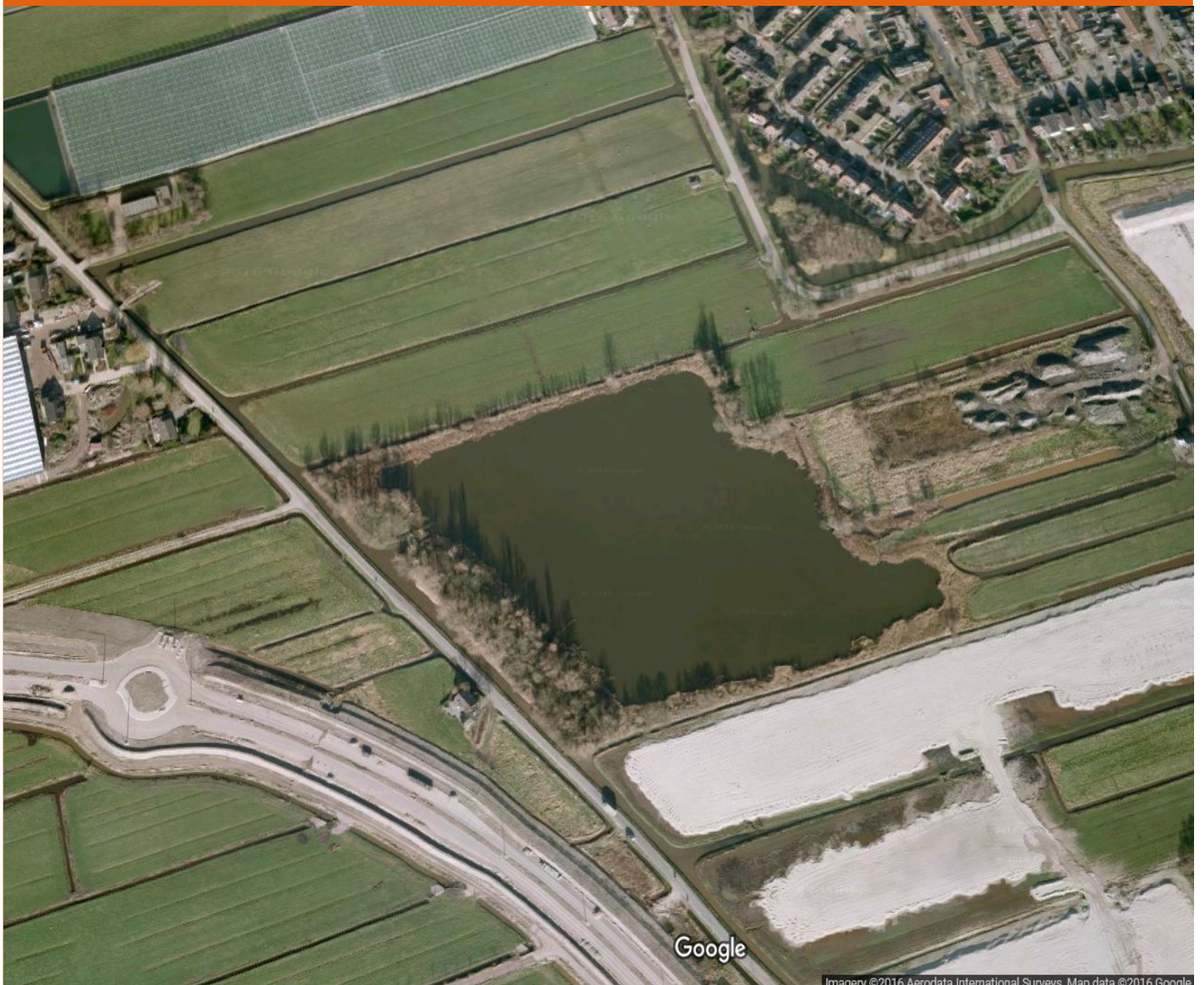


AANVOERTRACÉ GEMAAL KEIJZERSHOF

Variantenstudie naar de benodigde waterstructuur

20 JUNI 2016



Contactpersonen

ARJON BUIJERT
Specialist Waterbeheer

T +31627062451
M +31627062451
E arjon.buijert@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 56825
1040 AV Amsterdam
Nederland

INHOUDSOPGAVE

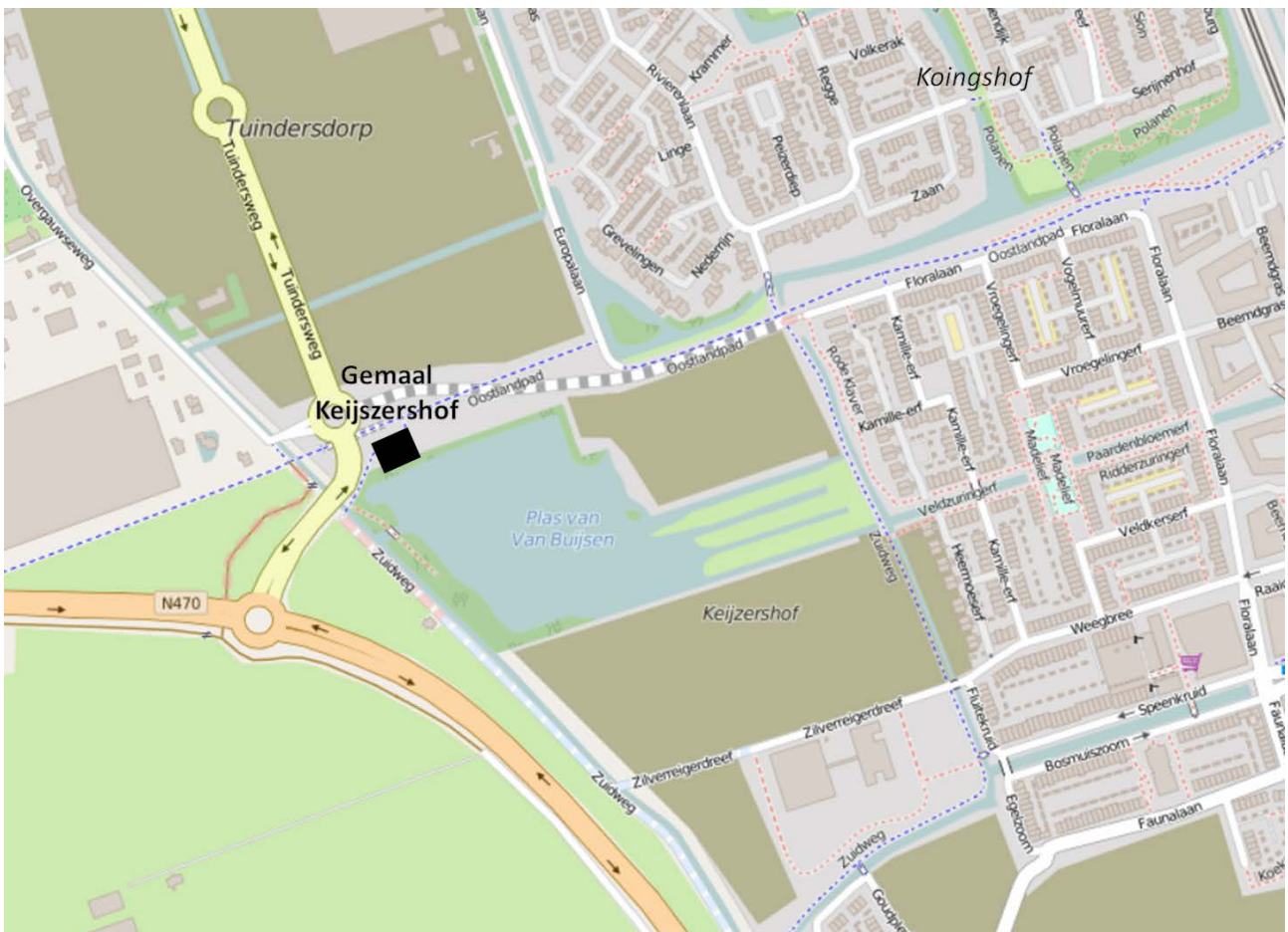
1	INLEIDING	4
2	VARIANTEN	5
3	UITWERKEN WATERSYSTEEM VARIANTEN	7
3.1	Principe profielen	7
3.2	Watersysteem	7
4	FUNCTIONEREN WATERSYSTEEM	13
5	TOETSING	16
5.1	Norm afvoer	16
5.2	Piekwaterstanden	17
6	CONCLUSIES EN SAMENVATTING MAATREGELEN	18

1 INLEIDING

In het zuiden van Pijnacker wordt de wijk Keijzershof ontwikkeld. Onderdeel van deze ontwikkeling is het realiseren van een nieuw watersysteem, het ophogen van het bestaande maaiveld en het bouwrijp maken van de woongebieden. Parallel aan deze ontwikkelingen is er door Delfland een nieuw poldergemaal gerealiseerd (gemaal Keijzershof, 2015). Dit gemaal lost op het alternatieve afvoertracé en vervangt gemaal Overgawseweg.

Ter voorbereiding op deze ontwikkeling is een waterhuishoudingsplan opgesteld (Herziening wateropgave Pijnacker Zuid, 2013). De gemeente Pijnacker-Nootdorp is nu bezig met het actualiseren van de visie op de ontwikkeling van Pijnacker-Zuid/Keijzershof. Hiervoor zijn twee ontwerpen opgesteld, waarin de Plas van Van Buijsen behouden kan blijven (HS7 en A1). De hiervoor benodigde waterstructuur moet ingepast worden in het stedenbouwkundig ontwerp. Hiervoor is ook de geplande waterstructuur aangepast. Daarnaast is er een variant uitgewerkt op ontwerp A1, waarbij gebruik gemaakt wordt van een bestaande duiker onder de Europalaan. Het totale wateroppervlak in alle ontwerpen komt nagenoeg overeen met het in de Watersysteemanalyse Oude Polder van Pijnacker (2015) getoetste oppervlak.

