

Memo

Aan

Jeroen Kragting

Datum

26 januari 2023

Contactpersoon

Etiënne Kras

Ons kenmerk

11209081-002-HYE-0001

Doorkiesnummer

+31(0)88 335 7735

E-mail


Etienne.Kras@deltares.nl

Aantal pagina's

1 van 9

Onderwerp

Nearshore condities kabel aanlandingsconstructie HKwB

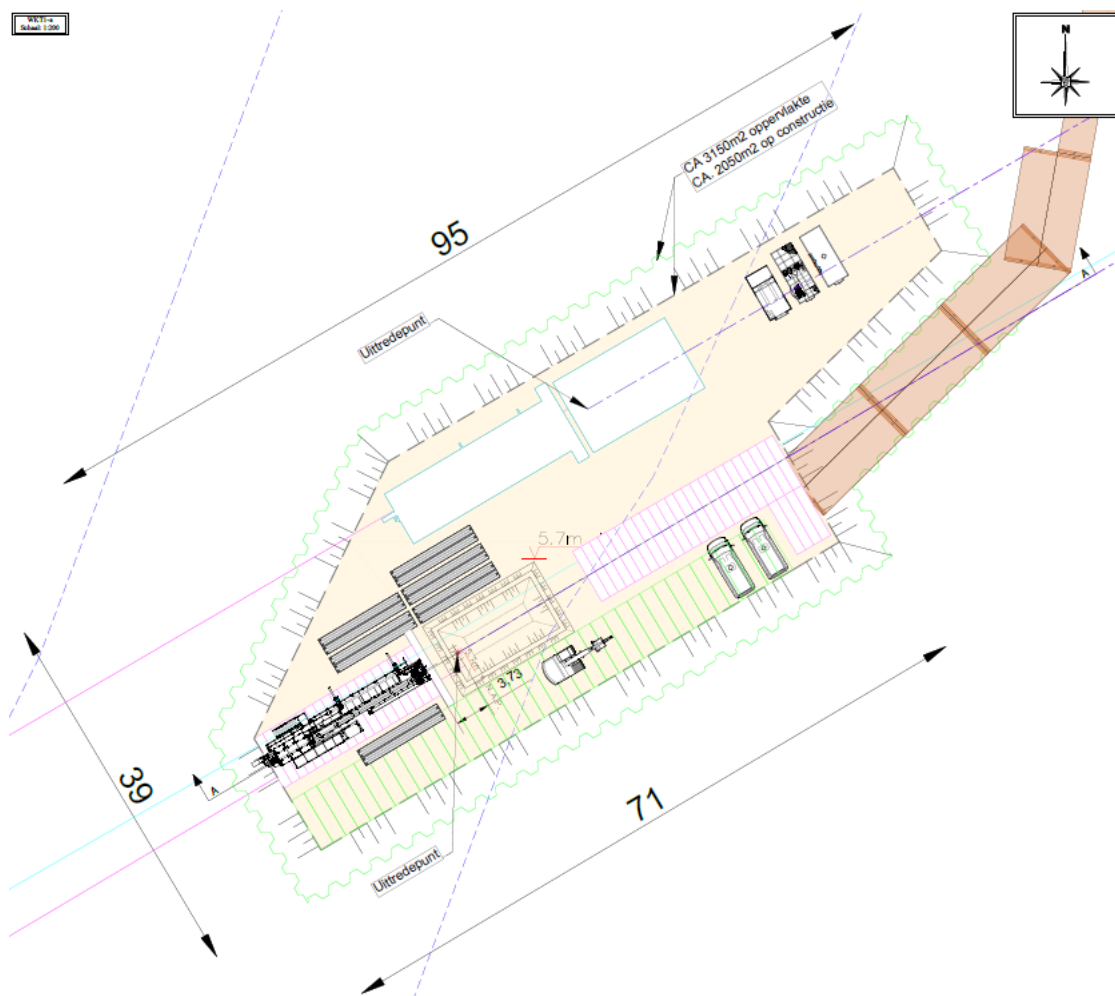
Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord
0.1	Etiënne Kras 	Hans de Vroeg 	Helena van der Vegt 

