



**GraafReinaldalliantie**

# **Achtergrondrapport (grond)water dijkversterking GoWa**



## Overzicht gegevens document

Titel document: Achtergrondrapport (grond)water dijkversterking GoWa  
 Kenmerk document: GO-WA-RAP-23869

### Autorisatie

	Naam	Paraaf	Datum
<i>Opgesteld door</i>	B. v.d. Wal, J. J. Pape, A. Krikken, W. Engel en J. Winkelhorst	Registratie en vrijgave in DMS	
<i>Controle door</i>	P. van Veen, N. Geurts van Kessel	Registratie en vrijgave in DMS	
<i>Vrijgave door</i>	H. Nonnekens	Registratie en vrijgave in DMS	

### Revisiebeheer

Revisienummer	Datum	Status	Opmerkingen
1.0	20-12-2019	Concept	80% versie t.b.v. review bevoegde gezagen
2.0	14-2-2020	Eindconcept	Voor ABG, KBG en BBG
3.0	25-03-2020	Definitief	
4.0	04-09-2020	Definitief	Completering en verwerking zienswijzen

### Adresgegevens

Graaf Reinaldalliantie  
 Waaldijk 91  
 4214 LC Vuren

## INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding .....	4
1.1	Achtergrond.....	4
1.2	Doel .....	4
1.3	Vraagstelling.....	4
1.4	Leeswijzer .....	4
2	Maatgevende hydrologische situaties.....	6
2.1	Maatgevende rivierafvoeren.....	6
2.2	Maatgevende landelijke afvoer.....	8
3	Ingrepen in de uiterwaarden en watersysteem .....	9
3.1	Dijkversterkingsmaatregelen.....	9
3.2	Ingrepen uiterwaarden.....	10
3.3	Aanpassingen aan het watersysteem.....	14
4	Geohydrologische effecten ingrepen .....	25
4.1	Dijkversterkingsmaatregelen.....	25
4.2	Ingrepen uiterwaarden.....	27
4.3	Aanpassingen aan het watersysteem.....	41
5	Hydrologische effecten ingrepen .....	42
5.1	Dijkversterkingsmaatregelen.....	42
5.2	Ingrepen in de uiterwaarden.....	45
5.3	Aanpassingen aan het watersysteem.....	45
6	Afgeleide effecten .....	49
7	Compenserende maatregelen.....	50
7.1	Bergingscompensatie opgave.....	50
7.2	Maatregelen .....	50
7.3	Buitenpolders .....	55
8	Samenvatting en conclusies .....	56
	Bijlage 1 .....	57
	Bijlage 2.....	59

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

Voor het dijktraject Gorinchem - Waardenburg (GoWa) zijn verbetermaatregelen nodig om nu én in de toekomst aan de veiligheidsnormen te voldoen. Het gaat om ongeveer 23 kilometer. De dijkversterking is onderdeel van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) waarin de waterschappen en Rijkswaterstaat samenwerken om de primaire waterkeringen aan de veiligheidsnorm te laten voldoen. Waterschap Rivierenland is beheerder van de dijk tussen Gorinchem en Waardenburg.

Het dijkversterkingsproject wordt uitgevoerd door de Gralliantie (een alliantie, wat een nieuwe samenwerkingsvorm is). De Gralliantie heeft een Voorkeursalternatief gekozen (zie [www.Gralliantie.nl](http://www.Gralliantie.nl)). Het bestaat uit een combinatie van buitenwaartse versterkingen (in grond), binnenwaartse versterkingen (in grond) en langsconstructies. De effecten van deze ingrepen zijn in het kader van het concept-MER op hoofdlijnen in beeld gebracht. De volgende stap is het uitwerken en het in beeld brengen van de effecten van de ingrepen. Hierbij horen ook de compenserende en mitigerende ingrepen. Er worden alleen compenserende maatregelen uitgevoerd.

## 1.2 Doel

Voor het uitwerken van het Voorkeursalternatief, de ruimtelijke inpassing en het Projectplan Waterwet zijn (geo)hydrologische inzichten vereist. Om deze inzichten te verkrijgen is een geohydrologisch model opgezet (Gralliantie, 2019). Daarnaast wordt gebruik gemaakt van (geo)hydrologische kennis en ontwerpregels over waterlopen. Het doel van deze rapportage is het in beeld brengen van de hydrologische omgevingseffecten van de ontworpen ingrepen. Indien de effecten significant zijn, zijn mitigerende of compenserende maatregelen nodig.

## 1.3 Vraagstelling

De overkoepelende vraag in deze studie is: wat is het beste ontwerp voor de dijkversterking, rekening houdend met de verschillende projectfases en levensfasen van de dijk. In deze rapportage wordt de volgende vraag beantwoord: wat zijn de hydrologische omgevingseffecten van de voorgestelde ingrepen?

In deze studie worden de volgende ingrepen onderzocht:

- Vergravingen Woelse Waard
- Vergravingen Herwijnnense uiterwaard
- Vergravingen Crobsche waard
- Natuurcompensatie bij het Heuffterrein (doorsteken zomerkade)
- De maatregelen voor de dijkversterking:
  - Binnendijkse versterking
  - Buitendijkse versterking
  - Langsconstructie
- Aanpassingen van het watersysteem:
  - Raakvlakken dijk met watergangen
  - Piping maatregelen
  - Maatwerk oplossing dijkvak 2a Haarstraat
  - Maatwerk oplossing dijkvak 13d Lingsesdijk

## 1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten voor de effectbeoordeling beschreven. Dit omvat de onderzochte maatgevende hydrologische situaties. In Hoofdstuk 3 zijn de beschouwde ingrepen toegelicht en hoe deze in

de analyse zijn geïmplementeerd. In Hoofdstuk 4 zijn de geohydrologische effecten op het systeem beschreven. In Hoofdstuk 5 zijn de hydrologische effecten op het watersysteem beschreven. In Hoofdstuk 6 zijn de afgeleide effecten beschreven. Hoofdstuk 7 beschrijft de compenserende maatregelen. Hoofdstuk 8 is een samenvattend en concluderend hoofdstuk waarin een totaalbeeld is geschetst.

Dit rapport is een bijlage bij het definitief Projectplan Waterwet van dijkversterking Gorinchem Waardenburg. Zie voor het complete i-report <https://terinzage.gralliantie.nl>. Daarin bevinden zich ook de definitieve plankaarten.

## 2 Maatgevende hydrologische situaties

### 2.1 Maatgevende rivierafvoeren

Voor het beoordelen of een ingreep voldoet aan de regelgeving van Waterschap Rivierenland, dienen de ingrepen voor drie kenmerkende hydrologische situaties op de rivier te worden onderzocht. In deze drie hydrologische situaties mogen de ingrepen geen significant effect hebben op het huidige landgebruik. Dit is conform de Richtlijn toetsing kwel en wegzijging van Waterschap Rivierenland. De ontworpen ingrepen zijn onderzocht voor de volgende drie hydrologische situaties:

- Hoogwater (herhalingstijd (T=10);
- Gemiddeld
- Laagwater (herhalingstijd (T=10);

Het hoogwater is onderzocht door de hoogwatergolf van 2018 te gebruiken en deze aan te passen, zodat de hoogwatergolf een herhalingstijd van eens in de 10 jaar heeft. Voor de gemiddelde situatie wordt de periode 1-4-2013 – 1-4-2018 doorgerekend, waarvoor de gemiddelde grondwaterstand en stijghoogten bepaald worden. Het laagwater is onderzocht met de zomer van 2003. Hieronder zijn de drie kenmerkende situaties verder uitgewerkt.

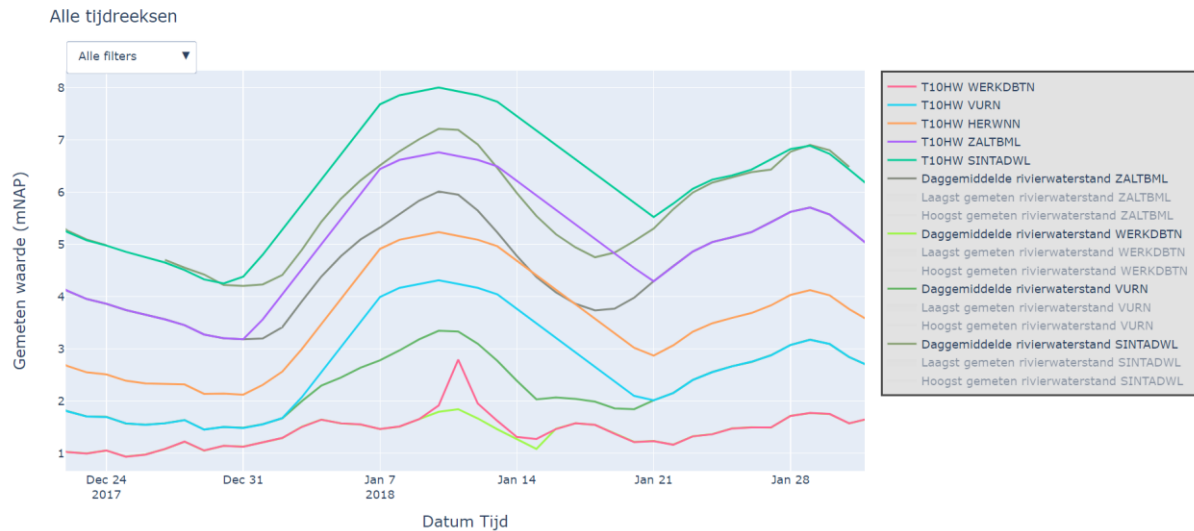
#### 2.1.1 Hoogwater

Voor het hoogwater (T=10) is de geohydrologische situatie op 10 januari 2018 gebruikt met een verhoogd rivierpeil. Hiervoor is een hoogwatergolf met een opgegeven rivierpeil boven op de gemeten rivierpeilen gezet. De vorm van deze hoogwatergolf is aangeleverd door Waterschap Rivierenland. Indien de synthetische hoogwatergolf lagere rivierpeilen heeft dan de gemeten rivierpeilen, wordt het gemeten rivierpeil gebruikt. In Tabel 2-1: Het maximale rivierpeil tijdens een hoogwatergolf met een herhalingstijd van 1 keer per 10 jaar zijn de maximale rivierpeilen van de hoogwatergolf weergegeven.

Tabel 2-1: Het maximale rivierpeil tijdens een hoogwatergolf met een herhalingstijd van 1 keer per 10 jaar

Locatie	Hoogwater T=10 (m+NAP)
Tiel Waal	9,73
Zaltbommel	6,76
Vuren	4,31
Werkendam buiten	2,79

Gebruikmakend van het maximale rivierpeil uit Tabel 2-1, laat Figuur 2.1 het nieuwe rivierpeil op de vijf meetpunten in het modelgebied van GoWa zien. De effecten worden beoordeeld door de grondwaterstanden, stijghoogten en fluxen op 10 januari 2018 te beoordelen.



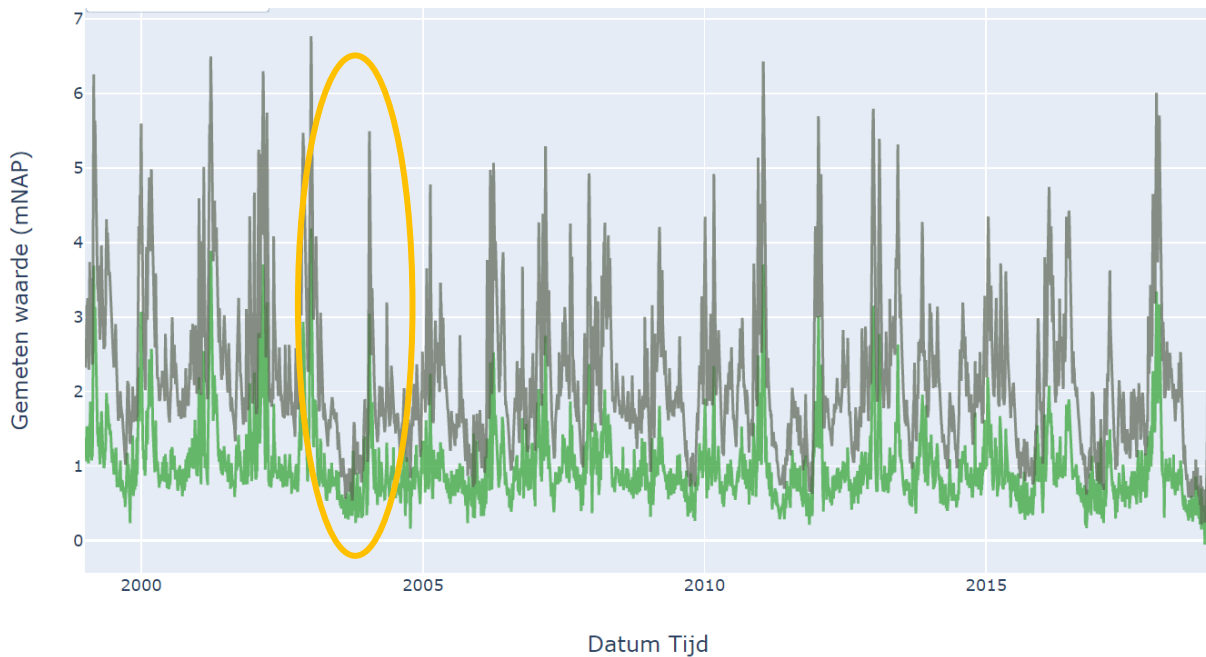
Figuur 2.1: Het waterpeil van een hoogwatergolf met een herhalingsperiode van 1 keer per 10 jaar.

Om het hoogwater goed door te kunnen rekenen zijn de volgende uitgangspunten gebruikt:

- De berging wordt op dagbasis aangepast aan de hand van de het overstroomde oppervlak.
- Er wordt gerekend met een vaste grondwateraanvulling (4 mm/dag), dit is de gemiddelde neerslag die is opgetreden in de periode tijdens en voorafgaand aan de hoogwatergolf
- Aanvullende drainage wordt in het model ingebracht om het gebied achter de zomerkade in de Cropsche Waard goed leeg te laten lopen.

### 2.1.2 Gemiddelde situatie

Om de gemiddelde situatie in beeld te brengen is het grondwatermodel voor een periode van 5 jaar doorgerekend, namelijk van 1-4-2013 tot en met 1-4-2018. Op basis van deze berekening worden de gemiddelde grondwaterstand en de gemiddelde stijghoogten berekend. Het effect van de ingrepen wordt bepaald, door de gemiddelde situaties voor en na ingrepen met elkaar vergeleken.



Figuur 2.2: Het gemeten waterpeil bij Zaltbommel (grijs) en Vuren (groen). De oranje cirkel geeft de laagwaterperiode in 2003 weer.

### 2.1.3 Laagwater

De geohydrologische situatie van de zomer van augustus 2003 wordt representatief geacht voor de T=10 laagwater situatie. Op dat moment treedt een laagwater op met een herhalingstijd groter dan 1 keer per 10 jaar<sup>1</sup>. Deze herhalingstijd is bepaald op basis van een langjarige berekening door Deltares. Op 17 augustus 2003 trad bij Zaltbommel en Vuren een zeer laag rivierpeil op en was het neerslagtekort het grootst. Daarom is voor het bepalen van de effecten de grondwaterstand, stijghoogten en grondwaterstroming de toestand op 17 augustus 2003 gebruikt. De meteorologische gegevens en het rivierpeil zijn uit de periode 2002 en 2003, de overige parametrisering van het model zijn uit de periode 2016 en 2017. Op deze manier is de huidige situatie met een maatgevend laagwater doorgerekend. In Figuur 2.2 zijn de rivierpeilen weergegeven, waarbij de cirkel het laagwater van 2003 toont.

Om het laagwater goed door te kunnen rekenen zijn de volgende uitgangspunten gebruikt:

- De berekening wordt voor de periode 1-4-2016 tot en met 1-11-2017 uitgevoerd.
- In deze rekenperiode worden de rivierpeilen en meteorologische gegevens uit de periode 1-4-2002 tot en met 1-11-2003 toegepast.
- De grondwateraanvulling wordt interactief met MetaSWAP berekend.

## 2.2 Maatgevende landelijke afvoer

Binnendijs wordt een maatgevende landelijke afvoer van 1,5 l/s/ha gehanteerd. Daar komt de kwelflux tijdens een T=10 situatie bij. Deze kwelflux is afkomstig uit berekeningen uitgevoerd met het geohydrologisch model MORIA.

<sup>1</sup> Er is niet gekozen om de zomer van 2018 te gebruiken als laagwater, omdat de herhalingstijd van de zomer van 2018 in de orde van 1 keer per 50 jaar ligt. Het waterpeil in de rivier is dan beduidend lager dan het peil dat volgens de norm van 1 keer per 10 jaar zou moeten optreden.



## 3 Ingrepen in de uiterwaarden en watersysteem

De ingrepen binnen GoWa zijn onderverdeeld in drie typen ingrepen: dijkversterkingsmaatregelen, uiterwaardeningrepen, en aanpassingen aan het watersysteem. Al deze ingrepen zijn voor de maatgevende situatie beoordeeld (niet altijd met modelberekeningen). De effecten van de ingrepen voor maatgevende situaties worden in Hoofdstuk 4 en Hoofdstuk 5 gepresenteerd. In dit hoofdstuk zijn de ingrepen beschreven, inclusief de manier waarop deze in het geohydrologisch model zijn doorgevoerd.

De ondergrond is gelaagd opgebouwd. Watervoerende lagen met zandige en grindige afzettingen en slechtdoorlatende lagen met klei- en veenafzettingen wisselen elkaar af. De ondergrond in het rivierengebied kenmerkt zich door de aanwezigheid van een slechtdoorlatende deklaag op een zeer goed doorlatend watervoerend pakket. De slechtdoorlatende deklaag vertraagt de verbreiding van effecten ten gevolge van een ingreep. Het grondwatersysteem wordt gevoed door neerslag minus de verdamping die plaatsvindt. Deze voeding wordt grondwateraanvulling genoemd. Het grondwaterniveau in de deklaag wordt de freatische grondwaterstand genoemd en wordt uitgedrukt in m(eter)+NAP. Het grondwaterniveau onder de deklaag in het watervoerend pakket is een stijghoogte en wordt tevens uitgedrukt in m+NAP. De rivier en de binnendijkse waterlopen vormen met het waterpeil een randvoorwaarde voor het grondwatersysteem. Als het peil lager is dan de grondwaterstand is de waterloop drainerend. Is het waterpeil hoger dan de grondwaterstand dan infiltreert de waterloop. De rivier en sommige grote waterlopen snijden door de deklaag heen.

### 3.1 Dijkversterkingsmaatregelen

Voor de versterking van de dijk tussen Gorinchem en Waardenburg is hoofdzakelijk gekeken naar drie mogelijke oplossingen voor versterking, namelijk:

- Binnendijkse versterking
- Buitendijkse versterking
- Langsconstructie

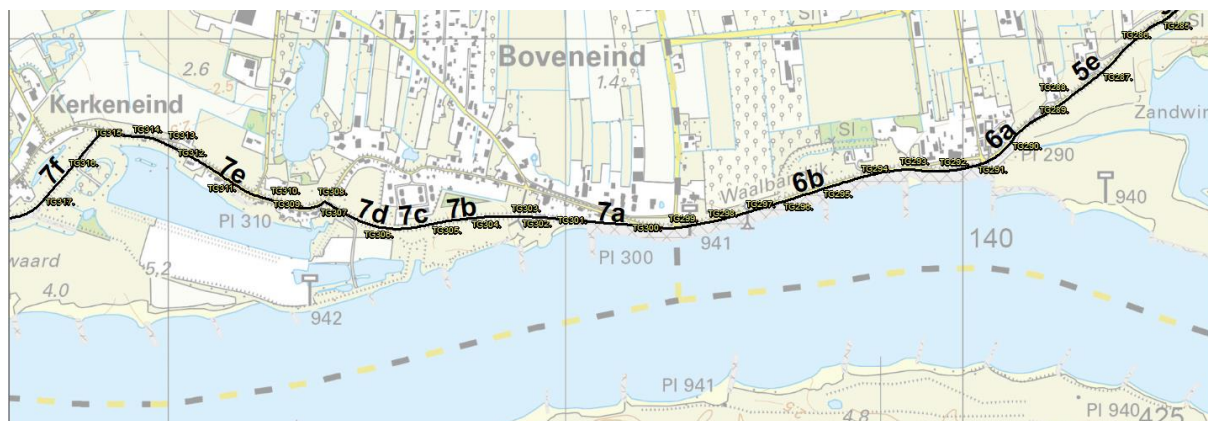
Zie voor de meest recente dijkontwerp de kaart: "ontwerp dijk". Bij een binnendijkse versterking wordt aan de binnendijkse zijde van de dijk, de dijk verhoogd of verzaamd met bijvoorbeeld een steunberm. Bij een buitendijkse versterking vindt de verhoging aan de buitenzijde van de dijk plaats. Langsconstructies zijn technische oplossingen waarbij het dijkprofiel niet wordt aangepast, hierbij is te denken aan damwanden.

De effecten zijn met berekeningen en/of expert judgement beoordeeld. Kleine aanpassingen aan de dijk hebben geen significante effecten op het grondwatersysteem en behoeven niet doorgerekend te worden met MORIA. Dit komt enerzijds doordat de dijkversterking zelf geen invloed heeft op het grondwatersysteem onder de deklaag. Anderzijds zijn de ingrepen zo klein, dat er in MORIA geen effecten zichtbaar zijn (resolutie cellen: 25\*25 m<sup>2</sup>).

#### 3.1.1 Uitgangspunten langsconstructies

Voor de berekening van de effecten van een damwand nemen we de situatie bij dijkpaal 300 (dijkvak 6b/7a) als representatief voor een situatie waarbij de meeste effecten te verwachten zijn: geen voorland en sterke grondwaterstroming, dus maximaal effect van een damwand. Bij een langer voorland zullen de effecten van een damwand kleiner zijn, omdat het verhang van de stijghoogte daar kleiner is.

We gaan uit van een damwandconstructie die 10 m in het watervoerende pakket steekt. Dit is een worst-case situatie, de verwachting is dat de constructies korter zullen worden.



Figuur 3.1: Locatie principe dwarsprofiel langsconstructie.

Er zijn vier berekeningen uitgevoerd met een doorsnedemodel. De uitkomsten van de berekeningen zijn opgenomen in paragraaf 4.1.3. De vier berekeningen zijn met en zonder damwand en voor twee verschillende typen bodemopbouw. De parametrisering van de verschillende berekeningen is opgenomen in tabel 3-1. Tussen haakjes staat het nummer van de berekening, waarvoor de betreffende parameter is toegepast. Alleen de doorlatendheid van watervoerend pakket 1 is gevarieerd.