Deze aanpassing van de waterstructuur heeft gevolgen voor het totale watersysteem. Deze rapportage maakt inzichtelijk wat het benodigde profiel (en ruimtebeslag) is van de watergang naar het gemaal om te voldoen aan het beleid en de wensen van Delfland. Daarnaast wordt inzichtelijk gemaakt welke kunstwerken er aangepast moeten worden in verband met de verschillende varianten. Deze maatregelen zijn voorbesproken met een hydroloog en beheerder van Het Hoogheemraadschap van Delfland om zo tot evenwichtige varianten te komen met voldoende draagvlak binnen het waterschap. Op basis van het beschreven watersysteem kan door de gemeente een kostenraming gemaakt worden voor alle varianten en kan een voorkeursvariant geselecteerd worden.



Figuur 1: De omgeving van Gemaal Keijzershof (bron: OpenStreetMap)

2 VARIANTEN

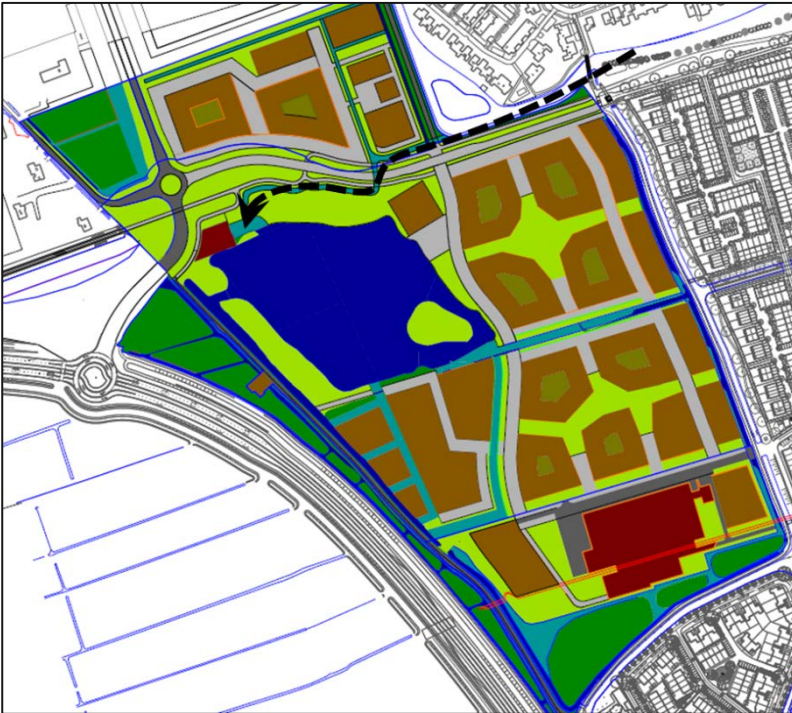
Het oorspronkelijke aanvoertracé loopt langs de noordkant van de Plas van Van Buijsen. In verband met de waterkwaliteit (en de hydrologie) is het wenselijk om het aanvoertracé en de plas van elkaar te scheiden. De gemeente Pijnacker-Nootdorp heeft daarom drie varianten ontwikkeld, waarbij het aanvoertracé om de plas wordt geleid.

In de basisvariant (HS7) wordt er zoveel mogelijk gebruik gemaakt van het in het waterhuishoudingsplan vastgelegde watersysteem. Het water stroomt hierbij langs de zuidkant van de plas en stroomt door de wijk Keijzershof. De geplande watergangen in de wijk zijn relatief smal. Het water kan echter wel via verschillende watergangen naar het gemaal stromen (een vermaasd watersysteem).



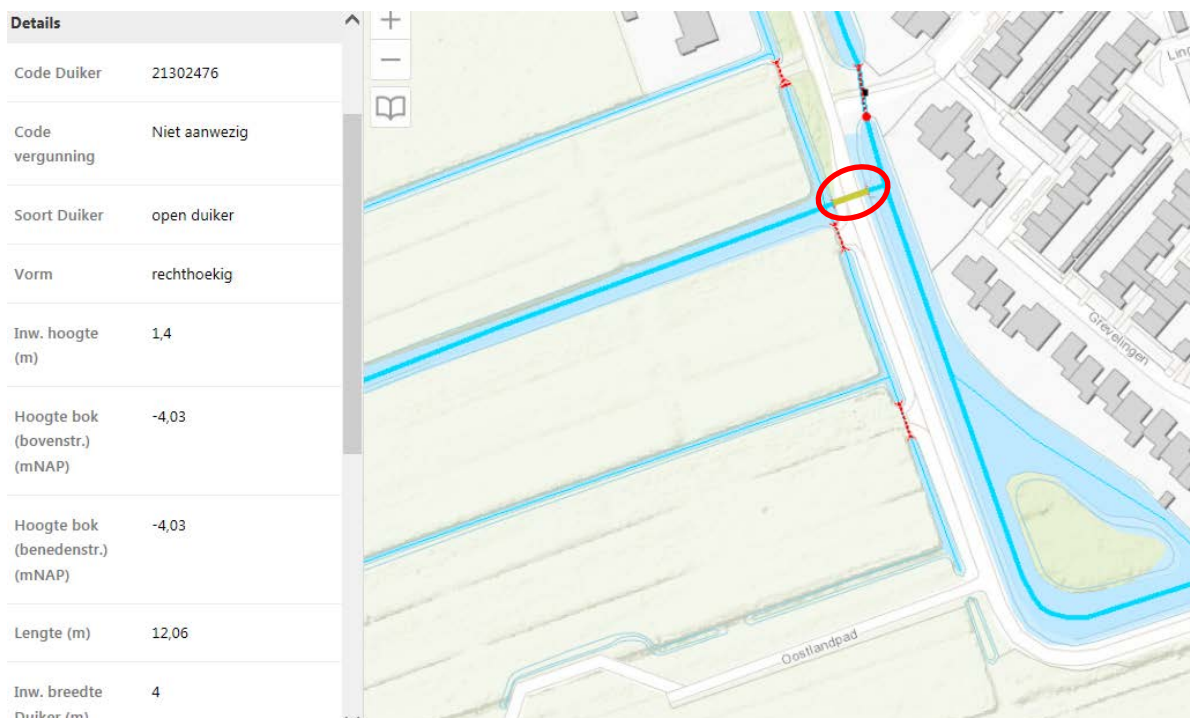
Figuur 2: Variant HS7 van het watersysteem van Keijzershof

In de tweede variant (A1) wordt er een nieuwe verbinding gerealiseerd ten noorden van de Plas van Van Buijsen. Hiervoor moet de Europalaan gekruist worden. Langs deze weg liggen kabels en leidingen, waardoor deze kruising relatief kostbaar is. De afvoerroute is wel relatief kort en eenvoudig.



Figuur 3: Variant A1 van het watersysteem van Keijzershof

Een variant op A1 (A1b) bestaat grotendeels uit de zelfde afvoerroute. Echter in plaats van de nieuwe verbinding onder de Europalaan/Oostlandpad wordt er gebruik gemaakt van een bestaande duiker (Figuur 4). Deze rechthoekige duiker heeft een breedte van 4,0 meter en ligt bij de bovenkant van het flexibele peil 0,88 m onder water. Deze duiker wordt in de huidige situatie gebruikt als primaire afvoerroute. Ten opzichte van variant A1 neemt de lengte van het afvoertacé echter toe met 2x 150 m.



Figuur 4: Locatie en afmetingen van de bestaande duiker onder de Europalaan (bron: geoportaal Delfland).

3 UITWERKEN WATERSYSTEEM VARIANTEN

3.1 Principe profielen

De voorgestelde varianten zijn uitgewerkt tot goed functionerende watersystemen. Hiervoor zijn verschillende principeprofielen uitgewerkt.

De eerste profielen gaan er vanuit dat het volledige debiet van het gemaal door het profiel zal stromen. Dit komt neer op een debiet van 0,7 m³/s. Variant HS7 bestaat deels uit een vermaasd watersysteem. Langs de plas stroomt het volledige debiet, waarna het watersysteem zich vertakt. Voor deze watergangen is aangenomen dat het debiet gelijkmatig verdeeld wordt over minimaal twee watergangen. Dit resulteert in een debiet van 0,35 m³/s. De hieruit afgeleide profielen (Tabel 1) voldoen aan de uitgangspunten van Delfland met betrekking tot de maximale stroomsnelheid (0,2 m/s) en het maximale verhang (4,0 cm/km).

Tabel 1: Basisprofielen voor nieuwe watergangen

ID	Debiet (m ³ /s)	Type	Oppervlak (m ²)	Talud	Bodembreedte (m)	Waterbreedte (m)	Diepte* (m)
1	0,70	Natuurlijk	8,0	1:3	5,0	11,0	1,0
2		Beschoeid	8,0	-	8,0	8,0	1,0
3	0,35	Natuurlijk	5,0	1:3	3,0	8,0	1,0
4		Beschoeid	5,0	-	5,0	5,0	1,0

*Ten opzichte van de bovenkant flexibel peil (NAP -3,15m) Tijdens de realisatie dient 0,1 m overdiepte gerealiseerd te worden i.v.m. de aanwas van bagger.

