

# **Hooge Kampse Plas**

Afvoermogelijkheden voor overtollig water

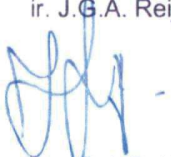

Definitief

Kaliwaal BV

Grontmij Nederland B.V.  
Arnhem, 20 april 2012

## Verantwoording

**Titel** : Hooge Kampse Plas  
**Subtitel** : Afvoermogelijkheden voor overtollig water  
**Projectnummer** : 318562  
**Referentienummer** : GM-0057287  
**Revisie** :  
**Datum** : 20 april 2012

**Auteur(s)** : ing. S.J.W. Hoegen en drs. M. Maessen  
**E-mail adres** : sander.hoegen@grontmij.nl, mario.maessen@grontmij.nl  
**Gecontroleerd door** : ir. J.G.A. Reijerink  
**Paraaf gecontroleerd** :   
**Goedgekeurd door** : ing. D.J. Bolder  
**Paraaf goedgekeurd** :   
**Contact** : Grontmij Nederland B.V.  
Velperweg 26  
6824 BJ Arnhem  
Postbus 485  
6800 AL Arnhem  
T +31 26 355 83 55  
F +31 26 445 92 81  
www.grontmij.nl

# Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
2	Achtergrond.....	5
3	Beschrijving varianten.....	8
4	Afweging varianten .....	10
4.1	Waterkwaliteit.....	10
4.2	Hydraulica .....	14
4.3	Investeringskosten .....	16
4.4	Beheer en afstemming met de partijen.....	16
4.5	Overige aspecten.....	16
4.6	Conclusie .....	17

Bijlage 1: Foto's

Bijlage 2: SOBEK-berekening

# 1 Inleiding

De Hooge Kampse Plas wordt heringericht en verondiept door het nuttig toepassen van herbruikbare grond en baggerspecie. Op werkdagen wordt circa 1500 m<sup>3</sup> baggerspecie aangevoerd, waardoor het waterpeil in de Hooge Kampse Plas stijgt. Daarnaast zorgt het hemelwater, dat op de plas valt, ook voor peilstijgingen. Kaliwaal B.V. heeft Grontmij gevraagd om twee afvoermogelijkheden te beoordelen en indien haalbaar uit te werken.

De afvoermogelijkheden zijn in overleg met het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en Kaliwaal B.V. bepaald. De insteek van onderliggende studie is dat de Hooge Kampse Plas het water moet kunnen afvoeren, als het waterpeil hoger komt dan NAP +0,80 m, waarbij het bufferen van het water en het periodiek spuien op het omliggende watersysteem een optie is.

De afvoer vanuit de Hooge Kampse Plas is wellicht ook een kans om de waterkwaliteit in de gracht van Fort Voordorp te verbeteren. Dit is als optie meegenomen. In de fortgracht treedt 's zomers frequent blauwalg op. Door het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden is het idee aangereikt om de afvoer van de Hooge Kampse Plas te benutten voor het doorspoelen van de fortgracht.

Het doel van deze studie is om de beide afvoermogelijkheden verder uit te werken, rekening houdend met de effecten op waterkwaliteit, waterveiligheid en peilbeheer. Uiteindelijk moet met dit rapport een aanvulling op watervergunning aangevraagd kunnen worden ter behoeve van de afwatering van overtollig water van de Hooge Kampse Plas.

De studie geeft antwoorden op de volgende onderzoeksvragen:

1. hoeveel water kan er worden afgevoerd bij de verschillende afvoermogelijkheden?
2. kan het afgevoerde water vanuit de Hooge Kampse Plas de waterkwaliteit in de gracht van Fort Voordorp verbeteren?
3. welke inrichtingsmaatregelen (ligging en dimensies) zijn nodig en wat is de investering?
4. kan de afvoer van de Hooge Kampse Plas toenemen door het verder verondiepen van de plas?



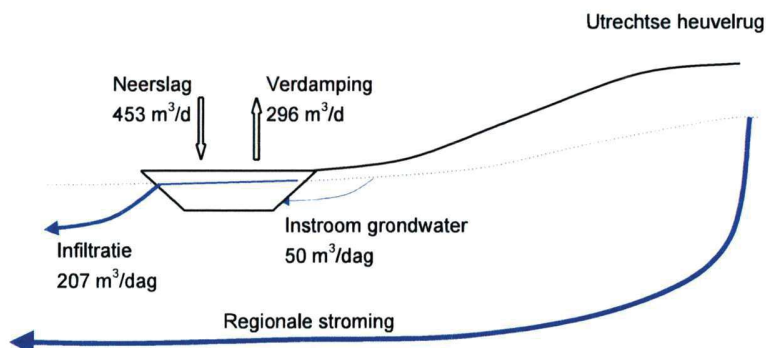
## 2 Achtergrond

### Karakteristieken

- Het wateroppervlak van de Hooge Kampse Plas (20 hectare) is overgenomen uit het rapport van Grontmij (2008). Het oppervlak van de gracht bij Fort Voordorp (3,584 hectare) is afgeleid van de topografische kaart TOP10.
- Het watervolume van de Hooge Kampse Plas (1,2 miljoen m<sup>3</sup>) is overgenomen uit het rapport van Grontmij (2008). Voor de fortgracht (52130 m<sup>3</sup>) is bij de berekening van het watervolume uitgegaan van beschoeiing tot halve waterdiepte, een onderwater taludhelling van 1:3 en een waterdiepte van 1,5 m. Hierbij is rekening gehouden met 0,3 m bagger.
- De beschikbare peilstijging wordt bepaald door het laagste maaiveldniveau. Het laagste maaiveldniveau langs de Hooge Kampse Plas ligt op NAP +0,80 m (aan de oostzijde) en is bepaald met het hoogteraster AHN. Het gemiddelde maaiveld aangrenzend van de plas ligt op NAP +2,05 m.

