



Veiligheidsrapportage Regionale Waterkeringen 2024

Hoofdrapport



waterschap
**Hollandse
Delta**

Definitief

8 oktober 2024

VERANTWOORDING

WATERSCHAP

waterschap Hollandse Delta
Handelsweg 100
2988 DC Ridderkerk

Postbus 4103
2980 GC Ridderkerk
t 088 974 33 00
f 088 974 30 01
i www.wshd.nl

AFDELING

Kennis & Advies

AUTEUR/COÖRDINATIE

R. Meijer
R. Snip

REVIEWER

J. Bossenbroek
J. Noordam

AKKOORDVERKLAARDER

B. van Leeuwen

OPDRACHTGEVER

W. Teuling

VERSIE

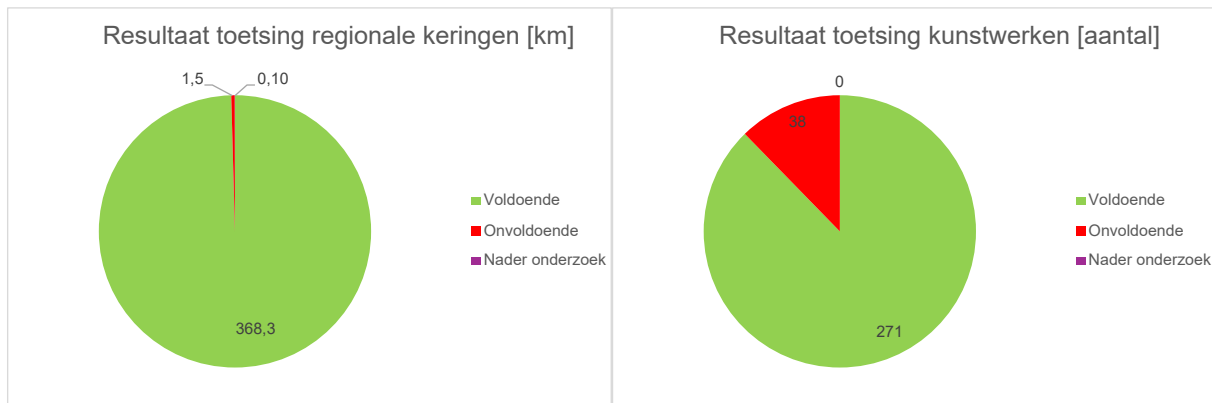
Definitief

Samenvatting

In het Uitvoeringsbesluit Regionale Waterkeringen West-Nederland 2014 is door Gedeputeerde Staten van de provincies Zuid-Holland, Noord-Holland en Utrecht vastgelegd dat de waterschappen de regionale waterkeringen in 2024 getoetst zijn aan de in de provinciale verordening vastgelegde veiligheidsnormen. [1]

In dit rapport zijn de resultaten beschreven van de toetsing van alle genormeerde regionale waterkeringen in het beheergebied van Waterschap Hollandse Delta (WSHD). De regionale keringen bestaan uit circa 91 km boezemkering, 208 km compartimenteringskering en 71 km waarbij de kering een dubbelfunctie heeft van zowel boezem- als compartimenteringskering. In totaal beheert waterschap Hollandse Delta 370 km regionale keringen.

In onderstaande diagrammen staan de resultaten van de toetsing beeldend weergegeven. De tekstuele toelichting is daarna opgenomen in deze samenvatting.



Resultaat toetsing boezemkeringen

De boezemkeringen zijn getoetst op verschillende faalmechanismen aan de IPO-klasse normeringen die vastgesteld zijn door de provincie Zuid-Holland. Voor de toetssporen stabiliteit, hoogte, bekledingen, stabiliteit voorland en NWO's zijn er gedetailleerde toetsen uitgevoerd. Voor de toetssporen piping en microstabiliteit kon voldaan worden met enkel een beschrijvende eenvoudige toets. Op basis van de toetsing kan geconcludeerd worden dat de boezemkeringen voor het overgrote deel in goede staat verkeren. Alleen voor de toetssporen hoogte en stabiliteit hebben kleine gedeelten van keringen het toetsoordeel 'onvoldoende' gekregen. Een aantal kunstwerken voldoet niet aan de gestelde veiligheidsnormen. Voor alle overige toetssporen zijn alle boezemkeringen als 'voldoende' beoordeeld.

Hoogte

Van de boezemkeringen is 170 m niet op voldoende hoogte. Deze kadevakken zijn onderdeel van de boezemkeringen rondom de Binnenmaas. Daarnaast zijn er nog een enkele locaties waar de kade niet hoog genoeg is, maar op deze locaties is er niet direct een veiligheidsprobleem omdat hier sprake is van hoog voor- en/of achterland of onlogische leggertracés. Deze kadevakken zijn daarom goedgekeurd op basis van het beheerdersoordeel.

Stabiliteit

Voor het toetsspoor stabiliteit voldoet 1.470 m niet aan de gestelde stabiliteitseisen. Hiervan zal 100 meter nader worden onderzocht. De kadevakken welke beoordeeld zijn als onvoldoende zijn onderdeel van de boezemkeringen rondom de Binnenmaas, Strijensche Haven en het Kanaal door Voorne.

Onderstaande figuur geeft een overzicht van de boezemkeringen en de beoordelingsresultaten weer (V=voldoende, O=onvoldoende, NO=nader onderzoek).

Eiland	Boezem	Beoordelingsresultaat [m]	
		V	O/NO
IJsselmonde	Kreekkade	2.970	0
	Waal	18.932	0
Hoekse Waard	Binnenmaas	23.224	1.170
	Strijensche Haven	12.415	100
Voorne-Putten	Brielse Meer	29.568	0
	Kanaal door Voorne	17.023	370
	Bernisse	20.081	0
Goeree-Overflakkee	Oude-Tonge	3.567	0
	Zuiderdiep	31.908	0

Niet-Waterkerende Objecten

Uit de toetsing is gebleken dat alle niet-waterkerende objecten (NWO's) binnen de boezemkeringen voldoen.

Resultaat toetsing compartimenteringskeringen

Bij compartimenteringskeringen worden andere normen gehanteerd dan bij boezemkeringen. De norm voor de compartimenteringskeringen, welke eveneens door de provincie Zuid-Holland is vastgesteld, is 'handhaven (theoretisch) profiel legger'.

Onderstaande figuur geeft de compartimenteringskeringen per eiland weer. Na toetsing is geconcludeerd dat alle grondlichamen van de compartimenteringskeringen voldoen aan de wettelijke norm.

Eiland	Voldoende [m]
Dordrecht	20.686
Goeree-Overflakkee	46.719
Hoeksche Waard	112.594
Voorne-Putten	61.172
IJsselmonde	37.893
Totaal	279.064

Resultaat kunstwerken

In totaal zijn er 288 kunstwerken aanwezig in de regionale keringen. In boezemkeringen zijn 173 kunstwerken aanwezig en in compartimenteringskeringen 178 kunstwerken. 63 van deze kunstwerken liggen in een kering welke zowel boezem- als ook compartimenteringskering is. 38 kunstwerken hebben het oordeel onvoldoende gekregen.

In boezemkeringen zijn 34 kunstwerken beoordeeld als onvoldoende. De kunstwerken met het oordeel onvoldoende betreffen 29 duikers, een coupure, een inlaat, een sluis, een stuw en een brug.

In compartimenteringskeringen kunnen zes kunstwerken niet meer gesloten worden. Daarom zijn deze kunstwerken afgekeurd. Het betreft hier twee sluizen en vier coupures. Twee van deze kunstwerken zijn gelegen in een kering die een dubbelfunctie heeft, zowel compartimenterings- als boezemkering.

Vervolg

Op basis van de resultaten zal bij de keringen met het veiligheidsoordeel 'onvoldoende' en 'nader onderzoek' onderzocht worden welke maatregelen nodig zijn om de kering weer te laten voldoen aan de gestelde veiligheidsnorm in 2030. Dit geldt voor zowel alle grondlichamen als de kunstwerken met het toetsoordeel 'onvoldoende'. In de tussentijd zijn (tijdelijke) maatregelen getroffen om de waterveiligheidsfunctie van de betreffende waterkeringen en kunstwerken te waarborgen. In de calamiteitenbestrijdingsplannen wordt extra aandacht besteed aan de als onvoldoende beoordeelde delen van de boezemkeringen, zoals inspecties bij extreme omstandigheden (droogte en hoogwater).

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Algemeen	1
1.2	Uitgangspunten en randvoorwaarden	1
1.2.1	Normering	1
1.2.2	Grondonderzoek	2
1.3	Leeswijzer	3
2	Beschrijving Beheergebied	4
2.1	Algemeen Boezemkeringen	4
2.2	IJsselmonde	5
2.2.1	Kreekkade	5
2.2.2	Waal	5
2.3	Hoeksche Waard	5
2.3.1	Binnenmaas	5
2.3.2	Strijensche Haven	5
2.4	Voorne-Putten	5
2.4.1	Kanaal door Voorne	5
2.4.2	Brielse Meer	6
2.4.3	Bernisse	6
2.5	Goeree-Overflakkee	6
2.5.1	Zuiderdiepboezem	6
2.5.2	Haven Oude-Tonge	6
2.6	Algemeen Compartimenteringskeringen	7
3	Toetsingsmethode Boezemkeringen	8
3.1	Hydraulische Randvoorwaarden	8
3.2	Kadevakken	8
3.3	Grondlichamen	8
3.3.1	Hoogte	8
3.3.2	Piping	8
3.3.3	Macrostabieliteit	9
3.3.4	Microstabieliteit (STMI)	9
3.3.5	Bekleding Buitentalud	9
3.3.6	Bekleding Binnentalud	9
3.3.7	Stabiliteit Voorland	9
3.4	Kunstwerken	9
3.5	Niet-Waterkerende Objecten (NWO's)	10
3.5.1	Bomen	10
3.5.2	Bebouwing	10
3.5.3	Leidingen	10
4	Toetsingsmethode Compartimenteringskeringen	11
4.1	Hydraulische Randvoorwaarden	11
5	Resultaten Toetsing Boezemkeringen	12
5.1	Algemene Resultaten	12
5.2	Resultaat Hoogte	12
5.3	Resultaat Stabiliteit	13
5.4	Resultaten Kunstwerken	13
5.5	Resultaten NWO's	14
5.6	Resultaten Leidingen	14
5.7	Te Treffen Voorzieningen Boezemkeringen	14
6	Resultaten Toetsing Compartimenteringskeringen	15
6.1	Algemene Resultaten	15
6.2	Te Treffen Voorzieningen Compartimenteringskeringen	16

7	Maatregelen, Aanbevelingen en Planning	17
7.1	Maatregelen	17
7.2	Aanbevelingen	18
7.3	Planning	18
8	Evaluatie Toetsproces	19
9	Verwijzingen	20