1 Introductie

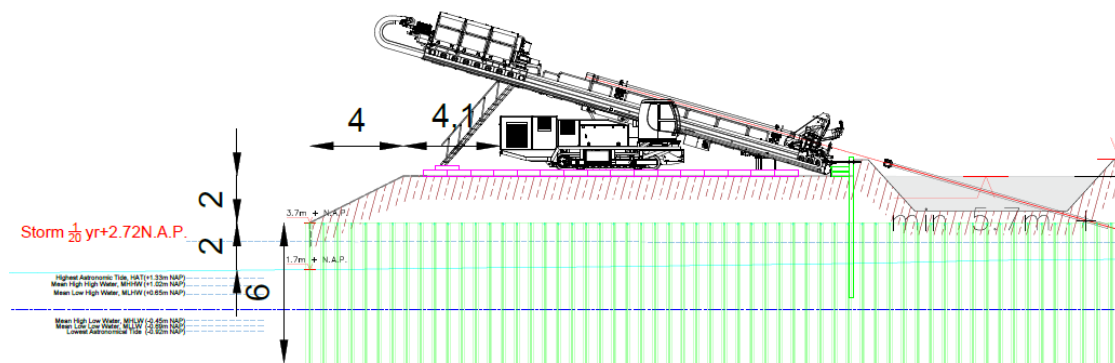
De NRG Groep is bezig met het ontwerpen van een constructie voor de kabelaanlanding voor windmolenpark Hollandse Kust west Beta (HKwB) nabij Wijk aan Zee. Net als voor windmolenpark Hollandse Kust Noord west Alpha (HKNwA; Deltares, 2021) wordt op het strand met behulp van damwanden een veilige werkruimte gecreëerd voor het onder de duinen door 'horizontaal gestuurd boren' (HDD) van de exportkabels. NRG heeft Deltares verzocht de nearshore condities te bepalen om de dimensionering van het huidige ontwerp van de aanlandingsconstructie (zie Figuur 1 en Figuur 2; NRG, 2022) definitief te maken.

Aangezien de aanlandingsconstructie voor HKwB zich ongeveer 2 km ten zuiden van de aanlanding voor HKNwA zal bevinden (voor het TATA Steel-terrein), kunnen offshore metocean condities zoals bepaald voor HKNwA ook voor HKwB worden gebruikt. De aanlandingsconstructie voor HKwB zal echter op een andere locatie in het dwarsprofiel gepositioneerd worden, waardoor de lokale topografie rondom de aanlandingsconstructie afwijkt van de topografie beschouwd in HKNwA. Zo wordt de bodemhoogte voor de aanlandingsconstructie van HKwB geraamd op 1,7 m NAP, terwijl dit voor de HKNwA 0,5 m NAP bedroeg. Ook is het strand nabij de kabelaanlanding van HKwB breder, heeft het een mildere helling en is de haven van IJmuiden dichterbij, wat leidt tot niet-uniforme omstandigheden langs de kust. Zodoende zullen de nearshore condities bij HKwB afwijken van de situatie bij HKNwA.

In deze memo zijn de nearshore condities voor de kabel aanlandingsconstructie van HKwB afgeleid. Allereerst wordt in Hoofdstuk 2 de model opzet kort besproken. Vervolgens zullen in Hoofdstuk 3 de resultaten en in Hoofdstuk 4 de aandachtspunten voor het ontwerp van de aanlandingsconstructie weergegeven worden.



Figuur 1: Bovenaanzicht van de kabel aanlandingsconstructie (verkregen uit HKWB-NRG-00067 20012628NTI_B Terreininrichtingstekening WKT 1 a Strand Velzen t.b.v. HDD (PM-DO).pdf)



Figuur 2: Zijaanzicht van de zeezijde van doorsnede AA van de aanlandingsconstructie zoals weergegeven in Figuur 1 (verkregen uit HKWB-NRG-00067 20012628NTI_B Terreininrichtingstekening WKT 1 a Strand Velzen t.b.v. HDD (PM-DO).pdf).

2 Model opzet

Om nauwkeurige stromings- en golfcondities in de buurt van de aanlandingsconstructie af te kunnen leiden is een numeriek model met voldoende hoge resolutie opgesteld voor het projectgebied. Simulaties in dit model lossen de door getijden, wind en golven gegenereerde stromingen op en maken het dus mogelijk om nearshore tijdreeksen voor studierelevante parameters te presenteren. Hierbij worden voor verschillende scenario's waterniveaus (in m

NAP) waterdiepten (in m), stroomsnelheden (in m/s) en golfhoogten (in m) op twaalf locaties rond de constructie gegeven. Deze scenario's bestaan uit een getijdsimulatie, een typische storm voor de periode dat de constructie op het strand aanwezig is (terugkeerperiode van ongeveer 1 jaar) en een storm met een terugkeerperiode van 20 jaar (ontwerpconditie).

Het numerieke model dat is gebruikt in deze studie is het gevalideerde model uit de HKNwA studie (Deltares, 2021). In dit model is een aantal componenten aangepast om het bruikbaar te maken voor de aanlandingsconstructie voor HKwB, namelijk het raster, de lokale bathymetrie, de scenario's en de randvoorwaarden gerelateerd aan de geselecteerde scenario's. Elk van de hier op volgende secties behandelt één van deze aanpassingen. De aanpassingen zijn dermate klein dat een nieuwe validatie niet is benodigd.

