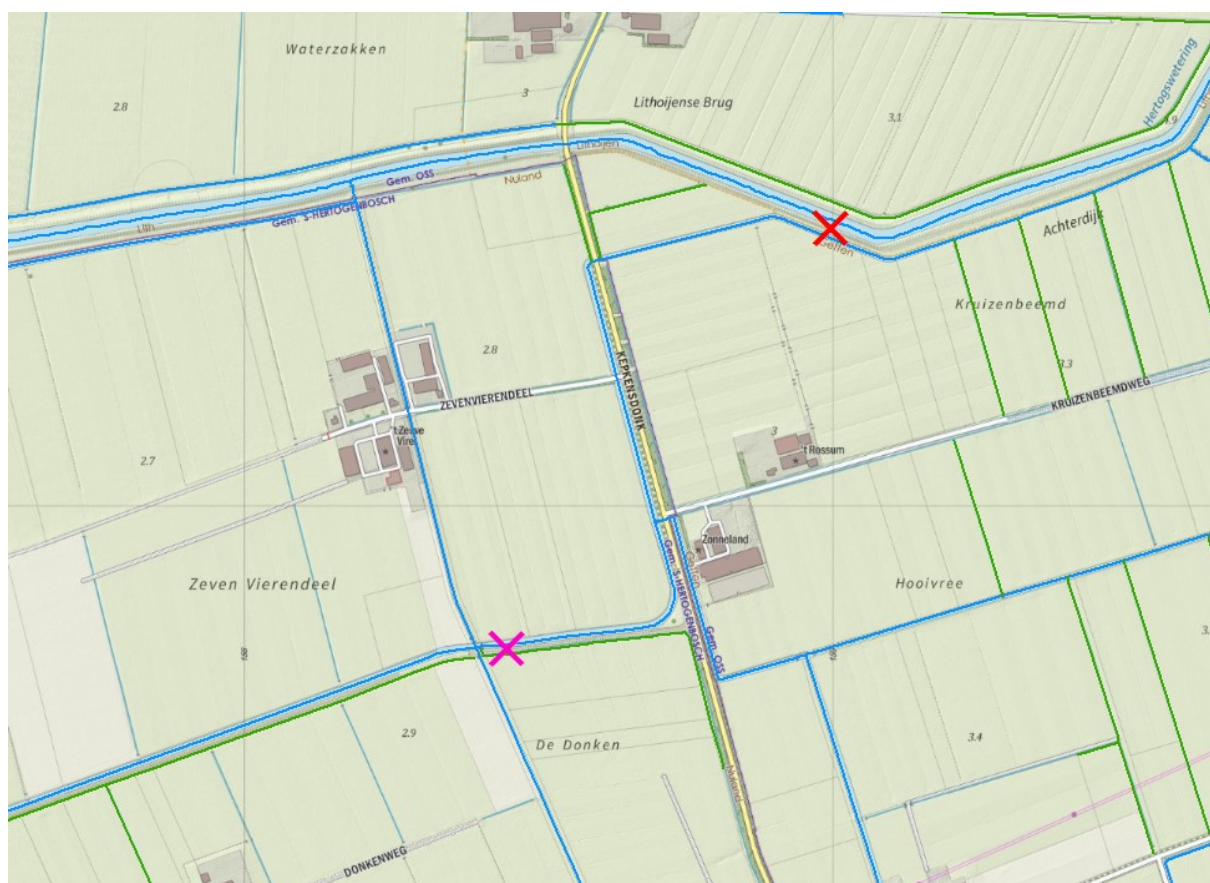


PROJECTPLAN

“Inlaatvoorziening Hertogswetering - Hoefgraaf”



Status:	definitief	 Waterschap Aa en Maas
Datum:	27 januari 2021	
Opdrachtgever:	Waterschap Aa en Maas	

INHOUDSOPGAVE

I.	INLEIDING	3
1	Waterwet.....	3
2	Leeswijzer	3
II.	BESCHRIJVING VAN HET WERK.....	4
1	Aanleiding en doel.....	4
2	Locatie	5
3	Beschrijving waterstaatswerken	5
4	Beschikbaarheid gronden.....	6
5	Effecten van het plan.....	6
III.	WIJZE VAN UITVOERING.....	7
1	Wijze waarop het plan wordt uitgevoerd	7
2	De te treffen voorzieningen	7
IV.	WET- EN REGELGEVING	8
1	Legger	8
2	Beheer en onderhoud	8
3	Beleid	8
4	Benodigde vergunningen en meldingen	9
V.	RECHTSBESCHERMING	10
1	Bezwaar	10
2	Beroep	10
3	Crisis- en herstelwet	10
4	Verzoek om voorlopige voorziening.....	10
BIJLAGE 1:	PIPING ANALYSE	
BIJLAGE 2:	HYDROLOGISCHE ANALYSE.....	

I. INLEIDING

1 Waterwet

Als een waterschap een waterstaatswerk wil aanleggen of wijzigen, dient op grond artikel 5.4 Waterwet een projectplan te worden vastgesteld, met daarin een beschrijving van het werk en de wijze waarop dat zal worden uitgevoerd en een beschrijving van de voorzieningen om nadelige gevolgen van de uitvoering van het werk ongedaan te maken of te beperken. Het werk dient bij te dragen aan de doelstellingen van de Waterwet waaronder voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste, in samenhang met bescherming en verbetering van de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen en vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen (artikel 2.1).

Dit projectplan geeft invulling aan het vereisten van de Waterwet.

2 Leeswijzer

Dit projectplan voor het aanleggen van een inlaat tussen de Hertogswetering en de Hoefgraaf én een verbinding te creëren tussen de Hoefgraaf en de Nulandse Aanvoersloot bestaat uit drie delen.

Hoofdstuk 2 en 3 bevat een beschrijving van het werk en de wijze van uitvoering van het project. Ook de eventuele voorzieningen die zullen worden getroffen om de nadelige gevolgen van de uitvoering van het voorgenomen project ongedaan te maken of te beperken zijn opgenomen.

