

Provincie Friesland
Tweebaksmarkt 52
8900 HM Leeuwarden

Onderwerp

Belangrijkste conclusies natuurlijke variant Holwerd aan Zee op hydro-morfodynamica en aanslibbing

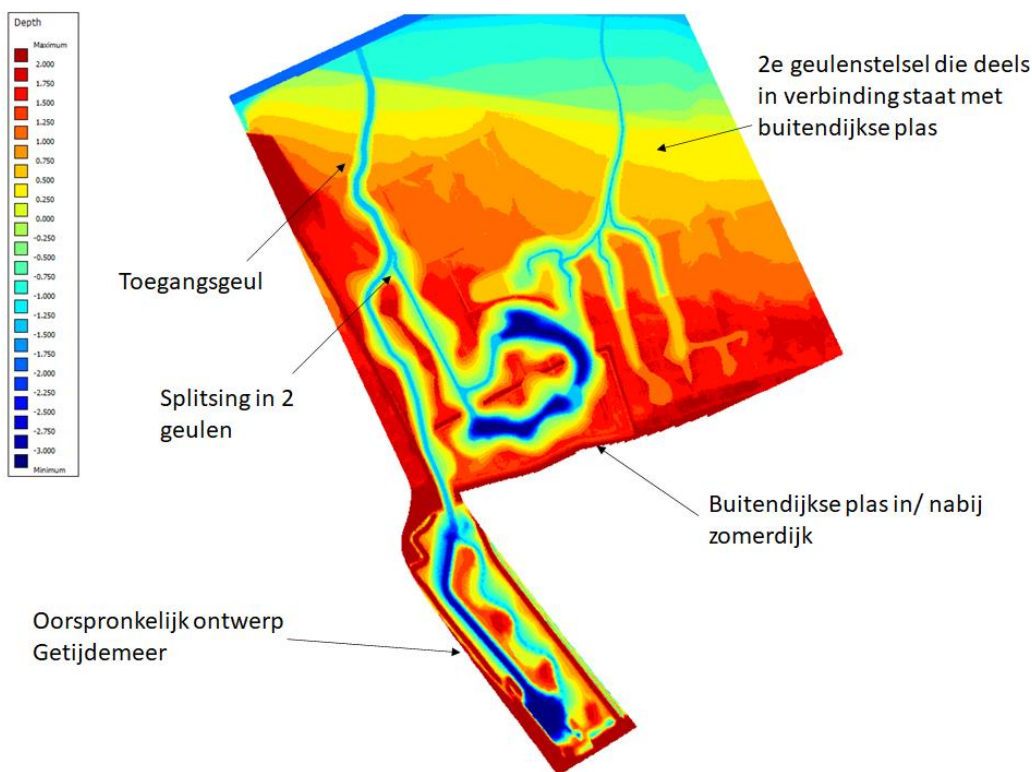
In Oktober en November 2022 zijn door WaterProof Marine Consultancy & Services BV modelberekeningen uitgevoerd naar de te verwachten aanslibbing in de Natuurlijke variant Holwerd aan Zee. Daarnaast zijn proeven in een stroomgoot uitgevoerd om de mate van erosiebestendigheid van kwelder sediment te kennen. In dit memo beschrijven we de belangrijkste resultaten en conclusies aan de hand van de onderzoeksvragen die zijn gesteld. Het rapport met alle uitgangspunten en gedetailleerde beschrijving van de resultaten volgt later dit jaar.

De volgende onderzoeksvragen worden in deze studie beantwoord:

1. Wat is de beste meer natuurlijke loop van de (toegangs)geul passend bij het huidige Waddensysteem?
2. Wat is het effect van deze natuurlijke loop op vaarrecreatie?
3. Kan een kweldergeul van nature ontstaan na aanleg van het getijdemeer?
4. Met welke stroomsnelheid, diepte, bijbehorend debiet uit het meer, slibt de geul niet dicht, kan het zijn eigen weg vinden?
5. Is de Natuurlijke variant geschikt voor vismigratie?
6. Hoeveel aanslibbing is dan te verwachten in het getijdemeer, krekens en kwelderplas, verbindingegeul en is dit te optimaliseren?