Bijlagen

Bijlage I	Achtergrondrapportage IJsselmonde – Kreekkade
Bijlage II	Achtergrondrapportage IJsselmonde – Waal
Bijlage III	Achtergrondrapportage Hoeksche Waard – Binnenmaas
Bijlage IV	Achtergrondrapportage Hoeksche Waard - Strijensche Haven
Bijlage V	Achtergrondrapportage Voorne-Putten - Kanaal door Voorne
Bijlage VI	Achtergrondrapportage Voorne-Putten - Brielse Meer
Bijlage VII	Achtergrondrapportage Voorne-Putten – Bernisse
Bijlage VIII	Achtergrondrapportage Goeree-Overflakkee – Zuiderdiep
Bijlage IX	Achtergrondrapportage Goeree-Overflakkee - Oude-Tonge
Bijlage X	Achtergrondrapportage Compartimenteringskeringen Eiland van Dordrecht
Bijlage XI	Achtergrondrapportage Compartimenteringskeringen Goeree-Overflakkee
Bijlage XII	Achtergrondrapportage Compartimenteringskeringen Hoeksche Waard
Bijlage XIII	Achtergrondrapportage Compartimenteringskeringen IJsselmonde
Bijlage XIV	Achtergrondrapportage Compartimenteringskeringen Voorne-Putten
Bijlage XV	Kunstwerkrapportage Inlaat Gemeentehuis Geervliet
Bijlage XVI	Kunstwerkrapportage Inlaat Noordhoekseweg
Bijlage XVII	Kunstwerkrapportage Inlaat Oude Dijk - Hossenbosdijk
Bijlage XVIII	Kunstwerkrapportage Inlaat Oude Dijk
Bijlage XIX	Kunstwerkrapportage Inlaat Rijksstraatweg Sonneveld
Bijlage XX	Kunstwerkrapportage Stationsweg Heenvliet
Bijlage XXI	Beoordelingsproces Leidingtoets
Bijlage XXII	Resultaten Veiligheidstoetsing Grondlichamen Regionale Waterkeringen
Bijlage XXIII	Resultaten Veiligheidstoetsing Kunstwerken Regionale Waterkeringen met Oordeel Onvoldoende

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In de periode 2008-2012 zijn de regionale waterkeringen in West-Nederland voor de eerste keer getoetst aan de provinciale veiligheidsnormen. In het Uitvoeringsbesluit Regionale Waterkeringen West-Nederland 2014 is door Gedeputeerde Staten van de provincies Zuid-Holland, Noord-Holland en Utrecht vastgelegd dat de waterschappen de regionale waterkeringen in 2024 opnieuw getoetst hebben aan de in de provinciale verordening vastgelegde veiligheidsnormen. [1]

In dit rapport zijn de resultaten beschreven van de toetsing van alle genormeerde regionale waterkeringen in het beheergebied van waterschap Hollandse Delta (WSHD).

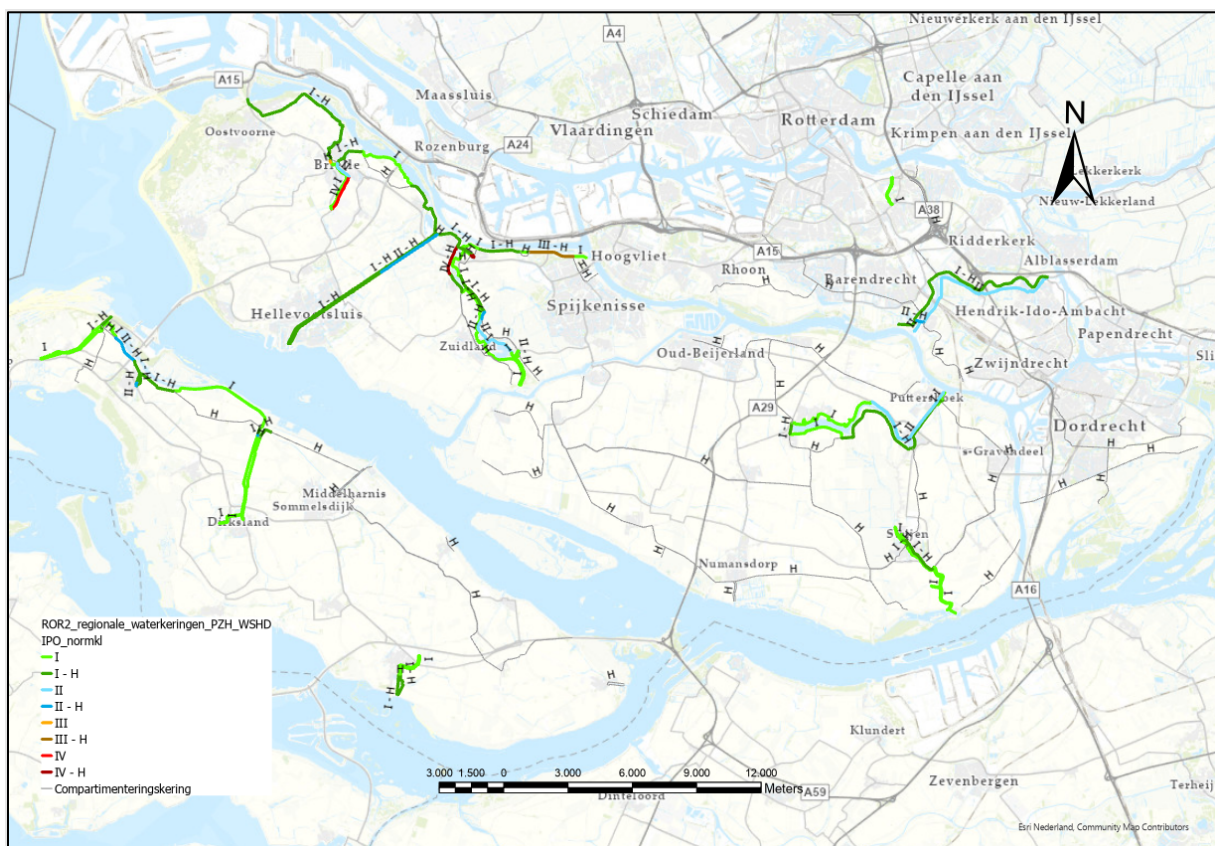
1.2 Uitgangspunten en randvoorwaarden

1.2.1 Normering

'Regionale keringen' is een verzamelnaam voor boezemkeringen, compartimenteringskeringen en voorlandkeringen. In het beheergebied van waterschap Hollandse Delta zijn alleen boezemkeringen en compartimenteringskeringen genormeerd. Dit is vastgelegd in de Zuid-Hollandse Omgevingsverordening. [2]

De boezemkeringen zijn ingedeeld in IPO-klassen, welke zijn weergegeven in Figuur 1-1. De bijbehorende veiligheidsnormen zijn weergegeven in Figuur 1-2. Deze IPO-klassen zijn vastgesteld door de provincie Zuid-Holland.

De wettelijke norm voor alle genormeerde compartimenteringskeringen binnen het beheergebied van waterschap Hollandse Delta is: 'handhaven (theoretisch) profiel legger'. Dit wordt in Figuur 1-1 aangeduid met de letter H. In Tabel 1-1 is per type kering de lengte weergegeven.



Figuur 1-1 Overzicht normering van de regionale keringen

Klasse	Veiligheidsnorm	Gevolgschade voor de klasse [mln euro]	Frequentie maatgevende rivierwaterstand voor bepaling gevolgschade
I	1/10	< 8	1/10
II	1/30	8-25	1/30
III	1/100	25-80	1/100
IV	1/300	80-250	1/300
V	1/1.000	> 250	1/1.000

Figuur 1-2: IPO-Klasse normeringen boezemkeringen [3]

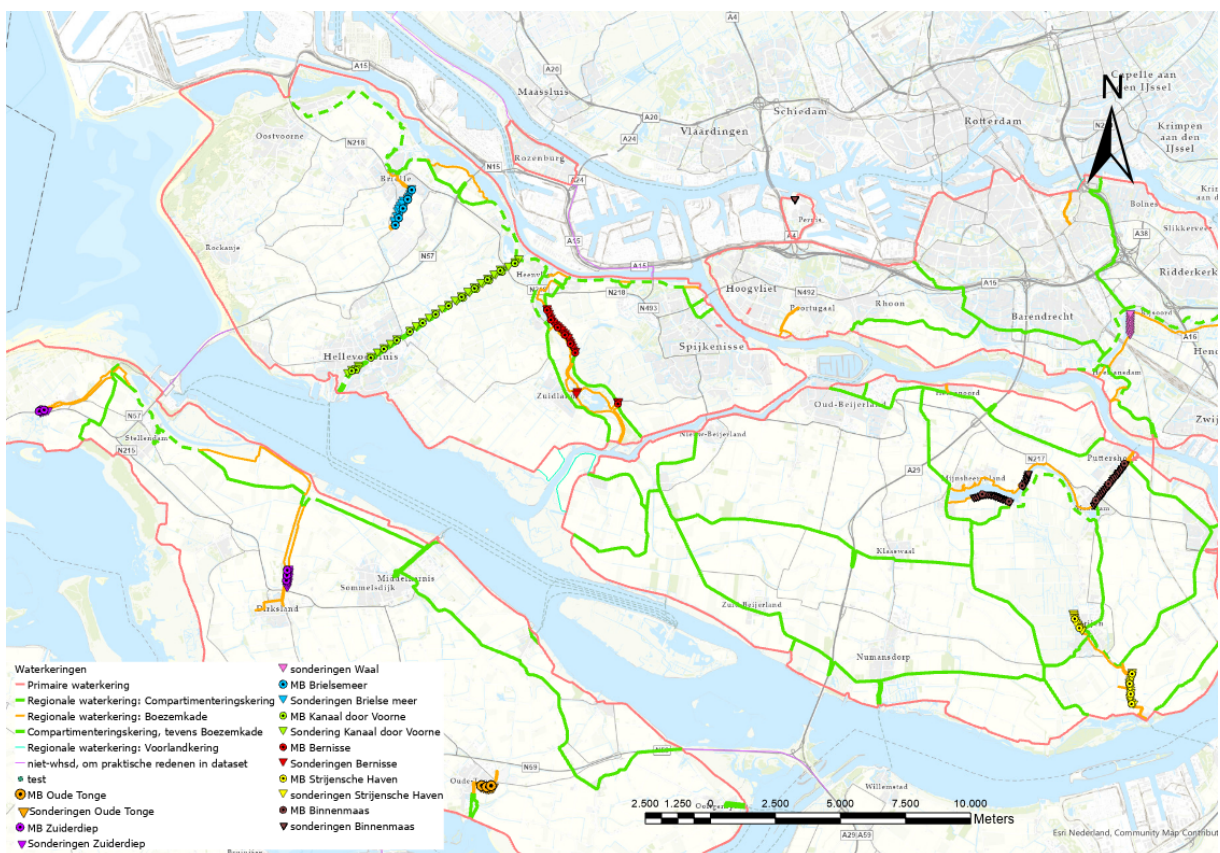
Tabel 1-1: Lengte per type regionale kering

Type regionale kering	Lengte [km]
Boezemkering	91
Compartimenteringskering	208
Zowel boezem- als compartimenteringskering*	71
Totaal	370

*Deze keringen hebben een dubbelfunctie en zijn zowel boezem- als compartimenteringskering.

1.2.2 Grondonderzoek

Voorafgaand aan de toetsing van de boezemkeringen is er in 2022 op verschillende locaties grondonderzoek uitgevoerd, zie Figuur 1-3. In totaal zijn er 238 sonderingen en 69 boringen uitgevoerd op en langs de verschillende boezemkeringen. Voor het bepalen van bodemparameters zijn proeven in het laboratorium uitgevoerd.



Figuur 1-3 Locaties grondonderzoek

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bevat de beschrijving van de verschillende regionale boezem- en compartimenteringskeringen. In Hoofdstuk 3 en 4 wordt de toetsmethodiek behandeld. In Hoofdstuk 5 en 6 wordt er verder ingegaan op de resultaten uit de toetsing. Hoofdstuk 7 bevat de daaropvolgende voorgeschreven maatregelen en bijbehorende planning. In Hoofdstuk 8 wordt teruggekeken op hoe het toetsproces verlopen is.

2 Beschrijving Beheergebied

2.1 Algemeen Boezemkeringen

Binnen het beheersgebied van WSHD bevinden zich verschillende boezemkeringen. De boezemkeringen zijn onderverdeeld in negen trajecten, zie Figuur 2-1. Gezamenlijk hebben de boezemkeringen een lengte van circa 161 kilometer. De lengte per boezemkering is weergegeven in Tabel 2-1. Alle boezems betreffen beheerste systemen.