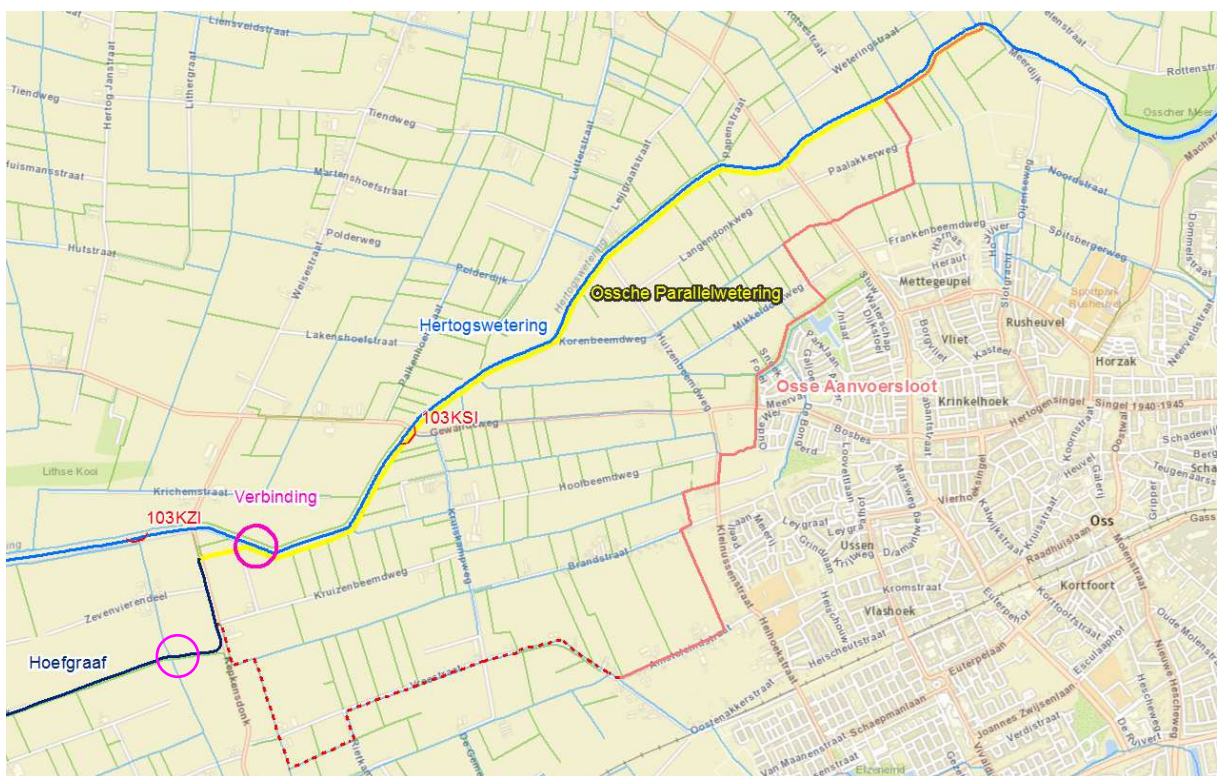
Hoofdstuk 4 bevat de verantwoording aan de van toepassing zijnde wet- en regelgeving. Ook wordt in dit hoofdstuk aangegeven of/welke uitvoeringsbesluiten nodig zijn.

Hoofdstuk 5 bevat de rechtsbescherming.

II. BESCHRIJVING VAN HET WERK

1 Aanleiding en doel

Waterschap Aa en Maas richt de Hertogswetering opnieuw in en ontwikkelt een ecologische verbindingszone (EVZ) langs de Roode Wetering. Hiertoe is projectplan Integrale aanpak Hertogswetering - Roode Wetering vastgesteld. Door de nieuwe inrichting van de Hertogswetering (peilverlaging) voldoen de huidige inlaten niet meer. De huidige inlaat aan de Gewandeweg en de inlaat naar de Nulandse aanvoersloot zijn verwijderd. De aanvoer van water naar de polder zal via andere kanalen worden ondervangen. Bovenstrooms van stuw Oijense Hut is een inlaatvoorziening: de Osse Aanvoersloot. Het aanvoerwater moet via deze inlaatvoorziening bij de Hoefgraaf komen. Daartoe moet de capaciteit van de Osse Aanvoersloot worden vergroot. Deze maatregel is opgenomen in het projectplan Integrale aanpak Hertogswetering - Roode Wetering.



Figuur 1: Watersysteem: belangrijke waterlopen (gesloopte inlaten in rood, paarse cirkels inlaat en duiker)

Het vergroten van de aanvoercapaciteit van de Osse Aanvoersloot wordt via een los project gerealiseerd. Op welke manier dat vorm krijgt, zal in dat project worden meegenomen (bijvoorbeeld inzet gemaal of vergroten Ossche Parallelwetering).

Door het plaatsen van een inlaatvoorziening tussen de Hoefgraaf en de Hertogswetering (paarse cirkel noordzijde betreft zoekgebied inlaat) wordt voorzien in een mogelijkheid om voldoende water in te laten (totdat de vergroting van de capaciteit van de Osse Aanvoersloot is gerealiseerd). Daarnaast kan in tijden van droogte het waterpeil in de Hertogswetering opgezet worden, waardoor via de inlaatvoorziening (onder vrij verval) water in de Hoefgraaf kan worden ingelaten.

Met een duikerverbinding tussen de Hoefgraaf en Nulandse Aanvoersloot wordt een vrij verval inlaatsituatie getest. (paarse cirkel aan zuidzijde)

2 Locatie

De Nulandse Aanvoersloot (licht blauw in figuur 2) werd van water voorzien door inlaat 103KZI. Deze is verwijderd. Doordat er een peilverlaging op de Hertogswetering is doorgevoerd, voldeed deze inlaat niet meer. Vooruitlopend op het project vergroten aanvoercapaciteit Osse Aanvoersloot wordt -om voldoende water in het gebied te kunnen laten- een inlaatvoorziening gerealiseerd bovenstrooms stuw 103KYS (nabij rood kruis).