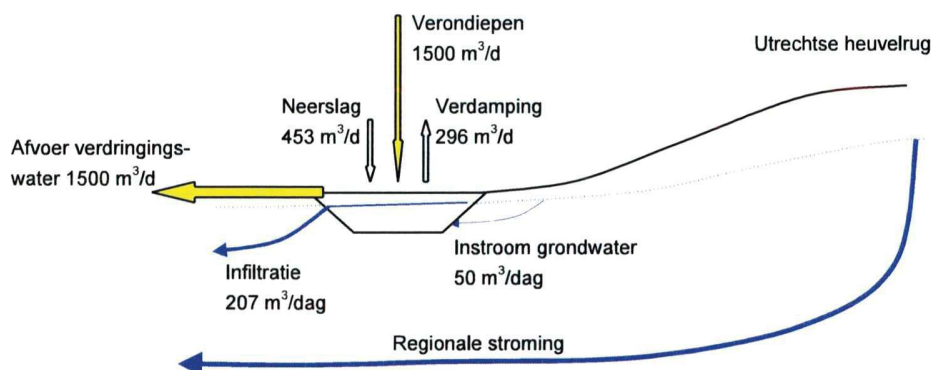
### Hydrologie

- De Hooge Kampse Plas wordt voor 90% gevoed door neerslag en voor 10% gevoed door inkomend grondwater. Dit betekent dat de plas hoofdzakelijk door neerslag wordt gevoed. Het water verlaat de plas via verdamping en infiltratie (respectievelijk 59% en 41%). Figuur 2-1 geeft de in- en uitgaande waterstromen van en de Hooge Kampse Plas schematisch weer. Er is geen afvoer naar het oppervlaktewater.



Figuur 2-1: Overzicht inkomende waterstromen en uitgaande waterstromen van de Hooge Kampse Plas.

- Gedurende het verondiepen van de plas met specie stijgt de waterstand in de Hooge Kampse plas (=verdringingswater). Op werkdagen wordt circa 1500 m<sup>3</sup>/dag specie aangevoerd. Voor het verdringingswater wordt een afvoermogelijkheid gezocht. Figuur 2-2 geeft de in- en uitgaande waterstromen van de plas weer.



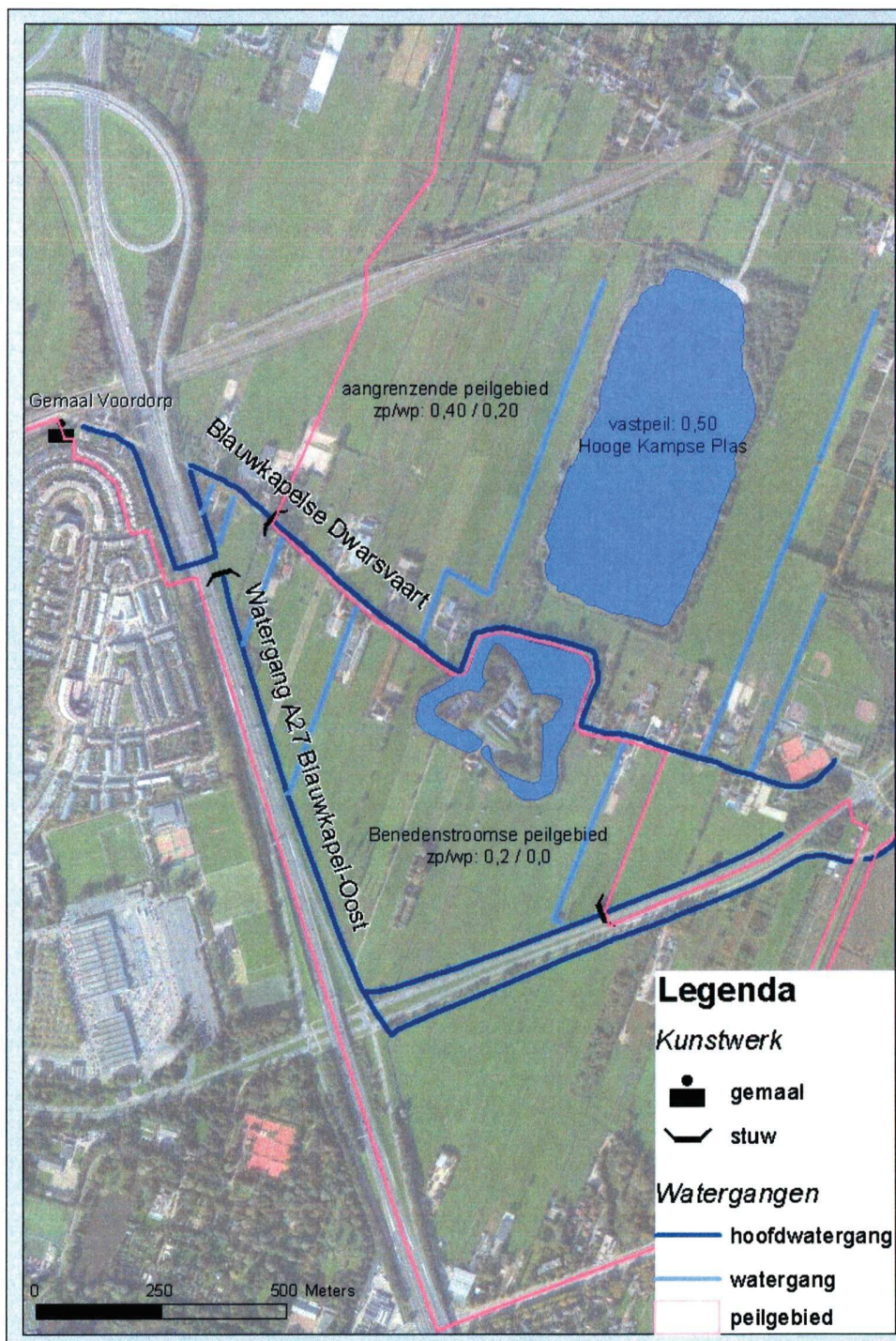
Figuur 2-2: Overzicht inkomende waterstromen en uitgaande waterstromen van de Hoge Kampse Plas gedurende het verondiepen van de plas.