Tabel 3-1: Parametrisering berekeningen langsconstructies

Voorland	Dijk	Achterland
Deklaag	$H(1,2) = T_{10} = \text{NAP} + 6,2 \text{ m}$ $c_1 = 5 \text{ d}$ (zeer kort voorland)	$L = 50 \text{ m}$ $c = \text{oneindig}$ $H(1,2) = \text{PP/WP} = \text{NAP} + 0,15 \text{ m}$ $c_1 = 200 \text{ d}$
Watervoerend pakket laag 1	$D = 15 \text{ m}$ $k(1) = 5 \text{ m/dag}$ , $k_h/k_v = 2$ ( $kD = 75 \text{ m}^2/\text{d}$ ) $k(2) = 50 \text{ m/dag}$ , $k_h/k_v = 2$ ( $kD = 750 \text{ m}^2/\text{d}$ )	
Watervoerend pakket laag 2	$D = 35 \text{ m}$ $k(1,2) = 50 \text{ m/dag}$ , $k_h/k_v = 2$ ( $kD = 1750 \text{ m}^2/\text{d}$ )	
Totaal watervoerend pakket	$kD(1) = 1825 \text{ m}^2/\text{d}$ $kD(2) = 2500 \text{ m}^2/\text{d}$	

## 3.2 Ingrepen uiterwaarden

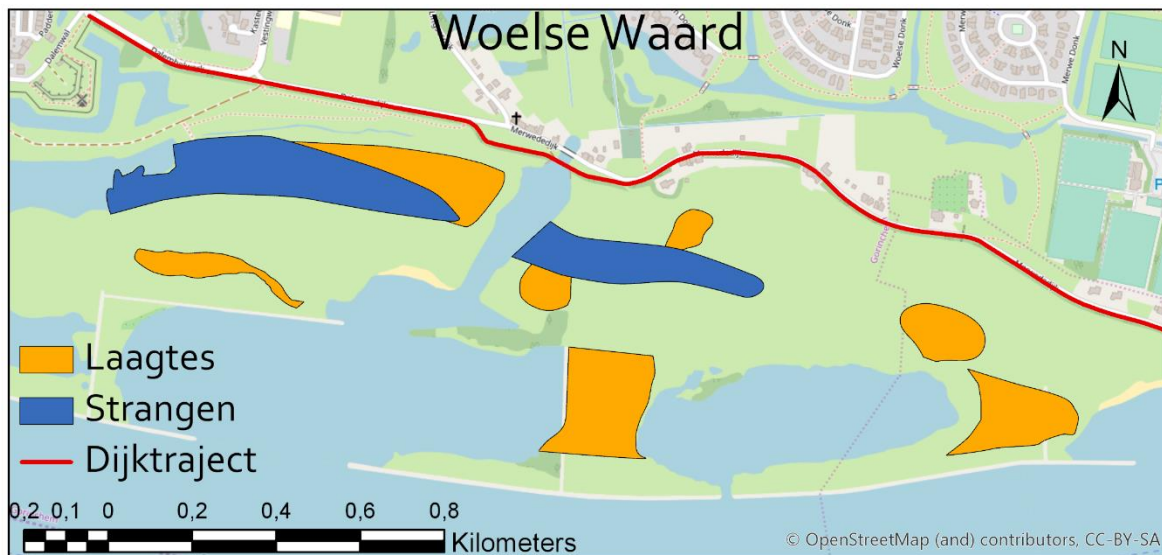
Vanwege de dijkversterking is er rivierkundige- en natuurcompensatie noodzakelijk. Deze vindt plaats door in de uiterwaarden strangen aan te leggen, laagtes te creëren en zomerkades door te steken. Compensatie is uitgewerkt voor vier uiterwaarden: Woelse Waard, Heuffterrein, Herwijdense Bovenwaard en Crobsche Waard. In de Woelse Waard, Herwijdense Bovenwaard en Crobsche Waard wordt voorgesteld strangen en laagtes aan te leggen. Op het Heuffterrein bevindt de natuurcompensatie zich nog in een verkennend stadium. Hieronder zijn de ingrepen in de uiterwaarden beschreven zoals ze zijn verwerkt in het geohydrologisch model, voor de meest actuele stand van zaken zie de kaart: "Maatregelen – Compensatie uiterwaarden".

### 3.2.1 Woelse Waard

In Figuur 3.2 zijn de vergravingen in de Woelse Waard weergegeven. In de Woelse Waard worden twee strangen aangelegd en wordt op diverse plaatsen het maaiveld verlaagd. De bodemhoogte van de strangen wordt  $-1 \text{ m} + \text{NAP}$  en de strangen krijgen een talud van 1:10. De laagtes krijgen een maaiveldhoogte van  $1,10 \text{ m} + \text{NAP}$  en deze waarde wordt ingevoerd in het model. De laagte tussen de twee plassen aan de zuidzijde krijgt een maaiveldhoogte van  $1,2 \text{ m} + \text{NAP}$  en de laagte oostelijk van de plassen krijgt een maaiveldhoogte van  $1,5 \text{ m} + \text{NAP}$ .

De ingrepen zijn als volgt verwerkt in het geohydrologisch model:

- De maaiveldverlaging (strangen en laagtes) is doorgevoerd in de bodemhoogte van rivierbodembodem.
- Als gevolg van de aanpassing van de rivierbodembodem zijn nieuwe rasters met rivierpeilen gegenereerd, hierin zijn de overstromingspatronen veranderd.
- De weerstand van de eerste scheidende laag (C<sub>1</sub>) is in de strangen 5 dagen.
- De conductance in de strangen is 1250 m<sup>2</sup>/dag.



Figuur 3.2: Ingrepen in de Woelse Waard.

### 3.2.2 Herwijjnense Bovenwaard

In Figuur 3.3 zijn de vergravingen in de Herwijjnense Bovenwaard te zien. In de Herwijjnense Bovenwaard wordt de bestaande kleiput op twee manieren verbonden met de Waal, in groen weergegeven. Aan de oostzijde worden drie verbindingen aangelegd tussen de Waal en de bestaande plassen. Aan de westzijde wordt de bestaande laagte opgewaardeerd tot een strang. Hiervoor zullen de laagste delen met elkaar verbonden worden. Ook zal de bestaande duiker verbeterd worden, om zo de doorstroming te verbeteren.

De ingrepen zijn als volgt verwerkt in het geohydrologisch model:

- De maaiveldverlaging (strangen en laagtes) is doorgevoerd in de bodemhoogte van rivierbodembodem.
- De kleiput stroomt mee vanaf een rivierpeil van 0,5 m+NAP, op dit moment is dat nog circa 3 m+NAP.
- Als gevolg van de aanpassing van de rivierbodembodem en zomerkade zijn nieuwe rasters met rivierpeilen gegenereerd, hierin zijn de overstromingspatronen veranderd.
- De weerstand van de eerste scheidende laag (C<sub>1</sub>) is in de strangen 5 dagen.
- De conductance is in de strangen 1250 m<sup>2</sup>/dag.



Figuur 3.3: Ingrepen Herwijdense Bovenwaard. De groene zones zijn de gebieden waar het maaiveld verlaagd wordt.

### 3.2.3 Crobsche Waard

In Figuur 3.4 zijn de vergravingen in de Crobsche Waard te zien. In de Crobsche Waard wordt de bestaande zandwinplas aan de oostzijde vergroot. Tevens wordt de zomerkade verlegd, omdat de huidige zomerkade op de plek van de uitbreiding van de zandwinplas ligt. De zomerkadehoogte zal niet veranderen. De bodem van de zandwinplas in het oosten is -10 m+NAP. De uitbreiding van de zandwinplas is verbonden aan de bestaande zandwinplas, welke in open verbinding staat met de Waal. Hierdoor zal het gehele gebied één peil hebben tijdens normale omstandigheden. Bij hoogwater, wanneer er kades overstromen, zal er een oost-west gradiënt aanwezig zijn.

De ingrepen zijn als volgt verwerkt in het geohydrologisch model:

- De maaiveldverlaging (strangen en laagtes) is doorgevoerd in de bodemhoogte van rivierbodembodem.
- De ligging van de zomerkade is aangepast, de hoogte van de zomerkade is niet aangepast.
- Als gevolg van de aanpassing van de rivierbodembodem en de zomerkade zijn nieuwe rasters met rivierpeilen gegenereerd, hierin zijn de overstromingspatronen veranderd.
- De weerstand van de eerste scheidende laag (C1) in de strangen is 5 dagen.
- De conductance in de strangen is 1250 m<sup>2</sup>/dag.



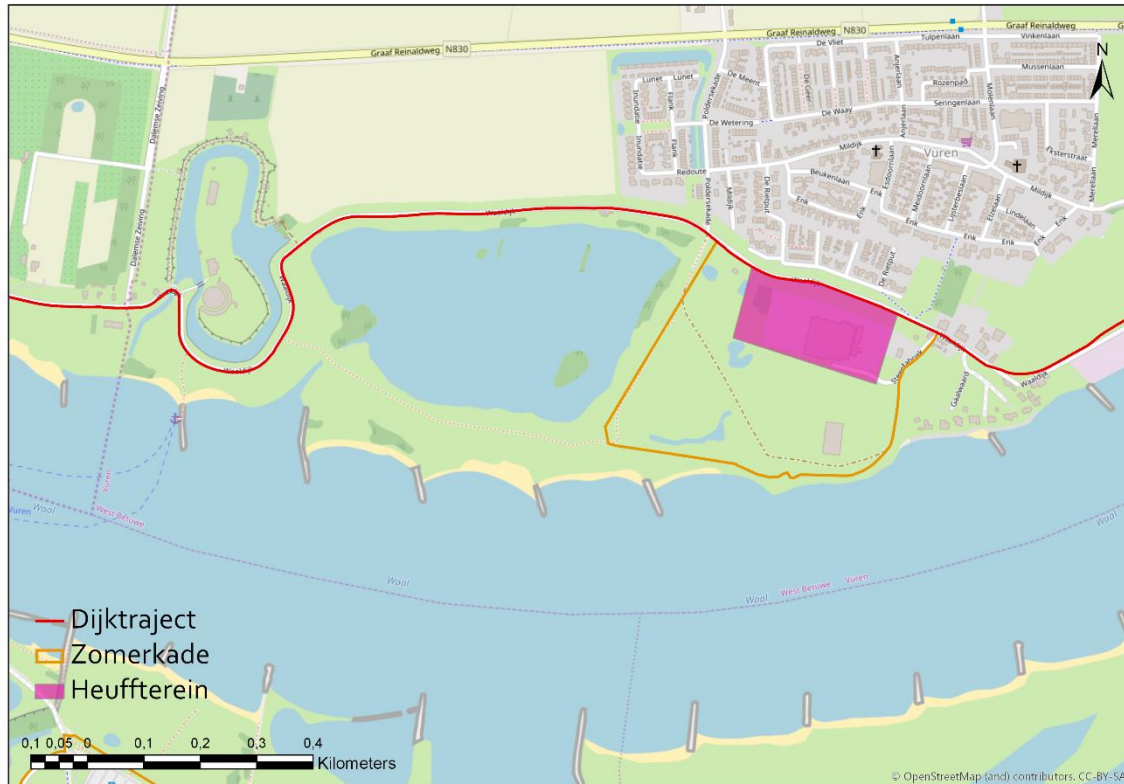
Figuur 3.4: Ingreep in de Crobsche Waard.

### 3.2.4 Heuffterrein

In Figuur 3.5 zijn de aanpassingen aan het Heuffterrein weergegeven. Het Heuffterrein krijgt een nieuwe bestemming, waaronder een verbetering van de bestaande natuur. Om de natuurwaarden te verbeteren zal een verbinding met de plas ten westen van het Heuffterrein gecreëerd worden, zodat het water vrij binnen kan stromen. Tevens zal de zomerkade rondom het Heuffterrein op diverse plaatsen weggehaald worden. Dit heeft een beperkte invloed, omdat het water via de plas op een lager peil binnenstroomt dan de maaiveldhoogte rondom de zomerkade is. Het waterpeil ter plaatse van het Heuffterrein beweegt mee met het waterpeil van de plas. De plas is vanaf een peil 0,8 m+NAP verbonden met de Waal. Bij een lager peil is de plas geïsoleerd. Als aanvullende maatregel zal de bebouwing en de verharding van het terrein van Buko worden verwijderd. De menselijke beïnvloeding wordt uit het gebied weggenomen. Het wordt natuurgebied. Hierbij wordt geen klei verwijderd, en zal de weerstand ter plaatse van het Buko terrein niet veranderen. De hoogte van het nieuwe maaiveld is 2,5 m+NAP.

De ingrepen zijn als volgt verwerkt in het geohydrologisch model:

- De maaiveldverlaging (Buko terrein) is doorgevoerd in de bodemhoogte van rivierbodem.
- Het Heuffterrein kan inunderen vanaf een rivierpeil van 0,8 m+NAP, op dit moment is dat nog circa 5,30 m+NAP.
- Als gevolg van de aanpassing van de rivierbodem en zomerkadehoogte zijn nieuwe rasters met rivierpeilen gegenereerd, hierin zijn de overstromingspatronen veranderd.



Figuur 3.5: Aanpassingen Heuffterrein.

### 3.3 Aanpassingen aan het watersysteem

Het ontwerp van de dijksterking GoWa heeft diverse raakvlakken met het oppervlaktewatersysteem. De raakvlakken zijn in hoofdlijn te verdelen in drie categorieën:

1. De versterkte dijk overlapt de watergang
2. De watergang ligt te dicht bij de dijk en is een gevaar voor de stabiliteit
3. De watergang is een risico voor het falen van de dijk door piping

De eerste twee categorieën staan uitgewerkt in paragraaf 3.3.1. De derde categorie, maatregelen tegen piping, staat uitgewerkt in paragraaf 3.3.2.

Daarnaast is voor twee locaties een maatwerkoplossing uitgewerkt. In paragraaf 3.3.4 staat de maatregel voor de demping bij dijkvak 13d uitgewerkt en in paragraaf 3.3.3 de ingreep bij dijkvak 2a.

Op de kaart "Ontwerp watersysteem" in het digitale projectplan staan de ingrepen in het watersysteem op kaart weergegeven. De detaillering van de ingrepen zoals de detail afwatering moeten nog nader worden uitgewerkt.

De uitgangspunten voor het ontwerp van het watersysteem voor GOWA staan uitgewerkt in de 'Ontwerpnota watersysteem' (GO-WA-NOT-23960). Deze uitgangspunten zijn gebaseerd op de keur en de beleidsregels van waterschap Rivierenland.

### 3.3.1 Raakvlakken dijk met watersysteem

Op de locaties waar de verzwaarde dijk een watergang raakt of waar een watergang de stabiliteit van de dijk in gevaar brengt moet de watergang worden gedempt. Bij voorkeur wordt de watergang verplaatst zodat de afvoerende, afwaterende en bergingsfunctie van de watergang behouden blijft. In het ontwerp is per locatie een afweging gemaakt voor de beste oplossing.

In het ontwerp is gekozen voor demping van de watergang zonder teruglegging indien:

- Er onvoldoende ruimte is voor het verplaatsen van de watergang;
- De watergang na verlegging de dijkstabiliteit in gevaar brengt;
- Verlegging van de watergang onevenredig hoge kosten met zich meebrengt;
- Terugleggen niet zinvol is.

In het ontwerp worden maatregelen opgenomen om de afwaterende en eventuele afvoerende functie van de watergang te waarborgen. De demping mag niet leiden tot extra wateroverlast en het verlies aan berging wordt conform het beleid van het waterschap gecompenseerd.

Bij een verplaatsing van de watergang zijn dezelfde dimensies als het origineel gehanteerd tenzij het leggerprofiel maatgevend is, dan is het leggerprofiel aangehouden.

In tabel 3-2 staat een overzicht van de locaties waar een demping of verlegging van een watergang plaatsvindt. Op de kaart "Ontwerp watersysteem" zijn de locaties van de maatregelen te vinden.

Tabel 3-2: Overzicht watersysteem raakvlakken binnendijks (exclusief piping maatregelen en maatwerkoplossingen)

Objectcode	Dijkvak	Dijkpaal	Status watergang	Maatregel	Toelichting
WGD-A-001	2a	TG213-TG217	A	Demping watergang. De watergang valt binnen het ruimtebeslag van de dijk. Er is geen ruimte om de watergang mee te schuiven.	De omleiding van de afvoer staat toegelicht in paragraaf 3.3.3.
WGD-C-048	9b	TG385	C	Demping watergang. De watergang valt binnen het ruimtebeslag van de dijk.	Kopsloot, terugbrengen niet mogelijk.
WGD-C-049	9b	TG387	C	Demping watergang. De watergang valt binnen het ruimtebeslag van de dijk.	Kopsloot, terugbrengen niet mogelijk.
WGD-C-054	10b	TG397	C	Demping watergang. De watergang valt binnen het ruimtebeslag van de dijk.	Watergang is in de praktijk niet aanwezig. Daarom is de watergang niet met de teen mee verplaatst.
WGD-B-055	10b	TG398	C	Demping watergang. De watergang valt binnen het ruimtebeslag van de dijk.	Kopsloot, terugbrengen niet mogelijk.
WGD-B-056	10b	TG400	C	Demping watergang. De watergang valt binnen het ruimtebeslag van de dijk.	Kopsloot, terugbrengen niet mogelijk.
WGD-B-064	12g	TG422	B	De watergang schuift mee met de teen van de dijk.	Watergang verplaatsen, zie WGG-B-012 in Tabel 3-4.
WGD-B-071	13d	TG432-TG433	B	Demping B-watergang vanwege dijkstabiliteit. Afwatering wordt omgeleid via een nieuwe watergang.	De omleiding van de afvoer/afwatering staat toegelicht in paragraaf 3.3.4

De dijk raakt ook watergangen buitendijks. Dit is deels in buitenpolders en deels in uiterwaarden. In tabel 3-2 staat een overzicht van de locaties buitendijks waar een demping of verlegging van een watergang plaatsvindt. Buitendijks zijn geen uitgebreide maatwerkoplossingen of piping maatregelen voorzien.

Tabel 3-3: Overzicht watersysteem raakvlakken buitendijks

Objectcode	Dijkvak	Dijkpaal	Status watergang	Maatregel	Toelichting
WGD-G-004	5b	TG263	Geen	Demping watergang. De watergang valt binnen het ruimtebeslag van de dijk.	Rand van plas in Crobsche Waard
WGD-C-013	5d	TG276	C	Demping watergang. De watergang valt binnen het ruimtebeslag van de dijk.	Doodlopende kopsloot. Terugbrengen van de watergang is niet zinvol.
WGD-C-012	5d	TG276	C	Watergang meeschuiven met de teen van de nieuwe dijk	De nieuwe watergang heeft code WGG-C-004.
WGD-C-015	5d	TG278+50 – TG282	C	Watergang meeschuiven met de teen van de nieuwe dijk	De nieuwe watergang heeft code WGG-C-005
WGD-G-020	5d	TG285	Geen	Watergang meeschuiven met de teen van de nieuwe dijk	De nieuwe watergang heeft code WGG-C-006
WGD-C-039	8a	TG339-TG341	C	Watergang meeschuiven met de teen van de nieuwe dijk	De nieuwe watergang heeft code WGG-C-007
WGD-C-041	8a	TG342	C	Demping watergang. De watergang valt binnen het ruimtebeslag van de dijk.	Rand van plas in Benedenwaarden.
WGD-C-042	8a	TG343+50	C	Watergang meeschuiven met de teen van de nieuwe dijk	De nieuwe watergang heeft code WGG-C-009
WGD-G-044	8a	TG344-TG346	Geen	Watergang meeschuiven met de teen van de nieuwe dijk	De nieuwe watergang heeft code WGG-G-009
WGD-C-051	10a	TG393-TG394	C	Demping watergang. De watergang valt binnen het ruimtebeslag van de dijk.	Heuffterrein. Dit ontwerp staat nader toegelicht in paragraaf 6.4 van het ontwerp Projectplan Waterwet
WGD-C-105	10b	TG400-TG401	C	Demping watergang. De watergang valt binnen het ruimtebeslag van de dijk.	Zie hierboven
WGD-G-107	13d	TG432	Geen	De watergang schuift mee met de teen van de dijk.	Zie hierboven



Tabel 3-4: dimensies verschoven watergangen

Objectcode	Status	Peilvak	Zomer Peil [m+NAP]	Bodem hoogte [m+NAP]	Bodem breedte [m]	Talud	Lengte [m]	Toelichting
WGG-B-012	b	TLW607	-0,8	-0,8	0,5	2	45	Bestand profiel teruggebracht. Dit voldoet aan de minimale legger dimensies.
WGG-C-005	c	BPTW24	-	1,45-1,50	0,7	1,5	290	Bestand profiel teruggebracht. Dit voldoet aan de minimale legger dimensies.
WGG-G-009	Geen	Buitendijks	-	0,5	4	1,5	50	Bestand profiel teruggebracht. Dit voldoet aan de minimale legger dimensies.
WGG-C-009	c	BPTW23	-	0,5	1	1,5	35	Bestand profiel teruggebracht. Dit voldoet aan de minimale legger dimensies.
WGG-C-006	c	Buitendijks	-	1,45	1,5	1,5	30	Bestand profiel teruggebracht. Dit voldoet aan de minimale legger dimensies.
WGG-C-007	c	BPTW23	-	1,1	0,5	1,5	35	Bestand profiel teruggebracht. Dit voldoet aan de minimale legger dimensies.
WGG-C-004	c	BPTW24	-	0,38	0,5	1,5	40	Bestand profiel teruggebracht. Dit voldoet aan de minimale legger dimensies.

Tabel 3-5: dimensies nieuwe duikers

Objectcode	Status	Peilvak	Winter Peil [m+NAP]	Diameter breedte/ Hoogte [m]	BOB [m+NAP]	Lengte [m]	Toelichting
WG-DUN-C-002	C	BPTW24	-	0,5	1,55	8	De buitenpolder heeft geen streefpeil. BOB 10cm boven het bodemniveau van de watergang.
WG-DUN-C-009	C	BPTW23	-	1,5/1,0	1,1	17	De Benedenwaarden heeft geen streefpeil. BOB >10cm boven het bodemniveau van de watergang. Diameter duiker ongewijzigd.

De toetsing van de watergangen en duikers staat in Bijlage 2.

### 3.3.2 Piping maatregelen

Een aantal watergangen in de buurt van de dijk vormen een risico voor het faalmechanisme piping. Dit betekent dat er in de watergang een verhoogde kans is op het ontstaan van een zand meevoerende wel waardoor de dijk kan worden ondermijnd. De risico locaties zijn vastgesteld door geotechniek. In tabel 3-6 staat een overzicht van de toegepaste maatregelen in watergangen om piping te voorkomen.

Tabel 3-6: Maatregelen tegen piping in watergangen

Maatregel	Toelichting
Dempen	Dempen van de watergang tot maaiveld. De afvoerende, bergings- en afwaterende functie gaat verloren. De afvoerende functie kan in enkele gevallen behouden worden door het plaatsen van

	een duiker.
<i>Betonmat</i>	Aanbrengen van een harde bodem en oeverbescherming met een geotextiel (betonmat). Met deze maatregel behoudt de watergang de afvoer-, afwaterings- en bergingsfunctie en wordt voorkomen dat de bodem bij opbarsten uitspoelt. Deze maatregel is alleen ingezet in watergangen waar het waterschap zelf het beheer uitvoert (watergangen met een A-status) zodat het onderhoud van de maatregel is gewaarborgd.
<i>Peilopzet</i>	Lokale peilopzet zodat een minimum waterpeil is gegarandeerd waardoor een zand meevoerende wel niet kan ontstaan. Deze maatregel is niet op alle locaties toepasbaar. Met deze maatregel behoudt de watergang de afvoer-, afwaterings- en bergingsfunctie.

In overleg met het waterschap is per risicolocatie een oplossing gekozen. Bij watergangen met een afvoerende functie en een A-status is gekozen voor toepassing van een betonmat. Deze maatregel behoudt de afvoer, afwaterende en bergingscapaciteit van de watergang.

Voor de overige watergangen is in principe gekozen voor demping tenzij het garanderen van een minimaal peil mogelijk is. De lokale afwatering rondom de maatregelen wordt in een nader detaillering uitgewerkt. Het verlies aan berging wordt gecompenseerd conform het beleid van waterschap Rivierenland.