Figuur 2-1: Boezemkeringen WSHD

Tabel 2-1: Lengte Boezemkeringen

Boezem	Lengte boezemkeringen [km]
IJsselmonde	
Kreekkade	3,0
Waal	18,9
Hoeksche Waard	
Binnenmaas	24,4
Strijensche Haven	12,5
Voorne-Putten	
Brielse Meer	29,6
Kanaal door Voorne	17,4
Bernisse	20,1
Goeree-Overflakkee	
Oude-Tonge	3,6
Zuiderdiep	31,9

Onderstaand volgt een algemene beschrijving van de boezems op de eilanden IJsselmonde, Goeree-Overflakkee, Voorne-Putten, en Hoeksche Waard. De eilanden Dordrecht, Pernis en Rozenburg bevatten geen boezems. Voor uitgebreidere beschrijvingen van de boezems wordt verwezen naar de desbetreffende achtergrondrapportages (zie Bijlagen I t/m IX).

2.2 IJsselmonde

2.2.1 Kreekkade

De Kreekkade is een relatief kleine boezem gelegen op het eiland IJsselmonde en heeft een lengte van circa 1,3 kilometer. Middels gemaal Kreekkade staat de boezem in verbinding met de Nieuwe Maas. De boezemkeringen zelf hebben een totale lengte van circa 3,0 km.

2.2.2 Waal

De Waal is een boezemwater gelegen op het eiland IJsselmonde en heeft een lengte van circa 8 kilometer. De boezem loopt van Hendrik-Ido-Ambacht via Oostendam en Rijsoord naar Barendrecht en Heerjansdam waar het water via het Waalgemaal in verbinding staat met de Oude Maas. Aan de noordoostzijde staat de boezem middels hevel Oostendam in verbinding met de rivier de Noord. De boezem wordt enkel gebruikt om water in te laten in het gebied. De boezemkeringen rondom de Waal hebben een totale lengte van circa 18,9 km.

2.3 Hoeksche Waard

2.3.1 Binnenmaas

De Binnenbedijkte Maas (Binnenmaas) is een afgedamde tak van de oorspronkelijke loop van de Maas. Dit water kwam ter plaatse van het huidige 's-Gravendeel de Hoeksche Waard binnen, en vervolgde zijn weg aan de westkant van het huidige Oud-Beijerland richting Brielse Maas. Het water vormde de noordelijke begrenzing van de Groote of Hollandsche Waard en het land van Putten. Vermoedelijk na de Sint Elisabethsvloed in 1421 werd de Maas bij Maasdam afgedamd. Vanaf Maasdam loopt een gegraven boezemkanaal dat via een gemaal bij Puttershoek uitmondt in de Oude Maas.

De wateroppervlakte van de boezem bedraagt circa 230 ha met een streefpeil van NAP -1,07 m. Bij extreem waterbezwaar is het mogelijk dat de waterstand boven dit peil stijgt. De boezemkade heeft een lengte van ruim 24 km.

2.3.2 Strijensche Haven

Strijen was de haven van het Oudeland van Strijen. Door diverse bedijkingen kwam Strijen verder van het open water te liggen en ontstond de Strijensche Haven als boezem, met in 1647 een eerste sluis te Strijensas.

De boezem heeft een wateroppervlakte van circa 15 ha met een streefpeil van NAP -0,80 m. Bij extreem waterbezwaar is het mogelijk dat de waterstand boven dit peil uitstijgt. De marge waarbinnen het peil zich mag bevinden is NAP -0,95/-0,75 m. Het peil mag niet hoger worden omdat er dan problemen optreden met de woonarken die in de boezem liggen. De boezemkade heeft een lengte van 12,5 km.

2.4 Voorne-Putten

2.4.1 Kanaal door Voorne

Het Kanaal door Voorne is in 1830 aangelegd tussen Hellevoetsluis en het huidige Heenvliet. De boezemkaden zijn opgeworpen met de uit het kanaal vrijkomende grond en hebben een lengte van 17,4 km.

Het streefpeil op het kanaal is NAP -0,40 m. De boezembemaling is groter dan de som van de polderbemaling waardoor peiloverschrijdingen op het Kanaal door Voorne nauwelijks voorkomen. Deze kunnen slechts optreden als de neerslag op de boezem zodanig groot is dat de resterende gemaalcapaciteit niet voldoet en in het geval van uitval van de boezembemaling. Het maximaal aan te houden boezempeil voor het waterschap is NAP +0,20 m.

2.4.2 Brielse Meer

Het Brielse Meer vormt de scheiding tussen Voorne en het Europoortgebied. Tot 1950 was dit water als Brielse Maas een deel van de verbinding tussen de Oude Maas en de Noordzee. Met de bouw van de Brielse Maasdam werd het Brielse Meer gevormd. De boezemkade bestaat voor een belangrijk deel uit de voormalige hoofdwaterkering van Voorne. Het Brielse Meer vormt samen met het Scheepvaartkanaal, het Voedingskanaal, de Bernisse en de Haven van Brielle één boezemwatersysteem. De totale lengte van de boezemkering is 29,6 km. Tussen de Bernisse en het Brielse Meer zit een sluis die kan fungeren als een waterscheiding. Normaal gesproken is deze sluis echter geopend. Ook het stedelijk water rondom Brielle kan door middel van een peilscheiding worden afgesloten van het Brielse Meer.

Het streefpeil op de gehele boezem is NAP +0,00 m. Het maximale boezempeil is NAP +0,20 m. Het Brielse meer is een belangrijke leverancier van zoet water. Tijdens situaties met grote waterbehoefte mag de waterstand uitzakken tot NAP -0,40 m.

2.4.3 Bernisse

De Bernisse wordt voor een belangrijk deel gevormd door de voormalige Bernisse-kreek, het water dat vroeger de scheiding vormde tussen de eilanden Voorne en Putten. Deze kreek was onderdeel van een fijnmazig netwerk van kleinere krekken. De Bernisse is in de jaren '50 uitgebreid met een aantal plassen. Onder normale omstandigheden staat de Bernisse in open verbinding met het Brielse Meer. De lengte van de boezemkeringen is 20,1 km.

2.5 Goeree-Overflakkee

2.5.1 Zuiderdiepboezem

De Zuiderdiepboezem bestaat uit een aantal aaneengesloten boezemwateren, te weten het Zuiderdiep en de havenkanalen van Goedereede en van Dirksland. Het Zuiderdiep maakte tot 1970 onderdeel uit van het Haringvliet. De boezemkade bestaat voor een deel uit de voormalige hoofdwaterkering van Goeree en een nieuwere kade om de Zuiderdieppolder. De havenkanalen zijn ontstaan vanuit de dorpen. Door aandijkingen kwamen de dorpen verder van zee te liggen, waarbij steeds een kanaal werd vrijgehouden als open verbinding met de zee. Deze havenkanalen zijn lange rechte vaarten waarbij de kaden bestaan uit verschillende aaneengesloten bedijkingen met een totale lengte van 31,9 km.

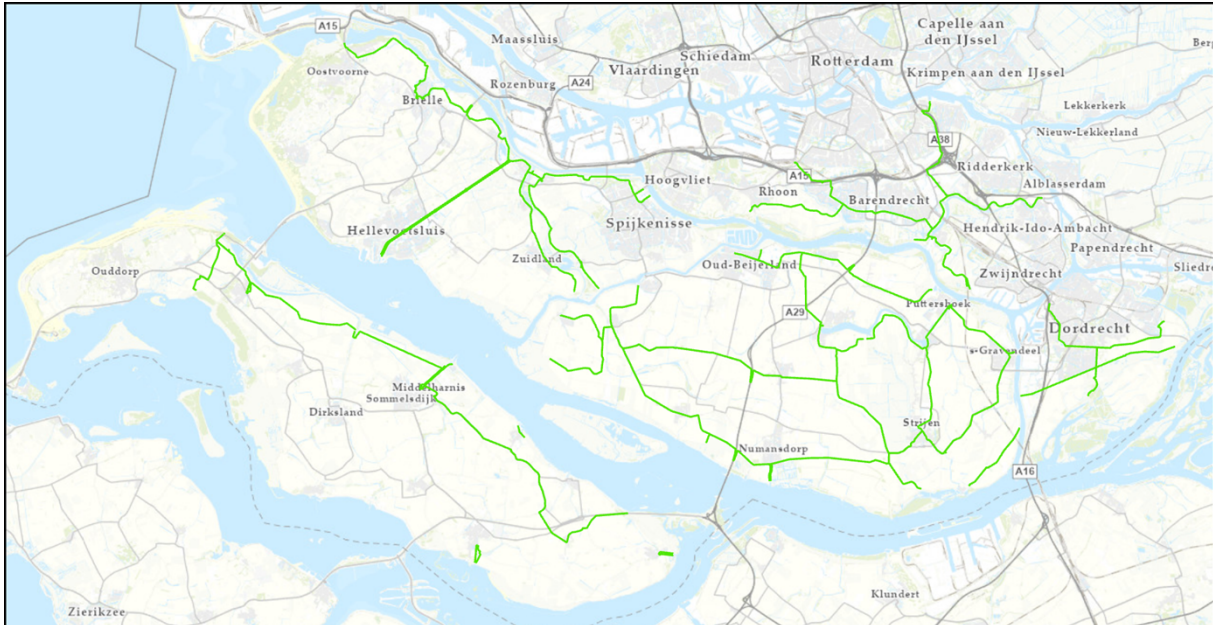
Op de Zuiderdiepboezem is het streefpeil NAP +0,20 m. Het wateroppervlak van de boezem bij streefpeil is circa 140 ha.

2.5.2 Haven Oude-Tonghe

De Haven van Oude-Tonghe wordt gevormd door een eeuwenoude kreek richting Krammer (Volkerak-Zoommeer). Het streefpeil op de boezem van Oudeland van Oude-Tonghe is gemiddeld NAP +0,00 m. Normaal gesproken staat de boezem in open verbinding met het Volkerak-Zoommeer. Alleen tijdens zeer extreme situaties is het mogelijk dat de boezem wordt afgesloten van het Volkerak-Zoommeer door de sluis tussen deze watersystemen te sluiten. Deze sluis wordt gesloten bij een waterstand van NAP +0,50 m op het Volkerak-Zoommeer. De boezemkade heeft een lengte van 3,6 km.

2.6 Algemeen Compartimenteringskeringen

De compartimenteringskeringen zijn weergegeven in Figuur 2-2. Een aantal van de keringen hebben zowel de functie van boezemkering als compartimenteringskering. De totale lengte van compartimenteringskeringen in het beheergebied van WSHD is 279 kilometer, waarvan 208 kilometer alleen compartimenteringskering en 71 kilometer compartimenteringskering met ook de functie van boezemkering. In Tabel 2-2 is per eiland de lengte van de compartimenteringskering weergegeven. Een nadere beschrijving van de compartimenteringskeringen per eiland is terug te vinden in de desbetreffende achtergrondrapportages (zie Bijlagen X t/m XIV).



Figuur 2-2: Compartimenteringskeringen binnen beheergebied WSHD in het groen

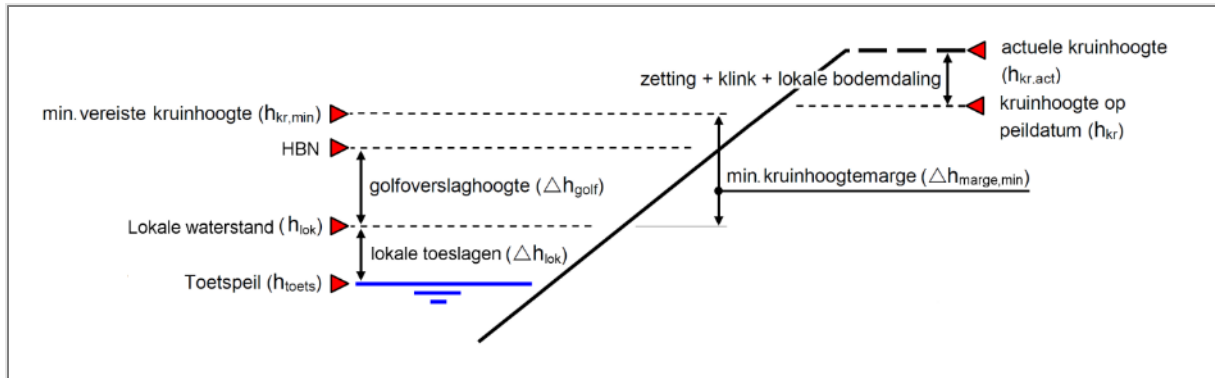
Tabel 2-2: Lengte compartimenteringskeringen per eiland

Eiland	Lengte [km]
Dordrecht	20,7
Goeree-Overflakkee	46,7
Hoeksche Waard	112,6
Voorne-Putten	61,2
IJsselmonde	37,9
Totaal	279,1

3 Toetsingsmethode Boezemkeringen

3.1 Hydraulische Randvoorwaarden

Voor de toetsing van de keringen zijn een aantal peilen en hoogtes van belang. Deze zijn gedefinieerd volgens Figuur 3-1.