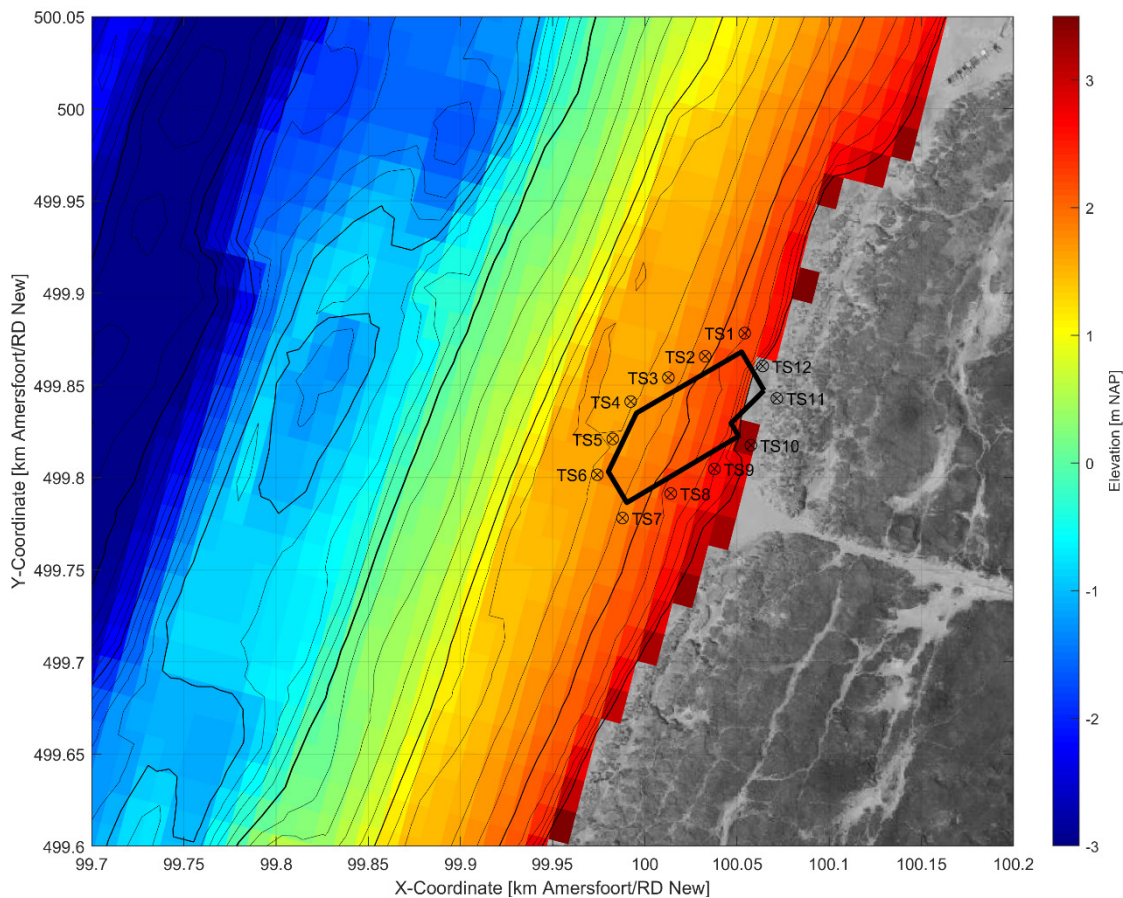
2.1 Rasters

Het numerieke model bestaat uit een hydrodynamisch (flow) en een golf (wave) raster. Deze laatste is iets groter om zo de golven zonder effect van de randvoorwaarden in het hydrodynamische raster op te kunnen nemen. Het golf raster wordt gebruikt in het SWAN golf model en het hydrodynamische raster in het DELFT3D-FLOW/FM model. Beide rasters hebben een resolutie van respectievelijk 10 en 20 m haaks op en langs de kust. Ten opzichte van het model van HKNwA is alleen de locatie van deze lokale verfijning verlegd naar de locatie waar de kabelaanlanding van HKwB is beoogd.

