MEMO WATERVEILIGHEID

Kader voor aanpak hoogwaterbescherming haven West-Terschelling

Project Z036001 Havenwerken Terschelling
T.a.v. De heer ing. P.E. Dijkstra, gemeente Terschelling
Auteur(s) ir. L. Nobel, drs. ing. J. Walhout
Datum 02-06-2025
Status DEFINITIEF

1 Inleiding

Gemeente Terschelling werkt aan plannen voor de herontwikkeling van de haven van West-Terschelling. De bestaande haveninfrastructuur heeft het einde van haar technische levensduur bereikt. Door intensief gebruik, langdurige slijtage, verzakkingen en veroudering verkeren met name de kades in een steeds slechtere staat en conditie. Waar voorheen de nadruk lag op regulier onderhoud en kleinschalige herstelwerkzaamheden om de haven operationeel te houden, wordt nu gekozen voor een bredere aanpak gericht op renovatie en grootschalig herstel.

De opgave vraagt om een integrale benadering waarbij waterveiligheid nadrukkelijk wordt meegenomen in de beoordeling van ontwerpvarianten. Deze nota vormt de basis voor het opstellen van een beoordelingskader waarmee toekomstige varianten voor de renovatie en het herstel van de haven kunnen worden getoetst op hun bijdrage aan een robuust waterveiligheidsniveau. Ter onderbouwing worden de maatgevende omstandigheden uitgewerkt, waaronder extreme waterstanden, hydraulische belastingen en de impact van zeespiegelstijging aan de hand van relevante klimaatscenario's.

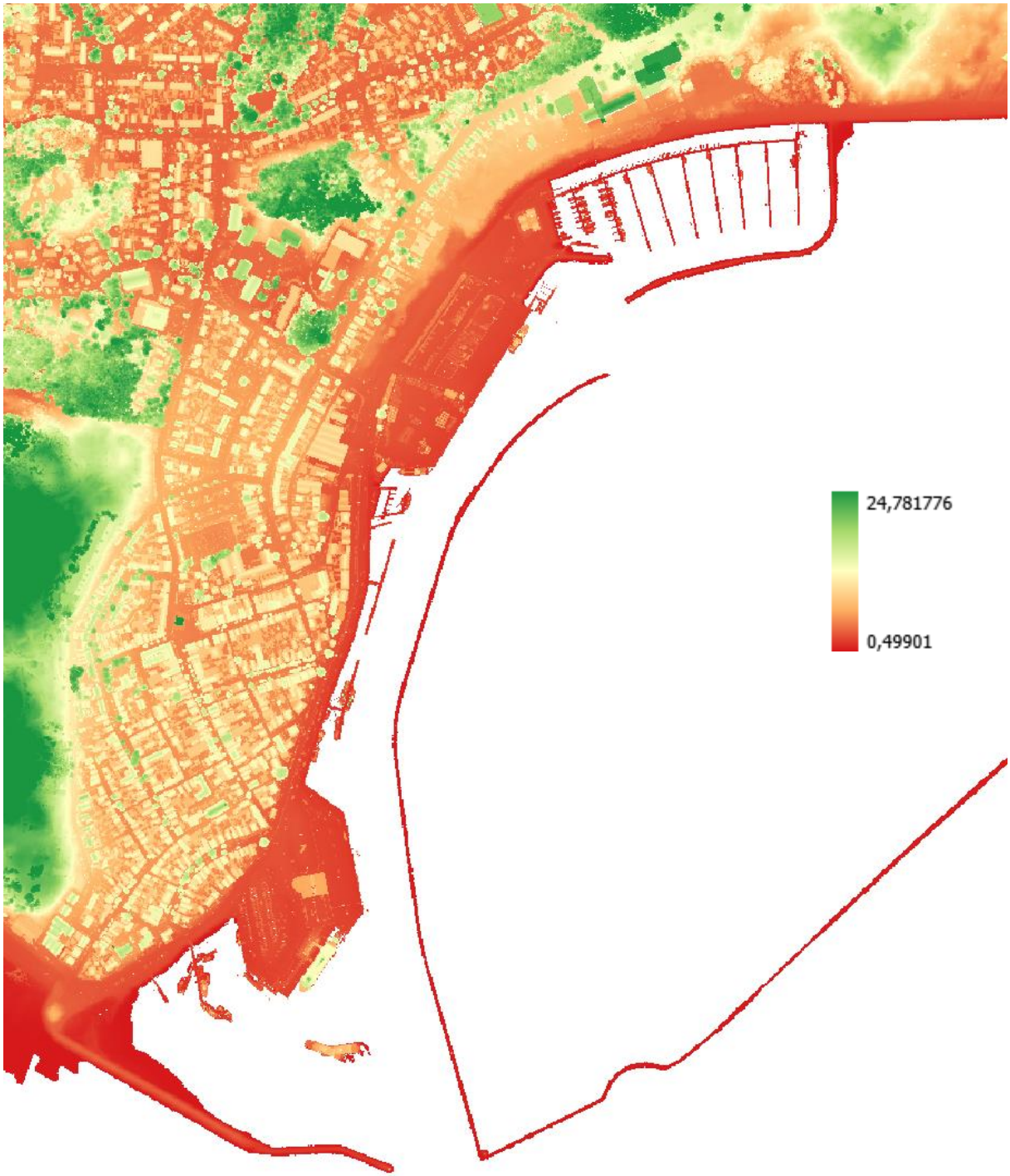
Tevens wordt in deze nota een waterveiligheidsbeoordeling gegeven van zowel de huidige als de gewenste situatie op hoofdlijnen. Hierbij wordt gekeken naar mogelijke beschermingsniveaus in relatie tot de functionele inrichting van de openbare ruimte, zoals de lage keermuren op de kades. Ook wordt kort stilgestaan bij de historische ontwikkeling van de buitendijkse situatie en de beleidsmatige implicaties daarvan voor de hoogwaterbescherming. Het uiteindelijke doel is om inzicht te bieden in de randvoorwaarden die richtinggevend zijn voor de hoogwaterveiligheid van het havengebied.

2 Huidige situatie

Geografische kenmerken

West-Terschelling is gelegen op een kustduin, die is ontstaan door wind- en getijdengeulafzettingen. De Dellewalbaai, de enige natuurlijke baai van Nederland, ondergaat een continu proces van erosie en sedimentatie door de invloed van getijden, golven en stormen. Deze dynamische sedimentstromen hebben ook de bodemopbouw onder West-Terschelling gevormd, waar duin- en strandzanden zich afwisselen met oudere mariene afzettingen.

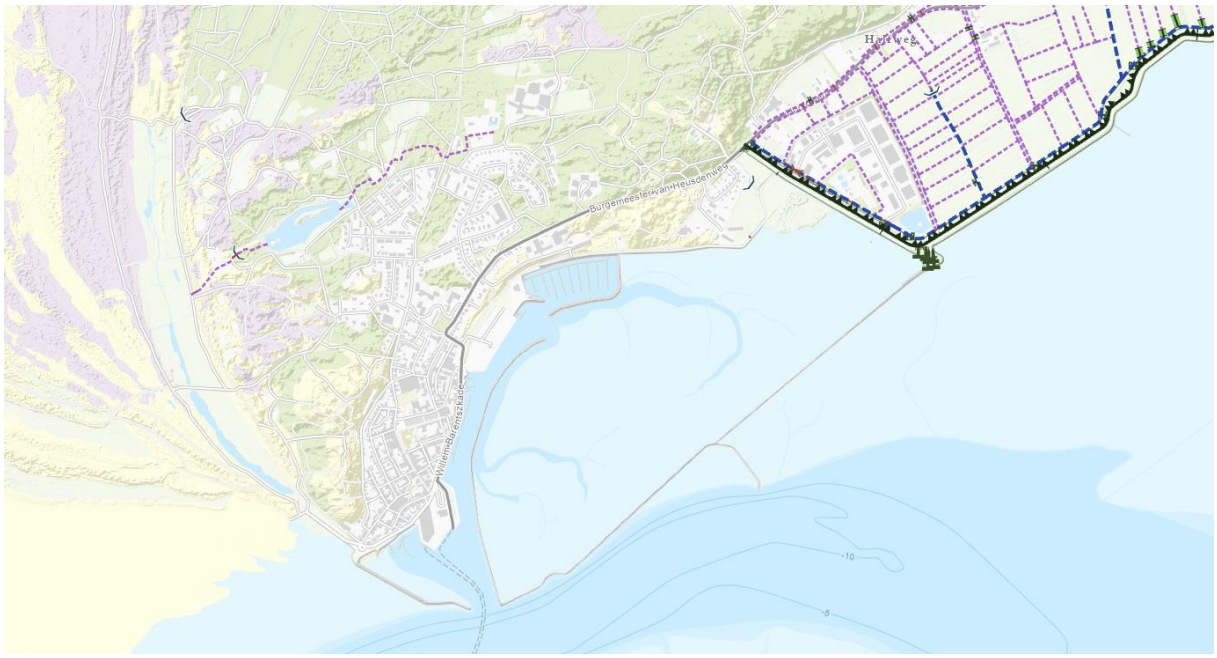
Geomorfologisch bestaat de bodem van het plangebied uit duinvaaggrond en kalkhoudende vlakvaaggrond, met bovengronden die bestaan uit grof zand, leemarm of zwak lemig fijn zand. Op enkele meters onder het maaiveld kunnen dunne (zanderige) kleilagen voorkomen. Deze grondsoorten hebben de overeenkomst dat ze, op de dunne kleilagen na, een grote doorlatendheid van water hebben. Daardoor zijn faalmechanismen, zoals onderloopsheid, risico's die moeten worden meegenomen bij het ontwerp of de beoordeling van de waterkeringen.



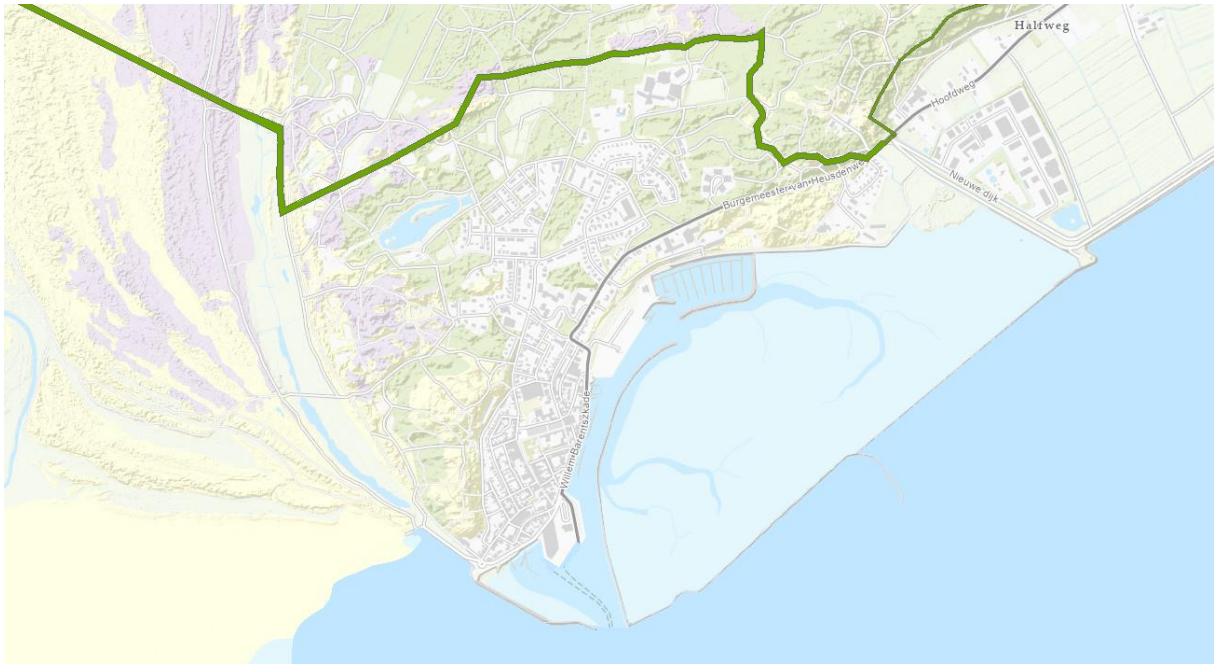
Figuur 1. Digitaal terreinmodel West-Terschelling (hoogte in meters t.o.v. NAP)

Waterstaatkundige kenmerken

West-Terschelling en het havengebied liggen buitendijks. Dit betekent dat er geen wettelijke normen zijn voor de bescherming tegen overstroming. De ligging van de genormeerde, primaire waterkeringen op Terschelling volgt uit de legger van Rijkswaterstaat en de legger van het Wetterskip Fryslân.



Figuur 3. Legger primaire waterkeringen (Wetterskip Fryslân, 2024)

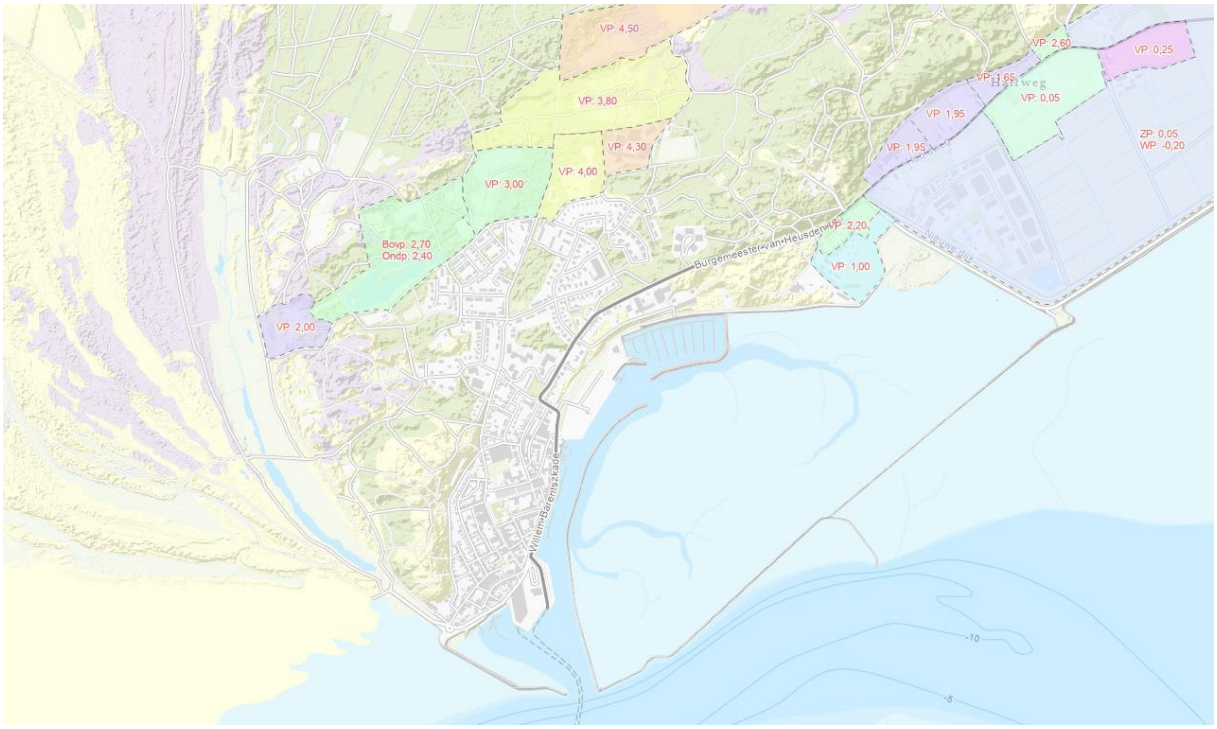


Figuur 2. Legger Rijkswaterstaatswerken (RWS, 2024)

Waterbeheerkundige kenmerken

Het plangebied valt doordat het buitendijks is gelegen niet binnen het beheergebied van Wetterskip Fryslân, maar binnen het beheergebied van Rijkswaterstaat. Er zijn geen formele oppervlaktewaterlichamen gedefinieerd (buitendijks). Het beheer en onderhoud van de waterbodem in de haven van West-Terschelling valt onder de gemeente. De hoofdgeul bij de haveningang en de afmeerlocaties voor de ferries van Doeksen vallen onder het beheer van Rijkswaterstaat.