Via vrij verval wordt geprobeerd voldoende water in de Nulandse Aanvoersloot te krijgen via een verbinding met een duikerbuis (nabij paars kruis).



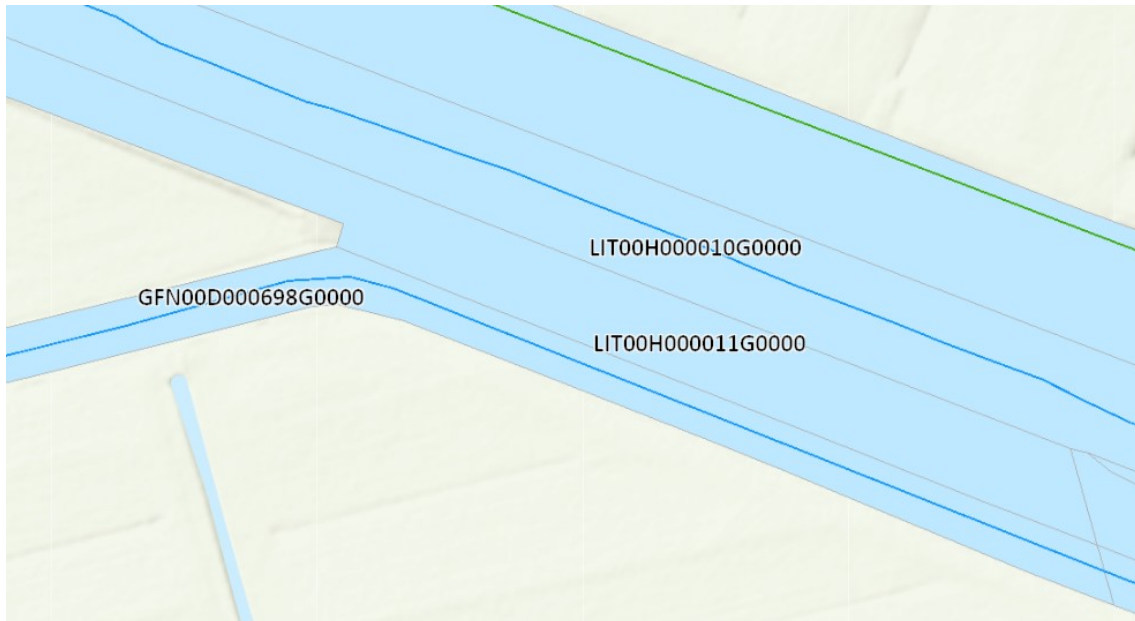
Figuur 2: Zoekgebieden: inlaatconstructie (rood kruis) en verbinding met Nulandse Aanvoersloot (paars kruis)

3 Beschrijving waterstaatswerken

- Een inlaatvoorziening tussen de Hertogswetering en de Hoefgraaf.
- De voorziening wordt aangebracht onder de rechter kade van de Hertogswetering. De kade is aangewezen als overige waterkering.
- Het huidige peilniveau in de Hertogswetering wordt conform wijziging Peilbesluit Hertogswetering verlaagd naar een vast waterpeil van 2,4 m +NAP. Bij het gemaal Gewande wordt een stuwpeil van 2,4 m +NAP gehanteerd.
- Het peilniveau van de Hoefgraaf bovenstrooms stuw 103KYS is vastgesteld met een zomerpeil van 2,30 mNAP en winterpeil van 2,05 mNAP.
- De inlaatvoorziening (nabij rood kruis) bestaat uit een duikerbuis met afsluiter. Het werk wordt, vanwege de aanwezigheid van een overige waterkering, voorzien van 1 of 2 kwelschermen.
- De Nulandse Aanvoersloot wordt via een duikerbuis verbonden met de Hoefgraaf (nabij paars kruis).

4 Beschikbaarheid gronden

De werkzaamheden vinden plaats op en in gronden in eigendom van het waterschap.



Figuur 3: Eigendom inlaatvoorziening Hertogswetering – Hoefgraaf (waterschap blauw gearceerd)



Figuur 4: Eigendom duikerbuis Hoefgraaf - Nulandse Aanvoersloot (waterschap blauw gearceerd)

5 Effecten van het plan

De inlaatvoorziening geeft de mogelijkheid om water in te laten wanneer de capaciteit van de Osse aanvoersloot niet toereikend is. Via een duiker verbinding wordt de Nulandse Aanvoersloot van water voorzien vanuit de Hoefgraaf.

Na realisatie wordt de situatie geëvalueerd ten aanzien van waterhoeveelheden en waterpeilen.

III. WIJZE VAN UITVOERING

1 Wijze waarop het plan wordt uitgevoerd

Voorbereiding

Als het water het zand onder de kade van de Hertogswetering wegspoelt, noemen we dat piping. Er is een piping analyse gemaakt voor de inlaatvoorziening in de overige waterkering. De analyse is in bijlage 1 bijgevoegd.

“..Aanvullende kwelwegverlengende voorzieningen zijn noodzakelijk om de stabiliteit van de inlaatconstructie te waarborgen. De benodigde kwelwegverlenging kan worden geleverd door één of twee kwelschermen. In de variant met één kwelscherm is de minimale lengte van het scherm 3,03 m. In de variant met twee kwelschermen van gelijke lengte is de minimale lengte van de schermen 1,52 m.”

