

OPPERVLAKTEWATERHUISHOUDING TUINDERSHOF

Gemeente Pijnacker - Nootdorp

18 SEPTEMBER 2019

Contactpersoon

FLOOR SPEET
Projectleider - WAT - Waterbeheer
& Landschap ZW

T +31 (0)6 27 06 08 19
M +31 (0)6 27 06 08 19
E floor.speet@arcadis.com

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

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Vraag	5
1.2	Ontwerputgangspunten	5
1.3	Gebiedsbeschrijving	5
1.3.1	Huidige situatie	5
1.3.2	Toekomstige situatie	6
2	WERKWIJZE	11
2.1	Scenario's	11
2.2	Toegepast model	11
2.3	Uitgevoerde toetsen	11
2.3.1	Toetsen normafvoer	11
2.3.2	Toetsen extreme neerslag	12
2.3.3	Toetsen waterberging	13
2.4	Analysepunten	13
3	ONTWERP EN TOETSING	15
3.1	Dimensies kunstwerken en watergangen	15
3.1.1	Duikers	15
3.1.2	Watergangen	15
3.2	Functioneren watersysteem	16
3.3	Toetsen normafvoer	17
3.3.1	Duikers	17
3.3.2	Watergangen	18
3.4	Toetsen waterberging	19
3.5	Toetsen extreme neerslag	19
4	INRICHTING	21
4.1	Pandscheiding Plas van Van Buijsen	21
4.2	Beheer & onderhoud	21
4.2.1	Toetsingscriteria onderhoud	21
4.2.2	Varend onderhoud	22
4.2.3	Overig beheer & onderhoud	23
4.3	Fasering in realisatie	24
4.4	Scenario's	25
4.4.1	Beschrijving scenario's	25

4.4.2	Effect waterstanden	27
4.5	Overige constatering en aanbevelingen	28
5	SAMENVATTING EN CONCLUSIES	29
6	NADERE AFSPRAKEN GEMEENTE EN HOOGHEEMRAADSCHAP	30
7	REFERENTIES	31
	BIJLAGES	32
	1. Toetsing normafvoer	32
	2. Toetsing extreme neerslag	35
	COLOFON	38

1 INLEIDING

1.1 Vraag

In het zuidwesten van Pijnacker (gemeente Pijnacker-Nootdorp) wordt momenteel gewerkt aan de ontwikkeling van de nieuwe woonwijk Tuindershof. Onderdeel van deze ruimtelijke ontwikkeling is het aanpassen van de huidige waterhuishoudkundige situatie. De waterpeilen in het gebied worden gewijzigd en het watersysteem wordt voor een groot gedeelte opnieuw ingericht.

Het Voorontwerp Bestemmingsplan van Tuindershof is in 2018 afgerond en inmiddels vindt een verdere uitwerking plaats. Arcadis heeft in februari 2019 de memo “*Aanvraag peilwijziging Tuindershof*” [Ref. 1] opgesteld. Hierin werd de voorgestelde peilwijzigingen en de effecten op het gebied geanalyseerd en beschreven. Het voorliggende rapport geeft hier een vervolg op. Het doel is om meer inzicht te geven in de nieuwe waterhuishouding van Tuindershof en deze te vergelijken met de eerder vergunde situatie. Er is daarbij ook geanalyseerd of de plannen voor Tuindershof voldoen aan de eisen die zijn gesteld aan het watersysteem vanuit het Hoogheemraadschap van Delfland. Daarbij wordt bekeken wat de minimale dimensies moeten zijn van de watergangen en kunstwerken om een goed functionerend watersysteem te vormen dat voldoet aan de eisen van het hoogheemraadschap.

1.2 Ontwerpuitgangspunten

Voor het ontwerp van de woonwijk Tuindershof worden een aantal stedenbouwkundige uitgangspunten voor de realisatie het waterhuishoudkundig systeem gebruikt. De volgende uitgangspunten worden gebruikt:

- Kans om de opgave voor de waterberging en de ambitie voor klimaatadaptatie zichtbaar te maken en onderdeel te laten zijn van de woonomgeving;
- De peilverschillen leveren spannende overgangen die aanleiding geven tot verrassende belevingen;
- De niveaoverschillen versterken de ecologische functie door meer diversiteit;
- Het biedt de kans om water vast te houden voor overbrugging van periodes van droogte;
- Het levert efficiënt grondgebruik;
- Door de aanwezigheid van de gasleiding is het nodig om ontwerpvariant A1b te realiseren;
- Om de hydrologie en waterkwaliteit van de plas te verbeteren is er een pandscheiding nodig tussen enerzijds de meander van Tuindershof en de maalkom van Gemaal Keijzershof en anderzijds de Plas van Buijsen.

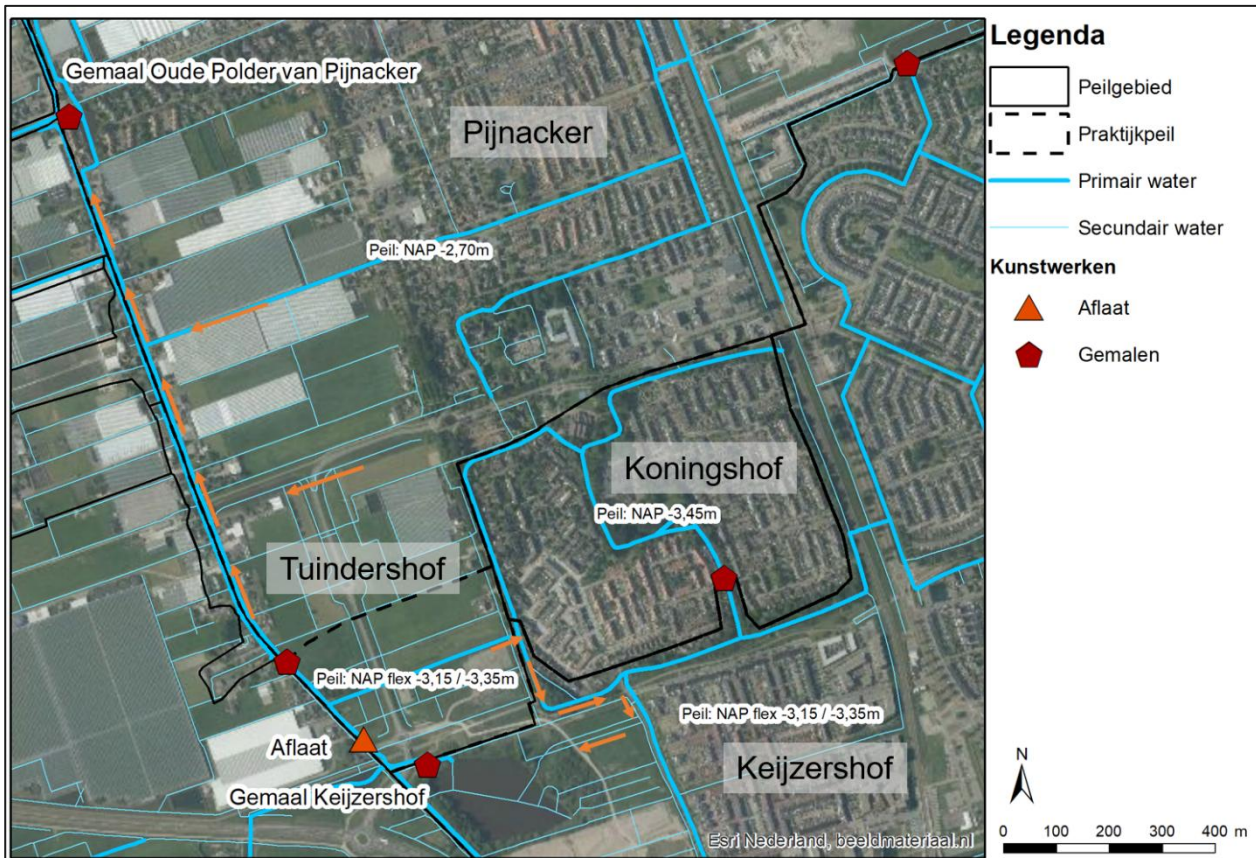
1.3 Gebiedsbeschrijving

1.3.1 Huidige situatie

De huidige situatie binnen het plangebied Tuindershof staat afgebeeld in Figuur 1 (zie volgende pagina).

Algemeen

De nieuw te ontwikkelen woonwijk Tuindershof komt ten westen van de bestaande woonwijk Koningshof te liggen. In het zuiden wordt het plangebied Tuindershof begrenst door de Plas van Van Buijsen en het gemaal Keijzershof. De nieuwbouwwijk Keijzershof ligt net iets verderop in het zuidoosten en wordt ingesloten door de wijk Koningshof en de Plas van Van Buijsen. In het plangebied van Tuindershof staat nu al enige bebouwing en ligt weginfrastructuur en een fijnmazig watersysteem. De bodem in het plangebied bestaat voornamelijk uit jonge zeeklei en de huidige maaiveldhoogte varieert tussen NAP -1,6 en -2,6 m.



Figuur 1: Praktijkpeilen en afwatering van het plangebied Tuindershof (situatie 2018).

Watersysteem

Het plangebied Tuindershof valt volgens het vigerende peilbesluit 'peilbesluit Oude Polder Pijnacker' binnen peilgebied GPG2011OPP1 met een vast streefpeil van NAP -2,7 m (vastgesteld in 2011). In praktijk wijken de huidige peilen in het zuiden van het plangebied af en wordt een flexibel peil tussen NAP -3,15 en -3,35 m toegepast. Dit is gelijk aan het peilgebied GPG2011OPP3, waar ook de Plas van Van Buijsen en de wijk Keijzershof deel van uitmaken. De wijk Koningshof valt binnen peilgebied GPG2011OPP2, hier geldt een vast streefpeil van NAP -3,45 m.

Binnen het plangebied van Tuindershof wordt het water op dit moment in twee richtingen afgevoerd (zie oranje pijlen in Figuur 1). In het noorden komt het water vanuit het plangebied samen met de afvoer vanuit het centrum van Pijnacker en dit wordt afgevoerd richting Gemaal Oude polder van Pijnacker (213101). Het Gemaal Oude polder van Pijnacker heeft een kleine capaciteit waardoor in tijden van extreme neerslag het overtollige water niet altijd kan worden afgevoerd. Als oplossing hiervoor is net ten noorden van Gemaal Keijzershof een aflaat geplaatst, maar deze staat vanwege de praktijkpeilen nog niet in verbinding met het noordelijke gebied. De watergang in het westen wordt onderbroken door een gemaal, deze wordt in de toekomst verwijderd. De aflaat kan worden ingezet bij een waterpeil van NAP -2,65 m (5 cm boven streefpeil) en heeft een maximale capaciteit van $0,33 \text{ m}^3/\text{s}$ ($20 \text{ m}^3/\text{min}$).

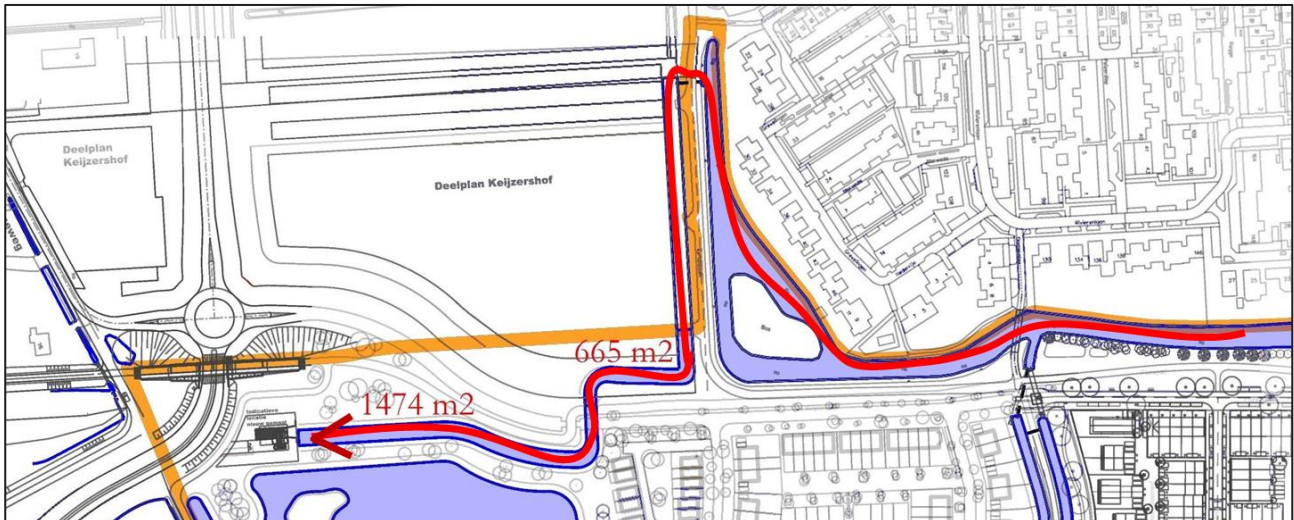
Bij het huidige praktijkpeil watert het zuidelijke deel van het plangebied af via de duiker onder de Europalaan richting de wijk Koningshof. Het water vanuit Tuindershof en Koningshof wordt op dit moment via de recent vernieuwde duiker onder de Floralaan/Europalaan naar de Plas van Van Buijsen afgevoerd. De Plas van Van Buijsen wordt ook vanuit het zuiden gevoed met water. Het water wordt met behulp van het nieuwe het Gemaal Keijzershof (213135) afgevoerd via het alternatieve afvoertracé naar de boezem.

1.3.2 Toekomstige situatie

Huidige plannen

De gemeente en het Hoogheemraadschap zijn al een aantal jaar bezig om het aanvoertracé naar gemaal Keijzershof te verbeteren (dus al voordat de plannen voor de woonwijk Tuindershof concreet waren). In 2016 heeft Arcadis samen met de gemeente en het Hoogheemraadschap verschillende ontwerpvarianten

onderzocht om het aanvoertracé naar gemaal Keijzershof te scheiden van de Plas van Van Buijsen, dit om de waterkwaliteit en hydrologie ter plaatse van de plas te verbeteren (Ref.3). Uiteindelijk is gekozen voor ontwerp A1b waarbij de afvoer vanuit de wijken Keijzershof en Koningshof via de duiker onder de Europalaan wordt omgeleid naar het toekomstige plangebied van Tuindershof en uiteindelijk Gemaal Keijzershof (Figuur 2).



Figuur 2: Geplande en vergunde uiteindelijke aanvoertracé naar gemaal Keijzershof volgens ontwerp A1b.