*In het ontwerpproces is het aanbrengen van een grindfilter ook als maatregel overwogen. In dat geval zou op de bodem en oever van de watergang een grindfilter met daarin een geotextiel worden aangebracht. De beheerorganisatie van waterschap Rivierenland heeft bezwaar geuit tegen deze maatregel omdat bij regulier onderhoud (maaien en baggeren) het filter en/of het materieel kan beschadigen. Verder kan het waterschap in watergangen met een C-status het functioneren van het filter niet garanderen aangezien het waterschap deze watergangen niet actief schouwt.*

In tabel 3-7 staat een overzicht van de locaties waar een piping maatregel in een watergang plaatsvindt. Op de kaart "Ontwerp watersysteem" zijn de locaties van de maatregelen te vinden.

Tabel 3-7: Overzicht watersysteem maatregelen tegen piping

Objectcode	Dijkvak	Dijkpaal	Status watergang	Maatregel	Toelichting
WGD-G-100	2a	TG217	Geen	dempen	De watergang wordt gedempt als maatregel tegen piping. De watergang heeft geen leggerstatus. De lokale afwatering moet nader worden gedetailleerd.
WSO-001	2a	TG215	Geen	peilopzet	De plas is een risico voor piping. Minimum benodigd peil: NAP +2,6m (0,5m onder maaiveld). Hiervoor wordt een drempel geplaatst tussen de plas en de A-watergang zodat bij hoogwater een minimum peil in de plas is gegarandeerd. Tijdens hoogwater vindt er kwel in de plas plaats. Deze plas heeft een cultuurhistorische status. De watergang van de A-watergang tot de drempel krijgt de leggerstatus C.
WG-DUN-C-001	2c	TG225	C	dempen	Watergang dempen en vervangen door een duiker. De watergang is een risico voor piping. Nieuwe duiker via put aansluiten. De nieuwe duiker heeft een lengte van 30m en een diameter van 0,5m. Het gebied dat via de duiker afwatert is 1,5ha.
WGD-C-101/ WGD-C-102	3a	TG227+50	C	dempen	Dempen watergang vanwege risico op piping. De watergang heeft een C leggerstatus. De lokale afwatering moet nader worden gedetailleerd.
WSO-002	3d	TG241	A	betonmat	Deze locatie is een risico voor piping. De watergang is heeft een afvoerende functie die behouden moet blijven. De taluds en bodem worden bekleed met een betonmat en geotextiel zodat een zand meevoerende

Objectcode	Dijkvak	Dijkpaal	Status watergang	Maatregel	Toelichting
					wel wordt voorkomen.
WGD-C-103	5e	TG286	C	dempen	De watergang wordt gedempt als maatregel tegen piping. De demping betreft de kop van een doodlopende sloot. De lokale afwatering moet nader worden gedetailleerd.
WSO-003	7e	TG310+50	A	betonmat	Deze locatie is een risico voor piping. De taluds en bodem worden bekleed met een betonmat en geotextiel zodat een zand meevoerende wel wordt voorkomen.
WGD-G-108	8d	GT363+50	Geen	dempen	De watergang wordt gedempt als maatregel tegen piping. De demping betreft de kop van een doodlopende sloot. De lokale afwatering moet nader worden gedetailleerd.
WGD-C-109	8d	TG363+00	C	dempen	De watergang wordt gedempt als maatregel tegen piping. De demping betreft de kop van een doodlopende sloot. De lokale afwatering moet nader worden gedetailleerd.
BBB-006	11a	TG404	C	betonmat	Deze locatie is een risico voor piping. De watergang is heeft een afvoerende functie die behouden moet blijven. De taluds en bodem worden bekleed met een betonmat en geotextiel zodat een zandmeevoerende wel wordt voorkomen.
WSO-004 / WSO-005	13d	TG433-TG435	A	betonmat	Deze locatie is een risico voor piping. De watergang is heeft een afvoerende functie die behouden moet blijven. De taluds en bodem worden bekleed met een betonmat en geotextiel zodat een zand meevoerende wel wordt voorkomen.

Alle maatregelen worden gedimensioneerd en gevalideerd aan de keur en de beleidsregels van WSRL. De afwatering van de percelen grenzend aan de maatregelen blijft gewaarborgd. Dit wordt meegenomen in de nadere detaillering van het ontwerp door bijvoorbeeld de aanleg van een greppel of drainage voorziening.

### 3.3.3 Omleiding door demping dijkvak 2a

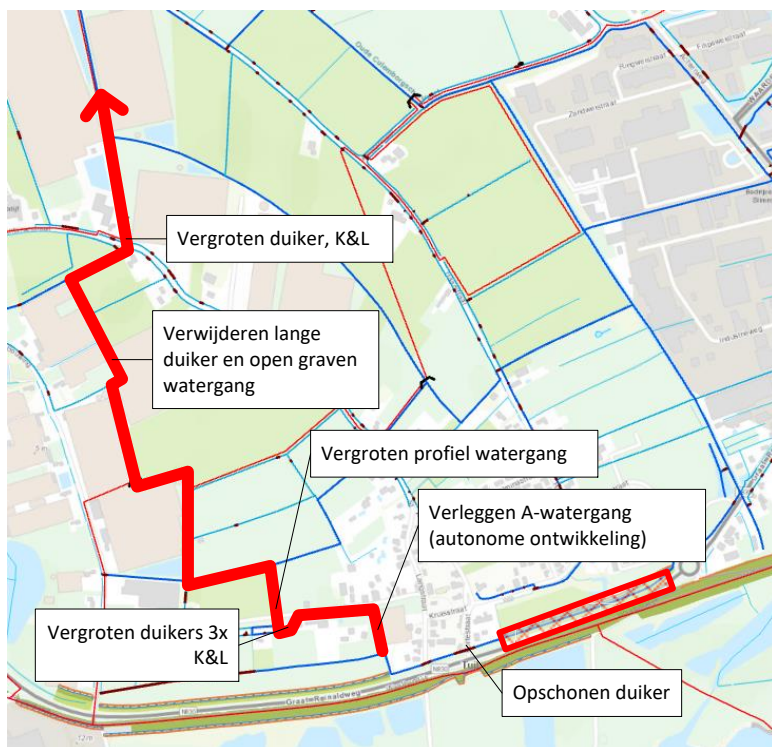
De watergang achter dijkvak 2a moet worden gedempt vanwege de stabiliteit van de waterkering. De watergang grenst aan percelen langs de Haarstraat in Tuil. De hoofdfunctie van de watergang is kwelafvoer.

In overleg met het waterschap zijn verschillende oplossingen beschouwd. De demping van de watergang is echter noodzakelijk en het is niet mogelijk de afvoerende functie van de watergang te behouden door de invloed van de watergang op de stabiliteit van de dijk en de beperkte ruimte door de ligging van een plas met cultuurhistorische status. Het enkele meters verplaatsen van de watergang is geen oplossing.

Voor het waarborgen van de afvoer van de te dempen watergang zijn in hoofdlijn twee oplossingen mogelijk, afvoer via het stedelijk gebied van Tuil of afvoer via het landelijke gebied te westen van Tuil. Er is gekozen voor de laatste omdat afvoer via het stedelijk gebied ongewenst is vanwege bestaande wateroverlast problematiek.

Voor het waarborgen van de afwatering van de percelen die grenzen aan de demping moeten voorzieningen worden getroffen. Dit moet nog nader worden uitgewerkt. Voorbeelden van oplossingen zijn de aanleg van een greppel of een drainage voorziening.

Door de demping moet de afvoer van een afwaterend gebied van 11,5ha worden omgeleid. De omleidingsroute staat weergegeven in figuur 3.6.



Figuur 3.6: Omleidingsroute afwatering door demping bij dijkvak 2a

De maatregelen bestaan uit het verwijderen van lokale knelpunten in het watersysteem. De omleidingsroute bestaat uit de volgende maatregelen:

- Duiker 005293 in de teensloot bij TG218 ligt vol met puin. Deze duiker moet worden opgeschoond.
- Bij de Melssinghdreef in Tuil zijn plannen voor woningbouw op de locatie van een kas. In dit plan wordt een leggerwatergang met A-status gedempt en enkele meters verderop nieuw gegraven. Voor de omleidingsroute is de aanleg van deze nieuwe watergang noodzakelijk. Hiervoor gaat het project in overleg met de projectontwikkelaar. De watergang moet voldoen aan de minimale dimensies voor een A-watergang conform de keur van het waterschap. Naar verwachting wordt in het voorjaar van 2021 het bestemmingsplan goedgekeurd.
- De kruising van de A-watergang met de Melssinghdreef is een knelpunt in het huidige watersysteem. De bestaande duikers hebben een kleine diameter en/of liggen te laag. De duikers worden vergroot tot rond 1000mm. Hier liggen tevens een geboorde Vitens leiding, een gasleiding en enkele kabels. De Vitens leiding blijft ongemoeid. De gasleiding en kabels worden verlegd of gezinkerd.
- Het profiel van de watergang aan de westzijde van het perceel Mesinghdreef 3a moet worden vergroot tot het minimale profiel van een A-watergang.
- Ter plaatse van Bouwing 6 te Tuil ligt een 50 meter lange krappe duiker op een particulier terrein. De duiker wordt verwijderd en de watergang wordt open gegraven. In ruil voor het open graven van de duiker wordt een doodlopende B-watergang op het perceel gedempt.
- De duiker onder de St. Anthoniestraat te Tuil is onder gedimensioneerd. De capaciteit wordt vergroot door het vergroten van de huidige duiker.
- Het hele tracé moet worden gebaggerd (onderhoud). Dit staat bij het waterschap op de planning voor 2021/2022 en is daarom niet als maatregel in dit project opgenomen.

Door de bodemligging van de watergangen zal het water onder vrij verval de gewenste afvoerroute volgen. De dimensies van de watergangen en duikers staan in Tabel 3-8 en Tabel 3-9

Tabel 3-8: dimensies watergangen

Objectcode	Status	Peilvak	Zomer Peil [m+NAP]	Bodem hoogte [m+NAP]	Bodem breedte [m]	Talud	Lengte [m]	Toelichting
WGG-A-002	A	TLW513	1.8	1.65	0.7	2	100	Betreft minimale dimensies. Dimensies nader af te stemmen met projectontwikkelaar. Watergang meestal droog, kwel gevoed.
WGG-A-003	A	TLW512	1.3	0.57	0.8	2	75	Watergang ter plaatse van verwijderde duiker. Profiel conform legger.
WGG-A-004	A	TLW513	1.8	1.65	0.7	1.5	105	Verbreden watergang naar minimale profiel A-watergang.

De aanleg van watergang WGG-A-003 wordt gecombineerd met een bergingscompensatiemaatregel. Die maatregel staat nader toegelicht in paragraaf 7.1.

Tabel 3-9: dimensies duikers

Objectcode	Status	Peilvak	Zomer Peil [m+NAP]	Diameter/breedte* Hoogte [m]	BOB [m+NAP]	Lengte [m]	lucht [m]	Toelichting
WG-DUN-A-005	A	TLW513	1.8	1	1.7	10	>0.25m	Watergang meestal droog, kwel gevoed.
WG-DUN-A-006	A	TLW513	1.8	1	1.7	10	>0.25m	Watergang meestal droog, kwel gevoed.
WG-DUN-A-004	A	TLW513	1.8	1	1.65	10	>0.25m	Watergang meestal droog, kwel gevoed.
WG-DUN-A-008	A	TLW512	1.3	1,25 * 1	0.55	14	0.25	Vergroten bestaande duiker

Voor de afwatering van de percelen bij de demping van dijkvak 2a wordt aan de teen van de dijk een drainage voorziening gerealiseerd. Dit ontwerp moet nog nader worden gedetailleerd.

De uitwerking van deze maatregel staat in meer detail beschreven in document GO-WA-NTT-24047

### 3.3.4 Omleiding door demping Dijkvak 13d

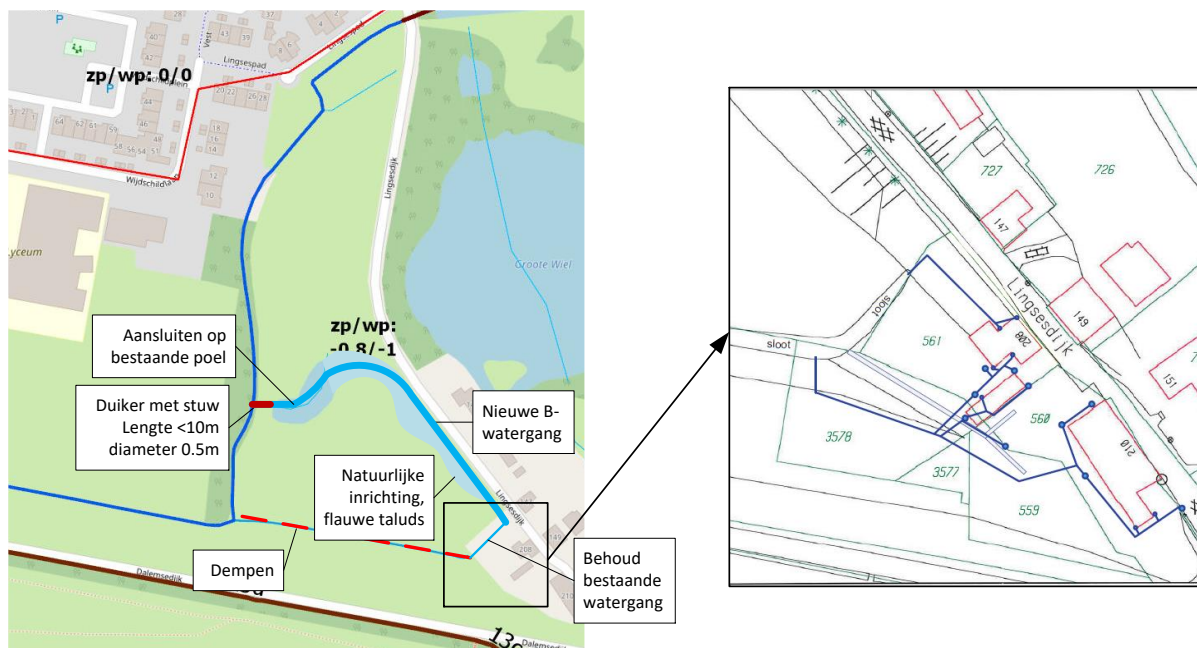
De watergang achter de dijk bij dijkvak 13d brengt de macrostabiliteit van de waterkering in gevaar. Deze watergang grenst aan een perceel met een landgoedstatus. Het enkele meters verplaatsen van de watergang is geen oplossing voor het stabiliteitsprobleem. Daarom zijn verschillende oplossingsrichtingen onderzocht. Een overzicht van de overwogen varianten staat in Tabel 3-10.

Tabel 3-10: Overwogen watersysteem maatregelen

	Oplossingsrichting	Afweging
A	Watergang teen dempen zonder extra maatregelen	De watergang is noodzakelijk voor de afwatering van de omliggende percelen . De doorlatendheid van de bodem is laag (klei). Deze variant is niet haalbaar zonder aanvullende voorzieningen.
B	Watergang teen opschuiven van dijk af	Voor het waarborgen van de stabiliteit moet de watergang tiental(len) meter worden opgeschoven. Hierdoor wordt het perceel in tweeën gedeeld. Dit is onwenselijk. De maatregel voorziet wel in de afwatering.
C	Watergang teen dempen en afvoer omleiden langs Lingsesdijk	Langs de Lingsesdijk ligt een greppel die uitmondt in een A-watergang. Door deze watergang op te waarden kan na demping de afvoer worden omgeleid. Variant kan voorzien in de waterafvoer.
D	Watergang teen dempen en aanleg drainage	Drainage vergt regulier onderhoud en is daarmee onderhoud intensiever dan een watergang. Door de weerstand van de drainage is de waterstand bij de percelen (waar in huidige situatie al wateroverlast is) per definitie hoger dan in de huidige situatie. Dit leidt tot extra overlast. Deze maatregel is niet gewenst vanuit beheer en onderhoud.
E	Watergang teen dempen en aanleg grindkoffer	Als het bestaande slootprofiel gevuld wordt met zeer grof grind is het waterstandsverhang bij de benodigde afvoercapaciteit te groot waardoor extra wateroverlast ontstaat. Deze maatregel is niet gewenst vanuit beheer en onderhoud.
F	Watergang teen dempen en afvoer omleiden naar Wiel	Om de watergang te verbinden met het Wiel moet een duiker onder de Lingsesdijk worden geplaatst. Dit is realiseerbaar ten noorden van Lingsesdijk 145. Dit betekent dat de maatregel bestaat uit een greppel parallel aan de Lingsesdijk tot de duiker. De duiker heeft een lengte van minimaal 40 meter. Het wiel is via een duiker verbonden met een A-watergang. Deze duiker moet waarschijnlijk worden vergroot bij een toename van de afvoer. Mogelijk moet de watergangstatus van het wiel opgewaardeerd worden naar B. De variant kan voorzien in de waterafvoer.
G	Bestaande watergang vervangen door lange duiker	De duiker heeft een lengte van circa 115 meter. Met deze maatregel kan in de afwatering van de percelen Lingsesdijk 208 en 210 worden voorzien. Het waterschap (vergunningverlening) heeft aangegeven dat deze maatregel ingaat tegen de beleidsregels keur die alleen bij uitzondering lange duikers toestaat. In dit geval zijn er alternatieven met open water waardoor het zeer onwaarschijnlijk is dat een lange duiker vergunbaar is. Daarnaast is een duiker in/onder de waterkering niet toegestaan. Deze maatregel is daarom niet haalbaar.
H	Watergang 076617 dempen en afvoer omleiden via de poel op het landgoed.	Deze variant is ingebracht in een zienswijze op het OPPWW. Tussen de bestaande poel en de tuinen aan de zuidzijde van het landgoedperceel wordt een watergang met een natuurlijke inrichting geplaatst. De poel sluit aan op de A-watergang via een duiker. De duiker is gecombineerd met een stuw om bij droogte water vast te kunnen houden. De variant kan voorzien in de waterafvoer.

De varianten B, C, F en H zijn haalbaar en kunnen voorzien in de afwatering van de percelen. Variant F is het complex door de kruising met de Lingsesdijk en kabel en leidingen. In het OPPWW is gekozen voor variant C boven variant B omdat deze variant het landgoed niet in tweeën deelt. In een zienswijze is een nieuw alternatief ingebracht, variant H. Dit is een feite een variatie op variant B. Deze variant sluit aan op de wensen van de perceel eigenaren en voldoet aan de eisen van het waterschap. Deze variant is daarom verder uitgewerkt.

De ingreep staat schematisch weergegeven in Figuur 3.7. De nieuwe watergang wordt voorzien van flauwe oevers voor een natuurlijke inrichting en watert via de poel af op de A-watergang aan de westzijde.



Figuur 3.7: Ingrep watersysteem bij dijkvak 13d met een uitsnede van de hemelwaterafvoer

#### Toelichting:

- Huidige B-watergang langs de dijk dempen.
- Ligging nieuwe watergang zoals ingetekend in de figuur. De watergang loopt vanaf de tuinen aan de zuidzijde parallel aan de Lingsedijk naar de poel. De watergang heeft hier een flauw natuurvriendelijk talud. De poel is via een duiker verbonden met de A-watergang.
- De nieuwe watergang heeft de volgende dimensies: bodemhoogte NAP +0,2m, bodembreedte 0,5m, taluds aan weerszijden 1:1,5 of flauwer.
- De duiker tussen de poel en de A-watergang heeft een diameter van 0,5m en is voorzien van een stuw voor het vasthouden van het peil bij droogte. Het streefpeil verandert niet.
- De nieuwe watergang en de poel krijgt leggerstatus B.
- Behoud van de perceelafwatering via buizen én grindkoffer zoals uitgelicht in de figuur.
- Aan weerszijden van de watergang een beschermingszone van 1 meter t.o.v. de insteek.
- De nieuwe watergang heeft de status B omdat meerdere eigenaren afwateren op deze watergang
- De watergang ligt op voldoende afstand van de bomen om blad in de watergang te voorkomen.
- Het waterpeil ter plaatse van de ingrep is NAP +0,7m. Dit praktijkpeil is hoger dan vermeld in het peilbesluit voor peilvak TLW607. Het proces om het peilbesluit te updaten loopt.

De dimensies van de watergang en duiker staan weergegeven in Tabel 3-8 en Tabel 3-9.

Tabel 3-11: dimensies watergangen

Objectcode	Status	Peilvak	Zomer Peil [m+NAP]	Bodem hoogte [m+NAP]	Bodem breedte [m]	Talud [1:n]	Lengte [m]	Toelichting
WGG-B-009	B	TLW607	0.7	0.2	>0.5	1.5 of flauwer	125	Nieuwe watergang

Tabel 3-12: dimensies duikers

Objectcode	Status	Peilvak	Winter Peil [m+NAP]	Diameter/breedte* Hoogte [m]	BOB [m+NAP]	Lengte [m]	lucht [m]	Toelichting
UWS-011	B	TLW607	0.7	0.5	0.4	10	0.20	Gecombineerd met stuw

De uitwerking van deze maatregel staat in meer detail beschreven in document GO-WA-NTT-23874.



## 4 Geohydrologische effecten ingrepen

### 4.1 Dijkversterkingsmaatregelen

#### 4.1.1 Binnendijk

De dijkverbetering bestaat deels uit het verzwaren van de dijk aan de binnendijkse kant. De verzwaring betekent dat het maaiveld ter plaatse van de dijk hoger wordt. Alleen als in deze zone in de oorspronkelijke situatie kwel optreedt tijdens hoogwater zal deze kwelzone verplaatsen van de dijk af. Vaker zal de kwel afgevangen worden door een kwelsloot. Deze zal in verband met de dijkverzwaring verplaatst worden. Op het verplaatsen van sloten wordt in Hoofdstuk 3.3 en 5 ingegaan. Er wordt verwacht dat de dijkverzwaring zelf geen significante effecten heeft op de grondwatersituatie in het watervoerend pakket, alleen in de deklaag als sprake is van het verleggen van sloten.

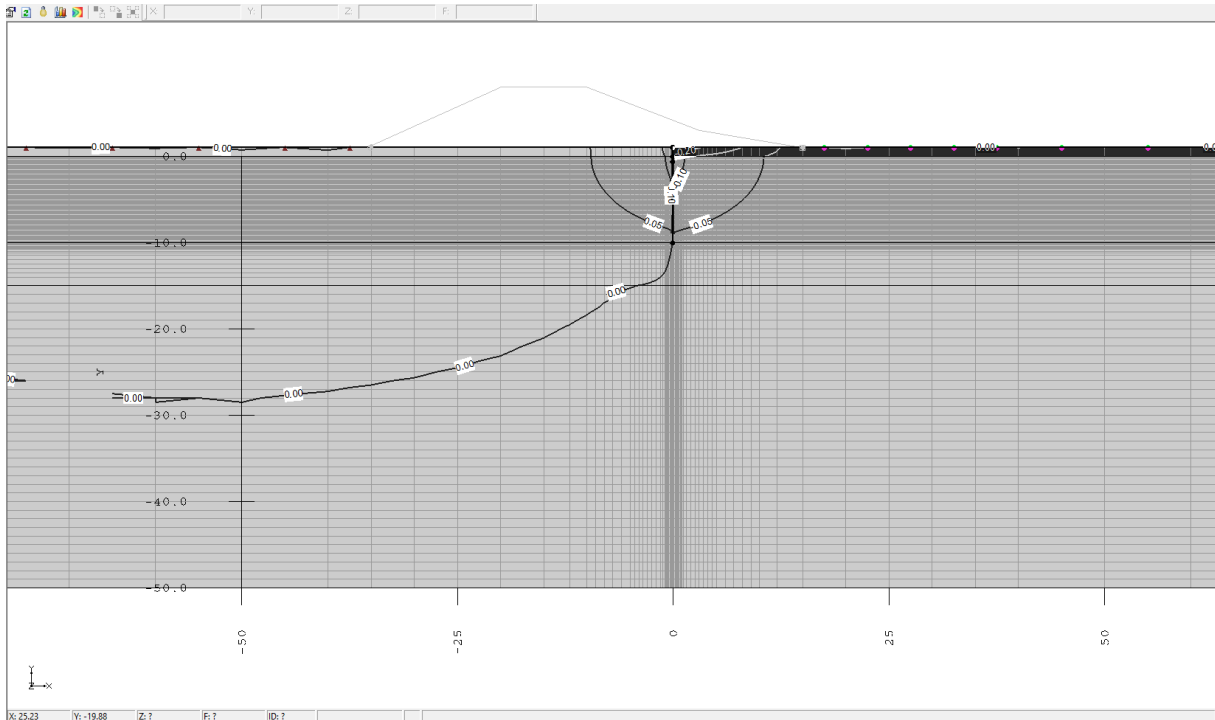
#### 4.1.2 Buitendijks

De dijkverbetering bestaat deels uit het verzwaren van de dijk buitendijks. De verzwaring betekent dat het maaiveld ter plaatse van de dijk hoger wordt en er meer weerstand is tegen infiltratie bij hoogwatersituaties. De infiltratie zal ter plaatse van de dijkversterking verminderen. Het betreft een smalle zone langs de dijk waardoor de stijghoogte ter plaatse van de dijk niet significant zal worden beïnvloed. Het betreft in ieder geval een verlaging, wat gunstig is voor de dijkconstructie.