2.2 Bathymetrie

In de studie voor HKNwA (Deltares, 2021) is veel aandacht gegeven aan het genereren van een bathymetrie / topologie op basis van meerdere meetcampagnes. Zo werd er in die studie gebruik gemaakt van een tweetal combinaties tussen de volgende bronnen: Vaklodingen data uit 2017, MBES data van de buitenhaven van IJmuiden uit 2011 en MBES data van TenneT uit 2018. In deze studie hebben we alleen gebruik gemaakt van de eerste twee hierboven genoemde bronnen, de zogenaamde 'Vaklodingen' bathymetrie. NRG heeft daarnaast nog een MBES van TenneT uit 2022 van de locatie voor de kabelaanlanding van HKwB beschikbaar gesteld. Deze data is toegevoegd in de 'Vaklodingen' bathymetrie waardoor de projectlocatie recente bodemdata bevat.

Hiernaast is de locatie van de 'thin dam', de representatie van de damwanden uit het HKNwA model, aangepast naar de dimensionering zoals voorgesteld in NRG (2022). Ook de output locaties om deze damwanden zijn verschoven naar het nieuwe interessegebied, op 1 raster cel afstand van de damwand zodat deze niet worden aangemerkt als droge cellen in de simulaties. Zowel de nieuwe bathymetrie als de locatie van de damwanden en de output locaties zijn te zien in Figuur 3.



Figuur 3: Verticale bodem niveau zoals aanwezig in het model voor HKwB (combinatie tussen Vaklodingen en TenneT MBES data uit 2022). De geschematiseerde dimensionering van de aanlandingsconstructie (zwarte omlijning) en de output locaties (TS1 tot 12) in het model zijn ook weergegeven.

2.3 Scenario's

In deze studie worden resultaten van scenario's met alleen getij (flow) en voor getij in combinatie met een storm met terugkeerperioden van 1 en 20 jaar (flow-wave) in beschouwing genomen. Voor de storm scenario's zal de hoek van inval van de storm ook worden gevarieerd, namelijk 240 (zuidwest), 270 (west), 300 (loodrecht) en 330 (noordwest) graden N. Houd er rekening mee dat de hoek van de kustlijn-normaal op de projectlocatie ongeveer 300 graden N bedraagt. In totaal zijn voor deze studie dus negen modellen opgezet.

Typische dagelijkse hydrodynamische omstandigheden voor de periode dat de aanlandingsconstructie op het strand aanwezig is, worden weergegeven door de bandbreedte van uitkomsten tussen de getijde en storm simulaties met een terugkeer periode van 1 jaar. Stormen die uit het noordwesten of zuidwesten komen (hoek \neq 300 graden) veroorzaken doorgaans de hoogste stroomsnelheden langs de kustlijn. Afhankelijk van de geometrie van de damwand constructie zal dit lokaal worden versterkt door contractie van de stroming. Voor het waterniveau, de waterdiepte en de golfhoogte zal juist een storm met een hoek loodrecht op de kust (\sim 300 graden N) maatgevend zijn.

2.4 Randvoorwaarden

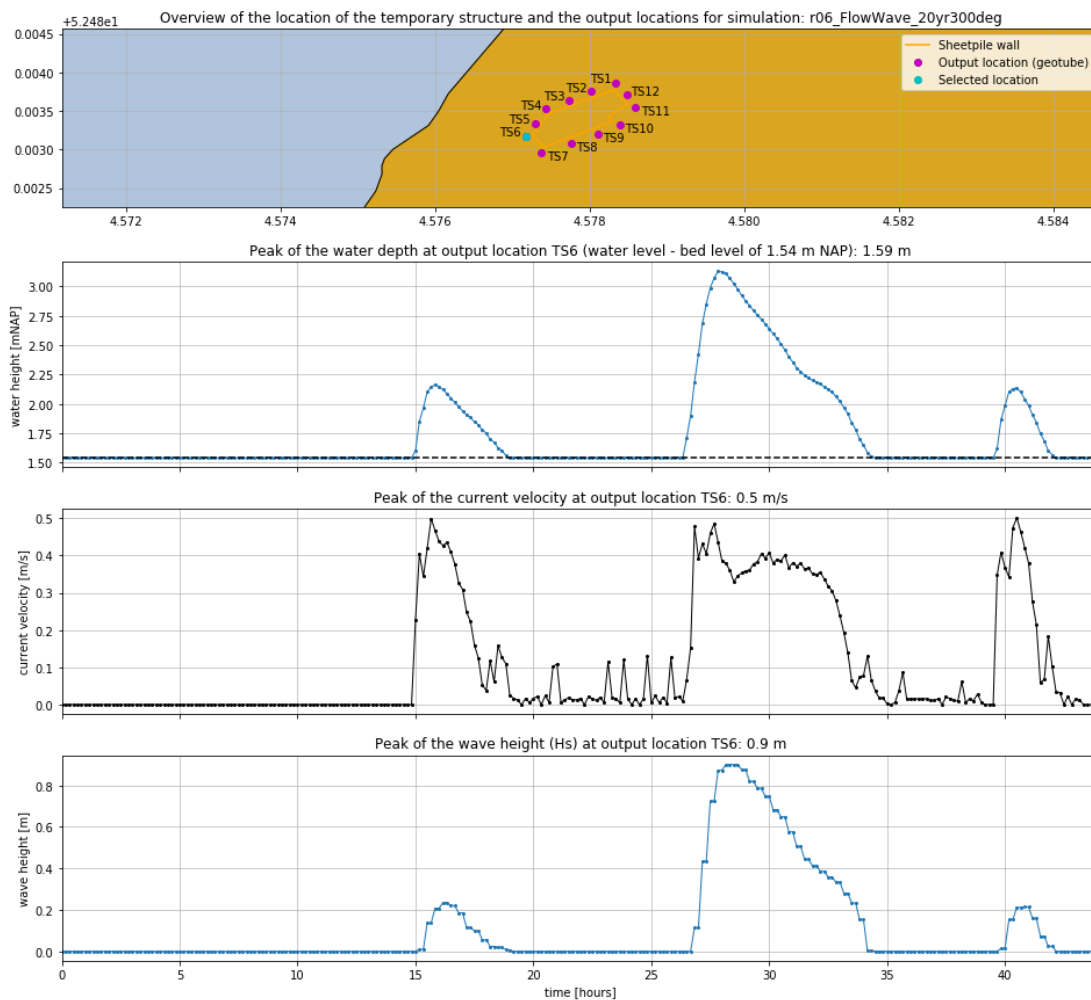
Het numerieke model wordt geforceerd met randvoorwaarden aan de noordelijke, westelijke en zuidelijke randen van het raster, terwijl de oostelijke rand wordt begrensd door land.