Om voldoende water in te kunnen laten dient de aan te leggen inlaatvoorziening voldoende groot te zijn. Uit een hydrologische analyse (bijlage 2) blijkt dat de inlaat een minimale diameter van rond 1300 mm dient te hebben. In de analyse was uitgegaan van een verval tussen de Hertogswetering en de Hoefgraaf van 5,3 cm. De inschatting is dat het verval 13 cm zal zijn. Er wordt een inlaat met een inwendige diameter van 1250 mm aangelegd. De voorziening wordt voorzien van 1 of meerdere kwelschermen, een krooshek constructie en een afsluiter.

De diameter van de aan te leggen duikerbuis die de Hoefgraaf met de Nulandse Aanvoersloot verbindt krijgt een diameter van 1000 mm. Mocht blijken dat er te weinig gronddekking ter plaatse aanwezig is, zullen 2 duikerbuizen worden aangelegd met een diameter van minimaal 600 mm.

Werkzaamheden

Tijdens uitvoering wordt de Gedragscode Wet natuurbescherming voor waterschappen gevolgd. De werkzaamheden bestaan uit:

- Opzoeken kabels en leidingen, graafmelding (KLIC melding).
- Inlaatvoorziening (inclusief krooshek en afsluiter) wordt voorzien van kwelscherm(en).
- De overige waterkering wordt verdicht en hersteld conform eisen waterkering.
- Leveren en leggen nieuwe duiker.
- Inmeten nieuwe situatie.

2 De te treffen voorzieningen

Er worden geen nadelige gevolgen verwacht.

Er is geen financiële schade voorzien die aan de uitvoering van het project in de weg staat. Als een belanghebbende ten gevolge van dit besluit toch schade lijdt of zal lijden, die redelijkerwijs niet of niet geheel te zijnen laste behoort te blijven en ten aanzien waarvan de vergoeding niet of niet voldoende anderszins is verzekerd, kan op grond van artikel 7.14 van de Waterwet een verzoek om schadevergoeding worden ingediend. Voor de wijze van indiening van een dergelijk verzoek en voor de procedure wordt verwezen naar de website www.aenmaas.nl.

IV. WET- EN REGELGEVING

1 Legger

De te realiseren inlaatvoorziening en duiker worden na realisatie ingemeten en opgenomen in de legger oppervlaktewateren.

2 Beheer en onderhoud

Het betreft een voorziening welke tot de aanvoercapaciteit van de Osse Aanvoersloot vergroot is én in bijzondere omstandigheden (als droogte) ingezet wordt. Mogelijk beheer en onderhoud ontstaat uit inspectie en mogelijk vrijmaken van de inlaatconstructie.

De voorziening wordt dusdanig aangelegd dat deze geen negatief effect heeft op het beheer en onderhoud aan de Hertogswetering en Hoefgraaf.

De inlaatvoorziening Hertogswetering en Hoefgraaf én de duikerverbinding tussen de Hoefgraaf en de Nulandse Aanvoersloot worden opgenomen in het cyclisch onderhoud proces.

3 Beleid

3.1 Waterbeheerplan 2016-2021

Wij streven naar een gezond, robuust en veerkrachtig watersysteem: een systeem dat kan omgaan met de gevolgen van klimaatverandering (piekbuien en extreme droogte) en dat flexibel kan worden ingezet om voldoende water voor verschillende functies te leveren.

Dit projectplan geeft daar invulling aan.

3.2 Beleidsregels Keur waterschap Aa en Maas

Hoofdstuk 12. Beleidsregel Water brengen in een oppervlaktewaterlichaam heeft als doel het voorkomen van een overbelasting van het watersysteem. Het brengen van water in oppervlaktewaterlichamen heeft vanuit waterhuishoudkundig oogpunt namelijk een effect op de bergingscapaciteit van die oppervlaktewaterlichamen. De doorstroming of de waterkwaliteit kunnen ook worden beïnvloed.

Het brengen van water via de inlaatvoorziening vindt plaats wanneer er waterbehoefte is. Risico op wateroverlast is niet aan de orde.

Hoofdstuk 14A. Beleidsregel profiel van vrije ruimte bij oppervlaktewaterlichamen is van toepassing op nieuw aan te leggen of te vervangen werken die niet eenvoudig ongedaan te maken zijn in het profiel van vrije ruimte oppervlaktewaterlichamen, aangegeven in de legger oppervlaktewateren. In het profiel van vrije ruimte worden alleen eenvoudig ongedaan te maken werken toegestaan.

Het projectplan Integrale aanpak Hertogswetering - Roode Wetering voorziet de inrichting van de EVZ. De aanleg van de inlaatvoorziening heeft geen negatief effect op de voorgenomen inrichting.

Hoofdstuk 15. Algemene Toetsingscriteria Waterkeringen heeft als uitgangspunt te borgen dat de waterkeringen veilig zijn en blijven en dat het waterschap zijn zorgplicht / beheertaak zo efficiënt mogelijk kan blijven uitvoeren.

In de voorbereiding op dit projectplan is een piping analyse (zie bijlage 1) opgesteld. Dit projectplan geeft invulling aan de uitkomsten van deze analyse en de toetsingscriteria.

4 Benodigde vergunningen en meldingen

Eventuele aanvullende vergunningen, zoals een eventuele omgevingsvergunning voor de aanleg, zullen bij gemeente 's-Hertogenbosch of gemeente Oss separaat worden aangevraagd.

V. RECHTSBESCHERMING

1 Bezwaar

Als een projectplan is vastgesteld, wordt dit bekend gemaakt. Het plan ligt gedurende zes weken ter inzage. Belanghebbenden en ingezetenen kunnen gedurende deze periode bezwaar op dit projectplan kenbaar maken. Dat kan schriftelijk of mondeling. Een bezwaarschrift moet vóór afloop van de termijn van zes weken bij het waterschap zijn ingediend.

2 Beroep

Tegen de beslissing op bezwaar staat vervolgens beroep en hoger beroep open bij de rechtbank en de Raad van State. In beginsel kunnen uitsluitend degenen die een bezwaar hebben ingediend, beroep instellen. Gedurende zes weken vanaf de dag na die waarop het besluit is bekend gemaakt kan beroep worden ingesteld bij de rechtbank in 's-Hertogenbosch. Voor het indienen van een beroepschrift is griffierecht verschuldigd.