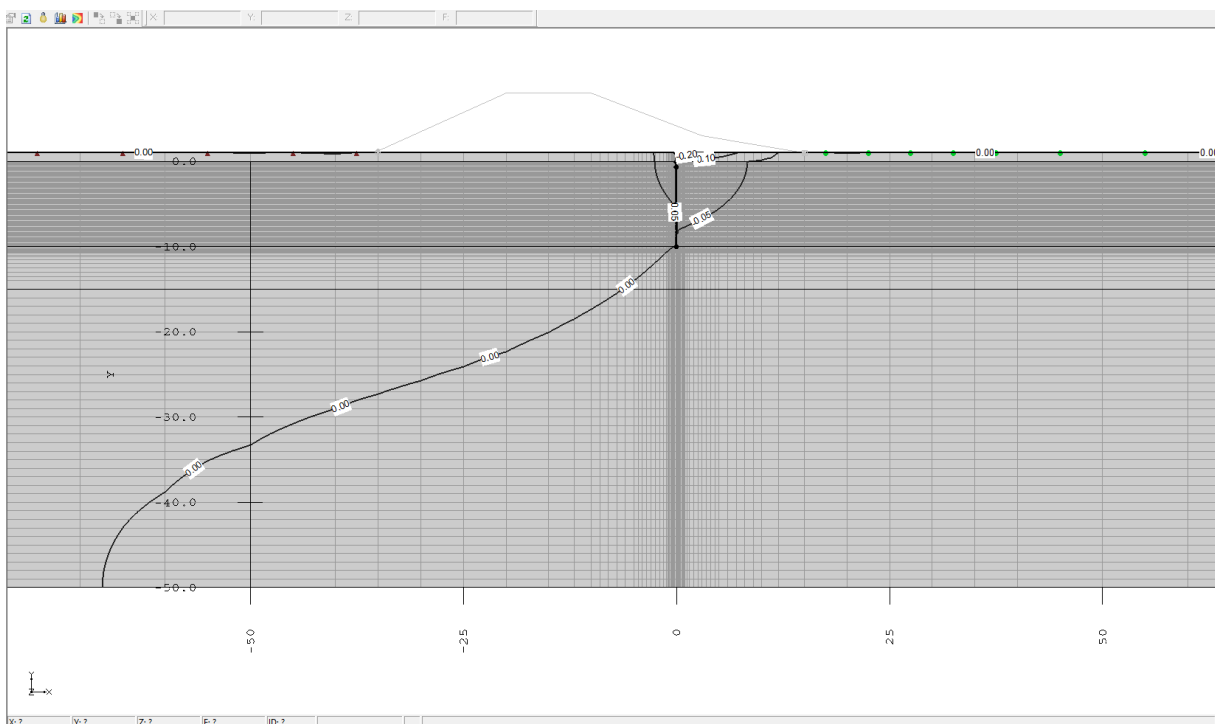
#### 4.1.3 Langsconstructie

Met een lengteprofielberekening met een doorsnede-model zijn de effecten van een 10 meter diepe damwand bij een T=10 hoogwater in het eerste watervoerend pakket bepaald voor twee verschillende sets bodemparameters (zie Hoofdstuk 3.1.1–Tabel 3-1). In Figuur 4.1 is het effect van de damwand op de stijghoogte in het watervoerend pakket weergegeven met een heterogene bodemopbouw (doorlatendheid van 0 tot -15 m:  $k_h=5$  m/dag,  $k_v=2,5$  m/dag doorlatendheid van -15 m tot -50 m:  $k_h=50$  m/dag,  $k_v=25$  m/dag). In Figuur 4.2 is het effect van de damwand op de stijghoogte in het watervoerend pakket weergegeven met een homogene bodemopbouw (doorlatendheid  $k_h=50$  m/dag,  $k_v=25$  m/dag).

In beide figuren is de 0 (nul) lijn terug te vinden, de grens tussen waar verhoging en verlaging van de stijghoogte optreedt. Deze lijn loopt vanaf de onderkant van de damwand op MV -10 meter naar links weg tot een niveau van MV -30 meter. Links van de lijn, aan de rivierzijde vindt bij de dijk een verhoging van 5 – 10 cm plaats en aan de binnenzijde, rechts van de lijn bij de dijk een verlaging van 5 – 10 cm. De verhoging blijft beperkt tot een zone binnen het dijkprofiel, hierdoor is effect in het voorland verwaarloosbaar klein en bij de binnenteen minder dan 5 centimeter. Dit laat zien dat damwanden geen significant effect hebben op de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket. Vanwege de zeer beperkte effecten op het eerste watervoerend pakket is het effect van de langsconstructies niet aanvullend bepaald met het geohydrologisch model MORIA.



Figuur 4.1: Berekende veranderingen van de stijghoogte (m) als gevolg van plaatsen damwand tot 10 m in het zand (heterogene bodemopbouw).



Figuur 4.2: Berekende veranderingen van de stijghoogte (m) als gevolg van plaatsen damwand tot 10 m in het zand (homogene bodemopbouw).

## 4.2 Ingrepen uiterwaarden

De vier typen ingrepen in de uiterwaarden zijn per hydrologische situatie beschouwd.

### 4.2.1 Hoogwater

#### Stijghoogte

Tijdens hoogwater loopt het merendeel van de uiterwaarden onder water. In de Woelse Waard is bij de westelijke strang een verhoging van de stijghoogte met 0,05 – 0,10 m berekend. Doordat deze strang nieuw wordt gegraven, neemt de weerstand van de deklaag hier af. In het Holoceen is een diepe en ondiepe weerstandslaag gemodelleerd. De strang doorsnijdt alleen de ondiepe weerstandslaag. In het westelijk deel van de strang is geen diepe weerstand aangenomen (de verbreiding van de diepe weerstand is onzeker). Hierdoor vindt er in het westelijk deel meer uitwisseling plaats tussen de strang en het eerste watervoerende pakket.

In de uiterwaard van Herwijdense Bovenwaard is ter plaatse van de nieuw gegraven strang een verhoging van de stijghoogte van 0,10 – 0,20 m berekend. Bij deze strang neemt de weerstand van de deklaag af, omdat voor deze strang de huidige toplaag wordt afgegraven. Hierdoor vindt meer uitwisseling plaats tussen de strang en het eerste watervoerende pakket. Binnendijks heeft dit een verhoging van 0,05 – 0,10 m van de stijghoogte tot gevolg.

In de Crobsche Waard zal de bestaande zandwinplas uitgebreid worden. Hiervoor vindt ook een verplaatsing van de zomerkade plaats. De nieuwe zandwinplas wordt circa 10 meter diep en zal door de deklaag heen snijden. Hierdoor vindt meer interactie plaats tussen de uitgebreide plas en het eerste watervoerende pakket. Een verhoging van de stijghoogtes wordt berekend rondom de plas. Echter deze verhoging heeft geen effect op de binnendijkse stijghoogte.

#### Grondwater

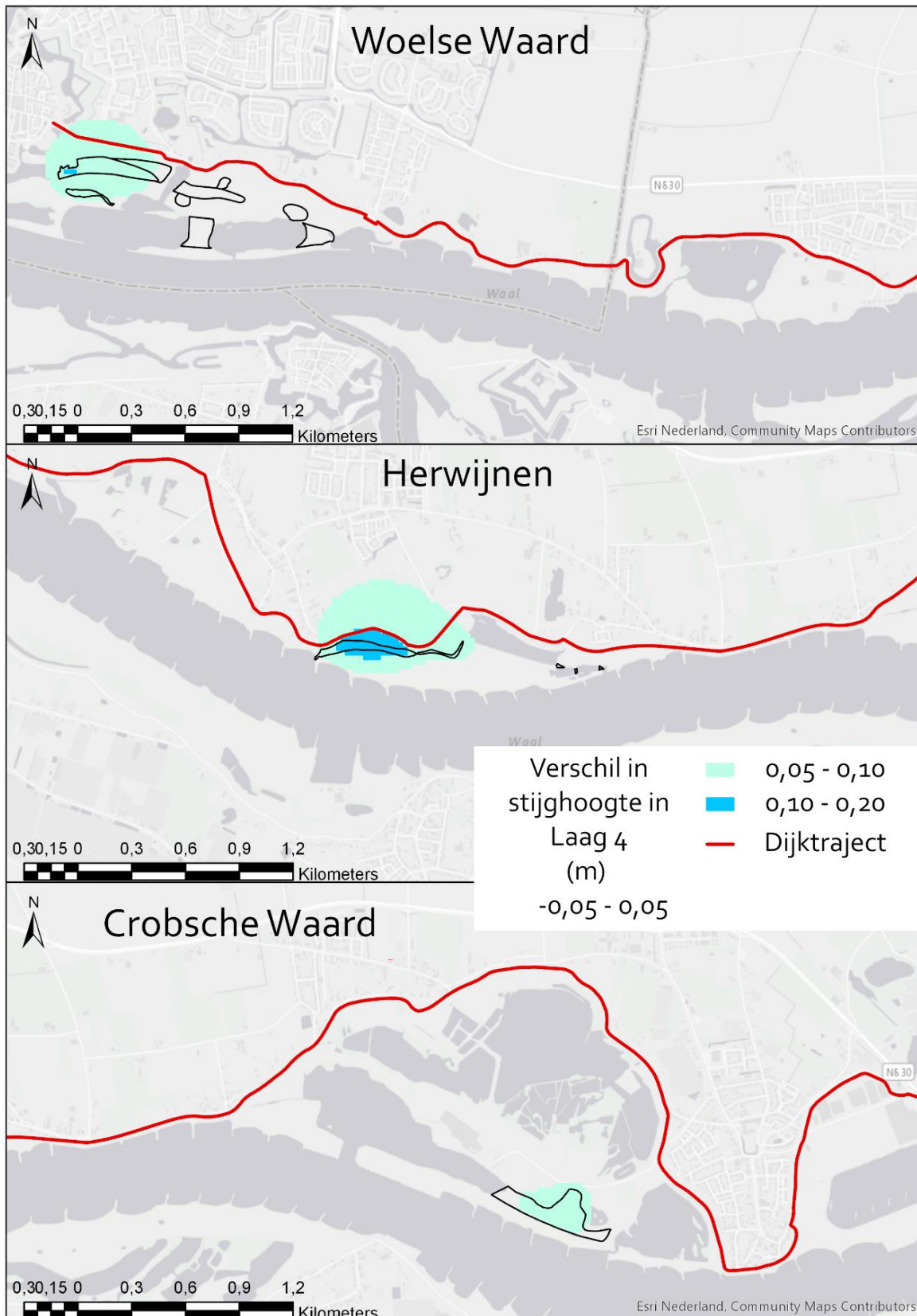
In de Woelse Waard zijn effecten van de vergravingen op de grondwaterstand niet tot nauwelijks zichtbaar. De horizontale doorlatendheid is te beperkt om effecten via de deklaag zelf te veroorzaken<sup>2</sup>. Effecten op de grondwaterstand binnendijks ontstaan via het eerste watervoerend pakket en de effecten op de stijghoogte ter plaatse van Woelse Waard zijn al gering vanwege de aanwezige weerstand in de bodem. Daar waar minder weerstand in de bodem aanwezig is, zijn effecten in het eerste watervoerend pakket zichtbaar, welke een beperkt effect op de grondwaterstand veroorzaken.

Ter plaatse van het Heuffterrein berekent het geohydrologisch model effecten. Deze worden veroorzaakt doordat het Heuffterrein in de toekomstige situatie inundeert, wat in de huidige situatie niet het geval was. Dit verschil in inundatie treedt op als de rivierstand boven maaiveld uitkomt en onder de zomerkade blijft (circa 5,30 m+NAP). Indien het rivierpeil boven de zomerkade uitkomt, is er geen effect meer omdat het Heuffterrein dan in beide situaties inundeert. Dit effect is een gewenst gevolg van het doorsteken van de zomerkade. Er worden geen andere effecten op de grondwaterstand verwacht rondom het Heuffterrein.

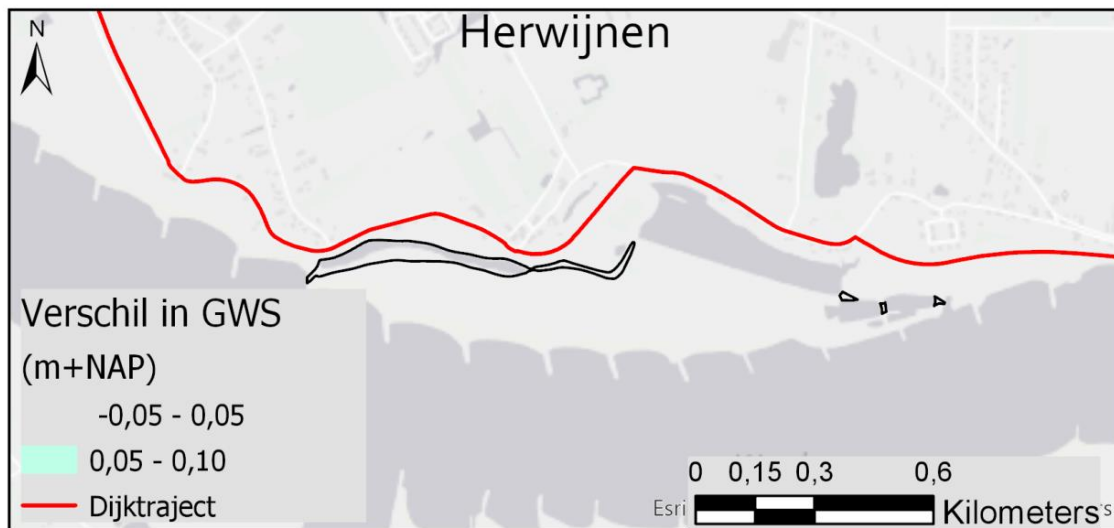
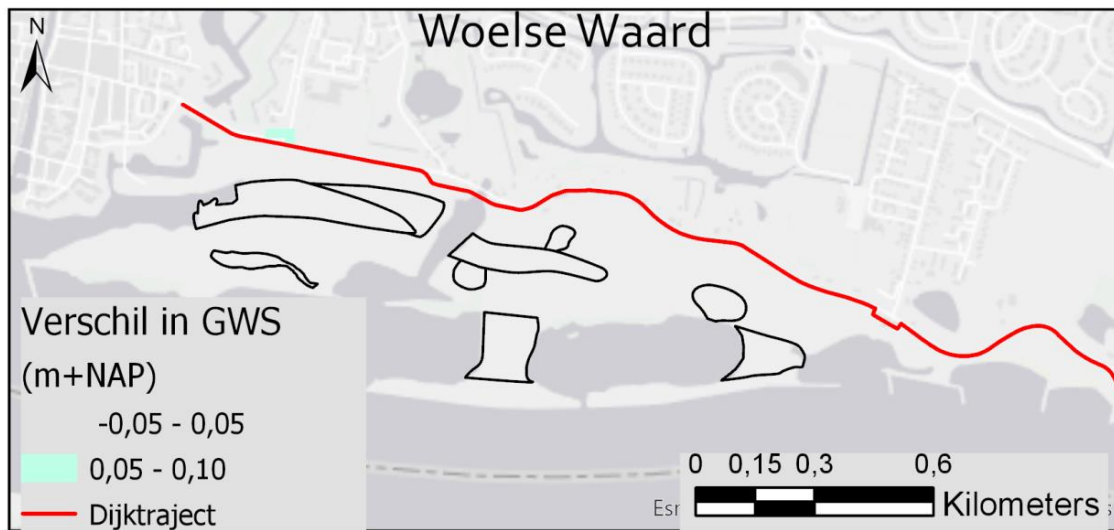
Verder geeft Figuur 4.4 weer dat de effecten van de gegraven strangen en laagtes bij Herwijnen en Crobsche Waard op de grondwaterstand klein zijn. Binnendijks is er geen effect zichtbaar van de vergravingen op de grondwaterstand. Dit komt door de dikte van de deklaag en de verbreiding van de effecten.

---

<sup>2</sup> Lokaal komen tussenzandlagen voor. Deze zijn alleen bij de Woelse Waard buitendijks meegenomen.



Figuur 4.3: Het effect op de stijghoogte tijdens hoogwater veroorzaakt door de uiterwaarden vergravingen.



Figuur 4.4: Het effect op de grondwaterstand tijdens hoogwater veroorzaakt door de uiterwaarden vergravingen.

## Kwel

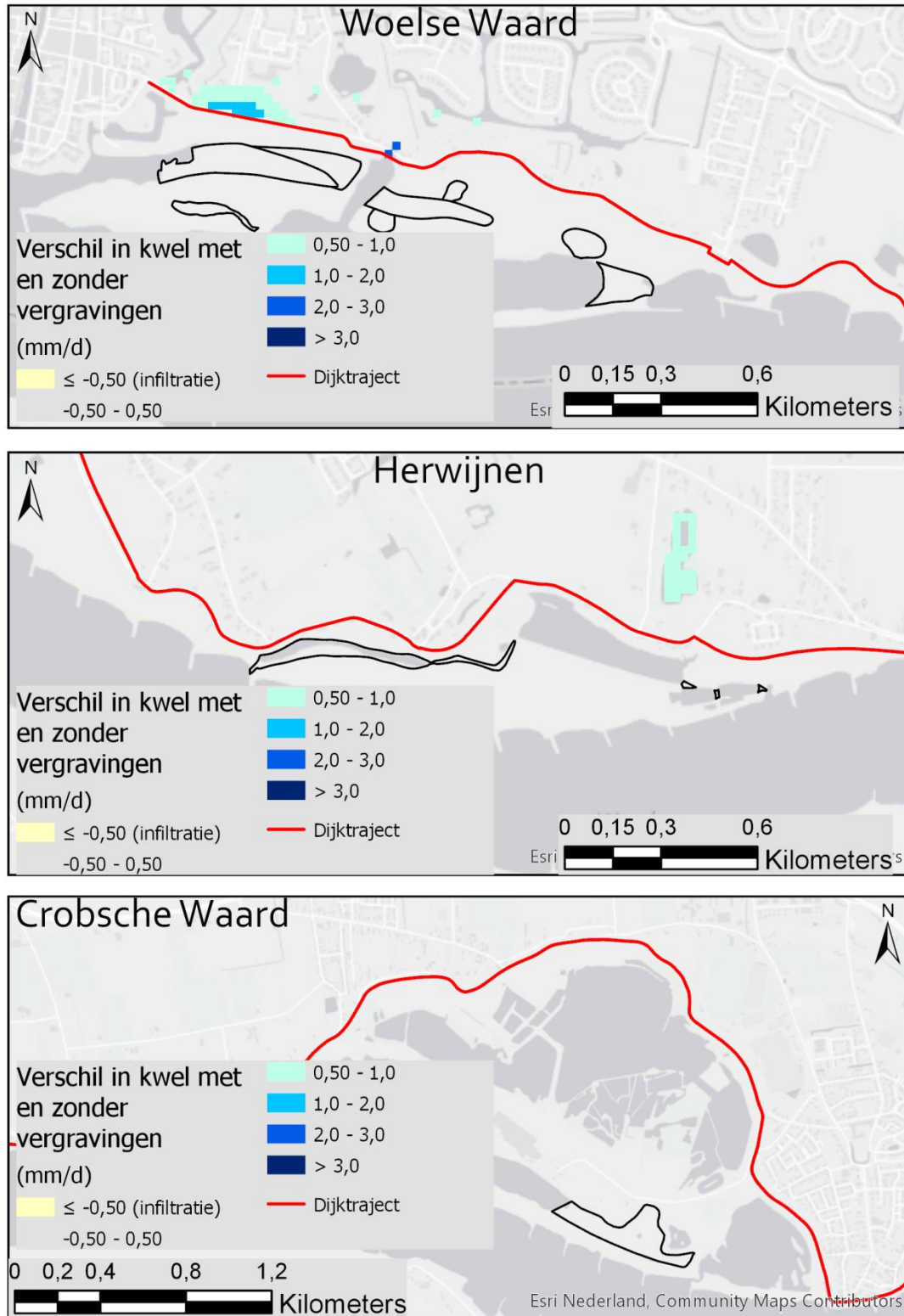
De figuren 4.5 en 4.6 laten verandering in kwelflux en afvoer zien tijdens hoogwater. Hierbij valt vooral op dat de effecten optreden in de wielen en plassen, welke in verbinding staan met het eerste watervoerend pakket. Daarbuiten komt lokaal nabij de Woelse Waard en Herwijnense Bovenwaard een verhoogde kwelflux voor. Bij het Heuffterrein neemt de kwel niet of zeer beperkt toe. Echter zorgt de huidige schematisatie van de dijk ervoor dat er binnendijkse effecten worden berekend, die niet representatief zijn. Daarom is voor de bepaling van de kwelflux de ingreep op het Heuffterrein niet meegenomen. De verandering van de kwel is in Tabel 4-1 per peilvak weergegeven. In totaal neemt de kwelflux tijdens een T=10 hoogwater met 277,5 m<sup>3</sup>/dag toe (verdeeld over alle peilvakken achter de dijk). Conform de richtlijn toetsing kwel en wegzijging is deze flux vertaald naar een compensatieopgave; verandering (m<sup>3</sup>/d) keer 10 keer 2/3 = compensatieopgave.

