

Achterlandstudie Maeslantkering

Hoofdrapport

RWS-ZH/AP/2006/04





Achterlandstudie Maeslantkering

Hoofdrapport

15 oktober 2006

ir. W. Bijl

rapport RWS-ZH/AP/2006/04
ISBN 90-369-4823-1

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Wettelijke verplichting	5
1.2	Achterlandstudie	5
1.3	Scenario's	6
1.4	Betrokken partijen	7
1.5	Leeswijzer	8
2.	Effect op hydraulische randvoorwaarden	9
3.	Effect op waterkeringen	13
3.1	Inleiding	13
3.2	Afbakening en methodiek	14
3.2.1	Algemeen	14
3.2.2	Toetssporen	14
3.2.3	Studiegebied	18
3.3	Resultaten	20
3.3.1	Aannames en uitgangspunten	20
3.3.2	Beoordeling dijkvakken	21
3.3.3	Beoordeling kunstwerken	24
4.	Effect op buitendijkse gebieden	27
5.	Eindoordeel toetsing	29
	Referenties	35

1. Inleiding

1.1 Wettelijke verplichting

Uit de huidige, tweede toetsronde van de primaire waterkeringen in het kader van de Wet op de Waterkering is gebleken dat de Maeslant- en Hartelkering – de beweegbare onderdelen van de Europoortkering – beide niet voldoen aan hun technische betrouwbaarheidseis [Arcadis, 2006a, 2006b].

Met name de eis met betrekking tot de kans op niet-sluiten wordt niet gehaald¹². Deze dient minimaal 99,9% te zijn. Dit betekent in de praktijk dat de keringen hooguit één keer per duizend sluitingen niet sluiten terwijl dat wel zou moeten.

1.2 Achterlandstudie

Het Voorschrift Toetsen op Veiligheid [VTV2004] schrijft voor dat in geval van een primaire kering van de categorie b – zoals de Europoortkering – een tweede stap in de toetsing moet worden uitgevoerd. Pas daarna kan een formeel eindoordeel worden gegeven. In deze tweede stap – hier kortweg de “Achterlandstudie Maeslantkering” genoemd – wordt het systeem van voorliggende kering én de achterliggende waterkeringen in de Rijn-Maasmonding als geheel beoordeeld op veiligheid.

De Achterlandstudie Maeslantkering is uitgevoerd door Rijkswaterstaat Zuid-Holland en bestaat uit de volgende onderdelen [Bijl, 2006]:

1. Studie naar de toename van de hydraulische randvoorwaarden in de Rijn-Maasmonding, als gevolg van het niet voldoen van de Maeslant- en Hartelkering aan de eis met betrekking tot niet-sluiten.
2. Beoordeling van de achterliggende waterkeringen in de Rijn-Maasmonding, gegeven de berekende toegenomen hydraulische randvoorwaarden. Deze beoordeling is uitgevoerd voor zowel dijkvakken als kunstwerken.

¹ Ook de verbindende waterkering tussen de Maeslantkering en de Hartelkering voldoet niet. In overleg met het bevoegd gezag op de toetsing, de provincie Zuid-Holland, wordt hiervoor momenteel een nader onderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek zal op 15 oktober 2006 gereed zijn. Indien nodig wordt een verbeterplan opgesteld.

² De Maeslant- en Hartelkering voldoen ook niet aan de betrouwbaarheidseis met betrekking tot de kans op niet-openen. Deze dient minimaal 99,99% te zijn: de keringen mogen hooguit één keer per tienduizend openingen niet openen terwijl dat wel zou moeten. Deze betrouwbaarheidseis maakt echter geen deel uit van de berekeningsmethodiek om de hydraulische randvoorwaarden voor de Rijn-Maasmonding te bepalen en heeft hierop dus geen invloed. In de “Systeemanalyse Rijn-Maasmonding” – die Rijkswaterstaat Zuid-Holland in 2006-2007 uitvoert [Klomp, 2006] – zal het effect van deze betrouwbaarheidseis op de hydraulische randvoorwaarden nader worden onderzocht.