Wetterskip Fryslân heeft geen peilbesluiten of grondwatertrappen vastgesteld voor het gebied. Het waterbeheer is daardoor belegd bij de gemeente. Overstroming van het buitendijkse gebied heeft geen invloed op het waterbeheer, tenzij er gemeentelijk beleid is vastgesteld t.a.v. wateroverlast voor het binnenstedelijke gebied (het dorp).

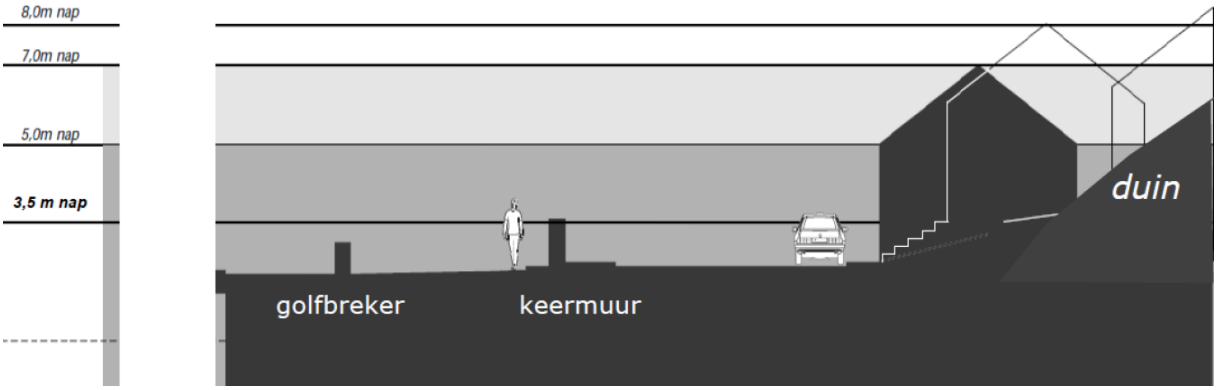


Figuur 4. Peilbesluiten (Wetterskip Fryslân, 2024)

Waterkering Willem Barentszkade

De waterkering aan de Willem Barentszkade is geclassificeerd als een lokale waterkering en is formeel bedoeld om “het grondgebruik van het achterliggende gebied te beschermen”. De waterkering is opgebouwd uit een stalen damwand (de kade), met daarachter twee gewapende betonnen keermuren die zijn afgewerkt met opgemetselde roze (portugese) granietblokken. De coupures in de keerwanden worden bij hoogwater met schotten dichtgezet.

De kerende hoogte van de kade bedraagt NAP +1,75 m. De eerste keermuur heeft een kerende hoogte van NAP +2,70 m, terwijl de tweede keermuur een hoogte van NAP +3,50 m heeft. De opbouw biedt een gefaseerde benadering, waarbij elke opeenvolgende structuur een hoger beschermingsniveau biedt. De eerste, lage muur moet bij volledige inundatie en extreem hoogwater fungeren als een golfbreker.



Figuur 5. Schematische weergave dwarsprofiel Willem Barentszkade (Gemeente Terschelling, 2017)

Waterkering Werkhaven

De waterkering in de Werkhaven is eveneens geclassificeerd als een lokale waterkering. De kade heeft een kerende hoogte van NAP +2,25 m. Het kadeterrein loopt op naar NAP +2,50 m en loopt vervolgens onder een lichte helling omhoog richting de Dellewal. Vanaf de Dellewal ligt het terrein boven de NAP +3,00 m. In het ontwerp zijn geen maatregelen voorzien om extreem hoogwater te keren, zoals keermuren met of zonder coupures.

Waterkeringen Veerhavenplein en de Kom

Ook de waterkeringen aan het Veerhavenplein en de Kom zijn geclassificeerd als lokale waterkeringen. De kades rondom het Veerhavenplein liggen globaal op NAP +2,00 m of hoger. De terreinhoogte van het Veerhavenplein varieert. De meest voorkomende hoogte is NAP +2,35 m. De oevers (steenglooiingen) in de Kom lopen op vanaf de waterlijn tot maximaal NAP +3,00 m ter plaatse van de rijbaan van de Willem Barentszkade. Op bepaalde locaties zijn lage keermuren voorzien met een hoogte van NAP +3,50 m. Het betreffen betonnen keermuren die zijn afgewerkt met roze (portugese) granietblokken.

3 Ontwikkelingen waterveiligheid

Algemeen

De bescherming tegen hoogwater op West-Terschelling kent een lange geschiedenis die sterk verweven is met de ruimtelijke ontwikkeling van het havengebied en de relatie tussen het dorp en de Waddenzee. Van oudsher zijn het dorp en het havengebied buitendijks gelegen, waardoor zij een verhoogde kwetsbaarheid kennen bij stormvloeden en hoge waterstanden. In de loop van de twintigste eeuw zijn meerdere maatregelen genomen om de waterveiligheid van West-Terschelling sterk te verbeteren. In het bijzonder na de watersnoodramp van 1953, toen het landelijke bewustzijn rond overstromingsrisico's toenam. De historische lijn laat zien dat de aanpak van waterveiligheid altijd het resultaat is geweest van een afweging tussen beschermingsniveau, ruimtelijke kwaliteit en de maatschappelijke belangen.

Door de economische ontwikkelingen is de inrichting van het havengebied in de loop van de jaren drastisch gewijzigd. De oorspronkelijke oeverlijn maakte plaats voor kades, waarop meerdere keermuren zijn aangelegd voor de bescherming tegen hoogwater. De Willem Barentszkade is heringericht en gesplitst in een hoofdrijbaan met een aparte ventweg. De kades hebben veranderingen ondergaan in zowel 1954 als in 1982. Tevens is een aparte Werkhaven aangelegd na 1968. Ook het veerhavenplein en de Kom zijn in de loop der tijd meerdere keren heringericht, waarbij telkens is ingespeeld op ruimtelijke en functionele behoeften. De westelijke Havendam, welke dateert uit circa 1752, werd aangepast en verlegd om beter aan te sluiten op de veranderende nautische functies en het gebruik van de haven.

Evenwel bleef West-Terschelling buitendijks gebied en ligt daarmee buiten de bescherming van de primaire waterkering. In 2006 heeft Rijkswaterstaat het beheer en eigendom van de haven van West-Terschelling over aan de gemeente Terschelling. In het Deltaprogramma 2013 is expliciet aandacht besteed aan de waterveiligheid van het Waddengebied, waaronder West-Terschelling. Het programma benadrukt de noodzaak om de bescherming tegen overstromingen te waarborgen, vooral voor buitendijkse gebieden die niet onder de noemer 'primaire waterkeringen' vallen. Dit heeft geleid tot een hernieuwde beoordeling van de waterveiligheidssituatie.

Onderzoeken verlegging primaire waterkering

Deltaprogramma 2013

In het kader van de uitwerking van het Deltaprogramma en de MIRT-verkenning voor de legger van Terschelling heeft Rijkswaterstaat in 2013, in samenwerking met de Provincie Fryslân, onderzocht of de bestaande 'harde' primaire waterkering kon worden verlengd langs het bebouwde gebied van West-Terschelling. Overwogen is om de buitendijkse gebieden door middel van een nieuwe waterkering binnendijks te brengen. Het onderzoek richtte zich onder meer op de haalbaarheid en de aanleg- en onderhoudskosten van een dergelijke uitbreiding. In het onderzoek is, op basis van een quickscan uit 2012, een afweging gemaakt tussen verschillende typen waterkeringen, waaronder vaste, beweegbare en demontabele varianten. Het idee om ter hoogte van de Willem Barentszkade gebruik te maken van tijdelijke of demontabele waterkeringen is niet nieuw; dit is eerder verkend in een studie in april 2008.

Voorbeelden van kansrijke systemen zijn gevonden in een combi-kering, met en zonder beweegbare opbouw. Hierdoor zou het ruimtebeslag beperkt blijven. De voorgestelde combi-kering zou een lengte van circa 950 meter krijgen, met een hoogte van minimaal NAP +4,80 m tot maximaal NAP +5,40 m. Het beoogde tracé zou vanaf het Groene Strand tot aan de Passantenhaven lopen. Vanaf dat punt zou een traditionele dijk van ongeveer 1.400 meter worden aangelegd, die langs de Dellewal en het Stayokay Hotel voert en aansluit op de Nieuwedijk. Een tracéstudie diende uit te wijzen of voldoende ruimte beschikbaar is ter plaatse van de bestaande bebouwing.

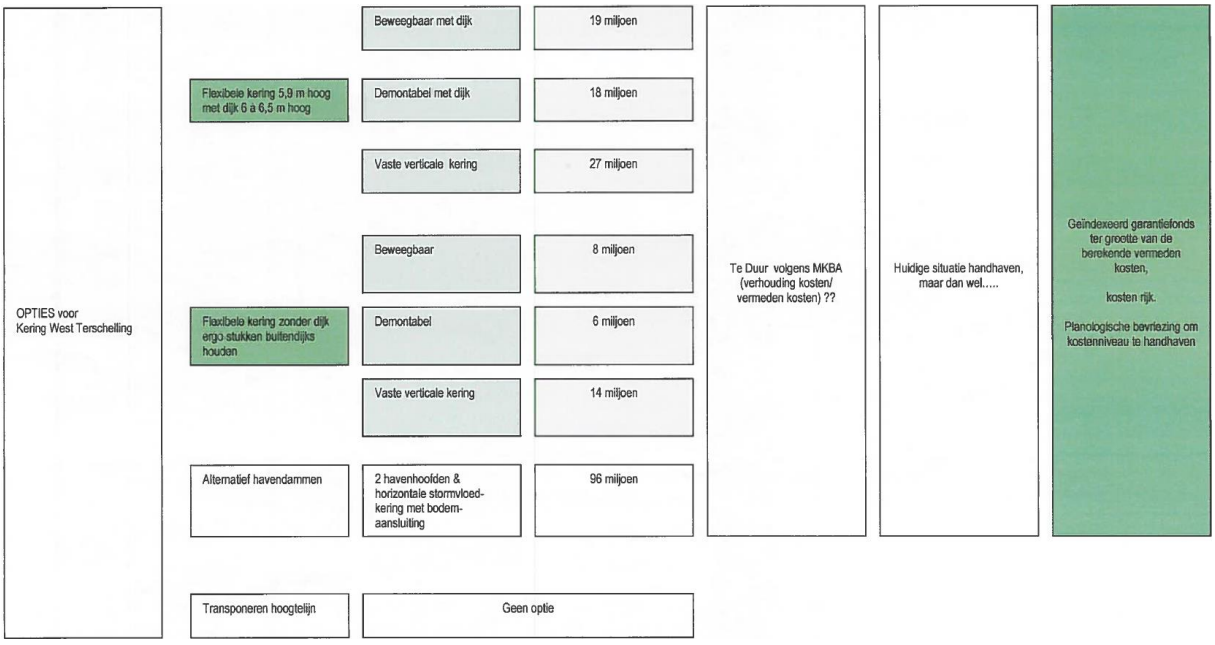
Bij het ontwerp en de verkenning in 2012 is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- Minimale kerende hoogte is vastgesteld door uit te gaan van een toelaatbaar overslagdebiet van 1 l/m/s;
- Toeslag van 0,60 m voor verticale constructies, welke is gebaseerd op 0,60 m zeespiegelrijzing per 100 jaar en een beoogde ontwerplevensduur van 100 jaar;
- Toeslag van 0,30 m voor dijklichamen, welke is gebaseerd op 0,60 m zeespiegelrijzing per 100 jaar en een beoogde ontwerplevensduur van 50 jaar.



Figuur 6. Verkenning primaire waterkering t.h.v. WB-kade en kansrijke oplossingen (RWS, 2013)

Demontabele en tijdelijke waterkeringen zijn niet als haalbaar beschouwd vanwege onvoldoende bedrijfszekerheid, de lange opbouwtijd en de hoge onderhoudskosten. Tevens dient er een opslagplaats voor de materialen in de nabijheid te worden gerealiseerd. Een permanent dichte waterkering of dijklichaam wordt onacceptabel geacht vanwege de aantasting van het dorpsaanzicht en het vrije zicht tussen het dorp en de haven (eis bewoners). Ook zijn vaste keermuren met doorgangen, zoals vergelijkbaar met Harlingen, in de periode van 2008 tot 2012 afgewezen.



Figuur 7. Alternatieve waterkeringen en kosteninschattingen (Rijkswaterstaat, 2011)

De kostenramingen voor de alternatieve waterkeringen lopen sterk uiteen, mede door verschillende uitgangspunten en onderling wordt verwezen naar (onherleidbare) bronnen. De kosteninschatting van Rijkswaterstaat in 2013 wordt als het meest betrouwbaar geacht. De investeringskosten voor het doortrekken van de primaire waterkering door middel van een combi-kering, voor het deel van de WB-kade, is door Rijkwaterstaat destijds geschat op € 5,8 - 10 miljoen, met geschatte onderhoudskosten van ongeveer € 0,23 - 0,40 miljoen per jaar. Daarnaast moest ter hoogte van het voormalige

Campusterrein nog een dijk worden gerealiseerd met een investering van € 1,3 - 1,6 miljoen, zodat de nieuwe waterkering aansluit op de huidige primaire dijkring.

Een alternatieve oplossing voor een waterkering is ook gevonden in het versterken van de twee havenhoofden, met een totale lengte van 2,5 km, en het aanleggen van een horizontaal beweegbare stormvloedkering met bodemsluiting. Hierbij moest de Havendam ingrijpend gewijzigd worden. De kosten hiervoor zijn in 2011 geschat op € 65 tot € 96 miljoen euro.

Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (Rijkswaterstaat) heeft in 2013 een maatschappelijke kosten-batenanalyse uitgevoerd om verschillende alternatieven voor de verplaatsing van de primaire waterkering te beoordelen. Hoewel dit de overstromingskans sterk zou verminderen, blijkt uit het onderzoek dat de te vermijden economische schade relatief beperkt is. De totale vermeden schade is ingeschat op circa € 0,7 miljoen in contante waarde. Deze besparing weegt volgens het onderzoek niet op tegen de hoge kosten voor het aanleggen en onderhouden van een primaire waterkering rondom het buitendijkse gebied. Daarnaast is door Rijkswaterstaat vastgesteld dat het slachtofferrisico bij overstroming van de lager gelegen gebieden op West-Terschelling zeer gering is. In geval van een overstroming kunnen bewoners zich in veiligheid brengen door te vluchten naar hoger gelegen gebieden. Deze natuurlijke hoogteverschillen bieden volgens Rijkswaterstaat een belangrijke vorm van zelfredzaamheid tijdens calamiteiten.

Meerlaagsveiligheidsdenken vanaf 2013

De verhoogde aandacht voor de waterveiligheid van buitendijkse gebieden in het Deltaprogramma 2013 heeft tot de ontwikkeling van het concept “meerlaagsveiligheid” geleid (een begrip uit het Nationaal Waterplan van 2009). Het concept bestaat uit drie lagen: preventie (het voorkomen van overstromingen), ruimtelijke ordening (het beperken van de gevolgen) en crisisbeheersing (het verbeteren van de voorbereiding op overstromingen). Na afronding van de legger discussie is vastgesteld dat het aanleggen van een primaire waterkering niet wenselijk is. Het principe van tweede en derde laag van het meerlaagsveiligheidsconcept geldt sinds 2013 als houvast voor de aanpak van de omgang met toekomstige hoogwatersituaties. Dit houdt in dat de ruimtelijke inrichting zo wordt vormgegeven dat de gevolgen van een eventuele overstroming zoveel mogelijk worden beperkt, en dat tegelijkertijd wordt ingezet op het vergroten van de zelfredzaamheid van burgers en adequate crisisbeheersing.

In 2014 is door Alterra (Wageningen UR) een onderzoek uitgevoerd naar de meerlaagsveiligheid van West-Terschelling. Daaruit blijkt dat de toepassing van het meerlaagsveiligheidsprincipe complexer is dan enkel het bevorderen derde laag (zelfredzaamheid burgers en crisisbeheersing). Er zijn veel praktische problemen die gelegen zijn binnen het domein van ruimtelijke ordening en logistieke veiligheid. Bij extreem hoogwater zijn problemen te noemen zoals:

- Evacuatie is niet mogelijk via de veerdienst (vitale levensader afgesloten);
- Afgemeerde schepen komen in problemen (steigers komen onder water te staan);
- Hindering voor de inzet van de reddingsdienst KNRM (personen kunnen niet bij de steigers komen);
- Hinder en overstroming in Harlingen en op andere Waddeneilanden (geen hulp van derden te verwachten);
- Communicatie, inzet, capaciteit en beschikbaarheid van de gemeente / loonwerkers / aannemers bij hoogwater;
- Objecten, equipment, boeien, goederen en vuilcontainers drijven de haven in;
- Risico’s voor vervuiling uit straatkolken, dieselolietanks en vuilwatersystemen;
- Risico op uitval van gas, water en elektra.

Legger Terschelling 2016-2017

Na jaren van onderzoek en overleg heeft het ministerie van Infrastructuur en Milieu in 2016 aanpassingen aan het dijkringgebied doorgevoerd. De grondslag hiervoor vormde het projectplan Waterwet Verruiming primaire waterkering Terschelling. Het projectplan heeft voorzien in de definitieve wijziging van het tracé van de primaire waterkering op Terschelling, met als doel dat dorpskernen, woonhuizen en recreatiewoningen zoveel mogelijk binnendijks komen en een wettelijk beschermingsniveau verkregen. Deze aanpassing resulteerde in een nieuw, verruimd tracé van de zandige primaire waterkering, waardoor een groter deel van de bestaande bebouwing op het eiland nu wettelijk beschermd is tegen overstromingen. De ligging van de aangepaste primaire waterkering rondom Terschelling is in 2017 geformaliseerd in de legger Duinwaterkering Terschelling. Het dorp is echter buitendijks gebied gebleven.

Ontwikkelingen sinds 2017

In het Masterplan Havengebied Terschelling, vastgesteld in 2017, is de hoogwaterbescherming geïdentificeerd als een van de belangrijkste knelpunten en kernvraagstukken. Het haventerrein ondervindt gemiddeld één tot twee keer per jaar overlast door extreem hoogwater, m.a.w. inundeert enkele centimeters. Een cruciale factor in het plan is het waarborgen van een adequaat waterveiligheidsniveau voor de buitendijks gelegen bebouwing, wat mogelijk aanzienlijke ruimtelijke implicaties heeft. Het centrale vraagstuk hierbij betreft het vaststellen van het minimale beschermingsniveau dat gewaarborgd moet worden, in het licht van de verwachte zeespiegelstijging en mogelijke bodemdaling.

Na 2017 zijn verschillende verkenningen gedaan naar de ruimtelijke inpassing van waterkeringen ter plaatse van de Willem Barentszkade. In workshops zijn diverse type waterkeringen besproken en afgewogen (voor schetsen zie **Bijlage A**). Uit analyse van de beschikbare stukken en presentaties blijkt dat ook de kosten voor deze waterkeringen zijn meegenomen in de beoordeling. Evenwel ontbreekt een kader (minimale ondergrens met uitgangspunten en randvoorwaarden) en een kostenonderbouwing in het beschikbare dossier.

In 2024 is door de gemeente Terschelling een integrale waterveiligheidsstrategie opgesteld op basis van de principes van meerlaagsveiligheid. De strategie vloeit voort uit het Deltaprogramma 2021. In het rapport wordt aandacht gevraagd voor het benodigde ruimtebeslag om waterkeringen in het buitendijkse gebied op orde te houden en eisen vast te stellen voor beschermingswerken in buitendijks gebied.

Naar aanleiding van de verschillende uitwerkingen van het Masterplan Havengebied Terschelling, de resultaten van diverse onderzoeken en de geplande renovatie van de veerhaven door Rijkswaterstaat vanaf 2023, is een dialoog opgestart tussen de gemeente en Rijkswaterstaat. Centraal in dit overleg staat de mogelijke algemene ophoging van het veerhaventerrein en de aangrenzende Willem Barentszkade met 30 tot 40 centimeter, met het oog op het verbeteren van de waterveiligheid, toekomstbestendige inrichting en klimaatadaptieve ontwikkeling van het gebied. Hoewel Rijkswaterstaat aanvankelijk geen aanleiding heeft gezien om het deel van het haventerrein te verhogen, omdat het haventerrein voldoende hoog zou liggen en de vergunningen destijds waren afgegeven, worden de werkzaamheden waar mogelijk en nuttig gecombineerd. Bepaalde delen van het terrein komen hoger te liggen. De oplevering van het werk staat gepland in 2025.

4 Beleid waterveiligheid

Algemeen

Met de overdracht van de Willem Barentszkade in 2006 van het Rijk aan de gemeente is de verantwoordelijkheid voor het beheer en de besluitvorming omtrent de waterkering formeel een gemeentelijke aangelegenheid, voor zover daar geen andere afspraken over zijn gemaakt met Rijkswaterstaat. Hierdoor is de gemeente sindsdien belast met het ontwikkelen en implementeren van beleid met betrekking tot de waterkering, inclusief onderhoud, versterking en eventuele aanpassingen in het kader van waterveiligheid en ruimtelijke ontwikkeling.

Overstromingsrisicobenadering

Sinds 1 januari 2017 zijn nieuwe veiligheidsnormen van kracht voor de primaire waterkeringen. Deze normen vormen de basis voor het realiseren van de doelstellingen binnen het nationale waterveiligheidsbeleid. De doelstellingen zijn gebaseerd op een overstromingsrisicobenadering, waarbij niet alleen wordt gekeken naar de kans op een overstroming, maar ook naar de gevolgen ervan, zoals economische schade en het aantal potentiële slachtoffers. De ernst van de gevolgen verschilt per locatie en is afhankelijk van factoren als bevolkingsdichtheid, aanwezige infrastructuur en vitale voorzieningen. Hoe groter de potentiële impact van een dijkdoorbraak, des te strenger de norm voor dat specifieke dijktraject. Deze risico-gestuurde aanpak maakt het mogelijk om gerichter en effectiever te investeren in waterveiligheid.

De veiligheidsnormen worden uitgedrukt in termen van overstromingskans per dijktraject. De bescherming tegen overstromingen wordt gerealiseerd via het concept van meerlaagsveiligheid, dat bestaat uit drie lagen:

1. **Preventie (laag 1):** het voorkomen van overstromingen door middel van sterke dijken, dammen en duinen, in combinatie met voldoende afvoercapaciteit in rivieren en watergangen.
2. **Ruimtelijke adaptatie (laag 2):** het beperken van de gevolgen van een overstroming door een water-robuuste inrichting van de leefomgeving, waarbij kwetsbare functies zoveel mogelijk worden ontzien of beschermd.
3. **Crisisbeheersing (laag 3):** het goed voorbereiden op en reageren tijdens een overstroming, onder andere door middel van rampenplannen, evacuatieprocedures en nazorg.

Door deze gelaagde benadering wordt op een integrale manier gewerkt aan een toekomstbestendige waterveiligheid, afgestemd op het risicoprofiel van een gebied. Het meerlaagsveiligheidsconcept functioneert voor West-Terschelling niet volledig, zoals ook blijkt uit onderzoek van Alterra in 2014 (zie Hoofdstuk 3).



Figuur 8. Meerlaagsveiligheidsconcept (Nationaal Water Programma, 2022)

Beleid buitendijks gebied

Het beleid voor buitendijkse gebieden is overeenkomstig het Nationaal Water Programma 2022-2027 als volgt:

- Buitendijkse gebieden zijn niet wettelijk beschermd tegen overstroming, want deze gebieden zijn in veel gevallen van origine bedoeld voor het bergen en afvoeren van water. De kans op dodelijke slachtoffers door hoogwater is over het algemeen zeer gering in gebieden waar men in Nederland buitendijks mag wonen, werken en recreëren. De dreiging is voorspelbaar, de afstand tot een veilig gebied is kort en het aantal personen in het buitendijks gebied is relatief beperkt, zodat in principe (heel) goede mogelijkheden zijn om zich tijdig in veiligheid te brengen.
- Buitendijks zijn bewoners en gebruikers zelf verantwoordelijk voor het treffen van gevolgbeperkende maatregelen en zij dragen zelf het risico van waterschade.
- De beoordeling van de veiligheid, de noodzaak van aanvullende maatregelen en de communicatie over waterveiligheid in buitendijks gebied zijn verantwoordelijkheden van regionale en lokale overheden.

Rollen en verantwoordelijkheden

De verantwoordelijkheden met betrekking tot buitendijkse waterveiligheid zijn verdeeld over verschillende bestuurslagen en instanties. Het Rijk stelt op nationaal niveau de kaders vast vanuit zijn rol als beheerder van het hoofdwatersysteem. Binnen deze nationale randvoorwaarden hebben provincies de ruimte om, indien zij dat wenselijk achten, aanvullend beleid te formuleren voor buitendijkse gebieden.

Gemeenten spelen een centrale rol in de beoordeling van de veiligheidssituatie buitendijks en de afweging van eventuele maatregelen. Zij zijn verantwoordelijk voor de communicatie richting bewoners en ontwikkelaars over de veiligheidsrisico's, waaronder specifiek het overstromingsrisico in buitendijks gebied. Gemeenten geven via bestemmingsplannen en de bijbehorende vergunningverlening sturing aan de buitendijkse ruimtelijke ontwikkeling. Deze plannen kunnen specifieke eisen bevatten met betrekking tot de inrichting van het gebied, gericht op het beperken van de gevolgen van hoogwater.
Waterschappen hebben formeel geen wettelijke taak op het gebied van buitendijkse waterveiligheid. Toch kunnen ontwikkelingen in deze gebieden invloed hebben op het waterbeheer, zoals de waterkwaliteit, -kwantiteit en het functioneren van waterkeringen. In die gevallen zijn waterschappen betrokken via instrumenten als de watertoets, de keur en calamiteitenplannen.

Ten slotte nemen de veiligheidsregio's de overstromingsrisico's in buitendijks gebied mee in hun beleidsplan, crisisplan en het rampenbestrijdingsplan. Op die manier wordt de voorbereiding op noodsituaties integraal afgestemd op de specifieke risico's van het buitendijkse gebied.

Impact op buitendijkse gebied West-Terschelling

Voor buitendijkse gebieden geldt dat de verantwoordelijkheid voor waterveiligheid primair ligt bij de provincie en de gemeente, mits het niet gaat om zandige kustgebieden. Dit volgt uit het landelijke beleid van Rijkswaterstaat, zoals onder meer verwoord in de beleidsbrief *"Buitendijkse bescherming 13 kustplaatsen"* van 25 maart 2013. Binnen deze beleidskaders rust de verantwoordelijkheid voor bescherming tegen hoogwater en de bijbehorende kosten op de initiatiefnemer van

ruimtelijke ontwikkelingen. Dit geldt zowel voor het verhogen van het beschermingsniveau binnen bestaand bebouwd gebied als voor nieuwe uitbreidingen of functiewijzigingen in het buitendijks gebied.

Bouwen en wonen in buitendijks gebied brengt echter intrinsieke risico's met zich mee. Buitendijkse bebouwing vindt altijd plaats voor risico van de eigenaar of gebruiker. Er is sprake van verhoogde gebruiksrisico's, onder andere door de kans op overstroming bij stormvloed en door de beperkte bescherming tegen waterstanden die boven het normale maaiveld of gebruikelijke waterpeil uitstijgen. Naast fysieke schade aan gebouwen en infrastructuur treden in dergelijke situaties ook grote maatschappelijke en logistieke gevolgen op.

Specifiek betekent een mogelijke inundatie aanzienlijke uitdagingen voor de crisisorganisatie. Bij een overstroming of dreigende calamiteit kan evacuatie noodzakelijk zijn. Daarbij moet in eerste instantie rekening worden gehouden met circa 4.800 vaste inwoners. Deze groep wordt aanzienlijk groter als ook toeristen, tijdelijke arbeidskrachten, passanten, recreanten en de aanwezige dieren – zoals vee en huisdieren – worden meegerekend. Dit vormt een flinke opgave voor de lokale en regionale crisisstructuur. Een bijkomende complicatie is de bereikbaarheid van het eiland bij extreme weersomstandigheden. Terschelling is afhankelijk van veerdiensten voor reguliere bereikbaarheid. Deze vallen uit bij storm en hoge waterstanden. Alternatieve evacuatiemethoden, zoals het inzetten van helikopters of het opzetten van een luchtbrug, zijn logistiek complex en in capaciteit beperkt. Daarmee is de zelfredzaamheid van bewoners en een robuuste voorbereiding op verschillende scenario's essentieel voor de buitendijkse veiligheid.

Beheer en onderhoud buitendijks gebied West-Terschelling

Voor het buitendijkse gebied is het essentieel om, ondanks het ontbreken van een formele normering, de bestaande waterkeringen technisch in goede staat te houden vanwege hun indirecte beschermingsfunctie. Technisch beheer vraagt om regelmatige inspecties op erosie, zetting, instabiliteit en vegetatieontwikkeling die de waterkerende functie kunnen aantasten. Daarbij verdient ook de afwatering bijzondere aandacht: bij hoge waterstanden moet water snel afgevoerd kunnen worden via duikers, kleppen of noodpompen om opstuwing en binnendijkse waterdruk te beperken. Dit gaat echter niet in het havengebied. In laaggelegen delen dragen aanvullende voorzieningen zoals coupures, tijdelijke keerconstructies of verhoging van bestaande infrastructuur (bijv. wegen of kades) bij aan de functionele bescherming.