- Na het verondiepen van de plas is er geen verdringingswater meer. Door het aangebrachte specie is de weerstand van de bodem van de plas iets groter, waardoor door de instroom van grondwater (kwel) iets zal afnemen. Ook de infiltratie zal afnemen. De zijdelingse instroom en uitstroom blijft wel mogelijk. In het rapport Hoge Kampse Plas, Geohydrologische situatie en waterbalans (Grontmij, 2008) is geconcludeerd dat het verondiepen van de plas een verwaarloosbaar effect heeft op de stijghoogten. De in- en uitgaande waterstromen zijn dus vergelijkbaar met de huidige situatie. Figuur 2-1 geeft de in- en uitgaande waterstromen van de plas weer.

#### Afwatering

- De Hoge Kampse Plas is niet aangesloten op een watergang. Hierdoor fluctueert de waterstand in de plas door de grondwaterstand, de neerslag die op de plas valt en de verdamping. De Hoge Kampse Plas is volgens het peilbesluit een apart peilgebied met een streefpeil van NAP +0,50 m voor de zomerperiode en winterperiode. Het aangrenzende peilgebied heeft een streefpeil van NAP +0,40 m in de zomer en NAP +0,20 m in de winter. Dit peilgebied voert zijn water af naar het benedenstroomse peilgebied, dat wordt bemalen door gemaal Voordorp. Het benedenstroomse peilgebied heeft een streefpeil van NAP +0,20 m in de zomer en NAP +0,00 m in de winter. Figuur 2-3 geeft een het watersysteem weer.





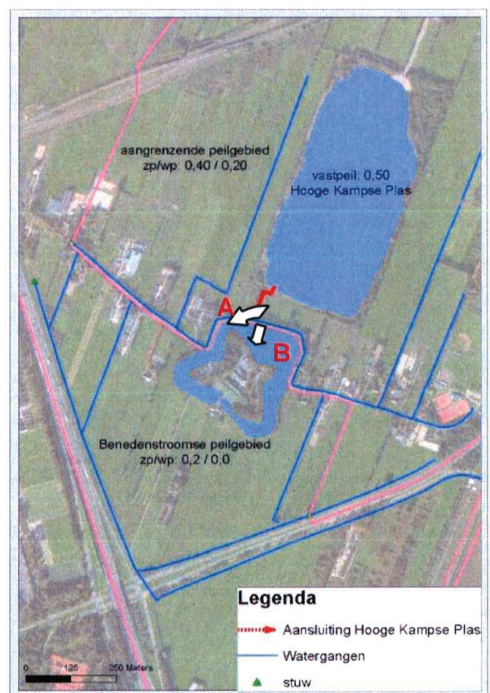
Figuur 2-3: Watersysteem

- De gracht van Fort Voordijk is mogelijk verbonden met de watergangen in het benedenstroomse peilgebied. Het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden kan dit niet bevestigen. De gracht is particulier eigendom, met de eigenaar is nog geen contact geweest.

### 3 Beschrijving varianten

In dit rapport worden de twee varianten uitgewerkt die in overleg met Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en Kaliwaal B.V. zijn bepaald:

- variant A lost het water op het aangrenzende peilgebied.
- variant B lost de Hooge Kampse Plas op de fortgracht;



Figuur 3-1: Overzicht varianten A en B

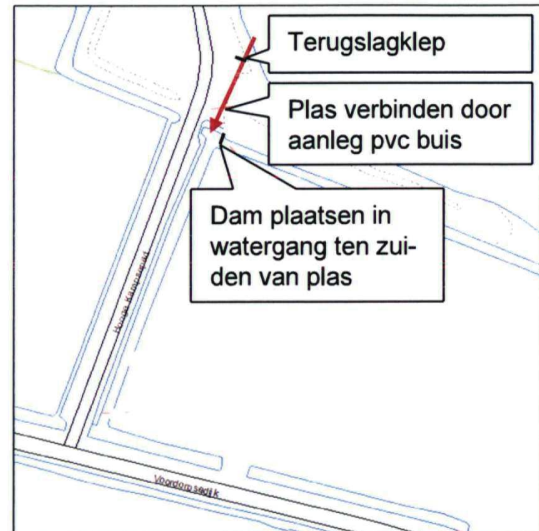
Hieronder worden de varianten beschreven.



**Variant A**

Bij variant A loost de Hooge Kampse Plas zijn water via een nog aan te leggen pvc buis op het aangrenzende peilgebied (op het peil van NAP +0,40 / NAP +0,20 m). Hiervoor dient een pvc-buis van 250 mm aangelegd te worden. De buis wordt aangelegd op een BOK-hoogte van NAP +0,80 m. In de buis wordt een terugslagklep geplaatst, zodat bij falende slootafvoer, geen water uit de sloot de plas in kan stromen. In de sloot ten zuiden van de Hooge Kampse Plas dient een dam te worden aangelegd. Figuur 3-2 geeft dit op tekening weer.

Bij deze variant komt er géén water uit de Hooge Kampse Plas in de fortgracht.



Figuur 3-2: Detailtekening van variant A

**Variant B**

Bij variant B loost de Hooge Kampse Plas op de fortgracht. De watergang tussen de Hooge Kampse Plas en de fortgracht krijgt het peil van de Hooge Kampse Plas, zoals weergegeven in figuur 3-3. De peilscheiding wordt gevormd door een nog aan te leggen dam in de sloot, ten zuiden van de Hooge Kampse Plas en een nog aan te leggen stuwput. Ook wordt er een lange sifon aangelegd onder de Voordorpsedijk en de hoofdwatgang langs de Voordorpsedijk. De lange sifon voert het water naar de gracht. Door de aanleg van de lange sifon kan het water uit het peilgebied Hooge Kampse Plas (NAP +0,50) direct naar de fortgracht (NAP +0,20 / +0,00 m) worden afgevoerd. Hierdoor wordt het "schone" water uit de Hooge Kampse Plas gescheiden gehouden van het water in aangrenzende het peilgebied (NAP +0,40 / +0,20 m).