Figuur 3-1: Definities peilen en hoogtes

Het hydraulisch belastingniveau betreft de hoogte van de waterkering waarbij in maatgevende omstandigheden een overslagdebiet van 0,1 l/s/m optreedt. Met het programma PROMOTOR zijn de toetspeilen, lokale waterstand en HBN's bepaald bij een normering van IPO-Klasse III. Bij keringen met een IPO-klasse IV-normering is er gerekend met een hogere waterstand. De minimaal vereiste kruinhoogte dient minimaal 0,1 m hoger te zijn dan de lokale waterstand (h_{lok}), dit is schematisch weergegeven in bovenstaande Figuur 3-1.

De resulterende waterstanden zijn gecombineerd met de relevante herhalingstijden op basis van IPO-normering per kadetraject om de benodigde hoogwaterstanden te bepalen.

3.2 Kadevakken

De verschillende kadevakken binnen een boezemkering zijn gekozen op basis van IPO-klasse, type kering/geometrie, oriëntatie, maatgevend faalmechanisme en resultaat uit de toetsing. De precieze vakindeling per boezemkering is terug te vinden in de desbetreffende achtergrondrapporten (zie Bijlagen I t/m IX).

3.3 Grondlichamen

3.3.1 Hoogte

De hoogte is conform de Leidraad Toetsen op Veiligheid (LTV) getoetst bij een overslagdebiet van 0,1 l/s/m. [3] Dit is vlak dekkend uitgevoerd door middel van een vergelijking van de berekende HBN's met de AHN4. [4] Daar waar de AHN4 niet voldoende nauwkeurig is of ontbreekt zijn profielen ingemeten die als basis voor de hoogtetoets dienen. Indien nodig zijn waterstanden en kruinhoogtes lokaal gedetailleerder bepaald.

3.3.2 Piping

Piping is in beheerste boezemsystemen geen relevant mechanisme. Vanwege het beperkte verschil tussen toetspeil en streefpeil zal het faalmechanisme ook onder extremere omstandigheden niet optreden. Dit blijkt uit peilbuismetingen die op diverse locaties bij de boezemkeringen zijn uitgevoerd. Uit de metingen blijkt dat de stijghoogtes in de diepere zandlagen niet reageren op een verhoogd peil in de boezem. De boezemkeringen zijn daarom op dit mechanisme niet getoetst en op basis van het beheerdersoordeel goedgekeurd. Dit mechanisme is bij deze keringen in de praktijk ook nog nooit vastgesteld.

3.3.3 Macrostabieliteit

Voor toetsing op macrostabieliteit is er eerst een screening uitgevoerd op basis van type waterkering en geometrische kenmerken. Daarnaast is er middels een visuele inspectie gekeken of de waterkeringen een risico vormen. De vakken die voldoen aan de eisen van de screening en visuele inspectie voldoen daarmee aan de toetssporen voor stabieliteit. Indien niet voldaan is aan de eisen van de screening is per vak een maatgevende stabieliteitsberekening uitgevoerd. De stabieliteitsberekeningen zijn uitgevoerd conform de LTV. [3]

Stabieliteit Binnenwaarts (STBI)

Op basis van de geometrische toets en inspecties zijn er verschillende potentieel risicovolle keringen met betrekking tot het faalmechanisme STBI. Op deze locaties is grondonderzoek uitgevoerd en zijn er stabieliteitsberekeningen uitgevoerd. Meer informatie over de aanpak van STBI is te vinden in de achtergrondrapportages.

Stabieliteit Buitenwaarts (STBU)

Op basis van de geometrische toets en inspecties is gebleken dat alle keringen voldoen aan het faalmechanisme STBU.

3.3.4 Microstabieliteit (STMI)

Vanwege het beperkte verschil tussen toetspeil en streefpeil is een verhoging van de freatische lijn in de kering verwaarloosbaar en heeft daarom geen invloed op de resultaten voor STMI. Hierdoor zal het faalmechanisme niet optreden bij het toetspeil. De boezemkeringen zijn daarom op dit mechanisme niet getoetst.

3.3.5 Bekleding Buitentalud

Voor de bekledingen op het buitentalud geldt dat deze alleen kunnen falen bij flinke golfaanval. Op regionale wateren die minder dan 100 m breed zijn, komen invallende golven met een golfhoogte groter dan 0,5 m niet voor. Golven van maximaal 0,5 m zullen geen erosie van de bekleding veroorzaken. Dit is conform LTV Module D, blz. 23. [3] Deze delen zijn daarom direct goedgekeurd. Voor delen met grotere strijklengtes is een analyse gemaakt van de maximaal te verwachten golfhoogtes. Locaties waarbij golfhoogtes groter dan 0,5 m kunnen voorkomen zijn conform de LTV getoetst. [3]

3.3.6 Bekleding Binnentalud

De hoogte wordt getoetst bij een overslagdebiet van 0,1 l/s/m. Bij zulke kleine overslagdebieten zal er geen schade optreden aan de bekleding op de kruin en het binnentalud. Deze delen zijn daarom voor dit mechanisme evident veilig en zijn goedgekeurd.

3.3.7 Stabieliteit Voorland

Uitsluitend indien een geul aanwezig is met een diepte die groter is dan 9 m dient de stabieliteit van het voorland te worden getoetst aan de leidraad. [5] Vrijwel overal is de geuldiepte minder dan 9 m. Alleen aan de westzijde van de Binnenmaas is een diepe kuil aanwezig van meer dan 9 m diep. Hier is de toetsing uitgevoerd conform de LTV. [3]

3.4 Kunstwerken

Conform Leidraad Waterkerende Kunstwerken in Regionale Waterkeringen paragraaf 5.3 voldoen kunstwerken in een boezemkering aan de norm bij een waterkering met IPO-klasse I of II. [6] Dit is op basis van het principe 'bewezen sterkte'. Er moet dan wel aan een aantal voorwaarden worden voldaan:

- Geen significant hoger peil bij de norm;
- Geen gevallen bekend van opgetreden schade aan het kunstwerk;
- Geen ontoelaatbaar grote instroming door overlopen en/of overslag van het waterkerend kunstwerk.

Naast bovenstaande eenvoudige methodiek zijn alle kunstwerken ook nog doorgenomen met de betreffende gebiedsbeheerders. Eventuele gebreken aan de kunstwerken zijn op deze manier alsnog naar boven gekomen.

De kunstwerken met een normering van IPO-klasse III en hoger zijn conform LTV Module F getoetst [6] (zie Bijlage XV t/m XX).

3.5 Niet-Waterkerende Objecten (NWO's)

3.5.1 Bomen

Risicovolle bomen worden periodiek geïnspecteerd met de BomenT methode van de Bomenwacht Nederland. Deze risicovolle bomen zijn bepaald door een expert van BomenT. Eventuele waterkeringstechnisch potentieel instabiele bomen zijn conform LTV Module E getoetst. [7] Op basis van een veldbezoek is bepaald waar welke bomen een probleem kunnen vormen.

Wanneer geacht wordt dat een boom bij een eventuele windworp en bijbehoren ontgrondingskuil geen gevaar vormt voor de sterkte en stabiliteit van de waterkering en buiten het beoordelingsprofiel valt, dan wordt het toetsoordeel faalkans verwaarloosbaar toegekend.

3.5.2 Bebouwing

De boezempeilen variëren beperkt. Tussen dagelijks peil en toetspeil is er een verschil van maximaal enkele decimeters. In de STOWA publicatie NWO bebouwing op Regionale Keringen [8] zijn vuistregels voor het beheerdersoordeel bij de toetsing van bebouwing opgesteld. Met de vuistregels is getracht de NWO's uit te filteren waarvan het beeld is dat ze weinig tot geen invloed hebben op de waterveiligheid. De vuistregels zijn vervolgens verwerkt in een stroomschema. Op basis van de door de provincie vastgestelde analyse Hydraulische randvoorwaarden boezemkeringen ten behoeve van de toetsing 2017-2024 [9] kan worden geconcludeerd dat wordt voldaan aan de criteria die worden genoemd bij het filter voor 'bewezen sterkte' in het stroomschema. Hiermee wordt aangetoond dat de bebouwing geen risico vormt voor de waterveiligheid en worden deze NWO's goedgekeurd. Het toepassen van deze filtering wordt onderstreept door de STOWA publicatie Handreiking NWO's Handelingsperspectief voor Regionale Keringen [10].

3.5.3 Leidingen

Ten behoeve van de toetsing van de regionale waterkeringen is de LTV Module E beschikbaar gesteld. [7] Conform deze leidraad dient beoordeeld te worden of de leidingen invloed hebben op de veiligheid van de waterkering. Het waterschap geeft hier invulling aan door toepassing van de NEN3650-serie of gelijkwaardig.

De NEN3650-serie is het document dat is opgesteld door en met de gehele leidingenbranche en die wordt geaccepteerd als vigerende norm. Omdat een leidingbeheerder de enige is die kan beoordelen of de leiding nog in goede staat van onderhoud verkeerd, is zijn hulp en inbreng bij de veiligheidsbeoordeling onmisbaar.

De beoordeling van de leidingen bestaat globaal uit twee stappen. Eerst is beoordeeld of de leiding voldoet aan de eisen die aan de leiding zelf gesteld worden (vergunningsvoorwaarden en NEN3650-serie). Als blijkt dat een leiding dan niet voldoet aan deze eisen is bepaald wat de impact is op de waterkering.

Een nadere beschrijving van het beoordelingsproces van leidingen in en nabij de waterkeringen van waterschap Hollandse Delta is toegevoegd in Bijlage XXI.

4 Toetsingsmethode Compartimenteringskeringen

In 2015 is er voor WSHD een normeringsstudie uitgevoerd om te bepalen welke compartimenteringskeringen in stand moeten worden gehouden. [11] Aan de hand van overstromingsmodellen is de nut en noodzaak van elke compartimenteringskering beoordeeld. Het hoogtebestand AHN2 is destijds toegepast als input voor de modellen. [4]

De wettelijke norm voor de compartimenteringskeringen binnen het beheergebied van waterschap Hollandse Delta is: '*handhaven (theoretisch) profiel legger*'. Dit is vastgelegd in de Zuid-Hollandse Omgevingsverordening. [2]

Deze norm is gebaseerd op het uitgangspunt dat er bij een overstroming geen significante verschillen zullen zijn in het overstromingspatroon ten opzichte van de situatie zoals berekend in 2015. Als er een ander overstromingspatroon ontstaat ten opzichte van de situatie in 2015, dan komt de normeringstudie niet meer overeen met de werkelijkheid, en kan de nut en noodzaak van de genormeerde compartimenteringskeringen wijzigen.

