



# Verkenning Veilige Vecht

MER - Deelrapport rivierkunde

# Inhoudsopgave

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Inleiding</b>   | <b>4</b>  |
| 1.1. Functie deelrapport  | 4         |
| 1.2. Project Veilige Vecht  | 4         |
| 1.3. Leeswijzer   | 9         |
| <b>2. De onderzochte kansrijke alternatieven en meekoppelkansen</b> | <b>10</b> |
| <b>3. Wettelijk kader en beleidskader</b>                           | <b>14</b> |
| 3.1. Nationaal  | 14        |
| 3.2. Regionaal  | 14        |
| <b>4. Huidige situatie en autonome ontwikkeling</b>                 | <b>16</b> |
| 4.1. Huidige situatie   | 16        |
| 4.2. Autonome ontwikkelingen  | 19        |
| <b>5. Beoordelingskader en methodiek</b>                            | <b>21</b> |
| 5.1. Beoordelingskader  | 21        |
| 5.2. Methodiek  | 22        |
| <b>6. Effectbeschrijving en -beoordeling</b>                        | <b>28</b> |
| 6.1. Overzicht effectbeoordeling                                    | 28        |
| 6.2. Deeltraject 1B - Rechterensedijk B                             | 30        |
| 6.3. Deeltraject 2 - Poppenallee                                    | 30        |
| 6.4. Deeltraject 5 - De Maatgraven                                  | 31        |
| 6.5. Deeltraject 7B - Bruggenhoek-Agnietenberg B                    | 31        |
| 6.6. Deeltraject 7C - Bruggenhoek-Agnietenberg C                    | 31        |
| 6.7. Deeltraject 9 - Dalfsen Oostelijke Vechtkade                   | 32        |
| 6.8. Deeltraject 16B - Haerst B                                     | 32        |
| 6.9. Deeltraject 17 - De Zijlkolk                                   | 32        |
| 6.10. Overige deeltrajecten   | 32        |
| 6.11. Deeltrajectoverstijgende effecten                             | 33        |
| 6.12. Beoordeling nevengeul Vechterweerd                            | 34        |
| <b>7. Mitigatie en compensatie</b>                                  | <b>36</b> |
| 7.1. Mitigerende en compenserende maatregelen                       | 36        |
| 7.2. Overzicht effecten na mitigatie en compensatie                 | 38        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>8. Aandachtspunten voor de planuitwerking</b>     | <b>39</b> |
| 8.1. Leemten in kennis en informatie                 | 39        |
| 8.2. Voorstellen voor vervolgonderzoek en monitoring | 39        |
| 8.3. Nader te onderzoeken maatregelen en locaties    | 40        |
| <b>9. Referenties</b>                                | <b>41</b> |

# 1. Inleiding

## 1.1. Functie deelrapport

Dit deelrapport beschrijft de effecten van de kansrijke alternatieven voor de verkenning Veilige Vecht op het thema rivierkunde. Het thema rivierkunde beschrijft de werking van het riviersysteem en bevat effecten op de hoogwaterveiligheid (onder andere afvoer van water en ijs), effecten op de morfologie (zoals aanzanding van de vaarweg) en hydraulische effecten (onder andere inundatiefrequentie van uiterwaarden). Het deelrapport is onderdeel van het MER deel 1 Veilige Vecht en bijlage bij het hoofdrapport. Het deelrapport bevat de specifieke uitgangspunten en gedetailleerde informatie voor thema rivierkunde. Een algemene toelichting op het project Veilige Vecht en de aanpak en uitgangspunten voor de effectenstudies zijn te vinden in het hoofdrapport MER.

Het MER deel 1, en dit bijbehorende deelrapport, gaat in op de effecten van de kansrijke alternatieven met een detailniveau passend bij de verkenningsfase; het levert voldoende informatie voor het selecteren van het voorkeursalternatief (VKA) voor Veilige Vecht. Het VKA is de meest gunstige manier om de dijk te versterken op basis van een totaalafweging op doelbereik, haalbaarheid (zoals technische aspecten, kosten en vergunbaarheid) en impact op de omgeving. In het hoofdrapport wordt de impact op de omgeving van het VKA op hoofdlijnen weergegeven. In de planuitwerkingsfase wordt het VKA in meer detail onderzocht in MER deel 2.

## 1.2. Project Veilige Vecht

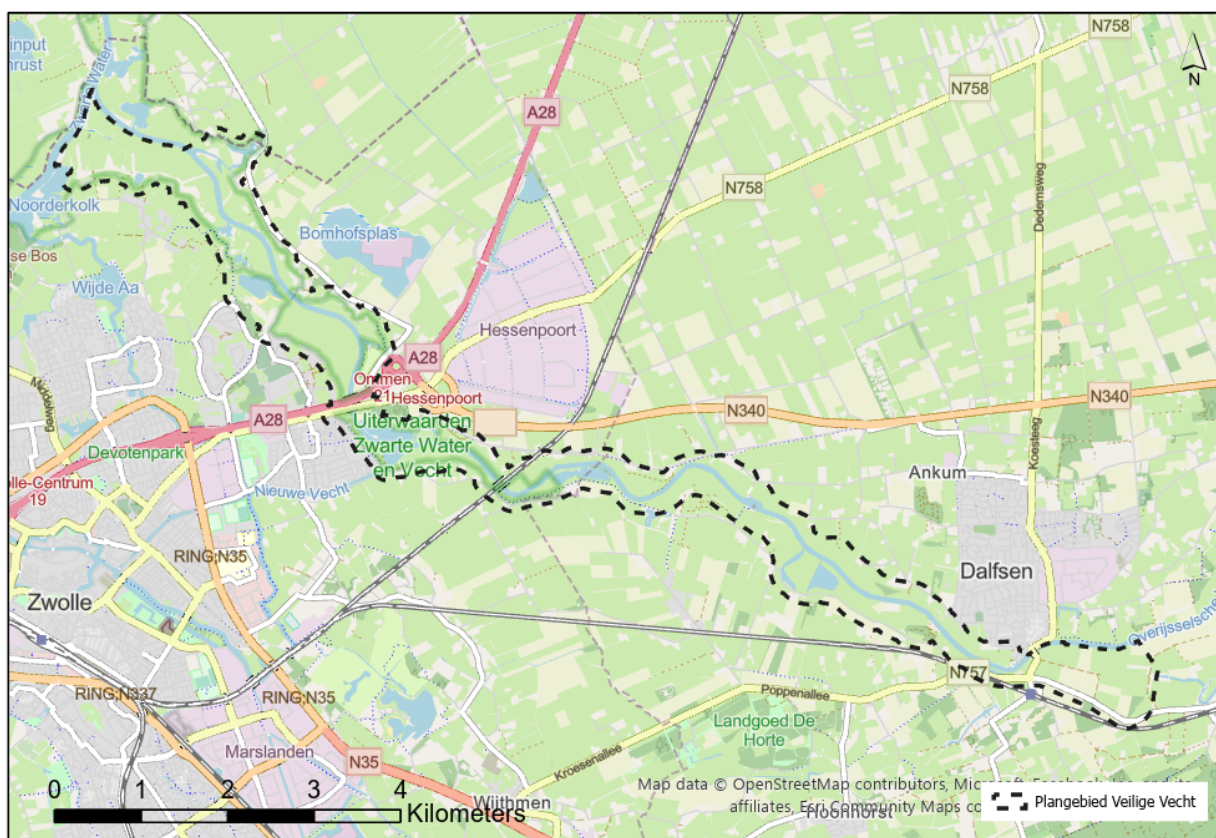
### Aanleiding

De Vechtdijken tussen Dalfsen en Zwolle moeten worden versterkt om het gebied achter de dijken te beschermen tegen overstromingen. Dat was aanleiding om het project Veilige Vecht te starten, zoals aangekondigd in het startdocument (Waterschap Drents Overijsselse Delta, 2020a). In dit project onderzoekt Waterschap Drents Overijsselse Delta wat er precies moet gebeuren om de dijken veilig te maken. De dijken moeten in 2050 weer voldoen aan de eisen.

De Waterwet schrijft voor dat de dijken regelmatig worden beoordeeld om te onderzoeken of deze voldoen aan de wettelijke waterveiligheidsnormen. Uit deze beoordeling blijkt dat de noordelijke en zuidelijke Vechtdijken tussen Dalfsen en Zwolle niet aan de wettelijke normen voldoen. Het Waterschap Drents Overijsselse Delta is verantwoordelijk voor het tijdig realiseren van de waterveiligheid zodat de dijken weer aan de wettelijke normen voldoen. Zo zorgt Waterschap Drents Overijsselse Delta voor waterveiligheid voor inwoners van Zwolle, Dalfsen, een groot deel van Salland en het achterland aan de noordzijde van de Vecht. Het waterschap is daarom een verkenning gestart naar mogelijke maatregelen om de waterveiligheid tussen Dalfsen en Zwolle te verbeteren. Dit project maakt onderdeel uit van het landelijke Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP).

Het plangebied voor het vervolg van het project Veilige Vecht is weergegeven in Afbeelding 1-1. Het plangebied loopt aan de noordzijde van het gemeentehuis in Dalfsen tot de gemeentegrens Zwolle-Zwartewaterland tussen Haerst en Genne (dijkpaal 11,9 tot 27,1). Aan de zuidzijde loopt het van de Rechterensedijk tot de monding van het Zwartewater bij Langenholte (dijkpaal 112,6 tot 95,3), zowel aan de noord- als aan de zuidkant van de oever van de Vecht (buitendijks) tot circa

100 m binnendijks. Het waterfront Dalfsen ligt ook in het plangebied, maar hier wordt in een ander project aan gewerkt dus het is geen onderdeel van Veilige Vecht. De stadsdijken van Zwolle liggen buiten het plangebied.



Afbeelding 1-1 Plangebied Veilige Vecht

Het studiegebied is het hele gebied waarin mogelijk effecten optreden ten gevolge van de kansrijke alternatieven van Veilige Vecht. Het studiegebied kan dus groter zijn dan het plangebied. Per effect verschilt de omvang en de exacte ligging van het studiegebied. Hoofdstuk 5 licht per criterium het studiegebied toe.

### Projectdoelen

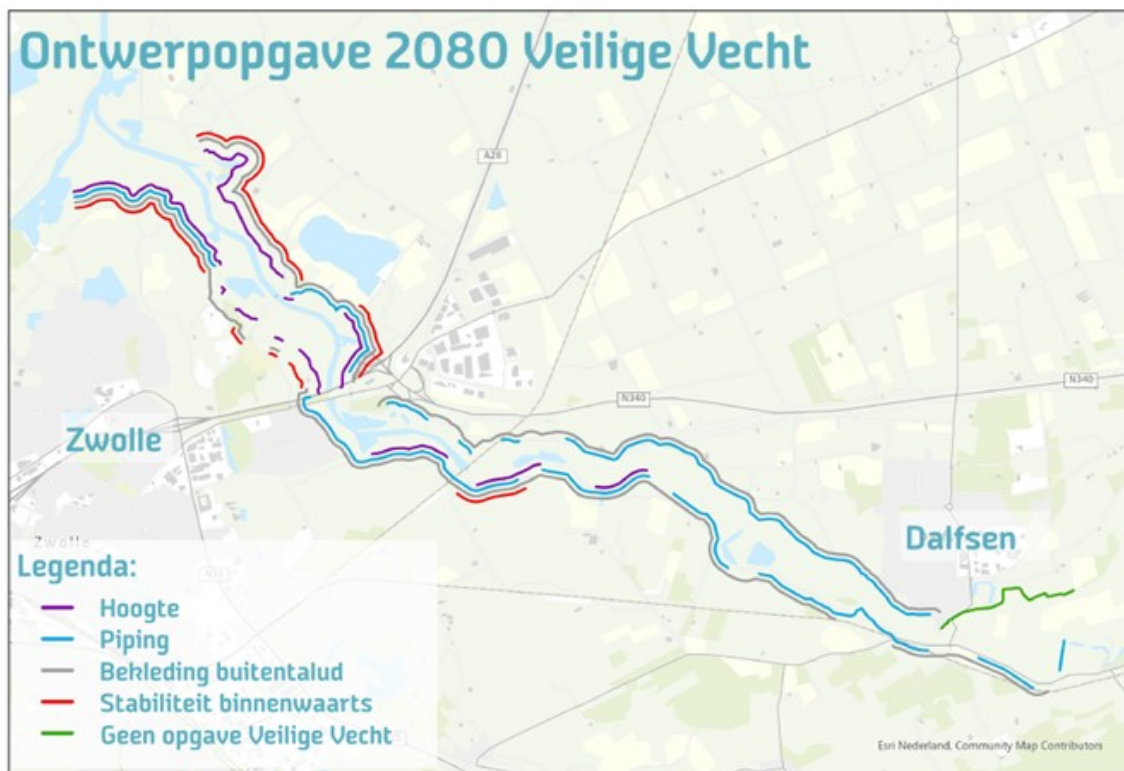
Het belangrijkste doel van het project Veilige Vecht is dat de Vechtdijken tussen Dalfsen en Zwolle aan het einde van het project aan de wettelijke waterveiligheidseisen voldoen. De dijken moeten bescherming bieden tegen overstromingen als het water in de Vecht extreem hoog is. Daarnaast heeft het waterschap 2 nevendoelen: bijdragen aan een klimaatbestendiger stroomgebied (één van de doelen van de watervisie) en kansen bieden voor gebiedsontwikkeling in de regio. De doelen van het project zijn dus:

- Waterveiligheid verhogen tussen Dalfsen en Zwolle: de dijken voldoen aan de waterveiligheidseisen.
- Kansen benutten voor een klimaatbestendiger watersysteem van de Vecht<sup>1</sup>.
- Kansen benutten in combinatie met andere opgaven, verder 'gebiedsopgaven' genoemd (werk met werk maken, maatschappelijke meerwaarde creëren).

