

Memo

Onderwerp: Beoordeling hydraulica en morfologie

Project: 13M3011

Opgesteld door: D.R. van Putten

Bestemd voor: Projectteam Overnachtingshaven Lobith

Documentcode: 13M3011-026

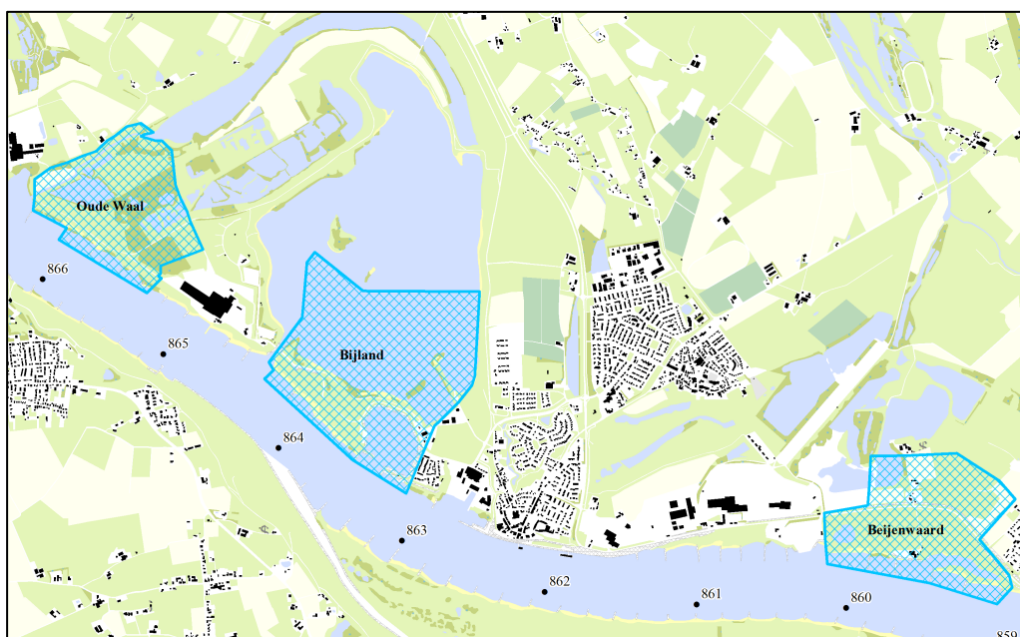
Status: Definitief

Datum: 30 april 2014

1. Algemeen

In de omgeving van Lobith wil het Ministerie van Infrastructuur en Milieu het aantal ligplaatsen vergroten en ligplaatsen realiseren voor grotere schepen. Provincie Gelderland kijkt samen met Rijkswaterstaat en Gemeente Rijnwaarden naar een locatie voor een nieuw te realiseren overnachtingshaven.

Voor de realisatie van een overnachtingshaven Lobith zijn drie zoekgebieden opgegeven: Beijenwaard, Bijland en Oude Waal (Figuur 1). Per zoekgebied zijn verschillende alternatieven mogelijk. Dit levert in totaal 11 alternatieven op (Tabel 1). De beschrijving van de alternatieven en bijbehorende schetsontwerpen zijn opgenomen in de Uitgangspuntennotitie overnachtingshaven Lobith (document 13M3011-003).



Figuur 1: Ligging potentiële locaties voor realisatie overnachtingshaven

Tabel 1: Weergave per locatie van 11 alternatieven met korte beschrijving

Beijenwaard	Bijland	Oude Waal	Tuindorp
1. Grote haven buitendijks (gehele gebied)	5. Grote haven in plas met havenmond ter plaatse huidige vluchthaven	9. Grote haven zonder rekening te houden met oevergeul en oostelijk gelegen havenmond	11. Moderniseren bestaande vluchthaven Tuindorp
2. Grote haven deels binnendijks met westelijke gelegen havenmond	6. Grote haven op land met havenmond ter plaatse huidige vluchthaven (inclusief een kleine strook van de plas)	10. Kleine haven wel rekening houdend met oevergeul en westelijk gelegen havenmond	
3. Kleine haven buitendijks met westelijk gelegen havenmond	7. Kleine haven in plas met nieuwe westelijk gelegen havenmond		
4. Kleine haven deels binnendijks met oostelijk gelegen havenmond	8. Kleine haven op land met havenmond ter plaatse huidige vluchthaven		

Dit document bevat ook het beoordelingskader voor het aspect rivierkunde, dat is onderverdeeld in 4 criteria:

- Effect op hoogwaterveiligheid
- Effect afvoerdeling
- Effect op dwarsstroming
- Effect op morfologie

In deze notitie wordt per criteria een beschrijving gegeven van deze effecten in vergelijking tot de huidige situatie.

2. Beoordelingskader

Voor het plan-MER Overnachtingshavens Lobith is een beoordelingskader opgesteld. Deze is vastgelegd in het uitgangspuntendocument. De rivierkundige effecten vallen onder het thema Bodem en Water, specifiek de aspecten Hydraulische effecten en Bodemligging en morfologie (zie Tabel 3). Tevens is een scoretabel voor de alternatieven opgesteld, zie Tabel 5.

Tabel 2: Beoordelingskader thema Bodem en water

Thema	Aspect	Criteria
Bodem en water	Hydraulische effecten	Effect op waterstanden
		Effect op afvoerverdeling bij Pannerdensche kop
		Effect op stroomsnelheden
	Dijkstabiliteit	Effect op dijkstabiliteit en binnendijkse kwel
	Bodemligging en morfologie	Effect op morfologie van het zomerbed
	(Water)bodemkwaliteit en grondverzet	Effect op bodemkwaliteit
		Effect op grondbalans (duurzaamheid)
	Waterkwaliteit	Effect op de chemische toestand
		Effect op de ecologische toestand
	Grondwater	Effect op stijghoogte
		Effect op verticale stroming van het water (flux)

Tabel 3: Scoretabel alternatieven

Score	Betekenis
++	Sterk positief effect
+	Positief effect
0	Weinig of geen effect
-	Negatief effect, geen normoverschrijding
--	Sterk negatief effect, wel normoverschrijding

3. Beoordeelde aspecten

Voor het thema rivierkunde worden 4 aspecten beoordeeld:

1. Waterstanden in verband met hoogwaterveiligheid
2. Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop
3. Stroomsnelheden, specifiek dwarsstroming
4. Morfologische effecten in het zomerbed

Deze aspecten staan beschreven in het uitgangspuntendocument en komen uit het Rivierkundig Beoordelingskader. In het Rivierkundig Beoordelingskader zijn criteria opgenomen waar deze aspecten aan moeten voldoen. Deze zijn ook opgenomen in de uitgangspuntennotitie. Op dit moment is het echter niet mogelijk de effecten van de alternatieven exact in kaart te brengen. De huidige alternatieven zijn nog van onvoldoende detailniveau om nauwkeurige berekeningen uit te voeren. De beoordeling wordt daarom gedaan op basis van kennis en ervaring.

4. Werkwijze

De beoordeling van de alternatieven is uitgevoerd per locatie. Voor elke locatie zijn twee figuren toegevoegd die de huidige situatie zo goed mogelijk in beeld brengen. De eerste figuur geeft de huidige bodemhoogte (op basis van het AHN) weer, om in kaart te brengen welke hoge elementen al in de huidige situatie aanwezig zijn. De tweede figuur geeft het stromingsbeeld weer voor de huidige situatie bij MHW. Hiervoor is gebruik gemaakt van de pkb_3_3 referentie. Dit is een schematisatie beschikbaar bij opdrachtnemer, waarbij op de locatie van de Beijenwaard *geen* overnachtingshaven is geschematiseerd. Dit is bij diverse recentere modellen wel het geval, waardoor de stroombeelden niet de huidige situatie weergeven.

