systeem ten noorden van de huidige scheiding stroomt. De waterkwaliteit voor de droge situatie is in dit model niet geanalyseerd in het model. Globaal kan hierover gezegd worden dat het in de droge situatie de voorkeur heeft om met behulp van twee duikers het water rond te laten pompen. Als het gaat om doorspoeling na een regenbui heeft één duiker de voorkeur. Er wordt geadviseerd om 2 duikers toe te passen, waarbij de meest oostelijke duiker een spindelschuif bevat. Op die manier wordt het systeem ingericht voor verschillende omstandigheden.

4.4.2 *Gemaal in het noorden*

Het verschil tussen de situatie met gemaal en zonder gemaal is hieronder weergegeven voor de 45 mm en de 80 mm bui. Er is wat meer ingezoomd op het noorden, omdat er verwacht wordt dat de effecten van het gemaal zichtbaar kunnen zijn in dit gedeelte van het projectgebied.



Figuur 12 Tygron visualisatie van het verschil tussen het ontwerp met gemaal in het noorden en zonder gemaal in het noorden voor de 45 mm bui.



Figuur 13 Tygron visualisatie van het verschil tussen het ontwerp met gemaal in het noorden en zonder gemaal in het noorden voor de 80 mm bui.

In zowel het 45 als het 80 mm scenario is geen verschil zichtbaar. Dit kan verklaard worden door de lage capaciteit van het gemaal ($9 \text{ m}^3/\text{uur}$) in relatie tot de piekbuien waarmee getest wordt. Deze capaciteit is namelijk te laag om water op maaiveld tijdens een extreme bui te voorkomen. Het gemaal heeft meer invloed op de 'normale situatie'. Door de relatief grote afstand van het uiteinde van het watersysteem tot het gemaal bij de Vecht kan het in de zomer voorkomen dat er door begroeiing in de watergang meer opstuwning plaatsvindt en het waterpeil tot enkele decimeters hoger staat dan streefpeil. Het gemaal in het noorden van het plangebied kan dit effect voorkomen door hier het systeem op peil te houden. Voor piekbuien is er geen verschil.

5 Conclusies

5.1 Bevindingen

Over het algemeen zorgt het nieuwe ontwerp voor een robuuster watersysteem dan in de huidige situatie. Het totale plan zorgt in de 45 mm bui niet voor een peilstijging hoger dan 30 cm. Specifiek voor de woontoren wordt de peilstijging wel hoger (22 cm tegenover 28 cm).

Per aandachtsgebied is de waterdiepte op maaiveld geanalyseerd. In het Stichtse Vecht deel is vooral aandachtsgebied 3 een punt van aandacht. De laagte die ter plaatse van de voormalige sloot ligt zorgt ervoor dat water in zowel de 45 mm bui als in de 80 mm bui verzameld wordt en slecht tot afstroming komt. In de 80 mm bui stroomt zelfs water van de zuidelijk gelegen parkeerplaats naar deze laagte toe. Als laatste is het nieuwe parkeerterrein tussen de bebouwing een aandachtspunt. Een verhoogde rand van het parkeerterrein zal ervoor zorgen dat het water niet tegen de bebouwing aankomt.

In het Utrechtse deel ligt het aandachtspunt bij de laagtes rondom de geplande bebouwing. Hoewel het water hier niet tegen de bebouwing aan staat, vormt dit wel een risico voor wateroverlast. In deelgebied 5 zorgt teveel water op de weg voor afstroming naar omliggende wijken. Dit zorgt vooral aan de westkant buiten het plangebied voor wateroverlast.

In het nieuwe plan is veel ruimte voor water, waardoor er ook meer grond vrijkomt. De versimpelde berekening die in deze notitie is uitgevoerd geeft een schatting van iets minder dan 60.000 m³. Dit is een aanzienlijke hoeveelheid wat ook van invloed zal zijn op de kosten voor de realisatie van de herinrichting van het sportpark. Geadviseerd wordt om ruimte te zoeken om de bouwvlakken op te hogen en mogelijk de aangrenzende laagtes bij de parkeerplaats in het Stichtse Vecht deel en het Theo Thijssenplein in het Utrechtse deel op te hogen.

De analyse van de duikers heeft inzichtelijk gemaakt dat het voor waterkwantiteit geen verschil maakt of er een of twee duikers gebruikt worden. Vanwege waterkwaliteit wordt geadviseerd om 2 duikers toe te passen, waarvan de meest oostelijke duiker een spindelschuif bevat. Zo kan in de natte situatie doorspoeling verzorgd worden (situatie met een duiker) en in de droge situatie water rondgepompt worden (situatie met twee duikers).

Als laatste is ook het gemaal in het noorden beschouwd. Door de lage capaciteit van dit gemaal is er geen verschil waargenomen voor zowel de 45 mm als de 80 mm bui. In het nieuwe ontwerp is het niet noodzakelijk om dit gemaal te behouden.