Figuur 3-3: Detailtekening van variant B

## 4 Afweging varianten

### 4.1 Waterkwaliteit

Voorafgaand aan de afweging van de varianten volgt eerst een beschrijving van de huidige waterkwaliteit. Vervolgens volgt een toelichting op de effecten van de varianten uit hoofdstuk 3 van dit rapport.

#### 4.1.1 Huidige waterkwaliteit

##### *Waterkwaliteit de Hooge Kampse Plas*

Gedurende het toepassen van herbruikbare grond en baggerspecie wordt de waterkwaliteit van de Hooge Kampse Plas eenmaal per twee maanden gemeten. De resultaten zijn beschreven in het rapport 'Hooge Kampse Plas, oppervlaktewatermonitoring 2011' (Grontmij, 19 januari 2012). Tabel 4-1 geeft de zomergemiddelden.

Tabel 4-1: Waterkwaliteit Hooge Kampse Plas

Parameter	Zomergemiddelde*	MTR	Richtlijn**
2010-2011			
pH (-)	7,49	6,5-9	
chloride (mg/l)	36,88	200	
Zuurstof (mg O <sub>2</sub> /l)	8,52	5,00	
fosfaat-totaal (mg P/l)	0,05	0,05	<0,04
	(voorjaar 0,03)		
totaal stikstof (mg N/l)	1,10	2,20	
nitraat (mg NO <sub>3</sub> -N/l)	0,23	-	
ammonium (mg NH <sub>4</sub> -N/l)	0,15	-	
zwevend stof (mg/l)	4,08	-	
doorzicht (m)	1,18	>0,4	>4
chlorofyl a (µg/l)	7,00	<10,0	<10

\*) In het zuidelijke gedeelte van de plas

\*\*) STOWA 2010-38: Een heldere kijk op diepe plassen - kennisdocument

Uit de gemeten zomergemiddelden volgt dat de waterkwaliteit van de Hooge Kampse Plas prima is. Met uitzondering van het doorzicht wordt er ruimschoots voldaan aan de waarden voor de MTR en de waarden uit de richtlijn voor diepe plassen. Het doorzicht is voor een diepe plas gering. Waarschijnlijk is dit het gevolg van meer vertroebeling door windwerking en de stortactiviteiten in het noorden van de plas. Het water kan dus prima geloosd worden op het oppervlaktewater en de fortgracht.

##### *Waterkwaliteit de watergangen*

Door het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden wordt de chemische waterkwaliteit op meerdere meetlocaties gemeten. De dichtstbijzijnde meetlocatie is 'Biltse Grift' (punt a42), dat een matig hoog stikstofgehalte (zomergemiddelde van 3,0 mg N/l) kent in combinatie met een relatief hoog fosfaatgehalte (zomergemiddelde 0,35 mg P/l). Echter geven de gemeten stikstof- en fosforgehalten op deze meetlocatie weinig houvast, omdat deze watergang geen "lokaal" water bevat, maar water dat doorgevoerd wordt. Het is niet indicatief voor de slootjes en watergangen in dit gebied.

Rondom de gracht liggen enkele slootjes die bruin gekleurd zijn van het ijzer uit het achterliggend gebied (zie ook foto's bijlage).



#### *Waterkwaliteit in de gracht bij Fort Voordorp*

De gracht rondom Fort Voordorp heeft regelmatig last van blauwalgenbloeien. Er zijn helaas geen chemische waterkwaliteitsmetingen bekend, maar gezien de blauwalgenbloeien zal de nutriëntenhuishouding niet goed zijn. Gezien het feit dat blauwalgenbloeien niet iedere zomer voorkomen, betekent dit, dat de chemische waterkwaliteit, wat betreft nutriënten, niet extreem slecht is. Doordat het blauwalgenbloeien betreft, is hoogstwaarschijnlijk fosfaat (relatief de hoogste concentraties) de bepalende factor. Blauwalgen worden doorgaans minder gestimuleerd door hoge stikstofgehalten. De gracht zelf is vrij geïsoleerd. De slechte waterkwaliteit is voornamelijk afkomstig van interne oplading (door bijvoorbeeld bagger) en eventueel wat bladval. Het feit dat de externe belasting niet zo groot is, geeft tevens aan dat de nutriëntenhuishouding niet zo extreem slecht kan zijn.

Het feit dat de gracht niet wordt doorgespoeld en er dus weinig externe belasting plaatsvindt, betekent dat er een evenwicht tussen bodem en water is ontstaan. Blijkbaar is er op de bodem een vrij dikke voedselrijke laag bagger ontstaan. Dit evenwicht bepaalt de voedselrijkdom van de gracht. De mate van uitwisseling wordt door meerdere factoren bepaald. Dit kan bodemwoelende vis zijn, maar dat kan ook een warme zomer zijn waarbij de hoge temperaturen extra nalevering van nutriënten veroorzaken.

#### *4.1.2 Effecten van afvoer naar het oppervlaktewatersysteem gedurende het verondiepen van de Hooge Kampse Plas (variant A)*

De Hooge Kampse Plas is een diepe plas waar stratificatie optreedt. Door opwarming in de zomer ontstaat een warme laag boven op de plas en een koude laag onderin de plas. Doordat warm water een lagere dichtheid heeft dan koud water, blijft het boven drijven en vindt er weinig uitwisseling plaats tussen de twee lagen. Het water in de bovenste laag van de Hooge Kampse Plas heeft naar de normen van ondiepe wateren, zoals sloten en grachten, een erg goede kwaliteit. Het totaal fosfaatgehalte ligt rond 0,05 mg P/l, het totaal stikstofgehalte ligt rond 1,1 mg N/l en het water bevat ook voldoende zuurstof (de 10% laagste waarde P10 is 6,76 mg O<sub>2</sub>/l).