Met deze twee figuren is de huidige situatie in beeld gebracht. Hiermee kan worden bepaald hoeveel effect een alternatief heeft op de doorstroming en wat de hoogte van de havendam globaal kan worden. Dit geeft dan weer een indicatie van de ontwerpruimte van een alternatief. Een hoge havendam heeft meer ontwerpruimte (want zou nog lager kunnen) dan een lage havendam.

Met deze informatie kan dan weer bepaald worden hoe alternatieven scoren op de rivierkundige aspecten. De gedachtegang en werkwijze voor de beoordeling staat hieronder per thema toegelicht.

Voor elk alternatief is nog niet definitief vastgesteld wat de exacte hoogte van de havendam wordt. Dit moet in een later stadium worden bepaald op basis van hydraulische berekeningen (waarbij uitgegaan moet worden van een afvoer van 16.000m³/s). Voor de rivierkundige beoordeling is daarom een 'bandbreedte' van +/- 1m aangehouden. De beoordeling is dan of verwacht kan worden dat er een havendamhoogte binnen de bandbreedte is, die rivierkundig vergunbaar is. Is er binnen de huidige bandbreedte geen havendamhoogte die rivierkundig vergunbaar is, dan wordt dit alternatief negatief gescoord.

In de volgende fase (met detailberekeningen) betekent dit dat bij sommige alternatieven de havendamhoogte uit deze fase te hoog is, voor anderen te laag (de *exacte* hoogte hoeft nu immers niet vastgesteld te worden). Maar als de rivierkundige beoordeling neutraal gescoord is, valt de havendamhoogte die in een volgende fase wordt berekend wel binnen de bandbreedte van deze fase.

Waterstanden in verband met hoogwaterveiligheid

In algemene zin kan opgemerkt worden dat als een havendam qua hoogte aansluit op bestaande elementen, verwacht kan worden dat er nauwelijks effect op de stroming tijdens MHW is. Wanneer er nauwelijks effect op de doorstroming is, kan ook verwacht worden dat een alternatief waterstandsneutraal kan worden aangelegd.

De kritieke parameter voor hoogwaterveiligheid is dus de hoogte van de havendam. Voor scheepvaart is een lage havendam ongewenst, aangezien er dan vaker stroming in de haven zal zijn. Voor elk ontwerp is ingeschat hoe hoog de havendam zou kunnen

worden, zodat duidelijk wordt welke alternatieven vanuit scheepvaarttoegankelijkheid de voorkeur verdient. Hierbij wordt opgemerkt dat een alternatief altijd hydraulisch vergoedbaar moet zijn, dus een havendam kan niet 'zomaar' hoger worden aangelegd. Dit zal dan rivierkundig gezien ook moeten kunnen.

Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop

In het algemeen zijn er nauwelijks effecten op de afvoerverdeling te verwachten. Waterstandseffecten werken namelijk voornamelijk bovenstrooms door en in mindere mate in benedenstroomse richting. Daarbij komt dat de waterstandseffecten beperkt zullen zijn, omdat de ontwerpen waterstandsneutraal worden aangelegd. Wel kan het stroombeeld iets veranderen ter plaatse van de ingreep. Dit kan ter plekke van het splitsingspunt resulteren in een kleine verandering van de afvoerverdeling. Dit geldt met name voor de locatie 'Oude Waal' en mogelijk voor de locatie 'De Bijland'.

Stroomsnelheden, specifiek dwarsstroming

De grootte van dwarsstroming is lastig in te schatten. Op basis van de huidige stroombeelden en de ontwerpen is gekeken of hier problemen worden verwacht en of deze kunnen worden verholpen. Hierbij is vooral ingeschat of er debiet wordt onttrokken aan de hoofdgeul. Indien verwacht kan worden dat dwarsstroming een probleem vormt, is deze negatief gescoord. Bij mitigatie is dan beschreven welke ontwerpopimalisatie mogelijk zijn om de negatieve effecten te verminderen/op te heffen.

Morfologische effecten zomerbed

De beoordeling van morfologische effecten beperkt zich tot de effecten op het zomerbed. Hier mag geen sedimentatie of erosie plaatsvinden. In dit gedeelte van de Rijn is op dit moment een autonome bodemdaling van 1 cm per jaar. Om dit tegen te gaan wordt er bovenstrooms van Spijk gewerkt aan een rivierbodestabilisatie. Dit is een gemeenschappelijk Duits-Nederlands project, waarbij de rivierbodem wordt gestabiliseerd en niet verder uitslijt. Dit wordt gecombineerd met zandsuppletie. Dit proces mag niet verstoord worden door een haven-alternatief.

Voor de beoordeling van morfologische effecten in het zomerbed wordt een inschatting gemaakt van de te verwachten effecten op de stroming in het zomerbed bij diverse afvoerniveaus. Wanneer de stroming die voorkomt bij een afvoer van 1x per jaar of vaker niet of nauwelijks verandert, kan verwacht worden dat er geen morfologische effecten optreden in het zomerbed. Specifiek wordt gekeken of de breedte van het zomerbed verandert. Wanneer de breedte namelijk gelijk blijft, zal ook de stroming gelijk blijven, en zijn er geen significante effecten te verwachten. Op de locatie van de havenmond zal de breedte sowieso veranderen, dus hier zijn altijd enige effecten te verwachten. Dit is echter voornamelijk een lokale verstoring. In het document "Strategische afwegingsnotitie overnachtingshaven Lobith" van Arcadis wordt een

variant vergelijkbaar met alternatief 1 neutraal beoordeeld voor morfologische effecten op het zomerbed. Deze inschatting wordt gedeeld, en zo zijn ook de alternatieven die in deze memo worden beschouwd beoordeeld.

Daarnaast is gekeken naar de morfologische effecten in de haven. Hier wordt niet op beoordeeld (telt dus niet mee in de score), maar de informatie dient wel als basis voor het de inschatting van onderhoudswerkzaamheden. Op basis van het rapport 'Uitwijkhaven Lobith, beoordeling alternatieven op sedimentatie' is een inschatting gemaakt van de te verwachten effecten. Morfologische effecten in de haven vallen in twee categorieën in te delen:

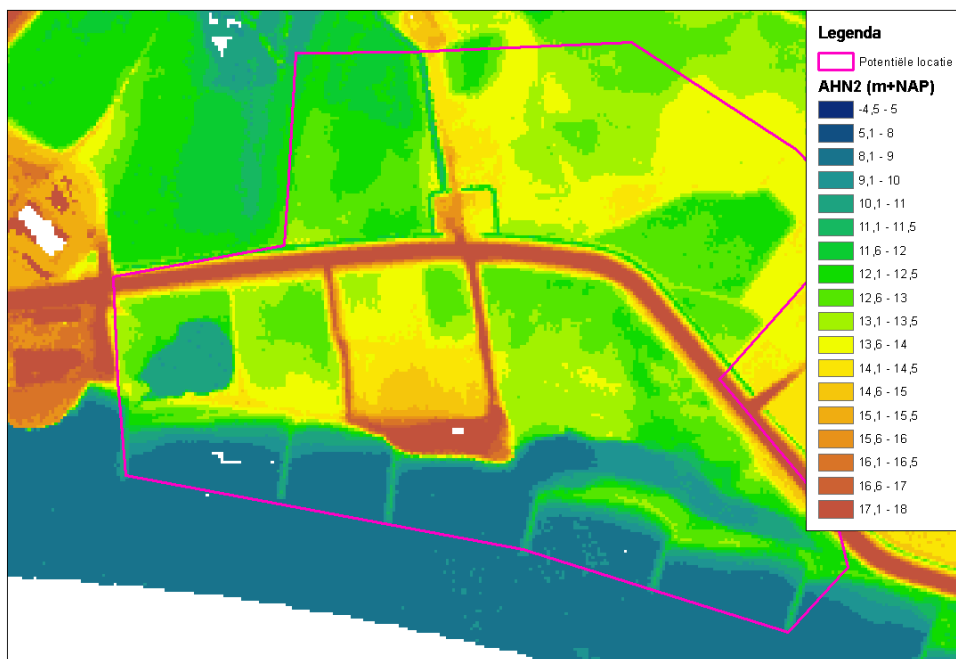
1. Aanzanding
2. Aanslibbing

Aanzanding vindt voornamelijk in de havenmond plaats, terwijl aanslibbing in de gehele haven te verwachten is. Aanzanding is voornamelijk afhankelijk van de ligging van de haven in binnen- of buitenbocht. Aanslibbing is voornamelijk afhankelijk van het 'contact'oppervlak van de haven met de rivier. Bij een lage havendam is het 'contact'oppervlak veel groter dan bij een hoge havendam, en kan (veel) meer aanslibbing verwacht worden.