Ad 1. Wat is de beste meer natuurlijke loop van de geul passend bij het huidige Waddensysteem?

Er is door WaterProof een nieuw ontwerp gemaakt van de Toegangsgeul naar Holwerd aan Zee waarbij ook een kwelder verjonging is toegepast (zie figuur 1). In overleggen met stakeholders (Provincie, Staatsbosbeheer, gemeente, Stichting HaZ, Rijkswaterstaat) is dit ontwerp vervolgens geoptimaliseerd. Zo zijn op enkele plaatsen drempels toegepast om de aanslibbing op de kwelder te verminderen en is een verbindingegeultje tussen kwelderplas en Toegangsgeul in het ontwerp opgenomen om de kansen voor vis te vergroten. Ook is de grootte van de kwelderplas vergroot om een grotere buffer voor slib te creëren.



Figuur 1: Natuurlijke ontwerp Toegangsgeul en kwelder verjonging

Door alle betrokken partijen is dit ontwerp omarmd, omdat dit zowel voor de flora en fauna met als belangrijkste vis en vogels veel kansen biedt. De vaarrecreatie is in het ontwerp zoveel mogelijk aan de westkant van het gebied gepositioneerd om recreatie te scheiden van de natuurfuncties.

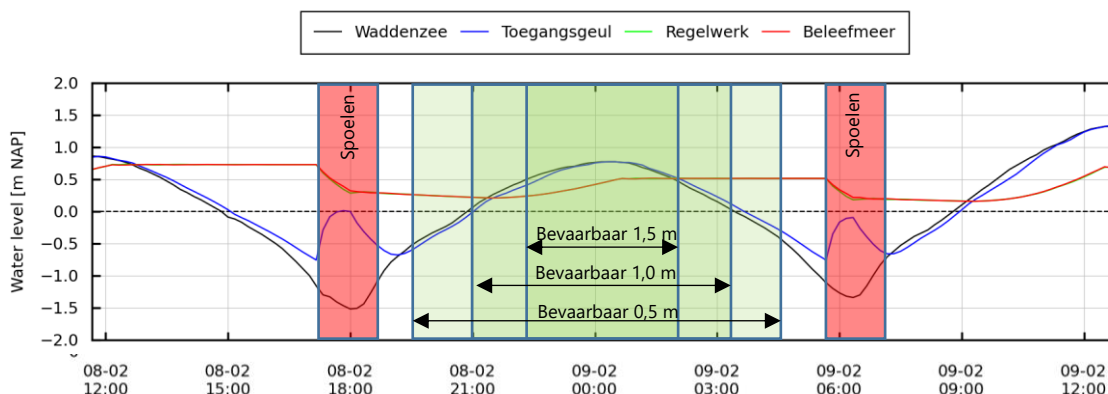
Ad 2: Wat is het effect van deze natuurlijke loop op vaarrecreatie?

De diepte en breedte van de Toegangsgeul zijn vooral belangrijk om de mate van aanslibbing te sturen. De optimale diepte is circa NAP -1.5 m en de optimale bodembreedte circa 15 tot 20 m, dit geldt zowel voor een bevaarbare variant als de niet-bevaarbare variant.

Het gemiddeld hoog water bij Holwerd is circa NAP + 0,9 m. Bij de diepte / breedte van de Toegangsgeul kunnen schepen gedurende de volgende tijdsperiode de geul passeren (hierbij is een conservatieve minimaal benodigde kielspeling van 0,5 m gehanteerd):

- Diepgang schip 0,5 m: 9 uur / getij rondom hoog water
- Diepgang schip 1,0 m: 7 uur / getij rondom hoog water
- Diepgang schip 1,5 m: 4 uur / getij rondom hoog water