Voor de getijdensimulatie bevat het hydrodynamische model Neumann randvoorwaarden (gradiënt in waterniveau) aan de noord- en zuid kanten. Deze randvoorwaarden zijn afgeleid van het Dutch Continental Shelf Model (DCSM), een uitgebreid gevalideerd model met een raster resolutie van 0,5 zeemijl dat in veel onderzoeken van Deltares wordt gebruikt. Op de westelijke rand van het hydrodynamische model worden waterniveaus opgelegd. Ook deze randvoorwaarde is afgeleid van het DCSM-model.

Voor storms simulaties worden het golf- (SWAN) en hydrodynamische model (DELFT3D-FLOW/FM) aan elkaar gekoppeld. De westelijke randvoorwaarde wordt in dit geval uitgebreid met storm opzet, waarbij de piek van de storm wordt gelijkgesteld aan de piek van het getij zodat het totale waterniveau voor de juist terugkeerperiode gelijk is aan hetgeen bepaald voor de offshore condities (Tabel 2.9 in Deltares, 2021). Hier wordt uitgegaan van een typische storm van 32 uur. Windvelden (richting en snelheid) worden toegevoegd aan alle punten op het hydrodynamische raster. Het golfraster bevat randvoorwaarden aan de noordelijke, westelijke en oostelijke rasterranden welke bestaan uit de significante golfhoogte, piek golfperiode, gemiddelde golf richting en directionele golfspreidingskarakteristieken zoals weergegeven in Tabel 2.2 tot en met 2.4 in Deltares (2021). Daarnaast zijn de randvoorwaarden van het hydrodynamische model geëxtrapoleerd en ook opgelegd op de randen van het golfmodel.

3 Resultaten

Een typisch voorbeeld van de tijdseries van nearshore condities die volgen uit een simulatie zijn in Figuur 4 voor een storm met een terugkeer periode van 20 jaar uit een hoek van 300 graden weergegeven. Het bovenste paneel in Figuur 4 toont de locatie en schematische weergave van de damwanden samen met de output locaties TS1 t/m 12. Het tweede paneel toont het waterniveau in m NAP samen met het bodemniveau waarop de output locatie zich bevindt. Uit deze data kan ook de maximale waterdiepte worden afgeleid, welke wordt aangegeven in de titel van het paneel. Het derde paneel toont de stroomsnelheid, die het gevolg is van getijden, wind en golven voor deze simulatie. Net als bij het tweede paneel wordt de maximale stroomsnelheid aangegeven in de titel van het paneel. Het laatste paneel bevat de golfhoogten op de output locatie, waar de maximale golfhoogte weer wordt weergegeven in de paneeltitel. De maxima voor de waterniveaus, waterdiepten, stroomsnelheden en golfhoogten voor alle output locaties en alle negen simulaties worden in Tabel 1 tot en met Tabel 4 samengevat.