Ruimtelijke ontwikkeling Tuindershof

De gemeente heeft een aantal jaar gewerkt aan de nieuwe plannen en een ontwerpen voor de woonwijk Tuindershof opgesteld. Deze zijn recent gepubliceerd middels het Voorontwerp Bestemmingsplan (Ref.3). Figuur 3 geeft een overzicht van de belangrijkste elementen uit de plannen. Hiervoor zijn de ontwerptekeningen gebruikt zoals op 03-01-2019 door de gemeente Pijnacker-Nootdorp zijn aangeleverd [Ref. 9] en deze zijn zo goed mogelijk door vertaald naar een vlakkenkaart. De bestaande bebouwing aan de oostelijke en westelijke grenzen van het plangebied worden behouden en de Tuindersweg blijft behouden maar wordt anders ingericht. Hieromheen zijn in verschillende structuren gebieden met bebouwing, wegen en openbaar groen gepland. Het nieuw te ontwikkelen gebied zal worden opgehoogd tot een hoogte van NAP -1,50 m (openbaar terrein) tot -1,35 m (uitgeefbaar terrein).

Figuur 3 geeft daarnaast de afwateringseenheden weer die worden gebruikt in deze rapportage. Deze afwateringseenheden zijn gebaseerd op de gebiedsindeling die voor de watersysteemanalyse is gebruikt en bevat bijna het volledige plangebied.

De gebiedsindeling sluit aan op het verwachte hydrologische functioneren van het plangebied. Bij het kiezen van de afwateringseenheden is extra aandacht geschonken aan de peilgrens en de gestapelde berging in (afwateringseenheid 8, Figuur 3). Om de peilgebieden goed van elkaar te scheiden is het verstandig dat hemelwaterstelsels maar op één peilgebied lozen. Dit geldt in het bijzonder voor de gestapelde berging, waar het peil sterk kan stijgen. Waarschijnlijk is het onwenselijk dat er stelsels gaan lozen op de gestapelde berging. Dit wordt door de gemeente meegenomen als uitgangspunt in het ontwerp van het hemelwaterstelsel. Een eerste voorstel hiervoor zijn de gebruikte afwateringseenheden (Figuur 3). De optimale afwatering wordt in overleg met het Hoogheemraadschap van Delfland bepaald (uiterlijk bij het vooroverleg in het kader van de watervergunning).



Figuur 3: De vlakkenkaart met verschillende landgebruikstypes en afwateringseenheden.

Voor ieder landgebruikstype is in overleg met de gemeente een verwachte verhardingsgraad bepaald. Op basis hiervan is per afwateringseenheid het verhard-, onverhard en wateroppervlak bepaald (Tabel 1).

Tabel 1: Percentages verharding per afwateringseenheid.

Afwateringseenheid	Totaal oppervlak [m ²]	Verhard [%]	Onverhard [%]	Water [%]
1	27194	49%	35%	16%
2	32925	49%	35%	16%
3	29610	57%	37%	6%
4	11040	67%	29%	3%
5	15314	64%	32%	4%
6	25996	50%	38%	12%
7	40660	68%	31%	2%
8	20285	32%	47%	21%
9	41417	38%	47%	15%
10	6077	54%	38%	8%
11	9726	48%	48%	4%
Totaal	260240	52%	38%	11%

Watersysteem

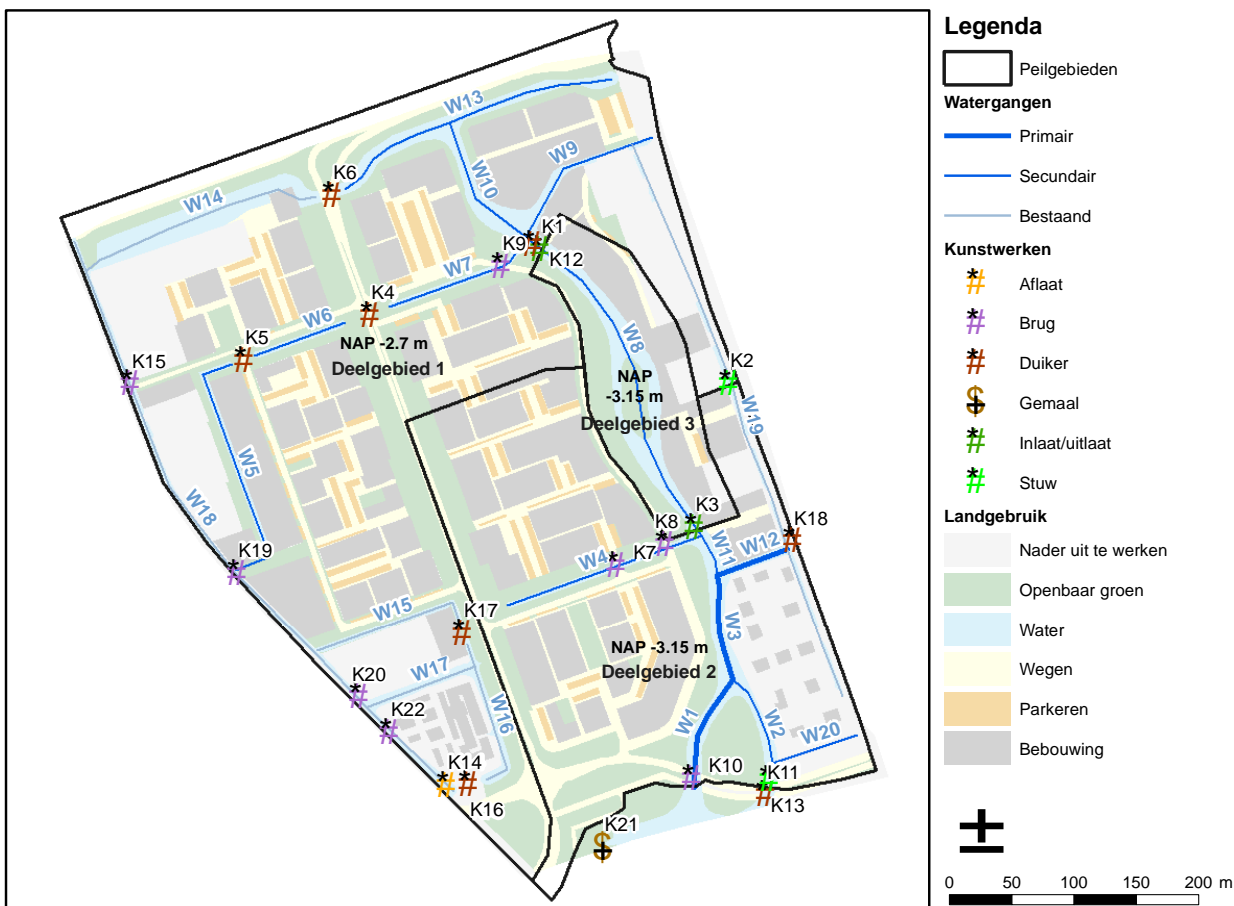
Vanwege de ruimtelijke ontwikkelingen wordt een groot deel van het watersysteem in het plangebied aangepast. Verschillende bestaande watergangen worden gedempt of aangepast en er worden verschillende nieuwe watergangen en kunstwerken gerealiseerd (Figuur 4). Figuur 4 laat ook de voorgestelde peilgebieden in het plangebied zien en in Tabel 2 staan de voorgestelde streefpeilen en toelaatbare peilstijgingen per peilgebied.

Allereerst is er het noordelijke peilgebied (deelgebied 1, onderdeel van OPP1). Zoals weergegeven in Figuur 4 worden hier een aantal nieuwe/aangepaste watergangen gerealiseerd. Het streefpeil wordt echter niet aangepast (NAP -2,7 m). Water blijft afgevoerd worden via Gemaal Oude polder van Pijnacker. Wanneer het gemaal onvoldoende afvoercapaciteit heeft wordt het ook mogelijk om water via de aflaat af te voeren (kunstwerk K14 in Figuur 4).

De rest van het plangebied Tuindershof bestaat uit twee deelgebieden: peilgebied 2 (volledig onderdeel van OPP2) en deelgebied 3. De deelgebieden hebben onder normale omstandigheden een open verbinding en hebben hetzelfde flexibele peil als OPP2 (bovengrens NAP -3,35 m en ondergrens NAP -3,15 m). Deelgebied 3 bestaat uit een meander die van noord naar zuid loopt. Deze meander loopt door in deelgebied 2. De meander komt hier samen met het aanvoertacé naar gemaal Keijzershof (in lijn met het bestaande ontwerp A1b) en loopt door tot de maalkom van gemaal Keijzershof.

In dit rapport gaan we er in eerste instantie vanuit deelgebied 1 en 3 door een keerschot met inlaat van elkaar gescheiden worden (kunstwerk K12). De gemeente onderzoekt echter ook of het mogelijk is om extra water te bergen in de meander door middel van een getrapte berging. Hierbij wordt er tijdens extreme neerslag water ingelaten vanuit het hoger gelegen deelgebied 1 (OPP1). In hoofdstuk 4 wordt dit verder uitgewerkt.

De nieuwe streefpeilen in Tuindershof zijn door Arcadis geanalyseerd en besproken in de memo "Aanvraag peilwijziging Tuindershof" [Ref.1]. Er is geconcludeerd dat de drooglegging voor het nieuw te ontwikkelen gebied voldoet aan de droogleggingseis van het Hoogheemraadschap en nauwelijks effect heeft ten opzichte van de praktijksituatie.



Figuur 4: Toekomstige deelgebieden (met hoogste streefpeil) inclusief kunstwerken (K#) en watergangen (W#). In het basisontwerp is aangenomen dat K12 een keerschot met inlaat is en K3 niet gerealiseerd wordt. K22 is een bestaande brug. In hoofdstuk 4 worden alternatieve scenario's onderzocht.

Tabel 2: Streefpeilen en toelaatbare peilstijging in verschillende peilgebieden

Deelgebied	Streefpeil [m+NAP]	Toelaatbare peilstijging [m]
1 (noord)	-2,70	0,23
2 (zuid)	-3,15 en -3,35 (flexibel)	0,45
3 (meander)	-3,15 en -3,35 (flexibel)	0,68

2 WERKWIJZE

2.1 Scenario's

Voor de watersysteemanalyse zijn in eerste instantie enkel twee scenario's doorgerekend. Het referentiescenario (scenario A) is het watersysteem volgens variant A1b zoals vastgesteld door de gemeente Pijnacker-Nootdorp en vergund door het hoogheemraadschap. Het nieuw basisontwerp (scenario B) is hier een uitwerking op. Voor het basisontwerp is uitgegaan van de plannen zoals omschreven in hoofdstuk 1.3.2.

2.2 Toegepast model

Voor deze rapportage is gebruik gemaakt van het oppervlaktewatermodel SOBEK. Het model simuleert het neerslag-afvoer systeem en de hydraulische condities (1D) in het watersysteem (stroomsnelheden, afvoeren, waterstanden etc.). Voor deze analyse is gebruik gemaakt van het model dat ook is gebruikt voor de watersysteemanalyse en de toetsing van het gebied rondom de Oostelijke Randweg (Figuur 5). Deze analyses zijn in 2015 uitgevoerd en is in 2018 geactualiseerd. In dit model is het aanvoertracé naar gemaal Keijzershof verwerkt.



Figuur 5: Het gebruikte SOBEK-model (watergangen). Tuindershof is gemarkeerd met een cirkel.

Voor scenario B is het geplande watersysteem (hoofdstuk 1.3.2) in het model verwerkt. De afvoer van onverharde en verharde oppervlaktes naar het open water (via grondwater, drainage en oppervlakkige afstroming) is per afwateringseenheden bepaald (Figuur 3 en Tabel 1). De dimensies van de kunstwerken en watergangen worden besproken in paragraaf 3.1.

2.3 Uitgevoerde toetsen

2.3.1 Toetsen normafvoer

Voor de toetsing van de kunstwerken en de watergangen is de maatgevende afvoer doorgerekend. Hierbij zijn de uitgangspunten voor normafvoer van het Hoogheemraadschap van Delfland gebruikt:

- Afvoer onverhard oppervlak: 14,4 mm/dag (=10 m³/min per 100ha)
- Afvoer verhard oppervlak (incl. water): 28,8 mm/dag (=20 m³/min per 100ha)

Vanuit de 'Beleidsregels Kunstwerken in wateren' [Ref.4] van het Hoogheemraadschap van Delfland gelden bij normafvoer de volgende criteria voor duikers en watergangen:

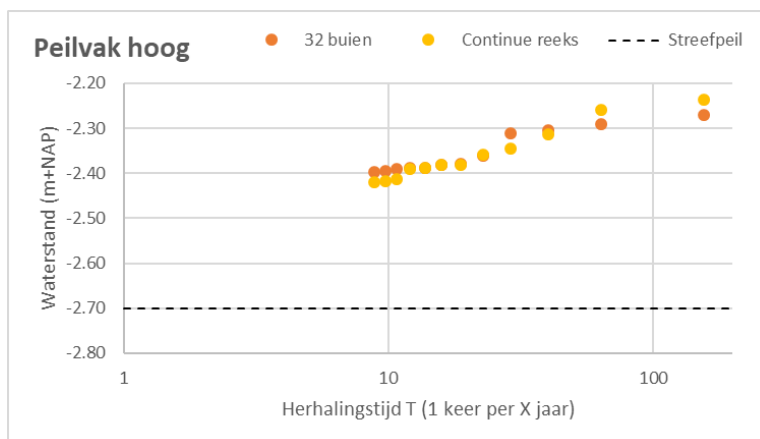
- De maximaal toelaatbare stroomsnelheid in primaire polderwateren en secundaire wateren: 0,2 m/s;
- Het toelaatbare verhang voor primaire polderwateren en alle secundaire wateren: 4 cm/km;
- Het maximaal toelaatbare verval over een duiker of sifon is 2 mm¹.
De maximaal toelaatbare stroomsnelheid in een duiker of sifon in een watergang is 0,60 m/s bij de uitstroomopening.

2.3.2 Toetsen extreme neerslag

Het model is ook gebruikt om het effect van perioden met extreme neerslag te analyseren. Het oorspronkelijke SOBEK-model is opgezet om losse buien door te rekenen. Dit was gebruikelijk voor de oude klimaatstatistieken die het Hoogheemraadschap voorheen voorschreef. Tegenwoordig wordt een andere lijn gevolgd en is het de bedoeling om een continue neerslag- en verdampingreeks van 109 jaar door te rekenen en daaruit de gebeurtenissen met extra neerslag te analyseren. Het gehanteerde SOBEK-model is hiervoor echter niet geschikt. Bij het doorrekenen van de hele reeks valt het model op verschillende plekken droog, wordt het instabiel en neemt de rekentijd sterk toe (>5 dagen).