Gezien het zoutwatermilieu en de dynamiek van de Waddenzee is de materiaalkeuze van een voorziening in relatie tot het onderhoud cruciaal; kleibekleding, geotextiel en duurzame erosiebestendige grasmatten kunnen ingezet worden om de kering bestendig te maken tegen golfaanvallen en langdurige inwerking van (zout)water. Een risico-gestuurde aanpak waarbij technische zwakke schakels proactief worden versterkt, is daarmee een belangrijk uitgangspunt voor het toekomstbestendige onderhoud.

Huidige (nood)maatregelen

Aandacht voor zelfredzaamheid en ruimtelijke ordening

De gemeente onderneemt diverse initiatieven om de zelfredzaamheid van haar inwoners te bevorderen, met speciale aandacht voor de unieke uitdagingen van het eiland. In samenwerking met de Werkgroep Water en Evacuatie is binnen het project "Pilot Terschelling Veilig, Klimaatbestendig en Toekomstgericht" (2018) nadruk gelegd op het vergroten van het bewustzijn en de acceptatie van watergerelateerde risico's, zoals overstromingen en stormvloeden. Daarnaast is in het

Regionaal Risicoprofiel 2022–2025 van de Veiligheidsregio Fryslân vastgesteld dat evacuatie bij dreigende overstromingen een prioriteit is. Het plan vormt de basis voor toekomstige ruimtelijke ordening op provinciaal en lokaal niveau.

Gemeentelijk draaiboek hoogwater

De gemeente heeft een draaiboek in geval van hoogwater en stormvloeden in de haven. Dit draaiboek voorziet in gefaseerde maatregelen, die genomen worden zolang de keermuur op de kade nog niet dreigt te overstromen. De volgende faseringen zijn aangebracht, afhankelijk van de hoogte van het water in de haven:

- Tot NAP +2,00 m;
- NAP +2,00 m tot NAP +2,20 m;
- NAP +2,20 m tot NAP +2,80 m;
- NAP +2,80 m tot NAP +3,40 m;
- Boven NAP +3,40 m treedt het rampenplan in werking.

Bij iedere fase is een deeldraaiboek gemaakt. In de deeldraaiboeken is beschreven wie in actie moet komen, welke gebieden worden bedreigd, wie er gewaarschuwd moet worden en welke maatregelen genomen moeten worden. Zolang het draaiboek hoogwater van kracht is worden de activiteiten gecoördineerd vanuit het havenkantoor. Als de waterhoogte verder stijgt en het rampenplan in werking treedt worden de activiteiten gecoördineerd vanuit de ruimte zoals vermeld in het rampenplan. Enkele maatgevende maatregelen zijn:

- Bij een verwachte waterstand van NAP +1,90 m of meer wordt aan de dienstdoende havenmeester telefonisch melding gedaan. Bij geen gehoor wordt melding gedaan aan de geconsigneerde van de buitendienst. De havenmeesters waarschuwen vanaf NAP +1,70 m gefaseerd verschillende personen, bedrijven en instanties die gevaar dreigen te lopen op schade of slachtoffers als het water verder stijgt.

- Vanaf NAP+2,00 m gelden tijdelijke parkeerverboden langs de kade. Er worden daarom tijdelijke parkeerverbods-borden opgehangen bij de toegangen naar parkeerplaatsen langs de Willem Barentszkade en het Veerhavenplein. Wanneer voertuigen in het zeewater dreigen komen te staan, worden eigenaren door de politie opgespoord en gewaarschuwd. In principe wordt dit niet door de gemeente gedaan, tenzij er sprake of dreiging is dat de veiligheid in het gedrang komt of kan komen.

- Vanaf NAP +2,20 m wordt de Willem Barentskade met hekken en borden voor verkeer afgesloten. Ook de parallelweg (Ventweg) wordt in dat geval afgesloten, zodat deze vrij blijft voor calamiteitentransport en het afvoeren van bootpassagiers. Voertuigen van aanwonenden dienen tijdelijk elders te worden geparkeerd. Bij wegafsluitingen, verkeersbeperkende maatregelen, eventuele ontruimingen en dergelijke vervult de politie een coördinerende rol. De buitendienst van de gemeente assisteert bij het uitvoeren van maatregelen.

- Rond de haven zijn zandzakken aanwezig om, waar nodig, gaten in de waterkering op te vullen bij extreem hoogwater. De buitendienst van de gemeente is verantwoordelijk voor het vullen, transporteren, plaatsen, weghalen en legen van de zandzakken. Zandzakken worden met een heftruck van en naar bedreigde plaatsen vervoerd. Dit zou eventueel ook als noodmaatregel kunnen dienen voor plaatsen waar de keermuur tijdelijk niet aanwezig is in verband met vervanging of onderhoud. Hierbij is van groot belang dat de voorraad zandzakken niet oneindig is en dat zandzakken mogelijk ook elders nodig zijn.

5 Waterveiligheidsbeoordeling

Algemeen

Voor de beoordeling van de hoogwaterveiligheid ontbreekt momenteel een eenduidig beleids- of beoordelingskader. Hierdoor is het lastig om objectief vast te stellen of het gebied voldoende beschermd is tegen extreme waterstanden en stormvloeden, althans voor die gebieden die lager liggen dan de extreemste hoogwaterstand. Daarom wordt voor de waterveiligheidsbeoordeling een vergelijking gemaakt met de aangrenzende primaire waterkering.

Verschil primaire en lokale waterkeringen

Bij het beoordelen van waterkerende voorzieningen en constructies is het belangrijk onderscheid te maken tussen een primaire waterkering en een lokale (of secundaire) waterkering. Hoewel beide typen constructies bedoeld zijn om water te keren, verschillen ze aanzienlijk in functie, ontwerp, wettelijke status en technische eisen.

Een primaire waterkering maakt deel uit van het landelijke systeem dat wettelijke bescherming biedt tegen overstromingen vanuit de zee of grote rivieren. Voor het ontwerp en de toetsing wordt gebruikgemaakt van geavanceerde rekenmodellen en het Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium (WBI). In het ontwerp van een primaire waterkering wordt rekening gehouden met onder andere golfoverslag, piping (ondergrondse erosie), onderloopsheid, kwel, erosiebestendigheid, macrostabiliteit, afschuiving en zettingsgevoeligheid over een levensduur van doorgaans 100 jaar.

Daarentegen is een lokale waterkering een technische of ruimtelijke voorziening die bescherming biedt tegen kortdurende of minder extreme wateroverlast. Dergelijke kades, wanden of keermuren zijn in de regel niet onderworpen aan landelijke toetsingsnormen voor waterveiligheid, maar worden ontworpen op basis van lokale situaties en verwachte waterstanden. Het ontwerp hoeft niet te worden voorzien van toetsingen tegen specifieke faalmechanismen, zoals golfoverslag, kwel of piping. Tenzij lokaal aanvullende regels van kracht zijn, is vaak de landelijke bouwregelgeving leidend. Het doel van een lokale waterkering is primair het kortstondig keren van hoogwater. Het betreft geen langdurige of permanente overstromingsdreiging, maar kortdurende pieken in de waterstand die doorgaans enkele uren tot maximaal een dag aanhouden. Lokale waterkeringen bieden geen gegarandeerd beschermingsniveau op de lange termijn en vervangen primaire keringen niet.

Beschouwing primaire waterkering

In het verleden zijn discussies gevoerd om West-Terschelling op te nemen in het binnendijkse gebied. De benodigde primaire waterkering is vergelijkbaar met de huidige primaire waterkering ten zuiden van Terschelling. Deze primaire waterkering is geclassificeerd als dijkringgebied 3. Het dijkringgebied bestaat uit zandige duinen en een dijklichaam, met een overschrijdingskans (kans van overstromen) van eens per 2000 jaar. De waterkeringen zijn in beheer bij Rijkswaterstaat en Wetterskip Fryslân.

De primaire waterkering op Terschelling is in de periode 1996-2001 ingrijpend veranderd en versterkt. Tijdens deze versterking is het profiel van de dijk landinwaarts verplaatst, waardoor de hoogte van de waterkering is beperkt. De dijk is

berekend met een ontwerppeil van NAP +4,25 m voor het westelijke deel van de dijk en NAP +4,35 m voor het oostelijke deel van de dijk. In het ontwerppeil is destijds een zeespiegelstijging van 0,25 meter opgenomen.

In 2005 zijn, in opdracht van Rijkswaterstaat, opnieuw de overstromingsrisico's voor de primaire waterkering vastgesteld. Het streven was om in 2008 te komen tot een nieuw dijkverbeteringsplan. Voor het dijkvak in de nabijheid van de haven van Terschelling zijn de volgende uitgangspunten (uit het Hydraulische Randvoorwaarden Boek 2001) aangehouden:

- Toetspeil 2006 : NAP +4,10 m
- Significante golfhoogte Hs : 0,60 m
- Piekperiode Tp : 2,90 s
- Hoek van golfinval β : 5 graden
- Richting t.o.v. het noorden : 210 graden

In 2017 zijn nieuwe veiligheidsnormen voor primaire waterkeringen tot 2050 vastgesteld. Dit betekent dat de primaire waterkeringen moeten zijn getoetst aan het WBI 2017 (Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium 2017). Uit de Hydraulische Belastingen 2017 voor Duinwaterkeringen kunnen specifieke hydraulische randvoorwaarden worden afgeleid. De volgende waarden gelden ter indicatie en variëren afhankelijk van de locatie op Terschelling:

- Toetspeil : NAP +4,10 m
- Significante golfhoogte Hs : 1,0 m tot 1,5 m
- Piekperiode Tp : 4-6 s

De golfhoogten uit 2017 lijken afwijkend te zijn dan die van 2006. Dit hoeft echter niet zo te zijn, omdat de uitgangspunten in 2006 locatiespecifiek zijn (voor het dijkvak nabij de haven) en die van 2017 gelden voor heel Terschelling.

De huidige kruinhoogte van de primaire waterkering rondom de rest van Terschelling ligt op dit moment (2025) een gemiddelde hoogte van NAP +5,35 m. Het duingebied ligt hoger en wordt grotendeels beschermd door zandige kust. Mocht de primaire waterkering moeten worden doorgetrokken langs het dorp en de haven, dan dient aan vergelijkbare hydraulische randvoorwaarden en de kerende hoogte van tenminste NAP +5,35 m te worden voldaan.

Beschouwing beschermingsniveau

In de wet is een ondergrens vastgesteld aan welke eisen primaire waterkeringen dienen de voldoen. De normering en het basisveiligheidsniveau voor binnendijkse gebieden is gebaseerd op:

1. **Lokaal Individueel Risico**: Het Lokaal Individueel Risico ≤ 1/100.000 jaar (LIR 10^{-5}): een norm binnen het Nederlandse waterveiligheidsbeleid die aangeeft dat de kans voor een individu om te overlijden als direct gevolg van een overstroming niet groter mag zijn dan 1 op 100.000 per jaar. De LIR achter een waterkering wordt berekend als het product van (a) de faalkans van een kering, (b) de kans om achter te blijven en nog geen veilig gebied bereikt te hebben voor de overstroming, en (c) de kans om als achtergeblevene te overlijden (mortaliteit). Voor de kans op overlijden als gevolg van overstroming is een waterdiepte van tenminste 0,50 m een gangbaar uitgangspunt;
2. **MKBA**: de maatschappelijke kosten-batenanalyse: de economisch optimale kans, waarbij de schade wordt bepaald aan de hand van het Standaard schade- en slachtoffermodel (SSM2017);

3. **Sociale ontwrichting**: de kans op sociale ontwrichting: de kans op het overlijden van grote groepen mensen of sociale ontwrichting

In de praktijk wordt LIR 10^{-5} en/of MKBA gehanteerd. Het veiligheidsniveau geldt in Nederland voor dijkversterkingen die tot 2050 worden uitgevoerd. Aangezien het hier een buitendijks gebied betreft, is deze norm niet van toepassing. Evenwel wordt de analyse nader beschouwd. In de kans op overlijden door overstroming zitten twee belangrijke aspecten die aandacht verdienen in de toekomstige inrichting van de kades en het havengebied. De eerste is de kans dat een persoon succesvol wordt geëvacueerd uit het gebied (of kan vluchten) en de tweede is de kans op overlijden bij aanwezigheid (of achterblijven in het gebied).

Gegeven de karakteristieken van het gebied is het zeer waarschijnlijk dat alle inwoners tijdig geëvacueerd worden. Een evacuatiefractie van >95% lijkt een conservatieve aanname. De evacuatieafstand is immers zeer klein. Daarnaast is het hoogwaterniveau op deze locatie minimaal een dag van tevoren goed te voorspellen, waardoor de periode waarbinnen geëvacueerd moet worden relatief groot is (minimaal 1 dag). Daarmee is de kans op aanwezigheid bij een overstroming dus 1*1/7.500 * 0.05 (1-0.95) = ruim onder de 1/100.000. Dat betekent dat voldaan wordt aan de LIR 10^{-5} eis, indien aangenomen wordt dat de kans op overlijden zonder evacuatie gelijk is aan 1. Deze berekening betreft een kansberekening en is van toepassing voor specifieke gebied binnen West-Terschelling.

Opgemerkt wordt dat in de haven bepaalde delen veel lager liggen dan de kade en de keermuren, zoals diverse steigers en oevers. Deze inunderen uiteraard wel bij (extreem) hoogwater en vallen niet onder de LIR 10^{-5} eis.

6 Toetspeil en waterstanden

Algemeen

De maatgevende waterstanden, die optreden in de haven, vormen de basis voor het bepalen van de benodigde bescherming tegen hoogwater en overstromingen. Het toetspeil, dat hieruit voortvloeit, geeft inzicht in de waterstand waarmee bij het ontwerp en de beoordeling van een waterkerende voorziening rekening moet worden gehouden. Het toetspeil bepaald de benodigde kerende hoogte van een waterkering. Voor buitendijkse gebieden geldt echter geen wettelijk vastgesteld toetspeil of kerende hoogte. Om te komen tot een toekomstbestendige en gebied specifieke aanpak voor waterveiligheid, wordt een theoretisch toetspeil vastgesteld aan de hand van de extreme hoogwaterstand. Hierbij wordt rekening gehouden met de impact van zeespiegelstijging, klimaatverandering en bodemdaling. Tevens wordt onderzocht welke hydraulische parameters ten grondslag liggen aan het ontwerp van de kades en welke hoogwaterstanden in de afgelopen jaren zijn opgetreden.