In het aangepaste watersysteem zijn ook verschillende nieuwe duikers of bruggen nodig. Ook voor deze kunstwerken kan onderscheid gemaakt worden tussen de kunstwerken die het volledige debiet moeten afvoeren en de kunstwerken in het vermaasde systeem die slechts de helft van het debieten hoeven af te voeren. Ook hiervoor zijn principe afmetingen bepaald (Tabel 2). Deze afmetingen voldoen aan de uitgangspunten van Delfland met betrekking tot de maximale stroomsnelheid (0,6 m/s) en het maximale verval (2,0 mm).

Tabel 2: Basisprofielen* voor nieuwe duikers (of bruggen)

ID	Debiet (m ³ /s)	Vorm	Breedte (m)	Hoogte** (m)
1	0,70	Vierkant	4,0	1,2
2	0,35	Vierkant	2,5	1,2

*Uitgaande van doorgaande watergangen. Voor haakse in- en uitstroomopeningen is een ruimere duiker gewenst.

**Van deze hoogte dient 0,25 m boven de bovenkant van het maximale flexibele peil gerealiseerd te worden.

Wanneer watergangen en kunstwerken op deze dimensies gebaseerd worden, dan voldoen deze aan de uitgangspunten van Delfland. Hierbij blijft het beperkt mogelijk om een andere breedte/hoogte-verhouding te kiezen. Voor de overige watergangen is uitgegaan van de dimensies zoals vastgelegd in de waterstructuurvisie. Het is niet wenselijk om deze watergangen te versmallen zonder het watersysteem opnieuw te toetsen.

3.2 Watersysteem

Beide ontwerpen zijn vervolgens uitgewerkt tot een goed functionerend watersysteem. Hierbij is uitgegaan van het hydraulisch/hydrologische model zoals deze is opgesteld voor de watersysteemanalyse van de Oude Polder van Pijnacker. In dit model is de oorspronkelijk geplande situatie in Pijnacker-Zuid al

opgenomen. De recent aangepaste duiker onder de Europalaan/Floralaan is hierbij in het model opgenomen (1,5x1,5 m). De verhardingsgraad en het wateroppervlak is niet geactualiseerd.

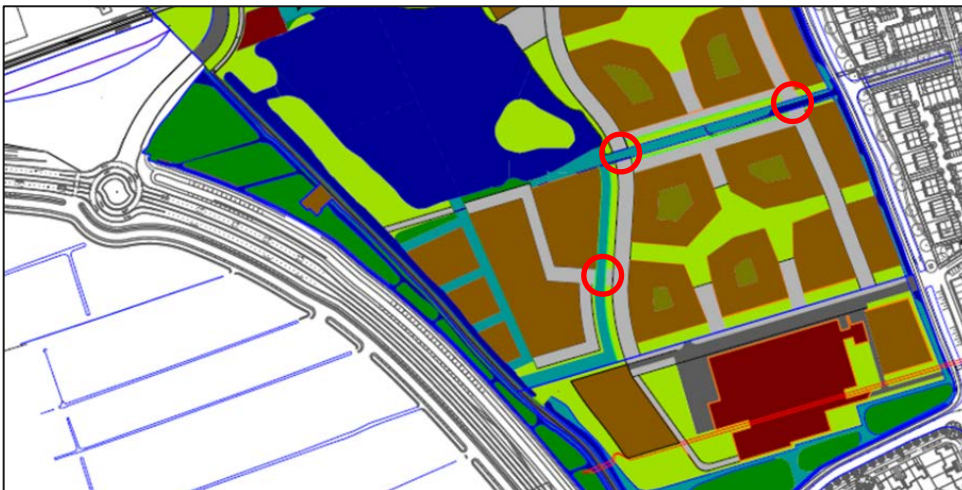
Variante HS7

Watergangen

Om het watersysteem in variant HS7 goed te laten functioneren zijn er verschillende aanpassingen ten opzichte van het waterhuishoudkundig plan nodig. De watergang langs de westkant van de plas krijgt hierbij een primaire functie en moet dan ook relatief breed zijn. Dit resulteert in een breedte op waterlijn van 8,0 m bij een volledig beschoeide watergang of 11,0 m bij een natuurlijke watergang (type 1 of 2 uit de basisprofielen). Ten zuiden van de plas splitst de watergang in een oostelijke tak en een zuidelijke tak. Hierdoor neemt het debiet af. Beide watergangen zijn echter nog wel essentieel voor het functioneren van het watersysteem. De breedte op de waterlijn bedraagt 5,0 m bij een volledig beschoeide watergang of 8,0 m bij een natuurlijke watergang (type 3 of 4 uit de basisprofielen). Hoewel deze watergangen minder breed zijn, zullen deze watergangen nog wel een primaire status krijgen. In totaal zal ongeveer 1.5 km watergang een primaire status krijgen. Dit is aanzienlijk meer dan de oorspronkelijk geplande 0.5 km primaire watergang. De toename van de onderhoudskosten zullen hierbij besproken moeten worden met het waterschap en moet waarschijnlijk afgekocht worden.

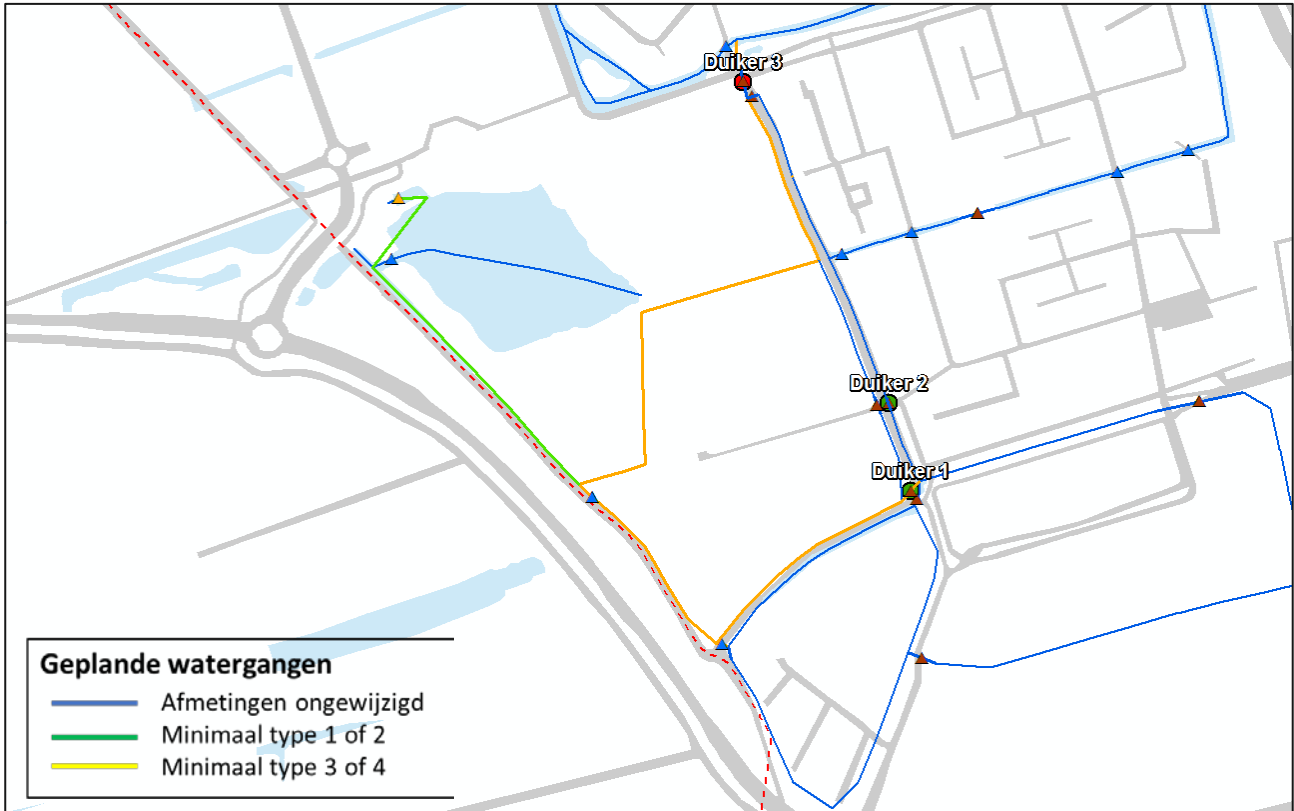
Kunstwerken

Door het vermaasde watersysteem is het ook belangrijk dat verschillende duikers voldoende groot worden aangelegd. Op de locatie van duiker 1 is in het waterhuishoudkundig plan nog geen verbinding voorzien. Om voldoende aanvoer te creëren is hier bij deze variant een duiker of brug noodzakelijk (type 2 uit de basisprofielen). Op de locatie van duiker 2 is in het waterhuishoudkundig plan een ronde duiker voorzien. Deze duiker heeft onvoldoende doorvoer capaciteit. Hier is dan ook een grotere duiker noodzakelijk (type 2 uit de basisprofielen). De in het watersysteem geplande bruggen voldoen al aan het benodigde minimale profiel. Op basis van het ontwerp van Keijzershof wordt verwacht dat er nog minimaal drie extra duikers/bruggen in Keijzershof gerealiseerd gaan worden (Figuur 5). Ook deze kunstwerken moeten voldoen aan de vastgestelde dimensies (type 2 uit de basisprofielen) en kunnen niet gerealiseerd worden als eenvoudige ronde duikers.