Door Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden is aangegeven dat het water uit de Hooge Kampse Plas zoveel mogelijk gescheiden gehouden dient te worden van het omliggende watersysteem, om het risico op aantasting van de kwetsbare kwel sloten te voorkomen (opmerking van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden). Door de aanleg van een pvc-buis en de dam, zoals weergegeven in figuur 3-2, komt het water van de Hooge Kampse Plas niet in de kwel sloten. Het water van de Hooge Kampse Plas komt namelijk op de Blauwkapelse Dwarsvaart, die afvoert naar het gemaal Voordorp. Hierdoor kan het water van de Hooge Kampse Plas het gebied "snel" verlaten. Het afdalen van water uit de Hooge Kampse Plas in droge periodes dient zoveel mogelijk vermeden te worden. In droge perioden kan het water naar de kwel sloten stromen omdat er dan een waterbehoefte is om het verdampingstekort te compenseren. De insteek van onderliggende studie is dat de Hooge Kampse Plas het water moet kunnen afvoeren, als het waterpeil hoger komt dan NAP +0,80 meter. Deze afvoer waterstand wordt alleen in de winter verwacht.

Programma van Eisen voor het tegengaan van aantasting van kwel sloten:

- het water uit de Hooge Kampse Plas heeft naar de normen van ondiepe wateren, zoals sloten en grachten, een erg goede kwaliteit;
- om aantasting van de kwel sloten te voorkomen dient het water gebufferd te worden, niet continu afdalen. Pas afdalen als het waterpeil hoger komt dan NAP +0,80 meter. Deze afvoer waterstand wordt alleen in de winter verwacht;
- variant A (het water uit de Hooge Kampse Plas afvoeren naar gemaal Voordorp), heeft geen effect op de waterkwaliteit in de fortgracht.



#### 4.1.3 *Effecten van afvoer naar de Fortgracht gedurende het verondiepen van de Hooge Kampse Plas (variant B)*

Het water in de bovenste laag van de Hooge Kampse Plas heeft naar de normen van ondiepe wateren, zoals sloten en grachten, een erg goede kwaliteit. Het totaal fosfaatgehalte ligt rond 0,05 mg P/l en het totaal stikstofgehalte ligt rond 1,1 mg N/l.

In de Hooge Kampse Plas wordt op werkdagen tot circa 1500 m<sup>3</sup> specie aangevoerd (zie hoofdstuk 2). Door het water eerst op te slaan, kan vervolgens het watervolume van de fortgracht binnen enkele dagen worden vervangen door "nieuw" water uit de Hooge Kampse Plas en wordt de algenbloei tegengegaan. Het continu aflaten van water uit de Hooge Kampse Plas is geen optie om blauwalg tegen te gaan (vanwege een te kleine doorspoeling). De aanvoer van nutriënten als gevolg van interne eutrofiering zorgt ook bij een constante doorspoeling voor een te grote belasting. Continu water aflaten is dus geen zinvolle optie.

Het opslaan van water in de Hooge Kampse Plas, totdat het watervolume van de fortgracht volledig vervangen kan worden, is wel effectief. Om het watervolume van de fortgracht (volume 52130 m<sup>3</sup>) te vervangen is een waterschijf van 26,7 cm nodig op de Hooge Kampse Plas. Op werkdagen kan er zo'n 1500 m<sup>3</sup> slib worden aangevoerd, waardoor het waterpeil 7,5 mm per werkdag stijgt. Door het water op te slaan stijgt het waterpeil. Na circa 35 werkdagen (7 weken) hebben we een waterschijf van 26,7 cm in de Hooge Kampse Plas en kan de fortgracht in één keer worden doorgespoeld. In de praktijk kan het doorspoelen enkele dagen duren. Het doorspoelen moet binnen 3 à 4 dagen worden uitgevoerd. Dit betekent dat de fortgracht doorgespoeld kan worden met water uit de Hooge Kampse Plas en dat het water uit de Hooge Kampse Plas zeer geschikt is voor de fortgracht (lage nutriëntenconcentraties).

Programma van Eisen voor het tegen gaan van blauwalg in de fortgracht:

- het water uit de Hooge Kampse Plas is goed bruikbaar om de fortgracht te spoelen;
- om blauwalg tegen te gaan, is het nodig om grote watervolumes in korte tijd af te laten naar de fortgracht;
- wij hebben circa 200 werkdagen per jaar, waarvan zo'n 90 werkdagen in de zomer. Dus in de zomer kan de fortgracht twee keer doorgespoeld worden met het verdringingswater uit de Hooge Kampse Plas. Het doorspoelen is gewenst in begin juni (voorzomer) en midden augustus;
- als het niet wenselijk is om het peil tot 26,7 cm te laten oplopen, is een alternatief om die viermaal door te spoelen: Een deel van het water in begin mei, een deel in begin juni en het meeste water aflaten in midden augustus;
- in de winter kan blauwalg zich niet ontwikkelen. In de winter hoeft geen water afgelaten te worden. Het maakt niet uit waar het water heen stroomt;
- als de aanvoer van water uit de Hooge Kampse Plas in de toekomst iets groter wordt door het verondiepen van de plas, zal minder water naar de bodem infiltreren. Dit betekent dat de fortgracht 's zomer iets meer doorgespoeld kan worden.