-
3. Studie naar de toename van de overstromingsfrequentie van buitendijkse gebieden in de Rijn-Maasmonding, gegeven de berekende toegenomen hydraulische randvoorwaarden³.

De resultaten van de eerste twee onderzoeken leiden tot een conclusie voor deze achterlandstudie en zijn bepalend voor het eindoordeel van de toetsing van de Maeslant- en Hartelkering.

1.3 Scenario's

Uit de meest recente faalkansanalyse van de Maeslant- en Hartelkering blijkt dat – voor het komend stormseizoen 2006-2007 – de kans op niet-sluiten hooguit 1/100 per sluitvraag kan zijn [van Akkeren, 2005]. Een betrouwbaarheid van 99% dus.

Met deze betrouwbaarheid als uitgangspunt zijn de toetspeilen en waterstandsverlopen – behorend bij de Hydraulische Randvoorwaarden 2001 – in de Rijn-Maasmonding herberekend. Het effect hiervan op de achterliggende waterkeringen en buitendijkse terreinen in dit gebied is eveneens bepaald.

Uit de externe toetsing die op de faalkansanalyse is uitgevoerd [Horvat, 2006], blijkt dat een kans op niet-sluiten van 1/100 per sluitvraag voor de Maeslant- en Hartelkering een realistische en haalbare waarde is. Om dit te bereiken wordt een verbetertraject uitgevoerd, waarbij onder meer “Probabilistisch Beheer en Onderhoud” op de Maeslant- en Hartelkering wordt geïmplementeerd. Dit verbetertraject zal voor de start van het komend stormseizoen 2006/2007 (15 oktober 2006) zijn afgerond⁴.

³ Deze studie is – conform [VTV2004] – geen verplicht onderdeel van de Achterlandstudie Maeslantkering. Het resultaat van de studie wordt dan ook niet betrokken in het eindoordeel van de toetsing van de Maeslant- en Hartelkering. De studie is uitgevoerd op verzoek van de overige waterkeringbeheerders in de Rijn-Maasmonding – de waterschappen en hoogheemraadschappen – en het bevoegd gezag op de toetsing, de provincie Zuid-Holland.

⁴ Strikt genomen zal op 15 oktober 2006 alleen de kans op niet-sluiten van de Maeslantkering 1/100 per sluitvraag zijn. De kans op niet-sluiten van de Hartelkering zal op dat moment nog 1/10 per sluitvraag zijn [van Akkeren, 2005].

In de berekeningsmethodiek om de hydraulische randvoorwaarden voor de Rijn-Maasmonding te bepalen, wordt echter verondersteld dat de Maeslant- en Hartelkering afhankelijk falen. Afhankelijk falen houdt in dat beide keringen altijd gezamenlijk falen (of juist niet falen) en dat beide keringen in de berekeningsmethodiek dus een gelijke kans op niet-sluiten hebben.

In de praktijk zal dit dus op 15 oktober 2006 (nog) niet het geval zijn.

Onderzoek van Rijkswaterstaat RIZA [de Deugd, 2006a] toont overigens aan dat een eventuele verbetering van de kans op niet-sluiten van de Hartelkering – van 1/10 naar 1/100 per sluitvraag – slechts een marginaal effect heeft op de toetspeilen in (het westelijk deel van) de Rijn-Maasmonding. Het gaat hooguit om 1 cm.

In de Achterlandstudie Maeslantkering wordt in eerste instantie het effect van een kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering van 1/100 per sluitvraag onderzocht. In het kader van risicoafdekking, maar vooral om het effect van een 1/100 kans op niet-sluiten in perspectief te kunnen plaatsen, is ook het effect van een kans op niet-sluiten van 1/50 (factor twee groter) en 1/200 (factor twee kleiner) per sluitvraag onderzocht.