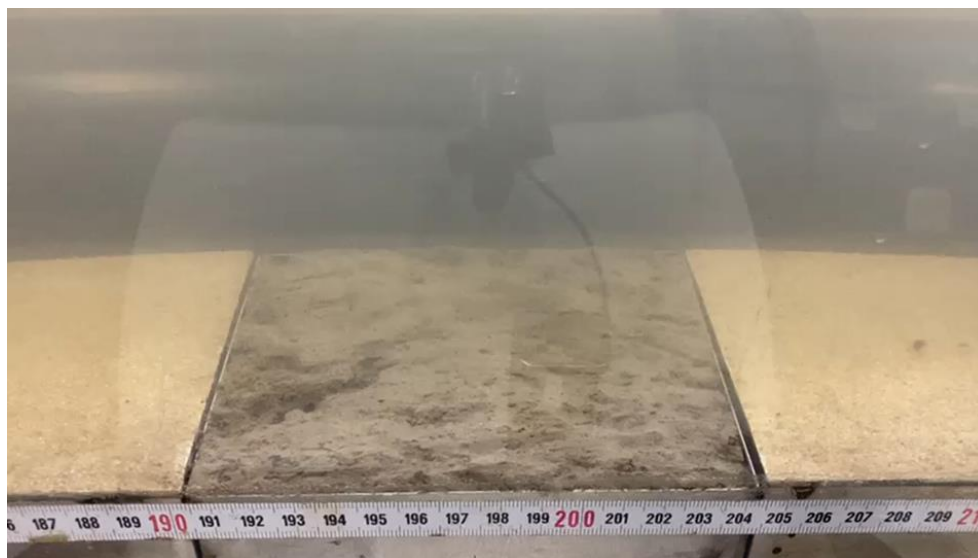
De Toegangsgeul wordt 1x per getij doorgespoeld met water uit het Getidemeer. Dit vindt plaats gedurende 1 uur tijdens laag water. Op dat moment is de waterstand zo laag dat scheepvaart überhaupt niet mogelijk is in de Toegangsgeul. Het spoelen en de vaarrecreatie zitten daarmee niet in elkaars spreekwoordelijke vaarwater.



Figuur 2: Waterstandsverloop Beleefmeer, Toegangsgeul en Waddenzee met daarin aangegeven de momenten van spoelen, en bevaarbaarheid voor schepen met een diepgang van 0,5 / 1,0 / 1,5 m (conservatieve minimale kielspeling van 0,5 m toegepast)

Ad 3: Kan een kweldergeul van nature ontstaan na aanleg van het getijdemeer?

Er zijn op een 5-tal plekken op de kwelder op 3 dieptes (0,25 & 1,0 & -1,5 m onder maaiveld) monsters genomen van de kwelderbodem. Deze monsters zijn in een stroomgoot beproefd op mate van erosiebestendigheid. Voornaamste vraag was bij welke stroomsnelheid het materiaal begint weg te spoelen en hoe snel dat dan gaat.



Figuur 3: foto van kweldersediment in de stroomgoot die wordt beproefd middels het stapsgewijs opvoeren van de stroomsnelheid

Uit de proeven volgt dat het sediment over het algemeen bij een stroomsnelheid van circa 0,6 m/s begint te bewegen en dat bij een stroomsnelheid van 1,1 m/s echt zogenoemde "massa-erosie" optreedt, dan spoelt in korte tijd een groot deel van de bodem uit.