3 Crisis- en herstelwet

Op de vaststelling van een projectplan is de Crisis- en herstelwet van toepassing. Dit betekent dat de belanghebbenden in zowel het bezwaar- als het beroepschrift moeten aangeven welke beroepsgronden zij aanvoeren tegen het besluit. Na afloop van de termijn van zes weken kunnen geen nieuwe beroepsgronden meer worden aangevoerd.

Belanghebbenden worden verzocht in het beroepschrift te vermelden dat de Crisis- en herstelwet van toepassing is.

4 Verzoek om voorlopige voorziening

Het projectplan treedt in werking, ook al wordt er een bezwaar- of beroepschrift ingediend. Dit betekent dat de maatregelen opgenomen in het projectplan kunnen worden uitgevoerd. Om dit te voorkomen kan gelijktijdig of na het indienen van een bezwaar- of beroepschrift een zogenaamd “verzoek voor het treffen van een voorlopige voorziening” worden gevraagd bij de

Voorzieningenrechter van de rechtbank. Ook in dat geval is griffierecht verschuldigd. Het treffen van een voorlopige voorziening is eigenlijk het nemen van een tijdelijke maatregel, zoals het schorsen van het besluit gedurende de tijd die nodig is om het beroep af te handelen. Als het verzoek wordt toegewezen mag het waterschap het plan niet uitvoeren totdat de rechter op het beroep heeft beslist. Voorwaarde voor het vragen van een voorlopige voorziening is, dat er sprake is van een spoedeisend belang.

BIJLAGE 1: PIPING ANALYSE

De analyse is uitgevoerd door IFRAM HYDREN (datum 22 december 2020; kenmerk 20i829-201222).

Onderwerp:	Piping analyse voor een inlaatvoorziening in de kering van de Hertogswetering	Bijlage(n):	1
Kenmerk:	20i829-201222	Status:	Definitief
Datum	22 december 2020		

1. Aanleiding

Het waterschap Aa en Maas is van plan om een inlaatvoorziening te realiseren in de kering van de Hertogswetering. De inlaatvoorziening heeft als doel om water vanuit de Hertogswetering in de Hoefgraaf te laten. Door het waterstandsverschil tussen beide zijden van het kunstwerk is het mogelijk dat achter- of onderloopsheid van het kunstwerk ontstaat. Op basis van een deterministische vergelijking tussen de benodigde en de aanwezige kwelweg is bepaald of aanvullende voorzieningen noodzakelijk zijn om de stabiliteit van de inlaatconstructie te waarborgen.

In deze memo zijn de resultaten van kwelweganalyse en de effecten van kwelwegverlengende voorziening uitgewerkt. Allereerst zijn de uitgangspunten van de analyse toegelicht. Daarna wordt ingegaan op de kwelweganalyse en de effecten van kwelwegverlengende voorziening.

2. Uitgangspunten

De uitgangspunten zijn bepaald aan de hand van door het waterschap aangeleverd grondonderzoek en waterstandgegevens. Hierbij is gebruik gemaakt van de volgende documenten:

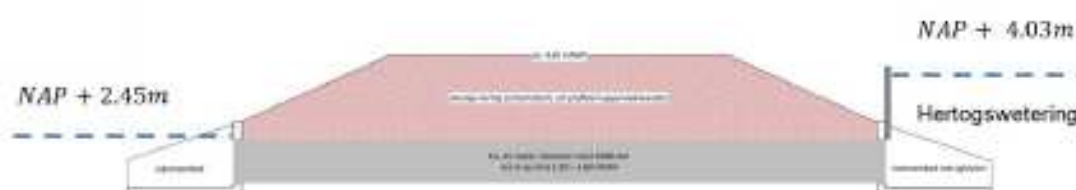
- ref. I Uitwerking geotechnisch ontwerp van waterkering Hertogswetering Zuid, RPS, NL202005759-N20, 01-07-2020;
- ref. II 19.081_WP-TM_Hertogswetering sonderinglocaties_V0.4_20200401, Waterschap Aa en Maas;
- ref. III 19.081_WP-TM_overzicht resultaten boringen_V1.0_20200511, Waterschap Aa en Maas;
- ref. IV Schematisch toelichting en idee, Waterschap Aa en Maas;

Tijdens het startgesprek op 12 november 2020, zijn de uitgangspunten vastgesteld in samenspraak met Trude Maas, Peter van Harten en John van Berne.

2.1. Optredend verval

De waterkering van de Hertogswetering is ontworpen voor een afvoer met een frequentie van 1/100 per jaar [ref. I]. Omdat in de empirische modellen voor piping een expliciete relatie met de faalkans ontbreekt, wordt verondersteld dat aan de faalkanseis wordt voldaan als de kering volgens deze modellen voldoet in de situatie waarin een buitenwaterstand optreedt die gelijk is aan de waterstand bij de het toetspeil [1].

Het toetspeil verloopt van NAP +4.12 m ter hoogte van de Gewandeweg naar NAP +4.00 m ter hoogte van de Weisestraat [ref. I]. Op basis van lineaire interpolatie is de het toetspeil ter plekke van de nieuwe inlaatvoorziening vastgesteld op NAP +4.03m. Tijdens het optreden van het toetspeil, wordt de waterstand in de Hoefgraaf ingeschat op NAP +2.45m¹. De situatie waarmee de pipinganalyse wordt uitgevoerd is weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1 Optredend verval.

In Fout! Ongeldige bladwijzerverwijzing. is een overzicht gegeven van waterstanden waarmee de kwelweganalyse is uitgevoerd.