In het rapport wordt onder andere een variant beoordeeld die vergelijkbaar is aan alternatief 1 (Beijenwaard, Groot buitendijks). Voor deze variant wordt veel aanslibbing in de haven verwacht, aangezien de lage havendam ervoor zorgt dat de haven relatief vaak meestroomt. De alternatieven die binnen dit project worden behandeld, worden afgezet tegen alternatief 1. Hiermee kan worden ingeschat hoeveel de aanzanding/aanslibbing in een alternatief te verwachten is.

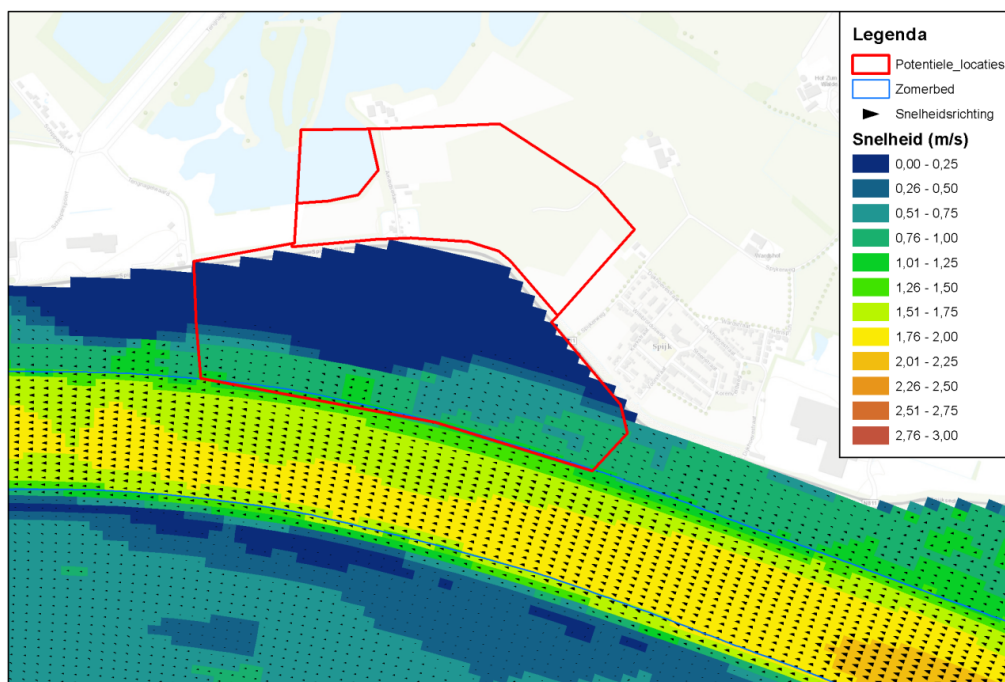
5. Beijenwaard

Het huidige maaiveld is weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2: AHN-hoogtemodel Beijenwaard

In de uiterwaard ligt een terrein dat omringt wordt door hoge kades. Hierdoor is de stroming bij MHW in de uiterwaard ook beperkt, zie Figuur 3.



Figuur 3: Stromingspatroon Beijenwaard

Uit de figuur blijkt dat het deel van de Beijenwaard dat verder af van het zomerbed ligt nauwelijks meestroomt. Dit heeft te maken met de hoge kades (ruim 17m+NAP) die daar in het gebied liggen. Het eerste deel ten noorden van het zomerbed (het groene deel) stroomt wel mee, hier liggen in de huidige situatie kribben. Benedenstrooms van de zoeklocatie ligt een hoogwatervrij gebied, waardoor water daar niet over de uiterwaard kan stromen. In algemene zin kan over deze locatie worden gesteld dat wanneer de haven in het stroomluwe deel wordt aangelegd, er geen negatieve rivierkundige effecten te verwachten zijn.

Alternatief 1 Beijenwaard groot buitendijks

In het ontwerp is de havendam is gesitueerd op de locatie van de huidige kribkoppen. Aangenomen is dat de havendam ongeveer dezelfde hoogte heeft als de huidige kribkoppen. Deze dam zal circa 20 – 40 dagen per jaar overstromen.

Hoogwaterveiligheid

Het huidige winterbed stroomt bij hoogwater nauwelijks mee. Bij alternatief 1 wordt dit vergraven tot open water, waardoor dit gebied wel goed kan meestromen bij hoogwater. De havendam, zowel de strekdam die over de kribkoppen wordt gelegd als de aansluiting van de strekdam tot de uiterwaard, is op kribhoogte aangelegd. Verwacht

kan worden dat over het winterbed meer water kan stromen, en dat voor waterstandsneutraliteit een verhoging van de havendam noodzakelijk is. Te verwachten is dat deze binnen de bandbreedte van de havendamhoogtes valt, waardoor binnen de ontwerpkeuzes dit alternatief waterstandsneutraal kan worden aangelegd.

Oordeel: neutraal

Afvoerverdeling

Er zijn geen effecten op de afvoerverdeling te verwachten, aangezien deze locatie ver van het splitsingspunt is gelegen, en waterstandsneutraal kan worden aangelegd.

Oordeel: neutraal

Dwarsstroming

De combinatie van het beter meestromen van het winterbed en het hoogwatervrije gebied benedenstrooms van het zoekgebied zorgt ervoor dat er water terug het zomerbed in wordt gedrukt. Optimalisatie is nodig om ervoor te zorgen dat de dwarsstroming niet te groot wordt bij dit alternatief (zie optimalisatie).

Oordeel: negatief (optimalisatie mogelijk)

Morfologie

Bij de havenmond is lichte sedimentatie te verwachten, wat benedenstrooms leidt tot lichte erosie. Verwacht wordt dat dit niet leidt tot normoverschrijding.

Oordeel: negatief

Optimalisatie

Zowel voor hoogwaterveiligheid als dwarsstroming is een mogelijk probleem dat het winterbed mee gaat meestromen, waardoor er negatieve effecten kunnen ontstaan. Het ontwerp moet dus zodanig worden geoptimaliseerd dat het winterbed niet méér gaat meestromen dan in de referentiesituatie. Hierbij kan gedacht worden aan een iets hogere havendam (waarschijnlijk binnen de bandbreedte +/- 1m). Ook is mogelijk om het deel van de havendam dat bovenstrooms dwars op de stroming staat te verhogen, waardoor de stroming richting het winterbed wordt bemoeilijkt. Hiermee kan de stroming in alternatief 1 vergelijkbaar worden aan de referentiesituatie, waardoor de negatieve effecten worden getackeld. Conclusie is dat het huidige ontwerp rivierkundig vergunbaar kan worden aangelegd door te optimaliseren met de havendamhoogte. Een hogere havendam heeft consequenties voor de beoordeling van andere aspecten, zoals scheepvaart. In principe leidt een hogere havendam tot een betere beoordeling. Zo is er bijvoorbeeld minder stroming in de haven, waardoor de afmeersituatie verbetert. Wel moet worden opgepast dat bijvoorbeeld het zicht niet verslechterd door een hogere havendam. Op basis van kennis en ervaring is dat in dit geval geen

probleem, en leidt de optimalisatie van het ontwerp niet tot een negatievere beoordeling voor scheepvaart.