Figuur 5: Aanvullende duikers in de primaire watergangen binnen Keijzershof

Op de locatie van duiker 3 is recent een vierkante duiker gerealiseerd van 1,5 bij 1,5 m. Bij het bepalen van deze afmetingen is mogelijk geen rekening gehouden met het in HS7 voorgestelde watersysteem. Het verval over deze duiker is hierdoor +/- 50% te hoog. Het zal echter relatief kostbaar zijn om deze duiker opnieuw te vervangen (type 2 uit de basisprofielen). Omdat dit om al een gerealiseerde duiker gaat is hier in de toetsing dan ook geen rekening mee gehouden. Dit gaat echter wel ten koste van het draagvlak voor deze variant binnen het waterschap.



Figuur 6: Aanpassingen ten opzichte van het waterhuishoudkundig plan voor variant HS7 van het watersysteem

Gemaal

In het noordwesten van de plas zal het geplande watersysteem verbonden moeten worden met gemaal Keijzershof. De instroomopening van gemaal Keijzershof zit echter aan de oostkant van het gemaal. Hierdoor moet het water om het gemaal geleid worden. Hierdoor ontstaan er bochtverliezen, bestaat het risico op erosie van de oevers en neemt het verhang in het watersysteem toe. Om dit te voorkomen dient de instroombuis van het gemaal aangepast te worden (inclusief krooshek) of dient er een maalkom bij het gemaal gerealiseerd te worden. Het is onbekend of het aanpassen van de instroombuis mogelijk is. Voor de maalkom moet gedacht worden aan een "vijver" van +/- 1000 m². Deze vijver dient afgescheiden te zijn van de plas en direct voor de instroomopening van het gemaal te liggen. Bij het ontwerp van deze afseiding is het goed om rekening te houden met de uitstraling van de plas.



Figuur 7: Indicatieve weergave van de gewenste maalkom bij Gemaal Keijzershof

Overige punten en opmerkingen Delfland

Tijdens het overleg met Delfland is besproken hoe het waterschap deze variant beoordeeld. Het uiteindelijke watersysteem is een vermaasd systeem dat voldoende goed lijkt te functioneren. Het vermaasde watersysteem en de krappe duiker onder de Europalaan/Floralaan bemoeilijkt het beheer echter wel. Dit beperkt de flexibiliteit bij de verdere inrichting van Keijzershof. Hierbij kan gedacht worden aan aanvullende duikers/bruggen die nog in Koningshof gerealiseerd dienen te worden. Hierdoor is er minder draagvlak voor deze variant en zal er bij de verdere realisatie van Keijzershof intensiever contact nodig zijn met het waterschap.

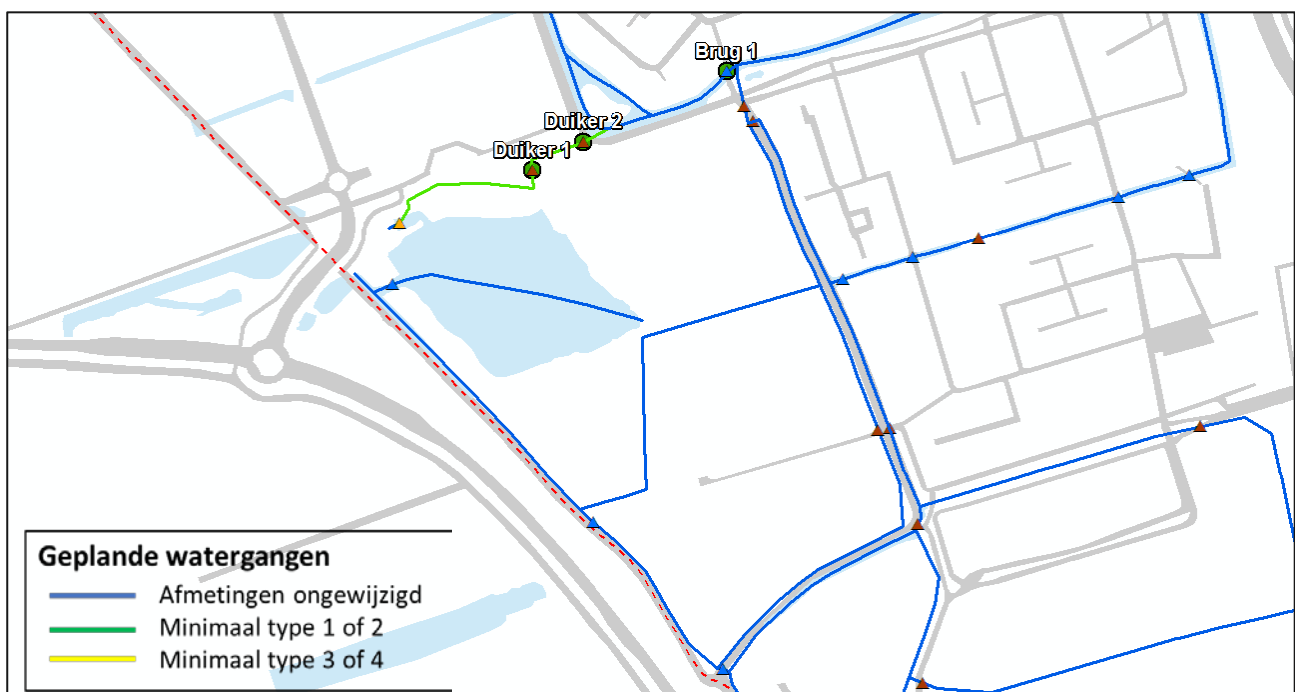
Een ander punt van zorg voor Delfland is de locatie van de Plas van Van Buijssen in het watersysteem. In deze variant komt de plas direct voor het gemaal te liggen. Hierdoor stroomt het water uit FES-Oostland (glastuinbouw) door de woonwijk en door de plas. Dit is onwenselijk voor de waterkwaliteit in de plas en een beperkt risico voor de watergebonden recreatie in de woonwijk en plas. Daarnaast kan bij extreme neerslag de berging in de plas minder goed benut worden, doordat de plas bij het gemaal ligt en de afvoerroute naar de plas en het gemaal het zelfde zijn. Hierdoor wordt deze afvoerroute maximaal belast.

Onderdeel van deze variant is een toename van de lengte aan primaire watergangen. Omdat primaire watergangen in beheer zijn bij Delfland, zal deze toename financieel gecompenseerd moeten worden. Wanneer voor deze variant gekozen wordt, zal dit in overleg met Delfland moeten gebeuren om zo de (financiële) compensatie te bepalen.

Variant A1

Watergang

Bij deze variant wordt er ten opzichte van het waterhuishoudkundig plan een nieuwe watergang gerealiseerd. Deze watergang is relatief kort en komt direct voor het gemaal uit. Het totale debiet van het gemaal stroomt door deze watergang, waardoor deze watergang relatief ruim moet zijn. Dit komt neer op een breedte op waterlijn van 8,0 m voor een volledig beschoeide watergang en 11,0 m voor een natuurlijke watergang (type 1 of 2 uit de basisprofielen). De voorkeur van het waterschap gaat hierbij uit naar een natuurlijke niet beschoeide watergang. Dit is ook landschappelijk beter inpasbaar. Vanuit het watersysteem is dit echter niet noodzakelijk. Ten opzichte van het waterhuishoudkundig plan neemt de lengte van het primaire watersysteem niet toe. Het is dan ook niet nodig om het onderhoud af te kopen bij het waterschap.



Figuur 8: Aanpassingen ten opzichte van het waterhuishoudkundig plan voor variant A1 van het watersysteem

In een latere uitwerking is het ook mogelijk dat duiker 1 en 2 gecombineerd worden onder het kruispunt door.

Kunstwerken

In de nieuwe watergang worden minimaal twee duikers/bruggen voorzien (type 1 uit de basisprofielen). De weg ter hoogte van Duiker 1 is nog niet gerealiseerd. Deze duiker/brug is hierdoor eenvoudig te realiseren. Duiker 2 moet echter in een bestaand fietspad met een gasleiding gerealiseerd worden (Europalaan). Het is echter niet mogelijk om hier meerdere kleinere ronde duikers te realiseren zonder de aanvoer naar het gemaal aanzienlijk te belemmeren. Brug 1 bestaat uit een fietsbrug uit de wijk Koningshof. Deze brug is volledig overspannen en vormt geen belemmering voor de aanvoer naar het gemaal. Op foto's lijkt de watergang echter deels dichtgegroeid onder de brug. Dit dient in het veld gecontroleerd te worden. Het verwijderen van de begroeiing/bagger kan mogelijk in het reguliere onderhoud van Delfland opgenomen worden.

Gemaal

De geplande watergang komt direct voor het gemaal uit. Het is hierdoor niet noodzakelijk om een maalkom te realiseren voor het gemaal. Wel dient de bestaande opening naar de plas afgedicht te worden. In alle varianten vindt het waterschap het wenselijk wanneer dit met een beheerbare constructie gebeurt (stuw), zodat hier actief op gestuurd kan worden.

Overig en opmerkingen Delfland

Tijdens het overleg met Delfland is besproken hoe het waterschap deze variant beoordeelt. Het uiteindelijke watersysteem is een eenvoudig systeem dat goed lijkt te functioneren. De voorkeur van Delfland gaat dan ook uit naar deze variant. Het afvoertracé blijft grotendeels buiten Keijzershof, waardoor het watersysteem binnen Keijzershof flexibel ingevuld kan worden. Hierdoor kan de verdere invulling van Keijzershof effectiever uitgewerkt worden. Door de beperkte lengte van het primaire watersysteem is geen aanvullend overleg nodig over het beheer en onderhoud van het watersysteem.

Een aandachtspunt bij deze variant is nog wel dat een deel van het afvoertracé buiten het huidige peilgebied gerealiseerd wordt (tussen duiker 1 en duiker 2). Hiermee moet in de verder uitwerking rekening gehouden worden.