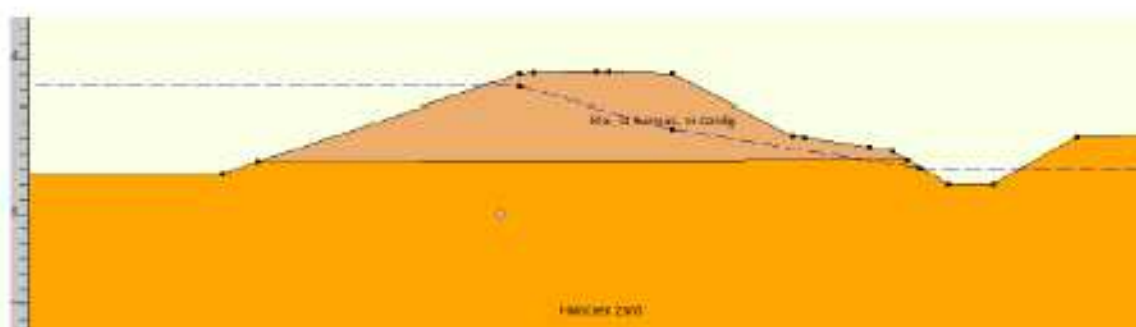
Tabel 1 Optredend verval

Toetspeil Hertogswetering	NAP +4.03 m
Polderpeil Hoefgraaf	NAP +2.45m
Maatgevend verval	1.58 m

2.2. Grond opbouw

De grondopbouw ter plaatse van de nieuwe inlaatvoorziening is vastgesteld op basis van grondonderzoek dat is uitgevoerd in het kader van het kadeherstelproject Hertogswetering. Het dijklichaam ter plaatse van de nieuwe inlaatvoorziening is opgebouwd uit klei op een zandondergrond [ref. II en III]. Het zandpakket loopt tot ca. NAP +2 m en daarboven is klei aanwezig. De grondopbouw is schematisch weer gegeven in Figuur 2.

¹ De waterstand in de Hoefgraaf tijdens het optreden van het toetspeil wordt bepaald door de maximale klepstand van kunstwerk 103KYS. De waterstand bij de maximale klepstand is NAP +2.45m.



Figuur 2 Grond opbouw ter plaatse van de nieuwe Inlaatvoorziening [ref. I].

Op basis van de grondopbouw wordt uitgegaan van een ondoorlatend dijklichaam op een doorlatende ondergrond.

2.3. Schetsontwerp

Op basis van functionele eisen heeft Waterschap Aa en Maas een schetsontwerp zoals weergegeven in Figuur 3 opgesteld.



Figuur 3 Dwarsdoorsnede schetsontwerp [ref. IV].

De inlaatconstructie is op staal gefundeerd. Aangenomen wordt dat de onderzijde van de constructie onder- of op de overgang tussen zand en klei wordt geplaatst. Dit betekent dat de constructie gevoelig is voor zowel achter- als Onderloopsheid. Echter, de kwelweglengtes zijn voor beide gevallen gelijk.

Op basis van de lokale geometrie van het dijklichaam is de lengte van de duiker vastgesteld op 15 m [ref. IV]. In de kwelweganalyse wordt niet lengte van de instroombakken en mogelijke filterconstructies niet in rekening gebracht.

3. Piping analyse

Rond de inlaatconstructie zoals beschreven in het schetsontwerp vindt alleen horizontale kwelstroming plaats. Op basis de eenvoudige rekenregel van Bligh² (zie vergelijking (1)) is eerste inschatting gemaakt van de piping gevoeligheid van de inlaatconstructie.

$$\Delta H_{c,Bligh} = \frac{L_h}{c_{creep}} \quad (1)$$

² De rekenregel van Bligh is niet voor alle situaties conservatief van aard. Voor een eerste inschatting van de pipinggevoeligheid van de inlaatconstructie is de rekenregel geschikt, zeker gezien het feit dat ruim niet voldaan aan de voorwaarde van het toelaatbare verval.

Hierin is:

$\Delta H_{c;Bligh}$	Toelaatbaar verval op basis van het model van Bligh [m]
L_h	Horizontale kwelweglengte langs de constructie [m]
C_{creep}	Creepfactor van Bligh. Voor de zandondergrond wordt uitgegaan van fijn tot matig fijn zand met een $C_{creep;Bligh} = 10$ [2]

Hieruit volgt een toelaatbaar verval van 0.83 m. Op basis van een vergelijking met het maatgevende verval van 1.58 m blijkt dat de aanwezige kwelweg niet voldoet. Aanvullende voorzieningen zijn noodzakelijk om de stabiliteit van de inlaatconstructie te waarborgen.

4. Kwelwegverlengende voorziening

Om inzicht te krijgen in de mogelijke pipingmaatregel is het effect van kwelschermen bepaald. Voor twee mogelijke varianten is een kwelweganalyse uitgevoerd:

Variant 1: Een inlaatconstructie vergelijkbaar met het ontwerp van de uitwateringsduikers in de kering van het Drongelens kanaal. De constructie bevat zowel aan de uitstroomzijde als halverwege de constructie is een kwelscherm. Hierbij wordt uitgegaan van een gelijke lengte van de kwelschermen. (Zie bijlage A voor dwarsdoorsnede van het ontwerp van de uitwateringsduikers Drongelens kanaal);

Variant 2: Een inlaatconstructie met een kwelscherm aan de uitstroomzijde;

Doordat op het moment van opstellen van dit memo nog geen duidelijkheid bestaat over de afmetingen van de uitstroomconstructie, is het effect van de uitstroombakken niet meegenomen in de kwelweganalyse. De analyse is gebaseerd op een lengte van de duiker van 15 m.

Voor een eventuele bodembescherming aan de binnenzijde geldt dat deze zodanig kan worden ontworpen dat deze zanddicht en waterdoorlatend is. De bodembescherming kan dan als filter fungeren, waardoor piping niet op kan treden. Hierbij moet aangetoond worden dat het filter gedurende de ontwerp levensduur waterdoorlatend en zanddicht blijft en hierdoor ook daadwerkelijk als filter blijft functioneren. Daarom is het effect van een filterconstructie niet beschouwd in de piping analyse.