Figuur 4: Locatie (in EPSG:4326) van de kabel aanlandingsconstructie met (geselecteerde) output locatie(s) en de geschematiseerde landsgrens op de projectlocatie (bovenste paneel). De tijdseries voor het waterniveau (in m NAP, tweede paneel), de stroomsnelheid (in m/s, derde paneel) en de golfhoogte (in m, vierde paneel) voor de simulatie met een storm met een terugkeerperiode van 20 jaar uit een hoek van 300 graden.

3.1 Waterniveau & waterdiepte

Zoals uit Tabel 1 en Tabel 2 blijkt blijven output locaties TS10, 11 en 12 droog voor alle simulaties. Dit betekent dat er geen water achter de aanlandingsconstructie zal komen (d.w.z. tussen de meest oostelijke damwand en de duinen). Dit is wel sterk afhankelijk van de exacte locatie en configuratie van de damwanden en het ontwerp van de aanlandingsconstructie (met eventuele ophoging van de bouwweg). Deze zal namelijk in het geval van een hevige storm (20 jaar terugkeerperiode) sowieso niet bereikbaar zijn omdat het water tegen de duin aan zal staan. De maximale waterniveaus en waterdiepten zijn bepaald op respectievelijk 3.16 m NAP en 1.62 m voor een storm welke loodrecht op de kust afkomt (dikgedrukte groen gemarkeerde getallen).

Bij een kleine storm zal er water op de locaties TS1/2 en TS7/8 te vinden zijn. Deze punten bevinden zich meer zeewaarts wat betekent dat de constructie wel passage over het strand verhindert. Deze storm zal waarschijnlijk het werk niet stilleggen aangezien de bouwweg toegankelijk zal blijven (en daarmee ook passage tussen de constructie en de duinen). Wanneer er geen sprake is van een storm (wind stilte, 1^e simulatie) zal er helemaal geen water tegen de constructie staan en is passage over het strand mogelijk.

Tabel 1: *Piek waterniveaus in m NAP voor de verschillende output locaties rond de aanlandingsconstructie. Maximale waterniveaus per output locatie (over meerdere simulaties) zijn groen gemarkeerd. Het maximale waterniveau voor alle simulaties en output locaties is dikgedrukt.*

Observatie punt TS ⇨ Simulatie ⇩	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Flow	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FlowWave_1yr_240deg	0	1.96	1.95	1.95	1.94	1.94	1.97	0	0	0	0	0
FlowWave_1yr_270deg	2.32	2.31	2.31	2.3	2.3	2.3	2.32	2.33	0	0	0	0
FlowWave_1yr_300deg	2.38	2.37	2.37	2.37	2.37	2.36	2.36	2.37	0	0	0	0
FlowWave_1yr_330deg	0	2.19	2.19	2.18	2.19	2.17	2.18	0	0	0	0	0
FlowWave_20yr_240deg	2.37	2.35	2.34	2.33	2.31	2.32	2.4	2.41	0	0	0	0
FlowWave_20yr_270deg	3.11	3.09	3.09	3.08	3.07	3.07	3.13	3.15	3.16	0	0	0
FlowWave_20yr_300deg	3.16	3.15	3.15	3.14	3.14	3.13	3.14	3.16	3.16	0	0	0
FlowWave_20yr_330deg	3.03	3.01	3	2.97	2.98	2.96	2.98	3	3	0	0	0

Tabel 2: *Piek waterdiepten (water – bodem niveau) in m voor de verschillende output locaties rond de aanlandingsconstructie. Maximale waterdiepten per output locatie (over meerdere simulaties) zijn groen gemarkeerd. De maximale waterdiepte voor alle simulaties en output locaties is dikgedrukt.*

Observatie punt TS ⇨ Simulatie ⇩	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Flow	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FlowWave_1yr_240deg	0	0.1	0.21	0.42	0.37	0.41	0.2	0	0	0	0	0
FlowWave_1yr_270deg	0.12	0.45	0.57	0.78	0.73	0.76	0.54	0.07	0	0	0	0
FlowWave_1yr_300deg	0.18	0.51	0.63	0.84	0.8	0.82	0.59	0.11	0	0	0	0
FlowWave_1yr_330deg	0	0.34	0.45	0.66	0.62	0.64	0.4	0	0	0	0	0
FlowWave_20yr_240deg	0.17	0.49	0.6	0.8	0.74	0.78	0.62	0.15	0	0	0	0
FlowWave_20yr_270deg	0.91	1.24	1.35	1.55	1.5	1.53	1.35	0.89	0.57	0	0	0
FlowWave_20yr_300deg	0.96	1.29	1.41	1.62	1.57	1.59	1.36	0.9	0.57	0	0	0
FlowWave_20yr_330deg	0.83	1.15	1.27	1.44	1.41	1.42	1.2	0.74	0.41	0	0	0