1.4 Betrokken partijen

De Achterlandstudie Maeslantkering is uitgevoerd door de beheerder van de Maeslant- en Hartelkering, Rijkswaterstaat Zuid-Holland. Projectleider van de studie is ir. W. Bijl.

Bij de beoordeling van de achterliggende waterkeringen in de Rijn-Maasmonding, heeft Rijkswaterstaat DWW een adviesrol vervuld. De betrokken adviseur is ir. P.J.L. Blommaart.

De achterlandstudie is uitgevoerd in nauwe samenwerking met de beheerders van de overige waterkeringen en het bevoegd gezag op de toetsing in de Rijn-Maasmonding.

De betrokken waterkeringbeheerders zijn:

- Hoogheemraadschap van Delfland: ir. G.R. Spaargaren;
- Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard: ir. L.E.M. Barends;
- Waterschap Hollandse Delta: ing. M. Hollebek;
- Waterschap Brabantse Delta: P. Polak;
- Waterschap Rivierenland: ir. E.J.F. Hamerslag.

Het bevoegd gezag op de toetsing is de provincie Zuid-Holland, vertegenwoordigd door ing. R. Piek en J.A. Beijersbergen.

De studies in het kader van de Achterlandstudie Maeslantkering zijn uitgevoerd door:

- Rijkswaterstaat RIZA, projectleider ing. H. de Deugd:
Studie naar de toename van de hydraulische randvoorwaarden in de Rijn-Maasmonding, als gevolg van het niet voldoen van de Maeslant- en Hartelkering aan de eis met betrekking tot niet-sluiten.
- Arcadis, projectleiders drs. M.A.W. Leewis en ing. I. de Jongh:
Beoordeling van de achterliggende waterkeringen in de Rijn-Maasmonding, gegeven de berekende toegenomen hydraulische randvoorwaarden als gevolg van het niet voldoen van de Maeslant- en Hartelkering aan de eis met betrekking tot niet-sluiten.
- Rijkswaterstaat RIZA, projectleider ir. M.R. Bruggers:
Studie naar de toename van de overstromingsfrequentie van buitendijkse gebieden in de Rijn-Maasmonding, als gevolg van het niet voldoen van de Maeslant- en Hartelkering aan de eis met betrekking tot niet-sluiten.

1.5 Leeswijzer

In dit hoofdrapport van de Achterlandstudie Maeslantkering vindt u in hoofdstuk 2 de resultaten van de studie naar de toename van de hydraulische randvoorwaarden in de Rijn-Maasmonding.

In hoofdstuk 3 wordt uitgebreid stil gestaan bij de effecten van deze toename op de waterkeringen in het gebied. U leest hier over de methode van onderzoek en de resultaten.

Hoofdstuk 4 besteedt aandacht aan het effect op buitendijkse gebieden.

Tot slot treft u in hoofdstuk 5 het eindoordeel van de toetsing van de Maeslant- en Hartelkering aan.

2. Effect op hydraulische randvoorwaarden

In dit hoofdstuk wordt het eerste deelresultaat van de Achterlandstudie Maeslantkering beschreven. Daarbij gaat het om het effect op de Hydraulische Randvoorwaarden 2001 [HR2001] van het niet voldoen van de Maeslant- en Hartelkering aan hun betrouwbaarheidseis. Zowel de toetspeilen als de waterstandsverlopen in de Rijn-Maasmonding zijn hiervoor herberekend. Deze herberekende hydraulische randvoorwaarden zijn specifiek voor de Achterlandstudie Maeslantkering; de formeel vastgestelde Hydraulische Randvoorwaarden 2001 zelf blijven ongewijzigd.

Nieuwe berekeningen

De toetspeilen en waterstandsverlopen van de Hydraulische Randvoorwaarden 2001 zijn probabilistisch uitgerekend met het waterbewegingsmodel Sobek-NDB en het belastingsmodel Hydra-B. Bij de herberekening zijn deze modellen – en de bijbehorende uitgangspunten – ten opzichte van de Hydraulische Randvoorwaarden 2001 niet gewijzigd.