Alternatief 2 Beijenwaard groot binnendijks

Ontwerpkeuzes: binnendijks, strook behouden tussen rivier en havenkom, Westelijke ingang. Het deel van de havendam dat parallel (oost-west) over het huidige winterbed loopt, heeft een hoogte van 16m+NAP. Een dergelijk waterstand wordt gemiddeld 1x 7 jaar bereikt, dus bij lagere waterstanden is er geen stroming in de haven. Het deel van de havendam dat dwars op de stroming staat (over de huidige krib) wordt niet verhoogd aangelegd, dus hier stroomt het water vergelijkbaar als in de referentiesituatie.

Hoogwaterveiligheid

In de huidige situatie stroomt het winterbed nauwelijks mee. De hoge elementen van dit alternatief vallen allen op het huidige winterbed, waardoor het winterbed stromingsluw blijft. De stroming bij hoogwater is dus vergelijkbaar met de referentiesituatie.

Aangezien er nauwelijks veranderingen in de stroming zijn, zijn er ook geen negatieve effecten op de hoogwaterveiligheid te verwachten.

Oordeel: neutraal

Afvoerverdeling

Er zijn geen effecten op de afvoerverdeling te verwachten, aangezien deze locatie ver van het splitsingspunt is gelegen, en waterstandsneutraal kan worden aangelegd.

Oordeel: neutraal

Dwarsstroming

Aangezien de stroming over het winterbed nauwelijks verandert, zijn geen negatieve effecten op de dwarsstroming te verwachten.

Oordeel: neutraal

Morfologie

Bij de havenmond is lichte sedimentatie te verwachten, wat benedenstrooms leidt tot lichte erosie. Verwacht kan worden dat dit niet leidt tot normoverschrijding.

Oordeel: negatief

Alternatief 3 Beijenwaard klein buitendijks

Ontwerpkeuze: buitendijks, Havendam tpv kripkoppen, Westelijke opening.

De hoogte van de havendam voor de delen die over de huidige kribben liggen is ongeveer gelijk aan de huidige kribben. Het deel van de havendam dat op het winterbed wordt aangelegd is op 16m+NAP aangelegd. Een dergelijk waterstand wordt gemiddeld

1x 7 jaar bereikt, wat betekent dat er dan in de gehele haven stroming is. Bij het gedeelte dicht bij het zomerbed (over de huidige kribben) is er veel vaker stroming in de haven, namelijk 20-40 dagen per jaar.

Hoogwaterveiligheid

Het deel van de havendam dan over de huidige kribben is aangelegd, heeft ook een vergelijkbare hoogte, waardoor de stroming bij hoogwater in het gebied dicht bij het zomerbed vergelijkbaar is met de stroming in de referentiesituatie. Het winterbed is in de referentiesituatie stroomluw, en bij alternatief 3 ligt er een hoge havendam die ervoor zorgt dat dit deel stroomluw blijft. Dat betekent dat de stroming vergelijkbaar is als in de referentiesituatie, wat betekent dat er geen effecten zijn te verwachten op de hoogwaterveiligheid.

Oordeel: neutraal

Afvoerverdeling

Er zijn geen effecten op de afvoerverdeling te verwachten, aangezien deze locatie ver van het splitsingspunt is gelegen, en waterstandsneutraal kan worden aangelegd.

Oordeel: neutraal

Dwarsstroming

De combinatie van het (iets) beter meestromen van het winterbed en het hoogwatervrije gebied benedenstrooms van het zoekgebied zorgt ervoor dat er water terug het zomerbed in wordt gedrukt. Optimalisatie is nodig om ervoor te zorgen dat de dwarsstroming niet te groot wordt bij dit alternatief (zie optimalisatie).

Oordeel: negatief (optimalisatie mogelijk)

Morfologie

Bij de havenmond is lichte sedimentatie te verwachten, wat benedenstrooms leidt tot lichte erosie. Verwacht wordt dat dit niet leidt tot normoverschrijding.

Oordeel: negatief

Optimalisatie

Bij dit alternatief treden er mogelijk negatieve effecten op wat betreft dwarsstroming, en is dus optimalisatie noodzakelijk. Dit zou kunnen door bij de benedenstroomse havendam, het deel dat parallel aan de stroming ligt verhoogd aan te leggen, maar het deel van dwars ligt (over de huidige krib), wel op huidige hoogte laten. Hierdoor kan water alleen parallel aan de stroming in het zomerbed de haven verlaten.

Op basis van kennis en ervaring is beoordeeld dat dit geen negatieve effecten voor andere onderzoeken (zoals scheepvaart) oplevert.

Alternatief 4 Beijenwaard klein binnendijks

Ontwerpkeuzes: Binnendijks, havenmond oost, ontzien binnen en buitendijkse bebouwing.

In het ontwerp is de havendam is gesitueerd op de locatie van de huidige kribkoppen. Aangenomen is dat de havendam ongeveer dezelfde hoogte heeft als de huidige kribkoppen. Tijdens hoogwater (20-40 dagen per jaar) zal deze dam overstromen. Tijdens deze situatie zal er stroming zijn in een gedeelte van de haven en in de havenmond. Het deel van de havendam op het huidige winterbed dat dwars op de stroming ligt benedenstrooms van de oevergeul, is hoger ontworpen, namelijk op 16m+NAP. Dit is op dit moment stroomluw, en sluit aan op de hoogte van de huidige elementen.

Hoogwaterveiligheid

Het grootste deel van de haven is gesitueerd in het stroomluwe deel van uiterwaard. Wanneer de bovenstroomse deel van de havendam exact op kribhoogte wordt aangelegd, gaat de haven meer meestromen bij hoogwater dan dat de uiterwaard in de referentiesituatie doet. Dit deel van de havendam moet dan misschien hoger worden aangelegd (zodat het meestromen gelijk blijft als in de referentie), maar de verwachting is dat dit binnen de bandbreedte van +/- 1m opgelost kan worden. Dan is de stroming bij hoogwater vergelijkbaar als in de referentie, en zijn dus geen negatieve effecten op de hoogwaterveiligheid te verwachten.

Oordeel: neutraal

Afvoerverdeling

Er zijn geen effecten op de afvoerverdeling te verwachten, aangezien deze locatie ver van het splitsingspunt is gelegen, en waterstandsneutraal kan worden aangelegd.

Oordeel: neutraal

Dwarsstroming

Het terugstromen van water dat de haven is ingestroomd, zou door de benedenstroomse havendam (16m+NAP) mogelijk sterk teruggedrukt worden. Dit kan verhoging van dwarsstroming geven, dus is verdere optimalisatie nodig.

Oordeel: negatief (optimalisatie mogelijk)

Morfologie

Bij de havenmond is lichte sedimentatie te verwachten, wat benedenstrooms leidt tot lichte erosie. Verwacht kan worden dat dit niet leidt tot normoverschrijding.