Beschouwing ontwerp 1982

Ontwerp Willem Barentszkade

Een grondige analyse van de beschikbare ontwerpdossiers biedt geen duidelijkheid over de ontwerpwaterstanden die Rijkswaterstaat heeft gehanteerd in het kader van de hoogwaterveiligheid voor het ontwerp van zowel de voormalige kade

in 1954 als de huidige kade van 1982 van Willem Barentszkade. Rijkswaterstaat heeft voor het ontwerp in 1954 rekening gehouden met een gemiddelde hoogwaterstand van NAP +0,75 m en een gemiddelde laagwaterstand van NAP -0,98 m. Maatgevende hoogwaterstanden ontbreken in het ontwerpdossier. Uit de tekeningen van de huidige kade, aangelegd in 1982, kunnen echter geen ontwerpwaterstanden worden afgeleid. Het is daardoor niet mogelijk om de uitgangspunten voor de hoogwaterveiligheid en de beoogde beschermingsniveaus van de constructies te beoordelen.

Het ontbreekt in de beschikbare ontwerpdossiers aan een onderbouwing van de huidige kerende hoogte van NAP +3,50 m (hoge keermuur). Een beoordeling is evenwel lastig, omdat er geen hoogwaterbeschermingskaders zijn voor een buitendijks gebied. Uit een verkenning in 2017, zoals vastgelegd in het Startdocument “Omgang met toekomstige hoogwatersituaties West-Terschelling”, blijkt dat Rijkswaterstaat bij de aanleg van de lage keermuren in 1982 aanvankelijk het voornemen heeft gehad deze op te trekken tot een hoogte van NAP +3,90 m. In overleg met de gemeente en omwonenden is de hoogte echter teruggebracht naar NAP +3,50 m om de visuele barrière tussen het dorp en de haven te beperken. De kerende hoogte van NAP +3,50 m is gekoppeld aan een overstromingsrisico van eens per 100 jaar.

Ontwerp Werkhaven

Uit ontwerptekeningen van 1968 voor de Werkhaven valt af te leiden dat Rijkswaterstaat rekening heeft gehouden met een gemiddelde hoogwaterstand van NAP +0,75 m en een gemiddelde laagwaterstand van NAP -1,02 m. Voor de extreme laagwaterstand is NAP -2,50 m aangehouden. Niet duidelijk is welke maatgevende hoogwaterstand is aangehouden. De kade heeft een kerende hoogte van NAP +2,25 m. Het kadeterrein loopt op naar NAP +2,50 m en loopt vervolgens onder een lichte helling op richting de Dellewal. Vanaf de Dellewal ligt het terrein boven de NAP +3,00 m. In het ontwerp zijn geen maatregelen voorzien om extreem hoogwater te keren, zoals keermuren met of zonder coupures.

Impact inundatie

Het kadeterrein en (een deel van de) rijbaan van de Willem Barentszkade overstromen gemiddeld één tot twee keer per jaar. De meeste impact ontstaat als de eerste keermuur overstroomt en de hoofdrijbaan niet meer gebruikt kan worden. Het is nog niet voorgekomen dat de hoge keermuur overstroomt is. Het risico op overstroming van deze hoge keermuur neemt door mogelijke klimaatverandering en zeespiegelstijging in de toekomst wel toe.



Figuur 9. Foto's overstroomde Willem Barentszkade

Door Rijkswaterstaat is in 2013 vastgesteld welke bebouwingsobjecten in het havengebied worden blootgesteld aan hoogwater bij verschillende terugkeertijden. De impact blijkt uit de onderstaande tabel en afbeelding.

	Herhalingstijd hoogwaterstand			
	1/10 jaar	1/100 jaar	1/1000 jaar	1/2000 jaar
Waterstand	NAP +3,06 m	NAP +3,59 m	NAP +4,02 m	NAP +4,14 m
Aantal blootgestelde bebouwingsobjecten	Geen maatgevende bouwwerken	Geen maatgevende bouwwerken	98	105



Figuur 10. Inundatie bij waterstand NAP +4,20 m (RWS, 2014)

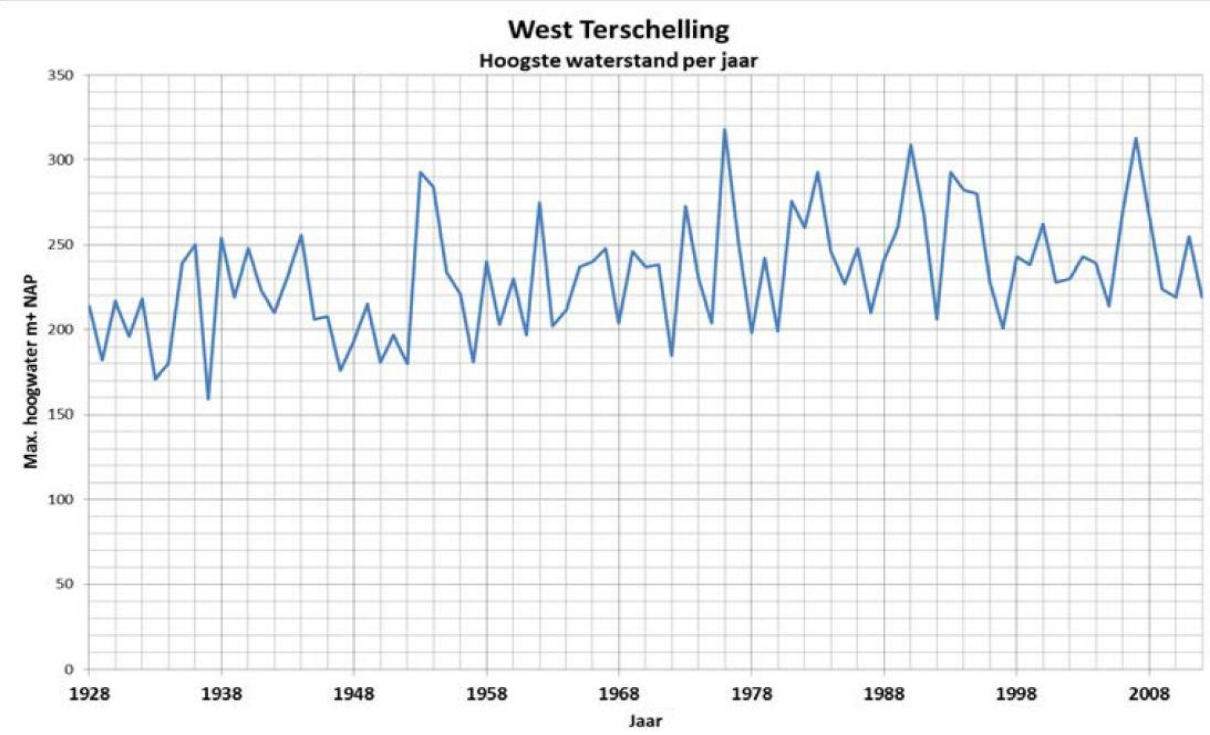
Historische waterstanden

De waterstand wordt sinds 1922 door Rijkswaterstaat gemonitord. In de Werkhaven staat een peilhuis van Rijkswaterstaat. Dit peilhuis monitort de waterstanden in de haven. De waterstand wordt met name beïnvloedt door het getij en de opstuwing door de wind. Hierdoor fluctueert de waterstand tussen NAP -2,0 m en NAP +3,5 m.

Rijkswaterstaat hanteert voor de waterstanden de volgende grenswaarden (t.o.v. NAP):

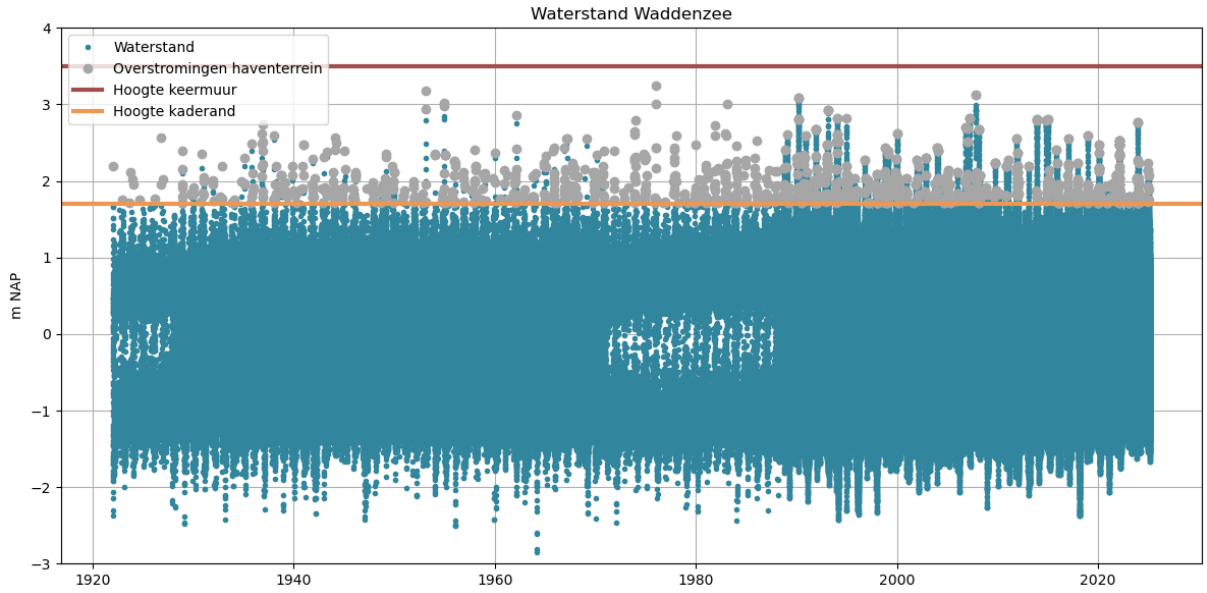
- Laagwater < 148 cm
- Normaal 148 - 200 cm
- Licht verhoogd > 200 cm
- Verhoogd > 220 cm
- Stormvloed > 280 cm
- Extreem hoogwater > 340 cm

Naast de metingen van Rijkswaterstaat zijn ook registraties van de gemeentelijke havenmeesters beschikbaar. Ook worden sinds 2007 door de havenmeesters aantekeningen bijgehouden van bijzondere hoogwatersituaties en stormen (zie **Bijlage B**). Uit handmatige registraties en analyses blijkt dat de hoogste waterstand opgetreden is in 1976 (NAP +3,29 m) en in 1953 (NAP +3,18 m). Volgens Rijkswaterstaat trad de laagste waterstand ooit op in 1964 (NAP -2,85 m).



Figuur 11. Gemeten waterstanden (Alterra, 2014)

Eén of twee keer per jaar komt het kadeterrein voor een groot deel onder water te staan. Echter inundatie van de kade en kaderand treden jaarlijks veel vaker op. Sinds 1 januari 1922 zijn 1846 overstromingen van de kade geregistreerd, dat zijn ongeveer 18 overstromingen per jaar, hetgeen blijkt uit onderstaande grafiek en data van Rijkswaterstaat (Waterinfo, 2025). Sinds 1922 zijn geen overstromingen hoger dan de huidige keerhoogte van de waterkering (NAP +3,50 m) gemeten.



Figuur 12: Analyse waterstanden en overstromingen

De huidige overschrijdingsfrequentie van de waterstanden is volgens Deltares (2013) en Rijkswaterstaat (2014) als volgt:

Overschrijdingsfrequentie hoogwaterstand	2 x per jaar	1 x per jaar	1/10 jaar	1/20 jaar	1/50 jaar	1/100 jaar	1/1.000 jaar	1/2.000 jaar	1/10.000 jaar
(berekende) hoogwaterstand	220	240	300	320	340	360	400	410	440

Figuur 13. Overschrijdingsfrequentie hoogwaterstand (Deltares, 2013)

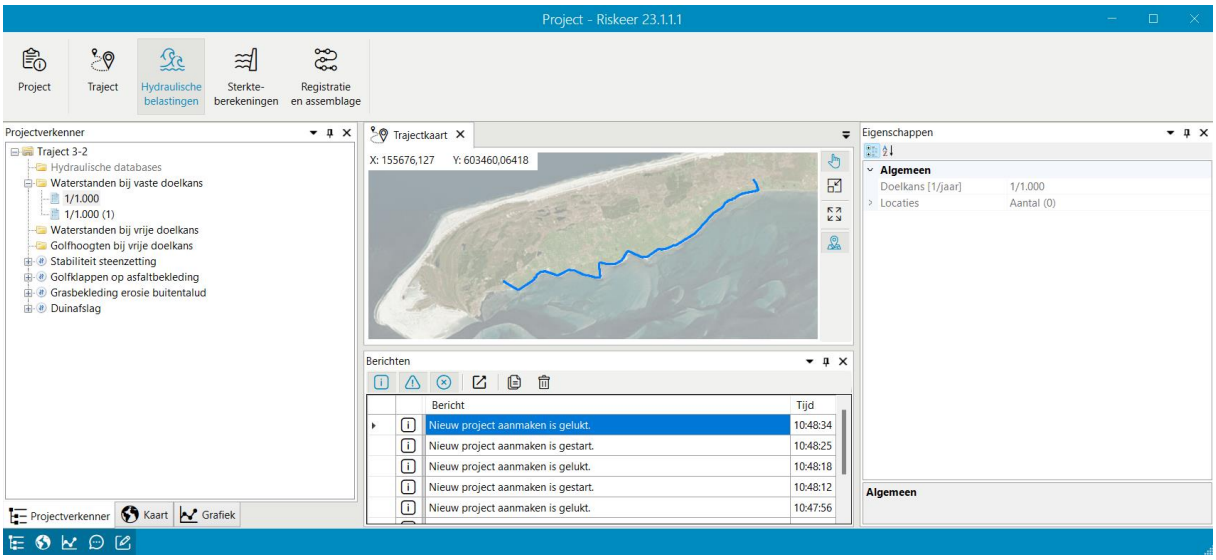
Overschrijdingsfrequentie [gemiddeld per jaar]	Waterstand [m NAP]
Jaarlijks	NAP +2,4 m
1/10 jaar	NAP +3,0 m
1/100 jaar	NAP +3,6 m
1/500 jaar	NAP +3,9 m
1/1000 jaar	NAP +4,0 m
1/2000 jaar	NAP +4,1 m

Toetspeil

Methodologie

Voor het vaststellen van de maatgevende waterstanden is gebruik gemaakt van het programma Riskeer (versie 23.1.1). Het programma Riskeer is ontwikkeld door onderzoeksbureau Deltares en is bedoeld voor het beoordelen en ontwerpen van primaire waterkeringen. Het programma is consistent met het Beoordelings- en Ontwerp Instrumentarium (BOI). Met Riskeer worden de hydraulische belastingen bepaald en de faalkansen van enkele (initiële) faalmechanismen.

Binnen het BOI is een landelijk vastgestelde dataset opgenomen met referentiepunten langs primaire waterkeringen. Op deze punten worden waterkeringen beoordeeld en maatgevende hydraulische gegevens, zoals waterstanden, bepaald. Omdat in het projectgebied geen primaire waterkering aanwezig is, is ervoor gekozen om een nabijgelegen referentiepunt op Terschelling te gebruiken als uitgangspunt voor de bepaling van maatgevende waterstanden. Deze waterstanden worden ook maatgevend geacht voor de haven. Bij de analyse zijn de standaardinstellingen van Riskeer toegepast. Het bijbehorende richtjaar van de gebruikte dataset is 2023.