Bij de toetsing van de compartimenteringskeringen is de kruinhoogte van de meest recente AHN-meting (AHN4 ~2020) vergeleken met de AHN-meting (AHN2 ~2010) uit de normeringstudie. Bij hoogteverschillen groter dan 25cm is duiding gegeven van de oorzaak van de verschillen. Een zetting van 25cm is significant meer zetting dan de autonome bodemdaling over een periode van 10 jaar in het beheersgebied van waterschap Hollandse Delta. De overstromingsmodellen uit 2015 zijn gebruikt om te bepalen of deze wijzigingen invloed hebben op het overstromingspatroon. Het computerprogramma Lizard is gebruikt om de overstromingsmodellen te raadplegen. [12] Bij significante wijzigingen van het overstromingspatroon kan een kering worden afgekeurd.

Verder zijn de meldingen en inspecties ten aanzien van de compartimenteringskeringen geïventariseerd en geanalyseerd op het effect op het overstromingspatroon. De kering of het kunstwerk is afgekeurd wanneer de gemelde afwijking effect heeft op het overstromingspatroon.

Deze toetsmethode is tot stand gekomen na afstemming tussen de provincie Zuid-Holland en WSHD in 2022.

4.1 Hydraulische Randvoorwaarden

De overstromingsmodellen zijn uitgevoerd met bressen bij de diverse waterstanden bij de Maasmond en debieten in de Rijn (Rijnafvoer). Er is gezocht naar een scenario waarbij de buitenwaterstand vergelijkbaar is met de waterstand bij de norm op de locatie van de bres. Dit overstromingsmodel is vervolgens gebruikt bij de toetsing van de compartimenteringskeringen.

5 Resultaten Toetsing Boezemkeringen

In dit hoofdstuk worden de toetsresultaten van de boezemkeringen beschreven. De onderbouwing hiervan is terug te vinden in de desbetreffende achtergrondrapporten per boezemkering (zie Bijlage I t/m IX).

De beschreven resultaten betreffen het veiligheidsoordeel. Het veiligheidsoordeel bestaat uit een technisch oordeel (theoretisch) en een beheerdersoordeel (praktisch). Wanneer het veiligheidsoordeel onvoldoende is dan houdt dit in dat er een maatregel genomen moet worden. Deze eventuele maatregelen en aanbevelingen worden in Hoofdstuk 7 behandeld.

5.1 Algemene Resultaten

In Figuur 5-1 zijn de resultaten van de toetsing weergegeven voor alle boezemkeringen. Het overgrote deel van de boezemkeringen is in goede staat. Alleen voor de toetssporen hoogte en stabiliteit zijn keringen beoordeeld als onvoldoende. Alle boezemkeringen voldoen aan de overige toetssporen. Deze toetssporen worden daarom niet verder behandeld.



Figuur 5-1: Algemene resultaten toetsing boezemkeringen

5.2 Resultaat Hoogte

In eerste instantie is circa 4,7 km boezemkering beoordeeld als te laag (technisch oordeel). In veel gevallen leveren deze hoogtetekorten niet direct een veiligheidsrisico op. Dit kan komen door bijvoorbeeld onlogische leggertracés of de aanwezigheid van een hoog voor- en/of achterland. Deze specifieke locaties zijn middels het beheerdersoordeel dan ook goedgekeurd, met als uitgangspunt dat de legger op deze locaties aangepast wordt.

In totaal is alleen rondom de Binnenmaas 170 meter aan boezemkering als onvoldoende beoordeeld op hoogte. Het veiligheidsoordeel voor het toetsspoor hoogte is per boezemkering weergegeven in onderstaande Tabel 5-1 (zie ook Bijlage XXII).

Tabel 5-1: Resultaat hoogtoets per boezemkering

Boezemkering	Voldoende [m]	Onvoldoende [m]
Binnenmaas	24.224	170
Strijensche Haven	12.515	0
Brielse Meer	29.568	0
Kanaal door Voorne	17.393	0
Kreekkade	2.970	0
Oude-Tonge	3.567	0
Bernisse	20.081	0
Waalkade	18.932	0
Zuiderdiep	31.908	0
Totaal	161.158	170

5.3 Resultaat Stabiliteit

Voor het toetsspoor stabiliteit is in totaal 1.470 meter aan kering als onvoldoende beoordeeld, verdeeld over drie boezemkeringen. Hiervan is voor 100 meter nader onderzoek voorgeschreven. In onderstaande Tabel 5-2 is het veiligheidsoordeel voor het toetsspoor stabiliteit weergegeven per boezemkering (zie ook Bijlage XXII).

Tabel 5-2: Resultaat stabiliteit per boezemkering

Boezemkering	Voldoende [m]	Onvoldoende [m]
Binnenmaas	23.394	1000
Strijensche Haven	12.415	100*
Brielse Meer	29.568	0
Kanaal door Voorne	17.023	370
Kreekkade	2.970	0
Oude-Tonge	3.567	0
Bernisse	20.081	0
Waalkade	18.932	0
Zuiderdiep	31.908	0
Totaal	160.058	1.470

*Dit oordeel kan mogelijk nog geoptimaliseerd worden door nader onderzoek uit te voeren.

5.4 Resultaten Kunstwerken

Op basis van de in Hoofdstuk 3.4 beschreven voorwaarden zijn de meeste kunstwerken beoordeeld als voldoende. Naast de eenvoudige toets zijn er ook zes kunstwerken met een hoge IPO-klasse gedetailleerd beoordeeld. Twee van deze zes zijn afgekeurd. Het totaal aantal kunstwerken in de boezemkeringen bedraagt 173, hiervan voldoen er 34 niet (zie ook Bijlage XXIII). In onderstaande Tabel 5-3 zijn de resultaten per boezemkering weergegeven. In Figuur 5-2 zijn de locaties van de afgekeurde kunstwerken weergegeven.

N.B. Twee van de kunstwerken met oordeel onvoldoende zijn gelegen in een kering met de dubbelfunctie van zowel boezemkering als compartimenteringskering.

Tabel 5-3: Resultaat kunstwerken per boezemkering

Boezemkering	Aantal	Voldoende	Onvoldoende	Nader onderzoek
Binnenmaas	30	22	8	0
Strijensche Haven	11	9	2	0
Brielse Meer	36	27	9	0
Kanaal door Voorne	5	4	1	0
Kreekkade	5	4	1	0
Oude-Tonge	4	3	1	0
Bernisse	20	17	3	0
Waalkade	39	33	6	0
Zuiderdiep	23	20	3	0
Totaal	173	139	34	0



Figuur 5-2: Locaties afgekeurde kunstwerken

5.5 Resultaten NWO's

Voor het toetspooor NWO's op en langs boezemkeringen zijn enkel waterkeringstechnisch potentieel instabiele bomen nader en gedetailleerd getoetst. Uit de toetsing blijkt dat er wel waterkeringstechnisch potentieel instabiele bomen zijn, maar dat deze geen gevaar vormen voor de waterveiligheid. Alle NWO's in de vorm van bomen zijn daarom beoordeeld als voldoende.

5.6 Resultaten Leidingen

Het doel van de leidingbeoordeling is het bepalen of de leidingen geen negatieve invloed hebben op de waterveiligheid. Middels het stroomschema uit Bijlage XXI is geconcludeerd dat de leidingen voor alle boezemtrajecten niet zorgen voor een wijziging van het veiligheidsoordeel.

5.7 Te Treffen Voorzieningen Boezemkeringen

De volgende te treffen voorzieningen zijn nodig om alle boezemkeringen en kunstwerken weer aan de norm te laten voldoen:

- Voor alle keringen met het veiligheidsoordeel onvoldoende moeten er te nemen maatregelen worden uitgewerkt op het gebied van hoogtetekort en stabiliteit om de kering weer aan de norm te laten voldoen.
- Voor alle kunstwerken met het oordeel onvoldoende moeten er maatregelen genomen worden zoals het plaatsen of herstellen van keermiddelen om de kunstwerken weer aan de norm te laten voldoen.
- Bij diverse locaties ligt het tracé van de keringlijn niet goed op de kruin. De keringlijn moet in de legger en het beheerregister verlegd worden naar de juiste locatie.

In de bijbehorende achtergrondrapportages worden deze te treffen voorzieningen nader uitgewerkt (Bijlage I t/m IX).

6 Resultaten Toetsing Compartimenteringskeringen

In dit hoofdstuk worden de toetsresultaten van de compartimenteringskeringen samengevat. De onderbouwing hiervan is terug te vinden in de desbetreffende achtergrondrapporten per eiland (zie Bijlage X t/m XIV).

6.1 Algemene Resultaten

Over het algemeen zijn de compartimenteringskeringen in goede staat. Van de grondlichamen is alles goedgekeurd. In Tabel 6-1 is het resultaat per eiland weergegeven.

Tabel 6-1: Resultaten compartimenteringskering per eiland

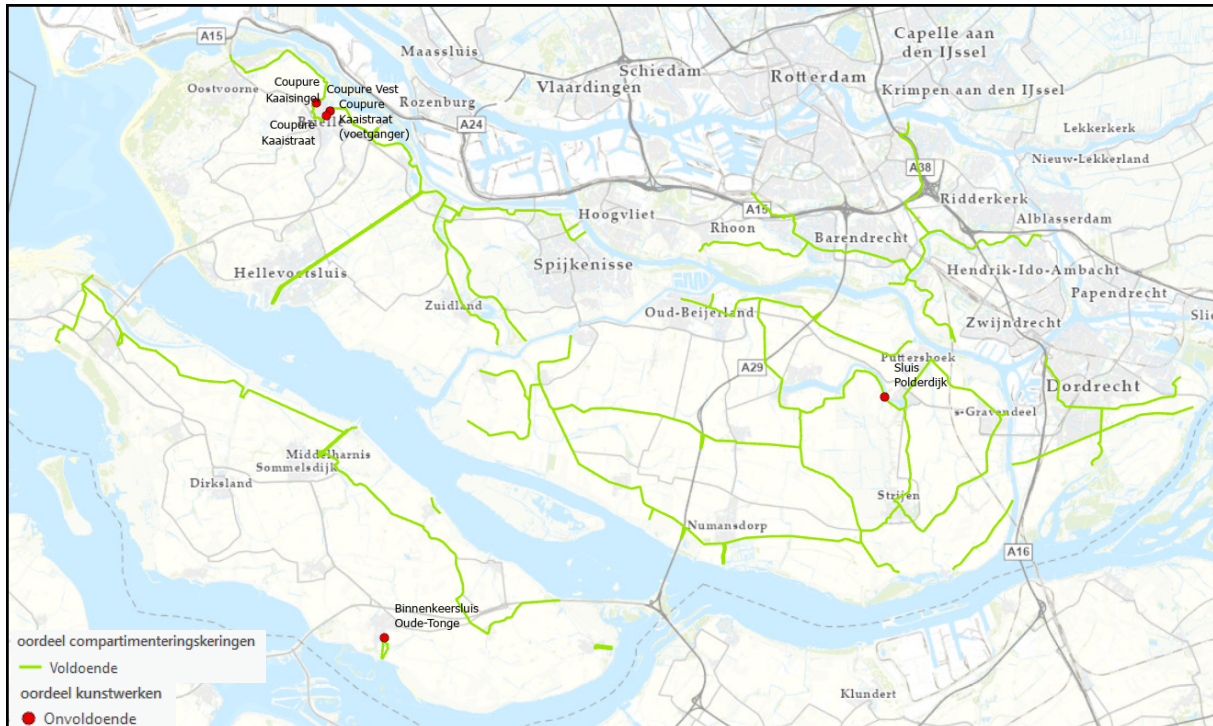
Eiland	Voldoende [m]	Onvoldoende [m]	Nader onderzoek [m]
Dordrecht	20.686	0	0
Goeree-Overflakkee	46.719	0	0
Hoeksche Waard	112.594	0	0
Voorne-Putten	61.172	0	0
IJsselmonde	37.893	0	0
Totaal	279.064	0	0

Ook is geconstateerd op basis van inspecties en meldingen dat zes kunstwerken niet meer gesloten kunnen worden. Daarom zijn deze kunstwerken beoordeeld als onvoldoende (zie ook Bijlage XXIII). Het gaat om de volgende kunstwerken:

- Coupure Vest
- Coupure Kaaisingel
- Coupure Kaaistraat
- Coupure Kaaistraat (voetganger)
- Sluis Polderdijk
- Binnenkeersluis Oude-Tonge

N.B. De twee laatstgenoemde kunstwerken zijn gelegen in een kering met de dubbelfunctie van zowel boezemkering als compartimenteringskering.