4.1. Onderloopsheid en Heave

In het geval van onderloopsheid van de constructie is er sprake van zowel horizontale als verticale kwelstroming. Deze situatie valt in het toepassingsgebied van het model van Lane. Het model van Lane is in situaties waarin kwelschermen worden toegepast ook conservatief voor het berekenen van heave [2]. Het model van Lane wordt daarom gebruikt voor zowel de toets op onderloopsheid als op heave. Het model van Lane voor het toelaatbare verval is weergegeven in vergelijking (2).

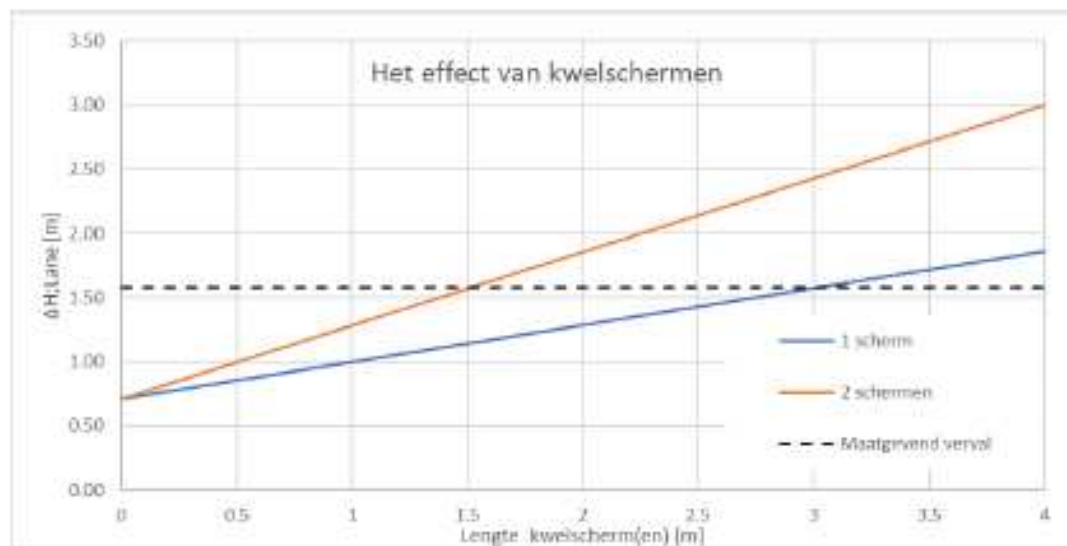
$$\Delta H_{toel;Lane} = \frac{\left(\frac{1}{3}L_h + L_v\right)}{C_{creep}} \quad (2)$$

Hierin is:

- $\Delta H_{c,Lane}$ Toelaatbaar verval op basis van het model van Lane[m]
- L_h Horizontale kwelweglengte langs de constructie [m]
- L_v Verticale kwelweglengte langs de constructie [m]
- C_{creep} Creepfactor van Lane. Voor de zandondergrond wordt uitgegaan van fijn tot matig fijn zand met een $C_{creep,Lane} = 7$ [2]

In het model van Lane is de veiligheidsfactor impliciet verwerkt in de gebruikte creepfactor. Voor het ontwerp betekent dit dat het model van Lane zonder additionele veiligheidsfactor kan worden toegepast [2].

In Figuur 4 is het resultaat van het model van Lane voor variant 1 en 2 weergegeven. Voor een toenemende lengte van het/de kwelscherm(en) is het toelaatbaar verval bepaald.



Figuur 4 Het toelaatbaar verval voor variant 1 en 2 voor een toenemende lengte van het/de kwelscherm(en). De analyse is op basis van een lengte van de duiker van 15 m.

De resultaten worden vergeleken met het maatgevende verval van 1.58 m om de minimale lengte van de kwelschermen te bepalen. De minimale lengte van de kwelschermen in variant 1 en 2 is weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2 Minimale lengte van de kwelschermen. In variant 2 is de weergegeven lengte twee keer meegenomen in de kwelweglengteanalyse.

	Minimale lengte van de kwelschermen [m]
Variant 1	3,03
Variant 2	1,52

4.2. Achterloopsheid

In de toets op achterloopsheid van de constructie kunnen twee situaties worden onderscheiden. Namelijk:

- De onderzijde van de constructie bevindt zich op de overgang tussen zand en klei;
- De onderzijde van de constructie bevindt zich onder de overgang tussen zand en klei.

In het geval dat de onderzijde van de constructie op de overgang tussen zand en klei wordt geplaatst is de kans op achterloopsheid zeer klein. In dit geval kan volstaan worden met minimale afmetingen van achterloopsheidschermen, om de aansluiting van het kunstwerk op het ongestoorde ondoorlatende dijklichaam te waarborgen [2]. Een perfecte aansluiting van het kunstwerk met de naastliggende grond kan namelijk vaak moeilijk worden gegarandeerd. In de loop der tijd kan ruimte ontstaan door zettingsverschillen, temperatuureffecten, etc., waardoor naast het kunstwerk micro-instabiliteit kan optreden.

In het geval dat de onderzijde van de constructie onder de overgang tussen zand en klei wordt geplaatst, kan achterloopsheid niet worden uitgesloten omdat direct naast de constructie mogelijk een doorgaande pijp kan ontstaan. Op basis van het schetsontwerp zoals weergegeven in Figuur 3 zal de constructie waarschijnlijk een aantal decimeters onder de overgang tussen de doorlatende en de ondoorlatende ondergrond worden geplaatst. In dit geval kan de doorlatende grondlaag naast de constructie worden afgegraven tot de onderzijde van de constructie. Waarna dit kan worden aangevuld met ondoorlatend materiaal.