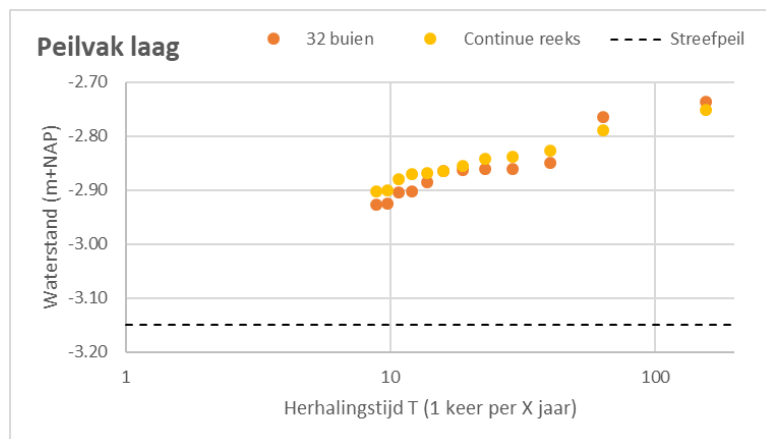
Voor deze analyse zijn daarom de zwaarste 32 buien uit de 109 jaar geknipt. Het model is vervolgens doorgerekend voor het scenario A met de volledige 109-jarige reeks (klimaatscenario 2050WL, neerslagregio H). De hieruit afgeleide waterstandstatistiek is vervolgens vergeleken met de berekening waarbij de 32 buien zijn doorgerekend (Figuur 6 en Figuur 7).

De figuren laten zien dat de er verschillen zijn tussen de twee methoden. Dit wordt veroorzaakt door de selectie van 32 buien en de aannames voor de initiële condities bij elk van deze buien. De verschillen zijn echter beperkt. Bovendien heeft deze studie vooral als doel de impact van de nieuwe ruimtelijke plannen van Tuindershof t.o.v. de huidige vergunde situatie (scenario A, ontwerp A1b) te bepalen. Dit is goed mogelijk met de geselecteerde buien. De overige berekeningen zijn daarom uitgevoerd met de geselecteerde 32 buien.



Figuur 6: Verschil tussen het rekenen met een continue reeks (rekentijd >5 dagen en model instabiel) en 32 losse buien (rekentijd 14 uur, stabiel model). Locatie: Peilvak hoog, zie Figuur 8.

¹ Voor duikers langer dan 20 m geldt een maximaal toelaatbaar verval van 2 mm + verhang watergang voor het deel langer dan 20 m (dus 2 mm + maximaal 4 cm/km, afhankelijk van de geldende verhangnorm voor het betreffende gebied)



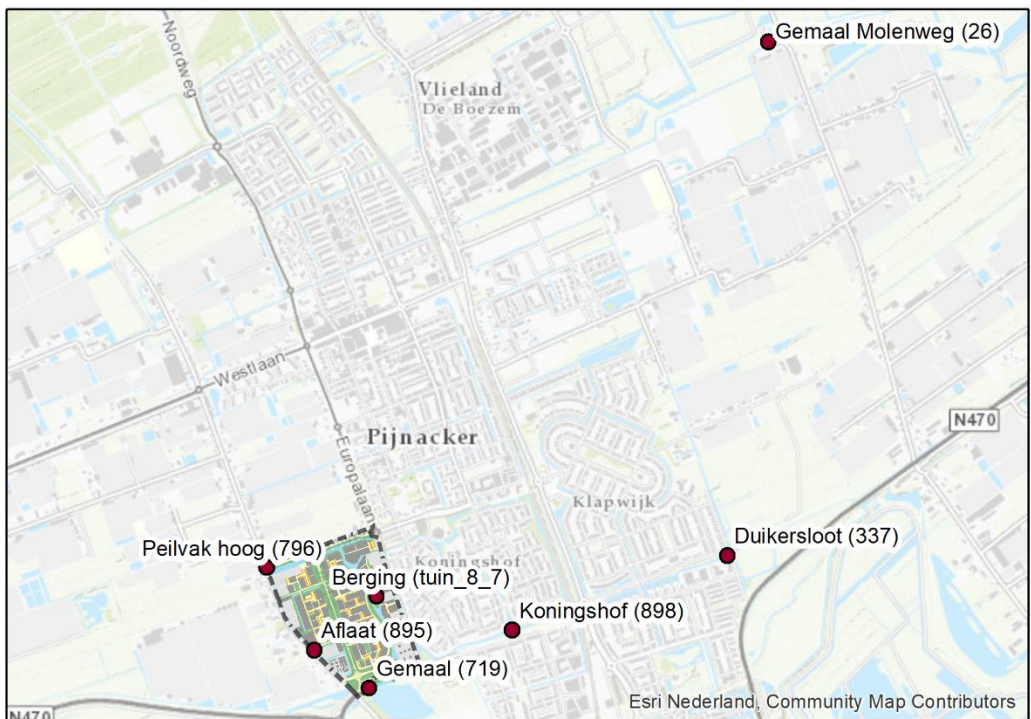
Figuur 7: Verschil tussen het rekenen met een continue reeks (rekentijd >5 dagen en model instabiel) en 32 losse buien (rekentijd 14 uur, stabiel model). Locatie: Peilvak laag, zie Figuur 8.

2.3.3 Toetsen waterberging

Ten derde is het nieuwe watersysteem (scenario B) getoetst door de geplande berging en verharding te vergelijken met de oorspronkelijke vergunde situatie (scenario A).

2.4 Analysepunten

Om de waterstanden in het watersysteem van Tuindershof te analyseren zijn binnen SOBEK een aantal analysepunten gekozen. Deze staan weergegeven in Figuur 8. Binnen het plangebied worden verschillende peilgebieden gehandhaafd waardoor er voor ieder peilgebied een representatief punt is gekozen (locaties "Peilvak hoog", "Peilvak laag" en "Berging"). Daarnaast is ook gekeken naar de effecten ter plekke van de aflaat (locatie "Aflaat"). Ten slotte is gecontroleerd of het bovenstrooms gelegen gebied Koningshof (locatie "Koningshof"), het gebied ten einde van de Duikersloot (locatie "Duikersloot") en bij de uitstroom van gemaal Molenweg (locatie "Gemaal Molenweg") geen nadelige gevolgen ondervinden van het nieuwe watersysteem in Tuindershof.



Figuur 8: Analysepunten voor de verschillende gebieden (getal tussen haakjes staat het SOBEK-id). Bovenste figuur is ingezoomd op Tuindershof en het onderste figuur laat ook de twee verder weg gelegen analysepunten in dezelfde peilgebieden van Tuindershof zien.

3 ONTWERP EN TOETSING

3.1 Dimensies kunstwerken en watergangen

3.1.1 Duikers

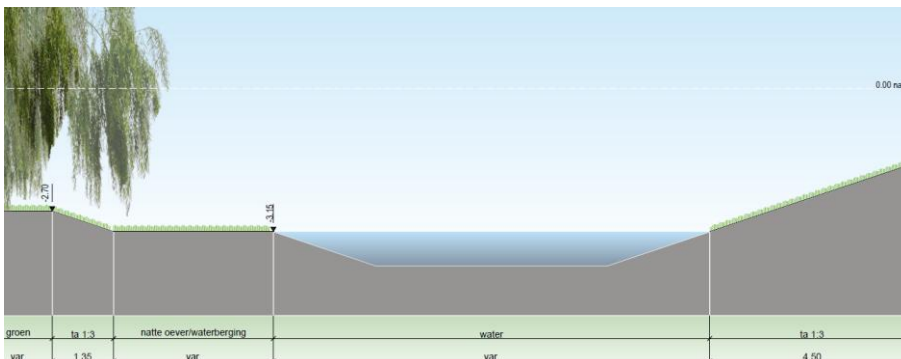
Zoals al was afgebeeld in Figuur 4 worden in het nieuwe watersysteem verschillende duikers gerealiseerd. Voor de toetsing zijn de afmetingen uit Tabel 3 gehanteerd. De duikers voldoen hiermee aan de minimale afmetingen voor duikers in primaire watergangen. Bij de toetsing bij normafoer (hoofdstuk 3.3) worden deze afmetingen verder getoetst.

Tabel 3: Afmetingen van de duikers (Figuur 4).

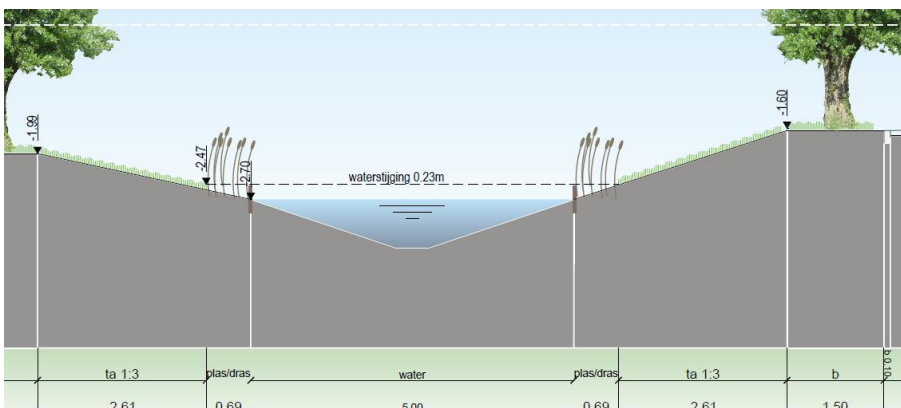
Duiker [ID]	Diameter [m]	Lengte [m]	B.o.b. [m+NAP]
K4	Rond 800 mm	40	-3,25
K5	Rond 800 mm	20	-3,25
K6	Rond 800 mm	30	-3,25

3.1.2 Watergangen

Het geplande watersysteem van Tuindershof bestaat uit een groot aantal nieuwe of aangepaste watergangen (Figuur 4). De gemeente heeft hierbij al een ontwerp gemaakt van de toe te passen dwarsprofielen [Ref. 6 en Ref. 7] (Figuur 9 en Figuur 10). Er is daarbij onderscheid gemaakt tussen twee soorten profielen: het "Meander" en het "Singel" profiel.



Figuur 9: Meander profiel (Ref. 6).



Figuur 10: Singel profiel (Ref. 7).

Tabel 4 laat zien hoe deze dwarsprofielen zijn overgenomen in het SOBEK-model. Er is hierbij gekozen om twee varianten op te stellen voor het dwarsprofiel Meander. Het profiel heeft standaard aan beide zijden een natuurvriendelijke oever ("Meander Dubbel"). Op verschillende plekken ligt de meander (watergang W2, W3, W8, W10 en W11) langs particuliere percelen waarvan eigenaren vrij zijn om de oever aan te passen. Op deze locaties doen we een conservatieve aanname en nemen we aan dat het talud aan één kant (bij de particuliere percelen) op termijn niet meer gebruikt kan worden voor afvoer en berging ("Meander Enkel").

De ingetekende watergangen hebben geen vaste breedte (Figuur 4). Dit is met name het geval bij de meander (watergang W8). Voor de hydraulische toetsing is daarom een het minimale hydrologische profiel aangehouden. Dit minimale profiel is bepaald op basis van de kleinste ingetekende waterbreedte. Voor de Meander is de minimale waterbreedte op streefpeil 8 meter. Voor het dwarsprofiel "Singel" is dit 5 meter. Het resterende wateroppervlak is verwerkt in een aantal bergingsknopen. Hierdoor is het wateroppervlak wel meegenomen in de toetsing.

Voor het bepalen van de andere dimensies zijn de volgende uitgangspunten van het Hoogheemraadschap van Delfland gehanteerd [Ref. 4]:

- Primaire watergangen hebben een minimale waterdiepte van 1 m.
- Overige watergangen hebben een minimale waterdiepte van 0,5 m.
- Voor de afvoercapaciteit van het aanvoertracé naar gemaal Keijzershof is een minimaal nat oppervlak van 5 m² nodig.
- Er is gekozen voor een natuurvriendelijk talud van 1:3 (zie ook Figuur 9 en Figuur 10)

De definitieve afmetingen zullen in afstemming met Hoogheemraadschap van Delfland bepaald worden om de uitvoerbaarheid te garanderen.

Tabel 4: Afmetingen van profielen watergangen (Figuur 4).

Watergangen	Type**	Profiel	Waterbreedte [m]	Bodembreedte [m]	Waterdiepte [m]	Talud
W1	Primair	Meander, dubbel	8,0	2,0	1,0*	1:3
W13	Secundair					
W3	Primair	Meander, enkel	5,0	2,0	1,0*	
W2,8,10,11	Secundair					
W12	Primair	Singel	5,0	0,5	0,75*	
W4,5,6,7,9	Secundair					
W14 t/m W19	Bestaande watergangen					

* Exclusief benodigde overdiepte ten behoeve van onderhoud en compensatie van het flexpeil.

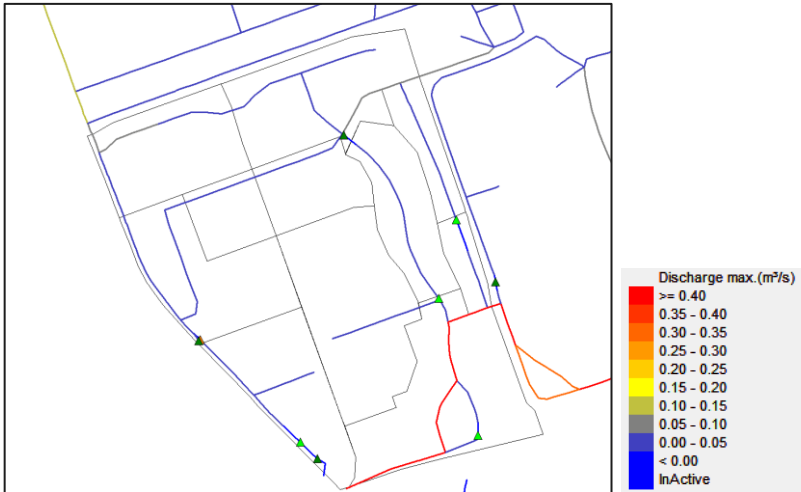
** De definitieve keuze voor primair en secundair water wordt gemaakt ten tijde van het vooroverleg van de watervergunning.