De bovengenoemde locaties zijn weergegeven in onderstaande Figuur 6-1.



Figuur 6-1 Compartimenteringskeringen: Oordeel compartimenteringskeringen en afgekeurde kunstwerken in de compartimenteringskeringen

6.2 Te Treffen Voorzieningen Compartimenteringskeringen

De volgende te treffen voorzieningen zijn benodigd om ervoor te zorgen dat de compartimenteringskeringen weer voldoen aan de wettelijke norm:

- De keermiddelen van de afgekeurde kunstwerken herstellen.
- Bij diverse locaties ligt de keringlijn niet goed op de kruin. De keringlijn dient daar te worden verlegd.

In de bijbehorende achtergrondrapportages worden deze te treffen voorzieningen nader uitgewerkt (Bijlage X t/m XIV).

7 Maatregelen, Aanbevelingen en Planning

7.1 Maatregelen

In dit hoofdstuk zijn de mogelijk te nemen maatregelen beschreven om de afgekeurde delen van de boezemkering aan de norm te laten voldoen in 2030. Het waterschap zal, op basis van ervaring, onderstaande mogelijke maatregelen verder gaan onderzoeken. Indien onderstaande maatregelen niet voldoende zijn zal het waterschap uiteraard verder onderzoek doen naar andere maatregelen. Daarnaast zijn er uit de toetsing ook nog aanbevelingen naar voren gekomen, deze staan ook benoemd in dit hoofdstuk.

1. Leggerwijziging
Op sommige delen wijkt de administratieve ligging van de kering in de legger af van de werkelijke ligging van de kering in het veld en ligt de kering in de legger op een onlogische plek. Deze kadevakken hebben in veel gevallen het technisch oordeel 'onvoldoende' en een beheerdersoordeel 'voldoende'. Voor deze situatie zal een leggerwijziging worden onderzocht, waarmee ook het technisch oordeel voldoende kan worden.
2. Groot onderhoud
Een kade die net te laag is kan met een beperkte inspanning weer voldoen aan de benodigde hoogte. Onderzocht zal worden of deze maatregel kan worden uitgevoerd als groot onderhoud.
3. Kadeverbetering
Indien er een forse aanpassing aan de kade nodig is om deze te laten voldoen is er een kadeverbetering noodzakelijk. Dit is meestal een ophoging, het aanbrengen van een berm of het aanbrengen van een constructie. Dit zal onderzocht gaan worden.
4. Nader onderzoek
In het geval een vak net is afgekeurd, bijvoorbeeld enkele centimeters te laag of een iets te lage stabiliteitsfactor, kan nader onderzoek wellicht leiden tot het alsnog voldoen van het desbetreffende kadevak. Nader onderzoek bestaat vaak uit aanvullend geotechnisch onderzoek of het aanscherpen van de hydraulische belasting (toetspeil).
5. Aanbrengen of herstellen keermiddel
Een aantal kunstwerken is niet afsluitbaar waardoor er op die locaties een 'gat' in de kering aanwezig is. Als maatregel zouden deze kunstwerken voorzien kunnen worden van een afsluiter.
6. Verwijderen of aanpassen niet-waterkerende objecten (NWO's)
Objecten die geen waterkerende functie hebben, maar wel een gevaar vormen voor de kerende functie van de waterkering dienen te worden verwijderd of te worden aangepast. Te denken hierbij valt aan instabiele bomen nabij de waterkering of leidingen die niet voldoen aan de vergunningsvoorwaarden.
7. Overstromingspatroon opnieuw bepalen
Bij veranderingen in het achterland verandert het overstromingspatroon. Dit heeft invloed op de uitgangspunten bepaald bij het opstellen van de norm voor de compartimenteringkeringen. Hier kan onderzocht worden of het opnieuw bepalen van het overstromingspatroon een bijdrage kan leveren bij de uitkomsten van een toekomstige toetsing.

In de achtergrondrapportages zijn de mogelijke maatregelen specifiek per afgekeurd kadevak en/of kunstwerk terug te vinden.

7.2 Aanbevelingen

De aanbevelingen zoals onderstaand beschreven betreffen globale adviezen vanuit het toetsteam van de waterkeringen aan de eigen organisatie en leveren input voor de meerjarenprogrammering van het programma Waterveiligheid. Inhoudelijke en locatie specifieke aanbevelingen zijn in de desbetreffende achtergrondrapporten te vinden.

- Bij een aantal boezemwateren zijn onrealistisch hoge en/of lokaal veranderende hydraulische belastingen vastgesteld. Advies is om deze opnieuw te laten doorrekenen.
- Tijdens de inventarisatie en toetsing van de kunstwerken bleek dat een aantal kunstwerken niet of onvolledig in het (GIS) beheersysteem staan. Geadviseerd wordt om de kunstwerken beter in kaart te brengen en te archiveren in het beheersysteem.
- Bij enkele vergunde werkzaamheden is de compartimenteringskering enigszins verlaagd. Geadviseerd wordt om bij het verlenen van vergunningen verlaging zoveel mogelijk te beperken.
- Naar aanleiding van significante wijzingen in het achterland wordt aanbevolen om, in afstemming met de provincie, het overstromingspatroon opnieuw te bepalen.

7.3 Planning

De mogelijke maatregelen en aanbevelingen in deze rapportage worden in de periode 2024-2026 nader uitgewerkt tot specifiek te nemen maatregelen. Het doel hiervan is om de regionale keringen in 2030 aan de gestelde normen te laten voldoen.

Totdat aan de norm wordt voldaan wordt in de calamiteitenbestrijdingsplannen extra aandacht besteed aan de als onvoldoende beoordeelde delen van de keringen en kunstwerken. Zo vinden er bijvoorbeeld inspecties plaats bij extreme omstandigheden zoals bij droogte en hoogwater.

8 Evaluatie Toetsproces

Dit hoofdstuk beschrijft de ervaringen opgedaan door waterschap Hollandse Delta tijdens de uitvoering van de toetsing van de regionale waterkeringen. Deze ervaringen zijn onderverdeeld in tips en tops en er is onderscheid gemaakt tussen interne en externe ervaringen.

Tips

Intern WSHD

- Vanwege de forse opgave van het waterschap voor de beoordeling van de primaire waterkeringen (LBO1) heeft het waterschap destijds gekozen voor een projectmatige aanpak van deze beoordeling. Een aanpak met als uitgangspunt de inzet van eigen mensen en eigen expertise in huis. Als gevolg van deze aanpak stond de toetsing van de regionale keringen niet altijd bovenaan en was intern hiervoor een en ander ook niet altijd duidelijk georganiseerd. Voor toekomstige beoordelingen van primaire waterkeringen en toekomstige toetsingen van regionale waterkeringen heeft het waterschap een strategische aanpak opgesteld. Het streven hierbij is een continue beoordeling van de waterkeringen, zowel primair als regionaal. Dit zal binnen de regionale keringen ook zorgen voor een meer gelijkwaardige en integrale aanpak voor toetsing van boezemkeringen en compartimenteringskeringen.
- Blijf leidingbeheerders actief betrekken bij de toetsing van hun leidingen. Zorg ervoor dat de opgebouwde contacten niet 'verwateren'. Dit zal resulteren in meer begrip aan hun kant en minder benodigde inspanning aan onze kant.

Extern

- Het is wenselijk dat de provincie eerder start met het ontwikkelen van de uitgangspunten voor een volgende toetsronde. Idealiter vindt dit al plaats tijdens de lopende toetsronde. In de huidige methode ontstaat een periode van 'stilstand' terwijl het wenselijk is om het momentum van toetsen vast te houden. Dit past ook binnen het streven van het waterschap om op elk moment een actueel waterveiligheidsbeeld te kunnen gaan geven in de toekomst.
- Boezemsystemen zijn beheerste systemen. Het is wenselijk dat hier rekening mee gehouden wordt bij het vaststellen van de nieuwe hydraulische belastingen voor de komende toetsronde.

Tops

Intern WSHD

- De toetsing is, met uitzondering van geotechnisch onderzoek, volledig met eigen personeel uitgevoerd.
- Het inkoopproces en de uitvraag van geotechnisch onderzoek is tijdig opgestart en is in goede afstemming met de afdeling Inkoop verlopen.
- De toetsers hebben niet alleen bureauwerk verricht, maar hebben de keringen ook buiten bezocht. Dit is onder andere de beeldvorming zeer ten goede gekomen.
- De inhoudelijke toetssporen voor de boezemkeringen zijn procesmatig opgepakt. Eerst is de hoogtetoets uitgevoerd en vervolgens zijn de geotechnische sporen per boezemkering uitgevoerd op basis van de resultaten uit het geotechnisch onderzoek.
- De gebiedsbeheerders zijn betrokken bij de toetsing. Samen met hen is gekeken of de resultaten van de 'theoretische' toetsing overeenkomen met wat zij in het veld waarnemen. Via deze weg is veel aanvullende, relevante informatie binnengehaald.
- De inspanningen die de experts kabels en leidingen vanuit het waterschap als landelijke trekker hebben verricht hebben geleid tot een nieuwe aanpak voor de toetsing van kabels en leidingen.
- Ondanks de beperkt beschikbare tijd is de toetsing tijdig afgerond.

Extern

- De afstemming met de provincie over de werkwijze en te hanteren uitgangspunten voor de toetsing is prettig verlopen. Naast de formele momenten zijn er ook voldoende mogelijkheden voor ad hoc afstemmingen.
- De provincie stelde zich flexibel op in het toepassen van voor het gebied van WSHD specifieke methoden en uitgangspunten. Dit soort maatwerk zou voor komende toetsronde behouden moeten blijven.

9 Verwijzingen

- [1] Provincie Noord-Holland, Provincie Zuid-Holland, Provincie Utrecht, „Plan van Aanpak toetsing regionale keringen 2024,” Juli 2018.
- [2] Provincie Zuid-Holland, „Zuid-Hollandse Omgevingsverordening,” december 2021.
- [3] STOWA, „Leidraad Toetsen op Veiligheid (LTV) Regionale Waterkeringen (update 2016) – Module D. Beoordeling veiligheid,” 2016.
- [4] Actueel Hoogtebestand Nederland, „AHN,” [Online]. Available: <https://www.ahn.nl/>.
- [5] STOWA, „Leidraad Toetsen op Veiligheid (LTV) Regionale Waterkeringen (2015) – Module C. Sterkte,” 2015.
- [6] STOWA, „Leidraad Toetsen op Veiligheid (LTV) Regionale Waterkeringen Module F: Waterkerende kunstwerken,” 2015.
- [7] STOWA, Leidraad Toetsen op Veiligheid (LTV) MODULE-E-Niet waterkerende objecten, 2015.
- [8] G. Spaargaren, „NWO bebouwing op regionale keringen,” STOWA, 2014.
- [9] J. Bossenbroek, „Hydraulische randvoorwaarden ten behoeve van de toetsing 2017-2024,” waterschap Hollandse Delta, Ridderkerk, 2019.
- [10] M. Kampen, „STOWA 2023-16 HANDREIKING NWO'S - HANDELINGSPERSPECTIEF VOOR REGIONALE KERINGEN,” STOWA, Amersfoort, 2023.
- [11] HKV en Tauw, „Compartimenteringskeringen dijkringen 17, 20, 21, 22 en 25,” Provincie Zuid-Holland, 2015.
- [12] Nelen & Schuurmans, „Lizard-flooding,” [Online]. Available: <https://flooding.lizard.net/>.
- [13] Tauw & HKV, „Normering regionale waterkeringen IJsselmonde en Hoekse Waard,” 2016.