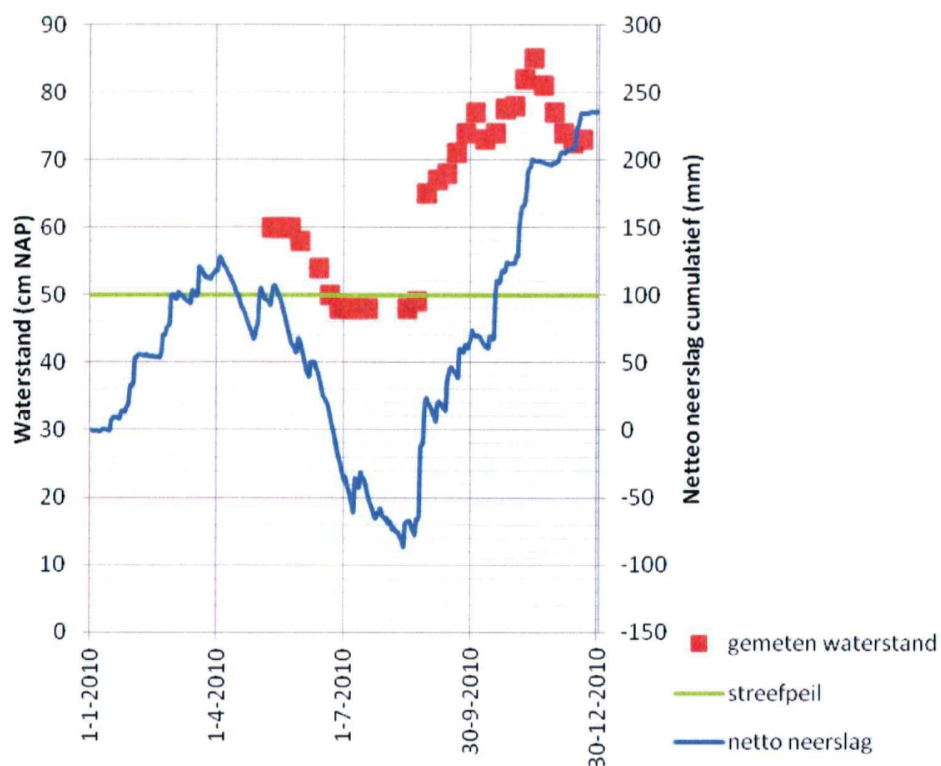
#### 4.1.4 *Effecten na het afronden van het verondiepen van de Hooge Kampse Plas*

Nadat de plas is verondiept is er geen aanvoer van specie, dus ook geen verdringingswater meer. Figuur 2-1 geeft de in- en uitgaande waterstromen weer. De waterstand in de Hooge Kampse Plas wordt bepaald door de grondwaterstanden en de neerslag die op de plas valt en verdamping. In de winterperiode zal met name als gevolg van neerslag (en weinig verdamping) een hoge waterstand optreden en in de zomer zal als gevolg van verdamping (en weinig neerslag) een lage waterstand optreden. Door het aangebracht specie is de weerstand van de bodem van de plas toegenomen, waardoor door de instroom van grondwater (kwel) iets afnemen maar ook de infiltratie zal afnemen. De zijdelingse instroom en uitstroom blijft wel mogelijk. In het rapport Hooge Kampse Plas, Geohydrologische situatie en waterbalans (Grontmij, 2008) is geconcludeerd dat het verondiepen van de plas een verwaarloosbaar effect heeft op de stijghoogten. Dit betekent dat het verloop van de waterstanden in de Hooge Kampse Plas ook nauwelijks zal veranderen. Figuur 4-1 geeft de gemeten waterstanden van de plas voor het jaar 2010. Uit deze figuur volgt dat het verloop van de waterstanden overeenkomt met het verloop van de cumulatieve netto neerslag. In de zomer is de cumulatieve netto neerslag negatief.



Dit betekent dat de verdamping groter is dan de neerslag. In deze periode (zomer) zakt de waterstand niet (ver) onder streefpeil uit. Er is dus aanvoer van grondwater in de zomer om de verdamping te compenseren. In de winterperiode loopt de waterstand wel op tot circa NAP 0,85 m.

De conclusies is dus dat er in de zomer na het verondiepen van de plas geen water over/beschikbaar is voor het doorspoelen van de fortgracht.



Figuur 4-1: Gemeten waterstanden op de plas (ook is de cumulatieve netto neerslag weergegeven. De netto neerslag is de som van neerslag minus verdamping)

## 4.2 Hydraulica

Grontmij heeft op vrijdag 27 januari 2012 middels een veldbezoek het watersysteem bekeken. Onderstaande foto geeft een beeld van de watergang nabij de Hooge Kampse Plas en de fortgracht. Deze watergang ligt aan de oostzijde van de Hooge Kampsepad. De overige foto's zijn in bijlage 1 opgenomen. De watergang heeft bij winterpeil (NAP +0,20 m) een breedte van circa 3,0 m op de waterlijn. De waterdiepte is 0,30 m.



Figuur 4-2: Foto watergang, gelegen tussen de Hooge Kampse plas en de fortgracht.

### 4.2.1 Programma van Eisen voor variant A (afvoer naar oppervlaktewater)

Bij variant A wordt de watergang aan de oostzijde van het Hooge Kampsepad verbonden met de Hooge Kampse Plas door een pvc-buis van 250 mm. De buis wordt aangelegd op een BOK-hoogte van NAP +0,80 m. In de buis wordt een terugslagklep geplaatst, zodat bij falende slootafvoer, geen water uit de sloot de plas in kan stromen. In figuur 4-2 is ook de locatie van de dam aangegeven. De terugslagklep is gevoelig voor het ophopen van drijfvuil. Dit is een aandachtspunt voor de terreinbeheerder. Aanwezig vuil in de terugslagklep dient op tijd verwijderd te worden.

Met modelprogramma SOBEK is de watergang benedenstrooms van de Hooge Kampse Plas doorgerekend. In de bijlage 2 zijn de berekende waterstanden weergegeven bij een afvoer van 1,5 l/s/ha (huidige situatie). Ook zijn de berekende waterstanden weergegeven, waarbij de Hooge Kampse Plas op werkdagen circa 1500 m<sup>3</sup>/dag afvoert in combinatie met 1,5 l/s/ha afvoer. Door het verbinden stijgt de waterstand circa 2 cm. Dit betekent dat de huidige watergang voldoende groot is om de extra afvoer vanuit de Hooge Kampse Plas af te voeren. Voor de modelberekening is uitgegaan van de afmetingen uit het beheerregister van het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. De dimensies van de watergang langs het Hooge Kampsepad zijn door Grontmij bepaald op basis van het veldbezoek.