<sup>1</sup> Een klimaatbestendig watersysteem is blijvend functioneel voor veilig, schoon en voldoende water, veerkrachtig en aanpasbaar op klimaatontwikkelingen en in balans met huidig en toekomstig landgebruik.


### Opgaven voor de Vechtdijken

In 2017 zijn de Vechtdijken tussen Dalfsen en Zwolle beoordeeld en in 2022 is de opgave geactualiseerd (op basis van nieuwe modellen en nieuwe inzichten over grasbekleding op zanddijken). Hieruit blijkt dat een groot deel van deze twee dijken niet sterk en/of hoog genoeg is en daarmee niet voldoet aan de normen. De Vechtdijken tussen Dalfsen en Zwolle moeten versterkt worden omdat ze niet voldoen qua piping, bekleding, stabiliteit en hoogte (zie Afbeelding 1-2). Afbeelding 1-3 licht deze zogenoemde faalmechanismen toe. Afbeelding 1-2 laat zien dat de opgaven niet langs de hele lengte van de Vechtdijken tussen Dalfsen en Zwolle spelen. Hoofdstuk 2 geeft voor elk deeltraject aan welke opgaven er spelen.



Afbeelding 1-2 Waterveiligheidsopgave voor Vechtdijk Dalfsen-Zwolle

### Faalmechanismen

|   |  |
|---|--|
|  | <p><b>Hoogte: overloop en golfoverslag</b><br/>De dijk is niet hoog genoeg. Doordat er teveel water over de dijk stroomt kunnen de kruin en het binnentalud eroderen waardoor de dijk bezwijkt.</p>  |
|  | <p><b>Piping</b><br/>Tijdens hoogwater ontstaan kanaaltjes (zandmeevoerende wellen) onder de dijk. Hierdoor kan water dat onder de dijk doorstroomt zand meevoeren, waardoor de dijk verzwakt en vervolgens bezwijkt.</p>                  |
|  | <p><b>Stabiliteit binnenwaarts: afschuiving van het binnentalud</b><br/>De dijk is niet stabiel genoeg om weerstand te kunnen bieden bij hoogwater, waardoor delen van de dijk aan de landzijde kunnen afschuiven en de dijk bezwijkt.</p> |
|  | <p><b>Bekleding: erosie door beschadiging van bekleding</b><br/>Door stroming en golven kan de grasbekleding beschadigd raken. De dijk kan bezwijken, doordat het onderliggende zand weg erodeert.</p>                                     |

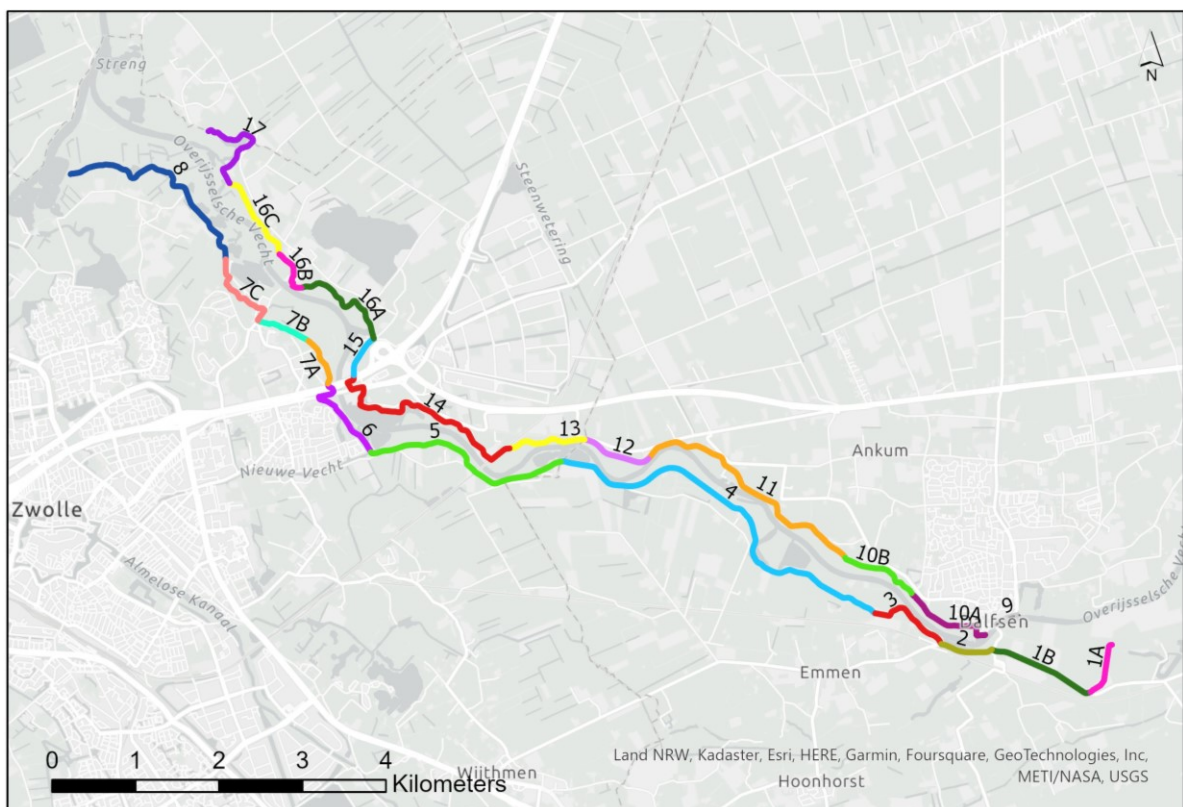
Afbeelding 1-3 Toelichting faalmechanismen

### Deeltrajecten

De Vechtdijken tussen Dalfsen en Zwolle zijn ingedeeld in deeltrajecten met vergelijkbare opgaven en kenmerken. Per deeltraject zijn verschillende alternatieven onderzocht. Het project hanteert de volgende deeltrajecten (zie de kaart in afbeelding 1-4):

- 1 Rechtersedijk
  - 1A - Rechtersedijk A
  - 1B - Rechtersedijk B
- 2 Poppenallee

- 3 Recreatiewoningen zuidelijke Vechtdijk
- 4 Zuidelijke Vechtdijk
- 5 De Maatgraven
- 6 Berkum
- 7 Bruggenhoek-Agnietenberg
  - 7A - Bruggenhoek-Agnietenberg A
  - 7B - Bruggenhoek-Agnietenberg B
  - 7C - Bruggenhoek-Agnietenberg C
- 8 Langenholte
- 9 Dalfsen Oostelijke Vechtkade (**geen opgave**)
- 10 Dorpskern Dalfsen-RWZI
  - 10A - Dorpskern Dalfsen-RWZI A
  - 10B - Dorpskern Dalfsen-RWZI B
- 11 RWZI-Vechterweerd-de Broekhuizen
- 12 Hessenweg-de Broekhuizen
- 13 Hessenweg-spoorwegovergang
- 14 Spoorbrug-A28
- 15 Jachthaven
- 16 Haerst
  - 16A - Haerst A
  - 16B - Haerst B
  - 16C - Haerst C
- 17 De Zijlolk



Afbeelding 1–4 Deeltrajecten Veilige Vecht



### 1.3. Leeswijzer

Onderstaande tabel 1.1 toont de opbouw van het deelrapport:

| Hoofdstuk   | Geeft antwoord op de vraag  |
|---|---|
| 1. Inleiding  | Wat staat er in het deelrapport?  |
| 2. Beschrijving ingrepen en kansrijke alternatieven                 | Welke ingrepen zijn er mogelijk nodig en welke kansrijke alternatieven zijn per deeltraject onderzocht? |
| 3. Wettelijk kader en beleidskader                                  | Wat zijn de geldende kaders en richtlijnen voor rivierkunde?  |
| 4. Huidige situatie en autonome ontwikkelingen                      | Hoe ziet de milieusituatie er nu en straks uit voor rivierkunde?  |
| 5. Beoordelingskader en methodiek                                   | Hoe onderzoeken we de effecten op rivierkunde?  |
| 6. Effectbeschrijving van de kansrijke alternatieven en beoordeling | Welke effecten hebben de maatregelen van de kansrijke alternatieven op rivierkunde?                     |
| 7. Mitigatie en compensatie   | Welke maatregelen kunnen we nemen om de milieueffecten te voorkomen of te beperken?                     |
| 8. Aandachtspunten voor de planuitwerking                           | Welke openstaande vragen en aandachtspunten zijn er voor de volgende fase van het project?              |
| 9. Referenties  | Welke bronnen zijn er gebruikt voor het samenstellen van dit deelrapport?                               |

Tabel 1-1 Leeswijzer deelrapport

## 2. De onderzochte kansrijke alternatieven en meekoppelkansen

Tabel 2-1 geeft weer welke kansrijke alternatieven en meekoppelkansen in elk van de deeltrajecten zijn onderzocht. Het hoofdrapport MER bevat een uitgebreidere toelichting op deze alternatieven (paragraaf 6.3 t/m 6.25) en een uitleg van de verschillende bouwstenen waaruit de kansrijke alternatieven bestaan (paragraaf 6.2). Ook licht het hoofdrapport MER toe welk proces en welke afwegingen tot deze kansrijke alternatieven hebben geleid (paragraaf 6.1).

| Deeltraject |  | Beschrijving KA-X   | Beschrijving KA-Z  |
|-------------|--|---|--|
| 1A          | Rechterensedijk – A                    | Diepploegen – 8 m breed, 1,5 m diep   | Voorlandverbetering – breedte varieert tussen 13 en 45 m   |
| 1B          | Rechterensedijk – B                    | Erosiebuffer (buitenwaarts) van zand – 5 m breed<br>Voorlandverbetering – breedte varieert tussen 0 en 47,0 m   | Gras op klei op het buitentalud<br><br>Verticale voorziening (piping) – lengte circa 10 m  |
| 2           | Poppenallee                            | Erosiebuffer (buitenwaarts) van zand – 5 m breed<br>Diepploegen – 8 m breed, 1,5 m diep<br><br>Meekoppelkans: fietspad aan de noordzijde langs de Poppenallee | Gras op klei op het buitentalud<br><br>Verticale voorziening (piping) – lengte circa 10 m  |
| 3           | Recreatiewoningen Zuidelijke Vechtdijk | Diepploegen – 8 m breed, 1,5 m diep   | Pipingberm – breedte varieert tussen 1,6 en 45,6 m   |
| 4           | Zuidelijke Vechtdijk                   | Erosiebuffer (binnenwaarts) van zand – 5 m breed<br>Diepploegen – 8 m breed, 1,5 m diep   | I<br>Gras op klei op het buitentalud<br>Voorlandverbetering – breedte varieert tussen 0 en 72,5 m<br><br>II<br>Gras op klei op het buitentalud<br>Verticale voorziening (piping) – lengte circa 10 m |
| 5           | De Maatgraven                          | Erosiebuffer (binnenwaarts) van zand – 5 m breed<br>Diepploegen – 8 m breed, 1,5 m diep<br>Kruinverhoging (binnenwaarts) – orde 0,7 m<br>verlegging watergang | Gras op klei op het buitentalud<br><br>Verticale voorziening (piping) – lengte circa 10 m<br>Kruinverhoging (binnenwaarts) – orde 0,7 m<br>verlegging watergang                                      |
| 6           | Berkum                                 | Erosiebuffer (binnenwaarts) van zand – 5 m breed<br>Diepploegen – 8 m breed, 1,5 m diep<br>verlegging watergang   | Gras op klei op het buitentalud<br><br>Verticale voorziening (piping) – lengte circa 10 m  |
| 7A          | Bruggenhoek-Agnietenberg – A           | Taludverflauwing 1:4  | Verticale voorziening (stabiliteit) – lengte circa 10 m  |
| 7B          | Bruggenhoek-Agnietenberg – B           | Kruinverhoging – orde 0,2 m   | Kruinverhoging – orde 0,2 m  |
| 7C          | Bruggenhoek-Agnietenberg – C (special) | verleggen ligging kering via hoge grond en ophogen fietspad   | verhoging huidige kering over de camping   |
| 8           | Langenholte                            | Erosiebuffer (binnenwaarts) van   | Gras op klei op het buitentalud  |