In overleg met de gemeente is ervoor gekozen om in het SOBEK-model de natte vlakke oever en eiland (Figuur 9) bij de meander in eerste instantie niet mee te nemen in de toetsing. Er is namelijk al voldoende waterberging in het gebied aanwezig (hoofdstuk 3.4). Het effect van het realiseren van extra berging wordt beschreven in hoofdstuk 4.4.2.

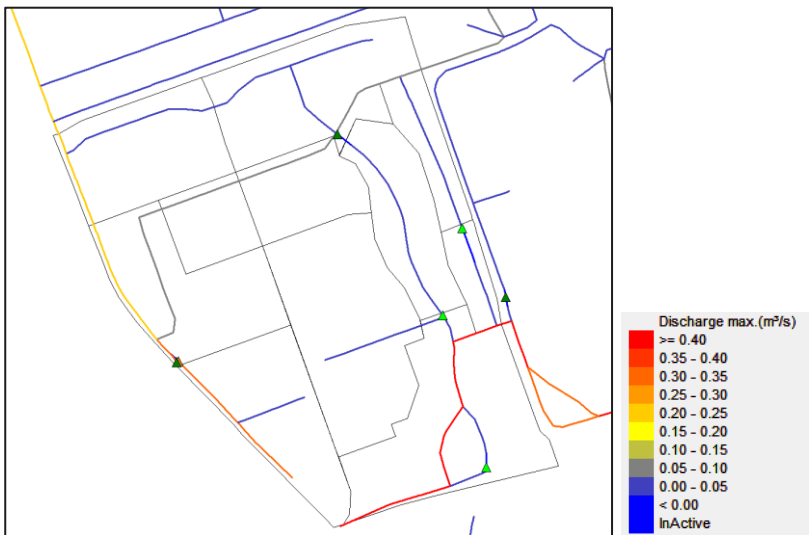
3.2 Functioneren watersysteem

Om een beeld te krijgen bij het functioneren van het nieuwe watersysteem (scenario B) is deze doorgerekend bij normaalvoer en zijn de afvoeren geanalyseerd (Figuur 11 en Figuur 12). Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen de normale omstandigheden en de situatie waarbij de aflaat wordt ingezet. Onder normale omstandigheden wordt het water uit deelgebied 1 afgevoerd via Gemaal Oude polder van Pijnacker. Het water van deelgebied 2 en 3 wordt afgevoerd naar gemaal Keijzershof.

Wanneer de aflaat wordt ingezet (Figuur 12) verandert de afvoer van deelgebied 1. Al het water wordt dan afgevoerd via de aflaat. Hierdoor worden de watergangen W5 t/m W7 en duikers K4 en K5 veel zwaarder belast.



Figuur 11: Functioneren van het geplande watersysteem (scenario B) bij normaalvoer (normale situatie).



Figuur 12: Functioneren van het geplande watersysteem (scenario B) bij normaalvoer met inzet aflaat.

3.3 Toetsen normaalvoer

Dit hoofdstuk geeft de resultaten weer van de toetsing van de duikers en watergangen aan de criteria van het Hoogheemraadschap van Delfland.

3.3.1 Duikers

De modeluitkomsten van de stationaire toetsing (normaalvoer) voor de duikers zijn weergegeven in Tabel 5. Ze staan daarnaast gevisualiseerd in de bijlage (Figuur 17 en Figuur 19). Deze uitkomsten moeten worden vergeleken met de criteria van het Hoogheemraadschap, zoals omschreven in paragraaf 2.3.1.

Tabel 5: Toetsing van duikers op verval en stroomsnelheid (Figuur 4).

Duiker [ID]	Debiet [m ³ /s]	Verval [mm]	Stroomsnelheid [m/s]	Toetsing verhang
K4	0,026	0,3	0,067	Voldoet
K5	0,023	0,3	0,059	Voldoet
K6	0,048	1,1	0,125	Voldoet

In Tabel 5 is te zien dat alle drie de duikers voldoen bij normaalvoer. Voor de toetsing zijn we ervan uit gegaan dat de aflaat dicht staat. Dit is de meest voorkomende situatie. Als aanvulling hebben we bij de toetsing ook kort gekeken naar de situatie waarbij de aflaat wel open staat (Figuur 18 en Figuur 20 in de bijlage). Wanneer de aflaat open staat neemt de belasting van de duikers toe. De duikers blijven voldoen

aan alle criteria, op één uitzondering na. Het verval over duiker K5 neemt toe van 0,3 mm naar 2,4 mm. Omdat het hierbij niet gaat om een reguliere situatie zijn hier geen consequenties aan verbonden. Wel is het mogelijk om het watersysteem nog robuuster te maken door de diameter van de duikers K4, K5 en K6 te vergroten naar 1000 mm. Dit wordt zo in het ontwerp opgenomen.

3.3.2 Watergangen

De modelresultaten voor de toetsing met normafvoer (zie Figuur 19 t/m Figuur 22 in de bijlage) laten zien dat de watergangen met de minimale hydrologische profielen voldoen aan de toetscriteria van het hoogheemraadschap (paragraaf 2.3.1). Dit is zowel geval in de normale situatie met een dichte aflaat als de situatie met een open aflaat. De nieuw aan te leggen watergangen voldoen voor zowel verhang (maximaal 4 cm/km) als stroomsnelheid (maximaal 0,2 m/s).

Analyse watergang Overgauwseweg

Wanneer de aflaat openstaat neemt de stroomsnelheid in de watergang (W18) langs de Overgauwseweg wel sterk toe. Dit resulteert in delen van de watergang tot een stroomsnelheid $> 0,2$ m/s. Op basis van het model resulteert dit nog niet in afwijkende waterstanden bij extreme neerslag (hoofdstuk 3.5). In onderstaande paragraaf wordt het effect van het verbeteren van de watergang bepaald.

Om de aanvoer naar de aflaat te verbeteren is er een aanvullende analyse gedaan naar de opstuwung in de aanvoerende watergang langs de Overgauwseweg. In het model is gebruik gemaakt van het legger profiel in deze watergangen. Hierbij is de gemiddelde waterdiepte van de leggerdiepte en minimale diepte gebruikt (0.63 m). Verder is aangenomen dat het aanwezige gemaal en krooshek wordt verwijderd.

Het knelpunt in de watergang ligt voornamelijk op het bovenstrooms van het oude gemaal gelegen gedeelte waar geen alternatieve afvoerroute aanwezig is. Het profiel van de watergang ten zuiden van het (voormalige) gemaal ligt lager vanwege de voormalige peilscheiding. Hierdoor krijgt deze watergang in de toekomst een grotere waterdiepte en ontstaat hier minder verval. Ten zuiden van het oude gemaal veroorzaakt een oude brug (K22, Figuur 13) veel verval (Tabel 6). Tijdens een analyse langs de andere bruggen in de watergang langs de Overgauwseweg viel ook een brug ten noorden van het plangebied op door de smalle doorgang, maar deze brug laat verder geen groot verval zien.



Figuur 13: Brug (K22) in watergang langs Overgauwseweg (deze wordt verwijderd)

Binnen het hele watersysteem ontstaat er een verval van circa 3,3 cm wanneer de aflaat wordt ingezet (Tabel 6). Het kritieke deel van de watergang en de brug (K22) veroorzaken hiervan 2/3. De brug wordt verwijderd en een deel van de watergang (W18) wordt verbreed tot 7 m op de waterlijn. De leggerdiepte van de watergang langs de Overgauwseweg zal worden getoetst en zonodig hersteld. Met deze maatregelen zal de totale opstuwung binnen het plangebied afnemen tot circa 1,4 cm. Ook zal de bestaande smalle verbinding tussen watergang W18 en W14 (de plas aan de noordzijde van het plangebied) zo mogelijk worden verbreed (afhankelijk van de aanwezige kabels en leidingen).

Tabel 6: Verval in het watersysteem van Tuindershof (in m)

Situatie	Brug	Kritieke deel W18	Overige watersysteem	Totaal
Huidig	0.012	0.011	0.010	0.033
Verbeterd	-	0.004	0.010	0.014
Vershil	0.012	0.007	-	0.019

3.4 Toetsen waterberging

Voor het toetsen van de (theoretische) waterberging is een vergelijking gemaakt tussen de oorspronkelijk vergunde berging/verharding en de nu geplande berging/verharding. Hierbij is gebruik gemaakt van de toegestane peilstijging in de deelgebieden zoals deze door Delfland is vastgesteld.

Tabel 7: Analyse van het vergunde en geplande watersysteem.

Situatie	Peilgebied	Toegestane peilstijging (m)	Verharding (m ²)	Berging (m ³)
Vergund	OPP1	0.23	163.300	6031
	OPP3	0.45	-	1989
Gepland	OPP1	0.23	71.600	2663
	OPP3	0.45	63.000	5274
Netto effect van geplande situatie	Totaal	-	-28.700 (-18%)	-83 (-1%)

Uit deze analyse blijkt dat het herziene watersysteem iets minder berging bevat, maar ook veel minder verharding. Bij de berekening is nog geen rekening gehouden met de inundatiezones die mogelijk worden aangelegd (hoofdstuk 3.1.2). Deze inundatiezone zou al voor circa 900 m³ berging kunnen zorgen (5 meter breed, 400 lang en 0,45 peilstijging). In hoofdstuk 4.4 geeft inzicht in het potentiële effect van deze inundatiezone.

3.5 Toetsen extreme neerslag

Voor deze rapportage is ook een toetsing gedaan op extreme neerslag. Zoals beschreven in paragraaf 2.3.2 zijn hiervoor 32 extreme neerslaggebeurtenissen geselecteerd. Deze 32 buien zijn doorgerekend en de modelresultaten zijn statistisch verwerkt (Figuur 23 t/m Figuur 28 in de bijlage). In Tabel 8 staan de peilstijgingen die één keer per 10 jaar en één keer per 100 jaar voorkomen.

Tabel 8: Peilstijging bij T10 en T100 herhalings tijden bij de analysepunten (Figuur 8) voor scenario's A en B.

		Peilstijging (m)			
		Scenario A (referentie, ontwerp A1b)		Scenario B (basisontwerp Tuindershof)	
		T10	T100	T10	T100
Peilgebied OPP1	Peilvak hoog *	0.31	0.40	0.30 (-0.01)	0.39 (-0.01)
	Aflaat *	0.31	0.40	0.28 (-0.02)	0.38 (-0.02)
	Gemaal Molenweg *	0.30	0.35	0.30 (+0.00)	0.34 (-0.01)
Peilgebied OPP3	Koningshof **	0.24	0.37	0.24 (+0.00)	0.39 (+0.01)
	Berging **	-	-	0.24	0.38
	Peilvak laag **	0.23	0.37	0.24 (+0.01)	0.38 (+0.01)
	Gemaal **	0.23	0.37	0.23 (+0.00)	0.38 (+0.01)
	Duikersloot **	0.23	0.40	0.24 (+0.01)	0.41 (+0.01)

*Hierbij is peilstijging berekend t.o.v. streefpeil bij gemaal Oude polder van Pijnacker (NAP -2,7 m)

**Hierbij is peilstijging berekend t.o.v. streefpeil bij gemaal Keijzershof (NAP -3,15 m)

Het nieuwe basisontwerp Tuindershof (scenario B) heeft een positief effect op het hogere deelgebied 1. Dit komt doordat door de ontwikkelingen het oppervlak van OPP1 afneemt (deelgebied 1) af. Hierdoor neemt ook de belasting van het poldergemaal af.

In het zuidelijke deel van het plangebied (OPP3) nemen de peilstijgingen toe met circa 0,5 tot 1 cm. Dit ligt niet aan de aanvoercapaciteit naar het gemaal. Bij het gemaal is namelijk hetzelfde effect zichtbaar. De toename wordt met name veroorzaakt doordat met door het nieuwe ontwerp OPP2 groter wordt en daardoor de belasting van gemaal Keijzershof stijgt en de effectieve bemalingscapaciteit afneemt.

We verwachten dat deze verandering positief is voor het totale systeem. Tijdens de eerder uitgevoerde watersysteemanalyse is gebleken dat OPP1 veel kwetsbaarder is dan OPP3. Dit is ook al zichtbaar in de hogere T100 peilstijgingen in OPP1 en de veel kleinere toegestane peilstijging (Tabel 7).

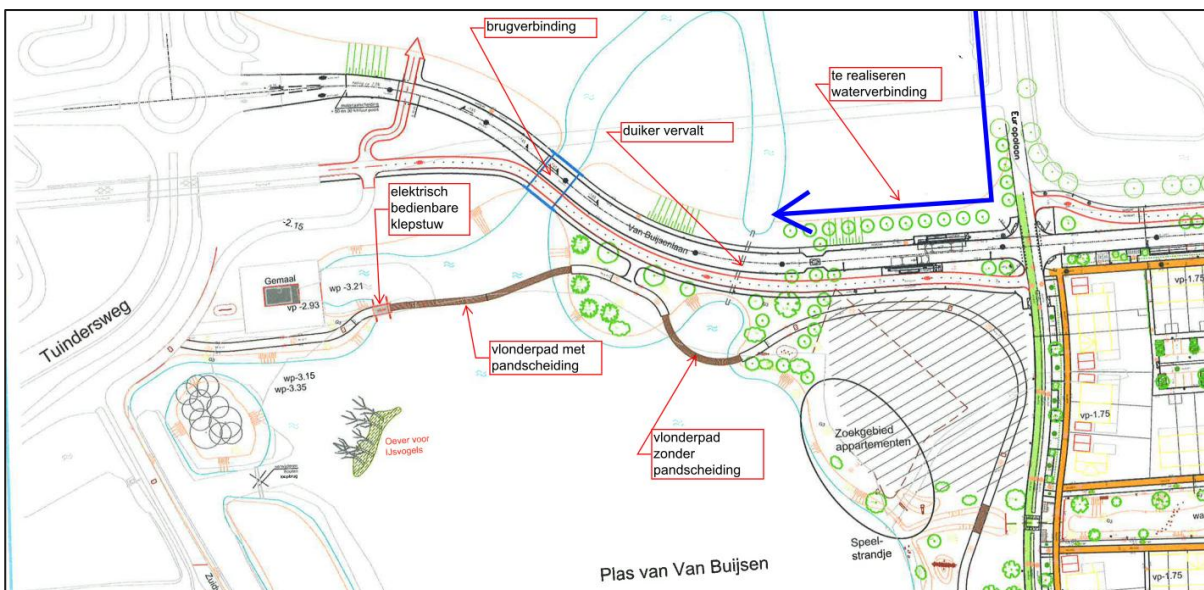
Indien gewenst kan de toegenomen peilstijging in OPP3 ongedaan gemaakt worden. De eenvoudigste oplossing is het aansluiten van een groter deel van de hemelwaterafvoer van Tuindershof op OPP1. Hierdoor zal ook de verlaging van de piekwaterstanden in OPP1 ongedaan gemaakt worden. Gezien de kwetsbaarheid van OPP1 raden we dit sterk af. Verder is het ook mogelijk om meer berging in OPP3 te realiseren (hoofdstuk 4.4). Op basis van de eerder vergunde verhouding tussen berging en verharding is dit echter niet nodig (hoofdstuk 3.4).