Oordeel: negatief

Optimalisatie

Dwarsstroming is mogelijk een probleem bij dit alternatief, maar kan bij optimalisering van het ontwerp worden opgelost. Hierbij wordt gedacht aan de bovenstroomse havendam enigszins verhogen, waardoor weinig water de haven instroomt en er dus ook weinig hoeft uit te stromen. Dit moet dan natuurlijk niet te koste gaan van de hoogwaterveiligheid, dus enige iteratie en voorzichtigheid is hier geboden. Op basis van kennis en ervaring is beoordeeld dat ook andere thema's, zoals scheepvaart, niet slechter scoren. Een hogere havendam leidt namelijk tot minder stroming in de haven, wat positief is. Wel moet bijvoorbeeld het zicht op orde blijven, maar dat vormt bij dit alternatief geen probleem.

De beoordeling van de geschetste alternatieven is als volgt:

Tabel 4: Beoordeling alternatieven Beijenwaard

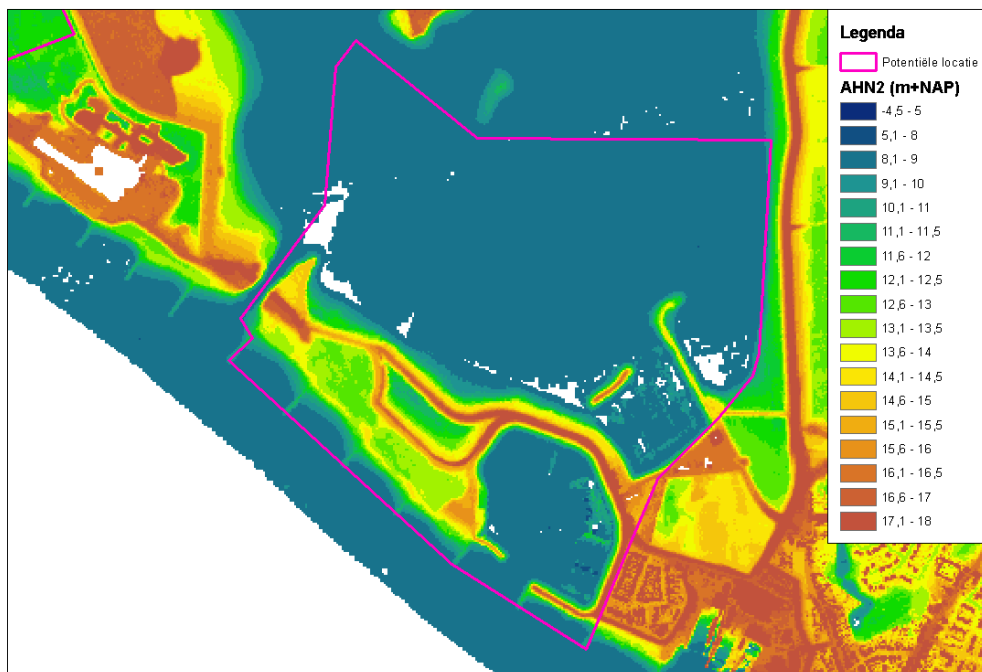
	Hoogwaterveiligheid	Afvoerverdeling	Dwarsstroming	Morfologie zomerbed
Alternatief 1	0	0	-	-
Alternatief 2	0	0	0	-
Alternatief 3	0	0	-	-
Alternatief 4	0	0	-	-

Morfologie in haven

Wordt er gekeken naar de morfologische effecten in de haven (i.v.m. onderhoud), kan worden gesteld dat alternatieven 1 en 3 gevoelig voor aanslibbing, terwijl bij de andere twee alternatieven hier geen problemen mee te verwachten zijn. Dit komt door de lage havendam waardoor de haven vaker meestroomt, en slibt afzet. Hier zal dan vaker onderhoudswerkzaamheden moeten worden uitgevoerd. De aanzanding in de havenmond is beperkt voor alle alternatieven, aangezien de haven in een buitenbocht is aangelegd.

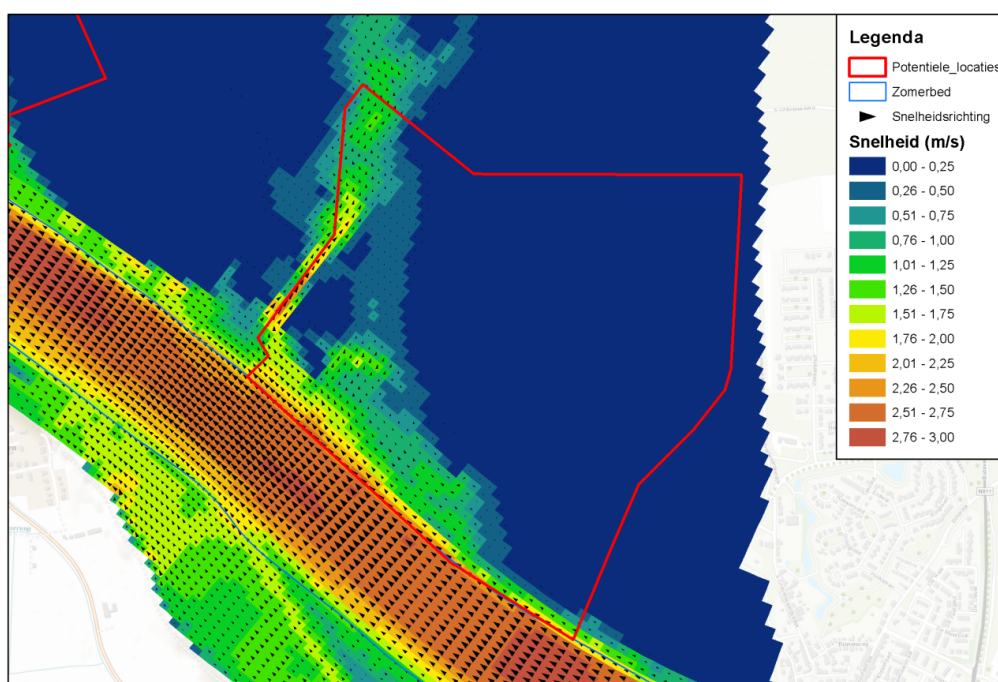
6. Bijland

Het huidige maaiveld is weergegeven in Figuur 4



Figuur 4: Huidig maaiveld Bijland

De stroming bij MHW in dit gebied is weergegeven in Figuur 5.



Figuur 5: Stromingspatroon Bijland

De figuur laat zien dat het oostelijke deel van het zoekgebied het meest stroomluw is, hier ligt ook de huidige vluchthaven. De westelijke grens loopt over de verbinding van het zomerbed met de Bijlandse plas. De enige stroombaan in het zoekgebied is gelegen over de overlaat (ruim 15m+NAP) die in de huidige situatie aanwezig is. Deze ligt ongeveer 200 meter ten noordoosten van de 1^e en 3^e krib in het zoekgebied (vanaf benedenstrooms gezien). Deze is ook in het stromingspatroon goed terug te zien, het is namelijk de enige stroombaar over land naar de plas.

In algemene zin kan worden gesteld dat een haven in het oostelijke deel van de Bijland het meest gunstig is rivierkundig gezien. Dit deel doet nauwelijks mee aan de stroming, en veranderingen hier hebben dan ook weinig effect. Een ontwerp van de haven over het gedeelte land kan ook rivierkundig wel worden aangelegd, maar hierbij moet wel rekening gehouden worden met het feit dat de stroombaan over de huidige overlaat moet kunnen blijven stromen. Hier zal de havendam dus maximaal op hoogte van de overlaat aangelegd kunnen worden. Bij een alternatief over de huidige kribben zal de havendam 'in' de rivier, dat wel zeggen de strekdam en ook de aansluiting op het winterbed, op kribhoogte moeten worden aangelegd. Hierdoor stroomt de haven vaker mee, wat niet gewenst is.