Aanbevolen wordt om de ondergrondse regenwaterafvoer (HWA-stelsel) nader te ontwerpen met behulp van een gespecialiseerd model voor hydraulische berekeningen (bijvoorbeeld Infoworks of Sobek). Hierbij dient rekening gehouden te worden met de capaciteit die de riolering in deze studie als uitgangspunt heeft meegekregen. Dit betreft 40 mm capaciteit zonder water op maaiveld.

5.2 Mogelijke maatregelen per aandachtsgebied

In het voorgaande zijn de bevindingen weergegeven. In dit gedeelte worden maatregelen aangedragen die het nieuwe ontwerp meer robuust maakt voor klimaatverandering.



5.2.1 Aandachtsgebied 1

Het water op maaiveld in dit aandachtsgebied komt voornamelijk door de grote hoeveelheid verharding van de parkeerplaats en de lage ligging. Een goede maatregel kan zijn door een verhang aan te brengen bij de verharde gedeelten zodat water sneller afgevoerd wordt naar het dichtstbijzijnde oppervlaktewater. Daarnaast kan water richting het nieuwe park gestuurd worden. Hiervoor kan overgebleven grond gebruikt worden.

5.2.2 Aandachtsgebied 2

De kans op mogelijke wateroverlast is in het nieuwe ontwerp al een stuk afgenomen. Om dit gebied ook voor een 80 mm bui robuust te maken kunnen aanpassingen in het straatpeil worden aangebracht om afstroming naar de groenzones te verbeteren.

5.2.3 Aandachtsgebied 3

Om te voorkomen dat water zich gaat verzamelen in het lager gelegen gedeelte in aandachtsgebied 3 kunnen er twee maatregelen genomen worden. De eerste optie is om het maaiveld iets verder te verhogen met vrijgekomen grond zodat dit geen lokale laagte is. Het risico hiervan is dat water zich dan op andere laagten in het gebied gaat verzamelen. Een tweede optie is om het negatieve secundaire effect van toestroom vanaf de parkeerplaats in het 80 mm scenario te voorkomen door te spelen met de hoogteligging van deze parkeerplaats. Daarbij kan gedacht worden aan een hellende ligging waardoor water afstroomt naar de waterpartij in het zuiden (waterberging met eilandjes) of door middel van kleine dammetjes in het noorden van de parkeerplaats zodat het water niet naar het lager gelegen gebied toestroomt. Dit vereist echter het opbreken van de bestaande bestrating, wat vanzelfsprekend extra kosten met zich mee brengt.

5.2.4 Parkeerterrein tussen bebouwing Stichtse Vecht

Als extra aandachtsgebied in het noorden is later nog het parkeerterrein tussen de bebouwing toegevoegd. Hier vormt een waterdiepte van 20 cm een risico voor schade aan de bebouwing. Om te voorkomen dat er schade optreedt aan de bebouwing is een hoge rand rondom het parkeerterrein een goede oplossing. Bij deze oplossing moet men wel de afweging maken of deze waterdiepte acceptabel is.

5.2.5 Aandachtsgebied 4

Aandachtsgebied 4 krijgt in het nieuwe ontwerp minder water op maaiveld dan in de huidige situatie. Het water dat zich verzamelt achter het sportcomplex is echter nog wel een punt van aandacht. Een optie is om de hoogteligging van de verharding aan te passen, zodat wordt afgevoerd richting de groenzones en de watergang. Een ondergrondse oplossing wordt voor de verwerking van extreme neerslag niet geadviseerd.