| Deeltraject |  | Beschrijving KA-X   | Beschrijving KA-Z  |
|-------------|--|---|--|
|             |  | zand – 7 m breed<br>Verticale voorziening (piping) –<br>lengte circa 10 m<br>Kruinverhoging (binnenwaarts) –<br>orde 0,3 m<br>Steunberm – 4 m breed<br><br>verlegging watergang       | Verticale voorziening (piping) –<br>lengte circa 10 m<br>Kruinverhoging (binnenwaarts) –<br>orde 0,3 m<br>Verticale voorziening (stabiliteit) –<br>lengte circa 10 m                                       |
| 9           | Dalfsen Oostelijke Vechtkade                           | -   |  |
| 10A         | Dorpskern Dalfsen-<br>Rioolwaterzuivering – A          | Erosiebuffer (binnenwaarts) van<br>zand – 5 m breed<br>Diepploegen – 8 m breed, 1,5<br>m diep   | Gras op klei op het buitentalud<br><br>Pipingberm – breedte varieert<br>tussen 18 en 48 m  |
| 10B         | Dorpskern Dalfsen-<br>Rioolwaterzuivering – B          | Erosiebuffer (binnenwaarts) van<br>zand – 5 m breed<br>Diepploegen – 8 m breed, 1,5<br>m diep<br>verlegging watergang   | Gras op klei op het buitentalud<br><br>Verticale voorziening (piping) –<br>lengte circa 10 m   |
| 11          | Rioolwaterzuivering-<br>Vechterweerd-De<br>Broekhuizen | Erosiebuffer (binnenwaarts) van<br>zand – 5 m breed<br>Diepploegen – 8 m breed, 1,5<br>m diep   | Gras op klei op het buitentalud<br><br>Verticale voorziening (piping) –<br>lengte circa 10 m   |
| 12          | Hessenweg-De<br>Broekhuizen                            | Erosiebuffer (binnenwaarts) van<br>zand – 5 m breed<br>Diepploegen – 8 m breed, 1,5<br>m diep   | Gras op klei op het buitentalud<br><br>Voorlandverbetering – breedte<br>varieert tussen 32 en 94 m   |
| 13          | Hessenweg-<br>Spoorwegovergang                         | I<br>Erosiebuffer (binnenwaarts) van<br>zand – 5 m breed<br><br>II<br>Erosiebuffer (binnenwaarts) van<br>zand – 5 m breed<br>Diepploegen – 8 m breed, 1,5<br>m diep                   | I<br>Gras op klei op het buitentalud<br><br>II<br>Gras op klei op het buitentalud<br><br>Verticale voorziening (piping) –<br>lengte circa 10 m   |
| 14          | Spoorbrug-A28  | I<br>Erosiebuffer (binnenwaarts) van<br>zand – 5 m breed<br>Diepploegen – 8 m breed, 1,5<br>m diep<br><br>II<br>Erosiebuffer (binnenwaarts) van<br>zand – 5 m breed                   | I<br>Gras op klei op het buitentalud<br><br>Voorlandverbetering – varieert<br>tussen 0 en 98,9 m<br><br>II<br>Gras op klei op het buitentalud  |
| 15          | Jachthaven   | Erosiebuffer (binnenwaarts) van<br>zand – 7 m breed<br>Verticale voorziening (piping) –<br>lengte circa 10 m<br>Kruinverhoging (binnenwaarts) –<br>orde 0,2 m<br>Taludverflauwing 1:4 | Gras op klei op het buitentalud<br><br>Verticale voorziening (piping) –<br>lengte circa 10 m<br>Kruinverhoging (binnenwaarts) –<br>orde 0,2m<br>Verticale voorziening (stabiliteit) –<br>lengte circa 10 m |
| 16A         | Haerst – A   | I<br>Erosiebuffer (binnenwaarts) van<br>zand – 7 m breed<br>Voorlandverbetering – breedte<br>varieert tussen 6,7 en 106,5 m<br>Taludverflauwing 1:4                                   | I<br>Gras op klei op het buitentalud<br><br>Verticale voorziening (stabiliteit) –<br>lengte circa 10 m<br><br>Verticale voorziening (piping) –   |

| Deeltraject |                       | Beschrijving KA-X  | Beschrijving KA-Z  |
|-------------|-----------------------|--|--|
|             |                       | II<br>Erosiebuffer (binnenwaarts) van zand – 5 m breed<br>Voorlandverbetering – breedte varieert tussen 7 en 107 m<br>verlegging watergang   | lengte circa 10 m<br>II<br>Gras op klei op het buitentalud<br>Verticale voorziening (piping) - lengte circa 10 m                         |
| 16B         | Haerst – B (special)  | Gras op klei op het buitentalud<br>Kruinverhoging (buitenwaarts) – orde 0,4 m  | Gras op klei op het buitentalud<br>Verticale constructie – verhoging orde 0,4 m  |
| 16C         | Haerst – C            | Erosiebuffer (binnenwaarts) van zand – 7 m breed<br>Kruinverhoging (binnenwaarts) – orde 0,9 m<br>Taludverflauwing 1:4   | Gras op klei op het buitentalud<br>Kruinverhoging (binnenwaarts) – orde 0,9 m<br>Verticale voorziening (stabiliteit) – lengte circa 10 m |
| 17          | De Zijlkolk (special) | Drie alternatieven:<br><br>X Binnenwaartse versterking:<br>Kruinverhoging (binnenwaarts) – orde 0,9 m<br>Erosiebuffer (binnenwaarts) van zand – 7 m breed<br>Taludverflauwing 1:4<br>verlegging watergang<br><br>Z Constructie:<br>Verticale constructie – verhoging orde 0,9 m<br><br>Y Dijkverlegging binnendijs:<br>Van zand, taludhelling 1/3,5, hoogte in orde van NAP +3,20 m, in twee delen:<br>- Met een weg op de kruin, kruinbreedte orde 7,80 m<br>- Zonder weg op de kruin, kruinbreedte orde 4,70 m |  |

Tabel 2-1 Kansrijke alternatieven en meekoppelkansen per deeltraject

### Nevengeul Vechterweerd

Naast kansrijke alternatieven per deeltraject, is een nevengeul bij Vechterweerd onderzocht. Aan de zuidoever van de Vecht in deeltraject 4 (Zuidelijke Vechtdijk) wordt de mogelijkheid van een nevengeul onderzocht. Deze nevengeul dient ter compensatie van de rivierkundige effecten (afname bergend vermogen in het winterbed) door de buitenwaartse versterking van de dijk die op enkele deeltrajecten plaatsvindt.

De nevengeul is 1,5 km lang, 16 m breed en 1 m diep en ligt aan de zuidoever van de Vecht. Zie Afbeelding 2.1 voor de indicatieve locatie van de nevengeul. Een nevengeul aan de noordzijde van de Vecht is geen optie vanwege eigenaarschap van de gronden.

De nevengeul bevat twee stuwen voor een lage en een normale afvoer en een uitstroomwal om afvoer van water te beperken tijdens extreem laagwatersituaties. Een brug vervangt het bestaande fietspad om fietsverkeer te blijven faciliteren. Met dood hout wordt een diverse stroomsnelheid en waterdiepte gefaciliteerd ten behoeve van de doelen van de Kaderrichtlijn Water.

Afbeelding 2.1 Indicatieve locatie van nevengeul Vechterweerd



### Werkstroken en beheerstroken

Naast de kansrijke alternatieven zijn ook de benodigde werkstroken en beheerstroken onderzocht. Werk- en beheerstroken zijn indicatief op kaart gezet in de verkenningsfase en worden in de planuitwerkingsfase nog zoveel mogelijk geoptimaliseerd.

Werkstroken zijn tijdelijke stroken van 10 m vanaf de teen van de dijk die tijdens de aanlegfase gebruikt worden om bouwmaterieel te verplaatsen en de werkzaamheden uit te voeren.

Beheerstroken zijn permanente stroken van 4 m vanaf de teen van de dijk die obstakelvrij worden gemaakt (met uitzondering van bebouwing en infrastructuur) zodat beheer en onderhoud van de dijk zonder belemmering uitgevoerd kan worden. De beheerstroken zijn in het MER deel 1 alleen onderzocht voor de thema's waarop onderscheidende effecten verwacht worden; landbouw, ecologie en landschap.

### Maatwerklocaties

Een locatie waar (zonder aanpassing) een kansrijk alternatief een woning, stal, natuur of ander beschermd object raakt omdat het dicht bij de dijk ligt, noemen we een maatwerklocatie. Voor deze locaties worden in de planuitwerkingsfase maatwerkoplossingen uitgewerkt en afgewogen, om effecten te voorkomen of te mitigeren. Dat kan betekenen dat op de maatwerklocatie een andere oplossing wordt uitgewerkt dan de voorkeursoplossing. In het MER deel 1 zijn de maatwerklocaties buiten beschouwing gelaten bij het beoordelen van de effecten.

# 3. Wettelijk kader en beleidskader

Dit hoofdstuk beschrijft de geldende wettelijke kaders en beleidskaders specifiek voor rivierkunde. Het maakt onderscheid tussen wetten, beleidsstukken en richtlijnen op nationaal niveau (van het Rijk) en op regionaal niveau (van provincie, gemeentes en het waterschap).

## 3.1. Nationaal

| Wet / beleid / richtlijn                   | Status en datum               | Uitleg en relevantie  |
|--|-------------------------------|---|
| Waterwet                                   | geldend, 1 juli 2021          | De waterwet stelt eisen aan waterkeringen en regelt het beheer van oppervlakte- en grondwater. Deze wet is gericht op voorkoming van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste in samenhang met de bescherming en verbetering van het kwaliteit van watersystemen. De waterwet vormt de wettelijke grondslag voor Keur Waterschap Drents Overijsselse Delta. De dijkversterking en aanleg van nevengeul mogen niet leiden tot afname van de waterveiligheid.  |
| Omgevingswet                               | In werking per 1 januari 2024 | Met de omgevingswet tracht de overheid de regels voor de fysieke omgeving te vereenvoudigen en samen te voegen. Door het bundelen en moderniseren van wetten voor de leefomgeving gericht op water, bodem, geluid, lucht, milieu, waterbeheer, ruimtelijke ordening, monumentenzorg en natuur zal het makkelijker worden om ruimtelijke projecten te starten. Het integreert 26 wetten in één wet, reduceert de 60 algemene maatregelen van bestuur naar vier algemene maatregelen en het zorgt voor een reductie van 75 ministeriële regelingen in één omgevingsregeling. Deze omgevingswet treedt per 1 januari 2024 in werking. Dan vervalt de Waterwet. |
| Kaderichtlijn water (KRW) (EU regelgeving) | 23 oktober 2000               | De Europese opgave is in Nederland vertaald in Kaderrichtlijn Water (KRW) met landelijke beleidsuitgangspunten, kaders en instrumenten. De kwaliteit van KRW-watervoren dienen in 2027 op orde te zijn ten aanzien van abiotisch en biotische parameters. De Minister van Infrastructuur en Milieu is eindverantwoordelijke. Waterschappen en RWS zijn verantwoordelijk voor de uitvoering van de KRW. Informatie over doelen en stand van zaken is opgenomen in de BPRW (Rijkswatervoren) of waterbeheerplannen/factsheets van het waterschap (regionale watervoren).  |

Tabel 3-1 Overzicht wetten, beleidsstukken en richtlijnen op nationaal niveau

## 3.2. Regionaal

| Wet / beleid / richtlijn  | Status en datum                           | Uitleg en relevantie   |
|---|---|--|
| Keur Waterschap Drents Overijsselse Delta   | geldend, 1 september 2017                 | De Keur is een verordening met de regels die het waterschap hanteert bij de bescherming van waterkeringen, watergangen en bijbehorende kunstwerken. De dijkversterking en de aanleg van de nevengeul mogen niet leiden tot afname van de waterveiligheid.  |
| Kaarten <sup>2</sup> bij de algemene regels Keur Waterschap Drents Overijsselse Delta | geldend, 1 september 2017                 | Aanduiding welke gebieden behoren bij het bergend regime en stroomvoerend regime.  |
| Beleidsregels bij de Keur Waterschap Drents Overijsselse Delta                        | geldend, 1 september 2017                 | De regels geven weer welke handelingen verricht mogen worden in afwijking op de Keur binnen bepaalde criteria en onder toepassing van bepaalde voorschriften. Dit document beschrijft de eisen die gesteld worden aan de waterstandseffecten van de dijkversterking en nevengeul en de effecten op het bergend vermogen.   |
| <u>Handreiking beleidsregels Overijsselse Vecht</u>                                   | <u>2013</u>                               | <u>De handreiking gaat uitvoeriger in op de inhoud en procedures bij de toepassing van de Beleidsregels.</u>   |
| Omgevingsvisie provincie Overijssel   | Geconsolideerde omgevingsvisie vanaf 2017 | De omgevingsvisie geeft de strategie van de provincie Overijssel gericht op de fysieke leefomgeving. Hierbij zijn hoofddoelen opgesteld: duurzaamheid, sociale kwaliteit en ruimtelijke kwaliteit, waarvoor kwaliteitsambities voor zijn opgesteld. Deze ambities komen terug in een aantal zaken; ruimtelijke ordening, milieu, water, verkeer en vervoer, ondergrond en natuur.<br><br>Waterveiligheid wordt ook meegenomen in deze visie. De provincie wil samen met partners zorg dragen voor meerlaagsveiligheid. |
| Vechtvisie  | 2009                                      | De Vechtvisie is opgesteld door tien Nederlandse en Duitse partijen waaronder waterschappen en provincie Overijssel. Het beschrijft wat er gebeuren moet om van de Vecht weer een prachtige, veilige rivier te maken met schoon water, een gezonde flora en fauna en een economisch florerende omgeving.   |
| Masterplan Ruimte voor de Vecht   | 2020                                      | Het masterplan schetst de visie voor de Overijsselse Vecht als een veilige beleefbare halfnatuurlijke laaglandrivier in 2050. Het masterplan is opgesteld door 13 maatschappelijke en overheidsorganisaties in het Vechtdal. Deze organisaties realiseren een groot aantal projecten, waaronder het aanleggen van nevengeulen en natuurvriendelijke oevers.  |

Tabel 3-2 Overzicht wetten, beleidsstukken en richtlijnen op regionaal niveau

## 4. Huidige situatie en autonome ontwikkeling

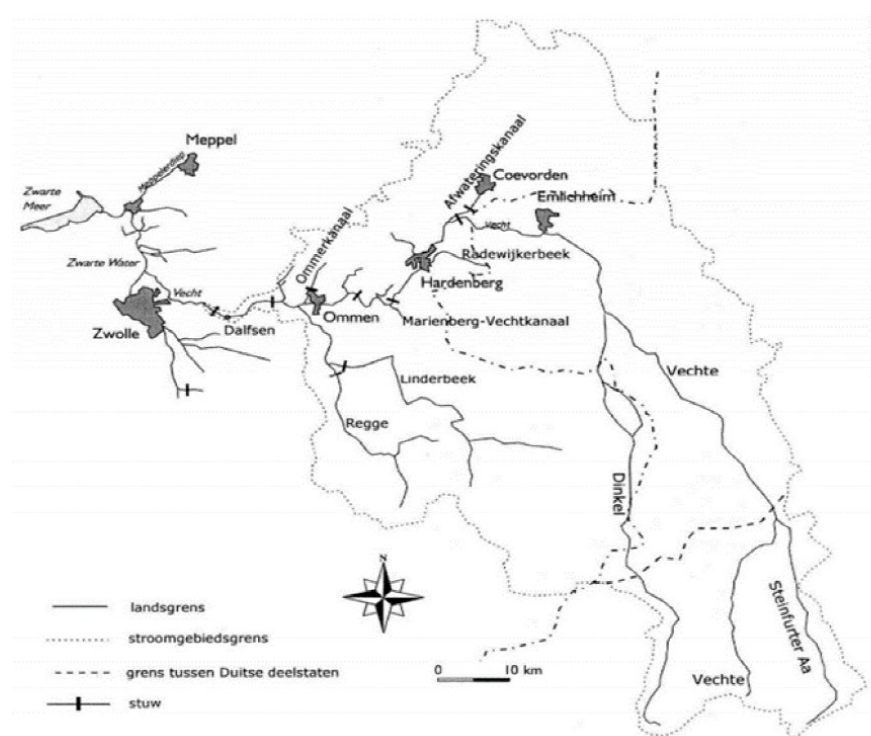
Het hoofdrapport MER geeft een algemene beschrijving van de omgeving van de Vechtdijken tussen Dalfsen en Zwolle. Dit hoofdstuk beschrijft de huidige situatie en autonome ontwikkelingen rondom de Vechtdijken specifiek voor het thema rivierkunde.