4 INRICHTING

Met behulp van de analyse in dit hoofdstuk heeft de gemeente in overleg met het hoogheemraadschap keuzes voor de inrichting gemaakt. Dit zijn keuzes op het gebied van de pandscheiding, beheer en onderhoud, fasering in de realisatie en andere inrichtingsmogelijkheden, zoals de inzet van de flexibele berging in de meander.

4.1 Pandscheiding Plas van Van Buijsen

Om de goede waterkwaliteit van de Plas van Van Buijsen te beschermen en de hydrologie van het watersysteem te verbeteren wordt er een pandscheiding gerealiseerd (zie paragraaf 1.3.2). De klepstuw wordt door het Hoogheemraadschap van Delfland uitgewerkt.



Figuur 14: Ontwerp voor de pandscheiding

In het voorlopige ontwerp (Figuur 14) komt er een pandscheiding vanaf het eiland naar het gemaal. In de pandscheiding komt een elektrisch bedienbare stuwklep om bij bepaalde calamiteiten toch voor een verbinding met de plas te zorgen. Deze stuwklep ligt vlakbij het Gemaal Keijzershof waardoor het een bijkomend voordeel is dat de elektriciteitsvoorziening vanuit het gemaal kan komen.

Het voorlopige ontwerp wijkt af van de oorspronkelijke plannen om een veel langere pandscheiding te realiseren. Het voordeel van het opgestelde voorlopige ontwerp is dat de pandscheiding korter is, wat scheelt in de kosten en zorgt voor een natuurlijkere uitstraling van de plas. Een nadeel van dit alternatief is dat de rechtentak van de meander onder normale omstandigheden doodloopt (watergang W2). Dit kan negatieve gevolgen hebben voor de waterkwaliteit. De doorstroming en daarmee de waterkwaliteit in deze wordt door de gemeente verbeterd door een extra watergang (W20) langs de Van Buijsenlaan te realiseren. Om de waterkwaliteit van deze watergang goed te houden adviseren wij om dit deel expliciet op te nemen in het beheer en onderhoudsplan.

Het oostelijke deel van de pandscheiding wordt niet gerealiseerd. Er wordt een vlonderpad aangelegd waar het water vrij onderdoor kan stromen. Er wordt geen duiker aangelegd onder de Van Buijsenlaan, waardoor de scheidende functie van het oostelijke deel verval.

4.2 Beheer & onderhoud

4.2.1 Toetsingscriteria onderhoud

Vanuit het Hoogheemraadschap van Delfland worden toetscriteria gehandhaafd voor varend onderhoud en onderhoudsstroken [Ref. 8]. Rijdend onderhoud is in eerste instantie het uitgangspunt, zowel uitvoeringstechnisch als financieel.

Varend onderhoud wordt alleen toegestaan indien aan de volgende eisen wordt voldaan:

- Waterganglengte van ten minste 500 m of aaneengesloten wateroppervlak van 1750 m², zonder niet-doorvaarbare obstakels.
- Minimale breedte watergang: 3,5 m, gemeten op de waterlijn.
- Minimale diepte watergang: 1 m.
- Minimale doorvaarbare hoogte: 1 m.
- Faciliteiten voor tewaterlating van onderhoudsmateriaal dienen aanwezig te zijn of door de initiatiefnemer aangelegd te worden. Deze faciliteiten moeten vanaf de openbare weg goed bereikbaar zijn en blijven.

Bij de aanleg van nieuwe wateren en verbreden van bestaande wateren zijn de volgende breedtes van onderhoudsstroken vereist:

- Bij wateren met een breedte tot 5 meter is een onderhoudsstrook van 4 meter aan één zijde voldoende. De (onderhouds)strook aan de andere zijde kan 1 meter breed zijn.
- Wateren met een breedte tussen de 5 en 10 meter moeten aan beide kanten kunnen worden onderhouden. Hiervoor zijn aan weerszijden van de wateren onderhoudsstroken met een breedte van 4 meter nodig.
- Wateren met een breedte groter dan 10 meter moeten varend worden onderhouden. Voor varend onderhoud zijn onderhoudsstroken nodig van 1 meter aan weerszijden van de wateren.
- Langs een nieuw aan te leggen natuurvriendelijke oever met een plasberm, drasberm of vooroever dient een onderhoudsstrook van 4 meter aanwezig te zijn of vrijgehouden te worden.

4.2.2 Varend onderhoud

Het huidige ontwerp de volgende aandachtspunten op voor varend onderhoud van de watergangen:

- De Meander is erg breed (5 meter op smalste punt, bij streefpeil). De Meander zal bovendien over een grote lengte (watergangen W11, W8, W10 in Figuur 4) aan worden begrensd door zowel uitgeefbaar terrein (in het oosten) en een natte inundatiezone (in het westen). Dit samen zorgt ervoor dat de meander op bepaalde stukken niet vanaf de kant kan worden onderhouden. De Meander voldoet aan de eisen voor varend onderhoud. Watergang W8 heeft voldoende oppervlakte, breedte en diepte. Voor de tewaterlating van onderhoudsmateriaal worden er boothellingen gerealiseerd. Enkel kunstwerk K3 vormt een beperking om watergangen W11, W3 en W1 direct mee te nemen. Deze watergangen voldoen ook aan de eisen van varend onderhoud en hier wordt ook een aparte boothelling gerealiseerd. Indien mogelijk kan er gekeken worden of de bruggen K7 en K8 met voldoende doorvaarhoogte gerealiseerd kunnen worden om onderdoor te varen zodat watergang W4 ook gelijk meegenomen kan worden.
- Op basis van de huidige situatie worden de noordelijke waterpartijen (watergangen W13 en W14) varend onderhouden. Dit wordt in de toekomst voortgezet. W10 kan hierin worden meegenomen.



Figuur 15: Onderhoud per watergang.

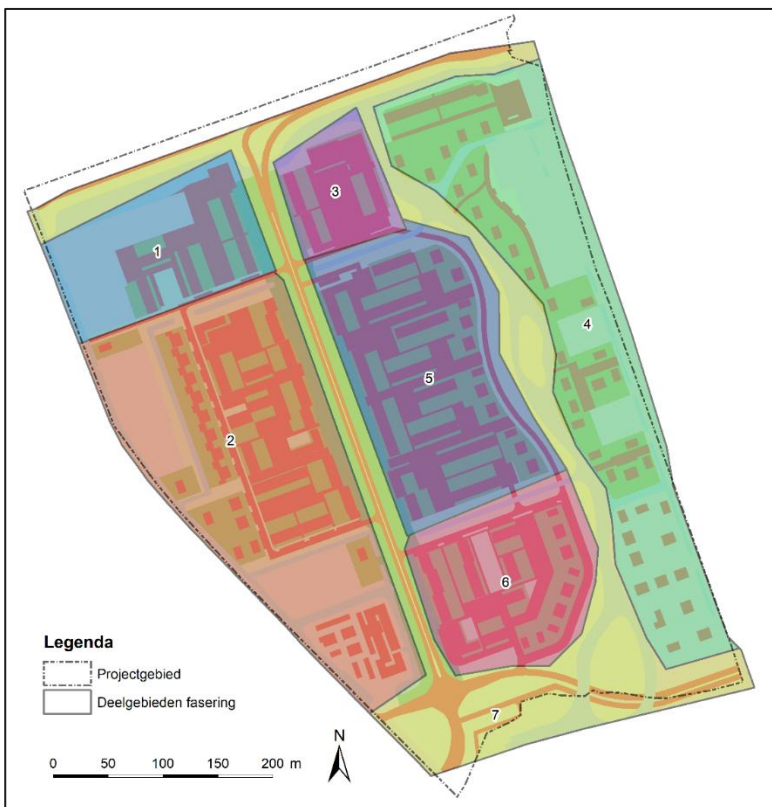
4.2.3 Overig beheer & onderhoud

Op het vlak van overig beheer en onderhoud levert het huidige ontwerp de volgende aandachtspunten op:

- Bij het realiseren van het watersysteem en bij het baggeren dient altijd rekening gehouden te worden met een overdiepte van 0,1 meter. Deze overdiepte is nodig om ruimte te bieden aan slibvorming, zonder dat te vaak moet worden gebaggerd.
- Het beheer en onderhoud aan wateren, inclusief de oever, mag niet worden belemmerd en het is daarom veelal vereist dat er ook onderhoudsstroken worden gerealiseerd. Een onderhoudsstrook moet aan bepaalde minimale afmetingen en andere ontwerpisen voldoen om effectief gebruikt te kunnen worden. Daarbij moet de onderhoudsstrook bereikbaar en begaanbaar zijn voor mensen en hun materiaal. Voor meer informatie, zie “Beleidsregels dempen en graven” van Delfland [Ref. 8]. Op basis van de huidige tekeningen kan dit grotendeels vanaf de openbare weg plaatsvinden.
- Om de waterkwaliteit in de meander te kunnen reguleren is het verstandig om ook een inlaat vanaf OPP1 (bij K1) te realiseren. Eventueel kan dit ook gecombineerd worden met een automatische inlaat van de berging.

4.3 Fasering in realisatie

De woonwijk Tuindershof zal gefaseerd gerealiseerd worden. Tijdens alle fasen is het belangrijk dat er voldoende waterberging in het gebied aanwezig is om extreme neerslag op te kunnen vangen. De exacte fasering van de wijk Tuindershof is echter nog niet bekend en dit kan op dit moment nog niet getoetst worden. Arcadis heeft ter voorbereiding enkele indicatieve berekeningen uitgevoerd. Hierbij is het totale plangebied op basis van de huidige inzichten ingedeeld in een aantal deelgebieden die gefaseerd uit zouden kunnen worden gevoerd (Figuur 16). Deze deelgebieden zijn gebaseerd op een ingeschatte indeling van de wijken en komt niet overeen met de hydrologische indeling zoals deze in de toetsing is gebruikt.



Figuur 16: Inschatting van de mogelijke deelgebieden tijdens de realisatie van Tuindershof.

Tabel 9 toont per deelgebied hoeveel waterberging er nodig is om de verharding te compenseren. Hiervoor is op basis van de ontwerptekeningen (verwerkt in Tabel 7) de vuistregel bepaald dat er bij Tuindershof circa $0,07 \text{ m}^3$ waterberging nodig is voor iedere m^2 verharding. In

Tabel 10 staat de beschikbare waterberging per watergang, berekend op basis van Figuur 3 en de uitgangspunten van paragraaf 3.1.2.

Tabel 9: Benodigde waterberging per deelgebied, op basis van Figuur 16

Deelgebied fasering	Verhard oppervlak [m^2]	Benodigde waterberging op basis van verhard oppervlak* [m^3]
1	11850	782
2	32574	2150
3	6841	452
4	27232	1798
5	24544	1620
6	13854	914
7	17754	1172
Totaal	134648	8888

*Vuistregel voor Tuindershof is dat er circa $0,07 \text{ m}^3$ waterberging nodig is voor iedere m^2 verharding.

Tabel 10: Beschikbare waterberging per watergang. Voor de nummering van de watergangen, zie Figuur 4.

Watergang	Waterberging [m ³]	Opmerking
W1	610	
W2	529	
W3	560	
W4	483	
W5	269	
W6	101	
W7	170	
W8	2132	
W9	216	
W10	379	
W11	237	
W12	227	
W13	662	
W14	1083	Bestaande watergang
W15	145	Bestaande watergang
W16	197	Bestaande watergang
W17	162	Bestaande watergang
W18	664	Bestaande watergang
W19	189	Bestaande watergang

De bovenstaande indicatieve berekeningen kunnen als eerste inschatting worden gebruikt om de fasering van de wijk Tuindershof te bepalen. Er moet hierbij worden bepaald welke watergangen nodig zijn om de "bergingsbehoefte" van de deelgebieden in te vullen. Hierbij spelen echter ook diverse andere factoren (bijv. infrastructuur, bereikbaarheid, afspraken met ontwikkelaars en knelpunten die prioriteit hebben).

Op basis van deze gegeven kunnen we bijvoorbeeld concluderen dat de bestaande watergangen (2440 m³ beschikbaar) ruim voldoende zijn om de hoofdinfrastructuur (gebied 7) mee te compenseren (1172 m³ benodigd). Hierbij blijft er voldoende berging over om ook de deelgebieden 1, 3 of 6 te realiseren zonder het watersysteem bovenmatig te belasten.

4.4 Scenario's

Naast de in hoofdstuk 2 beschreven scenario's, zijn er in overleg met de gemeente een drietal extra scenario's met indicatieve berekeningen uitgevoerd.

4.4.1 Beschrijving scenario's

Scenario C

In het getoetste watersysteem is geen inundatiezone langs de meander meegenomen (hoofdstuk 3.4). Met scenario C is gekeken naar de effecten wanneer er wel een inundatiezone langs de meander wordt gerealiseerd. Hiervoor is er 2000 m² berging toegevoegd, bestaande uit een 5 meter brede inundatiezone langs de meander.

Scenario D

De gemeente is momenteel aan het verkennen of de meander in deelgebied 3 (Figuur 4) kan worden ingezet als gestapelde waterberging waarbij water wordt ingelaten vanuit OPP1 (deelgebied 1). Dit is meegenomen in scenario D. Het uitgangspunt bij scenario D is dat er met vaste in- en uitlaten wordt gewerkt. Deze zijn relatief goedkoop en vragen weinig beheer en onderhoud.

Voor deze indicatieve berekeningen is aangenomen dat tussen deelgebied 1 en 3 een vaste stuw komt (K12, Figuur 4) met een breedte van 3 meter en een kruinhoogte van NAP -2,47 m (gelijk aan de toegestane peilstijging). Daarnaast is aangenomen dat er op de grens van deelgebieden 2 en 3 een vaste schuif komt te staan (K3, Figuur 4). Deze schuif heeft een breedte van 1 meter, een drempel van NAP -3,5 m en een openingshoogte van 2,5 cm. Deze openingshoogte is onder reguliere omstandigheden groot genoeg om

voldoende water af te voeren, maar voorkomt bij de inzet van de gestapelde berging dat er te veel water wegloopt. Door extra water te bergen in peilgebied 3, kan de rest van de omgeving worden ontlast.