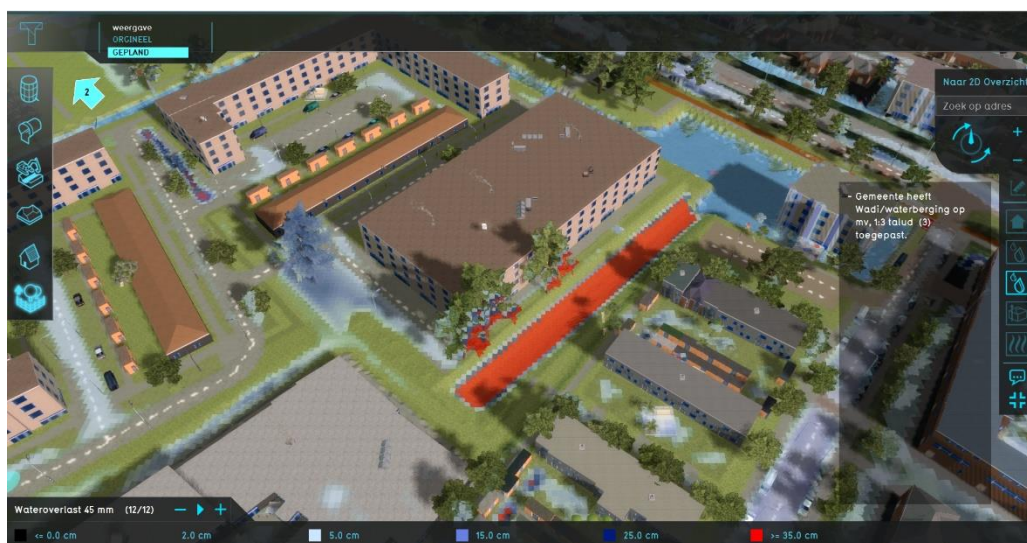
5.2.6 Aandachtsgebied 5

De aandachtspunten voor dit deelgebied zijn van toepassing voor het 80 mm scenario. Het water wat in het 45 mm scenario nog opgevangen kon worden door de nieuw aan te leggen weg stroomt nu verder af richting de omliggende wijken. Meer afvoeren is daarom ook geen optie. Er is gekeken naar opties voor waterberging. In de ontwerpsessie kwam naar voren dat er een driehoek grond vrijkomt in dit gebied welke voor dat doel gebruikt kan worden. Water bergen kan door middel van plaatselijk groen of door het aanbrengen van een verlaging in het maaiveld. Het nadeel van de tweede optie is dat er grond vrijkomt wat ook weer verwerkt moet worden. Een andere optie is het keren van water dat afkomstig is van het Theo Thijssenplein. Dit

kan door toepassing van een verkeersdrempel. Het nadeel van deze oplossing is dat de situatie op het Theo Thijssenplein gelijk blijft of verslechterd.

5.2.7 Aandachtsgebied 6

In dit aandachtsgebied zijn de laagtes rondom de bebouwing een punt van aandacht. Een van de maatregelen is inmiddels ook al deel van het ontwerp geworden: een wadi op de locatie van de huidige zuidoostelijke watergang. Dit is tijdens de ontwerpessie gevisualiseerd (zie onderstaande figuur) en laat zien dat er berging optreedt tijdens een extreme regenbui.



Figuur 14 Een volle wadi tijdens een extreme bui. Dit zorgt voor minder wateroverlast rond de bebouwing.

Om de wadi efficiënt te benutten wordt aangeraden om de verharde oppervlaktes te laten aflopen richting deze wadi, zodat het water zich niet verzamelt tussen de bebouwing. Afhankelijk van het talud van de wadi kunnen (natuur)stenen aan de instroomzijde uitspoeling voorkomen. Verder kan er altijd een oplossing gezocht worden in het gebruik van een verhang van het maaiveld of het verhogen van het maaiveld afhankelijk van aanpassingen naar het definitieve ontwerp.

6 Procesevaluatie

Naast de inhoudelijke rapportage die hiervoor beschreven is, is de evaluatie van het proces een belangrijk onderdeel van de Tygron projecten van Aveco de Bondt. Hier wordt kort stilgestaan bij het verloop van het project en een aantal aanbevelingen die hieruit volgen.

6.1 Verloop van project

De doorlopen stappen tijdens dit project zijn:

1. Project Start Up
2. Uitwerking van het model
3. Ontwerpsessie
4. Toepassen wijzigingen in het model
5. Tussentijdse aanbevelingen
6. Rapportage
7. Bespreking rapportage

Bij aanvang van het project is een project start-up gehouden waarbij HDSR, de gemeente Stichtse Vecht en Aveco de Bondt aanwezig waren. Het doel van deze start-up is om eisen, wensen en verwachtingen helder te krijgen voor alle partijen. Een belangrijk resultaat uit dit overleg zijn de vragen zoals in de inleiding beschreven. Verder is dit overleg een belangrijk moment bij het vaststellen van uitgangspunten, randvoorwaarden en het ontwerp voor het Tygron model. De project start up was op 2 december 2019 en de ontwerpsessie werd gepland op 19 december.

De uitwerking van het Tygron model is conform hoofdstuk 3 uitgevoerd.

Bij de ontwerpsessie waren HDSR, de gemeente Stichtse Vecht, de gemeente Utrecht, architectenbureau HOSPER en Aveco de Bondt aanwezig. Het doel van de ontwerpsessie is om op basis van het gemaakte model knelpunten te identificeren en daar mogelijke oplossingsrichtingen voor te ontwerpen. Hierbij kunnen alle stakeholders input geven. De oplossingsrichtingen worden direct in het model gezet, zodat de effecten direct zichtbaar zijn. Al vrij snel tijdens de ontwerpsessie werd duidelijk dat het ontwerp in Tygron niet volledig overeen kwam met het meest recente ontwerp van HOSPER. Dit ging ten koste van de kwaliteit van de ontwerpsessie en de mogelijkheid om oplossingsrichtingen te ontwerpen. De wijzigingen in het ontwerp zijn in de pauze als maatregel in het model toegevoegd waardoor het nieuwe ontwerp tijdens de ontwerpsessie op hoofdlijnen toetsbaar werd.