Variant A1b

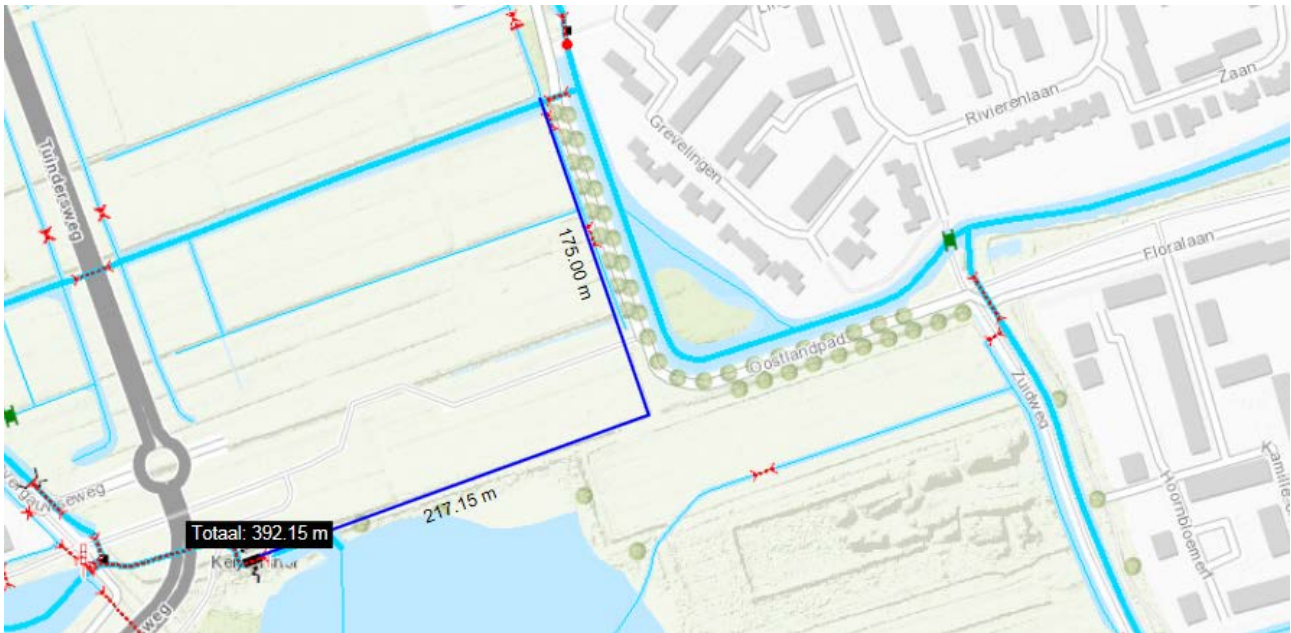
Watergang

Het Watersysteem van variant A1b is grotendeels gelijk aan variant A1. Het water stroomt echter niet rechtstreeks naar gemaal Keijzershof, maar wordt via een bestaande duiker onder de Europalaan/Oostlandpad doorgeleid. Dit resulteert in een toename van het afvoertracé van +/- 300 m. De totale lengte van het primaire openwater wordt hiermee dan ook +/- 300 m langer. De nieuwe watergang loopt door een gebied waar momenteel woningen zijn voorzien. Het gaat hierbij om een traject van +/- 150 m. Deze watergang moet het volledige gemaaldebiet afvoeren en heeft hierdoor een breedte op waterlijn van 8,0 m bij een volledig beschoeide watergang of 11,0 m bij een natuurlijke watergang. De exacte ligging van deze nieuwe watergang is nog onbekend. De huidige watergang langs de Europalaan/Oostlandpad kan hiervoor benut worden. Deze watergang moet dan echter wel geherprofileerd worden. Daarnaast moeten de bestaande duikers worden verwijderd.

Kunstwerken

Ten opzichte van variant A1 is het niet nodig om duiker 2 te realiseren (Figuur 8). De bestaande duiker onder de Europalaan/Oostlandpad heeft een breedte van 4,0 m en ligt bij bovenkant flexpeil 0,88 m onder water (Figuur 4). Bij normaalvoer ontstaat hierdoor meer dan 2 mm verhang over de duiker. De exacte hoeveelheid opstuwing is hierbij afhankelijk van de hoek waarmee het water de duiker in- en uitstroomt. De normoverschrijding is wel beperkt en zal verder afnemen bij een toename van de waterstand. De huidige duiker ligt in het afvoertraject van gemaal Overgawse weg. Dit gemaal heeft echter een kleinere capaciteit dan gemaal Keijzershof. Dit zal daarom ook met een vergunningverlener afgestemd moeten worden. Indien het noodzakelijk geacht wordt door Delfland, is het mogelijk een extra duiker door middel van een gestuurde boring aan te brengen. De verwachting is echter dat de kosten van de realisatie en het onderhoud van deze nieuwe duiker niet opwegen tegen de toename van de afvoercapaciteit.

Het aangepaste afvoertracé zal deels door een geplande woonwijk lopen. Hierdoor is het goed mogelijk dat er aanvullende duikers/bruggen in het nieuwe afvoertracé geplaatst moeten worden. Al deze duikers moeten minimaal voldoen aan de afmetingen van basisprofiel 1 (Tabel 2).



Figuur 9: Indicatieve weergave van het aangepaste afvoertacé van variant A1b

Gemaal

Ten opzichte van variant A1 zijn er geen aanvullende aanpassingen rondom het gemaal noodzakelijk.

Overig en opmerkingen Delfland

Ten opzichte van variant A1 zal het afvoertacé over een aanzienlijke lengte door een ander peilgebied stromen. Het peilbesluit zal hiervoor door Delfland aangepast moeten worden. In het watersysteem in dit gebied zal hier dan ook rekening mee gehouden moeten worden. De +/- 45 cm lagere oppervlaktewaterstand zal ook resulteren in een lagere grondwaterstand. Hierdoor zal een relatief grote drooglegging ontstaan. De toekomstige beplanting in dit gebied zal hierop afgestemd moeten worden.

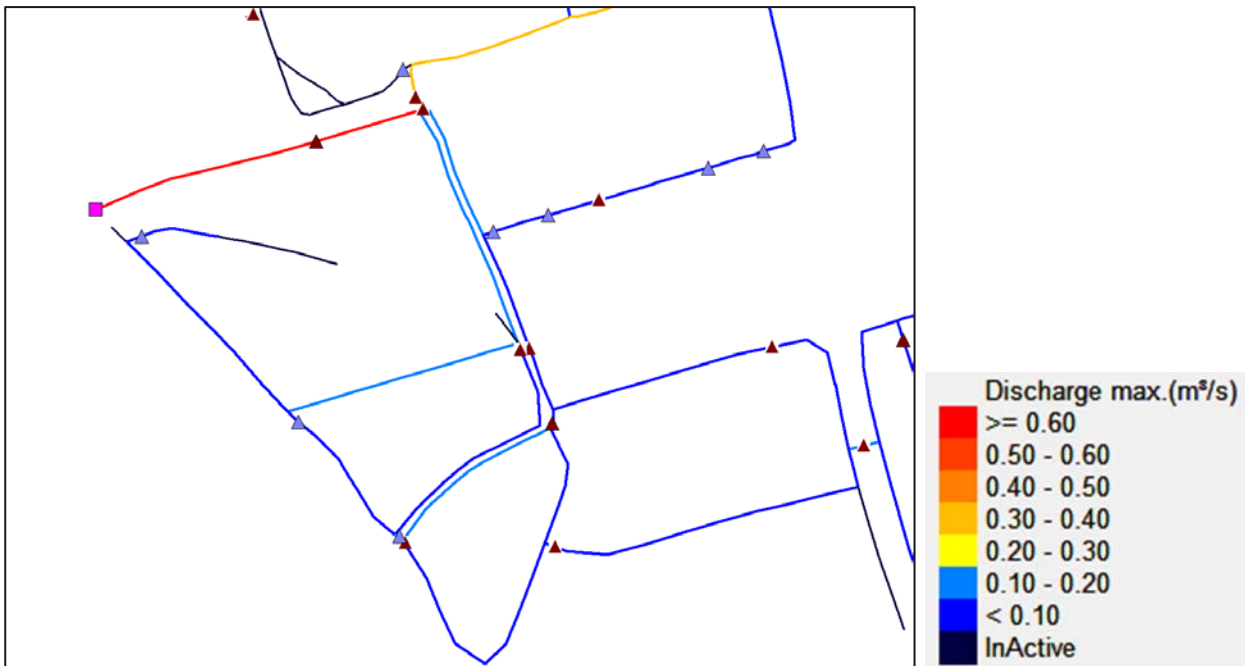
Het toekomstige watersysteem van deze variant is nog niet volledig uitgewerkt. Wanneer de bestaande watergang aan de westzijde van de Europalaan/Oostlandpad wordt gebruikt, betekent dit dat de hoofdwatgang ter hoogte van de bestaande duiker een bocht van 180° maakt (Figuur 9). Afhankelijk van het uiteindelijke ontwerp is het hierdoor noodzakelijk om oeverbeschoeiing aan te brengen aan de uitstroomzijde van de bestaande duiker om erosie van de oever te voorkomen.

Hoewel deze variant haalbaar is, heeft deze variant toch duidelijk niet de voorkeur van Delfland. Het watersysteem voldoet maar net, waardoor er geen robuust watersysteem ontstaat.