Tabel 4-1: Verandering van de kwelflux per peilvak tijdens een T=10 hoogwater situatie

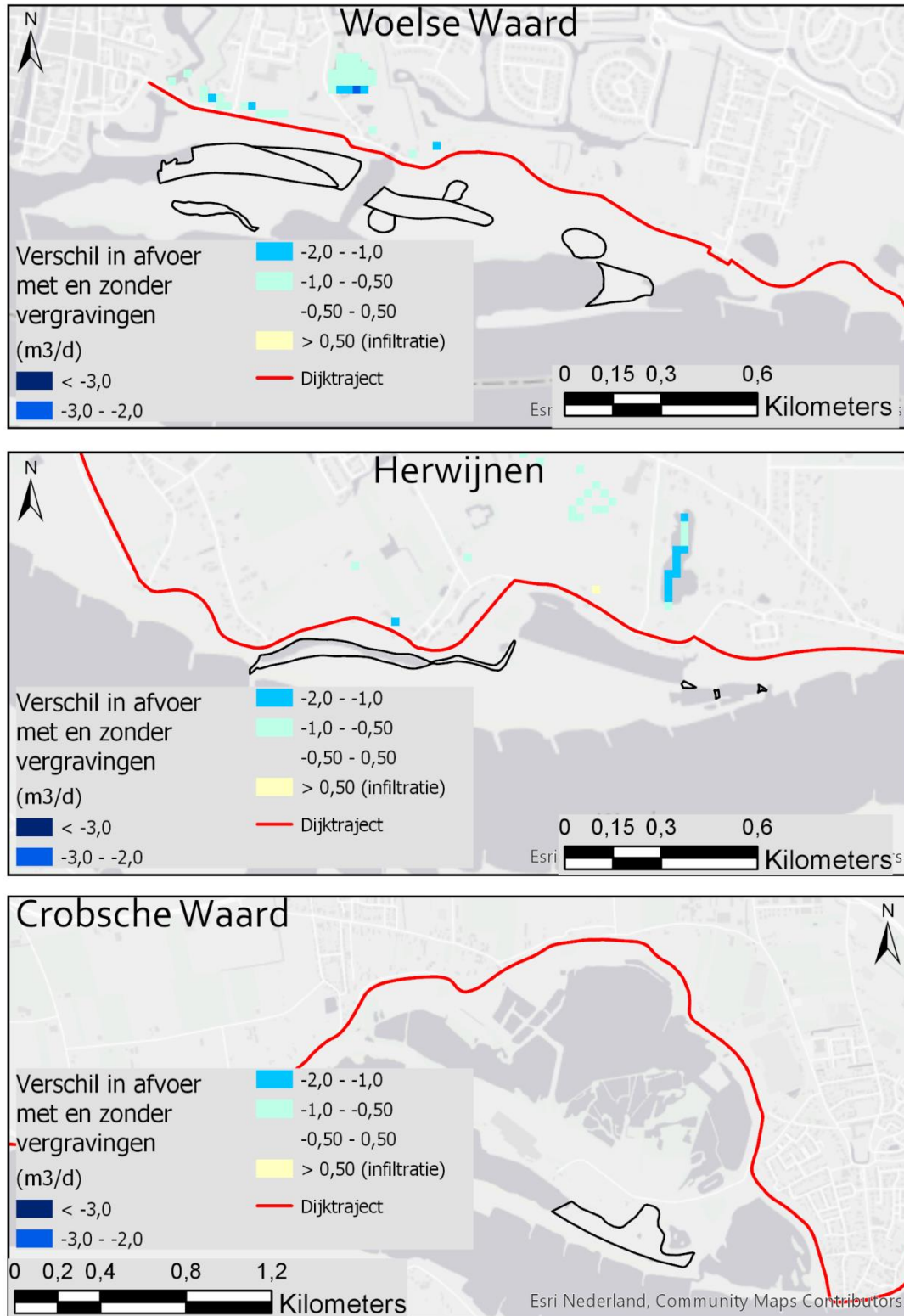
Peilvak	Verandering in mm/d	Verandering in m <sup>3</sup> /d	Compensatieopgave (m <sup>3</sup> )
TLW513	0,0009	2,6	17
TLW512	0,0018	6,6	44
TLW505	0,0049	9,1	61
TLW503	0,0034	5,7	38
TLW614	0,0105	14,8	99
TLW613	0,0760	89,6	597
TLW612	0,0090	1,0	7
TLW615	0,0055	29,3	195
TLW616	0,00115	21	141
TLW609	0,00042	0,02	0
TLW608	0,02112	1,6	11
TLW603	0,00131	7,0	47
TLW607	0,0532	56,5	377
TLW606	0,0379	13,6	91
TLW604	0,0064	19,1	127
Totaal		277,52	1852

De toename van afvoer wordt gecompenseerd door extra berging in het gebied te realiseren. Dit is in Hoofdstuk 7 beschreven.

De grondwaterstroming vanuit de rivier neemt heel beperkt toe, waardoor er iets meer rivierwater in het grondwater komt. De toename is zeer beperkt, dat betekent dat de grondwaterkwaliteit ook niet significant verandert.



Figuur 4.5: Het binnendijkse effect op de kwelflux tijdens hoogwater veroorzaakt door de vergravingen in de uiterwaarden.



Figuur 4.6: Het binnendijkse effect op de afvoer tijdens hoogwater veroorzaakt door de vergravingen in de uiterwaarden



#### 4.2.2 Laagwater

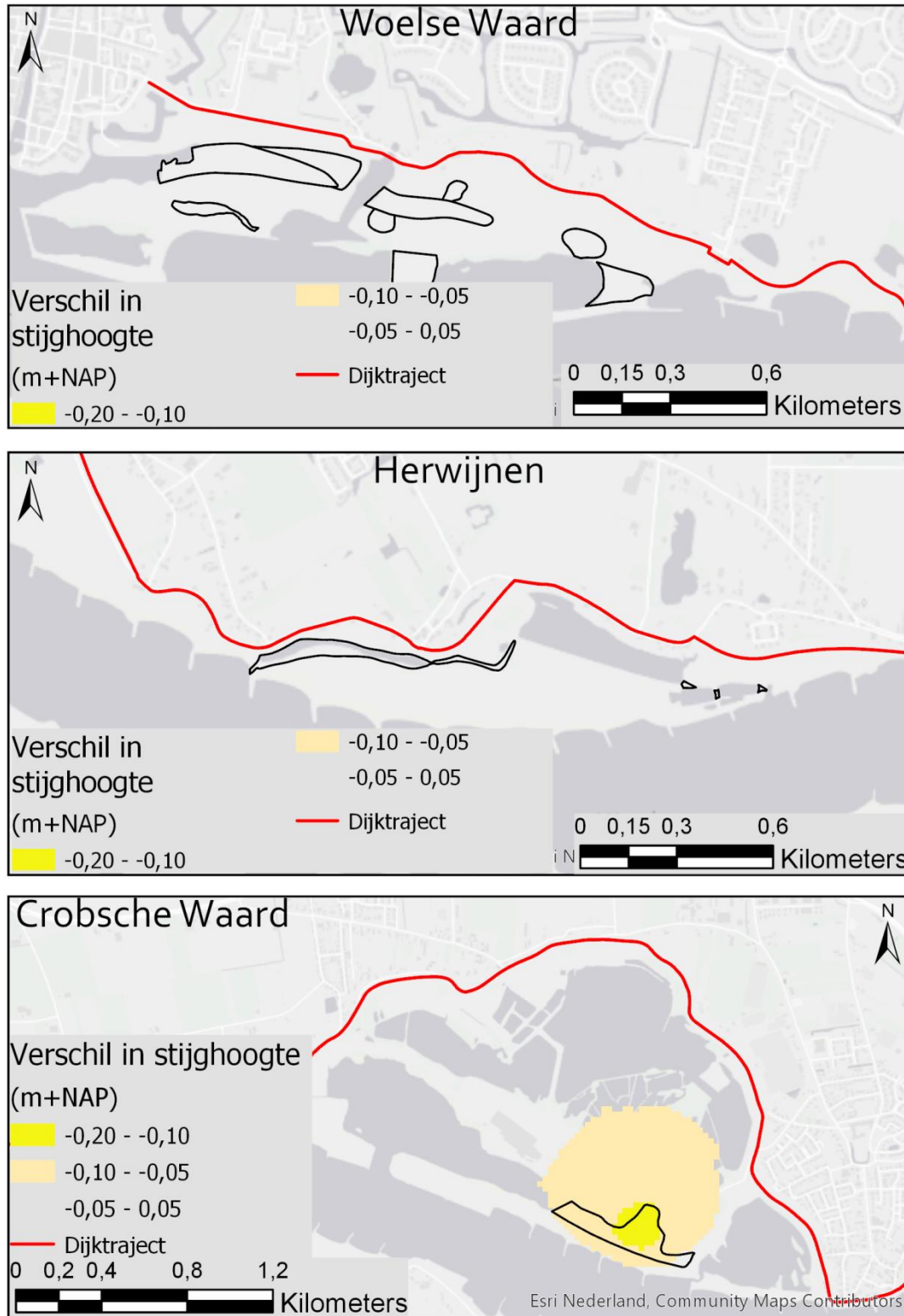
##### **Stijghoogte**

In de laagwatersituatie (Figuur 4.7 en Figuur 4.8) zijn er bij de Woelse Waard, het Heuffterrein en Herwijnen geen effecten van de vergravingen op de stijghoogte zichtbaar. Bij de verlengde zandwinplas in de Cropsche Waard zijn verlagingen van 0,05 – 0,20 m berekend. Op deze locatie is de zomerdijk verplaatst en de nieuwe plas is aangetakt aan de rivier, waardoor de stijghoogte veel sterker met de dynamiek van de rivier meebeweegt. Aangezien het rivierpeil in laagwatersituaties lager is dan de grondwaterstand en de stijghoogte in de nieuwe situatie het rivierpeil directer volgt, neemt de stijghoogte ter plekke van de nieuwe plas af. In het westen van het projectgebied staat het rivierpeil onder grotere invloed van het zeepeil en zakt het rivierpeil tijdens laagwater minder ver weg.

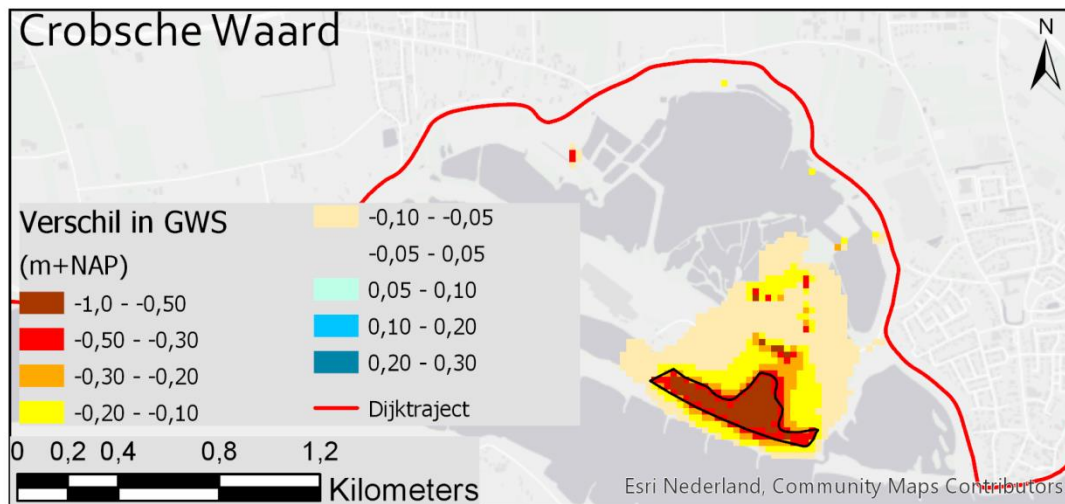
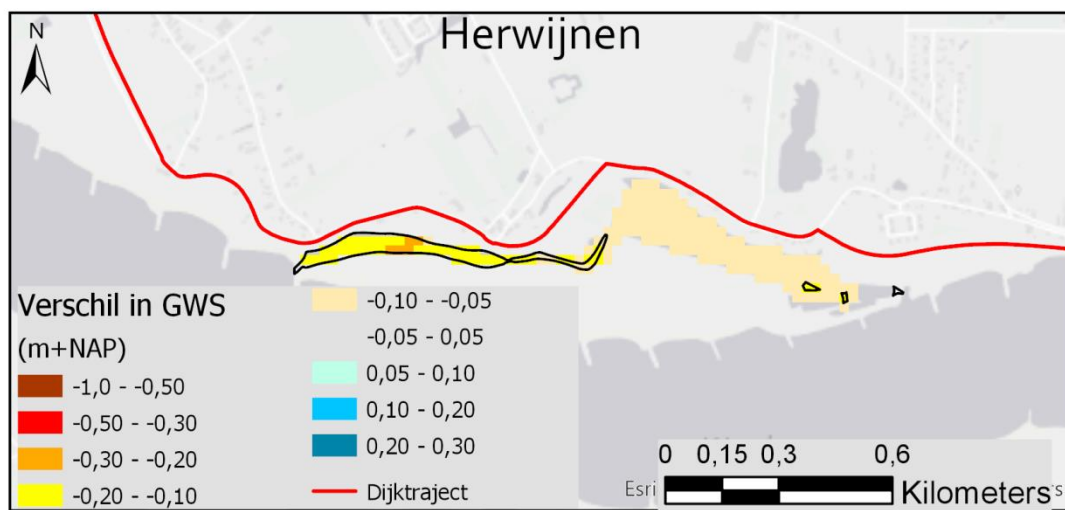
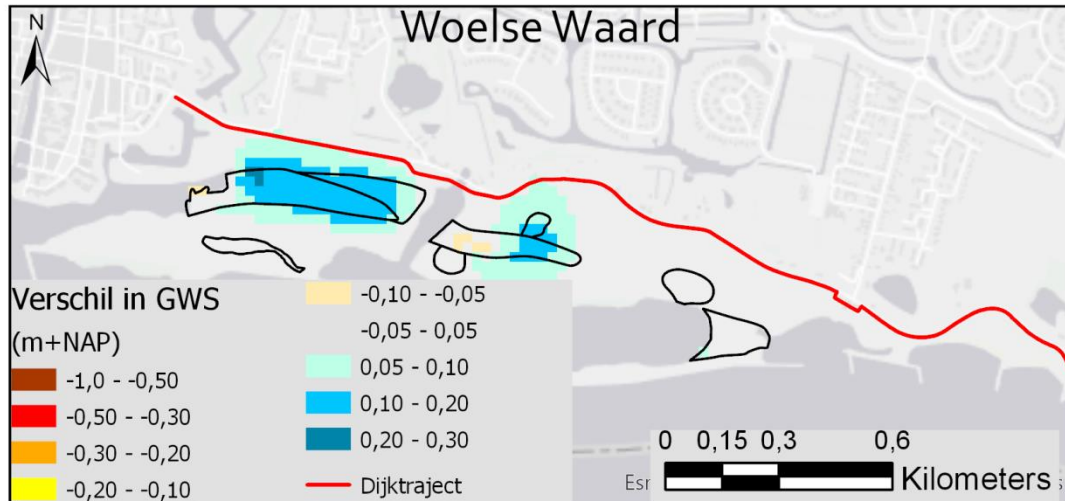
##### **Grondwaterstand**

Op alle locaties zijn ter plaatse van de uiterwaardvergravingen grondwatereffecten zichtbaar. Dit wordt veroorzaakt doordat er in de huidige situatie geen water staat en in de toekomst wel. In de Woelse Waard stijgt de grondwaterstand, omdat het rivierpeil tijdens laagwater hoger is dan de binnendijkse grondwaterstand. In de huidige situatie neemt de freatische grondwaterstand tussen de Merwede en binnendijkse gebied geleidelijk af. In de toekomstige situatie ligt de strang met het hogere peil hier nog tussen. Hierdoor neemt vooral ter plaatse van de strangen de grondwaterstand toe. Bij het Herwijdense Bovenwaard en de Cropsche Waard is de huidige grondwaterstand hoger dan het rivierpeil. Door open water te creëren daalt ter plaatse van de ingrepen de grondwaterstand. In beide gevallen reiken deze effecten niet tot het binnendijkse watersysteem.

Er is geen binnendijkse verandering van stijghoogte en grondwaterstand. Als gevolg hiervan neemt de wegzijging binnendijks niet toe.



Figuur 4.7: Het effect op de stijghoogte tijdens laagwater veroorzaakt door de vergravingen in de uiterwaarden.



Figuur 4.8: Het effect op de grondwaterstand tijdens laagwater veroorzaakt door de vergravingen in de uiterwaarden

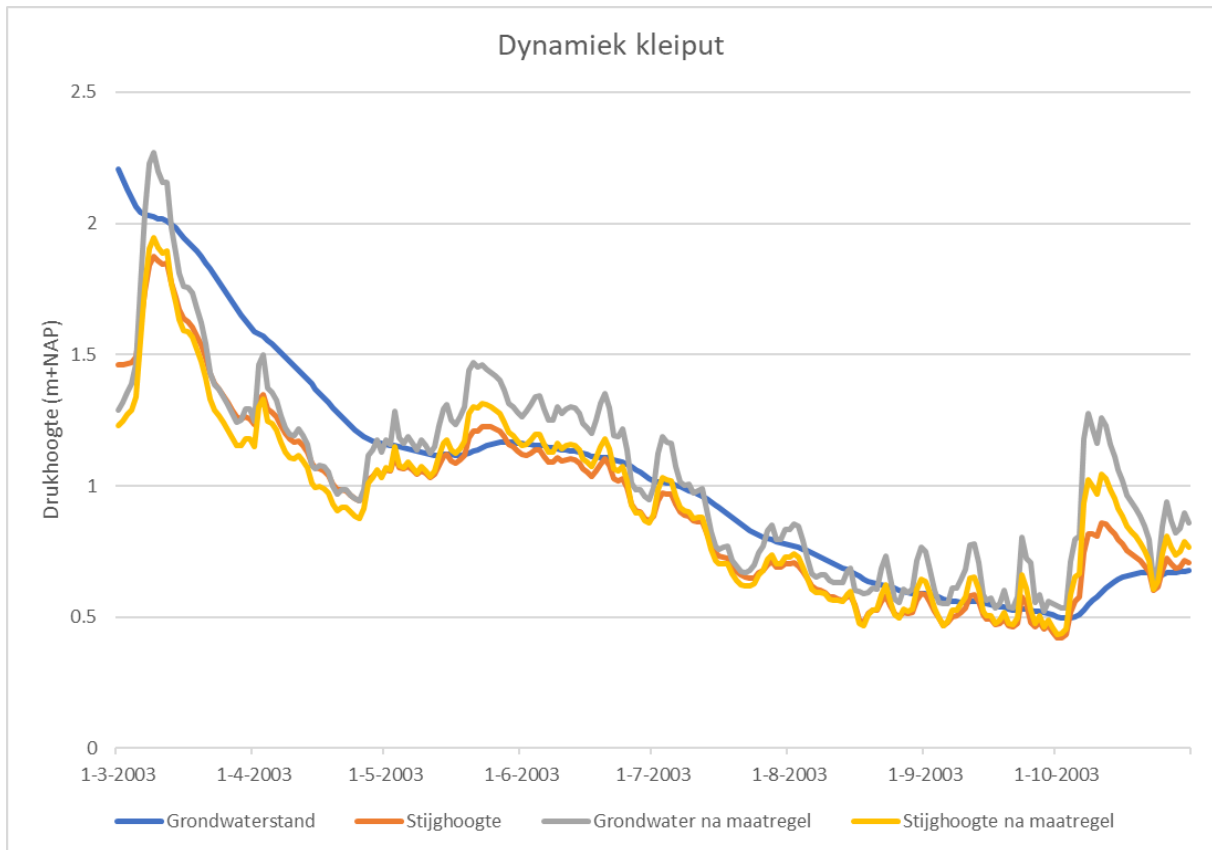
### Effecten Kasteel Frissestijn

Kasteel Frissestijn is een archeologisch Rijksmonument en ligt in de Herwijjnense Bovenwaard naast de kleiput. Kasteel Frissestijn is gevoelig voor veranderingen in de grondwaterstand en verlagingen van de grondwaterstand zijn niet gewenst. Daarom is er extra aandacht voor deze locatie. Hier is alleen de geohydrologische situatie beschouwd, de afgeleide effecten op Kasteel Frissestijn zijn beschreven in het Achtergrondrapport archeologie dat eveneens onderdeel is van het (ontwerp) Projectplan Waterwet.

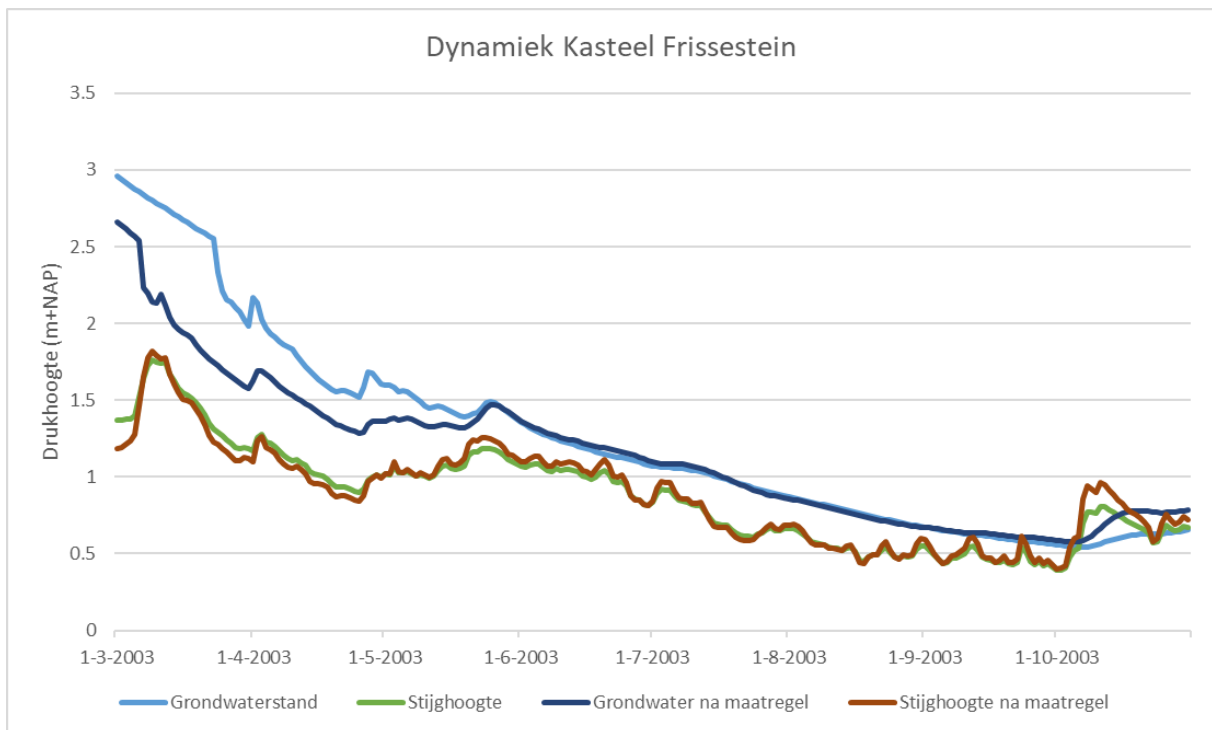
In de Herwijjnense Bovenwaard wordt een aantal maatregelen genomen waarmee de kleiput verbonden wordt met de Waal via een aantal duikers. Deze duikers hebben een minimale B.O.B.<sup>3</sup> van 0,5 m+NAP, waardoor het waterpeil in de kleiput niet direct meebeweegt met het rivierpeil bij rivierwaterstanden onder de 0,5 m+NAP. Via de huidige duiker staat de kleiput ook in verbinding met de Waal, de ingeschatte drempelhoogte op dit moment is circa 3,0 m+NAP. Wanneer de waterstand van de Waal tussen de 0,5 en 3,0 m+NAP is, verandert de dynamiek in de kleiput. Om te bepalen of tijdens laagwatersituaties een verlaging van de grondwaterstand optreedt is de zomer van 2003 met het geohydrologisch model doorgerekend. In Figuur 4.8 is het effect op 17 augustus 2003 zichtbaar. Te zien is dat in de kleiput een verlaging van 0,05 – 0,10 meter wordt berekend op de grondwaterstand. Vanwege de slecht doorlatende bodem, veel klei, worden deze effecten buiten de kleiput niet berekend. De figuren 4.9 en 4.10 laat de berekende grondwaterstand voor en na de maatregelen zien voor de periode maart – oktober 2003 voor twee locaties. Wat goed zichtbaar is, is dat de grondwaterstand in de kleiput (is het waterpeil in de put) dynamischer wordt als gevolg van het verbinden met de Waal. Ook zie je in oktober de grondwaterstand sneller stijgen als gevolg van een hogere waterstand op de Waal. Ter plaatse van Kasteel Frissestijn is het verschil zeer klein, zeker in de periode juni – oktober zijn de grondwaterstanden vergelijkbaar. Wel reageert de grondwaterstand sneller. Ook is te zien dat de laagste grondwaterstand niet verandert. Daarom worden er geen schadelijk effecten voor de funderingsresten van Kasteel Frissestijn verwacht.