De huidige situatie betreft de situatie in het jaar 2022. De autonome ontwikkelingen zijn beschreven tot het referentiejaar 2030, omdat na 2030 de ontwikkelingen onvoldoende zeker en concreet zijn om mee te nemen in de referentiesituatie.

### 4.1. Huidige situatie

#### Watersysteem van de Vecht

In deze paragraaf is een beknopte beschrijving van het watersysteem van de Vecht gegeven die afkomstig is uit [ref. Hydrologic (2018)]. De Vecht is een middelgrote rivier met een lengte van circa 170 km, waarvan 110 km op Duits grondgebied en 60 km op Nederlands grondgebied. De Vecht ontspringt in Münsterland (nabij Darfeld) en de Vecht mondt ten noordwesten van Zwolle uit in het Zwarte Water. Het stroomgebied van de Overijsselse Vecht beslaat circa 3780 km<sup>2</sup>. De belangrijkste zijtakken die uitmonden in de Vecht zijn de Steinfurter Aa, de Dinkel, het Afwateringskanaal en de Regge (Afbeelding 4–1).



Afbeelding 4–1 Stroomgebied van de Vecht [ref. Hydrologic (2018)]

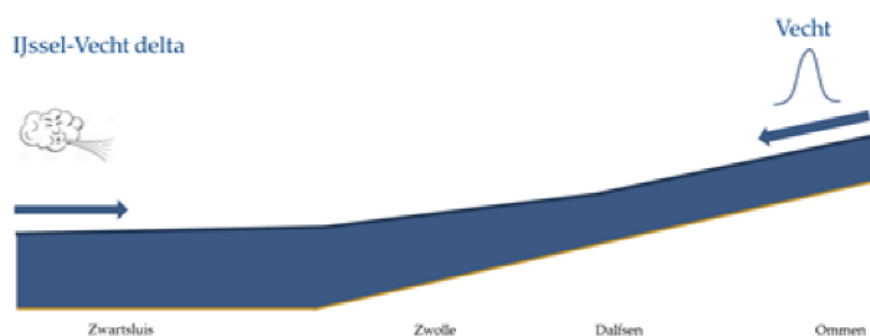
De dynamiek van de rivier is in 20e eeuw sterk verminderd als gevolg van kanalisering door meanders af te snijden. De oorspronkelijke rivierlengte is op Nederlands grondgebied van 90 km teruggebracht naar circa 60 km. Om de



dalende waterstand tegen te gaan en de afvoer te reguleren zijn in 1920 stuwen gerealiseerd. De Vecht wordt gekenmerkt als een regenrivier, de afvoer kan sterk fluctueren en varieert van 0-5 m<sup>3</sup>/s (in zomerperiodes) tot 250 - 500 m<sup>3</sup>/s in afvoersituaties. Bij deze afvoersituaties stromen de uiterwaarden van de Vecht vol en staat het water tegen de dijken.

### Waterstandsverloop Vecht

Het waterstandsverloop bovenstrooms van Dalfsen wordt voornamelijk bepaald door de afvoer. Het watersysteem benedenstrooms van Dalfsen staat tevens onder invloed van de systeemwerking van de benedenstrooms gelegen IJssel-Vecht delta, waar naast de afvoer ook factoren als wind, het IJsselmeerpeil en of de Ramspolkering open of gesloten is bepalend zijn voor het waterstandsverloop (Afbeelding 4-2).



Afbeelding 4-2 Schematische waterstandsverloop van de Vecht tussen Ommen en Zwartsluis [ref. Hydrologic (2018)]

In mindere mate wordt het waterstandsverloop bij hoog water wordt ook beïnvloed door de aanwezigheid van knelpunten in het rivierbed. Dit zijn met name de brug bij Dalfsen, de brug van de A28 en de spoorbrug bij Zwolle.

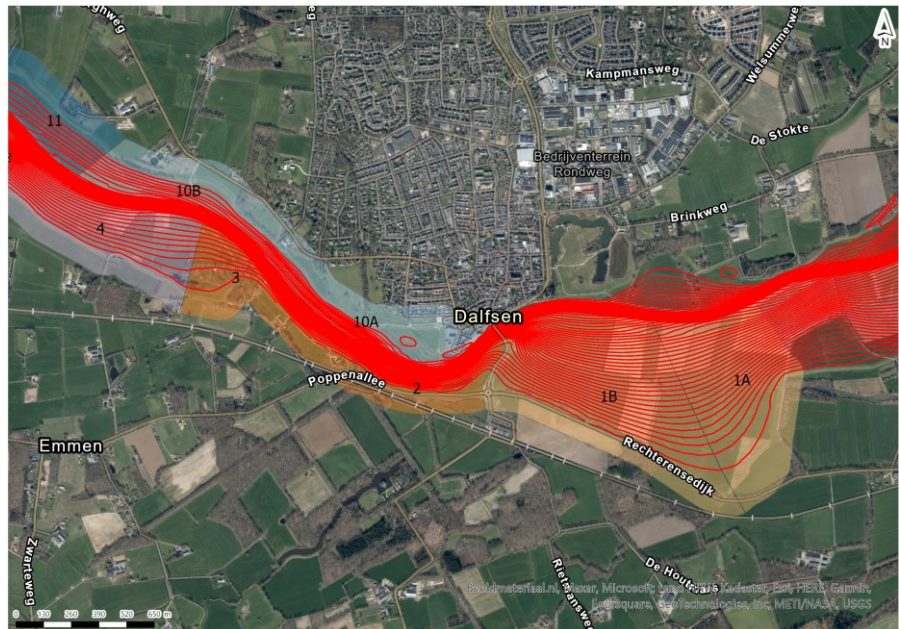
Het projectgebied ligt in het overgangsgebied tussen afvoergedomineerd en stormgedomineerd. Hierbij kunnen dus verschillende gebeurtenissen (afvoergolf op de Vecht of een storm) tot een extreme hoogwaterstand leiden.

Voor het kwantificeren van de opstuwing is gekozen voor een afvoergedomineerd scenario (zie paragraaf 5.2), omdat in dit scenario de stroomsnelheden in de Vecht het hoogste zijn en daardoor de meeste opstuwing kan optreden.

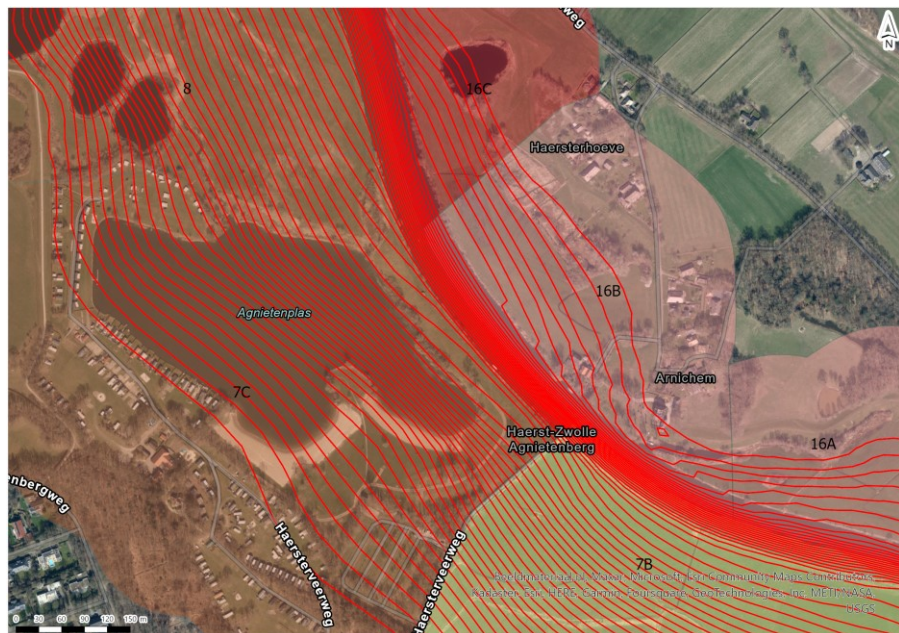
### Stroming

De verdeling van de stroming in het rivierbed kan worden gevisualiseerd met behulp van stroombanen. Stroombanen zijn lijnen waartussen een vaste hoeveelheid afvoer stroomt. Ter illustratie zijn stroombanen weergegeven bij de dijktrajecten waar alternatieven buitenwaartse versterking bevatten, te weten dijktraject 1B en 2 in Afbeelding 4-3 en dijktraject 7C en 16B in Afbeelding 4-4. Als de lijnen ver uit elkaar liggen is een gebied relatief stromingsluw. De grootste concentratie van stroombanen is te vinden in het zomerbed (vanwege de grotere waterdiepte en kleinere hydraulische weerstand). Ingrepen in stromingsluwe gebieden hebben over het algemeen een kleiner opstuwend effect op de waterstand dan maatregelen in een gebied met veel stroming.

De figuren in deze paragraaf zijn gebaseerd zijn op WAQUA simulaties van de referentiesituatie (zie paragraaf 5.2).



Afbeelding 4-3 Stroombanen per 10 m<sup>3</sup>/s in afvoergedomineerd scenario 2 (C5) nabij dijktraject 1B en 2 (Q = 550 m<sup>3</sup>/s)



Afbeelding 4-4 Stroombanen per 10 m<sup>3</sup>/s in afvoergedomineerd scenario 2 (C5) nabij dijktraject 7C en 16B (Q = 550 m<sup>3</sup>/s)

## 4.2. Autonome ontwikkelingen

Relevante autonome ontwikkelingen voor rivierkunde zijn:

- Erosie en sedimentatie van met name het zomerbed van de Vecht. In het algemeen leidt sedimentatie tot hogere waterstanden en erosie tot lagere waterstanden in de Vecht.
- Uitvoering van het Masterplan Ruimte voor de Vecht waarbij de Vecht wordt getransformeerd naar een half-natuurlijke laaglandrivier. Door onder andere het aanleggen van nevengeulen en natuurvriendelijke oevers wordt gewerkt aan natuurherstel en een robuuste inrichting van het landschap om bestand te zijn tegen hoogwater en tegen droogte (zie paragraaf 3.2). Zowel veranderingen in bodemhoogte als vegetatie zouden van invloed kunnen zijn op de maatgevende waterstanden en afvoercapaciteit van de Vecht.
- Het peilbesluit van de Vecht wordt geactualiseerd. Aanpassingen aan het peilbesluit hebben invloed op de waterstand bij lagere afvoeren wanneer er gestuwd wordt. Tevens zouden er ook morfologische effecten kunnen optreden waardoor de bodemhoogte in het zomerbed verandert.

Eventuele bodemhoogte veranderingen (als gevolg van erosie, sedimentatie en uitvoering van het Masterplan) en vegetatie-ontwikkeling worden meegenomen in de periodieke herziening van zowel de referentiesituatie als de hydraulische randvoorwaarden voor de Vecht.

KRW-maatregelen Vecht (mede onderdeel van Ruimte voor de Vecht) met als doel vispasseerbaarheid en verbetering waterkwaliteit. Concreet ontstening van Vechtoevers, vispasseerbaar maken stuw Vechterweerd en verbetering aquatisch leefgebied. Betreft verbetering en uitbreiding van watergebonden natuurwaarden.

Verder merken we op dat er geen grootschalige initiatieven benedenstrooms van het projectgebied zijn die de waterstand kunnen beïnvloeden. Een belangrijke invloedsfactor is het peilbeheer van het benedenstrooms gelegen IJsselmeergebied, omdat dit kan doorwerken op de waterstanden van de Vecht. Het huidige peilbeheer van het IJsselmeer is vastgesteld tot 2050. Er is (in het Deltaprogramma) nog geen besluit genomen over een wijziging van het IJsselmeerpeil na 2050.