4 FUNCTIONEREN WATERSYSTEEM

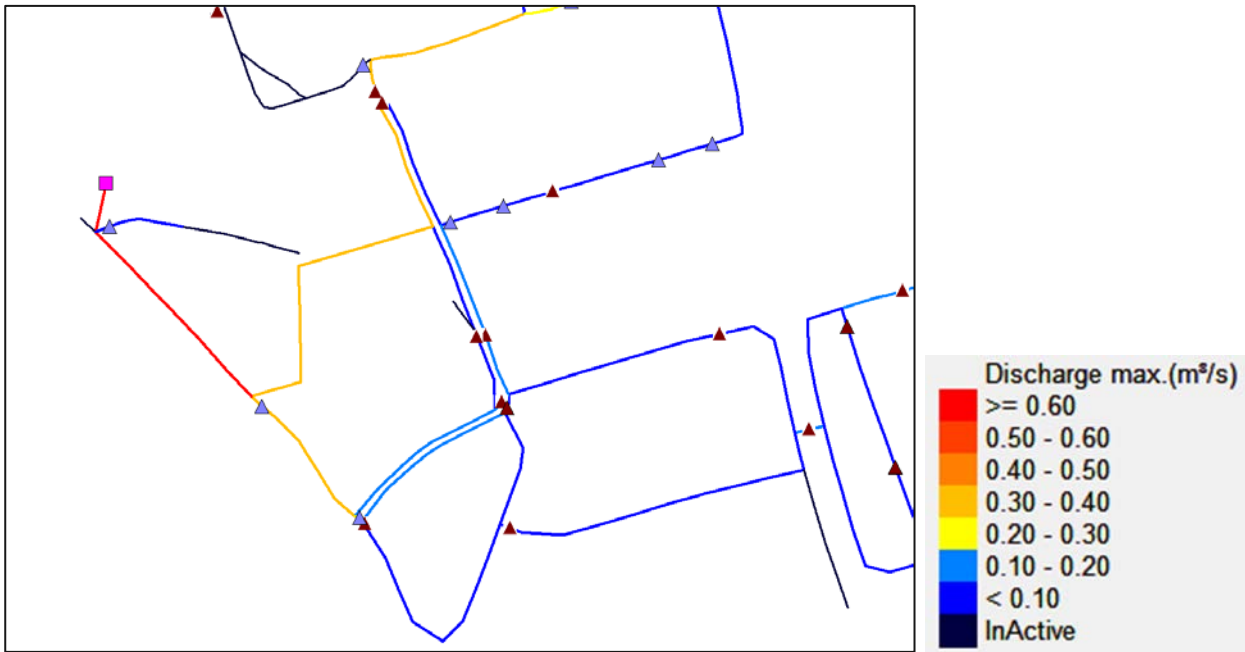
Om het functioneren van het watersysteem inzichtelijk te maken, is het hydrologische model aangepast dat is gebruikt voor de WSA. Dit model is doorgerekend met de normafoer. Hierdoor wordt zichtbaar welke watergangen een afvoerende functie krijgen in het toekomstige watersysteem.

In het oorspronkelijk geplande watersysteem (Figuur 10) is er een duidelijke oost-west stroming zichtbaar. Bijna het volledige debiet stroomt onder langs Koningshof en gaat door de recent vernieuwde duiker onder de Floralaan/Europalaan. De watergangen in het zuiden van Keijzershof hebben hierbij vooral een bergende functie.



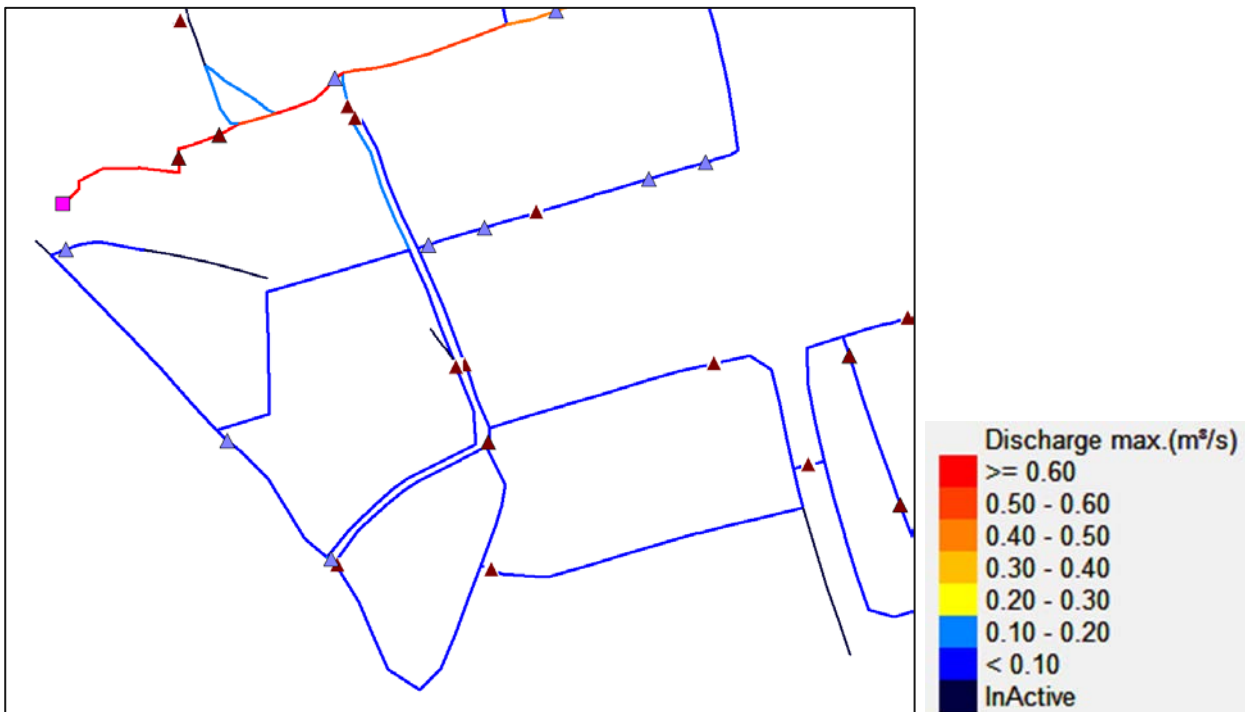
Figuur 10: Functioneren watersysteem (oorspronkelijk) gepland.

In variant HS7 wordt het vermaasde watersysteem duidelijk zichtbaar (Figuur 11). Het totale debiet stroomt langs de westkant van de plas, maar verdeeld zich relatief snel over twee watergangen. De noordelijke watergang stroomt hierbij door de wijk Keijzershof en door de vernieuwde duiker onder de Floralaan/Europalaan. Het resterende deel is afkomstig uit het zuidelijke deel van de wijk Keijzershof.



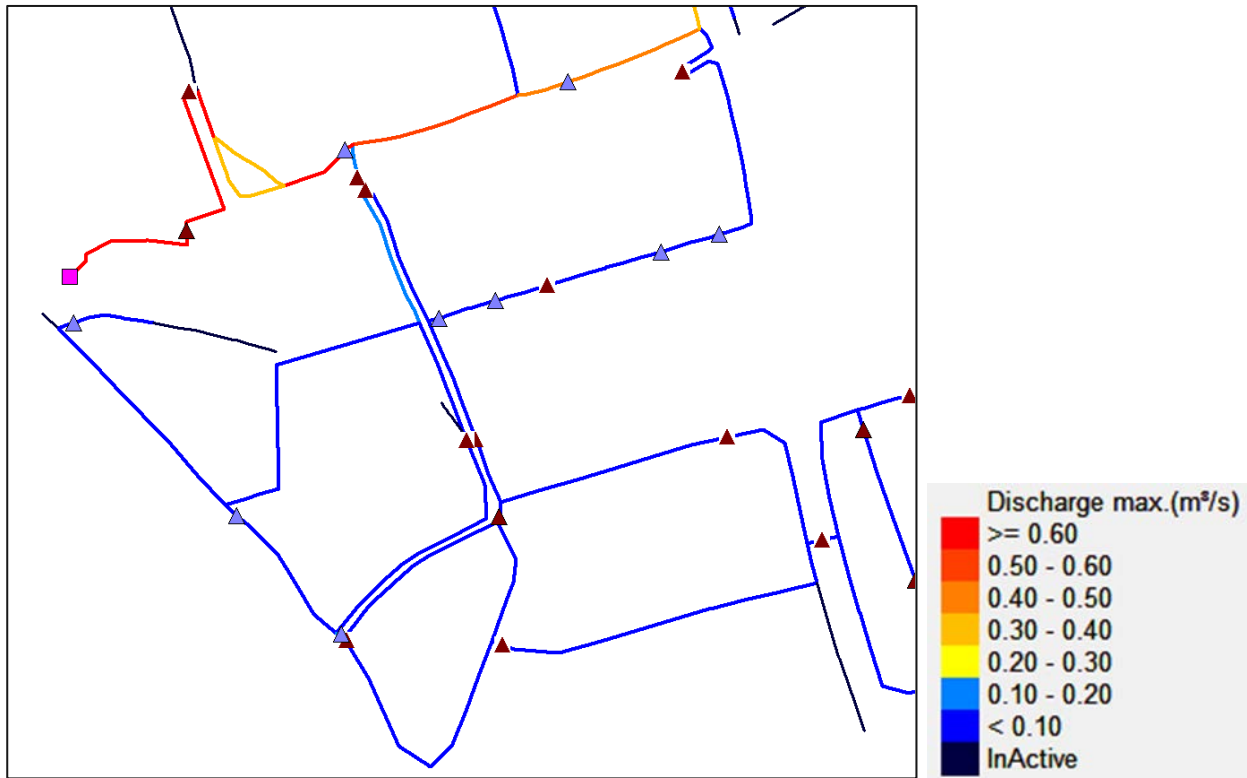
Figuur 11: Functioneren watersysteem HS7.