---

<sup>3</sup> Bovenkant onderkant buis



Figuur 4.9: De dynamiek van het grondwatersysteem ter plaatse van de kleiput.



Figuur 4.10: De dynamiek van het grondwatersysteem ter plaatse van Kasteel Frissestijn.

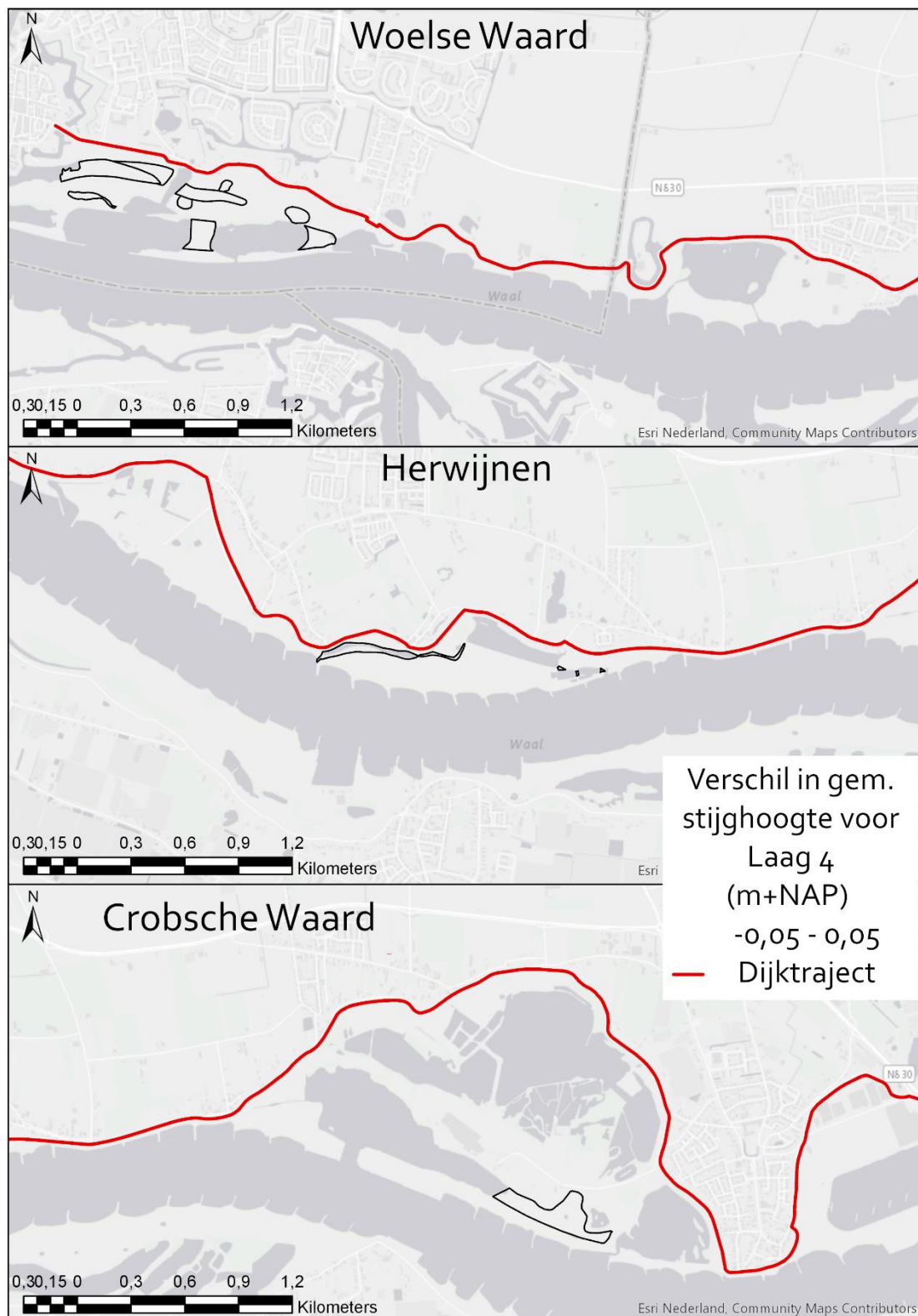
#### 4.2.3 Gemiddelde situatie

##### **Stijghoogte**

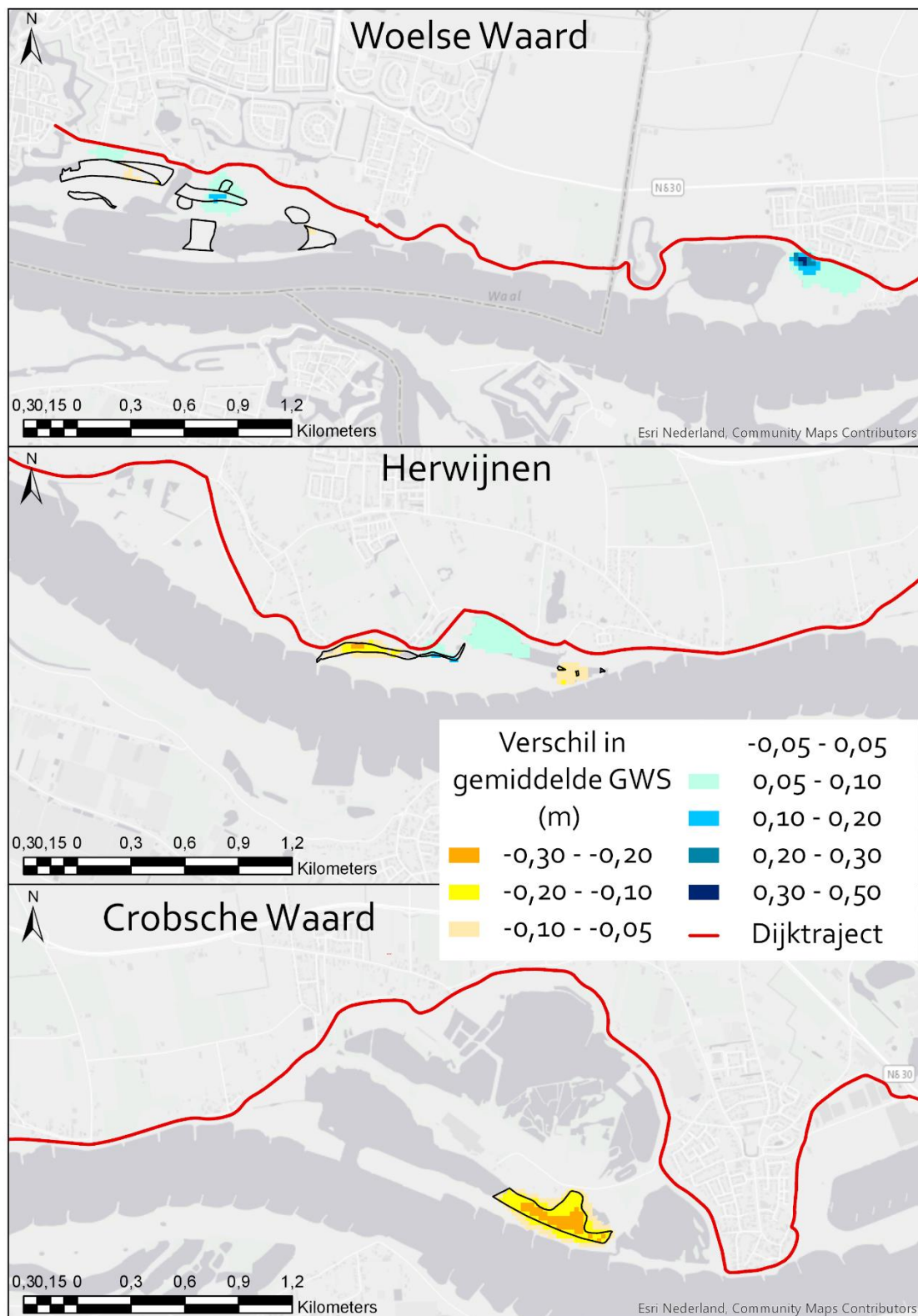
Wanneer de stijghoogten over een periode van 5 jaar gemiddeld worden, zijn er geen significante effecten zichtbaar (zie Figuur 4.11). Dit geldt voor zowel het binnendijkse als het buitendijkse gebied.

##### **Grondwater**

Ter plaatse van de vergravingen in de uiterwaard treden kleine effecten op, vanwege de aanwezigheid van oppervlaktewater in de toekomstige situatie. Doordat het in de huidige situatie geen open water is, treden er kleine effecten op de grondwaterstand op. De effecten zijn weergegeven in Figuur 4.12. Alle effecten blijven buitendijks en zijn niet significant op de binnendijkse stijghoogte en grondwaterstand.



Figuur 4.11: Het effect op de stijghoogte gemiddeld over 5 jaar veroorzaakt door de uiterwaarden vergravingen.



Figuur 4.12: Het effect op de grondwaterstand gemiddeld over 5 jaar veroorzaakt door de uiterwaarden vergravingen.



### 4.3 Aanpassingen aan het watersysteem

De aanpassingen aan het watersysteem zijn over het algemeen zeer klein en hebben daardoor naar verwachting geen groot effect. Dit komt vanwege de aanwezige deklaagweerstand, die bijna overal enkele 100'en dagen betreft en het lage doorlaatvermogen van de kleiige bodem. Bij de pipingmaatregelen worden korte stukjes waterloop gedempt, het effect is merkbaar ter plaatse van de waterloop en in een beperkte zone daar omheen. Deze zone is kleiner dan met het geohydrologisch model goed in beeld gebracht kan worden. Zo zijn de meeste ingrepen kwalitatief beschouwd en als niet significant bestempeld.

Twee aanpassingen zijn wel doorgerekend met het geohydrologisch model, namelijk de aanpassingen in dijkvak 2a en 13d. De aanpassingen in het watersysteem bij dijkvak 2a hebben alleen effect in de watergang zelf tijdens een  $T=10$  hoogwater. De aanpassingen bij dijkvak 13d geeft ook alleen een effect ter plaatse van de watergangen, vanwege de beperkte horizontale doorlatendheid van de bodem.

## 5 Hydrologische effecten ingrepen

### 5.1 Dijkversterkingsmaatregelen

De dijkversterkingsmaatregelen raken het watersysteem zoals toegelicht in paragraaf 3.3. Voor elk van de ingrepen staat het effect weergegeven in de onderstaande tabellen. De effecten zijn ingedeeld in drie categorieën:

- Effect afvoer: hinder van de afvoerende functie van de watergang. Dit betreft afvoer die niet afkomstig is van percelen die grenzen aan de watergang.
- Effect afwatering: hinder van de afwatering van percelen die grenzen aan de watergang.
- Verlies berging: afname van het bergingsvolume van water met een leggerstatus. De methode waarmee de berging is berekend staat toegelicht in paragraaf 5.1.1. In bijlage 1 staan de representatieve dwarsprofielen waarop de berekening is gebaseerd.

Tabel 5-1: Effecten binnendijkse watersysteem ingrepen op afvoer, afwatering en berging

Objectcode	Dijkvak	Dijkpaal	Type	Watergang status	Effect afvoer	Effect perceel afwatering	Verlies berging
WGD-A-001	2a	TG213-TG217	dijk	A	Ja	Ja	221 m <sup>3</sup>
WGD-G-100	2a	TG217	piping	Geen	Nee	Ja	Geen leggerstatus
WSO-001	2a	TG215	piping	Geen	Nee	N.n.b.	Geen leggerstatus
WG-DUN-C-001	2c	TG225	piping	C	Nee	Ja	16 m <sup>3</sup>
WGD-C-101	3a	TG227	piping	C	Nee	Ja	21 m <sup>3</sup>
WGD-C-102	3a	TG227+50	piping	C	Nee	Ja	8 m <sup>3</sup>
WSO-002	3d	TG241	piping	A	Nee	Nee	Nee
WGD-C-109	5e	TG286	piping	C	Nee	Ja	6 m <sup>3</sup>
WSO-003	7e	TG310+50	piping	A	Nee	Nee	Nee
WGD-C-103	8d	TG363+00	piping	C	Nee	Ja	4 m <sup>3</sup>
WGD-G-108	8d	GT363+50	piping	Geen	Nee	Ja	Geen leggerstatus
WGD-C-048	9b	TG385	dijk	C	Nee	Nee	6 m <sup>3</sup>
WGD-C-049	9b	TG387	dijk	C	Nee	Nee	7 m <sup>3</sup>
WGD-B-055	10b	TG398	dijk	C	Nee	Nee	17 m <sup>3</sup>
WGD-B-056	10b	TG400	dijk	C	Nee	Nee	14 m <sup>3</sup>
WGD-C-054	10b	TG397	dijk	C	Nee	Nee	62 m <sup>3</sup>
BBB-006	11a	TG404	piping	C	Nee	Nee	Nee
WGD-C-059	12b	TG410	dijk	C	Nee	Nee	17 m <sup>3</sup>
WGD-C-060	12b	TG410-TG412	dijk	C	Nee	Nee	98 m <sup>3</sup>
WGD-C-061	12b	TG412	piping	C	Nee	Nee	45 m <sup>3</sup>
WGD-B-064	12g	TG422	dijk	B	Nee	Nee	Nee, watergang schuift op
WGD-B-071	13d	TG432-TG433	dijk	B	Ja	Ja	Nee, compensatie in nieuwe watergang
WSO-004	13d	TG433-TG435	piping	A	Nee	Nee	Nee
WSO-005	14a	TG435-TG436+50	piping	A	Nee	Nee	Nee

Bij de watergangen WGD-A-001 en WGD-B-071 heeft de demping van de watergang effect op de afvoer situatie. Daarom is voor deze locaties een maatwerk oplossing uitgewerkt, zie hiervoor paragraaf 3.3.3 en 3.3.4. De effecten van deze maatregelen staat in paragraaf 5.3.

Op een aantal locaties heeft de demping van een watergang effect op de afwatering van de aangrenzende percelen. Hiervoor worden nog maatregelen uitgewerkt. Dit zijn bijvoorbeeld een greppel of een drainage voorziening.

Bij de plas WSO-001 wordt een drempel geplaatst tussen de plas en de A-watergang. Door de drempel wordt bij hoogwater een minimum peil in plas gegarandeerd. De drempel ligt op NAP +2,6m, dat is een 0,5 meter onder maaiveld. Als de drempel leidt tot hinder voor de perceelafwatering wordt hier een maatregel voor genomen. De drempel wordt voorzien van een duiker met schuif voor wateraanvoer.

Voor elke maatregel is het verlies aan berging bepaald. Als een watergang geen leggerstatus heeft hoeft de berging conform het beleid van waterschap Rivierenland niet gecompenseerd te worden. Bij watergangen die opschuiven blijft de berging netto gelijk.

Tabel 5-2: Effecten buitendijkse watersysteem ingrepen op afvoer, afwatering en berging

Objectcode	Dijkvak	Dijkpaal	Type	Watergang status	Effect afvoer	Effect perceel afwatering	Verlies berging (m3)
WGD-G-004	5b	TG263	dijk	Geen	Nee	Geen	Geen leggerstatus
WGD-C-015	5d	TG278+50 – TG282	dijk	C	Nee	Geen	Nee, watergang schuift op
WGD-G-020	5d	TG285	dijk	Geen	Nee	Geen	Geen leggerstatus
WGD-C-012	5d	TG276	dijk	C	Nee	Nee	Nee, watergang schuift op
WGD-C-013	5d	TG277	dijk	C	Nee	Ja	Ja
WGD-C-039	8a	TG339-TG341	dijk	C	Nee	Geen	Nee, watergang schuift op
WGD-C-041	8a	TG342	dijk	C	Nee	Geen	Ja
WGD-C-042	8a	TG343+50	dijk	C	Nee	Geen	Nee, watergang schuift op
WGD-G-044	8a	TG344-TG346	dijk	Geen	Nee	Geen	Geen leggerstatus
WGD-C-051	10a	TG393-TG394	dijk	C	Nee	Geen	Ja
WGD-C-105	10b	TG400-TG401	dijk	C	Nee	Geen	Nee
WGD-G-107	13d	TG432	dijk	Geen	Nee	Geen	Geen leggerstatus

De maatregelen in de buitendijkse watergangen leiden niet tot hindering van de afvoer of afwatering.

In de buitenpolders vindt op drie locaties een demping plaats van een waterlichaam met leggerstatus zonder dat er nieuw water wordt gegraven, namelijk WGD-C-041, WGD-C-051 en WGD-C-013.

Watergang WGD-C-041 is een plas in de Herwijnsense Benedenwaard. Deze buitenpolder heeft geen streefpeil, geen peil regulerend kunstwerk en daarmee ook geen actief peilbeheer door het waterschap. In de polder is een duiker met schuif aanwezig die alleen wordt bediend in het kader van het inlaatbeleid bij hoogwater.

In de Benedenwaarden vindt door de dijk een demping plaats van 2000m<sup>2</sup> (WGD-C-51). Hierdoor neemt het wateroppervlak af van 14,0% naar 13,4%. Hoewel het waterschap in de basis voorschrijft dat de afgenomen

berging moet worden gecompenseerd wordt hier voor de Benedenwaarden vanaf geweken om de volgende redenen:

- De Herwijdense Benedenwaard beschikt over een robuust watersysteem waarin de kleine afname van 0,6% wateroppervlak geen merkbaar effect op de waterstanden zal hebben;
- Het waterschap heeft geen actief peilbeheer in de Benedenwaarden;
- Een extra vergraving in de buitenpolder zal leiden tot meer kwel binnendijks en dit is ongewenst;
- De buitenpolders kunnen bij hevige neerslag direct afwateren op buitenwater;
- In de toekomst zal in de buitenpolders natuur steeds meer ruimte krijgen.

Om bovengenoemde redenen wordt in de Herwijdense Benedenwaard geen bergingscompensatie toegepast.

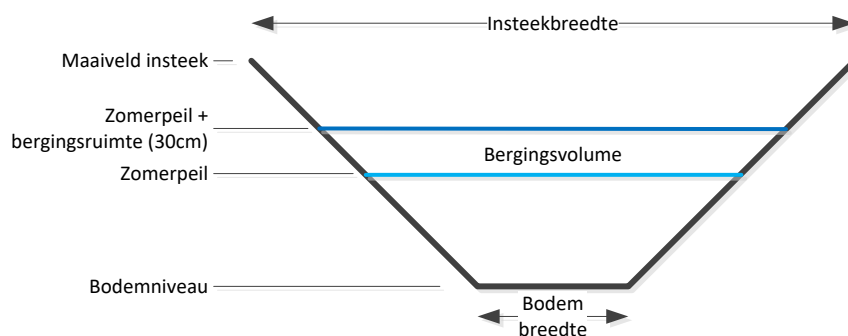
De demping WGD-C-013) in de Crobsche waard is nihil ten opzichte van het wateroppervlak omdat in de Crobsche waard een aantal grote plassen liggen. Daarom wordt ook in de Crobsche waard geen bergingscompensatie toegepast.

De plas WGD-C-051 ligt op het Heuff terrein. Het watersysteem komt hier door uiterwaard maatregelen in verbinding met het buitenwater. Dit staat nader uitgewerkt in paragraaf 6.4 van het ontwerp Projectplan Waterwet. Door deze ingreep is bergingscompensatie niet meer noodzakelijk.

### 5.1.1 Methodiek bepaling bergingsvolume

Het bergingsvolume zoals weergegeven in Tabel 5-1 Tabel 5-2 is bepaald conform de beleidsregels van waterschap Rivierenland. De methode waarop het volume is bepaald staat in deze paragraaf beknopt toegelicht.

In Figuur 2.1 staat het bergingsvolume schematisch weergegeven. Voor de Tielerwaard is dit de waterschijf tussen zomerpeil en zomerpeil+30cm. Als het zomerpeil lager is dan de bodemhoogte is het bergingsvolume bepaald op basis van de bodemhoogte +30cm.



Figuur 5.1: Schematisatie dwarsprofiel watergang met bergingsvolume

Om het bergingsvolume te berekenen zijn de parameters nodig die in de onderstaande tabel staan weergegeven. Per parameter is toegelicht hoe de waarde is afgeleid.

Bodemhoogte	De gemiddelde bodemhoogte is bepaald uit een van de volgende bronnen, op volgorde van prioriteit: 1. Legger inmeting, 2. Legger Trapezium, 3. Inmeting GOWA, 4. AHN
Bodembreedte	De gemiddelde bodembreedte is bepaald uit een van de volgende bronnen, op volgorde van prioriteit: 1. Legger inmeting, 2. Legger Trapezium, 3. Inmeting GOWA, 4. AHN
Insteekbreedte	Breedte van het watervlak (leggervlak). Bij kleine variaties in insteekbreedte is het oppervlak gedeeld door de lengte voor bepaling van de gemiddelde insteekbreedte. Bij grote variaties in breedte is het vlak opgeknijpt.
Lengte watergang	Aslijn, handmatig gemeten
Maaiveld hoogte	Maaiveld ter plaatse van insteek. Bij verschil tussen links en rechts is een gemiddelde waarde genomen
Zomerpeil	Zomerpeil zoals vastgesteld in de legger.

## 5.2 Ingrepen in de uiterwaarden

De vier uiterwaardingrepen zijn toegelicht in Hoofdstuk 3.2. Al deze ingrepen liggen buitendijks en krijgen een open verbinding met de rivier (Waal of Merwede). De ingrepen zullen geen leggerstatus krijgen en zullen onder het rivierbeheer vallen. De effecten van de uiterwaarden ingrepen op de rivier is in de rivierkundige rapportage toegelicht (zie i-report <https://terinzage.gralliantie.nl> onder Bijlagen)

Voor de ingreep van de Crobsche Waard wordt de zomerkade verlegd, hierdoor neemt het oppervlak van de buitenpolder af. Als gevolg hiervan is de hydrologische afwatering van de buitenpolder iets kleiner. Dit levert geen significante hydrologische effecten op.

De ingrepen voor de Herwijdense Bovenwaard en het Heuffterrein verbinden een zone achter de zomerkade met de Waal. Hierdoor ontstaat meer dynamiek, wat leidt tot kleine hydrologische effecten. Deze effecten treden alleen op in de gebieden waar de rivier rechtstreeks invloed heeft.

In de Woelse Waard worden enkele bestaande watergangen doorsneden door de nieuwe geulen. Echter blijft de afwateringen van de Woelse Waard goed mogelijk en is het hydrologisch effect verwaarloosbaar.

## 5.3 Aanpassingen aan het watersysteem

In deze paragraaf staan de hydraulische effecten beschreven van de maatwerkoplossingen op het watersysteem zoals benoemd in paragraaf 3.3. Dit betreft de watersysteem omleidingen bij dijkvak 2a en dijkvak 13d. Voor deze maatwerkoplossingen zijn aparte notities opgesteld. In deze paragraaf staat een samenvatting van de resultaten.