Alternatief 5 Bijland groot in plas

Ontwerpkeuze: in de Bijlandse plas, ingang tpv huidige overnachtingshaven, verplaatsen jachthaven. Door de gemaakte ontwerpkeuzes ontstaat er haaks op de rivier een lang gerekte haven.

Hoogwaterveiligheid

Het gebied waar dit alternatief ligt is in de referentiesituatie stroomluw. Dit komt voornamelijk door de hoge havendam (18m+NAP) die om de huidige haven Tuindorp is gelegen. Voor alternatief 5 is de havendamhoogte op 15m+NAP ontworpen, wat aan de lage kant is, en niet binnen de bandbreedte van 1m hoger/lager is op te lossen. Hierdoor zou de haven meer kunnen gaan mee stromen, en daarmee voor waterstandsverlaging kunnen zorgen. Hiervoor zijn dan mitigerende/optimaliserende maatregelen nodig.

Oordeel: negatief

Afvoerverdeling

De afstand tot het splitsingspunt is beperkt, hoewel wel groter dan bij Oude Waal. Hoewel bij hoogwater is ingeschat dat er geen verandering in stroming optreden, is dat lastig in te schatten voor lagere afvoerniveaus (die ook moeten worden beoordeeld wat betreft afvoerverdeling). Op basis van kennis en ervaring is beoordeeld dat voor dit alternatief de afstand tot het splitsingspunt voldoende is om geen negatieve effecten te verwachten.

Oordeel: neutraal

Dwarsstroming

Er zijn geen effecten op de dwarsstroming te verwachten, aangezien er geen stroom water door een hoog element terug in het zomerbed wordt gedrukt.

Oordeel: neutraal

Morfologie

Op de locatie van de toekomstige havenmond ligt op dit moment al een havenopening. Dat betekent dat de situatie niet wijzigt, en er dus ook geen morfologische effecten te verwachten zijn.

Oordeel: neutraal

Optimalisatie

De havendamhoogte van 15m+NAP sluit niet aan op de huidige elementen wat betreft de havendam om de huidige haven van Tuindorp van 18m+NAP. Hierdoor treedt mogelijk waterstandsverlaging op. Dit *hoeft* geen probleem te zijn bij vergunningverlening, maar mocht men toch het alternatief waterstandsneutraal willen aanleggen, dan is een hogere havendam de meest logische oplossing. Er zijn geen negatieve effecten op bijvoorbeeld scheepvaart te verwachten met deze aanpassing. Deze havendam ligt namelijk aan de noordzijde, en heeft dus geen effect op het zicht vanuit de haven. Ook andere scheepvaart aspecten (bijvoorbeeld afmeersituatie, stroming in de haven) veranderen hierdoor niet negatief.

Alternatief 6 Bijland groot land

Ontwerpkeuze: op land, ingang in het midden, vergroten huidige overnachtingshaven. Door de gemaakte ontwerpkeuzes ontstaat evenwijdig aan de rivier een lang gerekte haven.

Het deel van de havendam die over de huidige kribben is aangelegd, heeft een vergelijkbare hoogte van de kribben. Het deel dat in de Bijlandse plas is gelegen heeft een hoogte van 15m+NAP, wat gelijk is aan de hoogte van de huidige overlaat. Een dergelijke waterstand komt 1x per 7 jaar voor gemiddeld.

Hoogwaterveiligheid

De hoogte van de havendam sluit aan op de huidige elementen (kribben en overlaat). Dat betekent dat de stroming in de haven vergelijkbaar is als in de referentie. Hierdoor zijn geen effecten op de hoogwaterveiligheid te verwachten.

Oordeel: neutraal

Afvoerverdeling

De afstand tot het splitsingspunt is beperkt, hoewel wel groter dan bij Oude Waal. Hoewel bij hoogwater is ingeschat dat er geen verandering in stroming optreden, is dat lastig in te schatten voor lagere afvoerniveaus (die ook moeten worden beoordeeld wat betreft afvoerverdeling). Op basis van kennis en ervaring is beoordeeld dat voor dit alternatief de afstand tot het splitsingspunt voldoende is om geen negatieve effecten te verwachten.

Oordeel: neutraal

Dwarsstroming

Er zijn geen effecten op de dwarsstroming te verwachten. In de referentiesituatie zijn er geen problemen met dwarsstroming, en dit alternatief verslechtert de situatie niet.

Oordeel: neutraal

Morfologie

Bij de havenmond is lichte sedimentatie te verwachten, wat benedenstrooms leidt tot lichte erosie. Verwacht kan worden dat dit niet leidt tot normoverschrijding.

Oordeel: negatief

Alternatief 7 Bijland klein in de plas

Ontwerpkeuze: in de Bijlandseplas, west ingang. Behoud van natuur. Door de gemaakte keuze ontstaat er een lange smalle toegang naar de havenkom. Het deel van de havendam in de plas is aangelegd op 15M+NAP, wat dezelfde hoogte is als de huidige overlaat. Het deel dat op het huidige land ligt, heeft dezelfde hoogte als het land.

Hoogwaterveiligheid

De hoogte van de havendam sluit aan de hoogte van de bestaande elementen. Verwacht kan worden dat de stroming bij hoogwater niet verandert, en dat dit alternatief dus waterstandsneutraal aangelegd kan worden.

Oordeel: neutraal

Afvoerverdeling

De afstand tot het splitsingspunt is beperkt, hoewel wel groter dan bij Oude Waal. Hoewel bij hoogwater is ingeschat dat er geen verandering in stroming optreden, is dat lastig in te schatten voor lagere afvoerniveaus (die ook moeten worden beoordeeld wat betreft afvoerverdeling). Op basis van kennis en ervaring is beoordeeld dat voor dit alternatief de afstand tot het splitsingspunt voldoende is om geen negatieve effecten te verwachten.

Oordeel: neutraal

Dwarsstroming

Er zijn geen effecten op de dwarsstroming te verwachten. In de referentiesituatie zijn er geen problemen met dwarsstroming, en dit alternatief verslechtert de situatie niet.

Oordeel: neutraal

Morfologie

Bij de havenmond is lichte sedimentatie te verwachten, wat benedenstrooms leidt tot lichte erosie. Verwacht kan worden dat dit niet leidt tot normoverschrijding.

Oordeel: negatief

Alternatief 8 Bijland klein op land

Ontwerp: keuze op land, ingang in het midden, vergroten huidige overnachtingshaven. Door de gemaakte ontwerpkeuzes ontstaat evenwijdig aan de rivier een lang gerekte haven. Het deel van de havendam dat over de huidige kribben is gelegen heeft dezelfde hoogte als de kribben. Het deel benedenstrooms dwars op de stroming heeft de hoogte als het land, en het noordelijke deel heeft een hoogte van 15m+NAP, vergelijkbaar met de huidige overlaat. Vanwege de 'lage' havendam over de kribben, stroomt er 20-40 dagen per jaar water door de haven.

Hoogwaterveiligheid

Aangezien de hoogte van de havendam aansluit op de hoogtes van de bestaande elementen (kribben en overlaat), kan verwacht worden dat bij hoogwater geen verandering in stroming optreedt. Dat betekent dat de haven waterstandsneutraal aangelegd kan worden.

Oordeel: neutraal

Afvoerverdeling

De afstand tot het splitsingspunt is beperkt, hoewel wel groter dan bij Oude Waal. Hoewel bij hoogwater is ingeschat dat er geen verandering in stroming optreden, is dat lastig in te schatten voor lagere afvoerniveaus (die ook moeten worden beoordeeld wat betreft afvoerverdeling). Op basis van kennis en ervaring is beoordeeld dat voor dit alternatief de afstand tot het splitsingspunt voldoende is om geen negatieve effecten te verwachten.