Na de periode met extreme neerslag zullen de peilen in OPP1/deelgebied 1 zakken en zal er op een gegeven moment geen water meer naar peilgebied 3 stromen (peil onder kruinhoogte stuw/inlaat). Het water in de gestapelde berging zal vervolgens vertraagd worden afgevoerd door de schuif naar deelgebied 2.

Scenario E

Met scenario E is gekeken hoe de meander van peilgebied 3 kan worden ingezet als flexibele waterberging, door gebruik te maken van automatisch regelbare kunstwerken. Met de automatisch regelbare kunstwerken kan de waterberging nog effectiever worden ingezet en kan het vullen en legen van de berging beter gereguleerd worden.

Voor inlaat van de berging (K12 in Figuur 4) is aangenomen dat deze een breedte heeft van 1 meter en automatisch stuurt op een bovenstrooms peil van NAP -2,47 m (klepstand tussen NAP -3,47 en -2,47 m). Voor de uitlaat van de berging is een stuw gemodelleerd (K3 in Figuur 4, 1 meter breed, kruinhoogte tussen NAP -2 en -3,25 m). Onder normale omstandigheden staat deze stuw helemaal naar beneden en staan deelgebied 2 en 3 in open verbinding met elkaar. De stuw gaat omhoog wanneer er water wordt ingelaten in de berging en/of het benedenstroomse waterpeil meer dan 5 cm is gestegen. Wanneer het benedenstroomse peil weer voldoende is gezakt zal de stuw weer langzaam zakken en kan de berging leeglopen.

4.4.2 Effect waterstanden

De scenario's C, D en E zijn doorberekend op basis van de 32 gebeurtenissen met extreme neerslag (Tabel 11). De peilstijgingen voor andere herhalingstijden staan weergegeven in de Bijlage (Figuur 23 t/m Figuur 28).

Tabel 11: Berekende peilstijgingen voor alle scenario's (Figuur 8)

		Scenario A (Referentie A1b)		Scenario B (Ontwerp)		Scenario C (Ontwerp + inundatiezone)		Scenario D (Ontwerp + berging met vaste kunstwerken)		Scenario E (Ontwerp + berging met regelbare kunstwerken)	
		T10	T100	T10	T100	T10	T100	T10	T100	T10	T100
Peilvak hoog	OPP1 (NAP-2,7m)	0.31	0.40	0.30 (-0.01)	0.39 (-0.01)	0.30 (-0.01)	38 (-0.02)	0.29 (-0.01)	0.38 (-0.02)	0.28 (-0.03)	0.37 (-0.03)
Aflaat		0.31	0.40	0.28 (-0.02)	0.38 (-0.02)	0.28 (-0.03)	0.37 (-0.03)	20.8 (-0.03)	0.37 (-0.03)	0.26 (-0.05)	0.35 (-0.05)
Gemaal Molenweg		0.30	0.35	0.30 (+0.00)	0.34 (-0.01)	0.30 (+0.00)	0.34 (-0.01)	0.30 (+0.00)	0.34 (-0.01)	0.29 (-0.01)	0.33 (-0.02)
Koningshof	OPP3 (NAP-3,15 m)	0.24	0.37	0.24 (+0.01)	0.39 (+0.01)	0.24 (+0.00)	0.38 (+0.01)	0.24 (+0.00)	0.39 (+0.02)	0.24 (+0.00)	0.39 (+0.02)
Berging		-	-	0.24	0.38	0.24	0.38	0.20	0.55	0.67	0.76
Peilvak laag		0.23	0.37	0.24 (+0.01)	0.38 (+0.01)	0.24 (+0.00)	0.38 (+0.01)	0.24 (+0.01)	0.38 (+0.01)	0.24 (+0.01)	0.38 (+0.01)
Gemaal		0.23	0.37	0.23 (+0.00)	0.38 (+0.01)	0.23 (+0.00)	0.38 (+0.01)	0.24 (+0.00)	0.38 (+0.01)	0.24 (+0.01)	0.38 (+0.01)
Duikersloot		0.23	0.40	0.24 (+0.01)	0.41 (+0.01)	0.24 (+0.01)	0.41 (+0.01)	0.23 (+0.00)	0.41 (+0.01)	0.24 (+0.01)	0.41 (+0.01)

Scenario A en B

Zoals besproken in paragraaf 3.5, profiteert OPP1 van het basisontwerp (scenario B) als we dit vergelijken met het bestaande en vergunde ontwerp A1b (scenario A). Het gebied wordt ontlast en de piekwaterstanden nemen af. Dit gaat deels ten koste OPP3. De piekwaterstanden bij analysepunten "Koningshof", "Peilvak laag", "Gemaal" en "Gemaal Molenweg" nemen toe.

Scenario C

Met scenario C (inundatiezones) worden de toegenomen van de peilstijging in OPP3 verminderd met 20-25%. Dit is niet zichtbaar in de tabel doordat het hierbij gaat om slechts 2 mm.

Scenario D

De resultaten van Scenario D, waarbij de meander van peilgebied 3 als waterberging wordt ingezet met behulp van vaste in- en uitlaatconstructies, geven verschillende inzichten. De berekening laat zien dat bij een T10 situatie de berging nauwelijks wordt ingezet. Door de relatief hoge kruinhoogte (NAP -2,47 m) in verhouding tot de piekwaterstand in OPP1 (NAP -2,41 m) is het instroomdebiet klein en de periode waarin dit gebeurt kort. De waterstand in de berging neemt zelfs beperkt af, doordat de berging ook nauwelijks meer gevuld kan worden vanuit OPP3.

Bij een T100 situatie wordt de berging beter benut, maar nog niet volledig. De waterstand in de berging blijft ruim onder de waterstand in OPP1. Dit kan sterk verbeterd worden door een automatische stuw/inlaat.

Het inzetten van berging is positief voor OPP1, waardoor de waterstanden hier nog verder zullen afnemen. Voor OPP3 heeft de berging echter een negatief effect. Het wateroppervlak wordt namelijk onttrokken aan OPP3. Hierdoor nemen de T100 piekwaterstanden ongeveer 1 cm toe.

Scenario E

Met scenario E is gekeken naar de situatie waarbij de waterberging in de meander gestuurd wordt door een automatisch gestuurde kunstwerken. De resultaten laten duidelijk zien dat de berging van de meander bij scenario E effectiever wordt ingezet. De piekwaterstand in de berging wordt hiermee bijna gelijk aan de piekwaterstand in OPP1.

Door het effectiever inzetten van de berging met een automatisch inlaat wordt de waterstand in OPP1 verder verlaagd. Ook voor OPP3 is er een beperkt positief effect door het automatiseren van de kunstwerken. Dit komt doordat de uitlaat nu automatisch wordt gesloten, waardoor er geen water meer weglekt uit de berging naar OPP3. Dit effect is met 0.002 m echter beperkt.

4.5 Overige constatering en aanbevelingen

- De optimale afvoerroute naar het gemaal Keijzershof kan niet worden gerealiseerd door de aanwezige watertransportleiding langs de Van Buijsenlaan. De gemeente heeft wel aangegeven een kleinere watergang aan te leggen om de sloot langs de Europalaan (W19), die nu doodloopt, beter te verbinden met de rest van het watersysteem.
- De duiker onder de Europalaan (K18) ligt in de primaire afvoerroute vanuit Koningshof richting Gemaal Keijzershof. De duiker ligt over een watertransportleiding en ligt hierdoor relatief hoog. Uit een recente inmeting blijkt dat de getoetste afmetingen van de duiker kloppen, maar de duiker wel 6 cm hoger ligt (NAP -3.97 m). Omdat deze duiker een essentiële verbinding in het watersysteem vormt is de duiker opnieuw getoetst en is bepaald of het vergroten van de duiker een significant effect op het watersysteem heeft. Het effect van de geactualiseerde bodemhoogte is beperkt. Het verval neemt toe van respectievelijk 1,7 mm naar 1,9 mm. Een verbreding van de duiker van 4 naar 6 meter zorgt voor een afname in het verval naar 0,9 mm (Tabel 12). De bestaande duiker voldoet nog aan de criteria voor nieuwe duikers, daarom wordt deze pas verbreed als deze aan vervanging toe is.

Tabel 12: Debiet, verval en stroomsnelheid in duiker onder Europalaan in verschillende situaties

Situatie	Kenmerken	Verval (m)	Stroomsnelheid (m/s)
Basis	4m bij 1.4m, -4.03 m+NAP	0,0017	0,18
Geactualiseerde bodemhoogte	4m bij 1.4m, -3.97 m+NAP	0,0019	0,19
Duiker verbreed	6m bij 1.4m, -3.97 m+NAP	0,0009	0,12

5 SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Het watersysteem wordt met de ruimtelijke ontwikkeling van de woonwijk Tuindershof sterk aangepast ten opzichte van het vergunde ontwerp A1b. Met deze rapportage zijn de hydrologische effecten van deze veranderingen inzichtelijk gemaakt. Voor deze rapportage is in eerste instantie gekeken naar het nieuwe basisontwerp van het watersysteem in Tuindershof (scenario B) waarbij er geen inundatiezone langs de meander wordt meegerekend en deelgebied 3 niet wordt gebruikt als gestapelde berging.

De dimensies van watergangen en kunstwerken in het basisontwerp zijn bepaald op basis van de ontwerprichtlijnen van Delfland en de ontwerp dwarsprofielen (Figuur 9 en Figuur 10) vanuit de gemeente Pijnacker-Nootdorp. De toetsing bij normafoer heeft aangetoond dat de duikers en minimale profielen van de watergangen voldoen aan de criteria van Delfland.

Om het effect bij extreme neerslag te analyseren is het ontwerp van Tuindershof verwerkt in het bestaande model van de polder. De modelresultaten laten zien dat de ontwikkelingen resulteren in lagere piekwaterstanden in peilgebied GPG2011OPP1. In peilgebied GPG2011OPP3 nemen de piekwaterstanden beperkt toe. De vergelijking van de vergunde en geplande verharding en berging laat zien dat er voldoende berging gerealiseerd wordt. De toename van de piekwaterstanden wordt dan ook veroorzaakt doordat het bemalingsgebied van gemaal Keijzershof (OPP3) toeneemt. Doordat OPP1 een lagere toegestane peilstijging heeft wordt hiermee de belasting tussen OPP1 en OPP3 eerlijker verdeeld.

In deze rapportage is vanuit verschillende invalshoeken inrichtingsadvies gegeven voor verschillende elementen in het nieuwe watersysteem. Zo is er nagedacht over de vormgeving van de pandscheiding, zijn er aandachtspunten benoemd met betrekking tot beheer en onderhoud en is gekeken naar benodigde fasering tijdens de realisatie. Verder is er onderzocht welk effect het inzetten van de meander als getrapte berging zal hebben.

De belangrijkste conclusies naar aanleiding van dit onderzoek zijn:

- Het door de gemeente voorgestelde watersysteem resulteert in een goed functionerend watersysteem in combinatie met de in deze rapportage voorgestelde kunstwerken.
- De door de gemeente voorgestelde profielen, aangevuld met de in deze rapportage benoemde uitgangspunten voldoen aan de criteria van het Hoogheemraadschap van Delfland.
- In het door de gemeente voorgestelde inrichtingsplan is ten opzichte van de eerder vergunde situatie voldoende berging aanwezig om toegenomen afvoer door de verharding te compenseren.
- Door de aanpassing van het watersysteem verschuift de peilgebiedsgrens tussen OPP1 en OPP3. Hierdoor dalen de piekwaterstanden in OPP1 en stijgen de piekwaterstanden in OPP3. Doordat OPP1 kwetsbaarder is kan dit gezien worden als een positieve ontwikkeling. Dit moet verder met het hoogheemraadschap afgestemd worden.
- Door het realiseren van extra berging langs de meander wordt de toegenomen peilstijging in OPP3 beperkt. Het effect is echter klein, waardoor er onvoldoende ruimte beschikbaar is om het volledige effect van Tuindershof op OPP3 te compenseren.
- Het inzetten van de meander als gestapelde berging is goed mogelijk. Het is mogelijk om hier niet-automatische kunstwerken voor te gebruiken. De berging wordt dan echter niet optimaal benut, in het bijzonder bij lage herhalingstijden. De gestapelde berging wordt uitgevoerd met een handbediende klepstuw aan de noordzijde en een afsluitbare duiker (vermoedelijke diameter minimaal 600 mm) aan de zuidzijde. Door het Hoogheemraadschap worden boven- en benedenstrooms niveaumeters geïnstalleerd, de kosten hiervoor liggen bij de projectontwikkelaar;
- De pandscheiding bestaat uit een korte pandscheiding tussen het gemaal en de linkertak van de Meander. Deze variant is financieel gunstig en zorgt voor een natuurlijkere inrichting van de oevers van de plas. De waterkwaliteit van de watergang W2 wordt gewaarborgd met een extra watergang (W20) langs de Van Buijsenlaan.
- De aanvoercapaciteit naar de aflat van OPP1 is beperkt. Dit wordt onder andere zichtbaar in het verval over de duikers in Tuindershof en de hoge stroomsnelheid door de watergang W18. Daarom worden duiker K4, K5 en K6 worden uitgevoerd als rond 1000 mm. Verder zal de watergang langs de Overgauwseweg worden getoetst en hersteld wanneer nodig, wordt brug K22 verwijderd en wordt waar mogelijk de watergang verbreed tot 7 meter en de verbinding tussen W14 en W18 verbreed.