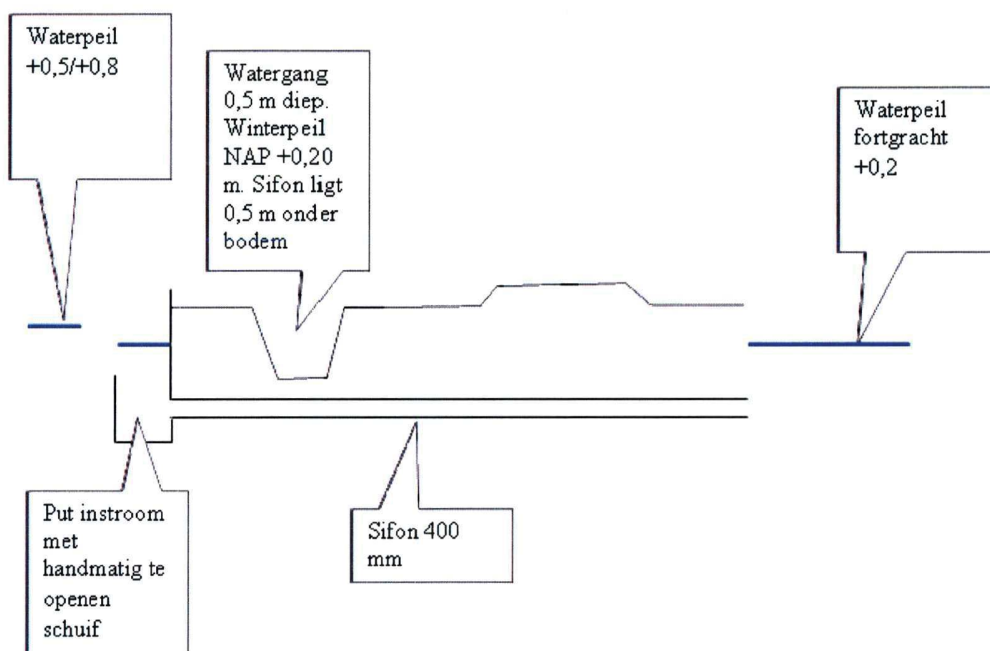


#### 4.2.2 Programma van Eisen voor variant B (afvoer naar fortgracht)

Met een spreadsheet is berekend of de dimensies van de watergang voldoende zijn om water af te voeren naar de fortgracht. In 3,5 dagen het volume van de fortgracht volledig vervangen, betekent een aanvoer van circa 15000 m<sup>3</sup>/dag. Ofwel 0,174 m<sup>3</sup>/s. Bij dit debiet is de stroomsnelheid in de watergang tussen de Hooge Kampse Plas en de fortgracht 0,24 m/s. Bij deze stroomsnelheid treedt nog net geen erosie van de oevers op. Het vergroten van deze watergangen aan de oostzijde van het Hooge Kampsepad is dus niet nodig.

Voor het verbinden met de Hooge Kampse Plas dient een watergang te worden gegraven met dezelfde dimensies. In de nieuwe watergang komt een rechthoekige duiker van 1,0 m breed.

Met de spreadsheet zijn ook de dimensies berekend, voor de aan te leggen sifon en stuwput. Voor de sifon onder de weg geldt een minimale diameter van 400 mm. Om het doorspoelen mogelijk te maken moet de schuif handmatig worden geopend. Voor de stuwput geldt een minimale klepbreedte van 1,0 m. Figuur 4-2 geeft een schets van de sifon en stuwput. Aan de uitstroomzijde van de sifon is het niet nodig om een put aan te leggen omdat de sifon hoger ligt dan de bodem van de fortgracht (uitgaande van 1,5 m waterdiepte). Als de bodem van de fortgracht lager ligt dan de uitstroomhoogte van de sifon is het nodig om een put aan te leggen.



Figuur 4-3: Schets van de sifon.

Voor de dam in de watergang, ten zuiden van de Hoog Kampse Plas, geldt een minimale hoogte van NAP +0,9 m.

#### 4.2.3 Programma van Eisen voor een aflat van de fortgracht (optioneel)

Volgens het waterschap is de fortgracht waarschijnlijk verbonden met het watersysteem van het peilgebied NAP +0,20 / 0,00 m. Het waterpeil van de fortgracht lijkt op hetzelfde peil te staan. Echter kan het hoogheemraadschap niet bevestigen dat er daadwerkelijk een verbinding ligt. Als we antwoord op deze vragen willen, moeten we contact opnemen met de eigenaar van de fortgracht.

Om de fortgracht te kunnen doorspoelen moet de verbinding minimaal 0,174 m<sup>3</sup>/s af kunnen voeren. Dat komt overeen met een duiker van 600 mm.

#### 4.3 Investeringskosten

##### Variant A:

€ 1.500,- aanleg pvc-buis met terugslagklep en dam  
De totale kosten voor variant A komen op € 1.500,-.

##### Variant B:

€ 1.000,- voor het graven van de verbinding Hooge Kampse Plas. Met de vrijkomende grond wordt een gronddam aangelegd in de watergang ten zuiden van de Hooge Kampse Plas;  
€ 6.000,- aanleg duiker in de verbinding Hooge Kampse Plas;  
€ 70.000,- aanleg sifon onder de Voordorpsedijk en watergang langs de Voordorpsedijk inclusief stuwput.  
De totale kosten voor variant B komen op € 77.000,-.

##### Optionele kosten voor variant B

€ 6.000,- aanleg duiker voor een afluut van de slotgracht (indien de fortgracht niet is aangesloten op het watersysteem of de huidige duiker kleiner is dan 600 mm);  
€ 10.000,- aanleg put aan de uitstroomzijde van sifon (als de bodem van de fortgracht lager is gelegen dan de uitstroomhoogte van de sifon).

#### 4.4 Beheer en afstemming met de partijen

De watergang langs het Hooge Kampsepad (aan de oostzijde) is eigendom van het Recreatieschap Stichtse Groenlanden. De fortgracht is privaat bezit en de watergang langs de Voordorpsedijk is in beheer bij het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. De weg, Voordorpsedijk, is in beheer bij de gemeente. Voor het uitvoeren van het plan is het van het belang om alle partijen te betrekken.