Oordeel: neutraal

Dwarsstroming

Er zijn geen effecten op de dwarsstroming te verwachten. In de referentiesituatie zijn er geen problemen met dwarsstroming, en dit alternatief verslechtert de situatie niet.

Oordeel: neutraal

Morfologie

Bij de havenmond is lichte sedimentatie te verwachten, wat benedenstrooms leidt tot lichte erosie. Verwacht kan worden dat dit niet leidt tot normoverschrijding.

Oordeel: negatief

De beoordeling van de schetsen is weergegeven in Tabel 5.

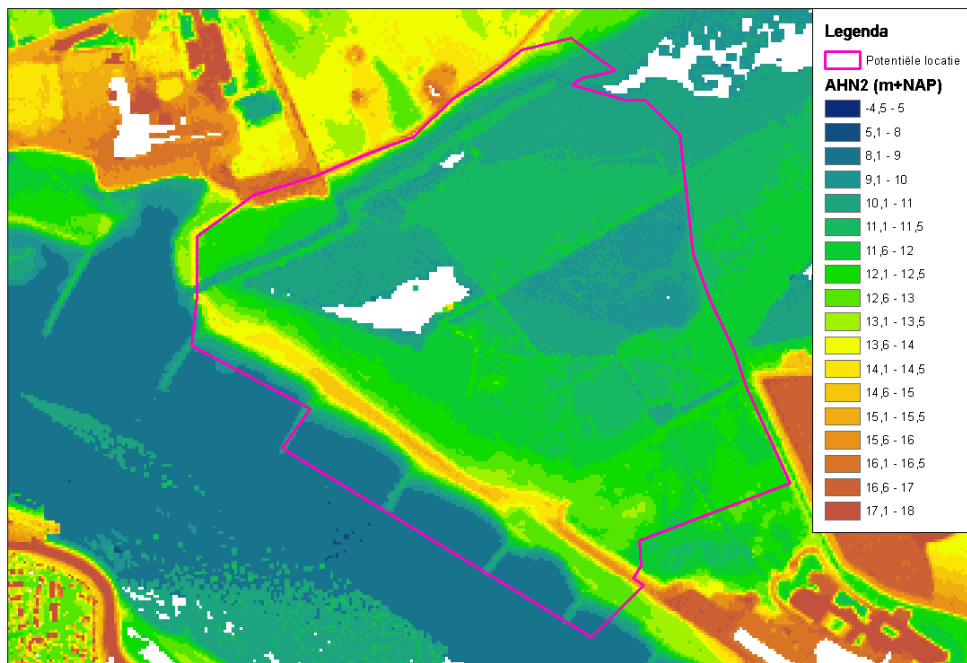
Tabel 5: Beoordeling alternatieven Bijland

	Hoogwaterveiligheid	Afvoerverdeling	Dwarsstroming	Morfologie zomerbed
Alternatief 5	-	0	0	0
Alternatief 6	0	0	0	-
Alternatief 7	0	0	0	-
Alternatief 8	0	0	0	-

De alternatieven met de havendam op kribhoogte (alternatieven 6 en 8) zijn ongunstig qua aanslibbing in de haven zelf. Voor de andere twee alternatieven (5 en 7) geldt dit niet, hier zijn de morfologisch slechts beperkte effecten te verwachten. Verder is bij alle alternatieven aanzanding in de havenmond te verwachten. Dit heeft te maken met het feit dat de locatie Bijland gelegen is in een binnenbocht van de rivier.

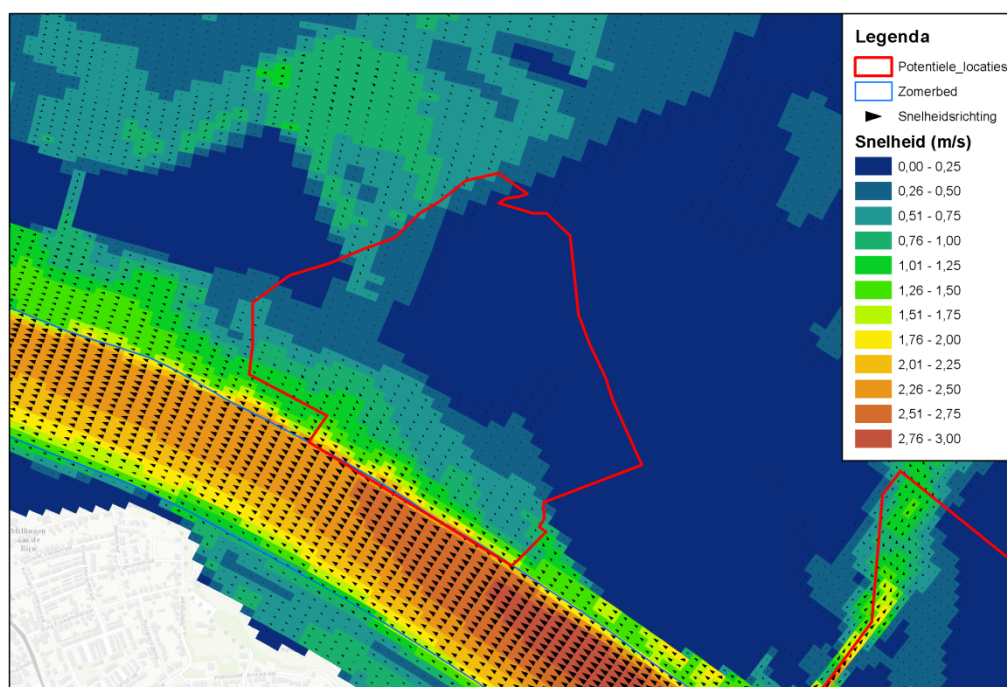
7. Oude Waal

Het huidige maaiveld is weergegeven in Figuur 6



Figuur 6: Huidige maaiveld Oude Waal

Het stromingsbeeld bij MHW is weergegeven in Figuur 7.



Figuur 7: Stromingspatroon Oude Waal

Uit de figuur blijkt dat nabij de hoofdgeul nog wel enige stroming in het zoekgebied aanwezig is. In dit stuk liggen nu kribben. Een haven die over de huidige kribben is aangelegd zal daarom een lage havendam moeten krijgen, wat betekent dat de haven geregeld zal meestromen.

Alternatief 9 Oude Waal groot

Een deel van de havendam is aangelegd over de huidige kribben. Deze heeft dezelfde hoogte als de kribben. Dat betekent dat de haven ongeveer 20-40 dagen per jaar meestroomt. Het overige deel van de havendam dat over het winterbed is gelegen heeft een hoogte van 14,5m+NAP. Dit sluit aan bij de hoogte van de elementen van 15m+NAP die er van nature al aanwezig zijn.

Hoogwaterveiligheid

De hoogte van de havendam sluit aan op de hoogte van de huidige elementen. Hierdoor verandert de stroming bij hoogwater niet ten opzichte van de referentiesituatie, waardoor geen effecten op de waterstanden te verwachten zijn.

Oordeel: neutraal

Afvoerverdeling

Wat betreft de afvoerverdeling moet worden opgemerkt dat de locatie zeer nabij het splitsingspunt is gelegen. Hoewel de haven waterstandsneutraal aangelegd dient te worden, is het lastig om bij meerdere afvoerniveaus (waaronder zeer laag (OLR) en zeer hoog (MHW)) de gewenste afvoerverdeling te bereiken. Kleine veranderingen in de stroming zouden er al voor kunnen zorgen dat de gewenste afvoerverdeling niet wordt behaald. Wel is het mogelijk om mitigerende maatregelen te treffen om te zorgen dat de afvoerverdeling niet wordt aangetast. Deze moeten mogelijk wel buiten het plangebied genomen worden.