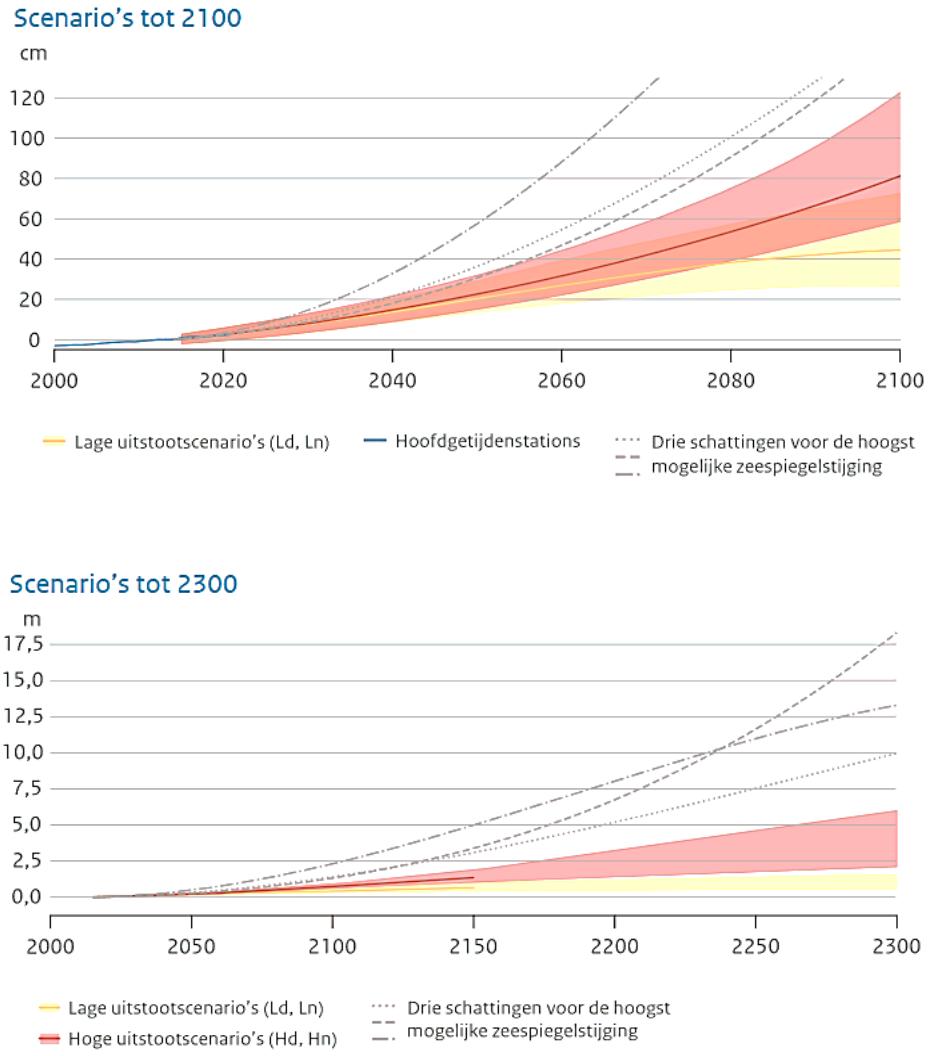
Figuur 14. Riskeer 23.1.1.1

In Riskeer wordt een toetspeil bepaald op basis van een statistische analyse van extreme waterstanden. Het programma maakt gebruik van lange reeksen waterstandsdata en past kansverdelingsmodellen toe om de frequentie en hoogte van extreme situaties te berekenen. Vervolgens wordt voor een vooraf bepaalde terugkeertijd het bijbehorende waterpeil afgeleid. Dit peil wordt het toetspeil genoemd en vormt de basis voor het toetsen van waterkeringen.

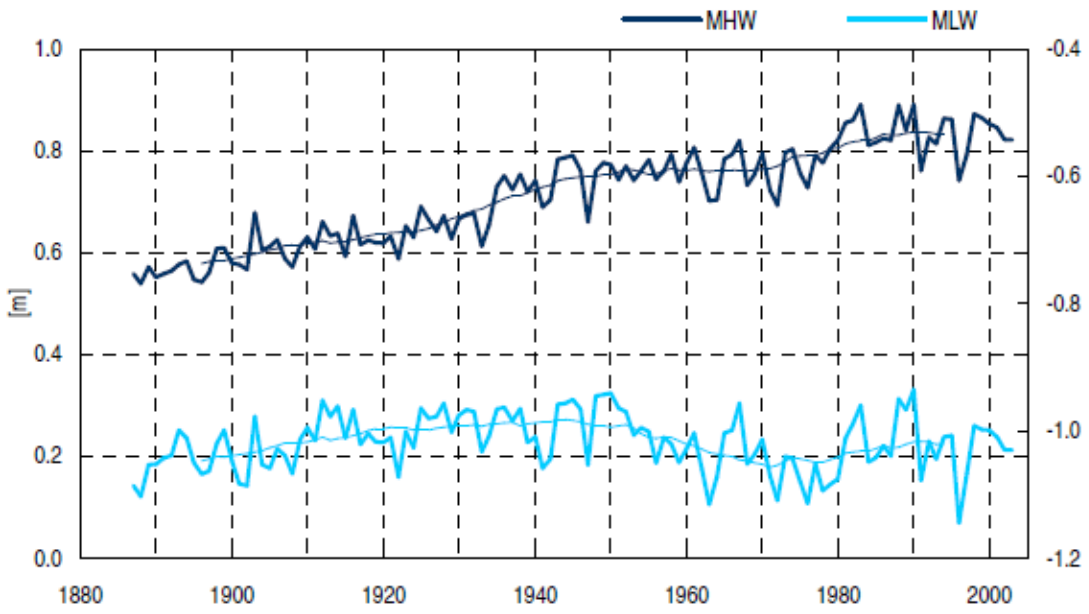
Onder de Omgevingswet wordt het toetspeil gebruikt als referentiepeil om de veiligheid van primaire waterkeringen te beoordelen. Het toetspeil is het waterpeil dat hoort bij een bepaalde faalkansnorm (bijvoorbeeld een kans van 1 op 30.000 per jaar dat een kering bezwijkt, afhankelijk van de ligging en het beschermingsniveau). Deze norm is vastgelegd in het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl). Omdat West-Terschelling buitendijks is gelegen en geen onderdeel vormt van de primaire waterkering, heeft het toetspeil in dit gebied een hypothetisch karakter en wordt het uitsluitend gebruikt voor een verkennende analyse.

Impact klimaatverandering

De maatgevende hoogwaterstanden zijn afhankelijk van de geprognotiseerde zeespiegelstijging. Het KNMI heeft in 2023 klimaatscenario's ontwikkeld die een beeld geven van hoe het klimaat en de zeespiegel zich in de toekomst mogelijk ontwikkelen. De klimaatscenario's zijn opgenomen in de KNMI'23-klimaatscenario rapporten. De klimaatmodellen zijn gebaseerd op het IPCC-rapport van 2021. In deze scenario's worden wereldwijde inzichten over klimaatverandering vertaald naar de Nederlandse context. Ze dienen als belangrijke leidraad voor beleidsmakers om in een veranderend klimaat weloverwogen keuzes te maken die bijdragen aan een veilig, leefbaar en welvarend Nederland.



Figuur 15. Scenario's zeespiegelstijging [KNMI, 2023]



Figuur 16. Ontwikkeling gemiddelde hoog- en laagwaterstanden (Hollebrandse, 2005)

De klimaatscenario's richten zich op twee richtjaren: 2050 en 2100. Voor deze jaren geven ze onder andere een inschatting van de verwachte zeespiegelstijging, met de volgende waarden:

Scenario	Minimale stijging [cm]	Gemiddelde stijging [cm]	Maximale stijging [cm]
Gunstig scenario 2050	16	24	34
Ongunstig scenario 2050	19	27	38
Gunstig scenario 2100	26	44	73
Ongunstig scenario 2100	59	82	124

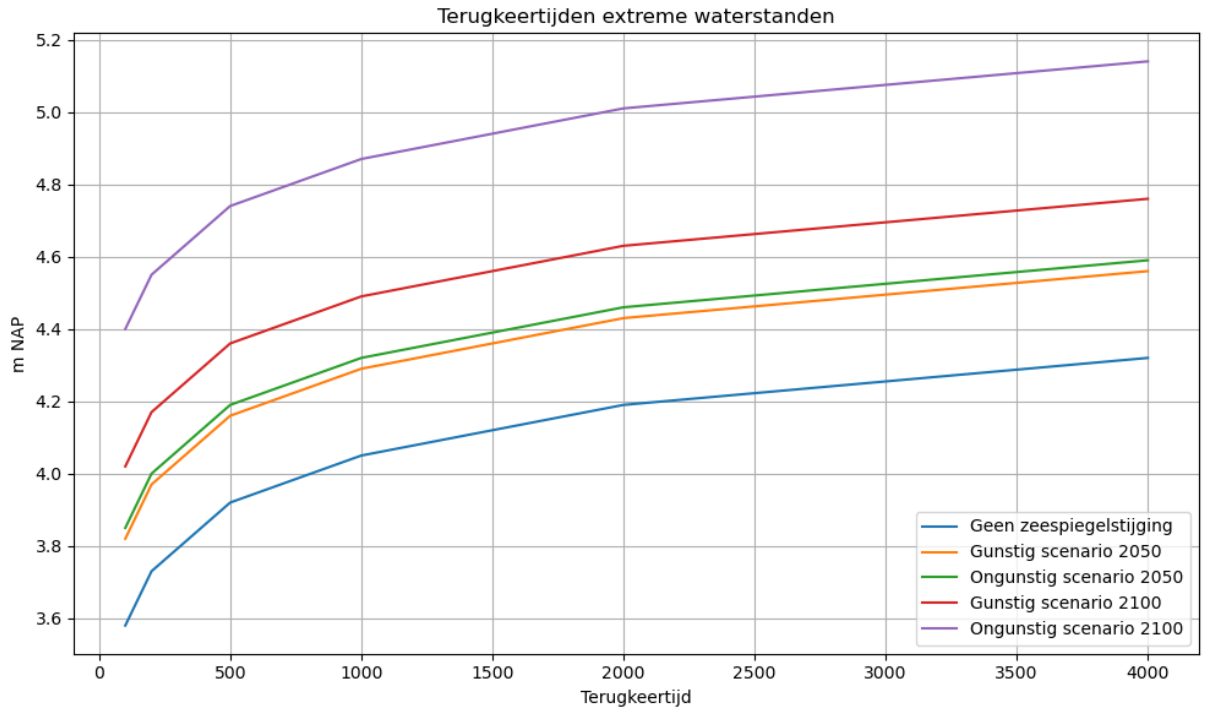
Impact bodemdaling

Bij het ontwerpen van een waterkerende constructie met een levensduur van 100 jaar dient rekening worden gehouden met algemene bodemdaling. De gemiddelde bodemdaling van het plangebied varieert tussen 0,5 en 2 mm per jaar, hetgeen blijkt uit de InSAR-satellietmetingen tussen 2017 en 2022 (Bodemdalingskaart, 2025). Om het beschermingsniveau gedurende de gehele levensduur te waarborgen dient een extra hoogte van 200 mm worden aangehouden.

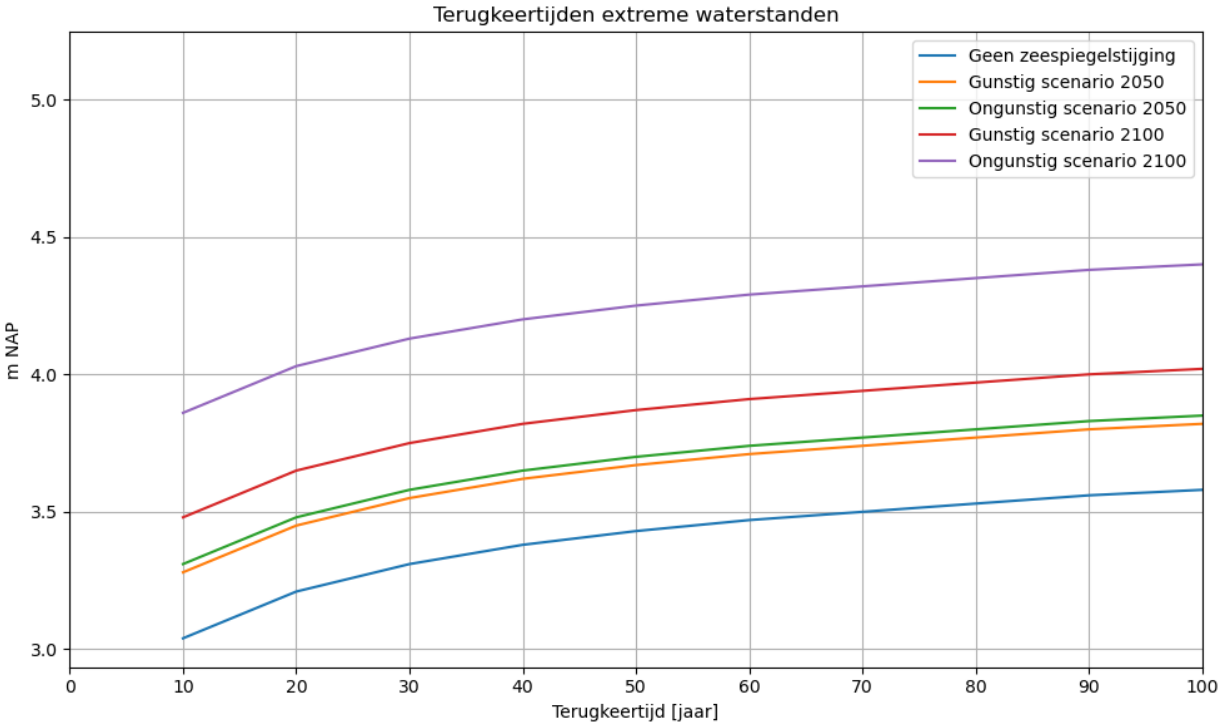
Theoretische toetspeil

Met het programma Riskeer zijn de terugkeertijden van extreme waterstanden berekend. Een terugkeertijd geeft aan hoe vaak een bepaalde extreme waterstand gemiddeld voorkomt, bijvoorbeeld eens in de 100 of 1.000 jaar. Hoe groter de terugkeertijd, hoe zeldzamer de situatie. Voor het vaststellen van de extreme waterstanden is rekening gehouden met de verschillende KNMI-klimaatscenario's. Naarmate we verder vooruitkijken, neemt de verwachte zeespiegelstijging toe. Om waterveiligheid op lange termijn te waarborgen, is het noodzakelijk om waterkeringen tijdig te versterken of beleidsmatig ruimte te bieden voor gecontroleerde overstromingen in uitzonderlijke situaties.