### 5.3.1 Effecten omleiding door demping Dijkvak 2a

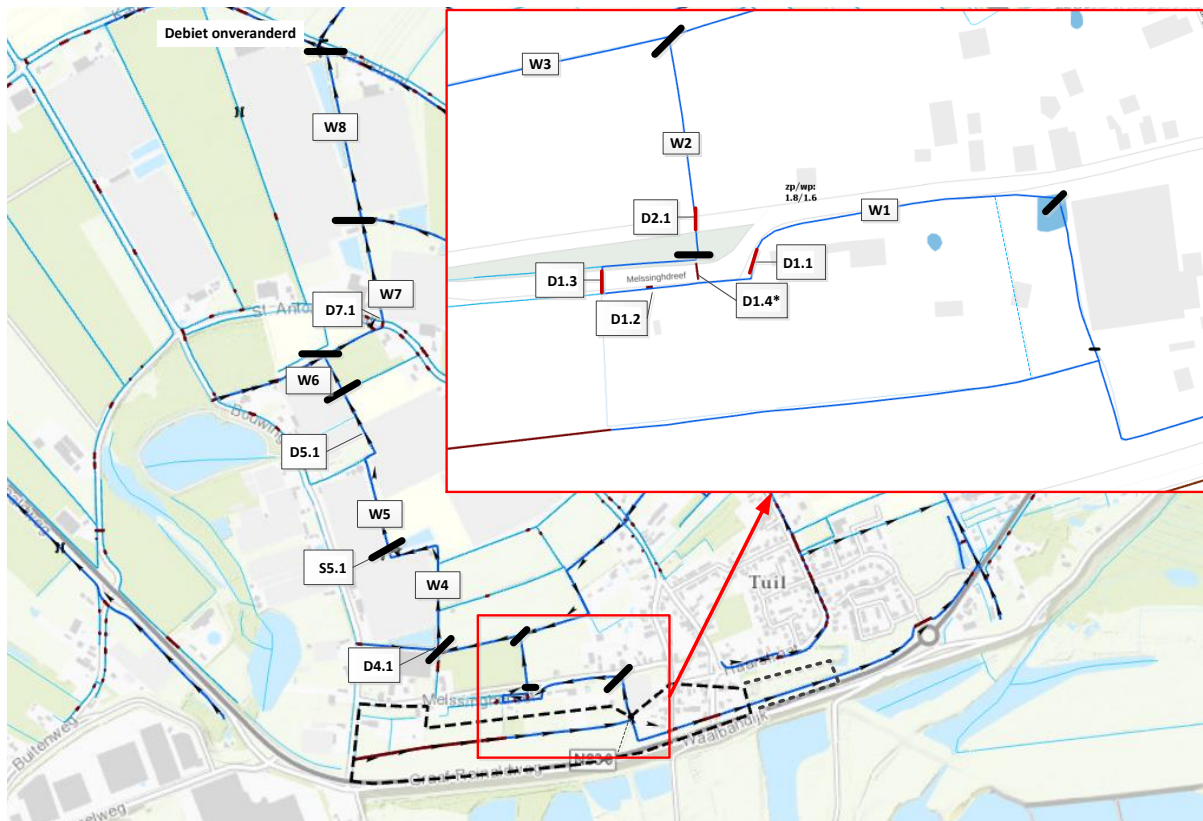
#### Hydraulische effecten

Door de watersysteem maatregelen wijzigt de afwateringsroute van een afwateringsgebied van 11,5 ha. Dit komt overeen met landelijke afvoer van 17,2 l/s. De kwelafvoer van dit afwateringsgebied is 35l/s. Dit afwateringsgebied staat weergegeven in Figuur 5.2. De omleidingsroute is met deze extra afvoer getoetst aan de eisen die waterschap Rivierenland stelt:

- Maximale waterstandsverhang 50mm/km (excl. kwelafvoer)
- Maximale opstuwung duikers 5mm (incl. kwelafvoer)

De watergangen en duikers op de omleidingsroute zijn genummerd zoals weergegeven in Figuur 5.2. In Tabel 5-3 staan de resultaten van de berekening van het waterstandsverhang en de opstuwung van de duikers. Het verhang en de opstuwung is berekend voor drie varianten:

- Referentie (huidige situatie) met landelijke afvoer
- Omleiding met maatregelen in het watersysteem met landelijke afvoer
- Omleiding met maatregelen in het watersysteem met landelijke afvoer en kwel



Figuur 5.2: Nummering watergangen op omleidingsroute. Het gestippelde gebied is het afwateringsgebied dat via een andere route gaat afwateren.

Tabel 5-3: Resultaten berekening waterstandsverhang en opstuwung duikers

	A. Referentie	B. Omleiding incl. extra afvoer	C. Omleiding incl. extra afvoer en kwel
Verhang	[mm/km]	[mm/km]	[mm/km]
W1	>100*	>100*	>100*
W2	>100*	>100*	>100*
W3	5	9	23
W4	1	1	3
W5	13	23	52
W6	16	22	39
W7	19	24	35
W8	28	32	41
Opstuwung duikers	[mm]	[mm]	[mm]
D1.1 (WG-DUN-G-004)	0	0	0
D1.2	0	verwijderd	verwijderd
D1.3	0	verwijderd	verwijderd
D1.4 (WG-DUN-G-005)	verwijderd	0	0
D2.1 (WG-DUN-G-006)	1	0	0
D3.1	0	0	0

D4.1	1	1	3
D5.1	40	verwijderd	verwijderd
D7.1 (WG-DUN-G-008)	8	2	3
<b>Gemiddeld verhang Watergangen + duikers (Excl. W1 en W2)</b>			
	[mm/km]	[mm/km]	[mm/km]
W1-W7	32	24	55

\* Hoge bodemligging waardoor berekend verhang niet toetsbaar is

In de tabel is te zien dat door de extra afvoer in de varianten B en C het waterstandsverhang in de watergangen toeneemt. Het waterstandsverhang in de varianten A en B voldoet aan de 50mm/km eis. De maximale stroomsnelheid is minder dan 0,1m/s voor W3-W8. De berekende stroomsnelheid van W1 en W2 is niet realistisch vanwege de hoge bodemligging.

In de referentie situatie voldoen duikers D5.1 en D7.1 niet aan de opstuwings-eis. In de varianten B en C is duiker D5.1 verwijderd en is de capaciteit van duiker D7.1 vergroot. In de varianten B en C voldoen alle duikers aan de opstuwings-eis.

Het gemiddelde verhang van de watergangen inclusief duikers neemt door de maatregelen significant af van 32 mm in de referentie naar 24mm in variant B. De watersysteem maatregelen verbeteren de afvoercapaciteit van het watersysteem.

Bij de watergangen W1 en W2 ligt de bodem dermate hoog dat de verhang berekening, die uitgaat van een vast streefpeil, niet realistisch is. Aangezien het profiel van W1 en W2 vergelijkbaar is met W3 is de afvoercapaciteit voldoende.

### Bergingscompensatie

Op de omleidingsroute wordt op een duiker open gegraven (D5.1). In ruil voor deze opengraving wordt een doodlopende B-watergang op dit perceel gedempt. Dit gebeurt zodanig dat er netto geen berging verloren gaat.

De overige maatregelen op de omleidingsroute hebben geen nadelig effect op de bergingscapaciteit.

De onderbouwing van de effecten staat uitgewerkt in GO-WA-NTT-24047.

### 5.3.2 Effecten omleiding door demping Dijkvak 13d

#### Hydraulische effecten

De aanpassing in het watersysteem bij dijkvak 13d is doorgerekend met een stationaire landelijke afvoer van 1,5 l/s/h en T=10 kwelafvoer. De resultaten zijn getoetst aan het beleid van waterschap Rivierenland. De onderstaande berekeningsresultaten gaan uit van een watergang met een lengte van 240m. In de meest recente versie van het ontwerp is de lengte van watergang ingekort en is het natte oppervlak toegenomen waardoor de resultaten positiever uitvallen dan hieronder berekend.

De watergang en voldoet aan de hydraulische ontwerpcriteria die het waterschap stelt (verhang <5cm, stroomsnelheid <0,6 m/s). De resultaten staat in de tabel 5-4:

Tabel 5-4: resultaat nieuwe watergang dijkvak 13d

	Afwaterend Oppervlak [ha]	Landelijk Afvoer [l/s]	Kwel [mm]	Kwel [l/s]	Ontwerp afvoer [l/s]	Stroom Snelheid [m/s]	Verhang [cm/km]
Nieuwe watergang	2,43	3,6	8,3	3,1	6,7	0,01	0,2

Ook de duiker voldoet aan de hydraulische ontwerpcriteria die het waterschap stelt (opstuwung <5mm, stroomsnelheid < 0,9m/s). De resultaten staat in de tabel 5-5:

Tabel 5-5: Resultaat duiker dijkvak 13d

	Afwaterend Oppervlak [ha]	Landelijk Afvoer [l/s]	Kwel [mm]	Kwel [l/s]	Ontwerp afvoer [l/s]	Stroom Snelheid [m/s]	Opstuwung [mm]
Duiker	2,43	3,6	8,3	3,1	6,7	0,05	<1

Het waterstandsverhang van de watergang bij een stationaire afvoer is nihil. Dit geldt daarmee ook voor de waterstandstoename door de toegenomen lengte van de watergang.

### Bergingscompensatie

Het watervlak van de nieuw te graven watergang is tenminste even groot als het watervlak van de te dempen watergang. Er is geen netto restopgave voor de bergingscompensatie.

De onderbouwing van de effecten staat uitgewerkt in GO-WA-NTT-23874.



## 6 Afgeleide effecten

In dit hoofdstuk worden de berekende effecten beschreven in Hoofdstuk 4 en 5 vertaald naar effecten op natuurgebieden, landbouw en bebouwing. Het betreft effecten van bijvoorbeeld de damwanden en het dempen van sloten. De ingrepen en ook de effecten zijn zodanig lokaal dat ze niet goed door te rekenen zijn met het geohydrologisch model MORIA, dat rekent met cellen van 25\*25. Voor de damwanden is daartoe een som gemaakt met een doorsnedemodel. Met het model worden alleen effecten tot circa 5 cm berekend ter plaatse van de dijk.

De indirecte effecten op de **natuurgebieden** als gevolg van veranderingen in de grondwaterstand zijn relatief beperkt. Er vinden binnendijs geen significante grondwaterstandsveranderingen in natuurgebieden. De verandering van grondwaterstanden heeft in geen van de hydrologische situaties invloed op binnendijs gelegen natuurgebieden. De geulen in de uiterwaarden (Crobsche Waard, Herwijjnense Bovenwaard, Woelse Waard) zorgen voor een grotere dynamiek in het grondwater in deze uiterwaarden. Deze grotere dynamiek past bij de gewenste natuurlijke ontwikkeling in deze uiterwaarden. De gemiddelde grondwaterstand buiten de vergravingen verandert overigens niet.

De te verwachten effecten van het verplaatsen van sloten zijn zodanig gering dat deze beter als ontwerpogave opgelost kunnen worden. Er kan vanuit gegaan worden, dat binnen het ontwerp een adequate oplossing wordt gevonden, die geen afgeleide effecten veroorzaakt. Indien de effecten groter zijn dan verwacht zullen er compenserende maatregelen uitgevoerd worden. Een overzicht van de afgeleide effecten is in hoofdstuk 5 van het ontwerp Projectplan Waterwet opgenomen. In de tabel totaaloverzicht effecten is per dijkvak aangegeven welke risico's en effecten verwacht worden. Voor alle dijkvakken waar damwanden onderdeel zijn van het nieuwe ontwerp, is het volgende risico geïdentificeerd: een lokaal effect op grondwaterstanden. Voor het watersysteem zijn alle te dempen waterlopen vermeld. Binnendijs ter plaatse van vergravingen (Herwijjnense Bovenwaard en Woelse Waard) in de uiterwaarden treedt mogelijk lokale vernatting op, die nadelig kunnen zijn voor de **landbouw** (Herwijjnense Bovenwaard). Met stakeholders zijn afspraken gemaakt hoe effecten gemonitord worden, dit is geen onderdeel van deze rapportage.

## 7 Compenserende maatregelen

### 7.1 Bergingscompensatie opgave

Voor watergangen met leggerstatus die worden gedempt moet conform het beleid van waterschap Rivierenland vervangend oppervlaktewater (bergingscompensatie) worden gegraven zodat de bergingscapaciteit van het watersysteem gelijk blijft.

Bij voorkeur vindt deze compensatie plaats in hetzelfde peilgebied. In de tabel is de opgave per peilvak uitgesplitst naar de reden van de compensatie. Daarin is onderscheid gemaakt tussen dijk, piping en kwel.

- Dijk: de opgave door de demping van watergangen direct gerelateerd aan het nieuwe dijkprofiel.
- Piping: de opgave door de demping van watergangen direct gerelateerd aan het faalmechanisme piping.
- Kwel: de opgave door extra kwel. Dit komt met name door maatregelen in de uiterwaarden.

Tabel 7-1: Bergingscompensatie opgave

Peilvak	Dijk (m3)	Piping (m3)	Kwel (m3)	Totaal (m3)
TLW503	0	4	38	42
TLW505	0	0	61	61
TLW512	0	29	44	73
TLW513	221	16	17	254
TLW603	0	0	47	47
TLW604	0	0	127	127
TLW605	0	0	0	0
TLW606	0	0	91	91
TLW607	0	0	377	377
TLW608	0	0	11	11
TLW609	0	0	0	0
TLW612	0	0	7	7
TLW613	0	0	597	597
TLW614	0	0	99	99
TLW615	0	0	195	195
TLW616	105	6	141	252
TLW620	0	0	0	0
<b>Totaal</b>	<b>326</b>	<b>55</b>	<b>1852</b>	<b>2233</b>

De totale bergingscompensatie opgave is 2233 m<sup>3</sup> waarvan 1852 m<sup>3</sup> (83%) is toe te schrijven aan de extra kwel. Het beleid van het waterschap schrijft voor dat de berging in deze peilvakken plaatsvindt tot 30cm boven streefpeil. Dat komt overeen met een wateroppervlak van circa 7440 m<sup>2</sup>. De onderbouwing van de volumes staat uitgewerkt in Hoofdstuk 4 (kwel) en 5 (dijk en piping). De methode van de berekening staat uitgewerkt in bijlage 1.

### 7.2 Maatregelen

In samenspraak met het waterschap en de gemeente zijn kansrijke locaties voor bergingscompensatie geïnventariseerd. Bij deze inventarisatie zijn percelen geselecteerd op basis van de volgende randvoorwaarden:

- Om de robuustheid van het watersysteem te garanderen vindt compensatie bij voorkeur plaats in het peilvak waarin de opgave ligt.
- De maatregel dient bij voorkeur gecombineerd te worden met een bestaand waterkwantiteitsknelpunt.
- De maatregel dient bij voorkeur op een perceel te liggen dat in bezit is van de overheden.
- De maatregel dient niet in een zandbaan of dicht bij de dijk gerealiseerd te worden vanwege het risico op extra kwel.
- De maatregel dient zoveel mogelijk gerealiseerd te worden buiten een gebied waar al kabels en leidingen liggen.
- Op het perceel waar de maatregel gerealiseerd wordt, is genoeg ruimte voor verbreding van de watergang en voor het onderhouden van de watergang.
- Compensatie dient plaats te vinden in wateren met een A of B status (of C dat kan worden opgewaardeerd naar B)

In tabel 7-2 staat per peilvak weergegeven welke bergingscompensatie maatregelen worden voorgesteld. Per peilvak is in samenspraak met het waterschap bepaald of het noodzakelijk en haalbaar is om de compensatie opgave in het peilvak zelf op te lossen. Voor de peilvakken waarbij dat niet mogelijk is staat in de tabel in de kolom 'compensatie in peilvak' het peilvak benoemd waarin de compensatiemaatregelen worden gerealiseerd.

Bij het uitvoeren van de maatregelen wordt er in de deklaag gegraven. Daarmee wordt de uittredeweerstand van het watervoerende pakket naar het oppervlaktewater bij een kwelsituatie verlaagd. De maatregelen hebben derhalve een kweltoename tot gevolg. De kweltoename is bepaald middels de resultaten van het modelinstrumentarium MORIA. De kweltoename als gevolg van het uitvoeren van de maatregelen is als kolom toegevoegd in Tabel 7-2 en wordt ook gecompenseerd.

De compensatie die met de voorgestelde maatregelen wordt gerealiseerd staat in de kolom 'Maatregel effect'. In enkele peilvakken blijft een restopgave staan. Een negatieve restopgave betekent dat de voorgestelde berging groter is dan benodigd voor het peilvak. Een positieve restopgave betekent dat de maatregelen niet toereikend zijn voor de opgave in het betreffende peilvak. De positieve restopgaves worden gecompenseerd in de 'sluitstukken' in peilvak TLW603 en TLW620. Zodoende wordt een sluitende balans gerealiseerd.

Tabel 7-2: Overzicht effect bergingscompensatie maatregelen

Peilvak	Opgave	Compensatie in peilvak	Maatregel opgave	Maatregelen	Maatregel effect	Kwel toename	Restopgave
	[m3]		[m3]	Maatregel	[m3]	[m3]	[m3]
TLW503	42	TLW503	42	TLW503.1, TLW503.2	105*	29	-34
TLW505	61	TLW505	61	TLW505.1	61	0	0
TLW512	73	TLW512	73	TLW512.1	360	0	-287
TLW513	254	TLW513	254	WGG-A-004	23	0	231
TLW603	47	TLW603	185	TLW603.1, TLW603.2	307	53	-69
TLW604	127	TLW603	0		0	0	zie TLW603
TLW605	0	TLW605	0		0	0	0
TLW606	91	TLW607	0		0	0	zie TLW607
TLW607	377	TLW607	468	TLW607.1	370	47	145
TLW608	11	TLW603	0		0	0	zie TLW603
TLW609	0	TLW609	0		0	0	0
TLW612	7	TLW615	0		0	0	zie TLW615
TLW613	597	TLW613	597	TLW613.1	249	24	372
TLW614	99	TLW614	99		0	0	99
TLW615	195	TLW615	202	TLW615.1, TLW615.2	165	24	61
TLW616	252	TLW616	252	TLW616.1, TLW616.3	269	22	5
TLW620	0	TLW620	0	TLW620.1	620	82	-538
	<b>2233</b>	<b>TOTAAL</b>	<b>2233</b>		<b>2529</b>	<b>280</b>	<b>-16</b>

\* Het ruimtebeslag is ruim ingetekend. Er is potentie voor aanvullende berging bij onvoorziene omstandigheden.

De voorgestelde bergingscompensatie maatregelen staan beschreven in Tabel 7-3. De locatie en het ruimtebeslag van de maatregelen zijn te vinden in de kaartenatlas bij het digitale projectplan waterwet. In de plankaart ligt het ontwerp van de maatregelen over dammen met duikers voor de toegang tot percelen. Deze opritten blijven behouden tenzij anders aangegeven.

Tabel 7-3: Bergingscompensatie maatregelen

Maatregel-code	Mee-koppelkans	Ontwerp	Bergings-volume [m3]	Toelichting
TLW503.1	ja	Talud watergang verflauwen naar 1:2 en waar mogelijk bodem verbreden richting weg. Bermbreedte van de weg blijft minimaal 2m.	60	Versmallen van de berm langs de Tinnegieter in Hellowou. Dit is een meekoppelkans voor een verbetering van de wateraanvoer voor fruitteelt. Het ruimtebeslag is ruim ingetekend. Er is potentie voor aanvullende berging bij onvoorziene omstandigheden.
TLW503.2	ja	Talud watergang verflauwen naar 1:2 en waar mogelijk bodem verbreden richting weg. Bermbreedte van de weg blijft minimaal 2m.	45	Versmallen van de berm langs de Tinnegieter in Hellowou. Dit is een meekoppelkans voor een verbetering van de wateraanvoer voor fruitteelt. Het ruimtebeslag is ruim ingetekend. Er is potentie voor aanvullende berging bij onvoorziene omstandigheden.
TLW505.1	nee	n.v.t.	61	'Bank' voor bergingscompensatie. Inkoop van bergingscompensatie die al is gerealiseerd maar niet bestemd.
TLW512.1	nee	Opengraven A-watergang en aanleg droge berging, 0.1 m boven zomerpeil	360	Bergingscompensatie op terrein van voormalig kassencomplex aan de Bouwing in Tuil. De maatregel grenst aan een maatregel in de watergang.
WGG-A-004	Ja	Verbreden watergang naar minimale profiel A-watergang.	23	Dit is een maatregel die onderdeel is van de omleidingsroute zoals beschreven in paragraaf 3.3.3, waarbij het minimale profiel van een A-watergang wordt gerealiseerd om de afvoer te kunnen garanderen. Deze maatregel resulteert in extra waterberging
TLW603.1	nee	Waterbergingsoever met flauw talud (1:4 / 1:6)	112	Aanleg waterbergingsoever op perceel naast For Vuren. De grond is in eigendom van de provincie Gelderland.
TLW603.2	nee	Natuurvriendelijke oever, plas-dras 2m breed met houten palen in vooroever. Taluds 1:2.	195	Aanleg natuurvriendelijke oever op het terrein van de A15 parkeerplaats Veenbult in Vuren.
TLW607.1	ja	Taluds 1:2, bodemhoogte NAP -1.3m, aan westzijde waterbergingsoever met flauw talud. Leggerstatus naar B.	370	Verbreden van de watergang en aanleg van een waterbergingsoever op een agrarisch perceel. Dit is een meekoppelkans voor de verbetering van kwelafvoer van

				het wiel en ontlasting van de A-watergang door Dalem.
TLW613.1	nee	Waterbergingsoever, talud verflauwen 1:4 onder water, 1:2 boven water. Bodem verbreden waar mogelijk.	249	In dit peilvak bestaat reeds een grote opgave. Deze opgave is geïdentificeerd n.a.v. het doornemen van het zoekgebied wat in het OPPWW is opgenomen. De dam met duiker voor de oprit naar het perceel verplaatst enkele meters vanwege de maatregel, de dimensionering van de duiker blijft hetzelfde (rond 1,0m).
TLW615.1	ja	Talud verflauwen naar 1:2 en bodem verbreden aan oostzijde. Minimaal 2,5 afstand tussen boomgrens en insteek watergang.	105	Verbreden watergang aan de westzijde van de Peersteeg te Herwijnen.
TLW615.2	ja	Bodem watergang over een lengte van 35m 1m verbreden en over een lengte van 160m 1,5m verbreden. Talud 1:2.	60	Verbreden van de watergang langs de Wadenstijsesteeg te Herwijnen. Deze watergang is een knelpunt voor de waterafvoer van TLW612. Bij het perceel Wadenstijsesteeg 68 is de ruimte beperkt en wordt de bodem 1m verbreed. Ten noorden van dit perceel wordt de bodem 1,5 meter verbreed.
TLW616.1	ja	Bodem watergang verbreden circa 1,3m, talud 1:2	215	Verbreden watergang langs de Graaf Reinaldweg voor een verbetering van de afvoer/aanvoer door de aankoop van een strook van agrarisch percelen.
TLW616.3	nee	Droge berging, bodem verbreden met circa 3 tot 4m. Talud 1:2.	54	Perceel in eigendom van WSRL, Projectkantoor GraafReinald Alliantie.
TLW620.1	nee	Bodem watergang circa 1,5m verbreden, talud zuidzijde 1:3.	620	Deze maatregel ligt in een peilvak met een laag streefpeil en fungeert als sluitstuk voor de balans in bergingscompensatie.

De bergingsvolumes volgen uit het 3D ontwerp. De volumes zijn gecorrigeerd voor de aanwezigheid van duikers en daarnaast handmatig gecontroleerd.

### 7.3 Buitenpolders

De dijkversterking raakt ook leggerwateren in buitenpolders langs de buitenzijde van de dijk. Waar mogelijk worden deze teruggebracht. Op een enkele locatie in de Herwijjnense Benedenwaard is dit niet mogelijk. Dit verlies aan leggerwater heeft verwaarloosbare invloed op het hydrologisch functioneren van het watersysteem omdat het verlies marginaal is en de buitenpolders bij intense neerslag direct af kunnen wateren op de uiterwaarden. Het waterschap hanteert in de desbetreffende buitenpolders geen streefpeil. Het graven van vervangend water draagt daarom niet bij aan de robuustheid van het watersysteem en heeft bovendien nadelige effecten op kwel en de dijkveiligheid (piping). Daarom wordt de demping van dit leggerwater niet gecompenseerd middels bergingscompensatie.