Oordeel: negatief

Dwarsstroming

Wanneer water door de haven gaat stromen (20-40 dagen per jaar), 'botst' deze stroom tegen het hoge terrein aan de noordzijde (Kijfwaard). Deze stroom wordt dan naar het zomerbed teruggedrukt, en stroomt hier onder een hoek van ongeveer 60 graden het zomerbed in. Hierdoor kan verwacht worden dat dit een negatief effect heeft op de dwarsstroming.

De ligging van het hoge terrein aan de noordzijde, en de relatief grote hoek waaronder het water terug naar het zomerbed stroomt, maakt dat er geen ruimte is voor optimalisatie om de negatieve effecten te voorkomen. Mitigatie is ook niet mogelijk,

aangezien dwarsstroming een lokaal effect is, en dus ook lokaal opgelost dient te worden. Compensatie van effecten is dus niet aan de orde.

Oordeel: zeer negatief

Morfologie

Bij de havenmond is lichte sedimentatie te verwachten, wat benedenstrooms leidt tot lichte erosie. Verwacht kan worden dat dit niet leidt tot normoverschrijding.

Oordeel: negatief

Mitigatie

Aangezien de locatie zeer dicht bij het splitsingspunt ligt, zijn problemen met de afvoerverdeling te verwachten. Wanneer door het alternatief een van beide benedenstroomse riviertakken meer water gaat afvoeren, dient dat gecompenseerd te worden. Dit kan door op dezelfde riviertak een (kleine) verslechtering van de doorstroming te realiseren (ruwere vegetatie/kade/..), maar dit leidt dan mogelijk tot waterstandsverhoging wat ongewenst is. Een andere oplossing is de riviertak die minder water gaat afvoeren de doorstroom te verbeteren (rivierverruiming). Hierdoor wordt de oorspronkelijke afvoerverdeling behouden.

Alternatief 10 Oude Waal klein

Ontwerpkeuze: west ingang, ruimte reserveren voor oevergeul. De havendam ligt op het winterbed, waar van nature een hoge dam van 15m+NAP ligt. De havendam ligt parallel aan dit hoge terrein, en heeft dezelfde hoogte. Deze waterstanden worden gemiddeld 1x 7 jaar behaald, dus dan is enige stroming in de haven te verwachten.

Hoogwaterveiligheid

De hoogte van de havendam sluit aan op de huidige elementen. Hiermee kan verwacht worden dat bij hoogwater de stroming vergelijkbaar is als in de referentiesituatie. Dat betekent dat er geen effecten op de waterstanden optreden.

Oordeel: neutraal

Afvoerverdeling

Wat betreft de afvoerverdeling moet worden opgemerkt dat de locatie zeer nabij het splitsingspunt is gelegen. Hoewel de haven waterstandsneutraal aangelegd dient te worden, is het lastig om bij meerdere afvoerniveaus (waaronder zeer laag (OLR) en zeer hoog (MHW)) de gewenste afvoerverdeling te bereiken. Kleine veranderingen in de stroming zouden er al voor kunnen zorgen dat de gewenste afvoerverdeling niet wordt behaald. Wel is het mogelijk om mitigerende maatregelen te treffen om te zorgen dat de afvoerverdeling niet wordt aangetast. Deze moeten mogelijk wel buiten het plangebied genomen worden.

Oordeel: negatief

Dwarsstroming

Wanneer water door de haven gaat stromen, 'botst' deze stroom tegen het hoge terrein aan de noordzijde (Kijfwaard). Deze stroom wordt dan naar het zomerbed teruggedrukt, en stroomt hier onder een hoek van ongeveer 60 graden het zomerbed in. Tevens ligt bij dit alternatief een oevergeul, waardoor de terugstroom naar het zomerbed wordt versterkt. Hierdoor kan verwacht worden dat dit een negatief effect heeft op de dwarsstroming.

De ligging van het hoge terrein aan de noordzijde, en de relatief grote hoek waaronder het water terug naar het zomerbed stroomt, maakt dat er geen ruimte is voor optimalisatie om de negatieve effecten te voorkomen. Mitigatie is ook niet mogelijk, aangezien dwarsstroming een lokaal effect is, en dus ook lokaal opgelost dient te worden. Compensatie van effecten is dus niet aan de orde.

Oordeel: zeer negatief

Morfologie

Bij de havenmond is lichte sedimentatie te verwachten, wat benedenstrooms leidt tot lichte erosie. Verwacht kan worden dat dit niet leidt tot normoverschrijding.

Oordeel: negatief

Mitigatie

Aangezien de locatie zeer dicht bij het splitsingspunt ligt, zijn problemen met de afvoerverdeling te verwachten. Wanneer door het alternatief een van beide benedenstroomse riviertakken meer water gaat afvoeren, dient dat gecompenseerd te worden. Dit kan door op dezelfde riviertak een (kleine) verslechtering van de doorstroming te realiseren (ruwere vegetatie/kade/..), maar dit leidt dan mogelijk tot waterstandsverhoging wat ongewenst is. Een andere oplossing is de riviertak die minder water gaat afvoeren de doorstroom te verbeteren (rivierverruiming). Hierdoor wordt de oorspronkelijke afvoerverdeling behouden.

De beoordeling van de schetsen is weergegeven in Tabel 6.

Tabel 6: Beoordeling Oude Waal

	Hoogwaterveiligheid	Afvoerverdeling	Dwarsstroming	Morfologie zomerbed
Alternatief 9	0	-	--	-
Alternatief 10	0	-	--	-

Wat betreft de morfologische consequenties voor de haven zelf, kan worden gesteld dat bij alternatief 9 meer aanslibbing is te verwachten. Deze haven stroomt vaker mee, waardoor meer sediment zich afzet in de haven. Voor alternatief 10 geldt dit niet, omdat de havendam hoger kan worden aangelegd. De Oude Waal ligt in een buitenbocht, waardoor aanzanding in de havenmond beperkt kan worden verondersteld.

8. Tuindorp

Het stromingsbeeld bij MHW is weergegeven in de figuur onder het kopje 'Bijland', Figuur 5. Deze figuur laat zien dat de huidige haven nauwelijks meestroomt bij MHW. In dit alternatief wordt enkel de haven uitgediept. Dit heeft nauwelijks effect op de rivierkundige aspecten. Dit alternatief is sterk vergelijkbaar met alternatief 5, dat gedeeltelijk ook op dezelfde locatie ligt.

Alternatief 11 Modernisering huidige overnachtingshaven

Hoogwaterveiligheid

Aangezien het gebied nauwelijks bijdraagt aan de stroming bij hoogwater, zijn er geen problemen te verwachten met hoogwaterveiligheid.

Afvoerverdeling

Wat betreft de afvoerverdeling zijn ook geen effecten te verwachten, aangezien waterstandseffecten voornamelijk bovenstrooms effect hebben. Daarbij komt nog dat de haven waterstandsneutraal wordt aangelegd, zodat er geen waterstandseffecten te verwachten zijn.

Dwarsstroming

De inschatting is dat de dwarsstroming geen probleem is, omdat de haven in een stroomluw gebied ligt.

Morfologie

Het verdiepen van de haven zal weinig effect hebben op de stroming in het zomerbed. Daarom kan verwacht worden dat er geen morfologische effect optreden.

De beoordeling van dit alternatief is als volgt:

Tabel 7: beoordeling Tuindorp

	Hoogwaterveiligheid	Afvoerverdeling	Dwarsstroming	Morfologie zomerbed
Alternatief 11	0	0	0	0

Voor de morfologische effecten in de haven kan aanzanding verwacht worden, omdat deze locatie op de binnenbocht van de rivier ligt. Aanslibbing is waarschijnlijk beperkt, omdat het 'contact'oppervlak tussen rivier en haven niet groot is.