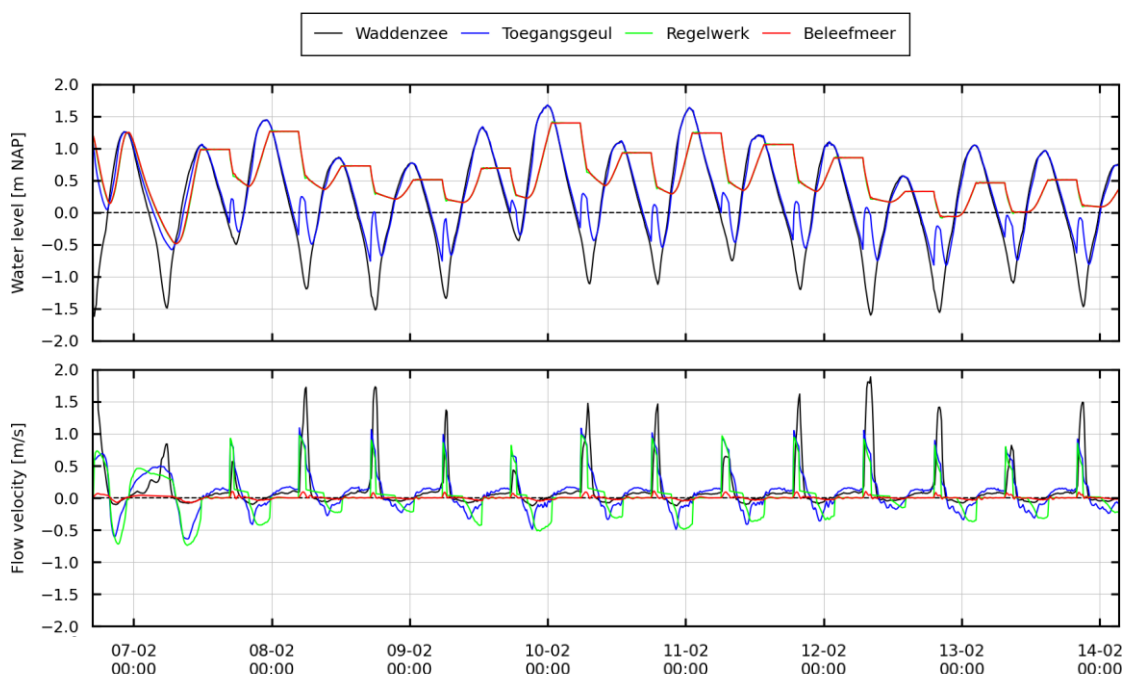
Gebaseerd op deze proeven wordt verwacht dat:

- Een kweldergeul met voldoende diepte en breedte niet uit zichzelf kan ontstaan zonder dat enig graafwerk op de kwelder nodig is. Het beste is om de geulen deels al aan te leggen en de natuur vervolgens zelf te laten bepalen wat de dimensies zijn die in evenwicht zijn met de waterbeweging.
- Tijdens het spoelen van de Toegangsgedul treden gedurende circa 1 uur stroomsnelheden op van 0,5 tot 1,0 m/s. Deze zijn hoog genoeg om het vers bezonken slib uit te spoelen.
- Deze stroomsnelheden zijn voldoende hoog om de geul van nature iets te laten meanderen maar de verwachting is dat de meander snelheden (migratie van bochten van geulen) niet veel groter zal zijn dan enkele meters per jaar.

Ad 4: Met welke stroomsnelheid, diepte, bijbehorend debiet uit het meer, slibt de geul niet dicht en kan het zijn eigen weg vinden

Uit de modelberekeningen volgt dat door een kleinere waterstandsvariatie in het Getijdemeer toe te staan de mate van aanslibbing in het Getijdemeer flink beperkt kan worden maar er toch voldoende water beschikbaar is om de Toegangsgedul schoon te spoelen.

In figuur 4 is te zien dat de waterstanden in het Beleefmeer natuurlijk variëren en afhankelijk van de buitenwaterstand soms wat hoger en dan weer wat lager zijn. Daarmee varieert ook het getijvolume (de hoeveelheid water die in 1 getij het meer in- en weer uit stroomt). Deze schommelt tussen de 100.000 m³/getij en de 250.000 m³/getij.



Figuur 4: Tijdsree van waterstanden (bovenste paneel) en stroomsnelheden (onderste paneel) op verschillende locaties in de Natuurlijke Variant.

De figuur laat ook zien dat de stroomsnelheden in de Toegangsgeul over het algemeen laag zijn ($< 0,5$ m/s) en dat alleen tijdens het spoelen stroomsnelheden worden bereikt van ca. 1,0 m/s. In de Waddenzee plaatselijk ook 1,5 m/s, maar die treden alleen op in ondiep water (circa 0,3 – 0,5 m waterdiepte) als gevolg van het afstromen van water van de kwelder richting de achterliggende getijdegeulen. Dit zijn normale stroomsnelheden in dit soort geultjes op de kwelder.

Ad 5: Is de Natuurlijke variant geschikt voor vismigratie?

Er zijn simulaties uitgevoerd om te onderzoeken of vis vanaf de Waddenzee in 1 getij het Beleefmeer nog wel kan bereiken. Hoewel de Natuurlijke Variant nu middels de kwelderplas en de verbinding tussen de kwelderplas en Toegangsgeul voorziet in schuilmogelijkheden heeft het toch altijd ook een grote plus wanneer vis direct het Beleefmeer kan bereiken.