De optredende extreme waterstanden zijn berekend voor een terugkeertijd tot 4.000 jaar (formele berekening) en een terugkeertijd tot 100 jaar (extra projectspecifieke berekening), zoals hieronder weergegeven:



Figuur 17: Terugkeertijden extreme waterstanden (0 tot 4.000 jaar)



Figuur 18. Terugkeertijden extreme waterstanden (0 tot 100 jaar)

De bovenstaande grafieken combineren statistische gegevens (terugkeertijden van extreme waterstanden) met scenario-gebaseerde projecties (niet-probabilistische zeespiegelstijgingen). Beide zijn onzeker, maar op verschillende manieren. Terugkeertijden zijn kwantificeerbaar via statistische analyse van historische data, terwijl zeespiegelstijgingsscenario's afhangen van voorwaardelijke aannames over toekomstig beleid, emissies en natuurlijke processen. Dat de zeespiegel zonder klimaatveranderingsprognoses toeneemt is te verklaren door post-ijstijdse bodembeweging, lokale bodemdaling en eeuwen-lange-termijn schommelingen in oceaancirculaties of het magnetisch veld.

Een terugkeertijd van 25 jaar (gemiddeld 4% kans per jaar dat waterstand zal optreden) levert bij geen zeespiegelstijging geen waterstanden op boven de NAP +3,50 m in 2050. Hetzelfde geldt voor een gunstig scenario met zeespiegelstijging tot 2050. Dit betekent dat de kans bestaat dat de kade alleen bij ongunstige scenario's met zeespiegelstijging overstroomt. De grafiek laat zien dat een verhoging van 50 centimeter kade over een periode van 100 jaar stapsgewijs een gunstig effect heeft op de scenario's. Mocht uitgegaan worden van het meest ongunstige scenario dan zal de kade verhoogd moeten worden met minimaal 85 centimeter om het meest ongunstige scenario met een terugkeertijd van 100 jaar aan te kunnen (circa NAP +4,35 m). In vergelijking met een primaire waterkering betreft het echter een laag veiligheidsniveau, omdat nu uitgegaan wordt van een terugkeertijd van 100 jaar (1% kans per jaar). Bij een reguliere primaire waterkering wordt rekening gehouden met een terugkeertijd van 10.000 jaar (0,01% kans per jaar).

Stel er wordt een toelaatbare terugkeertijd van eens in de 2.000 jaar aangehouden dan is het toetspeil op dit moment (2025) NAP +4,20 m. Uitgaande van het gemiddelde ongunste scenario dient het toetspeil in 2050 NAP +4,50 m en in 2100 NAP +5,0 m te zijn. Lineaire extrapolatie van de ongunstige scenario's leert dat het toetspeil in 2125 moet liggen op NAP +5,25 m. Uitgaande van een bodemdaling van 0,2 meter over een periode van 100 jaar, dient het toetspeil in 2125 gelegen te zijn op NAP +5,45 m.

Opgemerkt wordt dat Rijkwaterstaat in een verkenning van 2013 heeft vastgesteld dat een formele, primaire waterkering ter plaatse van de Willem Barentszkade een kerende hoogte moet hebben van minimaal NAP +4,80 m tot circa NAP +5,40 m hoog. Dit is dus vergelijkbaar met de gevonden waarde voor een toetspeil in 2125 (NAP +5,45 m).

Theoretisch scenario	Aanvullende toelichting	Toetspeil (incl. klimaatverandering en bodemdaling)	Verschil t.o.v. huidige keerhoogte NAP +3,50 m
Jaar 2050 (+ 25 jaar)	Vervangen en renoveren kadewerken	NAP + 4,70 m	+ 1,20 m
Jaar 2075 (+ 50 jaar)	Min. ontwerplevensduur bouwwerken	NAP + 4,95 m	+1,45 m
Jaar 2125 (+ 100 jaar)	Ontwerplevensduur waterkering	NAP +5,45 m	+ 1,95 m

Het vastgestelde toetspeil betreft de theoretische waterstand op basis van een overschrijdingskans van eens per 2.000 jaar en is specifiek bedoeld voor toetsdoeleinden. Voor het bepalen van de definitieve kerende hoogte dient, naast het toetspeil, ook rekening te worden gehouden met hydraulische randvoorwaarden, zoals golfoploop, opstuwing, het toelaatbare overslag debiet en de opbouw en vormgeving van de waterkering of het waterkerende kunstwerk. De kerende hoogte zorgt ervoor dat de waterkering ook bij het optreden van hydraulische belastingen voldoende bescherming biedt.

Karakteristieke waterstanden

Met behulp van de historische waterstanden en de analyses in het programma Riskeer, zijn de karakteristieke waterstanden vastgesteld. Eveneens zijn de karakteristieke waterstanden geprojecteerd naar de toekomst, uitgaande van het gemiddelde ongunstige KNMI-scenario voor zeespiegelstijging. Uit de analyse blijkt dat het kadeterrein rond 2125 bijna iedere vloed onder water komt te staan, in het geval sprake is van de voorspelde zeespiegelstijging.

Frequentie van voorkomen	Jaar 2025 [m NAP]	Jaar 2050 [m NAP]	Jaar 2100 [m NAP]	Jaar 2125 [m NAP]
MHWS (gemiddeld hoogwater)	0,83	1,10	1,65	1,93
1/100 jaar	3,58	3,85	4,40	4,68
1/200 jaar	3,73	4,00	4,55	4,83
1/500 jaar	3,92	4,19	4,74	5,02
1/1000 jaar	4,05	4,32	4,87	5,15
1/2000 jaar	4,19	4,46	5,01	5,29
1/4000 jaar	4,32	4,59	5,14	5,42

7 Randvoorwaarden en uitgangspunten

Algemeen

De definitieve randvoorwaarden en uitgangspunten vormen de basis voor het opstellen van een beoordelingskader waarmee de toekomstige varianten voor de renovatie en het herstel van de waterkeringen kunnen worden getoetst op hun bijdrage aan een robuust waterveiligheidsniveau. De uitgangspunten zijn technisch van aard.

Waterkering

In de nieuwe situatie worden de lokale waterkeringsfuncties gehandhaafd. Rekening gehouden moet worden met een hoogwaterstand van NAP +3,50 m, welke kortdurend (enkele uren tot een dag) optreedt. De hoogte is het resultaat van een historisch compromis tussen de ruimtelijke kwaliteit en de hoogwaterveiligheid. Een lager waterveiligheidsniveau en een overstroming eens per 25 jaar worden acceptabel geacht. Het uitgangspunt is immers dat de huidige situatie gehandhaafd moet blijven. De normale hoogwaterstand moet worden gekeerd ter plaatse van of achter de bestaande kades. Waterstanden boven NAP 3,50 m kunnen niet worden gekeerd. De feitelijke ligging van de ‘regionale of overige waterkering’ is begrenst op de stalen kadewand. De kerende muren vormen slechts ‘tijdelijke keringen’ achter de feitelijke waterkering.

In het ontwerp of de variantenstudie hoeft geen rekening te worden gehouden met de ontwerp-, reken-, beoordelings- of toets-regelgeving voor primaire waterkeringen. Golfoverslag, onderloopsheid, kwel of piping worden niet meegenomen in het ontwerp. Dit betekent dat er water over en onder de waterkering mag doorstromen, voor zover dit niet de constructieve en geotechnische veiligheid aantast.. De constructieve en geotechnische veiligheid (stabiliteit, sterkte en vervorming) zijn leidend in de beoordeling, toetsing of ontwerp van de kades.

Naast de hoogwaterstand vinden ook golfaanvallen en golfoverslag plaats. Het gevolg van golfoverslag is dat water over het terrein stroomt. Geen rekening wordt gehouden met waterafvoer van overstromend water. Het uitgangspunt is dat de huidige situatie gehandhaafd moet blijven.

Voor de maatgevende waterstanden wordt het volgende aangehouden:

- Extreem laagwater NAP -2,70 m
- Normaal NAP +1,48 m tot NAP +2,0 m
- Stormvloed NAP +2,80 m
- Extreem hoogwater NAP +3,40 m

In het geval gerekend moet worden met golfbelasting, zijn de volgende parameters leidend:

- Significante golfhoogte Hs : 0,60 m
- Piekperiode Tp : 2,90 s
- Hoek van golfinval β : 5 graden
- Richting t.o.v. het noorden : 210 graden

Beschermingsniveau

Voor het beschermingsniveau blijft 1/100 jaar van toepassing, mits tijdens deze omstandigheden de openbare ruimte niet meer toegankelijk is voor personen (tijdige evacuatie) en de openbare ruimte tijdig is afgesloten. De gevolgen blijven dan beperkt tot economische schade en in een onwenselijke situatie tot milieuschade.

Voor het beschermingsniveau van de openbare ruimte dient minimaal één (ontsluitings)weg worden beschermd, zodat het gebied bereikbaar blijft voor nood- en hulpdiensten. Op dit moment is dit alleen het geval voor de Ventweg. Deze situatie dient zo te blijven of worden geoptimaliseerd.

Integrale veiligheid

In het kader van integrale veiligheid en klimaatadaptatie dienen alle vitale infrastructuur, inrichtingselementen, installaties of opstallen voor de waterkerende muur, voor zover van toepassing en relevant, op een hoogte van minimaal NAP +2,80 m worden aangebracht óf achter een kerende voorziening van NAP +3,50 m worden geïnstalleerd. Indien wenselijk dient een gegarandeerde bereikbaarheid van de ‘droge’ zijde te worden gefaciliteerd, hetgeen in de ontwerpfase moet worden afgestemd. Hiermee wordt beoogd om schade en uitval bij hoogwater of overstroming te voorkomen en de functionaliteit van vitale voorzieningen te waarborgen. Voorbeelden hiervan zijn:

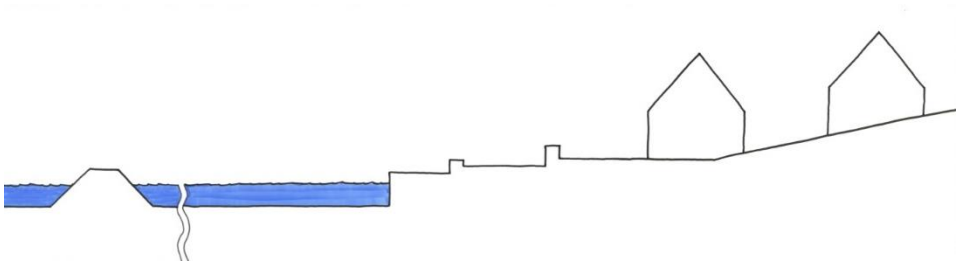
- Elektriciteitsvoorzieningen (walstroom), laadinfrastructuur en openbare verlichting;
- Afvalvoorzieningen, vuilwateraansluitingen en -afvoeren;
- Drinkwater- en blusvoorzieningen;
- Pompen en technische installaties;
- Communicatievoorzieningen en besturingskasten.

Tevens zijn er aandachtspunten voor de infrastructurele inrichting en ondergrondse infrastructuur, specifiek als het gaat om kabels, leidingen en riolering. Bij hoogwater raken traditionele (gemengde en gescheiden) rioleringssystemen overbelast of stromen terug, wat leidt tot water op straat, in woningen en vervuiling, met gevaar voor de volksgezondheid.

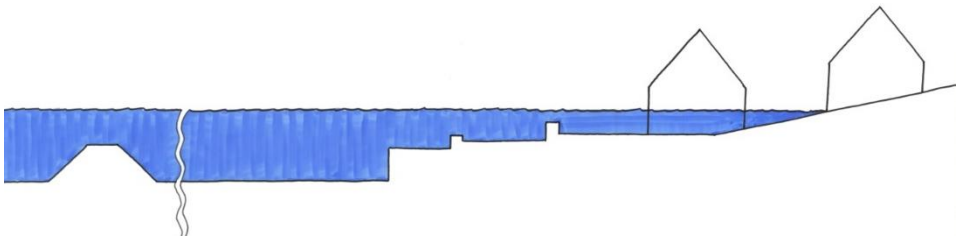
Daarom is het van belang dat afvoeren, die rechtstreeks op het openwater lozen, worden uitgerust met goed functionerende terugslagkleppen en dat het systeem voldoende capaciteit heeft om piekbuien en tijdelijk opstuwing te verwerken. In de Werkhaven bevind zich een overstort die dit water afvoert. Kolken en riolering dienen te worden afgesloten bij inundatie, hetgeen dient te volgen uit het ontwerp of opgave van de beheerder. Dit is geen onderdeel van de scope van dit project.

Bijlage A - Schetsen voormalige verkenningen waterkeringen

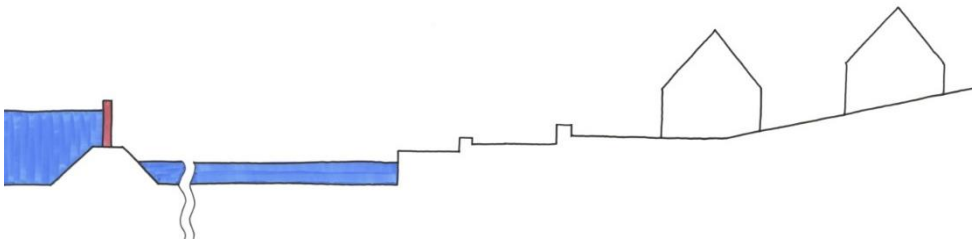
Onderstaande afbeeldingen en schetsen van de Willem Barentszkade zijn verkregen uit meerdere presentaties van workshops van de gemeente Terschelling (periode 2017 tot 2018). Betrokken organisaties bij deze workshops waren onder meer: AtelierX, Rijkswaterstaat, Gemeente Terschelling, Provincie Fryslân, Frans Beune en De Waddeneilanden.