5. Conclusie

Op basis van de uitgevoerde kwelweganalyse blijkt dat de inlaatvoorziening in de kering van de Hertogswetering niet voldoet aan de voorwaarden voor piping. Aanvullende kwelwegverlengende voorzieningen zijn noodzakelijk om de stabiliteit van de inlaatconstructie te waarborgen.

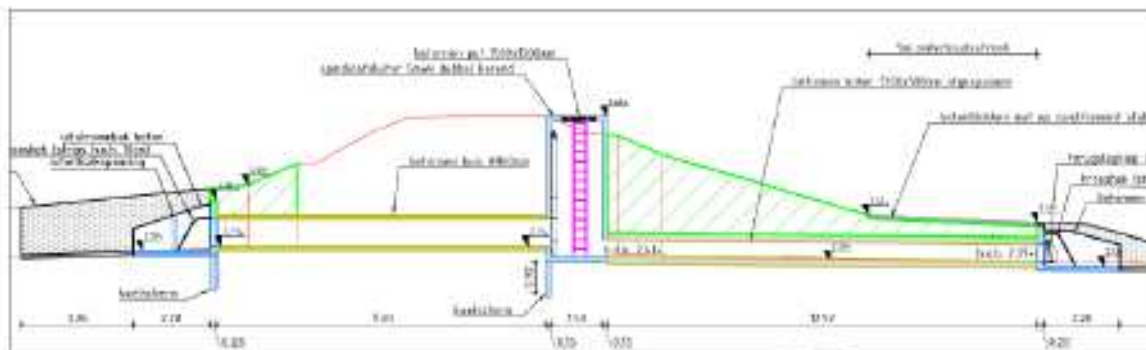
De benodigde kwelwegverlenging kan worden geleverd door één of twee kwelschermen. In de variant met één kwelscherm is de minimale lengte van het scherm 3,03 m. In de variant met twee kwelschermen van gelijke lengte is de minimale lengte van de schermen 1,52 m.

Bibliografie

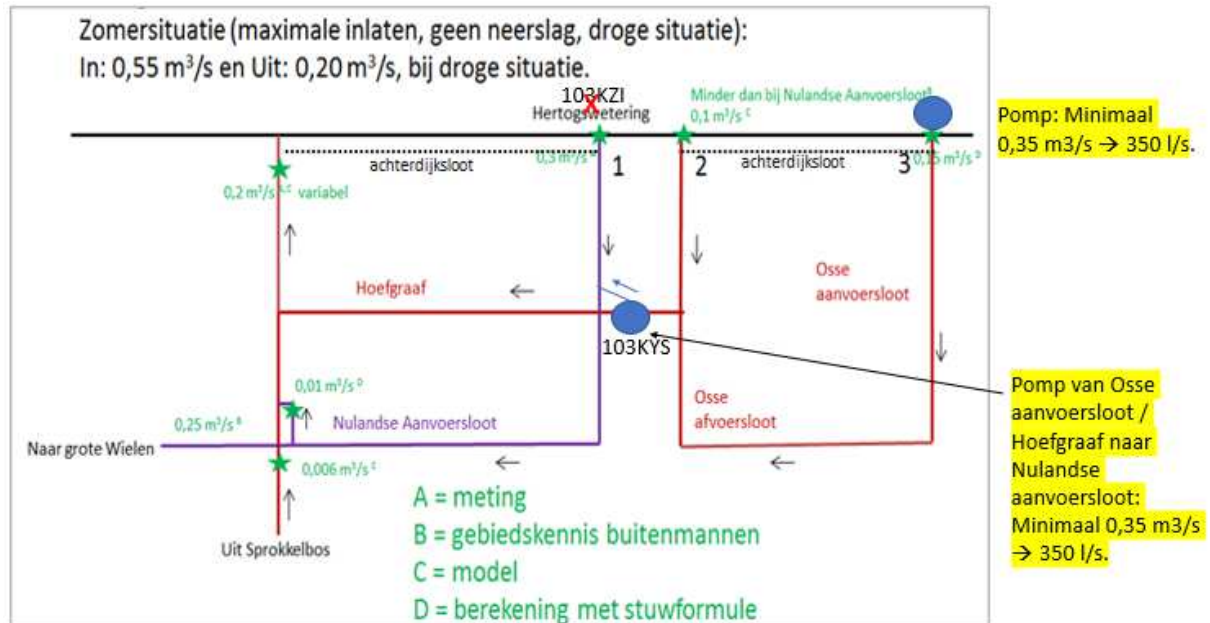
- [1] Werkwijzer Ontwerpen Waterkerende Kunstwerken - Ontwerpverificaties voor de hoogwatersituatie, B. Van Bree, R. Delhez, R. Jongejan en A. Casteleijn, RWS-WVL Waterkeringen, 2018.
- [2] Onderzoeksrapport Zandmeevoerende Wellen, U. Förster, G. Van den Ham, E. Calle en G. Kruse, Deltares rapport 1202123-003-GEO-0002 in opdracht van RWS, 2012.
- [3] Ontwerpnota aflatwerken Drongelens Kanaal Locatie 12, Vissers Ploegmakers B.V., 2020.

Bijlage A

Dwarsdoorsnede van het ontwerp van de uitwateringsduikers Drongelens kanaal zoals weergegeven in [3].



BIJLAGE 2: HYDROLOGISCHE ANALYSE



RONDE DUIKERS BETON Onderleiders en hevels

Object gegevens:

Het debiet is (Q) :	0,350	m³/sec
De waterdiepte benedenstrooms is:	0,50	m.
De diameter van de duiker is:	1300	mm.
De lengte van de duiker is:	20,00	m.
De K_m waarde van de duiker is	75	
De K_m waarde van de duiker is	50	

Resultaten:

Het verval over de duiker is:	0,053	m.
De snelheid in de duiker is:	0,74	m./sec.
De berekende μ -waarde is :	0,72	
De natte oppervlakte is :	0,47	m²