Bijlage I	Achtergrondrapportage IJsselmonde - Kreekkade
Bijlage II	Achtergrondrapportage IJsselmonde - Waal
Bijlage III	Achtergrondrapportage Hoeksche Waard - Binnenmaas
Bijlage IV	Achtergrondrapportage Hoeksche Waard – Strijensche Haven
Bijlage V	Achtergrondrapportage Voorne-Putten – Kanaal door Voorne
Bijlage VI	Achtergrondrapportage Voorne-Putten – Brielse Meer
Bijlage VII	Achtergrondrapportage Voorne-Putten - Bernisse
Bijlage VIII	Achtergrondrapportage Goeree-Overflakkee – Zuiderdiep
Bijlage IX	Achtergrondrapportage Goeree-Overflakkee – Oude-Tonge
Bijlage X	Achtergrondrapportage Compartimenteringskeringen Eiland van Dordrecht
Bijlage XI	Achtergrondrapportage Compartimenteringskeringen Goeree-Overflakkee
Bijlage XII	Achtergrondrapportage Compartimenteringskeringen Hoeksche Waard
Bijlage XIII	Achtergrondrapportage Compartimenteringskeringen IJsselmonde
Bijlage XIV	Achtergrondrapportage Compartimenteringskeringen Voorne-Putten

Bijlage XXI Beoordelingsproces Leidingen

Om binnen de beschikbare tijd tot een onderbouwd oordeel te komen van de leidingen in de regionale waterkeringen, heeft waterschap Hollandse Delta het volgende beoordelingsproces daarvoor opgesteld:



Stap 1: Scope bepaling:

Hiervoor is gebruik gemaakt van de beschermingszone van de waterkering. Indien de verstoringszone van een leiding (zie NEN3651:2020 paragraaf 6.2.3) binnen de beschermingszone ligt of deze raakt, dan valt de leiding binnen de scope.

Stap 2: Toepassing filters:

In deze stap is het filterschema conform NEN3651:2020 bijlage E.2.2.2 en E.2.2.3 toegepast. Als onderdeel van de beoordeling heeft het waterschap ervoor gekozen dit filter toe te passen. De achtergronden van het filterschema (gevolgen van een falende leiding in de kruin), en de benodigde data (fysieke leidingkenmerken) hebben ten grondslag gelegen aan deze overweging.

Door deze filterstap op de scope toe te passen kan een (groot) deel van de scope al oordeel 'voldoende' krijgen. Zo kan een leiding die evident geen gevaar vormt voor de waterveiligheid zonder een uitgebreide toets op vergunningsvoorwaarden worden goedgekeurd.

Stap 3 (optioneel): Risicobeschouwing (scope verfijning):

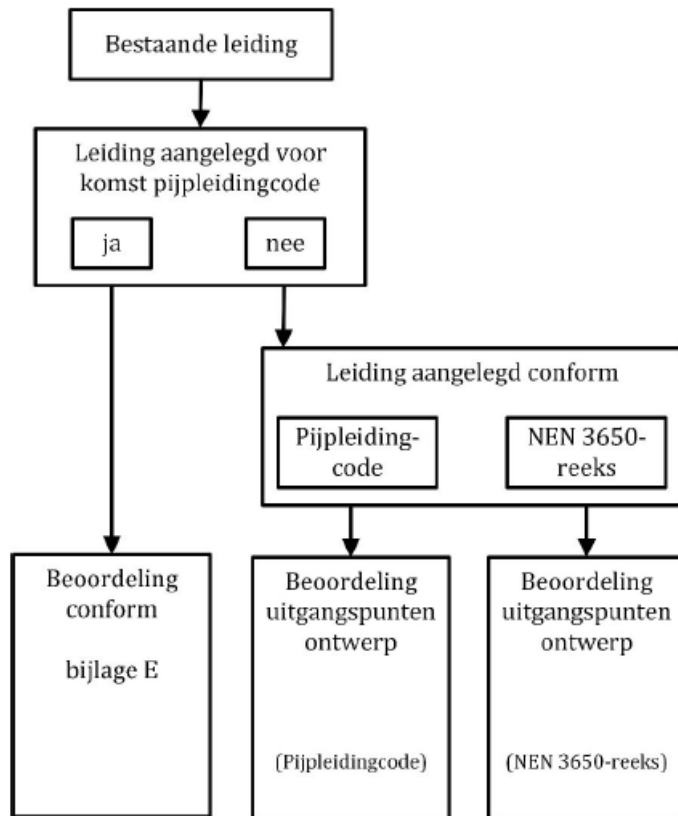
Deze stap wordt uitgevoerd in onderling overleg tussen leidingbeheerder en WSHD. Het doel van deze stap is het risico gestuurd inperken van de scope, ofwel het beperken van het aantal leidingen dat feitelijk getoetst moeten worden.

Daarnaast is het mogelijk dat niet alle gegevens omtrent het ontwerp, de aanleg, de huidige ligging en staat van de druk- en vrij-vervalleidingen te achterhalen zijn en zodoende een beoordeling van de leiding middels de bovenstaande filterstap(pen) niet mogelijk is.

Met het doorlopen van de beschreven stappen is het aantal (risicovolle) leidingen terug te brengen tot een realistisch en representatief aantal te beoordelen leidingen voor de betreffende leidingbeheerder. Aan de leidingbeheerder wordt gevraagd de leidingen die na deze stap nog reesteren in stap 4 van een veiligheidsoordeel te voorzien.

Stap 4: Beoordeling leiding:

In de veiligheidsbeoordeling moeten leidingbeheerders aantonen dat de conditie van de bestaande leiding voldoende is conform hoofdstuk 10.5.2 van de NEN3651:2020. Op basis van de vigerende norm ten tijde van het verlenen van de vergunning moet een onderbouwd beheerdersoordeel over de leiding worden geven, onderstaande figuur. In paragraaf 10.5.2.2.2 staan criteria beschreven waarop een leiding kan worden afgekeurd. Ook bij de beoordeling van de leiding is de beschrijving van het algemene beheer- en onderhoudsbeleid van de leiding belangrijk. De inspectieresultaten van de leiding dienen door de leidingbeheerder meegenomen te worden als uitgangspunt voor de beoordeling.

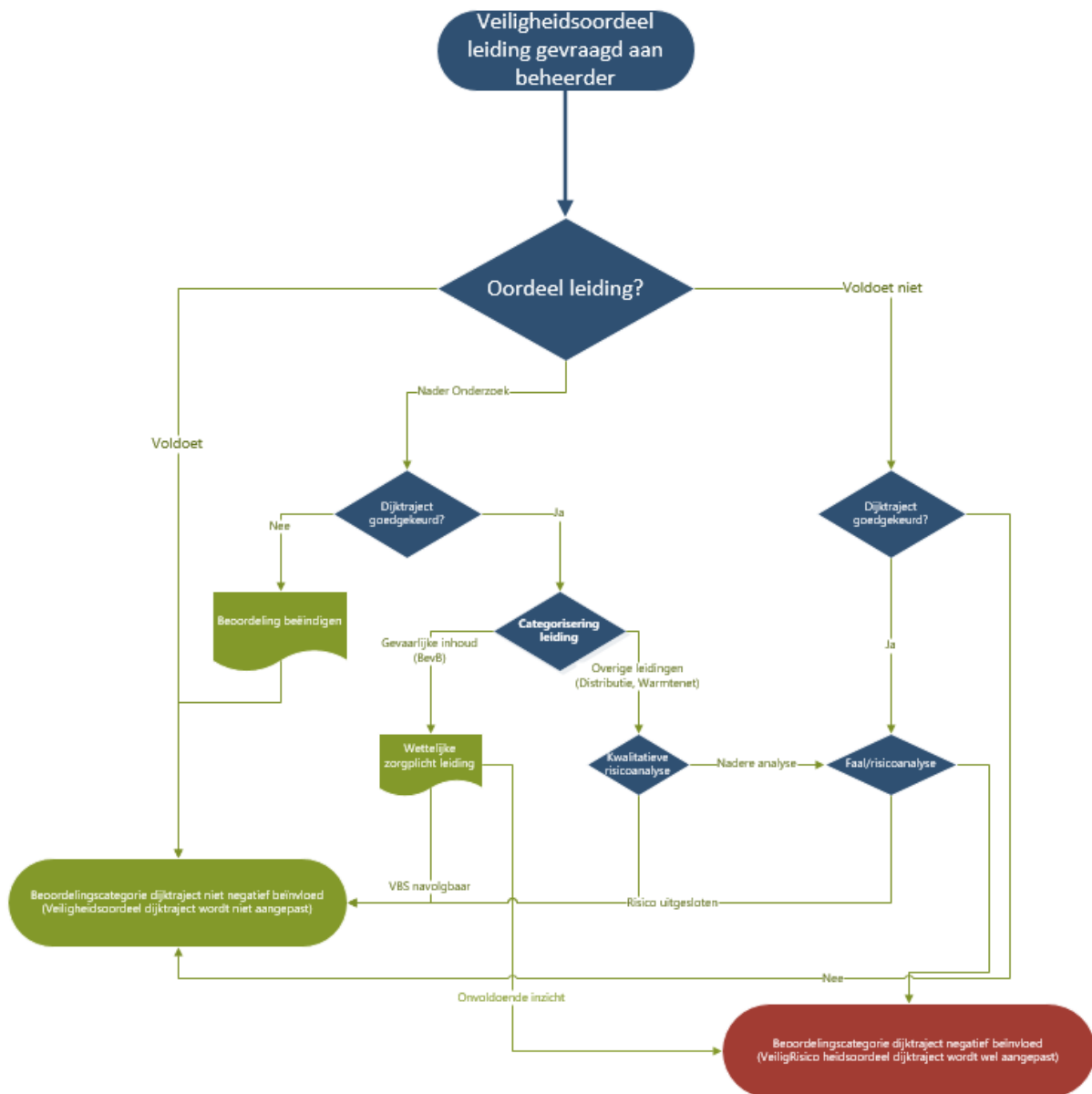


Stap 5: Impact leiding op de Waterveiligheid

In deze stap zal worden ingegaan op wat de leidingbeoordeling betekent voor de waterveiligheid en het veiligheidsoordeel van de waterkering. De niet-waterkerende objecten (NWO) worden in de dijkbeoordeling als indirecte faalmechanismen beschouwd. Dat betekent dat het falen van een leiding niet hoeft te leiden tot het falen van de waterkering.

In het onderstaande stroomschema is de beslisboom weergegeven waarin te zien is hoe de veiligheidsbeoordeling van de leiding is vertaald naar de impact op het veiligheidsoordeel van de dijk. Een leiding 'voldoet', 'voldoet niet' of wordt op 'nader onderzoek' gezet, omdat op basis van de beschikbare gegevens de leiding niet kan worden goedgekeurd. Indien de leiding 'voldoet' kan worden aangenomen dat de leiding geen significant risico vormt voor de waterveiligheid en dat daarmee het oordeel van de waterkering niet negatief wordt beïnvloed. Als uit de gevraagde beoordeling blijkt dat een leiding 'niet voldoet' dan dient nagegaan te worden waar de leiding ligt en wat het oordeel is van de waterkering waarin de leiding ligt. Alleen als de waterkering is goedgekeurd zal moeten worden nagegaan met een (kwantitatieve) faalkans-risicoanalyse of het oordeel van de waterkering gewijzigd moet worden door een leiding die als 'niet voldoet' is beoordeeld. Als de waterkering al is afgekeurd zal de invloed van de leiding bekeken worden in de verkenning van het geplande dijkversterkingsproces.