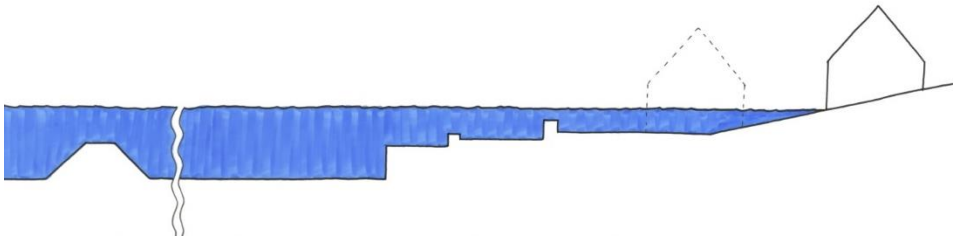
Normale waterstanden



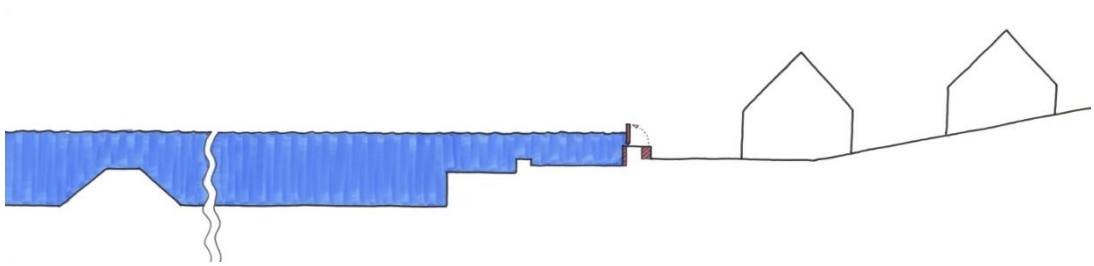
Hoogwater NAP +4,0 m



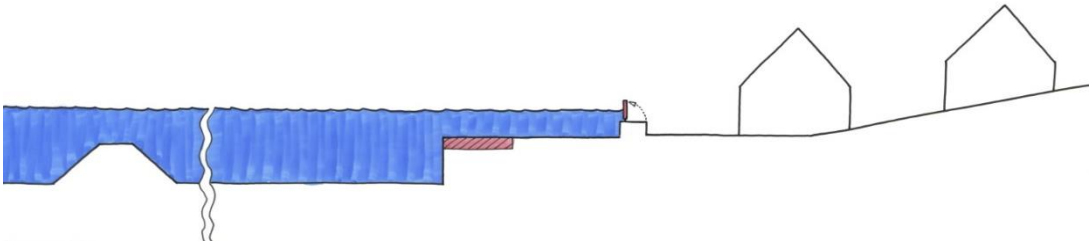
Volledig binnendijks brengen



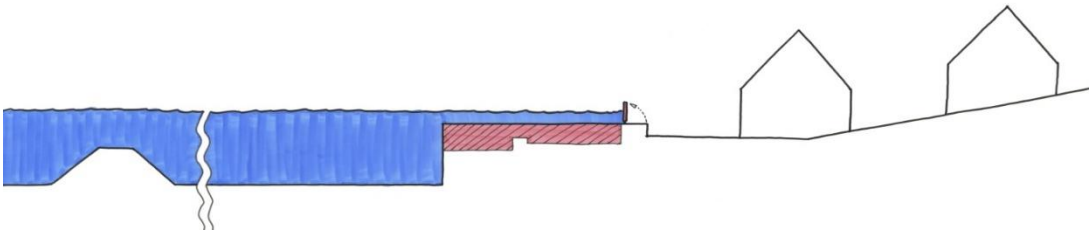
Aankoop en sloop eerstelijns bebouwing



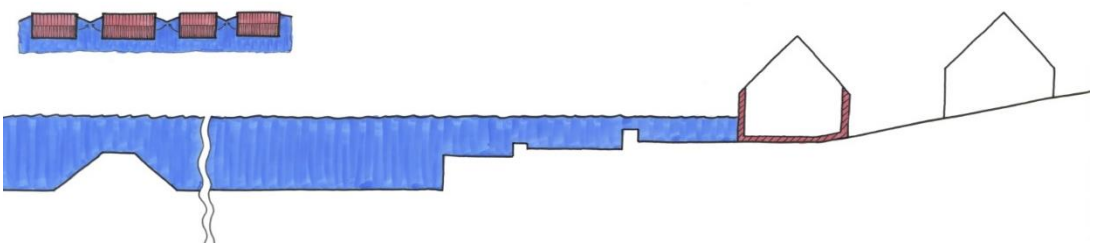
Flexibele waterkering



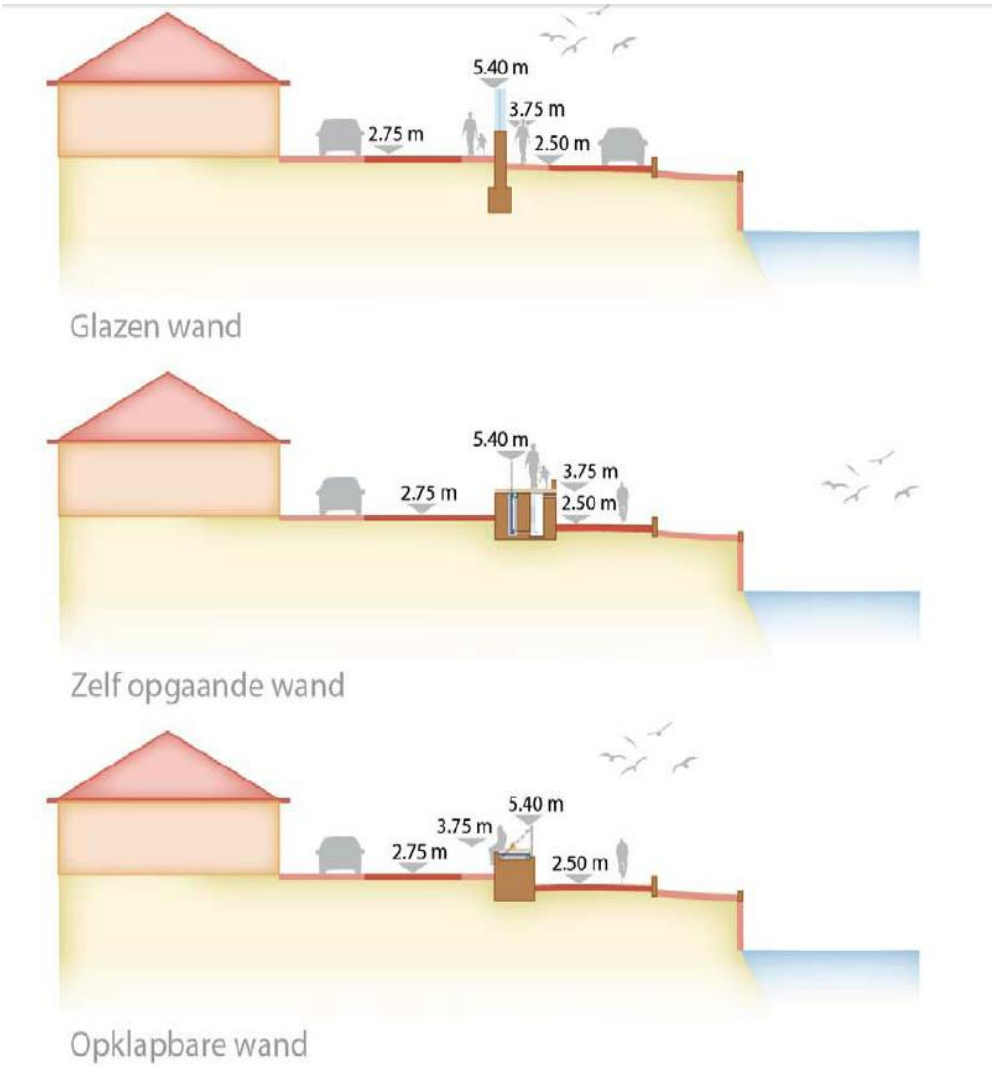
Gedeeltelijke ophoging en flexibele waterkering



Volledige ophoging en flexibele waterkering



Waterbestendig maken van eerstelijns bebouwing



Glazen wand, opdrijvende wand en een opklapbare wand

Bijlage B - Historische waterstanden

Hoge Waterstanden in centimeters boven NAP

Datum	Tijd	2007 Waterstand boven NAP
31-12-06	5:20	203
01-01-07	18:50	209
04-01-07	21:50	206
12-01-07	2:33	269
18-01-07	21:00	252
20-01-07	22:30	191
21-01-07	10:50	179
21-01-07	23:00	176
18-03-07	21:00	282
05-11-07	6:00	180
09-11-07	8:45	313
09-11-07	20:30	189
25-11-07	9:10	211
25-11-07	21:20	207
30-11-07	0:40	169
07-12-07	19:45	198
08-12-07	8:15	179

Datum	Tijd	2008 Waterstand boven NAP
24-01-08	22:30	189
25-01-08	23:40	183
27-01-08	0:10	175
01-02-08	3:50	189
01-02-08	15:40	172
27-02-08	0:40	170
27-02-08	12:15	178
01-03-08	13:30	268
12-03-08	12:20	175
13-03-08	0:30	208
21-03-08	21:20	187
21-07-08	12:15	183
01-10-08	23:20	167
20-11-08	1.55	151
21-1108	3.06	153
22-11-08	4.10	192

Datum	Tijd	2009 Waterstand boven NAP
19-01-09	02.20	182
04-09-09	09.50	179
05-09-09	10.30	158
04-10-09	10.15	224
23-11-09	00.30	166
24-11-09	01.00	188

Datum	Tijd	2010 Waterstand boven NAP
12-11-10	13.00	219

Datum	Tijd	2011 Waterstand boven NAP
04-02-11	22.00	227
25-11-11	21.10	210

steigers bruinevloot op 170 boven NAP

Hoogste waterstanden

31-1-1953	3.18 + NAP
3-1-1976	3.29 + NAP
26-2-1990	3.10 + NAP
9-11-2007	3.13 + NAP

26-11-11	09.30		170
26-11-11	22.00		175
27-11-11	22.10		254
09-12-11	08.00		195
09-12-11	19.20		237
10-12-11	09.00		159

Datum	Tijd	2012	Waterstand boven NAP
05-01-12	17.20		219

Datum	Tijd	2013	Waterstand boven NAP
30-01-13	23.40		220
31-01-13	11.46		166
05-02-13	02.50		168
28-10-13	Zware storm (orkaankracht 12 Bfr.) West Zuid West geen afwijking waterstand van betekenis		
03-11-13			186
29-11-13			189

Datum	Tijd	2013	Waterstand boven NAP	
05-12-13	10.46		165	West zuid west 10-11
05-12-13	23.10		282	Noord West 9-10
06-12-13	10.20		280	Noord West 9-10
06-12-13	23.50		179	
21-12-13	23.50		170	
22-12-13	00.20		168	

Datum	Tijd	2014	Waterstand boven NAP
22-10-14	08.30		278
10-12-14	23.30		196
11-12-14	00.30		187
19-12-14	19.10		176
20-12-14	07.40		193
20-12-14			

Datum	Tijd	2015	Waterstand boven NAP	
02-01-15	19.20		209	
08-01-15	23.10		169	
09-01-15	23.40		201	
11-01-15	00.05		280	
11-01-15	12.45		190	
13-01-15	01.50		184	
28-01-15	03.45		214	
13-11-15	22.10		241	(215 voorspelt)
14-11-15	09.20		181	
17-11-15	00.10		167	
18-11-15	01.00		184	
28-11-15	10.20		175	
29-11-15	23.10		223	
30-11-15	11.00		189	

Datum	Tijd	2016	Waterstand boven NAP

30-01-16	01.10		172
31-01-16	00.40		195
03-02-16	02.40		176
08-02-16	21.30		194
10-02-16	22.40		172
24-12-16	17.10		181
26-12-16	19.00		207
27-12-16	07.30		197

Datum	Tijd	**2017**	Waterstand boven NAP	
04-01-17	00.50		173	
04-01-17	13.10		185	(155 voorspelt)
11-01-17	20.10		222	
12-01-17	08.00		219	
13-01-17	22.00		256	
13-09-17	15.20		179	
03-10-17	08.10		166	
05-10-17	10.00		183	
05-10-17	22.10		169	
06-10-17	10.20		186	
29-10-17	02.30		177	
11-11-17	01.30		183	
18-11-17	21.30		168	
19-11-17	09.30		182	
28-11-17	03.00		171	
08-12-17	00.30		194	
08-12-17	12.00		202	
09-12-17	00.50		200	

Datum	Tijd	**2018**	Waterstand boven NAP	
01-01-18	08.10		166	
03-01-18	21.50		226	zeer zware storm tussen zuid en noord west 10 tot 12 bft.
04-01-18	23.30		169	
16-01-18	08.50		169	
16-01-18	20.50		183	
17-01-18	21.40		179	

Datum	tijd	**2018**	Waterstand boven NAP
01-02-18	21.50		178
11-02-18	18.00		173
04-12-18	06.00		172
08-12-18	09.30		187
08-12-18	21.40		184
09-12-18	10.00		170
09-12-18	22.30		195

Datum	Tijd	**2019**	Waterstand boven NAP
08-01-19	10.20		260
08-01-19	21.50		191
14-01-19	01.20		177
28-01-19	01.40		182
04-03-19	19.20		182

08-03-19	10.20		167		
30-09-19	11:06		183		
09-12-19	06.00		178		
09-12-19	18.50		183		
14-12-19	22.20		171		
15-12-19	11.30		164		

Datum	Tijd	2020	Waterstand boven NAP		
14-01-20	00.20		217	Zware golfslag in de haven 9 - 11 Bft ZZW	
18-01-20	02.30		192		
28-01-20	23.20		174		
02-02-20	01.50		162		
10-02-20	10.16		238		
10-02-20	22.00		211		
11-02-20	11.00		218		
11-02-20	22.50		247		
12-02-20	11.30		190		
17-02-20	03.10		180		
22-02-20	20.40		184		
23-02-20	21.30		185		
12-03-20	11.20		190	167 + NAP voorspeld	
02-11-20	10.10		194		
19-11-20	23.40		176		
22-11-20	01.20		176		

Datum	Tijd	2021	Waterstand boven NAP		
11-03-21	20.20		179		
13-03-21	21.10		193	Kade oude ligplek koegelwieck verzakt	
05-04-21	15.00		196		
21-10-21	10.45		202		
21-10-21	22.10		192		
22-10-21	10.50		188		
07-11-21	10.50		209	Verwachting 175+NAP	Bereloop
07-11-21	22.50		193		

Datum	Tijd	2022	Waterstand boven NAP		
04-01-22	22.20		197	Verwachting 184 + NAP	
05-01-22	11.20		187	Verwachting 173 + NAP	
05-01-22	23.00		196	Verwachting 187 + NAP	
08-01-22	00.55		174	Verwachting 171 + NAP	
29-01-22	18.50		175		
30-01-22	6.10		256	Verwachting 205+ NAP	
31-01-22	20.15		235	verwachteng 220 + NAP	
01-02-22	21.00		189	verw. 176	
04-02-22	23.40		196		
07-02-22	01.10		218	verwachting 190 + NAP	
17-02-22	09.25		213		
17-02-22	21.40		185		
18-02-22	23.20		248	zeer zware storm 10 tot 12 Bft (Eunice)	west zuid west
19-02-22	10.50		188		
21-02-22	11.30		237		
22-02-22	00.00		205		
26-12-22	23.20		169	verwachting 180+ NAP	
29-12-22	02.20		174		

Datum	Tijd	2023	Waterstand boven NAP	
11-01-23	23.50		177	
14-01-23	00.20		176	
15-01-23	14.10		171	
20-02-23	21.20		180	
14-10-23	10.10		204	
14-10-23	22.20		177	
14-11-23	09.20		182	
24-11-23	0.600		226	Verwachting 205 + NAP
24-11-23	19.10		202	Verwachting 175 + NAP
25-11-23	07.00		175	
21-12-23	16.20		171	
22-12-23	02.40		283	hoogste punt bereikt.Water zakkende tot 267
22-12-23	03.50		276	Liep daarna weer op
23-12-23	06.00		172	
25-12-23	07.20		200	Verwachting 194 + NAP
28-12-23	22.20		166	
29-12-23	22.40		181	

Datum	Tijd	2024	Waterstand boven NAP	
03-01-24	01.30		170	
14-01-24	23.30		186	
16-01-24	00.10		197	
22-01-24	19.10		171	
23-01-24	06.40		195	
24-01-24	20.20		224	Verwachting 213 + NAP
26-01-24	22.00		204	Verwachting 177 + NAP
17-11-24	9:50		173	Verwachting 170 + NAP
07-12-24	0:15		214	
20-12-24	0:05		223	
22-12-24	13:00		193	
23-12-24	1:50		173	

Datum	Tijd	2025	Waterstand boven NAP	
01-01-25	23:11		189	Verwachting 184 + NAP
07-01-25	1:30		210	Verwachting 197 + NAP
08-01-25	2:54		175	