Afbeelding 4-4-5 Autonome ontwikkelingen



Afbeelding 4-4-6 Projecten in het uitvoeringsprogramma Ruimte voor de Vecht<sup>3</sup>

<sup>3</sup> <https://www.ruimtevoordevecht.nl/regiodealprojecten/>

## 5. Beoordelingskader en methodiek

In de voorgaande fase zijn kansrijke alternatieven geselecteerd, die ieder bestaan uit een combinatie van één of meer verschillende bouwstenen (zie hoofdstuk 2).

Tabel 5-1 beschrijft voor het thema rivierkunde de mogelijke effecten van de verschillende ingrepen. Deze ingreep-effectrelaties zijn de basis voor de effectbeschrijving en beoordeling in hoofdstuk 6.

| Ingreep (bouwsteen)   | Permanent / tijdelijk effect | Mogelijke effecten   | Beoordeeld in aspect / criterium   |
|---|------------------------------|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoogte-opgave in binnenwaartse richting oplossen</li> <li>• Hoogte-opgave zoveel mogelijk binnen het profiel oplossen</li> <li>• Piping - voorlandverbetering</li> <li>• Piping - verticale voorziening</li> <li>• Piping - pipingberm</li> <li>• Piping - diepploegen</li> <li>• Stabiliteit - verticale voorziening</li> <li>• Bekleding - erosiebuffer van zand binnendijks</li> <li>• Bekleding - 'gras op klei'</li> <li>• Bekleding - 'verborgen bekleding'</li> </ul> | n.v.t.                       | Geen   | n.v.t.   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoogte-opgave in buitenwaartse richting oplossen</li> <li>• Stabiliteit - taludverflauwing</li> <li>• Stabiliteit - steunberm</li> <li>• Bekleding - erosiebuffer van zand buitendijks</li> </ul>  | permanent effect             | opstuwing<br>afname volume waterberging  | rivierkunde - opstuwing<br>rivierkunde - afname volume waterberging  |
| nevengeul   | permanent effect             | Waterstandsval<br>bovenstrooms<br>Toename volume waterberging<br>Toename dwarsstroming<br>Aanzanding in zomerbed | Rivierkunde – opstuwing<br>Rivierkunde – afname volume waterberging<br>Rivierkunde – toename dwarsstroming<br>Rivierkunde – morfologische effecten |

Tabel 5-1 Overzicht van ingreep-effectrelaties voor rivierkunde

### 5.1. Beoordelingskader

#### Permanente effecten

De effecten zijn in beeld gebracht voor de relevante rivierkundige beoordelingsaspecten uit de beleidsregels bij de Keur, opgesteld door het waterschap Drents Overijsselse Delta (Tabel 3-2). Het waterschap is vergunningverlener op de Vecht.

Tabel 5-2 geeft een overzicht van het beoordelingskader voor de effectenstudie voor het thema rivierkunde. Dit betreft het beoordelingskader voor ingrepen die

een buitenwaartse versterking bevatten en voor de nevengeul. Per aspect benoemt de tabel de criteria voor de effectbeschrijving en -beoordeling van de kansrijke alternatieven. De beoordelingscriteria zijn nader toegelicht in paragraaf 5.3.

| Aspect      | Criterium                                | Type beoordeling | Methode  |
|-------------|--|------------------|--|
| rivierkunde | opstuwung op rivieras                    | kwalitatief      | analytische berekening ondersteund met WAQUA modelberekeningen |
|             | afname volume waterberging dwarsstroming | kwalitatief      | analytische berekening ondersteund met WAQUA modelberekeningen |
|             |  | kwalitatief      | expertinschatting o.b.v. analyse uitgevoerd bij schetsontwerp  |
|             | Morfologische effecten                   | kwalitatief      | expertinschatting o.b.v. analyse uitgevoerd bij schetsontwerp  |

Tabel 5-2 Beoordelingskader thema rivierkunde

Andere rivierkundige beoordelingsaspecten zijn om de volgende redenen niet relevant voor Vecht en/of de beschouwde varianten:

- Hoogwaterveiligheid:
  - Afvoerverdeling: in de Vecht zijn geen splitsingspunten aanwezig.
  - IJsafvoer: de geleiding van de ijsafvoer wordt niet beïnvloed door de ingrepen.
- Hinder of schade door hydraulische effecten:
  - Inundatiefrequentie van de uiterwaard: de inundatie van de uiterwaarden wordt niet beïnvloed door de varianten.
  - Stroombeeld in de uiterwaard: bij buitenwaartse maatregelen (zoals erosiebuffer en kruinverhoging) worden de stroomsnelheden in de directe nabijheid beïnvloed tijdens extreem hoogwater. In het ontwerp is rekening gehouden met de bijbehorende stromingsbelasting.
  - Instroom retentiegebieden: de aanwezige retentiegebieden in de Vecht (Noord en Zuid Meene) liggen op dusdanige afstand van de ingrepen dat de instroom niet beïnvloed wordt.
  -

### Effecten tijdens de aanlegfase

De uitvoeringswijze van de ingrepen is op hoofdlijnen beschreven in de nota 'Beschrijving hoofdlijn uitvoeringswijze per KA\_OL2' [ref. RHDHV (2023)]. Uitgaande van deze uitvoeringswijze zijn er geen rivierkundige effecten te verwachten, met uitzondering van eventuele gronddepots in de uiterwaarden. Gronddepots kunnen leiden tot opstuwung en tot een tijdelijke afname van het volume waterberging.

Op dit moment zijn de locaties van de gronddepots nog niet bekend. Daarom zijn de rivierkundige effecten hiervan nog niet beschouwd. De gronddepots zijn een aandachtspunt voor de planuitwerking.

## 5.2. Methodiek

Deze paragraaf beschrijft per criterium het bijbehorende studiegebied, de beoordelingsmethodiek en de beoordelingsschaal voor beoordeling, zoals van toepassing voor MER deel 1. Deze methodiek is gericht op het in beeld brengen van de grote en onderscheidende effecten van de kansrijke alternatieven. In de planuitwerkingsfase wordt MER deel 2 opgesteld. MER deel 2 onderzoekt in meer detail de effecten van het voorkeursalternatief.

## criterium 1: opstuwing op de rivieras

### Studiegebied

Voor het criterium opstuwing op de rivieras is het studiegebied het winterbed van de Vecht. Ingrepen in het winterbed kunnen de waterstand op de rivieras beïnvloeden.

### Methode

Voor het inschatten van de opstuwing op de rivieras is in deze fase een kwalitatieve inschatting gemaakt, omdat hiermee de onderscheidende effecten van de alternatieven in beeld gebracht kunnen worden en omdat op basis hiervan beoordeeld kan worden of de alternatieven van rivierkundig ondergeschikt belang zijn. Hierbij is de vuistregel van Berben gebruikt [ref. Berben (2015)]. Met deze vuistregel kan opstuwing bij kleine obstakels ingeschat worden. Aanname in deze vuistregel is dat een obstakel in het winterbed zorgt voor blokkering van een deel van de rivierafvoer en dat dit leidt tot een even grote toename van de afvoer van het zomerbed. Hierdoor wordt het verhang in de rivier groter ter plaatse van het obstakel. Vermenigvuldiging van de toename in het verhang met de lengte van het obstakel geeft de opstuwing.

De vuistregel van Berben bestaat uit de volgende stappen:

1. Bereken met WAQUA de stroombaankaarten voor de referentiesituatie (zie voorbeelden van stroombaankaarten voor de locaties met buitenwaartse versterking in paragraaf 4.1).  
De stroombanen zijn berekend met het numerieke model WAQUA, overeenkomstig de rivierkundige berekeningen uitgevoerd in stap 2 van deze verkenning en de afleiding van de hydraulische randvoorwaarden. WAQUA (onderdeel van het SIMONA softwarepakket) is een 2D-hydrodynamisch model waarmee dieptegemiddelde waterstanden en stromingen worden berekend in open wateren. De toegepaste modelschematisatie is het IJsselvechtdelta model hr2017\_5-v4. Het Reevediep is hierin als meestromende rivierarm opgenomen en de Roggebotsluis is geamoveerd.
2. Bepaal de afvoer die geblokkeerd wordt en de afstand waarover deze blokkade is aan de hand van stroombaankaarten.
3. Bepaal het verhang in het zomerbed in de referentiesituatie over de hierboven bepaalde afstand.
4. Bereken de toename van de afvoer door het zomerbed. Aanname hierbij is de blokkade van de afvoer leidt tot een toename van de afvoer door het zomerbed.
5. Bereken het nieuwe verhang als gevolg van de toename van de afvoer door het zomerbed.
6. Bereken de opstuwing bovenstrooms van het obstakel. Het resultaat hiervan is opgenomen in bijlage 1.  
Hierbij is een toeslag van factor 2 gehanteerd op de opstuwing, omdat eerder is gebleken uit een vergelijking van WAQUA-resultaten en deze vuistregel dat de vuistregel een onderschatting van het effect geeft met een factor 2 (persoonlijke communicatie van F. Berben).

Voor de formules wordt verwezen naar [ref. Berben (2015)].

De lengte van de ingreep is gemeten op de as van de rivier. De vuistregel resulteert in de opstuwing net bovenstrooms van het obstakel. De aanname

wordt gedaan dat de opstuwing op de as van de rivier even groot is. Dit is een conservatief uitgangspunt.

### Beoordelingschaal

Tabel 5-3 geeft de maatlat voor de beoordeling op het criterium opstuwing op de rivieras weer. Vanwege onnauwkeurigheden in berekeningen wordt overeenkomstig het RBK een marge van 1 mm gehanteerd. Het onderscheid tussen negatief en sterk negatief is gebaseerd op de inspanning die moet worden gedaan om het effect te compenseren.

| Score | Toelichting   |
|-------|---|
| →     | sterk negatief, verwachting is dat een maatregel leidt tot vele millimeters (> 5 mm) opstuwing op de rivieras |
| -     | negatief, verwachting is dat een maatregel leidt tot enkele millimeters opstuwing op de rivieras              |
| 0     | neutraal, verwachting is dat een maatregel niet leidt tot overschrijding van 1 mm opstuwing op de rivieras    |
| +     | positief: niet van toepassing   |
| →+    | sterk positief: niet van toepassing   |

Tabel 5-3 Beoordelingschaal opstuwing op de rivieras

### Scenario

Voor de inschatting van de opstuwing op de rivieras is de hoogwaterstand is scenario 2 gehanteerd uit Tabel 5-4. Dit scenario is hetzelfde als scenario C5 uit stap 2 van deze verkenning. Het betreft een afvoergedomineerde situatie waarbij de meeste opstuwing wordt verwacht. Benedenstreams resulteren windgedomineerde scenario's voor de hoogste waterstanden. Met behulp van Riskeer is in rapportage 'Aanscherpen GEBU scope' [ref. RHDHV (2023)] aangetoond dat het stormgedomineerde gebied tot ongeveer de A28 brug strekt. In dit gebied zal de methode Berben een overschatting geven van het opstuwend effect, omdat bij stormgedomineerde situaties het verhang kleiner is.

Om de resultaten uit deze stap van de verkenning te kunnen vergelijken met stap 2, is gekozen voor afvoercombinaties die destijds ook zijn doorgerekend. De combinaties in Tabel 5-4 zijn combinatie C4, C5 en C8 uit stap 2 [ref. Witteveen+Bos (2022)]. De Vechtafvoeren in deze combinaties liggen het dichtst bij de afvoeren voor T = 300 jaar en T = 3000 jaar uit de werklijn gebruikt voor de update van het WBI2017 voor de Vecht- en IJsseldelta [ref. Rijkswaterstaat (2021)]. Het zijn niet de precieze condities voor T = 300 jaar en T = 3000 jaar. De Vechtafvoer van combinatie 1 heeft een terugkeerperiode tussen 50 en 100 jaar, de afvoer van combinatie 2 heeft een terugkeerperiode tussen 1250 en 2000 jaar. Voor een preciezere bepaling van de afvoercombinaties moeten de beschouwde randvoorwaarde combinaties uit stap 2 worden losgelaten en zouden deze afgeleid moeten worden met Hydra of Riskeer op basis van de illustratiepunten. Een preciezere bepaling van de afvoercombinaties is niet nodig voor de verkenning Veilige Vecht, omdat het in deze fase vooral gaat om de onderlinge vergelijking van varianten om hiermee een keuze te maken voor het VKA en om na te gaan of de varianten van rivierkundig ondergeschikt belang zijn.



| # | Ramspolkering | max. potentiële windsnelheid [m/s] | Ijsselafvoer [m <sup>3</sup> /s] | Vechtafvoer [m <sup>3</sup> /s] | Meerpeil [m +NAP] | Windrichting [°] | Randvoorwaarden-combinatie uit [ref. Witteveen+Bos 2022] |
|---|---------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-------------------|------------------|--|
| 1 | altijd open   | 0                                  | 1400 (stationair)                | 400 (dynamisch)                 | +0,4              | n.v.t.           | C4   |
| 2 | altijd open   | 0                                  | 1850 (stationair)                | 550 (dynamisch)                 | +0,9              | n.v.t.           | C5   |
| 3 | sluit regime  | 22                                 | 1850 (stationair)                | 400 (stationair)                | +0,4              | 292              | C8   |

Tabel 5-4 Randvoorwaarden WAQUA-berekeningen

## criterium 2: afname volume waterberging

### Studiegebied

Voor het criterium afname volume waterberging is het studiegebied het winterbed van de Vecht. Ingrepen in het winterbed kunnen het bergend vermogen van de Vecht beïnvloeden.

### Methode

Het volume waterberging van de Vecht is gedefinieerd als het volume tussen de bodemhoogte van het winterbed en de hoogwaterstand.