Voor het doorspoelen van de fortgracht ligt het voor de hand dat het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden de stuwput gaat bedienen, om de fortgracht 's zomers te kunnen doorspoelen. De terugslagklep is gevoelig voor het ophopen van drijfvuil. Dit is een aandachtspunt voor de terreinbeheerder. Aanwezig vuil in de terugslagklep vuil dient op tijd verwijderd te worden.

#### 4.5 Overige aspecten

In het klankbord overleg van 6 maart 2012 is voor de Hooge Kampse Plas de vraag gesteld hoe groot het risico is dat de waterstand van de Hooge Kampse Plas zal uitzakken tot NAP +0,10 m of lager.

De Hooge Kampse Plas wordt voor 90% gevoed door neerslag en voor 10% gevoed door inkomend grondwater. Dit betekent dat de plas hoofdzakelijk door neerslag wordt gevoed. Door het verondiepen van de plas zal de weerstand van de bodem van de plas toenemen en zal de instroom van grondwater (kwel) iets afnemen. De zijdelingse instroom blijft wel mogelijk. De omliggende watergangen worden op een zomerpeil gehouden van NAP +0,20 m (zie figuur 3-1). In de praktijk zal het peil in de omliggende watergang enkele centimeters lager uitkomen dan NAP +0,20 m als gevolg van opstuwing van duikers en bruggen. Als het peil van de plas lager komt dan het peil van de omliggende watergangen (ca. NAP +0,20) zal er via het grondwater aanvoer plaatsvinden naar de Hooge Kampse Plas. Het zijn als het ware communicerende vaten. Samenvattend: In droge periodes zal het waterpeil in de Hooge Kampse Plas dalen, maar door de zijdelingse instroom van grondwater zal het peil in de plas dus niet lager komen dan het peil in de omliggende watergangen.

Figuur 4-1 geeft de gemeten waterstanden van de plas voor het jaar 2010. Uit deze figuur volgt dat het verloop van de waterstanden overeenkomt met het verloop van de cumulatieve netto neerslag. In de zomer is de cumulatieve nette neerslag negatief. Dit betekent dat de verdamping groter is dan de neerslag. In deze periode (zomer) zakt de waterstand niet (ver) onder streefpeil uit. Er is dus aanvoer van grondwater in de zomer om de verdamping te compenseren. In de winterperiode loopt de waterstand wel op tot circa NAP +0,85 m.

De conclusie is dus dat er in de zomer, na het verondiepen van de plas, geen water over/beschikbaar is voor het doorspoelen van de fortgracht.

#### **4.6 Conclusie**

Variant A (afvoer naar het oppervlaktewater) en variant B (afvoer naar de fortgracht) zijn beide mogelijk. Vanuit het oogpunt beheer en kosten is variant A de meest aantrekkelijke en betaalbare variant. Variant B is veel duurder, maar heeft als meerwaarde dat het watervolume van de fortgracht verversd kan worden. Na het verondiepen van de plas is er geen water meer beschikbaar voor het doorspoelen van de fortgracht.

## **Bijlage 1**

Foto's



Grontmij heeft op vrijdag 27 januari het watersysteem bekeken. Onderstaande foto's geven een beeld van de watergang ten zuiden van de Hooge Kampse Plas tot de afvoerstuw naar het benedenstroomse peilgebied.



Watergang naast de Hooge Kampse Plas, aan de zuidzijde.



Watergang langs het Hooge Kampsepad, aan de oostzijde.



Duiker bij het Hoogsepad



Links de watergang langs de Voordorpseweg, rechts de gracht van Fort Voordorp





Benedenstroomse duiker 2



Benedenstroomse duiker 3





Watergang langs de Voordorpsedijk (benedenstrooms)



Watergang langs de Voordorpsedijk (benedenstrooms) in de scherpe bocht





Waterpeil in het naastgelegen peilgebied (vlak bij de stuw).

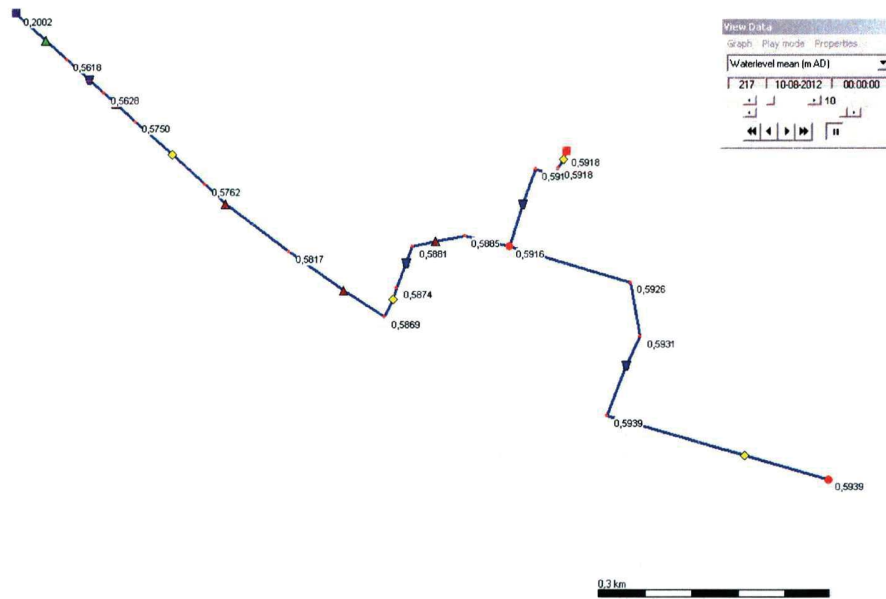


Afvoerstuw die het water afvoert naar het benedenstroomse peilgebied.

## **Bijlage 2**

### SOBEK-berekening

Afvoer 1,5 l/s/ha bij zomerpeil geeft onderstaande waterstanden



Afvoer 1,5 l/s/ha plus 1500 m<sup>3</sup> uit de Hooge Kampse Pas gedurende 12 uur.