6 NADERE AFSPRAKEN GEMEENTE EN HOOGHEEMRAADSCHAP

In eerdere versies van deze rapportage oppervlaktewaterhuishouding zijn door Arcadis een aantal aanbevelingen gedaan. Deze adviezen zijn besproken in diverse overleggen tussen de gemeente (Erik Bulten, René van Loenen en Kees van Schieveen) en het Hoogheemraadschap van Delfland (Joost van den Berg en Arie Boele). Op basis hiervan zijn onderstaande afspraken gemaakt, deze afspraken zijn ook in de rapportage verwerkt:

1. Om het watersysteem nog robuuster te maken worden de diameters van de duikers K4, K5 en K6 vergroot naar 1000 mm;
2. De watergang langs de Overgauwseweg (W18) wordt gedeeltelijk (waar mogelijk) verbreed naar 7 meter op de waterlijn;
3. Bestaande brug K22 wordt verwijderd;
4. De leggerdiepte van de watergang langs de Overgauwseweg wordt getoetst en zonodig hersteld;
5. De bestaande smalle verbinding tussen de plas aan de noordzijde van Tuindershof en de Overgauwseweg wordt zo mogelijk verbreed (afhankelijk van aanwezige kabels & leidingen);
6. De bestaande duiker onder de Europalaan (K18) wordt verbreed als deze aan vervanging toe is;
7. De gestapelde berging wordt uitgevoerd met een handbediende klepstuw aan de noordzijde en een afsluitbare duiker (vermoedelijke diameter minimaal 600 mm) aan de zuidzijde. Bovendien worden door het Hoogheemraadschap boven- en benedenstrooms niveaumeters geïnstalleerd, de kosten hiervoor liggen bij de projectontwikkelaar;
8. Het watersysteem nabij de Van Buijsenlaan wordt uitgevoerd conform Figuur 14.

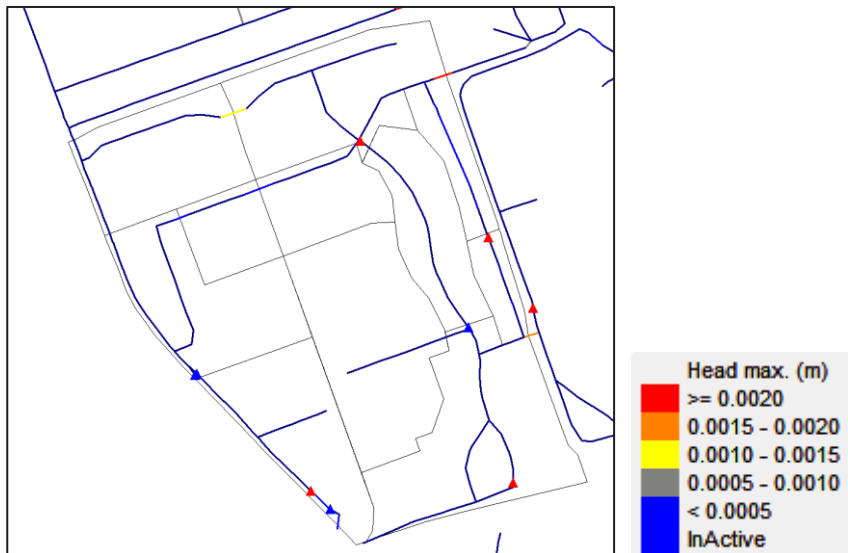
7 REFERENTIES

- [Ref. 1] Aanvraag peilwijziging Tuindershof (083809622 A), Arcadis, 2019
- [Ref. 2] Aanvoertracé gemaal Keijzershof (078969541), Arcadis, 2016
- [Ref. 3] Voorontwerpbestemmingsplan Tuindershof 2019 (NL.IMRO.1926.bp000180044-2001), Croonenburo5, 2018
- [Ref. 4] Beleidsregels kunstwerken in wateren, Hoogheemraadschap van Delfland, 2009
- [Ref. 5] MKBA klimaatbestendige inrichting pilotwijken, pilot Spangen (Rotterdam) en Mariahoeve (Den Haag) (083800767 B), Arcadis, 2019
- [Ref. 6] Meander detailprofiel Tuindershof (112402-P001-00), Wissing, 2018
- [Ref. 7] Singel detailprofiel Tuindershof (112402-P001-00), Wissing, 2018
- [Ref. 8] Beleidsregels dempen en graven, Hoogheemraadschap van Delfland, 2009
- [Ref. 9] Technische ontwerpen en vlakkenkaarten 112402-T007-00_Telmodel en fv181113_ruimtegebruik, aangeleverd door gemeente Pijnacker-Nootdorp op 03-01-2019

BIJLAGES

1. Toetsing normafoer

Verval in duikers (SOBEK)

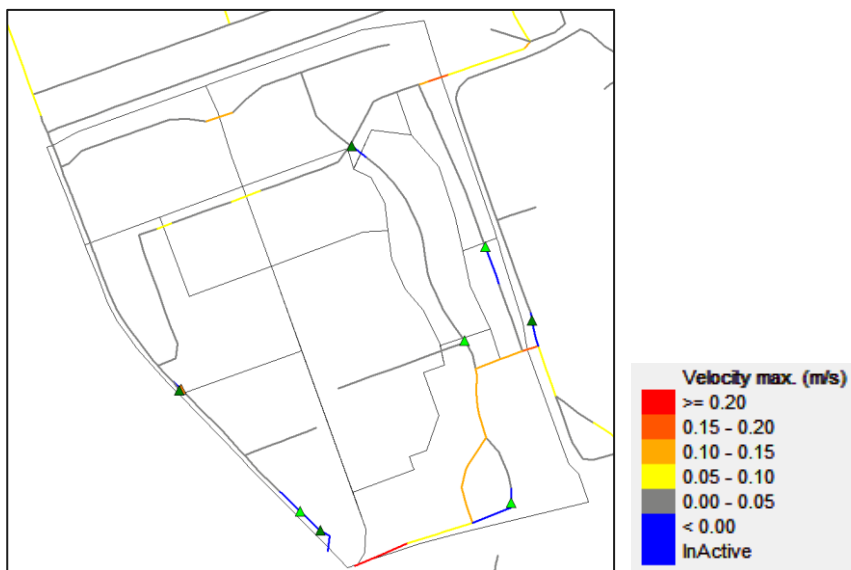


Figuur 17: Verval in duikers tijdens normafoer (normale situatie). Alle nieuwe duikers zonder peilscheidende functie voldoen.

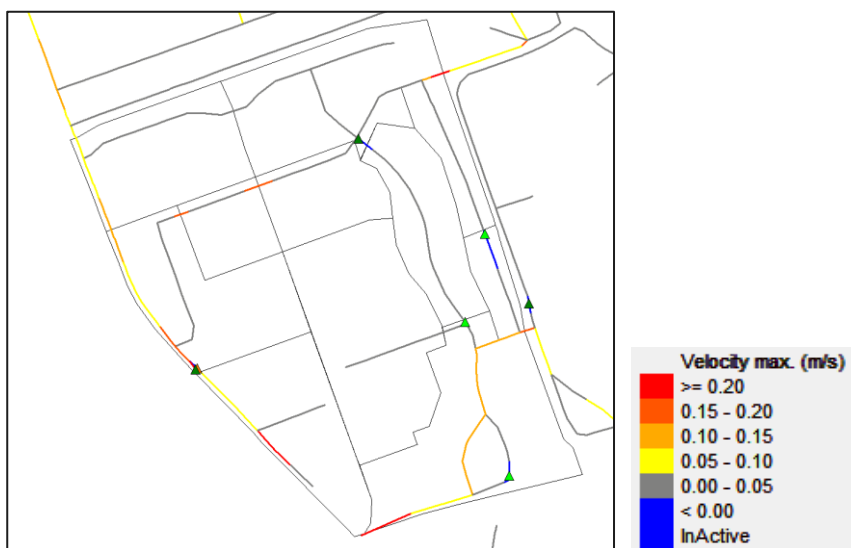


Figuur 18: Verval in duikers tijdens normafoer (inzet van aflat). Eén nieuwe duikers zonder peilscheidende functie heeft een opstuwung van meer dan 2mm.

Stroomsnelheden in watergangen en duikers (SOBEK)



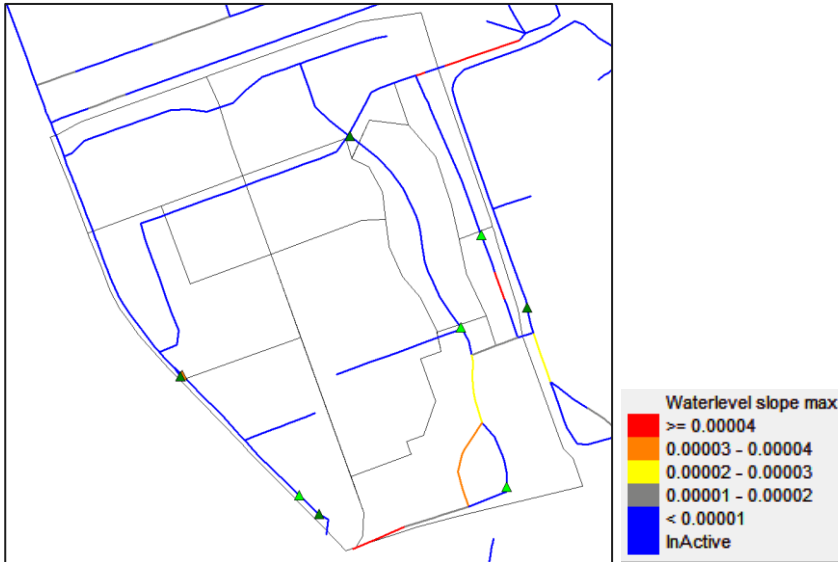
Figuur 19: Stroomsnelheden tijdens normaalvoer (normale situatie). Alle duikers voldoen.



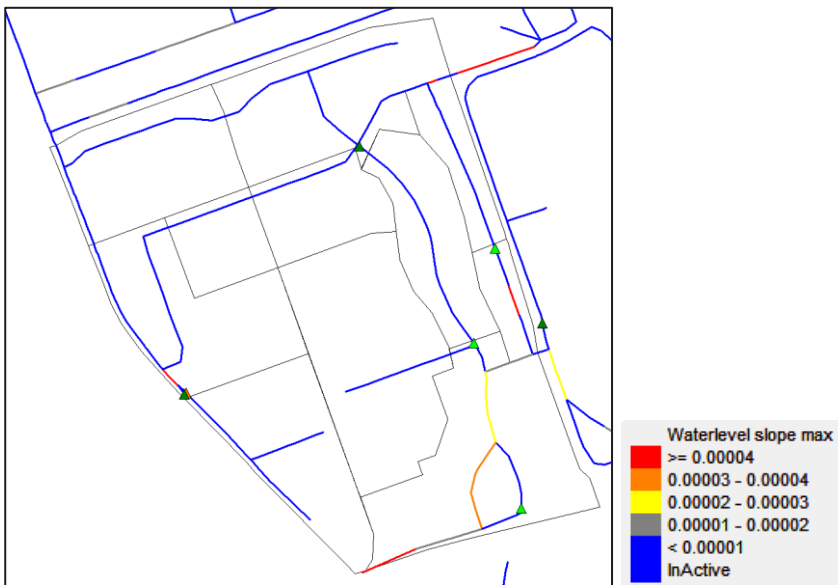
Figuur 20: Stroomsnelheden tijdens normaalvoer (inzet van aflaat). Alle duikers voldoen, de stroomsnelheid in het watersysteem naar de aflaat wordt wel hoog.

Verhang in watergangen (SOBEK)

Een aantal watergangen in deze figuren zijn roodgekleurd (verhang groter dan 4 cm/km). Dit zijn bestaande watergangen waar niks aan wordt veranderd. De roodgekleurde watergang in het zuiden van Tuindershof ligt net voor het gemaal Keijzershof.

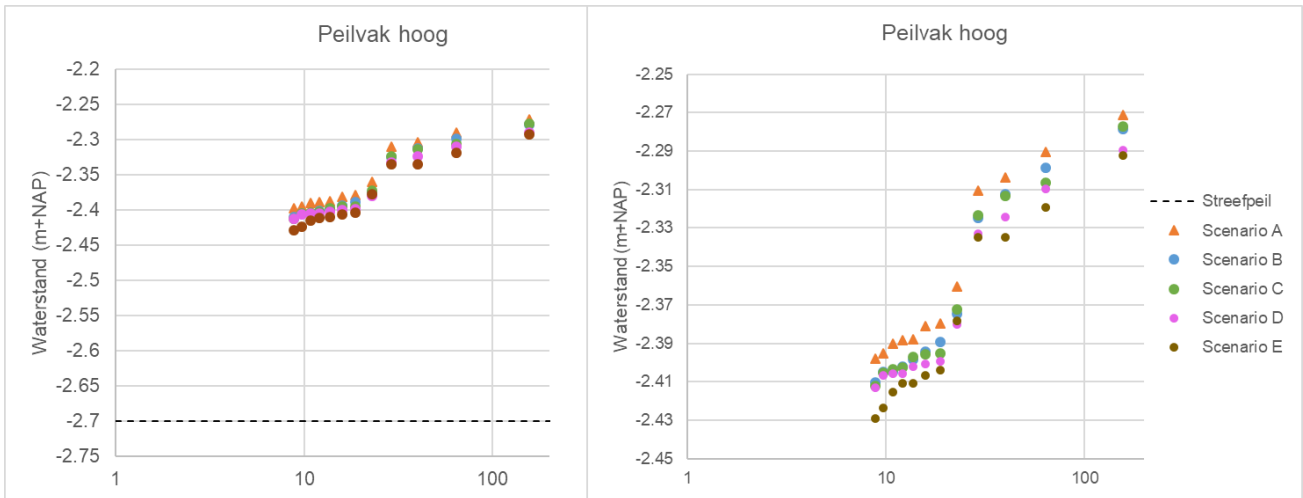


Figuur 21: Verhang in watergangen voor normaalvoer (normale situatie)

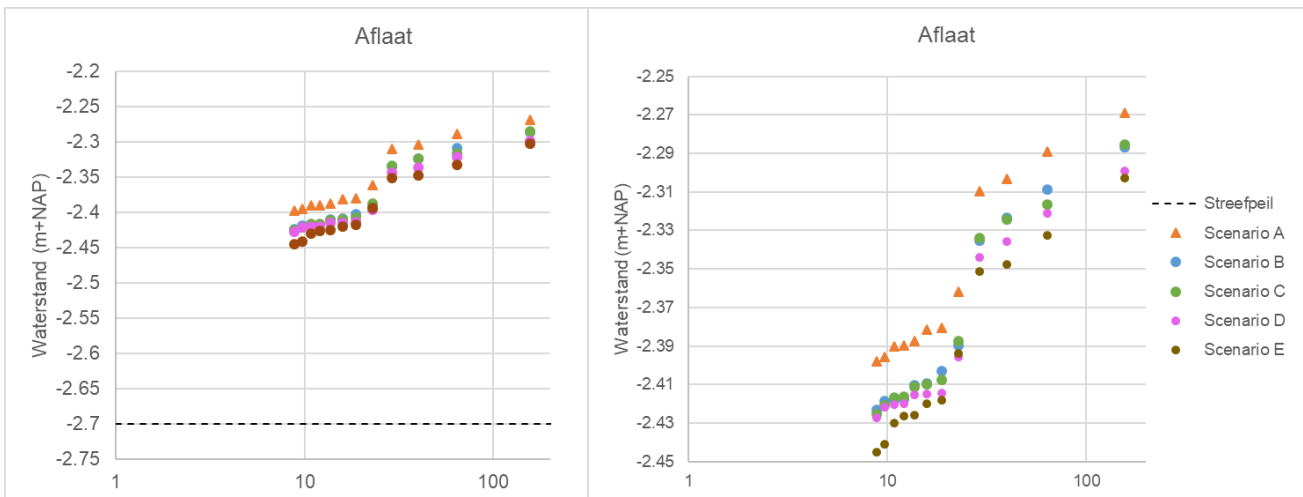


Figuur 22: Verhang in watergangen tijdens normaalvoer (inzet van afloat)