Voor het kwantificeren van de effecten op het volume waterberging zijn de volgende stappen gehanteerd:

- 1 Nagaan of een maatregel het bergend volume beïnvloedt. Dit is het geval als het een buitenwaartse maatregel betreft die de bodemhoogte onder de hoogwaterstand wijzigt.  
De gehanteerde waterstand betreft de maximale waterstand bij een Vechtafvoer van 550 m<sup>3</sup>/s (scenario 2 / C5 uit Tabel 5-4).
- 2 Per buitenwaartse maatregel de afname van het bergend vermogen inschatten uitgaande van 2,5 m buitendijkse versterking.

### Beoordelingsschaal

Tabel 5-5 geeft de maatlat voor de beoordeling op het criterium opstuwung op de rivieras weer.

| Score | Toelichting   |
|-------|---|
| ---   | sterk negatief: maatregel leidt tot afname van het bergend vermogen van de Vecht en compensatie is niet haalbaar gebleken |
| -     | negatief, maatregel leidt tot afname van het bergend vermogen van de Vecht (compensatie is verplicht)                     |
| 0     | neutraal, maatregel heeft geen effect op het bergend vermogen van de Vecht  |
| +     | positief: maatregel leidt tot toename van het bergend vermogen van de Vecht (biedt mogelijkheid voor compensatie)         |
| ++    | sterk positief: niet van toepassing   |

Tabel 5-5 Beoordelingsschaal afname volume waterberging

### Criterium 3: Dwarsstroming

#### Studiegebied

Voor het criterium dwarsstroming is het studiegebied het zomerbed van de Vecht 100 m rondom de in- en uitstroomopening. De aanleg van een geul kan de dwarsstroming in de vaargeul beïnvloeden en daarmee hinder voor de recreatievaart opleveren.

#### Methode

De veranderingen in dwarsstroming door de maatregelen wordt geschat op basis van de analyse die is uitgevoerd bij het opstellen van het schetsontwerp (bijlage 10-1 bij de Ontwerpnota (Waterschap Drents Overijsselse Delta, 2023)). In die analyse is op basis van de oriëntatie van de geul een expertoordeel gegeven over het effect van de geul op de dwarsstroming.

#### Beoordelingsschaal

Tabel 5-5 geeft de maatlat voor de beoordeling op het criterium opstuwing op de rivieras weer.

| Score | Toelichting   |
|-------|---|
| ---   | sterk negatief: maatregel leidt tot toename van de dwarsstroming waardoor scheepvaart grote hinder ondervindt |
| -     | negatief, maatregel leidt tot toename van de dwarsstroming waardoor scheepvaart hinder ondervindt             |
| 0     | neutraal, maatregel heeft geen effect op de dwarsstroming   |
| +     | positief: niet van toepassing   |
| ++    | sterk positief: niet van toepassing   |

Tabel 5-6 Beoordelingsschaal afname volume waterberging

### Criterium 4: Morfologische effecten

#### Studiegebied

Voor het criterium morfologische effecten is het studiegebied het zomerbed van de Vecht, grofweg 20 km beneden- en bovenstrooms van de nevengeul. De aanleg van een geul in het winterbed kan sedimentatie in het zomerbed veroorzaken, wat tot hogere waterstanden kan leiden en tot een afname van de vaardiepte.

#### Methode

De morfologische effecten van de maatregelen worden geschat op basis van de analyse die is uitgevoerd bij het opstellen van het schetsontwerp. In die analyse is op basis van gemodelleerde stroomsnelheden een inschatting gemaakt van de erosie in de nevengeul.

#### Beoordelingsschaal

Tabel 5-5 geeft de maatlat voor de beoordeling op het criterium opstuwing op de rivieras weer.

| Score | Toelichting  |
|-------|--|
| ---   | sterk negatief: maatregel leidt tot aanzanding in het zomerbed en compensatie of mitigatie is niet haalbaar gebleken |
| -     | negatief, maatregel leidt tot aanzanding in het zomerbed maar mitigatie of compensatie is mogelijk                   |
| 0     | neutraal, maatregel heeft geen morfologische effecten in het zomerbed  |
| +     | positief: niet van toepassing  |
| ++    | sterk positief: niet van toepassing  |

Tabel 5-7 Beoordelingschaal morfologische effecten

## 6. Effectbeschrijving en -beoordeling

Dit hoofdstuk beschrijft en beoordeelt de effecten van de kansrijke alternatieven voor het thema rivierkunde. Paragraaf 6.1 bevat het overzicht van de effectbeoordeling voor thema rivierkunde. Vervolgens zijn per deeltraject de effecten van de kansrijke alternatieven beschreven, gevolgd door een beschrijving van de deeltrajectoverstijgende effecten. Daarna volgt de effectbeoordeling van de nevengeul en ten slotte de effectbeoordeling van de meekoppelkansen.

### 6.1. Overzicht effectbeoordeling

Tabel 6-1 geeft de samenvatting van de effectbeoordeling van de kansrijke alternatieven weer. In de volgende paragrafen worden deze effectbeoordelingen toegelicht.

De kansrijke alternatieven zijn niet beoordeeld op de criteria dwarsstroming en morfologische effecten, vanwege de ligging van de alternatieven parallel aan de dijk. De effecten op het stroombeeld in het zomerbed en daarmee de dwarsstroming en morfologische effecten zijn daarmee zeer beperkt.

| Deeltraject | Alternatief              | Criterium opstuwung | Criterium afname volume waterberging |
|-------------|--------------------------|---------------------|--------------------------------------|
| 1A          | X                        | 0*                  | 0*                                   |
|             | Z                        | 0*                  | 0*                                   |
| 1B          | X                        | -                   | -                                    |
|             | Z                        | 0*                  | 0*                                   |
| 2           | X                        | -                   | -                                    |
|             | Z                        | 0*                  | 0*                                   |
| 3           | X                        | 0*                  | 0*                                   |
|             | Z                        | 0*                  | 0*                                   |
| 4           | X                        | 0*                  | 0*                                   |
|             | Z                        | 0*                  | 0*                                   |
| 5           | X                        | 0*                  | 0*                                   |
|             | Z                        | 0*                  | 0*                                   |
|             | Z (buitendijkse variant) | 0                   | -                                    |
| 6           | X                        | 0*                  | 0*                                   |
|             | Z                        | 0*                  | 0*                                   |
| 7A          | X                        | 0*                  | 0*                                   |
|             | Z                        | 0*                  | 0*                                   |
| 7B          | X=Z                      | 0                   | 0                                    |
| 7C          | X                        | 0*                  | 0*                                   |
|             | Z                        | 0                   | -                                    |
| 8           | X                        | 0*                  | 0*                                   |
|             | Z                        | 0*                  | 0*                                   |
| 9           | geen opgave              | n.v.t.              | n.v.t.                               |

| Deeltraject | Alternatief        | Criterium opstuwing | Criterium afname volume waterberging |
|-------------|--------------------|---------------------|--------------------------------------|
| 10A         | X                  | 0*                  | 0*                                   |
|             | Z                  | 0*                  | 0*                                   |
| 10B         | X                  | 0*                  | 0*                                   |
|             | Z                  | 0*                  | 0*                                   |
| 11          | X                  | 0*                  | 0*                                   |
|             | Z                  | 0*                  | 0*                                   |
| 12          | X                  | 0*                  | 0*                                   |
|             | Z                  | 0*                  | 0*                                   |
| 13          | X                  | 0*                  | 0*                                   |
|             | Z                  | 0*                  | 0*                                   |
| 14          | X                  | 0*                  | 0*                                   |
|             | Z                  | 0*                  | 0*                                   |
| 15          | X                  | 0*                  | 0*                                   |
|             | Z                  | 0*                  | 0*                                   |
| 16A         | X                  | 0*                  | 0*                                   |
|             | Z                  | 0*                  | 0*                                   |
| 16B         | special Haerst - X | 0                   | -                                    |
|             | special Haerst - Z | 0*                  | 0*                                   |
| 16C         | X                  | 0*                  | 0*                                   |
|             | Z                  | 0*                  | 0*                                   |
| 17          | X - binnenwaarts   | 0*                  | 0*                                   |
|             | Z - constructie    | 0*                  | 0*                                   |
|             | Y - dijkverlegging | 0                   | 0                                    |

Tabel 6-1 Effecten van de kansrijke alternatieven op het thema rivierkunde (0\* geeft aan dat de variant neutraal scoort, omdat er geen wijzigingen voorzien zijn die het buitenwaartse profiel van de waterkering wijzigen)

Opgemerkt wordt dat de negatieve beoordelingen (-) op afname volume waterberging ervan uitgaan dat compensatie haalbaar is (zie hoofdstuk 7).

| Criterium                  | effectbeoordeling nevengeul |
|----------------------------|-----------------------------|
| Opstuwing                  | +                           |
| Afname volume waterberging | +                           |
| Dwarsstroming              | 0                           |
| Morfologische effecten     | -                           |

Tabel 6-2 Effecten van de nevengeul Vechterweerd op het thema rivierkunde

| Meeekoppelkans          | Criterium opstuwing | Criterium afname volume waterberging |
|-------------------------|---------------------|--------------------------------------|
| Fietspad<br>Poppenallee | 0*                  | 0*                                   |

Tabel 6-3 Effecten van de meekoppelkansen op het thema rivierkunde

### *Effecten tijdens de aanlegfase*

Geen van de alternatieven heeft rivierkundige effecten tijdens de aanlegfase. Aandachtspunt zijn de gronddepots. Deze zijn op dit moment niet bekend en de rivierkundige effecten hiervan zijn daarom nog niet ingeschat.

## **6.2. Deeltraject 1B - Rechtersedijk B**

### **Alternatief X**

In alternatief X is de buitenwaartse erosiebuffer in dit deeltraject van belang voor de rivierkundige effecten. De andere maatregelen wijzigen het buitenwaartse profiel niet en hebben daarom geen rivierkundige effecten.

De erosiebuffer (buitenwaarts) van zand met een breedte van 5 m leidt tot opstuwing en tot afname van het volume waterberging:

- Opstuwing: verwachting is dat buitendijkse versterking op dit traject leidt tot enkele millimeters opstuwing op de rivieras (-). Reden dat de opstuwing niet meer is, is dat bij dit traject de uiterwaard relatief breed is, waardoor er minder stroming langs de kering is en waardoor er minder afvoer wordt geblokkeerd door de buitendijkse versterking.
- Afname volume waterberging: buitendijkse versterking leidt tot afname van het bergend vermogen van de Vecht (-). De afname van bergend vermogen is ingeschat op 12000 m<sup>3</sup> en dient gecompenseerd te worden.

### **Alternatief Z**

In alternatief Z zijn op dit deeltraject geen maatregelen voorzien die het buitenwaartse profiel van de waterkering wijzigen. Er treden daarom geen rivierkundige effecten op in dit deeltraject voor alternatief Z. Dit alternatief scoort dus neutraal (0) op de rivierkundige criteria.

## **6.3. Deeltraject 2 - Poppenallee**

### **Alternatief X**

In alternatief X is de buitenwaartse erosiebuffer in dit deeltraject van belang voor de rivierkundige effecten. De andere maatregelen wijzigen het buitenwaartse profiel niet en hebben daarom geen rivierkundige effecten.

De erosiebuffer (buitenwaarts) van zand met een breedte van 5 m leidt tot opstuwing en tot afname van het volume waterberging:

- Opstuwing: verwachting is dat buitendijkse versterking op dit traject leidt tot enkele millimeters opstuwing op de rivieras (-).. Reden dat de opstuwing niet meer is, is de relatief korte lengte van deze buitendijkse versterking.
- Afname volume waterberging: buitendijkse versterking leidt tot afname van het bergend vermogen van de Vecht (-). De afname van bergend vermogen is ingeschat op 4800 m<sup>3</sup> en dient gecompenseerd te worden.

### **Alternatief Z**

In alternatief Z zijn op dit deeltraject geen maatregelen voorzien die het buitenwaartse profiel van de waterkering wijzigen. Er treden daarom geen rivierkundige effecten op in dit deeltraject voor alternatief Z. Dit alternatief scoort dus neutraal (0) op de rivierkundige criteria.

### Meekoppelkans fietspad Poppenallee - quick scan

Het fietspad is gesitueerd op de kruin van de dijk en verandert het buitenwaartse profiel niet. Daarom scoort de meekoppelkans neutraal (0) op het criterium opstuwing en het criterium afname volume waterberging.

## 6.4. Deeltraject 5 - De Maatgraven

Op dit deeltraject worden de effecten van de twee alternatieven beschouwd (X en Z), en wordt tevens een quick scan uitgevoerd voor een buitendijkse variant van alternatief Z.

In alternatief X en Z zijn op dit deeltraject geen maatregelen voorzien die het buitenwaartse profiel van de waterkering wijzigen. Er treden daarom geen rivierkundige effecten op in dit deeltraject. De alternatieven scoren daarom neutraal (0) op het criterium opstuwing en het criterium afname volume waterberging.

### Alternatief Z - Quick scan buitendijkse variant

De buitendijkse variant met een verschuiving van het buitenwaartse talud met ongeveer 6 m leidt tot opstuwing en tot afname van het volume waterberging:

- Opstuwing: verwachting is dat buitendijkse versterking op dit traject niet leidt tot overschrijding van 1 mm opstuwing op de rivieras (0). Dit komt door de relatief korte lengte van deze buitendijkse versterking.
- Afname volume waterberging: buitendijkse versterking leidt tot afname van het bergend vermogen van de Vecht (-). De afname van bergend vermogen is ingeschat op 6800 m<sup>3</sup> en dient gecompenseerd te worden.