Na de ontwerpsessie zijn de aanpassingen in het ontwerp in Tygron doorgevoerd en is het correcte model gebruikt om voorliggende rapportage op te stellen. Voor het gereed komen van de rapportage zijn nog tussentijdse bevindingen afgestemd, zodat het ontwerpproces geen vertraging opliep.

6.2 Aanbevelingen

In dit project heeft de beperkt beschikbare tijd een grote factor gespeeld. In totaal was ca. 2 weken beschikbaar om de benodigde informatie te verzamelen en het model op te bouwen. Dat heeft effect gehad op de ontwerpsessie. Tijdens de ontwerpsessie bleek namelijk dat het gemodelleerde ontwerp niet de meest recente versie was. Hierdoor ging het eerste deel van de

ontwerpsessie voornamelijk over het model zelf in plaats van over mogelijke maatregelen en kon de stap naar klimaatmaatregelen niet gemaakt worden. Dit laat zien dat een oefensessie essentieel is om tot een kwalitatief goed model te komen voor een ontwerpsessie. Deze oefensessie dient in komende Tygron projecten standaard onderdeel te zijn van de planning om uiteindelijk tot een goed resultaat te komen.

Om snelle data uitwisseling te bevorderen wordt het aanbevolen om ook de ontwerpers al in een vroeg stadium (mogelijk al bij de project start up) te betrekken. Op deze wijze wordt voorkomen dat een verouderde versie van het ontwerp voor komt te liggen.

Een positief punt van de ontwerpsessie in dit project was de opkomst (alle beoogde stakeholders waren aanwezig). Hierdoor ontstond er tijdens de ontwerpsessie een constructieve discussie over klimaat robuust ontwerpen en inpassingen in het ontwerp. Ook zorgde de ontwerpsessie voor de uitwisseling van gegevens over het watersysteem. Dit was voornamelijk tussen de beide gemeentes en HDSR. Hierdoor werd er uiteindelijk ook meer duidelijk over de huidige ligging van duikers, regenwateruitlaten en watergangen. Een aanbeveling die hieruit volgt is dat het een positief effect heeft om op zijn minst betrokken personen van gemeentes, waterschappen en ontwerp bureaus bij elkaar te hebben zodat er een interactie op gang komt en bredere systeemkennis ontstaat.

Als laatste heeft er nog een integraal overleg tussen de beide gemeentes, het hoogheemraadschap en Aveco de Bondt plaatsgevonden. Hierbij werd de rapportage doorlopen en definitief gemaakt met inachtneming van een aantal vragen. Achteraf bleek dat de projectleider van het Utrechtse deel niet deelgenomen had aan de ontwerpsessie. Doordat deze afstemming ontbrak en het proces inmiddels twee maanden verder was, kwam er nog veel informatie bij wat niet meer verwerkt kon worden in deze rapportage. Een ruimtelijke ontwikkeling veranderd in deze fase nog veel en daardoor is het lastig om definitieve uitspraken te doen over het ontwerp. Tijdens het integrale overleg is er ook geconstateerd dat veranderingen in de geplande woonwijken grote consequenties hebben voor de hoogteligging waardoor (vooral in het Utrechtse deel) het onzeker is of het oppervlakkig afstromen zal plaatsvinden zoals in deze rapportage beschreven. Het is dus belangrijk om te beseffen dat deze rapportage gebaseerd is op de gegevens van 19 december 2019, waarbij het totale sportpark in acht is genomen. Lokale wijzigingen na 19 december 2019 aan bebouwing op gemeentelijk niveau zijn hierin niet meegenomen.



Bijlage 1 Infiltratiecapaciteiten per landgebruik

In Tygron wordt tijdens extreme buien gebruikt gemaakt van de infiltratiecapaciteiten van de ondergrond. Hieronder staat voor een aantal soorten landgebruik de infiltratiecapaciteit (m/dag) weergegeven.

Tabel 4 Infiltratiecapaciteiten in Tygron per landgebruik

Landgebruik	Infiltratiecapaciteit (m/dag)
Bebouwing	0
Gras (van parken)	1
Sportveld	2
Tuinen	0,5
Verhardingen	0



Bijlage 2 Hoogtemodel nieuwe situatie

Voor de nieuwe situatie is het hoogtemodel aangepast conform de regels die in paragraaf 3.3 ad 2 zijn gegeven. Het hoogtemodel voor de wijken in de nieuwe situatie is hieronder weergegeven.



Figuur 15 Hoogtemodel voor de nieuwe situatie.