3.2 Stroomsnelheid

De maximale stroomsnelheden voor alle outputlocaties en alle simulaties zijn samengevat in Tabel 3. Stroomsnelheden zijn afwezig als er op geen enkel moment in de tijd een waterdiepte op een output locatie te vinden is. In Tabel 3 zijn de maximale stroomsnelheden groen gemarkeerd. Merk op dat deze niet altijd overeenkomen met de grootste waterdieptes en hoogste waterniveaus, een stroomsnelheid is namelijk groter voor een storm met een schuinere hoek van inval. De grootste stroomsnelheid, ongeveer 1 m/s, wordt waargenomen tijdens een storm uit het zuidwesten. Dit valt te verklaren door de oriëntatie van de aanlandingsconstructie, welke meer 'gestroomlijnd' is aan de noordwestelijke (TS4) dan aan de zuidwestelijke kant (TS6).

Tabel 3: *Piek stroomsnelheden in m/s voor de verschillende output locaties rond de aanlandingsconstructie. Maximale stroomsnelheden per output locatie (over meerdere simulaties) zijn groen gemarkeerd. De maximale stroomsnelheid voor alle simulaties en output locaties is dikgedrukt.*

Observatie punt TS ⇒ Simulatie ↓	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Flow	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FlowWave_1yr_240deg	0	0.05	0.13	0.54	0.28	0.8	0.14	0	0	0	0	0
FlowWave_1yr_270deg	0.04	0.08	0.05	0.36	0.18	0.67	0.17	0.11	0	0	0	0
FlowWave_1yr_300deg	0.09	0.13	0.11	0.16	0.14	0.47	0.1	0.09	0	0	0	0
FlowWave_1yr_330deg	0	0.12	0.09	0.36	0.2	0.51	0.12	0	0	0	0	0
FlowWave_20yr_240deg	0.11	0.11	0.07	0.65	0.33	1.03	0.3	0.06	0	0	0	0
FlowWave_20yr_270deg	0.14	0.13	0.15	0.45	0.25	0.72	0.35	0.11	0.19	0	0	0
FlowWave_20yr_300deg	0.15	0.16	0.15	0.22	0.21	0.5	0.24	0.1	0.14	0	0	0
FlowWave_20yr_330deg	0.13	0.31	0.21	0.54	0.26	0.57	0.32	0.08	0.16	0	0	0

3.3 Golven

De maximale golfhoogte voor alle output locaties en alle simulaties zijn samengevat in Tabel 4, hier zijn de maxima groen gemarkeerd. In het geval van een getijdensimulatie zijn er helemaal geen golven. Dit wordt aangegeven door de grijs gemarkeerde tabelcellen. De maximale golfhoogten worden gevonden voor stormen loodrecht op het strand (300 graden), waarbij een minimaal verlies door refractie aanwezig is. Houd er rekening mee dat de toepassing van SWAN voor golfhoogten in waterdiepten aan de teen van de constructie niet bijzonder nauwkeurig is, terwijl het gebruik van SWAN nodig is om bij te dragen aan de nauwkeurige beoordelingen van hydrodynamische processen op grotere schaal (zoals waterniveaus, waterdiepten en stroomsnelheden). De in Tabel 4 geschetste maximale golfhoogte van 0.9 m dient dan ook zeer zorgvuldig te worden geïnterpreteerd. Het geeft slechts een indicatie van wat wellicht te verwachten is, aangezien we in theorie golven verwachten die iets lager zijn dan aangegeven in onderstaande tabel. Volgens Raubenheimer et al. (1996) zou de representatieve golfhoogte in deze situatie eerder 0.4 – 0.5 maal de waterdiepte zijn, in dit geval dus ongeveer 0.45 m. Dit sluit echter geen hogere individuele golven uit.

Tabel 4: *Piek golfhoogten in m voor de verschillende output locaties rond de aanlandingsconstructie. Maximale golfhoogten per output locatie (over meerdere simulaties) zijn groen gemarkeerd. De maximale golfhoogte voor alle simulaties en output locaties is dikgedrukt.*