In ontwerp A1 is opnieuw een duidelijke oost-west verbinding zichtbaar (Figuur 12). Het debiet dat door deze verbinding stroomt is hierbij zelfs hoger dan in de oorspronkelijk geplande situatie. Dit wordt veroorzaakt door de beperkte afmetingen van de recent gerealiseerde duiker onder de Floralaan/Europalaan. Hierdoor is er een duidelijke primaire watergang die goed te onderhouden is.



Figuur 12: Functioneren watersysteem A1.

Het functioneren van variant A1b (Figuur 13) lijkt sterk op het functioneren van variant A1. Het water stroomt echter wel met een kleine omweg naar het gemaal. Het verval over het bestaande deel van dit traject voldoet hierbij aan de ontwerpeisen van Delfland (verhang van 4 cm/km)

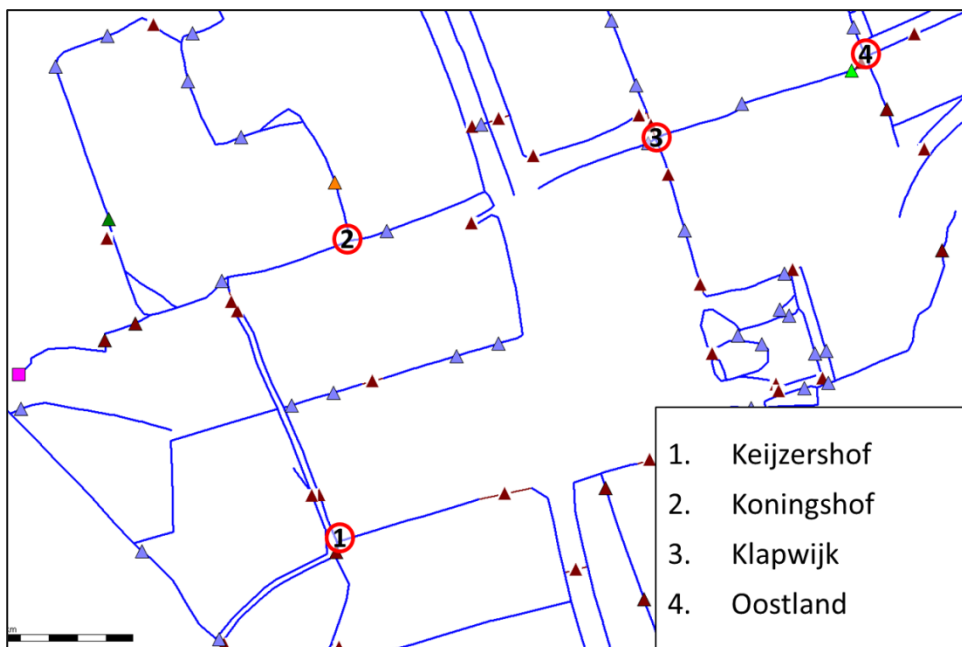


Figuur 13: Functioneren watersysteem A1b.

5 TOETSING

Om inzicht te krijgen in het functioneren van de uitgewerkte varianten is het watersysteem getoetst. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden tussen het functioneren onder reguliere omstandigheden en het functioneren onder extreme omstandigheden. Het functioneren onder reguliere omstandigheden is getoetst door het watersysteem te toetsen bij normaalafvoer. Voor extreme omstandigheden is het watersysteem doorgerekend met de 98 jarige neerslagreeks, zoals deze bij Delfland wordt toegepast voor de WSA-studies (*huidige klimaat uit het KNMI-klimaatscenario van 2006*).

Bij de analyse van de toetsingsresultaten zijn vier locaties toegepast (Figuur 14). Al deze locaties liggen in het peilgebied III en hebben als flexibel peil een bovengrens van NAP -3,15 m. Samen zijn deze locaties representatief voor het totale watersysteem. Hierbij ligt locatie 4 in het FES-Oostland gebied wat hydrologisch enigszins gescheiden is van de rest van het watersysteem doormiddel van een onderwaterdrempel en krappe duiker. Hierdoor beïnvloeden beide deelgebieden elkaar maar beperkt.



Figuur 14: Toegepaste toetsingslocaties

5.1 Norm afvoer

De peilstijging op de verschillende analysepunten (Figuur 14) is bij normaalafvoer geanalyseerd. Uit de toetsing (Tabel 3) blijkt dat veel varianten een beperkte hogere opstuwing veroorzaken. De opstuwing in variant A1 benaderd hierbij het oorspronkelijke geplande watersysteem. Alle varianten voldoen hierbij aan het maximale verhang in watergangen en verval over kunstwerken. In het FES-Oostland gebied is er geen verschil meer zichtbaar tussen de varianten.

Tabel 3: Berekende opstuwing bij normaalafvoer in Pijnacker-Zuid en FES-Oostland

Locatie	Gepland (cm)	Variante HS7 (cm)	Variante A1 (cm)	Variante A1b (cm)
1) Keijzershof	1,2	1,6	2,0	2,6
2) Koningshof	1,4	2,2	1,4	1,9
3) Klapwijk	3,1	3,8	3,2	3,9
4) Oostland	16,6	16,6	16,6	16,6

5.2 Piekwaterstanden

Om het effect bij extreme neerslag te bepalen is de 98 jarige neerslagreeks doorgerekend. De berekende piekwaterstanden zijn hierna statistisch verwerkt tot de waterstand die één keer per 10 jaar voorkomt en de waterstand die één keer per 100 jaar voorkomt (Bijlage A). Deze waterstanden zijn opnieuw vergeleken met het oorspronkelijke watersysteem, zoals deze ook tijdens de watersysteemanalyse getoetst is.

Uit de toetsing blijkt dat de aanpassing van het watersysteem maar beperkt effect heeft op de piekwaterstanden. Het verschil is op de meeste locaties slechts enkele millimeters en is uiteindelijk in het FES-Oostland gebied niet zichtbaar. Het verschil in de waterstanden wordt hierbij in de eerste plaats bepaald door de hoeveelheid berging in het watersysteem. Door de variërende lengte van het aanvoertracé varieert de hoeveelheid berging beperkt.

Daarnaast wordt de piekwaterstand lokaal beïnvloed door de exacte aansluiting van het aanvoertracé op de rest van het watersysteem. Bij variant HS7 is dit bij analysepunt Keijzershof, terwijl voor de varianten A1 en A1b dit analysepunt Koningshof is. Hierdoor verschillen de piekwaterstanden tussen beide varianten beperkt. Bijna alle piekwaterstanden zijn uiteindelijk gelijk of lager dan de piekwaterstanden in het oorspronkelijk geplande watersysteem. Alle varianten zijn dan ook goede alternatieven voor het oorspronkelijk geplande watersysteem.

Tabel 4: Berekende piekwaterstanden* in Pijnacker-Zuid en FES-Oostland

Locatie	Gepland (cm) T10 - T100		Variant HS7 (cm) T10 - T100		Variant A1 (cm) T10 - T100		Variant A1b (cm) T10 - T100	
1) Keijzershof	19,1	27,9	18,6	27,4	19,3	28,1	19,1	28,0
2) Koningshof	19,2	28,0	19,2	27,9	18,8	27,7	18,5	27,6
3) Klapwijk	19,7	28,4	19,7	28,3	19,6	28,3	19,5	28,3
4) Oostland	19,9	29,5	19,4	29,5	19,4	29,5	19,3	29,5

*Gebaseerd op het huidige klimaat uit het KNMI-klimaatscenario van 2006

6 CONCLUSIES EN SAMENVATTING MAATREGELLEN

Op basis van de ontwerpen HS7 en A1 zijn er drie goed functionerende watersystemen ontwikkeld. Deze watersystemen voldoen aan de uitgangspunten van Delfland en zijn besproken (en geoptimaliseerd) met een hydroloog en een beheerder van Delfland. De hiervoor benodigde maatregelen zijn in dit rapport beschreven (hoofdstuk 3.2) en worden hieronder samengevat (Tabel 5). Hierbij is voornamelijk aandacht geschonken aan de onderscheidende maatregelen voor de varianten. Deze maatregelen kunnen door de gemeente gebruikt worden voor het afwegen van de varianten op basis van de kosten.