In de nieuwe berekeningen is alleen de kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering gevarieerd. Het gevolg is dat voor de herberekening alleen de Hydra-B berekeningen met de verschillende aannamen voor deze faalkans opnieuw uitgevoerd moesten worden.

Geconcludeerd wordt dat het toenemen van de kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering van 1/1000 naar 1/100 per sluitvraag voornamelijk van invloed is op de toetspeilen in het noordelijk gedeelte van de Rijn-Maasmonding (figuur 2.1).

Verhogend effect

Op het traject Nieuwe Waterweg – Nieuwe Maas tot Rotterdam is het verhogend effect op de toetspeilen vrij constant en maximaal zo'n 20 cm. Bovenstrooms van Rotterdam neemt dit af tot minder dan 2 cm bij Hendrik-Ido-Ambacht op de Noord. Op de Oude Maas neemt het effect vanaf het splitsingspunt Nieuwe Waterweg/Nieuwe Maas af van circa 7 cm tot minder dan 2 cm in de omgeving van Zwijndrecht. Op het Spui is ook nog een verhogend effect merkbaar: vanaf het splitsingspunt met de Oude Maas neemt het effect – over een traject van 4 km – in zuidwaartse richting af van circa 5 cm tot zo'n 2 cm in het stroomafwaartse deel van het Spui en het westelijk deel van het Haringvliet.

In de overige delen van de Rijn-Maasmonding is het verhogend effect op de toetspeilen minder dan 2 cm.

Factor twee groter of kleiner

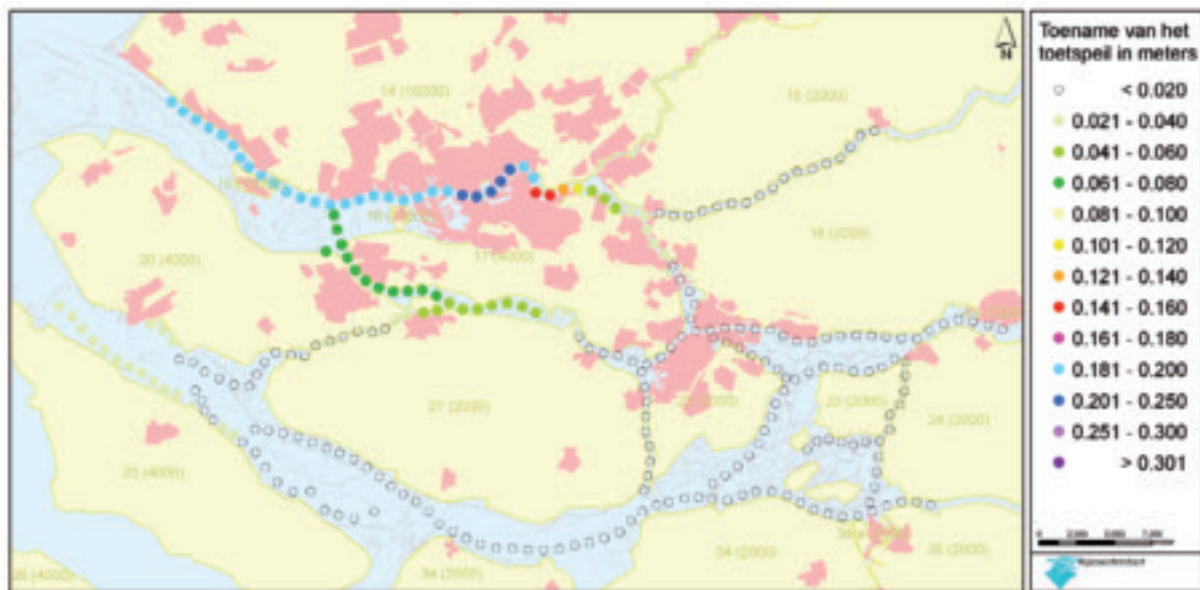
Bij de aanname dat de kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering een factor twee groter zou zijn, namelijk 1/50 per sluitvraag, wordt het effect op de hoogte van de toetspeilen ook ongeveer een factor twee groter. Het maximale effect bedraagt dan bijna 40 cm.