## 8 Samenvatting en conclusies

In deze rapportage zijn de effecten van de ingrepen in het watersysteem geanalyseerd. Hiervoor zijn in Hoofdstuk 2 de situaties in beeld gebracht, waarmee de ingrepen zijn geanalyseerd. Het betreft een T=10 hoogwatersituatie, waarvoor het hoogwater uit 2018 is verhoogd tot een T=10 waterstand, een langjarig gemiddelde en een T=10 laagwatersituatie, waarvoor de zomer van 2003 is gebruikt. Alle te beschouwen ingrepen in watersysteemaanpassingen zijn in Hoofdstuk 3 beschreven. Dit betroffen de vergravingen in de uiterwaarden en de aanpassingen aan legger watergangen binnendijs. Deze ingrepen zijn in Hoofdstuk 4 geohydrologisch beschouwd. De dijkversterkingsmaatregelen zijn geohydrologisch gezien niet significant (Hoofdstuk 4.1). De geohydrologische berekeningen laten zien dat de ingrepen in de uiterwaarden binnendijs zeer beperkte effecten veroorzaken in de grondwaterstand. Tijdens hoogwater vindt een geringe toename van de afvoer plaats, die gecompenseerd moeten worden met extra berging. Hiermee voldoen de ingrepen aan de gestelde eisen van Waterschap Rivierenland. De effecten op de grondwaterstand hebben heel beperkte afgeleide effecten, die per dijkvak zijn beschreven.

Vanwege de dijkversterking moeten diverse watergangen verlegd of gedempt worden. Alle verleggingen en oplossingen om het watersysteem goed functionerend te houden, zijn in Hoofdstuk 5 beschreven. Op basis van de (geo)hydrologische effecten zijn de afgeleide effecten kwalitatief beschouwd. De resultaten hiervan zijn in het toaaloverzicht effecten (zie hoofdstuk 5 van het ontwerp Projectplan Waterwet) uiteengezet. Het watersysteem blijft hierbij naar behoren functioneren en de oplossingen zijn goed afgestemd met Waterschap Rivierenland.

In hoofdstuk 4 en 5 zijn effecten ten gevolge van de vergravingen in de uiterwaarden en binnendijs beschreven, die een bergingscompensatie behoeven. De bergingscompensatie is beschreven in Hoofdstuk 7. Hiermee wordt de toename van het waterbezwaar goed gecompenseerd.

De geohydrologische effecten door dijkversterking zijn niet significant. De geohydrologische effecten door de uiterwaardvergravingen zijn klein maar niet verwaarloosbaar. Dit wordt gecompenseerd door een aanvullende bergingsopgave. De dijkversterking levert hydrologische effecten, doordat waterlopen gedempt moeten worden voor het dijkontwerp. Het watersysteem kan zo worden aangepast dat het systeem goed blijft functioneren. De uiterwaardvergravingen hebben geen hydrologische effecten op. Het ontwerp voldoet aan de Richtlijn toetsing kwel en wegzijging.

Voor de volgende aandachtspunten is aandacht nodig:

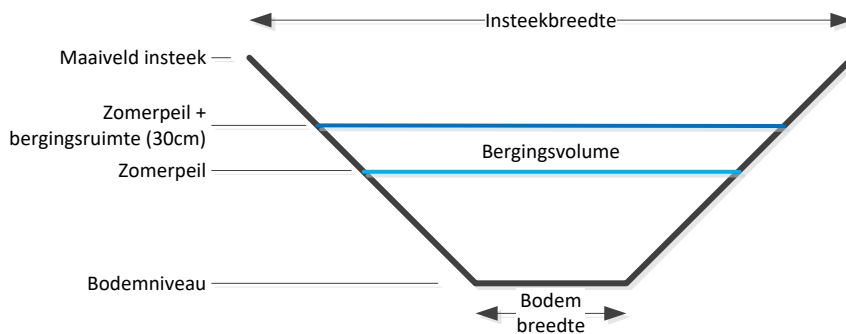
- Monitor de berekende grondwatereffecten tot na de realisatiefase.
- Lokale effecten dienen tijdens het uitvoeringsontwerp geminimaliseerd te worden.
- Indien er grote wijzigingen in het ontwerp optreden moet worden beoordeeld of er nieuwe effecten optreden.



## Bijlage 1

### BEREKENING BERGINGSVOLUME TE DEMPEN WATERGANGEN

Voor elke te dempen watergang met een leggerstatus die niet verlegd wordt is het verlies aan bergingsvolume bepaald. Hiervoor is per watergang een gemiddeld dwarsprofiel gekozen waarvoor het verlies aan berging is berekend. Dit is vervolgens vertaald naar een bergingsvolume voor de watergang. Enkele watergangen zijn opgedeeld in meerdere secties met elk een gemiddeld dwarsprofiel. Dat is de in de tabel te zien door dat een objectcode meer dan éénmaal voorkomt. De locaties van de watergangen is te vinden in de kaartenatlas van het projectplan. De berekeningsmethode staat beschreven in paragraaf 5.1.1.



Toelichting kolommen in de onderstaande tabel:

Objectcode	Unieke code van demping
BC_bodemhoogte	Bodemhoogte van het gemiddelde dwarsprofiel
BC_bodembreedte	Bodembreedte van het gemiddelde dwarsprofiel
BC_insteekbreedte	Insteekbreedte van het r gemiddelde dwarsprofiel
BC_lengte	Lengte van de watergangsectie waarvoor het dwarsprofiel representatief is. Dit is lengte van het te dempen vlak zoals weergegeven in de kaartenatlas.
BC_brondata	Gebruikte brongegevens. Dit is leggerdata, een inmeting of de AHN
BC_maaiveld	Maaiveldhoogte t.p.v. insteek van het gemiddelde dwarsprofiel
Peilvak	Peilvak waarin de watergang ligt
Zomerpeil	Zomerpeil van de watergang
h_berging	Peil bij maximale berging (30cm boven zomerpeil of bodem)
volume dwp [m <sup>2</sup> ]	Berging in dwarsprofiel
Bergingsvolume [m <sup>3</sup> ]	Bergingsvolume in watergang sectie

Objectcode	BC_bodemhoogte	BC_bodembreedte	BC_insteekbreedte	BC_lengte	BC_brondata	BC_maaiveld	Peilvak	Zomerpeil	h_berging	volume dwp [m2]	Bergingsvolume [m3]
WGD-A-001	1.76	1.20	3.52	371	trapezium legger	3	TLW513	1.80	2.10	0.47	173
WGD-A-001	1.30	1.66	7.30	42	Inmeting legger	3	TLW513	1.80	2.10	1.14	48
WGD-C-048	0.50	0.60	3.30	18.3	GOWA inmeting, geen leggerdata beschikbaar	1.35	TLW616	-0.30	0.80	0.32	6
WGD-C-049	0.79	0.50	2.90	22.4	Inmeting GOWA, geen leggerdata beschikbaar	1.5	TLW616	-0.30	1.09	0.30	7
WGD-C-054	-0.78	0.70	2.02	176.9	Watergang niet aanwezig. Trapezium profiel 10175 aangehouden	1	TLW616	-0.30	0.00	0.35	62
WGD-C-055	-0.78	0.70	3.60	36	Legger trapezium 10175	1	TLW616	-0.30	0.00	0.52	19
WGD-C-056	-0.63	0.70	3.60	33.3	Legger trapezium FID 10177	0.9	TLW616	-0.30	0.00	0.48	16
WGD-C-101	2.05	0.60	2.70	68	Inmeting GOWA. Geen legger profiel beschikbaar	2.8	TLW512	1.30	2.35	0.31	21
WGD-C-102	2.07	0.60	2.10	31	Inmeting GOWA. Geen legger profiel beschikbaar	2.8	TLW512	1.30	2.37	0.27	8
WGD-C-103	0.50	0.50	3.00	14.1	Inmeting GOWA, geen leggerprofiel beschikbaar	1.55	TLW503	0.55	0.85	0.29	4
WGD-C-109	0.80	0.70	1.60	20.6	AHN	1.44	TLW616	-0.30	1.10	0.27	6
WG-DUN-C-001	2.40	1.00	4.05	30	Bodembreedte en hoogte uit AHN	3	TLW513	1.80	2.70	0.53	16

## Bijlage 2

### TOETSING ONTWERP WATERGANGEN

In de keur en beleidsregels stelt het waterschap eisen aan de dimensionering van nieuwe watergangen. Tabel o-1 toont een niet-volledige samenvatting van deze eisen. De toets van het ontwerpprofiel van de watergangen staat in Tabel o-2.

Tabel o-1: overzichtstabel beleidsregels watergangen

BELEIDSREGELS	Watergangen			
	Status watergang	Bodembreedte	Talud	Waterdiepte
	A	0.70 m	2.0 -	1.00 m
	B	0.50 m	2.0 -	0.50 m
	C	0.50 m	1.0 -	0.50 m
	Afvoernorm			
	Landelijk	1.5 l/s/ha		
	Nieuw stedelijk	1.5 l/s/ha		
	Oud stedelijk	3.0 l/s/ha		
	Stroomsnelheid			
Kritieke stroomsnelheid watergang	0.6 m/s			
REKENREGELS				
Verhang			Toename agv lozing of onttrekking	
Max. verhang in watergang	5 cm/km		5 cm/km	
Max. verhang wg Albl., VHL of de Linge	1.5 cm/km		1.5 cm/km	
Max. verhang hoofdwatgang > 4km	3 cm/km		3 cm/km	

Tabel o-2: Toets ontwerpprofiel watergangen aan keur en beleidsregels

Objectcode	Status	Profiel en waterdiepte	Doorstroomcapaciteit, verhang en stroomsnelheid	Overige afwijkingen keur/beleid
WGG-B-012	b	Vanwege kwelgevoeligheid bestaande bodemhoogte gehandhaafd. Nieuwe profiel watergang is vergelijkbaar met huidige profiel. Voldoet aan minimale eisen van een B-watergang. De waterdiepte bij zomerpeil is <0.5m. De bodem van de watergang ligt hoog vanwege kwel.	Omdat de watergang is opgeschoven met dezelfde dimensies als de huidige watergang blijft de doorstroomcapaciteit, verhang en stroomsnelheid ongewijzigd.	-
WGG-C-005	c	Profiel van de bestaande watergang gehandhaafd, dit voldoet aan minimale dimensies C-watergang. De watergang heeft geen streefpeil. Daarom is de bodemhoogte van de bestaande watergang aangehouden.	Omdat de watergang is opgeschoven met dezelfde dimensies als de huidige watergang blijft de doorstroomcapaciteit, verhang en stroomsnelheid ongewijzigd.	-
WGG-G-009	Geen	Profiel van de bestaande watergang gehandhaafd. Geen leggerstatus. De watergang heeft geen streefpeil. Daarom is de bodemhoogte van de bestaande watergang aangehouden.	Omdat de watergang is opgeschoven met dezelfde dimensies als de huidige watergang blijft de doorstroomcapaciteit, verhang en stroomsnelheid ongewijzigd.	-
WGG-C-009	c	Profiel van de bestaande watergang gehandhaafd, dit voldoet aan minimale dimensies C-watergang. De watergang heeft geen streefpeil. Daarom is de	Omdat de watergang is opgeschoven met dezelfde dimensies als de huidige watergang blijft de doorstroomcapaciteit, verhang en stroomsnelheid ongewijzigd.	-

Objectcode	Status	Profiel en waterdiepte	Doorstroomcapaciteit, verhang en stroomsnelheid	Overige afwijkingen keur/beleid
		bodemhoogte van de bestaande watergang aangehouden.		
WGG-B-009	b	Profiel voldoet aan minimale dimensies B-watergang. Het praktijk peil is NAP+0,7m. Dit wijkt af van het peilbesluit (peilbesluit wordt aangepast). Bij zomerpeil voldoet de minimale waterstand (0,5m) voor de B-watergang.	De watergang is hydraulisch doorgerekend en voldoet aan de eisen van het waterschap, zie GO-WA-NTT-23874	-
WGG-C-006	c	Bestaand profiel gehandhaafd, voldoet aan minimale dimensies C-watergang De watergang heeft geen streefpeil. Daarom is de bodemhoogte van de bestaande watergang aangehouden.	Omdat de watergang is opgeschoven met dezelfde dimensies als de huidige watergang blijft de doorstroomcapaciteit, verhang en stroomsnelheid ongewijzigd.	-
WGG-C-007	c	Bestaand profiel gehandhaafd, voldoet aan minimale dimensies C-watergang De watergang heeft geen streefpeil. Daarom is de bodemhoogte van de bestaande watergang aangehouden.	Omdat de watergang is opgeschoven met dezelfde dimensies als de huidige watergang blijft de doorstroomcapaciteit, verhang en stroomsnelheid ongewijzigd.	-
WGG-A-002	a	Profiel van de nieuwe watergang voldoet aan het minimale profiel voor een A-watergang. De watergang heeft een hoge bodem vanwege kwel. Met de gekozen bodemhoogte sluit de watergang goed aan op de boven- en benedenstroomse watergang. Hierdoor wordt niet aan de minimale waterdiepte voldaan.	De bodem van de watergang ligt te hoog om te kunnen toetsen aan verhang. Het profiel is voldoende groot voor de afvoer.	Het ontwerp van de watergang moet nog nader worden afgestemd met de projectontwikkelaar op wiens perceel de watergang komt te liggen. Mogelijk wordt het profiel ruimer i.v.m.de bergingscompensatie opgave.
WGG-A-003	a	Profiel gelijk aan bovenstrooms leggerprofiel. De bodemhoogte is te hoog om aan de minimale waterstand van 1 m te voldoen. Omdat het profiel <100m is, is het bestaande leggerprofiel aangehouden.	De bodem van de watergang ligt te hoog om te kunnen toetsen aan verhang. Het profiel is voldoende groot voor de afvoer.	-
WGG-A-004	a	Profiel van de nieuwe watergang voldoet aan het minimale profiel voor een A-watergang. De watergang heeft een hoge bodem vanwege kwel. De bestaande bodemhoogte is gehandhaafd en is te hoog om aan de minimale waterstand van 1 m te voldoen.	De bodem van de watergang ligt te hoog om te kunnen toetsen aan verhang. Het profiel is voldoende groot voor de afvoer.	-
WGG-C-004	c	Profiel van de bestaande watergang gehandhaafd, dit voldoet aan minimale dimensies C-watergang. De watergang heeft geen streefpeil. Daarom is de bodemhoogte van de bestaande watergang aangehouden.	Omdat de watergang is opgeschoven met dezelfde dimensies als de huidige watergang blijft de doorstroomcapaciteit, verhang en stroomsnelheid ongewijzigd.	-

## TOETSING ONTWERP DUIKERS

In de keur en beleidsregels stelt het waterschap eisen aan de dimensionering van nieuwe duikers. De toets van het ontwerp van de duikers staat in Tabel o-3.

Tabel o-3: Toetsing ontwerp duikers

Objectcode	Status	Aandeel lucht	Opstuwing	Overig afwijkingen keur/beleid
WG-DUN-B-010	b	0.2	Opstuwing <1mm. Berekening in GO-WA-NTT-23874.	-
WG-DUN-C-001	c	>0.2m. Droogvallende watergang.	Droogvallende watergang.	-
WG-DUN-C-002	c	varieert, geen streefpeil	Geen streefpeil. Bij duiker 30cm gevuld opstuwing nihil. Afwaterend gebied 3,2ha	-
WG-DUN-C-009	c	varieert, geen streefpeil	Geen streefpeil. Bij duiker 75cm gevuld opstuwing nihil. Afwaterend gebied 32ha	-
WG-DUN-C-015	c	0.25	Afwaterend gebied <1ha. Opstuwing nihil.	-
WG-DUN-A-004	a	>0.25m. Door hoge bodemligging watergang.	Opstuwing <5mm. Berekening in GO-WA-NTT-24047	-
WG-DUN-A-005	a	>0.25m. Door hoge bodemligging watergang.	Opstuwing <5mm. Berekening in GO-WA-NTT-24047	-
WG-DUN-A-006	a	>0.25m. Door hoge bodemligging watergang.	Opstuwing <5mm. Berekening in GO-WA-NTT-24047	-
WG-DUN-A-008	a	0.25	Opstuwing <5mm. Berekening in GO-WA-NTT-24047	-

## TOETSING ONTWERP BERGINGSCOMPENSATIE

In de keur en beleidsregels stelt het waterschap eisen aan de bergingscompensatiemaatregelen. De toets van het ontwerp van de maatregelen staat in Tabel o-4.

Tabel o-4: Toets ontwerp profiel watergangen aan keur en beleidsregels

Code	Status	Profiel en waterdiepte	Doorstroomcapaciteit, verhang en stroomsnelheid	Beschermingszone	Overige afwijkingen keur/beleid
TLW503.1	A	De huidige bodemhoogte blijft gewaarborgd. De bodem wordt verbreed en het talud verflauwd (1:2).	De bodem wordt verbreed waardoor de doorstroomcapaciteit toeneemt. Het verhang wordt niet gewijzigd. De stroomsnelheid kan iets afnemen.	Insteek – insteek < 8 m. De beschermingszone (4 m) aan de noordzijde van de watergang schuift op naar het noorden. Vanaf deze kant is de watergang te onderhouden.	-
TLW503.2	A	De huidige bodemhoogte blijft gewaarborgd. De bodem wordt verbreed en het talud verflauwd (1:2).	De bodem wordt verbreed waardoor de doorstroomcapaciteit toeneemt. Het verhang wordt niet gewijzigd. De stroomsnelheid kan iets afnemen.	De beschermingszone aan de noordzijde van de watergang schuift 4 m op naar het noorden.	-
TLW505.1	B	Reeds bestaande leggerwatergang. Geen wijzigingen.	Geen wijzigingen.	Geen wijzigingen.	-

Code	Status	Profiel en waterdiepte	Doorstroomcapaciteit, verhang en stroomsnelheid	Beschermingszone	Overige afwijkingen keur/beleid
TLW512.1	B	Droge berging op 0.1 m boven zomerpeil. Dit betreft een droogvallende berging. De minimale waterdiepte voor een B-watergang wordt daarom niet gehaald. Er zijn taluds van 1:2 aangehouden.	Breedte is groter dan 0.5 m. De doorstroomcapaciteit van het gebied wordt aanzienlijk verbeterd.	Er komt een beschermingszone van 1 m naast de berging te liggen. De berging kan in droge perioden onderhouden worden.	-
TLW603.1	B	De bodem van de bestaande leggerwatergang wordt verbreed en het talud wordt verflauwd (1:4/1:6). De bodemhoogte blijft gewaarborgd.	De bodem wordt verbreed waardoor de doorstroomcapaciteit toeneemt. Het verhang wordt niet gewijzigd. De stroomsnelheid kan iets afnemen.	De beschermingszone van 1 m aan de westzijde van de watergang verschuift verder naar het westen. Vanuit het grasland kan de watergang onderhouden worden.	-
TLW603.2	A	Het bestaande leggerprofiel wordt verbreed met een plasdras oever (2m breed, taluds 1:2).	De doorstroomcapaciteit, het verhang en de stroomsnelheid zullen door de ingreep nauwelijks gewijzigd worden.	Insteek – insteek > 8 m. Het onderhoud wordt momenteel varend uitgevoerd. Er dient een beheerstrook van 4 m breed aan de noordzijde van de watergang aangelegd te worden om de NVO te kunnen onderhouden.	-
TLW607.1	B (gewijzigd)	Het bestaande leggerprofiel wordt verbreed. Taluds 1:8/1:4. De huidige bodemhoogte wordt aangehouden.	De doorstroomcapaciteit zal door de verbreding aanzienlijk toenemen. Het verhang verandert niet. De stroomsnelheid kan door de verbreding iets afnemen.	Er dient een beschermingszone van 1 m breed aan de oostzijde van de watergang komen te liggen. Vanaf het landbouwperceel kan de watergang onderhouden worden.	-
TLW613.1	A	Het bestaande leggerprofiel wordt verbreed door de taluds (1:4/1:2) te verflauwen. De huidige bodemhoogte wordt aangehouden	De doorstroomcapaciteit zal door de verbreding toenemen. Het verhang verandert niet. De stroomsnelheid kan door de verbreding iets afnemen	Insteek – insteek < 8 m. De beschermingszone (4 m) dient aan de oostzijde van de watergang komen te liggen. Vanaf deze kant is de watergang te onderhouden.	-
TLW615.1	B	Het bestaande leggerprofiel wordt verbreed door de bodem te verbreden (+0.5 m) en het talud (1:2) te verflauwen. De huidige bodemhoogte wordt aangehouden	De doorstroomcapaciteit zal door de verbreding toenemen. Het verhang verandert niet. De stroomsnelheid kan door de verbreding iets afnemen	Er dient een beschermingszone van 1 m breed aan de oostzijde van de watergang komen te liggen. Onderhoud kan vanaf de oostzijde plaatsvinden.	-
TLW615.2	A	Het bestaande leggerprofiel wordt verbreed door de bodem te verbreden (+1.5 m/+1 m) en het talud (1:2) te verflauwen. De huidige bodemhoogte wordt aangehouden	De doorstroomcapaciteit zal door de verbreding toenemen. Het verhang verandert niet. De stroomsnelheid kan door de verbreding iets afnemen	Insteek - insteek < 8 m. De beschermingszone (4 m) dient aan de oostzijde (aan de kant van de Waddesteinsesteeg) van de watergang komen te liggen. Vanaf deze kant is de watergang te onderhouden	-
TLW616.1	A	Het bestaande leggerprofiel wordt verbreed door de bodem te verbreden (+1.3 m) en het talud (1:2) te verflauwen. De huidige	De doorstroomcapaciteit zal door de verbreding toenemen. Het verhang verandert niet. De stroomsnelheid kan	Insteek - insteek > 8 m. De beschermingszone (4 m) dient aan weerszijden van de watergang komen te liggen (aan het fietspad langs de Graaf Reinwaldweg en op	-

Code	Status	Profiel en waterdiepte	Doorstroomcapaciteit, verhang en stroomsnelheid	Beschermingszone	Overige afwijkingen keur/beleid
		bodemhoogte wordt aangehouden	door de verbreding iets afnemen	het landbouwperceel).	
TLW616.3	C	Het bestaande leggerprofiel wordt verbreed door de bodem te verbreden (2.5 m) en het talud (1:2) te verflauwen. De huidige bodemhoogte wordt aangehouden. Dit betreft een droogvallende sloot.	De doorstroomcapaciteit zal door de verbreding toenemen. Het verhang verandert niet. De stroomsnelheid kan door de verbreding iets afnemen	De watergang dient onderhouden te worden door WSRL. Om dit te kunnen bewerkstelligen dient er een beschermingszone van 4 m aan de oostzijde van de watergang gerealiseerd te worden.	Bergingscompensatie in C-watergang omdat grond in eigendom is van het waterschap.
TLW620.1	B	Het bestaande leggerprofiel wordt verbreed door de bodem te verbreden (2.5 m) en het talud (1:2) te verflauwen. De huidige bodemhoogte wordt aangehouden.	De doorstroomcapaciteit zal door de verbreding toenemen. Het verhang verandert niet. De stroomsnelheid kan door de verbreding iets afnemen	Er dient een beschermingszone van 1 m breed aan de zuidzijde van de watergang komen te liggen. Vanaf deze kant kan de watergang onderhouden worden.	-