In de simulaties is een vis gepositioneerd vlak voor de Toegangsgeul net na de eb periode. Met vloed kan deze dan door de getijdestroom richting het Beleefmeer getransporteerd worden. Daarbij zijn we uitgegaan van juveniele vissen die niet kunnen zwemmen, jonge vissen die met 0,1 m/s kunnen meezwemmen en meer volwassen vissen die met 0,2 m/s kunnen meebewegen. Uit de simulaties volgt dat vissen het meer kunnen bereiken in:

- Juveniele vis (0 m/s meezwemmen): 4,0 uur
- Jonge vis (0,1 m/s meezwemmen): 3,5 uur
- Volwassen is (0,2 m/s meezwemmen): 3,0 uur

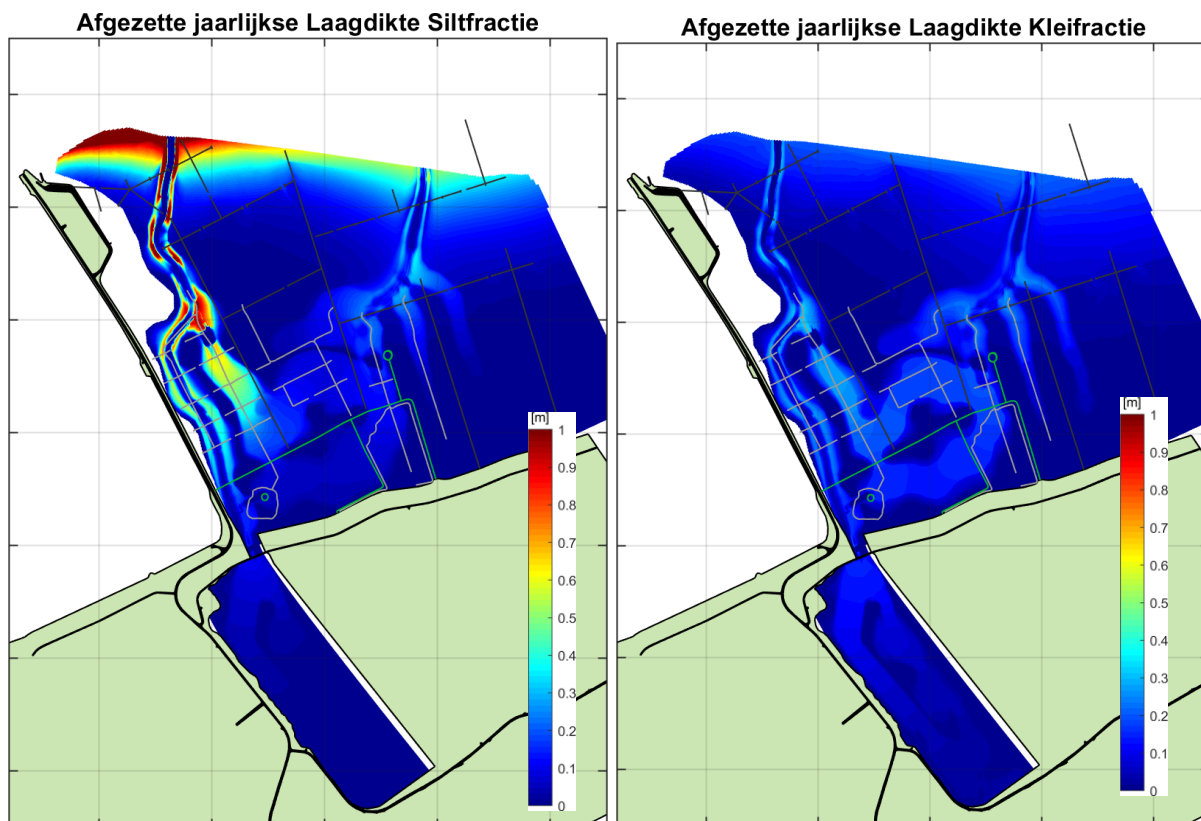
Bij een vloedfase van circa 6 uur kunnen alle vissen het Beleefmeer op tijd bereiken.