Het invloedsgebied wordt ook omvangrijker: de grens van het gebied – waarin het verhogend effect 2 cm of hoger is – strekt zich dan uit tot de denkbeeldige lijn Streefkerk (Lek), Dordrecht (Beneden Merwede) en de Biesbosch (Amer).

Is de kans op niet-sluiten juist een factor twee kleiner, 1/200 per sluitvraag, dan is het verhogend effect op de hoogte van de toetspeilen ook globaal een factor twee lager. Het maximale effect bedraagt minder dan 10 cm. Het invloedsgebied wordt juist minder omvangrijk: de grens van het gebied – waarin het verhogend effect 2 cm of hoger is – ligt dan op de Nieuwe Maas bij Bolnes, op de Oude Maas bij de Heinenoordtunnel en op het Spui ter hoogte van het drinkwaterspaarbekken Beerenplaat.

Figuur 2.1

Verhogend effect van de 1/100 faalkans van de Maeslant- en Hartelkering op de toetspeilen in de Rijn-Maasmonding.



De waterstandsverlopen zoals gepresenteerd in de Hydraulische Randvoorwaarden 2001 zijn gebaseerd op situaties waarbij de Maeslant- en Hartelkering altijd open zijn. Hierdoor worden de "relatief geschaalde" verlopen niet beïnvloed door het toenemen van de kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering. De waterstandsverlopen zijn dus vormvast en blijven hierdoor toepasbaar voor opschaling naar de herberekende toetspeilen.

Een gedetailleerde beschrijving van het hydraulisch effect van het toenemen van de kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering is te vinden in de volgende rapportages die in het kader van de Achterlandstudie Maeslantkering zijn opgesteld:

[de Deugd, 2006b]

Achterlandstudie Maeslantkering – Consequenties Hydraulische Randvoorwaarden 2001 in de Rijn-Maasmonding. Ing. H. de Deugd, Rijkswaterstaat RIZA, 31 augustus 2006.
RIZA rapport 2006.021, ISBN 90 3691 356 x.

[Duits, 2006a]

Achterlandstudie Maeslantkering – Faalkans kering 1/50 – Hydra-B.
M.T. Duits, HKV LIJN IN WATER, mei 2006, HKV-rapport PR1088.

[Duits, 2006b]

Achterlandstudie Maeslantkering – Faalkans kering 1/100 – Hydra-B.
M.T. Duits, HKV LIJN IN WATER, mei 2006, HKV-rapport PR1088.

[Duits, 2006c]

Achterlandstudie Maeslantkering – Faalkans kering 1/200 – Hydra-B.
M.T. Duits, HKV LIJN IN WATER, mei 2006, HKV-rapport PR1088.

3. Effect op waterkeringen

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het tweede deelresultaat van de Achterlandstudie Maeslantkering beschreven. Het gaat hier om het effect op de achterliggende waterkeringen in de Rijn-Maasmonding.

Onderzocht zijn de effecten voor een kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering van 1/100 per sluitvraag. Om een zekere range in het resultatenbeeld te kunnen geven, is ook een 1/50 en een 1/200 kans op niet-sluiten onderzocht.

De aanpak en het detailniveau van het uitgevoerde onderzoek is bepaald in nauw overleg met de overige waterkeringbeheerders in de Rijn-Maasmonding – de waterschappen en hoogheemraadschappen – en het bevoegd gezag op de toetsing, de provincie Zuid-Holland [Bijl, 2006]. Daarnaast is de aanpak afgestemd met Rijkswaterstaat DWW en is – conform [ENW, 2006] – zoveel mogelijk aangesloten bij de lijn die in de Achterlandstudie Afsluitdijk [Regeling, 2005] is gevolgd.