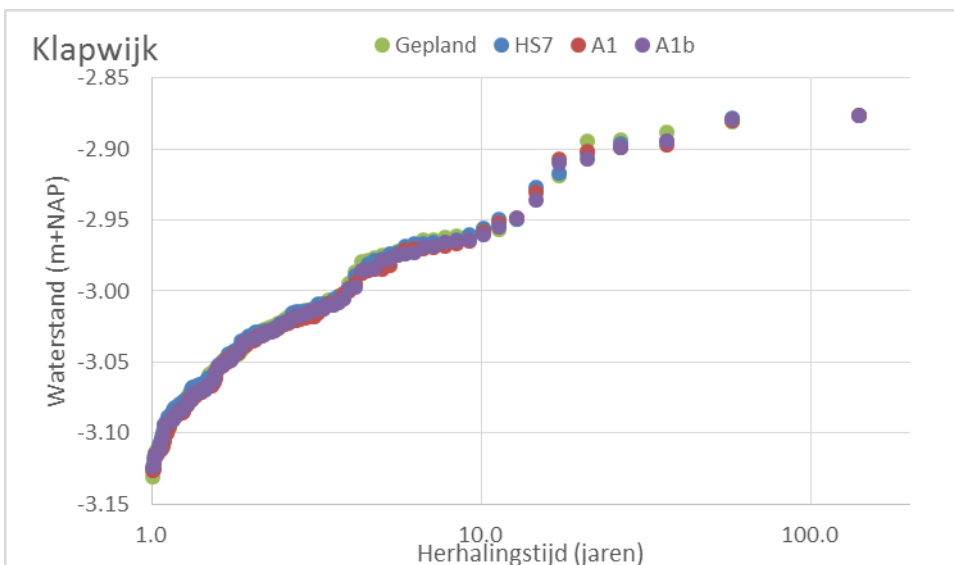
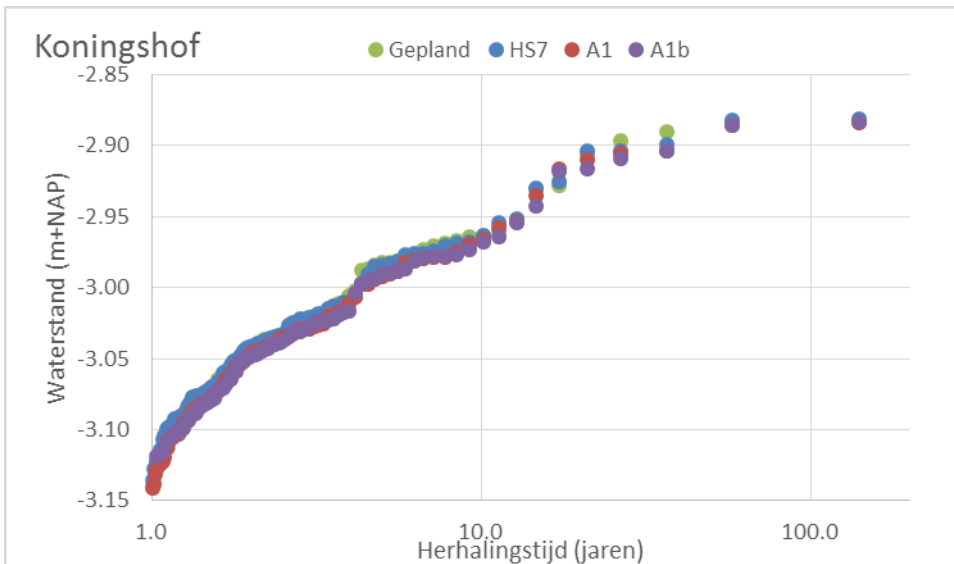
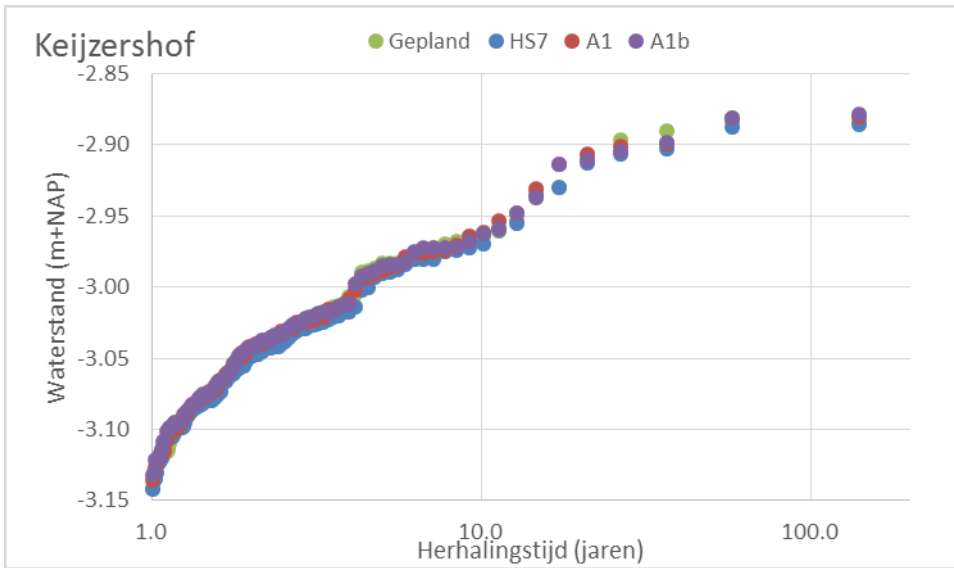
Op basis van de beschikbare gegevens verwachten de beheerder en de hydroloog dat de ontwikkelde varianten van het watersysteem goed kunnen functioneren. Hierbij is er echter wel een sterke voorkeur voor variant A1 (of A1b) vanwege de eenvoud en robuustheid van dit watersysteem. Het bestaande watersysteem blijft optimaal benut en de interactie met Keijzershof blijft beperkt. Hierdoor blijft er vergeleken met variant HS7 meer flexibiliteit in de verdere inrichting van Keijzershof. Daarnaast ontstaat hierdoor geen knelpunt bij de recent gerealiseerde duiker onder de Floralaan/Europalaan.

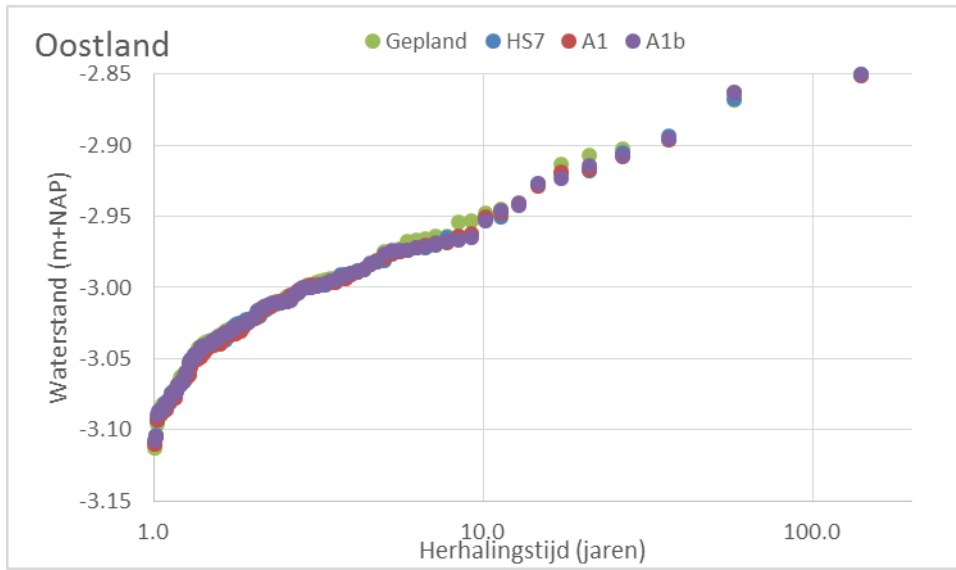
Tabel 5: Samenvatting van de benodigde maatregelen in het watersysteem ten opzichte van het oorspronkelijke ontwerp

Variant	Type	Maatregelen
HS7	Watergang	<ul style="list-style-type: none"> Afkopen onderhoud 1,0 km primaire water Verbreden van de geplande westelijke watergang langs de plas (van type 3/4 naar type 1/2)
	Kunstwerken	<ul style="list-style-type: none"> Vergroten 2 geplande ronde duikers naar vierkante bruggen/duikers (type 2) Realiseren van minimaal 3 duikers als vierkante bruggen/duikers (type 2) in plaats van ronde duikers binnen het watersysteem van Keijzershof.
	Gemaal	<ul style="list-style-type: none"> Realiseren van een maalkom bij het gemaal (+/- 1000 m²) of het verleggen van de aanvoerleiding en krooshek van het gemaal. Brede watergang (> type 1) naar het gemaal, gescheiden van de plas
	Overig	<ul style="list-style-type: none"> Realiseren van een (natuurlijke) pandscheiding langs de plas Realiseren van een stuw tussen het gemaal en de plas
A1	Watergang	<ul style="list-style-type: none"> Graven van 300 m watergang (type 1/2)
	Kunstwerken	<ul style="list-style-type: none"> Realiseren van een nieuwe brug/duiker onder een bestaande weg (type 1) Realiseren van een nieuwe brug/duiker onder een nieuwe weg (type 1)
	Gemaal	<ul style="list-style-type: none"> -
	Overig	<ul style="list-style-type: none"> Controleren waterdiepte onder fietsbrug Koningshof Aanpassen van de peilscheiding ten westen van Koningshof (kleine correctie) Realiseren van een stuw tussen het gemaal en de plas
A1b	Watergang	<ul style="list-style-type: none"> Afkopen onderhoud 0,3 km primaire water Graven van 450 m watergang (type 1/2). Hiervan gaat 150 m ten kosten van geplande woningbouw.
	Kunstwerken	<ul style="list-style-type: none"> Realiseren van een nieuwe brug/duiker onder een nieuwe weg (type 1) Optioneel realiseren van aanvullende bruggen/duikers (type 1) in de woonwijk
	Gemaal	<ul style="list-style-type: none"> -
	Overig	<ul style="list-style-type: none"> Controleren waterdiepte onder fietsbrug Koningshof Aanpassen van de peilscheiding ten westen van Koningshof (grote correctie) Het effect van de veranderende grondwaterstanden op het ontwerp controleren. Afhankelijk van het ontwerp beschoeiing aanbrengen aan de uitstroomzijde van de bestaande duiker onder de Europalaan/Oostlandpad. Realiseren van een stuw tussen het gemaal en de plas

In de uiteindelijke afwezig zou Delfland graag betrokken worden, zodat meegedacht kan worden in de definitieve uitwerking en de hiervoor benodigde tijdelijke maatregelen.

BIJLAGE A : BEREKENDE WATERSTANDSTATISTIEK





Arcadis Nederland B.V.

Postbus 56825
1040 AV Amsterdam
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Projectnummer: C03091.000061

Onze referentie: 078969541