Ad 6: Hoeveel aanslibbing is dan te verwachten in het getijdemeer, krekken en kwelderplas, verbinding(sgeul) en is dit te optimaliseren?

Middels zeer gedetailleerde modelberekeningen (modelsimulaties van 10 dagen) zijn verschillende modelvarianten onderzocht. Er was in deze relatief korte doorlooptijd geen tijd om nog allerhande optimalisatieslagen door te lopen en de aanslibbing verder te verbeteren. De waarden die in onderstaande worden genoemd zijn daarmee naar verwachting conservatief.

Uit de modelberekeningen volgt dat:

- Voornamelijk op de taluds van de Toegangsgeul aanslibbing optreedt. Dit komt doordat het profiel in de modelberekeningen nog niet helemaal in evenwicht is met het natuurlijk evenwicht
- In de diepere (en bevaarbare) delen van de Toegangsgeul kan het grootste deel van de aanslibbing worden uitgespoeld
- Door het toepassen van drempels in de geulen naar de kwelderplas is de mate van aanslibbing daar minder groot maar lokaal nog wel tot circa 1,0 m per jaar.
- Naar verwachting zal de aanslibbing in de kwelderplas in het eerste jaar het grootste zijn maar daarna, doordat de bodem hoger komt te liggen, zal de aanslibbing af gaan nemen.
- Er wordt verwacht dat de verjongde kwelder circa 15 tot 20 jaar in stand kan blijven en daarna steeds ondieper wordt.
- De spoelcapaciteit voldoende is om, wanneer na een storm een dik pakket sediment in de Toegangsgeul terecht is gekomen, deze in een aantal dagen weer kan worden uitgespoeld



Figuur 5: Mate van aanslibbing in 1 jaar voor de siltfracctie (linker paneel) en de kleifracctie (rechter paneel). De totale sedimentatie is de som van deze 2, de mate van aanzanding in dit gebied is beperkt ten opzicht van de silt/klei fracties.

De beste inschatting van de mate van aanslibbing in deze Natuurlijke variant is:

- Beleafmeer: 25.000 m³/jaar
- Toegangsgeul: 25.000 m³/jaar
- Beleafmeer + Toegangsgeul: 50.000 m³/jaar
- Kwelderkreken + kwelderplas: 200.000 m³/jaar in 1^e jaar, daarna afnemend

Bovenstaande getallen zijn beste inschattingen gebaseerd op de uitgevoerde modelberekeningen, meetcampagnes uitgevoerd in 2019 (2x) en 2022 en experimenten met kwelder materiaal in 2022. Daarbij hoort een onzekerheidsbandbreedte die voor Beleafmeer en Toegangsgeul circa +/-50 tot +/-100% is.

Deze aanslibbing is gelijk voor de bevaarbare als niet-bevaarbare variant. Wel is er een verschil tussen de bevaarbare variant S2 en variant S7 waarbij S7 een geoptimaliseerde versie is van S2. Vanuit het oogpunt van aanslibbing is variant S2 zeer ongewenst om de volgende belangrijkste redenen:

- Bij S7 kan het slib beter gestuurd worden richting locaties in het Beleefmeer waar de aanslibbing gewenst is (bijv. efficiënt richting de kleirijperij kan worden gestuurd) om zo teveel baggerwerk in andere delen van het Beleefmeer te voorkomen (verstoring)
- In geval van een calamiteit met de deuren in het regelwerk gaat bij S2 alle natuur in het Beleefmeer dood (er ontbreekt dan getij in het meer gedurende herstelwerkzaamheden van de deuren; in het ergste geval orde weken). Daarnaast kan er niet meer gespoeld worden waardoor de Toegangsgeul snel aanslibt, consolideert en niet meer uitgespoeld kan worden. Bij S7 is er een parallelle koker aanwezig waardoor het getij in het Beleefmeer en (gereduceerde) spoelcapaciteit gewaarborgd blijft.

We bevelen daarom zeer nadrukkelijk aan om wanneer voor variant S2 gekozen wordt, deze variant verder te optimaliseren om de robuustheid van het systeem te garanderen.