## 6.5. Deeltraject 7B - Bruggenhoek-Agnietenberg B

In deeltraject 7B is een kruinverhoging voorzien bij zowel variant X als variant Z. Deze kruinverhoging (en wijziging van het buitenwaartse en binnenwaartse profiel) vindt geheel plaats boven de waterstand die volgt uit de WAQUA-simulatie beschreven in paragraaf 5.2 Hierdoor treden er geen rivierkundige effecten op: geen opstuwing op de rivieras (0) en geen afname van het bergend vermogen van de Vecht (0).

## 6.6. Deeltraject 7C - Bruggenhoek-Agnietenberg C

Voor de special Bruggenhoek-Agnietenberg C (deeltraject 7C) zijn 2 varianten:

### Alternatief X

Het verleggen van de ligging van de kering van hoge grond en het ophogen van het fietspad is niet rivierwaarts. Hierdoor treden er geen rivierkundige effecten op. Deze variant scoort daarom neutraal (0) op de rivierkundige criteria.

### Alternatief Z

Het verhogen van de huidige kering over de camping leidt tot de volgende rivierkunde effecten:

- Opstuwing: verwachting is dat het verhogen van de huidige kering over de camping niet leidt tot overschrijding van 1 mm opstuwing op de rivieras (0), omdat er weinig afvoer over dit terrein gaat en de lengte van de maatregel beperkt is.
- Afname volume waterberging: het integraal ophogen van een deel van de camping leidt tot afname van het bergend vermogen van de Vecht (-). De afname van bergend vermogen is ingeschat op 2000 tot 3000 m<sup>3</sup> en dient gecompenseerd te worden.

## 6.7. Deeltraject 9 - Dalfsen Oostelijke Vechtkade

Op dit deeltraject is geen opgave, en worden geen maatregelen getroffen. Er treden daardoor ook geen effecten op in dit deeltraject.

## 6.8. Deeltraject 16B - Haerst B

### Alternatief X

In alternatief X is de buitenwaartse kruinverhoging in dit deeltraject van belang voor de rivierkundige effecten. De andere maatregelen wijzigen het buitenwaartse profiel niet en hebben daarom geen rivierkundige effecten.

De buitenwaartse kruinverhoging leidt tot de volgende effecten:

- Opstuwung: verwachting is dat buitendijkse versterking op dit traject niet leidt tot overschrijding van 1 mm opstuwung op de rivieras (0).
- Afname volume waterberging: buitendijkse versterking leidt tot een afname van het bergend vermogen van de Vecht (-). De afname van bergend vermogen is ingeschat op 3500 m<sup>3</sup> en dient gecompenseerd te worden.

### Alternatief Z

In alternatief Z zijn op dit deeltraject geen maatregelen voorzien die het buitenwaartse profiel van de waterkering wijzigen (aanpassingen vinden plaats binnen het huidige buitentalud). Er treden daarom geen rivierkundige effecten op in dit deeltraject voor alternatief Z. Deze variant scoort daarom neutraal (0) op de rivierkundige criteria.

## 6.9. Deeltraject 17 - De Zijlkolk

In alternatief X en Z zijn op dit deeltraject geen maatregelen voorzien die het buitenwaartse profiel van de waterkering wijzigen. Er treden daarom geen negatieve rivierkundige effecten op in dit deeltraject. Beide alternatieven scoren daarom neutraal (0) op het criterium opstuwung en het criterium afname volume waterberging.

### Alternatief Y

Alternatief Y bevat een binnendijkse dijkverlegging. Dit leidt tot een toename van het volume waterberging doordat het winterbed van de Vecht groter wordt. Omdat de huidige dijk blijft liggen, is het effect op het bergend vermogen beperkt. Hiermee scoort dit alternatief neutraal(0). Verwacht wordt dat de binnendijkse dijkverlegging een verwaarloosbaar effect heeft op de waterstand op de rivieras (0), doordat de binnenwaartse dijkverlegging nabij een stromingsluw deel van de uiterwaard ligt.

## 6.10. Overige deeltrajecten

*In de effectbeoordeling van 7A-Z is onterecht geen rekening gehouden met een benodigde werkstrook. Hierdoor zijn effecten als gevolg van de werkstrook mogelijk niet opgenomen in de beoordeling. Waar nodig worden de effecten van de werkstrook meegenomen in de volgende versie van dit rapport.*

Op deeltraject 1A, 3, 4, 6, 7A, 8, 10A, 10B, 11, 12, 13, 14, 15, 16A en 16C zijn geen maatregelen voorzien die het buitenwaartse profiel van de waterkering wijzigen. Er treden daarom geen rivierkundige effecten op in deze deeltrajecten. Beide alternatieven scoren daarom neutraal (0) op het criterium opstuwung en het criterium afname volume waterberging.



### 6.11. Deeltrajectoverstijgende effecten

Maatregelen die opstuwung veroorzaken kunnen elkaar mogelijk versterken. Dit is met name de verwachting voor maatregelen die aan weerszijden van de Vecht liggen en voor maatregelen die direct bovenstrooms van elkaar liggen:

- De buitenwaartse erosiebuffers op deeltrajecten 1B (Rechterensdijk) en 2 (Poppenallee) bevinden zich beiden in de zuidelijke uiterwaard van de Vecht bovenstrooms van elkaar. Wanneer beide erosiebuffers worden aangelegd, neemt de lengte waarover de afvoer gedeeltelijk wordt geblokkeerd toe. Hierdoor neemt ook de opstuwung toe. Beide maatregelen gecombineerd leiden tot een opstuwung van net iets meer dan 5 mm (zie bijlage I), en scoren daarom zeer negatief (--) op het criterium opstuwung.
- Het gezamenlijke effect van het verhogen van de huidige kering over de camping bij alternatief Z Bruggenhoek - Agnietenberg (7C) en de buitenwaartse kruinverhoging aan de overzijde van de Vecht bij Haerst (16B, variant X) kan een hogere opstuwung zijn op de rivieras dan het effect van de individuele maatregelen. Beide maatregelen gecombineerd scoren neutraal (0) op het criterium, omdat er nauwelijks stroming plaatsvindt op het terrein van de camping bij locatie 7C. Daarom draagt deze locatie nauwelijks bij aan het effect van traject 16 B, variant X.

Andere combinaties van maatregelen beïnvloeden elkaar naar verwachting niet, vanwege de tussengelegen afstand en de aanwezigheid van hydraulische knelpunten. De halveringslengte van de stuwkromme kan worden geschat met behulp van formule 37 uit het dictaat van Crosato (2017). Een gemiddelde waterdiepte van 4 m en een verhang van  $1,4 \cdot 10^{-4}$  geeft een halveringslengte van 7 km bij een opstuwung van 4 mm. Dit betekent dat de opstuwung gehalveerd is 7 km bovenstrooms van de maatregel. Hydraulische knelpunten hebben een grote invloed op de waterstand bij hoog water. Bovenstrooms van deze hydraulische knelpunten vervalt naar verwachting het effect van maatregelen benedenstrooms van de knelpunten.

- Dit betekent dat alternatief Z op deeltraject 7C, en variant X op deeltraject 16 B geen noemenswaardig effect meer hebben op de rivierwaartse varianten op deeltraject 1B en 2. Het effect van de maatregelen op deeltraject 7C en 16B is klein, en de tussenliggende afstand (ongeveer 10 km) is groter dan de halveringslengte. Van het originele effect is daardoor minder dan de helft over. Tevens liggen er twee hydraulische knelpunten tussen de locaties, de spoorbrug en de brug van de A28.
- De afstand tussen deeltraject 7C en deeltraject 16B, en deeltraject 5, is kleiner, ongeveer 2 km. Vanwege het beperkte effect van de maatregelen op deeltraject 7C en deeltraject 16B, en het tussengelegen hydraulische knelpunt (brug A28), wordt het effect van de benedenstroomse rivierwaartse maatregelen op de buitendijkse variant op deeltraject 5 beperkt geacht.
- De afstand tussen deeltraject 5 en deeltrajecten 1B en 2 is ongeveer 7 km, ongeveer gelijk aan de halveringslengte. Tevens bevindt zich een hydraulisch knelpunt tussen de locaties (spoorbrug). Daarmee wordt het effect van de buitendijkse variant van deeltraject 5, op het effect van de buitendijkse varianten op deeltraject 1B en 2, klein geacht.

## 6.12. Beoordeling nevengeul Vechterweerd

### Opstuwing

In het memo waarin het schetsontwerp van de nevengeul wordt beschreven, is tevens een inschatting gemaakt van het effect op de waterstand (bijlage 10-1 bij de Ontwerpnota (Waterschap Drents Overijsselse Delta, 2023)). Er wordt geschat dat de nevengeul een vergelijkbaar waterstandsverlagend effect heeft als de geul die beschouwd is in stap 2 van Veilige Vecht; circa 2 cm (Witteveen+Bos, 2022). Hierbij wordt opgemerkt dat in de planuitwerkingsfase een nadere analyse van het effect op de waterstand nodig is en een duidelijk beheerplan van de geul en omringende vegetatie moet worden opgesteld. Vanwege het waterstandsverlagende effect scoort de nevengeul positief (+) op het criterium opstuwing. Het waterstandsverlagende effect kan als compensatie dienen voor de opstuwing die enkele dijkversterkingsvarianten veroorzaken.

### Volume waterberging

De aanleg van de nevengeul zorgt voor een toename van het bergend volume (1.600 m<sup>3</sup> tussen het stuwpeil en de maatgevende hoogwaterstand). De nevengeul scoort daarom positief (+) op het criterium afname volume waterberging. Deze toename kan als compensatie dienen voor de afname aan bergend volume die enkele dijkversterkingsvarianten veroorzaken.

### Dwarsstroming

In het memo waarin het schetsontwerp wordt beschreven wordt tevens een inschatting gemaakt op de dwarsstroming in het zomerbed ter hoogte van de uitstroomopening van de nevengeul (bijlage 10-1 bij de Ontwerpnota (Waterschap Drents Overijsselse Delta, 2023)). Omdat de oriëntatie van de instroomopening met de bocht mee is, wordt geen nadelige dwarsstroming verwacht. De nevengeul scoort daarom neutraal (0) op het criterium dwarsstroming.

### Morfologische effecten

De nevengeul is een stuwpasserende nevengeul en zal in principe permanent meestromen, tenzij het peil in het stuwpannd Vechterweerd onder het stuwpeil dreigt te zakken. Bij het ontwerp is als uitgangspunt gebruikt dat minimaal 10% van de afvoer via de nevengeul loopt als lokstroom voor vissen.

De verwachte morfologische effecten in de hoofdgeul bestaan uit twee componenten:

- A) Sedimentatie in hoofdgeul door geërodeerd materiaal uit nevengeul

Bij hoge afvoeren nemen de stroomsnelheden in de nevengeul toe. Bij het schetsontwerp wordt opgemerkt dat de stroomsnelheden in de nevengeul kunnen oplopen tot boven de 1 m/s en daarom voor erosie kunnen zorgen. Er wordt in deze memo aanbevolen om in de planuitwerkingsfase nader te onderzoeken hoe het doorstroomprofiel optimaal vorm gegeven kan worden (bijlage 10-1 bij de Ontwerpnota (Waterschap Drents Overijsselse Delta, 2023)).

Het materiaal dat erodeert uit de nevengeul, kan benedenstrooms neerslaan in het zomer- of winterbed op plekken waar de stroomsnelheid lager is dan in de nevengeul. De verwachting is dat met optimalisatie van het doorstroomprofiel (vergroten doorstroomoppervlak) de erosie in de nevengeul kan worden gemitigeerd.

## B) Evenwichtsbodemligging hoofdgeul

In het deel van de rivier tussen de in- en uitstroomopening neemt het gemiddelde debiet en daarmee de stroomsnelheid af door de aanleg van de nevengeul. Het riviersysteem zal zich langzaam aanpassen op deze verandering. Dit betekent dat de evenwichtsbodemligging in dit gedeelte en bovenstrooms hoger zal komen te liggen. De sedimentatie is een geleidelijk proces wat zich vanaf instroomopening in benedenstroomse richting tot aan de uitstroomopening uitstrekt. Wanneer 10% van het debiet wordt onttrokken aan het zomerbed en uitgegaan wordt van een constant debiet, volgt uit analytische vergelijkingen dat de evenwichtswaterdiepte aan de benedenstroomse kant van de geul ongeveer 10% zal afnemen op de lange termijn (Crosato, 2007). Met behulp van baggerwerkzaamheden kan deze ontwikkeling worden tegengegaan indien dit problemen oplevert voor de scheepvaart.

Geconcludeerd wordt dat het huidige ontwerp van de nevengeul ertoe leidt dat materiaal wat vrijkomt uit de geul benedenstrooms tot sedimentatie in de vaargeul kan leiden, en dat de onttrekking van het debiet zorgt op de lange termijn voor sedimentatie ter hoogte en bovenstrooms van de geul. De geul scoort daarom negatief (-) op het criterium morfologische effecten.

| Aspect      | Criterium                  | effectbeoordeling nevengeul |
|-------------|----------------------------|-----------------------------|
| rivierkunde | Opstuwing                  | +                           |
|             | Afname volume waterberging | +                           |
|             | Dwarsstroming              | 0                           |
|             | Morfologische effecten     | -                           |

Tabel 6-4 Overzicht effecten nevengeul

# 7. Mitigatie en compensatie

Om de negatieve effecten van de dijkversterkingsmaatregelen tegen te gaan kan men zogeheten mitigerende of compenserende maatregelen treffen. Dit hoofdstuk beschrijft welke mitigerende en compenserende maatregelen mogelijk zijn om de negatieve effecten van de kansrijke alternatieven te verkleinen of te compenseren. Vervolgens is beschreven welke maatregelen toegepast zijn in het ontwerp en hoe dat de effectbeoordeling heeft gewijzigd.