Observatie punt TS ⇒ Simulatie ↓	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Flow	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FlowWave_1yr_240deg	0	0.03	0.03	0.04	0.04	0.11	0.05	0	0	0	0	0
FlowWave_1yr_270deg	0.04	0.16	0.11	0.21	0.14	0.32	0.21	0.01	0	0	0	0
FlowWave_1yr_300deg	0.07	0.21	0.15	0.26	0.18	0.4	0.24	0.01	0	0	0	0
FlowWave_1yr_330deg	0	0.12	0.09	0.16	0.11	0.26	0.15	0	0	0	0	0
FlowWave_20yr_240deg	0.07	0.2	0.14	0.25	0.17	0.37	0.24	0.02	0	0	0	0
FlowWave_20yr_270deg	0.46	0.52	0.36	0.61	0.41	0.85	0.54	0.14	0.07	0	0	0
FlowWave_20yr_300deg	0.51	0.57	0.39	0.66	0.44	0.9	0.56	0.12	0.06	0	0	0
FlowWave_20yr_330deg	0.47	0.54	0.38	0.63	0.42	0.87	0.53	0.09	0.04	0	0	0

4 Aandachtspunten voor het ontwerp

De nearshore condities die zijn afgeleid voor de aanlandingsconstructie van HKwB betreffen een waterniveau van maximaal 3.16 m NAP, een waterdiepte van maximaal 1.62 m, een stroomsnelheid van maximaal 1.03 m/s en een golfhoogte van maximaal 0.9 m. De vastgestelde condities voor HKNwA betreffen een maximaal waterniveau van 2.72 m NAP, een maximale waterdiepte van 2.22 m, stroomsnelheid van 1.29 m/s en golfhoogte van 1.53 m. Door deze ontwerp parameters met elkaar te vergelijken valt op dat het maximale waterniveau voor HKwB 0.44 m hoger wordt bevonden. Dit heeft te maken met de opstuwning van water tegen de kust tijdens een storm. De constructie voor HKwB ligt hoger in het kustprofiel (1.7 m NAP t.o.v. 0.5 m NAP) en het strand heeft een vlakker helling waardoor hogere maximale waterstanden worden verwacht. De maximale waterdiepte, en daarmee ook de stroomsnelheid en de golfhoogte, zijn wat lager voor HKwB dan voor HKNwA het geval was.

Met betrekking tot het huidige ontwerp zijn er een drietal punten om rekening mee te houden:

- De bereikbaarheid van de bouwweg / hellingbaan. Tijdens modelsimulaties voor stormen met een terugkeerperiode van 20 jaar bereikt de het waterniveau de teen van de duinen. Dit betekent dat de bouwweg onder water komt te staan en mogelijk last gaat krijgen van lokale verzakkingen als gevolg van erosie. Dit kan ervoor zorgen dat de aanlandingsconstructie lastig bereikbaar is / wordt en er herstelwerkzaamheden nodig zijn aan de bouwweg / hellingsbaan.
- De hoogte van de damwanden. Zoals in Figuur 2 te zien is de hoogte van de zeewaartse damwand momenteel beoogd op 3.7 m NAP. Aangezien tijdens een zware storm het waterniveau op 3.16 m NAP komt te staan (en dus niet 2.72 m NAP zoals in Figuur 2 te zien) zal er in dit geval ongeveer 0.5 m 'freeboard' over zijn. Dit betekent dat golven (van maximaal 0.9 m) over de damwanden heen zullen slaan en de aanlandingsconstructie zullen betreden.
- Stroomsnelheid ten hoogte van TS6. Gezien de oriëntatie van de aanlandingsconstructie worden de hoogste stroomsnelheden nabij output locatie TS6 verwacht. Dit is ook meteen de meest zeewaartse locatie en daardoor het kritieke punt van de constructie met betrekking tot de structurele integriteit. Aangezien de constructie bereikbaar is aan de zeezijde tijdens wind stilte (of mildere condities) wordt aanbevolen dit punt goed in de gaten te houden. Waar nodig kunnen extra maatregelen getroffen worden om mogelijk gevaarlijke situaties te verhelpen voor of na een storm.

Zoals in Deltares (2021) uiteengezet dienen ook seizoensgebonden strandprofiel veranderingen, de variabiliteit van het strand door de jaren heen, de impact van de constructie op het duinsysteem en de afwezigheid van lange (golf-groep gebonden) golven in modelsimulaties in beschouwing te worden genomen voor het definitieve ontwerp van de aanlandingsconstructie.

Referenties

- Raubenheimer, B., Guza, R.T., and Elgar, S. (1996). Wave transformation across the inner surf zone. *Journal of Geophysical Research*, 101(C10), 25589-25597.
- Deltares (2021). Assessment of seaside loads on landfall support structure Wijk aan Zee. Ref. 11206427-000-HYE-0001; final report, dated 14 January 2021.
- NRG (2022). Ontwerpnotitie DO – Hollandse Kust west Bèta Landkabel Civiel & HDD. Ref. 6000-1661-NOT-0035-2.0; definitief rapport, datum 2 November 2022.