Als een leiding op 'nader onderzoek' is gezet zal in eerste instantie ook worden gekeken of de waterkering is afgekeurd. Indien de waterkering is afgekeurd dan zal het veiligheidsoordeel van de waterkering niet wijzigen. Als dit niet het geval is, dan zal voor de leidingen, die niet vallen onder het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb), eerst een kwalitatieve risicoanalyse worden doorlopen om te bepalen of op basis van de geometrie van de leiding en de dijk kan worden uitgesloten of leiding-falen kan leiden tot het bezwijken van de dijk. De leidingen die vallen onder de Bevb moeten voldoen aan strenge veiligheidsnormen en het veiligheidsproces van de leiding wordt door de ILT jaarlijks getoetst. Hierbij wordt in deze beoordeling aangenomen dat als er een navolgbaar veiligheidsbeheersysteem aanwezig is conform NEN3650-serie en dat de leiding voor deze beoordelingsronde voldoende is. Dit is mede gebaseerd op de zichtermijn, die korter is dan een jaar. Voor de overige leidingen zal een kwalitatieve risicoanalyse volgen om de impact op de dijk bij falen in te schatten.



Kwalitatieve risicoanalyse

Het doel van de kwalitatieve risicoanalyse is om na te gaan of het bezwijken van de leiding een significant negatief effect kan hebben op de waterveiligheid. Het startpunt van de analyse is dat ervan uit wordt gegaan dat de leiding zal falen. Van de specifieke dijk kruising zal op basis van de vergunning en sterkteberekening, als deze gevonden is, de ligging van de leiding ten opzichte van de dijk worden bepaald. Een belangrijk aspect hiervan is de in de sterkteberekening berekende verstoringszone van de leiding. Op basis van de verstoringszone in relatie tot de dijk kan worden vastgesteld of het falen van de leiding een grote impact heeft op de dijk. Er is hierbij geen significante invloed als de verstoringszone kan worden ingepast in de waterkering en er voldoende restprofiel overblijft. Dit is vaak het geval bij brede dijken met een hoog voorland of veel overhoogte ten opzichte van boezempeil.

Verder wordt er ook nog gekeken naar andere risicobeperkende maatregelen die bij het ontwerp zijn genomen. Zo wordt voor veel leidingen na de komst van de Pijpleidingcode, de relatieve sterkte-eis en importantiefactor (schadefactor) voorgeschreven. Dit houdt in dat de leiding in de veiligheidszone van de waterkering 20% sterker moet zijn voor de interne druk dan in de veldstrekking (relatieve sterkte-eis, zie NEN3651:2020 artikel 6.5). Dit vertaalt zich door in de veiligheidszone een dikkere wanddikte toe te passen dan in de veldstrekking. Als dit is toegepast

voor de leiding wordt in deze beoordeling zondermeer aangenomen dat het bezwijken van de leiding buiten de veiligheidszone zal plaatsvinden en zal het veiligheidsoordeel voor de dijk niet worden gewijzigd.

In alle andere gevallen zou het dus noodzakelijk zijn dat na deze kwalitatieve beoordeling een kwantitatieve faal-risicoanalyse moet volgen om de kwantitatieve faalkansbijdrage van de dijk te bepalen. Een faal-risicoanalyse is echter nog niet algemeen toepasbaar¹, en daarom is besloten dit voor deze beoordelingsronde achterwege te laten.

¹ In het kader van de Strategische Samenwerking Water- en Netbeheerders (SSWN) is de "Innovatieve rekenmethodiek" ontwikkeld en toegepast voor hogedrukgasleidingen in regionale waterkeringen. Deze methodiek is een voorbeeld van een faalkans-risicoanalyse. In het 'Handelingsperspectief voor kruisende gastransportleidingen in regionale waterkeringen' (SSWN,2003) is beschreven hoe de methodiek kan worden toegepast. De methodiek staat echter nog in ontwikkeling en betreft maatwerk, zeker voor leidingen anders dan hogedruk gasleidingen. Voor de methodiek zijn ook alle benodigde gegevens (zoals o.a. faalkansen van leidingen) nog niet algemeen beschikbaar, zie ook het 'Handelingsperspectief voor kruisende gastransportleidingen in regionale waterkeringen' (SSWN,2003).

Bijlage XXII Resultaten Veiligheidstoetsing Grondlichamen Regionale Waterkeringen

Resultaten veiligheidstoetsing grondlichamen regionale waterkeringen waterschap Hollandse Delta																											
Kade	Norm (IPO-Klasse)	Lengte [m]	Veiligheidsoordeel			Resultaten per beoordelingscriterium [m]																		Opmerking			
			Totaal [m]			Hoogte [m]			Piping [m]			STBI [m]			STBU [m]			STMI [m]			Bekledingen [m]				Stabiliteit voorland [m]		
			Voldoet	Voldoet niet	Nader onderzoek	V	O	NO	V	O	NO	V	O	NO	V	O	NO	V	O	NO	V	O	NO		V	O	NO
Binnenmaas	I & II	24.394	23.224	1.170		24.224	170		24.394			23.394	1.000		24.394			24.394			24.394			24.394			
Strijensche Haven	I	12.515	12.415		100	12.515			12.515			12.415		100	12.515			12.515			12.515			12.515			
Brielse Meer	I t/m IV	29.568	29.568			29.568			29.568			29.568			29.568			29.568			29.568			29.568			
Kanaal door Voorne	I & II	17.393	17.023	370		17.393			17.393			17.023	370		17.393			17.393			17.393			17.393			
Kreekkade	I	2.970	2.970			2.970			2.970			2.970			2.970			2.970			2.970			2.970			
Oude-Tonge	I	3.567	3.567			3.567			3.567			3.567			3.567			3.567			3.567			3.567			
Bernisse	I, II & IV	20.081	20.081			20.081			20.081			20.081			20.081			20.081			20.081			20.081			
Waalkade	I & II	18.932	18.932			18.932			18.932			18.932			18.932			18.932			18.932			18.932			
Zuiderdiep	I & II	31.908	31.908			31.908			31.908			31.908			31.908			31.908			31.908			31.908			

**Bijlage XXIII Resultaten Veiligheidstoetsing Kunstwerken
Regionale Waterkeringen met Oordeel
Onvoldoende**

Resultaten veiligheidstoetsing kunstwerken met oordeel onvoldoende regionale waterkeringen waterschap Hollandse Delta																								
Kunstwerk	Norm (LPO-Klasse)	Code	Veiligheidsoordeel			Resultaten per beoordelingscriterium [m]															Opmerking			
			Totaal [m]			Hoogte [m]			Stabiliteit van constructie en grondlichaam (STCG)			Sterkte van (waterkerende) constructie onderdelen (STCO)			Piping en heave (STPH)			Betrouwbaarheid sluiting				Overige indirecte toetsporen		
			Voldoet	Voldoet niet	Nader onderzoek	V	O	NO	V	O	NO	V	O	NO	V	O	NO	V	O	NO		V	O	NO
Inlaat De Stoof - Volharding	I	03438DU	X			X			X			X			X			X			X	Onvoldoende op betrouwbaarheid sluiting		
Inlaat Steenplaats - Oude Haven	I	03428DU	X			X			X			X			X			X			X	Onvoldoende op betrouwbaarheid sluiting		
Duiker HW-13-B-4.6	I	39303DU	X			X			X			X			X			X			X	Geen afsluiter aanwezig		
Duiker Romeinseweg Mijnsheerenland 2	I	39306DU	X			X			X			X			X			X			X	Geen afsluiter aanwezig		
Duiker Romeinseweg Mijnsheerenland 1	I	39307DU	X			X			X			X			X			X			X	Geen afsluiter aanwezig		
Duiker Hoflaan Mijnsheerenland 3	I	37885DU	X			X			X			X			X			X			X	Afsluiter wordt geplaatst		
Duiker Hoflaan Mijnsheerenland 2	I	37901DU	X			X			X			X			X			X			X	Afsluiter wordt geplaatst		
Duiker Hoflaan Mijnsheerenland 1	I	30096DU	X			X			X			X			X			X			X	Afsluiter wordt geplaatst		
Duiker bij hm HW-13-B-0,57	I	41180DU	X			X			X			X			X			X			X	Geen afsluiter aanwezig		
Sluis Polderdijk	I	14221DU	X			X			X			X			X			X			X	Geen afsluiter aanwezig		
Duiker bij Stuw Molenweg	II	38542DU	X			X			X			X			X			X			X	max. afsluitbare hoogte te laag		
Duiker Waalweg thv camping	IV	20616DU	X			X			X			X			X			X			X	Geen afsluiter aanwezig		
Duiker bij inlaat Sandelingen	IV	41464DU	X			X			X			X			X			X			X	Geen afsluiter aanwezig		
Inlaat Dorpsstraat - Ter Spillstraat	I	18878DU	X			X			X			X			X			X			X	Geen afsluiter aanwezig		
Duiker Kerkstraat - Hoge Kade	I	09584DU	X			X			X			X			X			X			X	Geen afsluiter aanwezig		
Inlaat Hufken	I	46623DU	X			X			X			X			X			X			X	Geen afsluiter aanwezig		
Duiker 04356DU	I	04356DU	X			X			X			X			X			X			X	Geen afsluiter aanwezig		
Binnenkeersluis Oude-Tonge	I	00020SL	X			X			X			X			X			X			X	Sluit niet meer		
Inlaatstuw Boezemkade Dirksland	I	02010ST	X			X			X			X			X			X			X	Geen afsluiter aanwezig		
Duiker Mariadijk Goedereede	III	02660DU	X			X			X			X			X			X			X	Geen afsluiter aanwezig		
Duiker 47898DU	III	47898DU	X			X		X	X			X			X			X			X	Geen afsluiter aanwezig		
Brug bij inlaat Trambaanpad	III	05601BR	X			X			X			X			X			X			X	Geen afsluiter aanwezig		
Inlaat Polder Nieuw Velgersdijk	III	09883DU	X			X			X			X			X			X			X	Geen afsluiter aanwezig		
Duiker 48744DU	III	48744DU	X			X			X			X			X			X			X	Geen afsluiter aanwezig		
Coupure sluisdeurendok Hellevoetsluis	III	08440CP	X			X			X			X			X			X			X	Komt te vervallen		
Inlaat Hossenbosdijk Brielle	I	05557DU	X			X			X			X			X			X			X	Geen afsluiter aanwezig		
Persleiding noodpomp De Klomp	I	13364DU	X			X			X			X			X			X			X	Geen afsluiter aanwezig		
Inlaat Oude Dijk	I	39266DU	X			X		X	X			X			X			X			X	Geen afsluiter aanwezig		
Inlaat Rijksstraatweg Sonneveld	II	13377DU	X			X			X			X			X			X			X	Geen afsluiter aanwezig		
Afsluiter Rijksstraatweg De Klomp	I	05553DU		X		X			X			X		X			X			X	X	Geen afsluiter aanwezig		
Duiker boezemkade ingang Tolland Begraafplaats	I	05850DU		X		X			X			X		X			X			X	X	Geen afsluiter aanwezig		
Duiker 39584DU	I	39584DU		X		X			X			X		X			X			X	X	Geen afsluiter aanwezig		
Duiker 40978DU	I	40978DU	X			X			X			X		X			X			X	X	Geen afsluiter aanwezig		
Inlaat Vrijheidsbos	I	43822DU	X			X			X			X			X			X			X	Geen afsluiter aanwezig		
Coupure Vest	Huidige staat handhaven	00049CP	X			X			X			X			X			X			X	Sluit niet goed		
Coupure Kaaistraat	Huidige staat handhaven	00063CP	X			X			X			X			X			X			X	Sluit niet goed		
Coupure Kaaisingel	Huidige staat handhaven	00050CP	X			X			X			X			X			X			X	Sluit niet goed		
Coupure Kaaistraat (voetganger)	Huidige staat handhaven	00068CP	X			X			X			X			X			X			X	Sluit niet goed		