## 7.1. Mitigerende en compenserende maatregelen

Mitigerende maatregelen zijn bedoeld om de verwachte negatieve effecten van de dijkversterkingsmaatregelen te verkleinen of te voorkomen. Compenserende maatregelen creëren nieuwe waarden om de waarden die verloren gaan (de negatieve effecten) te vervangen.

### Compensatie van opstuwing

Opstuwing als gevolg van rivierwaartse dijkversterking kan gecompenseerd worden door in het projectgebied de uiterwaard te verruimen. Volgens de geldende beleidslijn is er geen effect toelaatbaar.

De nieuwe nevengeul bij Vechterweerd kan gebruikt worden om de opstuwing van deeltraject 1B en 2 (alternatief X) te compenseren, omdat deze twee trajecten bovenstrooms van de nevengeul liggen. Bij het schetsontwerp wordt uitgegaan van een verlaging van de waterstand van ongeveer 2 cm bij maatgevende afvoer (HKV, 2023). WAQUA-berekeningen uit stap 2 van de Verkenning Veilige Vecht laten zien dat ter hoogte van deeltraject 1B en 2 nog iets meer dan de helft van het maximale waterstandalende effect van de nevengeul over is. Uitgaande van het schetsontwerp zou het waterstandalende effect ter hoogte van deeltraject 1B en 2 meer dan 1 cm zijn. Hiermee kan zowel het opstuwende effect van deeltraject 1B (alternatief X) als deeltraject 2 (alternatief X) worden gecompenseerd.

Voor compensatie van deeltraject 5 (alternatief Z, buitendijkse variant) liggen er wellicht kansen bij KRW-maatregelen om te compenseren. Omdat het effect van dit traject naar verwachting niet groter is dan een millimeter, zullen kleinschalige compensatiemaatregelen voldoen. Dit wordt verder onderzocht en nader beschouwd in de planuitwerkingsfase.

De opstuwing van deeltraject 7C (alternatief Z) en 16B (alternatief X) is klein (kleiner dan 1 mm). Deze deeltrajecten liggen tevens in het stormgedomineerde gebied, waarvoor de toegepaste methode een overschatting is (zie paragraaf 5.2). Voor deze locaties zullen kleinschalige compensatiemaatregelen voldoen. Dit wordt verder onderzocht en nader beschouwd in de planuitwerkingsfase.

### Compensatie van afname volume waterberging

Afname van de volume waterberging dient gecompenseerd te worden volgens de Beleidsregels bij de Keur. Deze compensatie dient in de uiterwaarden van de Vecht plaats te vinden. De totale compensatieopgave bestaat ongeveer uit:

- Alternatief X: in totaal 20.300 m<sup>3</sup>, bestaande uit:
  - Deeltraject 1B - Rechtersedijk B: ~12000 m<sup>3</sup>.
  - Deeltraject 2 - Poppenallee: ~4800 m<sup>3</sup>.

- Deeltraject 16B - Haerst B: ~3500 m<sup>3</sup>.
- Alternatief Z:
  - quickscan buitendijkse variant deeltraject 5: ~6800 m<sup>3</sup>.
  - deeltraject 7C - Bruggenhoek-Agnietenberg C: 2000 tot 3000 m<sup>3</sup>.

Het verlies aan bergend vermogen dient gecompenseerd te worden tussen het stuwpeil (tabel 71) en de hoogwaterstand die op die locatie volgt uit de WAQUA-berekening voor de maatgevende situatie.

| Locatie                          | Ondergrens compensatie   | Toelichting   |
|----------------------------------|--|---|
| Bovenstrooms stuw Vechterweerd   | + 1,25 m NAP   | Zomerpeil stuw Vechterweerd   |
| Nevengeul                        | Lineair verloop tussen peil bovenstrooms en benedenstrooms van de geul | De verhanglijn van de nevengeul is op basis van het eerste schetsontwerp nog onbekend. Een lineair verloop lijkt een redelijke eerste aanname.  |
| Benedenstrooms stuw Vechterweerd | -0,1 m NAP   | Het IJsselmeerpeil schommelt in de zomer tussen -0,3 m NAP en -0,1 m NAP. Het peil benedenstrooms van stuw Vechterweerd heeft over het algemeen wat verval richting het IJsselmeer. Metingen van het peil direct benedenstrooms van de stuw in de periode 2011-2022 laten zien dat het peil direct benedenstrooms van de stuw het vaakst tussen -0,2 m en -0,1 m NAP bedraagt in gestuwde situatie. |

Tabel 7.1 Ondergrens voor compensatie bergend vermogen

De nevengeul bij Vechterweerd biedt mogelijkheden voor compensatie. Met het ontgraven van de geul neemt het bergend volume ongeveer 1600 m<sup>3</sup> toe.

Het gebied rondom de nevengeul biedt ook ruimte voor compensatie. Een eerste analyse laat zien dat wanneer de uiterwaard in dit gebied 0,5 – 1 m wordt afgegraven, daarmee 17.500 - 40.000 m<sup>3</sup> gecompenseerd kan worden.

De nevengeul en het gebied eromheen bieden daarmee voldoende mogelijkheden om het verlies aan volume waterberging van één van beide alternatieven te compenseren. In de planuitwerkingsfase kan het te compenseren volume als randvoorwaarde worden meegenomen bij het opstellen van het ontwerp van de nevengeul en het omliggende gebied.

#### Mitigatie en compensatie van morfologische effecten

Morfologische effecten van de nevengeul kunnen (gedeeltelijk) worden gemitigeerd door het optimaliseren van het ontwerp van de nevengeul. Door te zoeken naar een profiel waarin de maximale stroomsnelheden lager zijn, neemt het risico op erosie af.

Indien er na optimalisatie van de nevengeul toch aanzanding plaatsvindt in het zomerbed en dit de vaardiepte en/of maatgevende waterstand negatief beïnvloedt, kan dit door te baggeren worden gecompenseerd. Baggerwerkzaamheden kunnen leiden tot hinder voor de scheepvaart. Overzicht effecten na mitigatie en compensatie.

#### **Dijkversterkingsmaatregelen**

De negatieve scores van alternatief X op deeltraject 1B en 2 op het criterium opstuwning kunnen worden gecompenseerd met het waterstanddalende effect van de nevengeul. De negatieve scores op het criterium verlies aan volume waterberging kunnen worden gecompenseerd met de aanleg van de nevengeul bij Vechterweerd en het herinrichten van de uiterwaard rondom de nevengeul. Na compensatie blijven er daarom enkel neutrale (0) scores over voor de dijkversterkingsvarianten.

#### **Nevengeul**

De negatieve score van de nevengeul op het criterium morfologische effecten kan (gedeeltelijk) gemitigeerd worden door optimalisatie van de nevengeul in de planuitwerkingsfase. Eventueel overblijvende effecten kunnen worden gecompenseerd door baggerwerkzaamheden. Na mitigatie en compensatie scoort de nevengeul daarom neutraal (0) op het criterium morfologische effecten.

# 8. Aandachtspunten voor de planuitwerking

## 8.1. Leemten in kennis en informatie

De effectbeoordeling voor het criterium opstuwing is uitgevoerd op basis van analytische vergelijkingen. Deze methode resulteert in een grove schatting van het opstuwende effect, waarmee de dijkversterkingsvarianten vergeleken kunnen worden. In de planuitwerkingsfase dient het effect van de maatregelen op de waterstand nauwkeuriger worden bepaald.

De afname van het bergend volume is in deze fase geschat aan de hand van informatie uit één dwarsdoorsnede per dijkversterkingsvariant. Het profiel zal in werkelijkheid wat variatie vertonen langs het traject, bijvoorbeeld omdat de hoogte van de uiterwaard niet overal gelijk is. In de planuitwerkingsfase is het van belang om deze analyse verder uit te werken.

De informatie over de nieuwe nevengeul is in deze fase nog beperkt. Informatie over de verhanglijn van de geul, de inrichting en vegetatie in het gebied rondom de geul en het beheer van de vegetatie ontbreekt. In de planuitwerkingsfase is het van belang om het ontwerp van de geul verder uit te werken en het morfologisch effect nauwkeuriger te bepalen.

Momenteel ontbreekt informatie over het mogelijke gebruik van gronddepots in de uiterwaarden tijdens de aanlegfase. In de planuitwerkingsfase dient dit nader te worden onderzocht.

## 8.2. Voorstellen voor vervolgonderzoek en monitoring

### Opstuwing

In de planuitwerkingsfase kan gedetailleerdere informatie over zowel het effect van de dijkversterking als de compensatiemaatregelen worden verkregen door de maatregelen te schematiseren in een 2D numeriek hydrodynamisch model, zoals WAQUA om daarmee een nauwkeurige effectbepaling te doen. Hiermee kan worden geverifieerd of de compenserende maatregelen inderdaad voldoende zijn om het opstuwende effect op de waterstand tegen te gaan.

### Bergend volume

Het te compenseren bergend volume kan in de planuitwerkingsfase nauwkeuriger worden bepaald met behulp van 3D-tekeningen. Dit geldt zowel voor de dijkversterking als voor de compensatie door de aanleg van de nevengeul.

### Nevengeul

Bij het schetsontwerp van de nevengeul wordt opgemerkt dat het van belang is om in de planuitwerkingsfase te zoeken naar optimalisatie van het doorstroomprofiel om erosie te beperken (bijlage 10-1 bij de Ontwerpnota (Waterschap Drents Overijsselse Delta, 2023)). Dit is een belangrijk aandachtspunt voor de verdere uitwerking van het ontwerp.

In de planuitwerkingsfase kan de vegetatieruwheid worden geoptimaliseerd. Bij het schetsontwerp van de nevengeul wordt opgemerkt dat mogelijk een grotere vegetatieruwheid kan worden toegestaan, omdat de brug of duiker voor het

fietspad een positief effect heeft op de hoogwaterstand (bijlage 10-1 bij de Ontwerpnota (Waterschap Drents Overijsselse Delta, 2023)). Voor de optimalisatie is het van belang om nauwkeuriger te weten hoe groot het opstuwende effect is van de dijkversterking en hoeveel ruimte het huidige ontwerp van de nevengeul laat voor optimalisatie. Hiervoor kan een 2D hydrodynamisch numeriek model worden gebruikt, zoals WAQUA.

#### **Aanlegfase**

Gronddepots in de uiterwaarden kunnen een negatief effect hebben op de waterstand bij hoogwater tijdens de aanlegfase. Om dit effect in de planuitwerkingsfase te kunnen bepalen, is het van belang om de locatie, het volume en de fasering van eventuele gronddepots te weten. Met behulp van analytische vergelijkingen, of eventueel 2D-hydrodynamische modellen, kan het opstuwende effect van deze gronddepots worden bepaald.

### **8.3. Nader te onderzoeken maatregelen en locaties**

De compensatie van het opstuwende effect van alternatief Z, dijktraject 5 (buitendijkse variant) en dijktraject 7C, en alternatief X, dijktraject 16 B is in deze fase niet uitgewerkt, omdat het effect op deze trajecten klein is en kleinschalige maatregelen naar verwachting voldoen. In de planuitwerkingsfase dient dit nader te worden uitgewerkt indien deze varianten deel uitmaken van het voorkeursalternatief.





## 9. Referenties

- Berben, F. (2015). Rivierkundig beoordelingskader in de praktijk. Presentatie, Rijkswaterstaat.
- Crosato, A. (2017). Morphological response at the reach scale. Lecture Notes LN0381.08.1, UNESCO-IHE, Delft.
- RHDHV (2023). Beschrijving hoofdlijn uitvoeringswijze per KA\_OL2. Kenmerk BH2656-WM-NT-230111-1414.
- RHDHV (2023). Aanscherpen GEBU scope. Referentie BH2656-RHD-XX-XX-RP-X-0001, versie concept 0.1.
- Deltares (2017). Nieuwe modelschematisatie IJsselmeer-Vecht-IJsseldelta voor WBI2017. Kenmerk 11200569-008-ZWS-0004, versie 1, 2 juni 2017, definitief.
- Deltares (2015). Modelschematisaties IJsselmeer-Vecht-IJsseldelta; B&O-model 2014, WTI2017-model en actueel model. Kenmerk 1209449-007 - ZWS-0004, Versie 2, 30 maart 2015, definitief.
- Hydrologic, 2018. Onderzoek effectiviteit systeemmaatregelen POV Vecht. Eindrapport. P967.Rijkswaterstaat (2021). Achtergronden Hydraulische Belastingen Vecht- en IJsseldelta, BOI 2020. Versie 1.0, 8 juli 2021.
- Rijkswaterstaat (2019). Rivierkundig Beoordelingskader voor ingrepen in de Grote Rivieren. Versie 5.0 d.d. 4 juni 2019.
- Waterschap Drents Overijsselse Delta (2023). Veilige Vecht – Ontwerpnota. Witteveen+Bos (2022). Rivierkundige effectiviteit van de systeemmaatregelen. 117075/22-005.925, 20 april 2022.

## Bijlage 1.

## Inschatting opstuwing

| Deeltraject | Alternatief              | Inschatting opstuwing op de rivieras |
|-------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 1B          | X                        | 2 - 5 mm                             |
| 2           | X                        | 1 - 2 mm                             |
| 5           | Z (buitendijkse variant) | 0 - 1 mm                             |
| 7C          | Z                        | 0 - 1 mm                             |
| 16B         | X                        | 0 - 1 mm                             |
| 1B + 2      | X                        | 4 - 6 mm                             |

Tabel bijlage 1.9-1 Inschatting opstuwing met de vuistregel van Berben