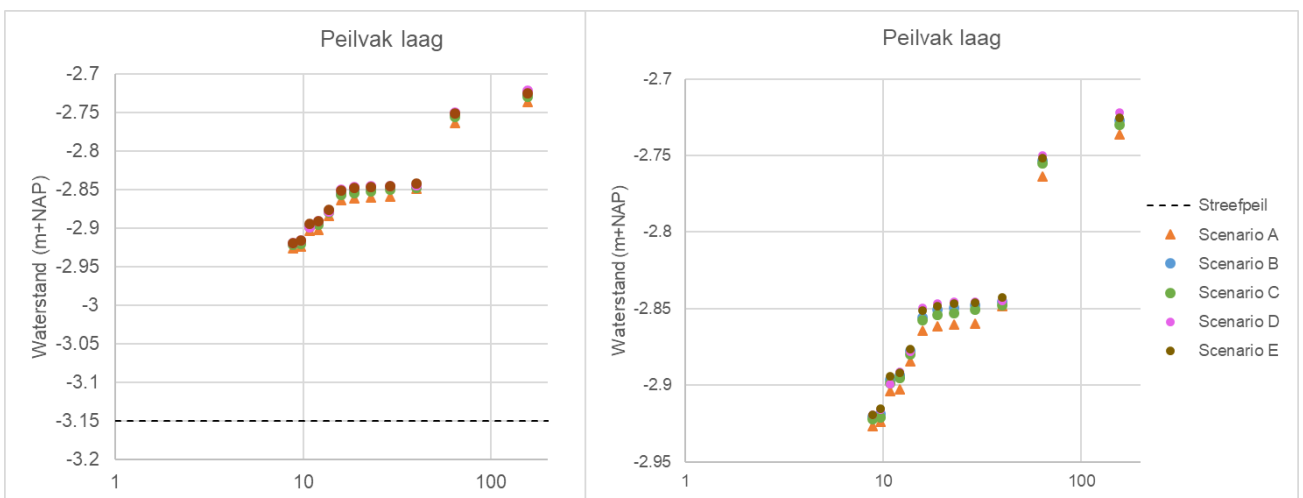
2. Toetsing extreme neerslag



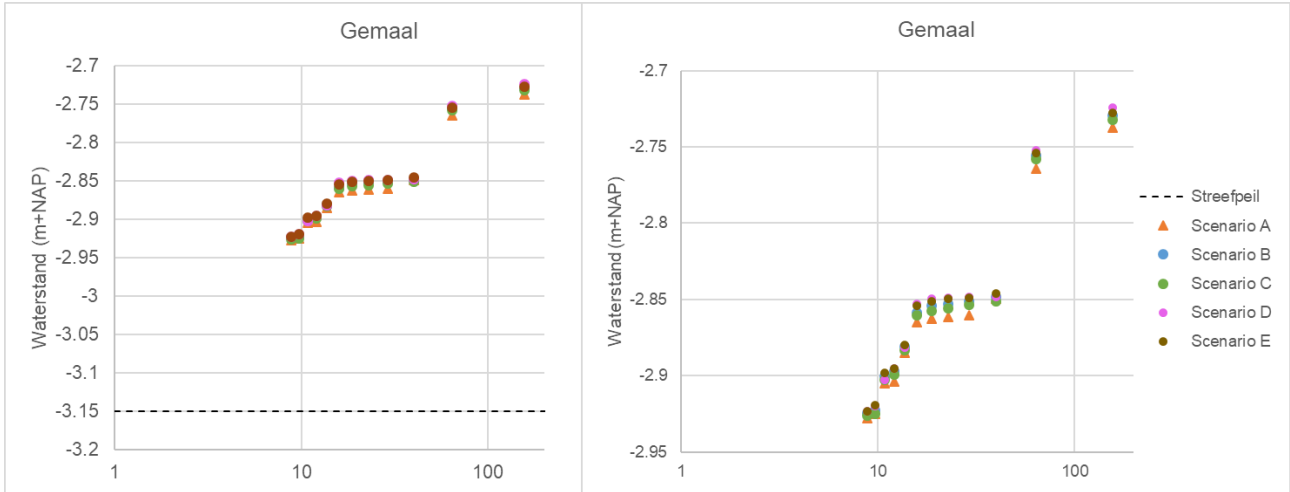
Figuur 23: Piekwaterstanden in het analysepunt in peilvak hoog (NAP -2,7m)



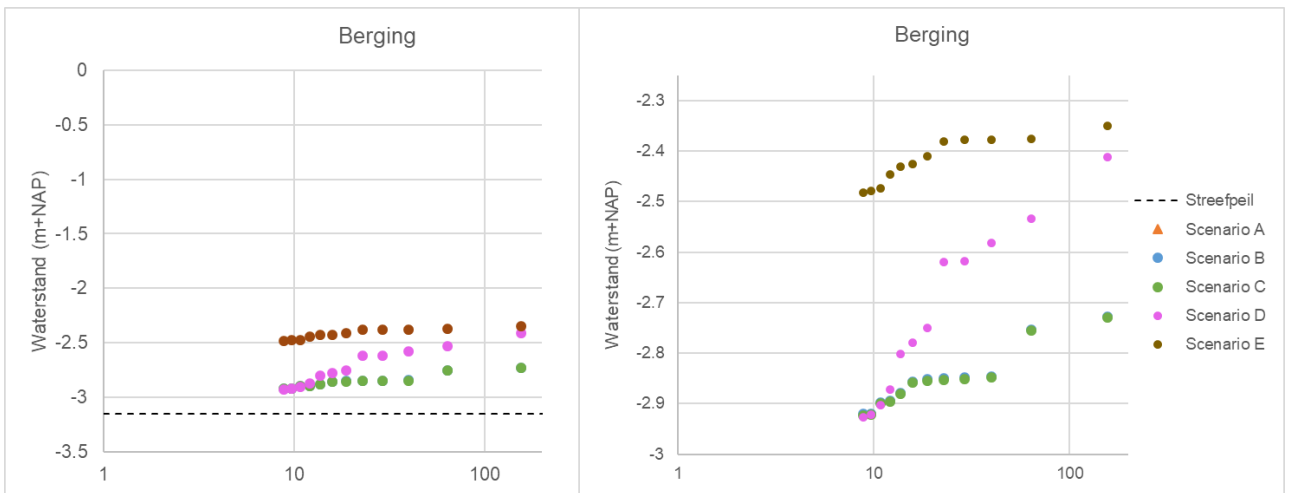
Figuur 24: Piekwaterstanden bij de aflaat



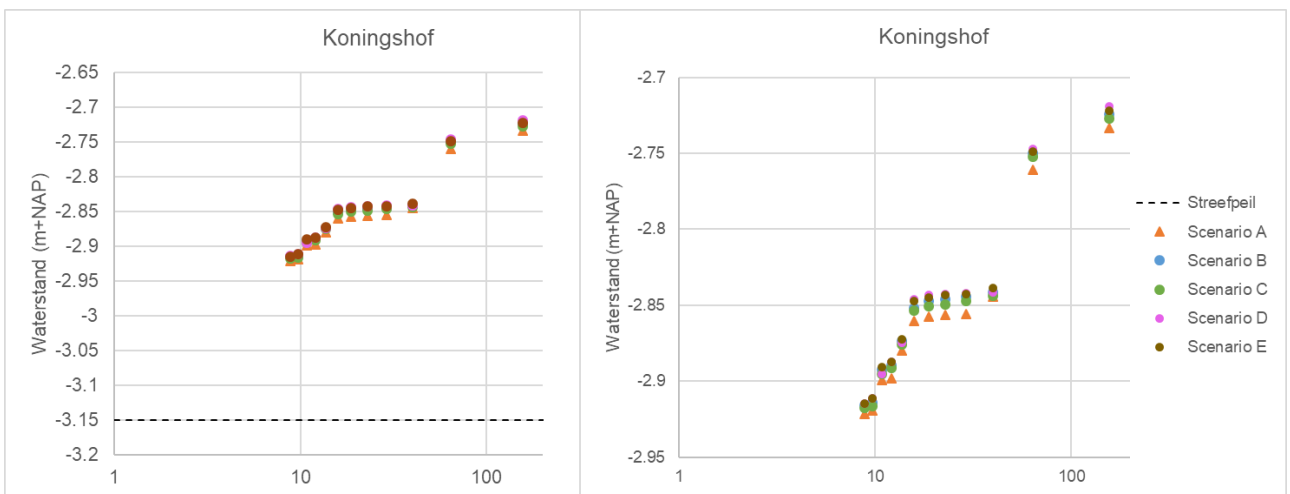
Figuur 25: Piekwaterstanden in het analysepunt in peilvak laag (NAP -3, 15/3,35m)



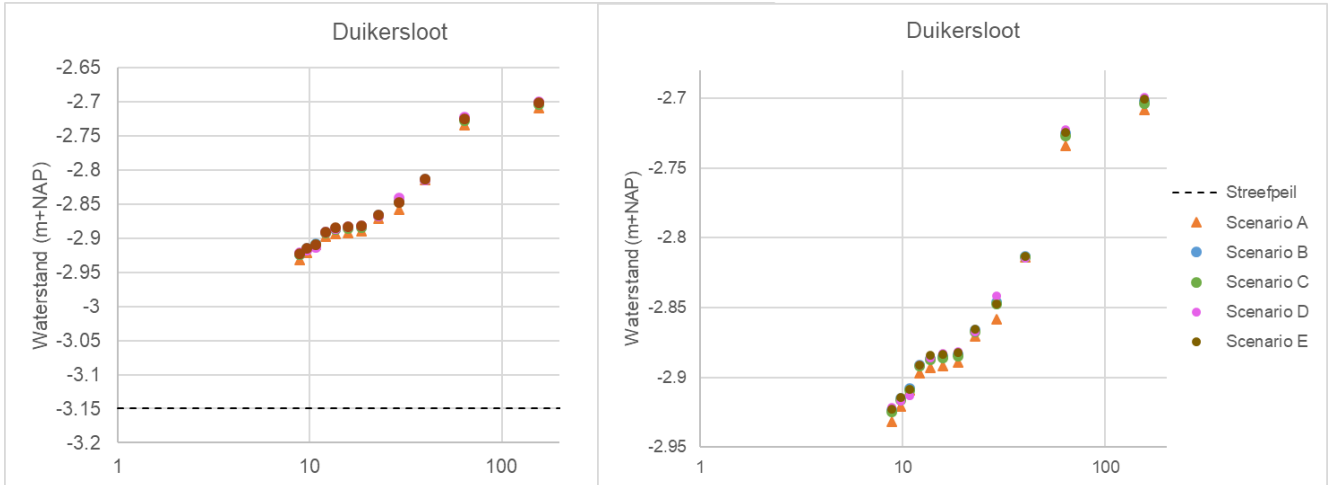
Figuur 26: Piekwaterstanden bij gemaal Keijzershof



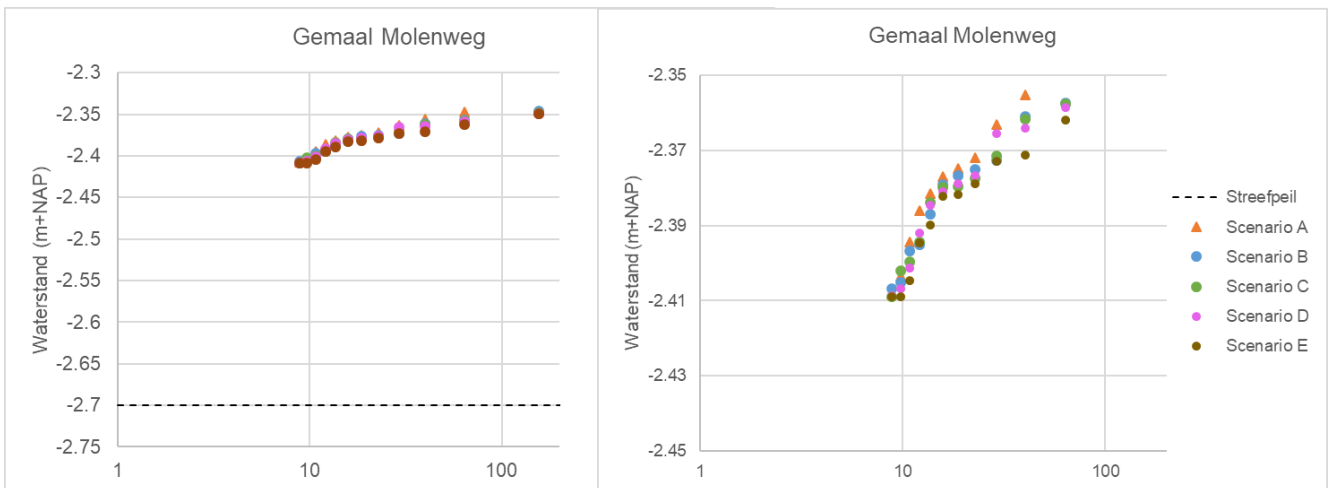
Figuur 27: Piekwaterstanden in het analysepunt in de meander (bergingsgebied)



Figuur 28: Piekwaterstanden in het analysepunt in Koningshof



Figuur 29: Piekwaterstanden in het analysepunt in Duikersloot



Figuur 30: Piekwaterstanden in het analysepunt bij Gemaal Molenweg

COLOFON

OPPERVLAKTEWATERHUISHOUDING TUINDERSHOF

KLANT

Gemeente Pijnacker - Nootdorp

AUTEUR

Floor Speet

PROJECTNUMMER

c03091.000489.0100

ONZE REFERENTIE

083839666 G

DATUM

18 september 2019

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Arjon Buijert
Specialist waterbeheer

Arcadis Nederland B.V.

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

www.arcadis.com