Gedetailleerde studie

Er is gekozen voor een relatief gedetailleerde studie, gezien het vrij complexe systeem van dijkringen in de Rijn-Maasmonding en het feit dat een relatief groot deel van de waterkeringen – in de huidige, tweede toetsronde – maar net als “voldoende” wordt beoordeeld. Tevens heeft hierbij een rol gespeeld dat de staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat aan de Tweede Kamer heeft toegezegd dat zij het effect op de waterkeringen in het achterliggende gebied in beeld zal brengen [Klavers, 2006]. Deze toezegging behelst meer dan strikt genomen – conform [VTV2004] – in een achterlandstudie onderzocht moet worden.

De studie is echter geen volledige hertoetsing van het achterland.

Complicerende factor

Binnen de beschikbare tijd en mogelijkheden is al het mogelijke gedaan om de effectbepaling op de achterliggende waterkeringen zo volledig mogelijk uit te voeren. Complicerende factor hierbij was dat – tegelijkertijd met het uitvoeren van het onderzoek – de landelijke rapportage van de resultaten van de huidige, tweede toetsronde (LRT) werd afgerond. Juist in de Rijn-Maasmonding bleek er nog de nodige discussie te zijn over de toetsmethode voor het toetsspoor kerende hoogte én waren de toegepaste basisgegevens moeilijk beschikbaar en soms zelfs incompleet.

Een gedetailleerde beschrijving van het effect van het toenemen van de kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering op achterliggende keringen in de Rijn-Maasmonding, is te vinden in

de volgende rapportage die in het kader van de Achterlandstudie Maeslantkering is opgesteld:

[Leewis, 2006]

Achterlandstudie Maeslantkering, consequenties voor toetsresultaten achterliggende waterkeringen Rijn-Maasmonding. M. Leewis en I. de Jongh, Rijkswaterstaat Zuid-Holland, 31 augustus 2006.
Rapport RSW-ZH/AP/2006/05, ISBN 90 3694 833 9.

3.2 Afbakening en methodiek

3.2.1 Algemeen

Het effect van de verhoogde kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering op de achterliggende waterkeringen in de Rijn-Maasmonding, is vastgesteld door te bepalen of – en hoeveel – achterliggende waterkeringen “afgekeurd” worden bij deze verhoogde faalkans, terwijl deze “goedgekeurd” worden bij een volgens de ontwerpnorm functionerende Maeslant- en Hartelkering.

De resultaten van de huidige, tweede toetsronde – inclusief de gehanteerde toetsmethoden – vormen het vertrekpunt voor de effectbepaling op de achterliggende waterkeringen.

Op basis van deze resultaten is vastgesteld welke achterliggende waterkeringen – zowel dijkvakken als kunstwerken – extra “onvoldoende” worden vanwege de hogere, herberekende toetspeilen als gevolg van de verhoogde kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering.

Hierbij zijn de dijkvakken en kunstwerken die in de tweede toetsronde al “onvoldoende” getoetst zijn, vanzelfsprekend niet extra “onvoldoende” geworden. Dijkvakken en kunstwerken die in deze toetsronde voor een bepaald toetsspoor “geen oordeel” getoetst zijn, zijn wel extra beoordeeld. Echter alleen voor het toetsspoor respectievelijk de toetssporen waarop deze “voldoende” of “goed” getoetst zijn.

3.2.2 Toetssporen

Niet alle toetssporen die in de huidige, tweede toetsronde zijn onderzocht, worden beïnvloed door de kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering. Hiervoor zijn alleen de volgende sporen relevant:

Dijkvakken

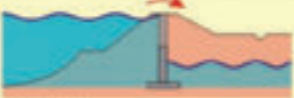
- kerende hoogte (HT)
- macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)
- piping/heave (STPH)

Kunstwerken

- kerende hoogte (HT)
- sterkte/stabiliteit constructie (STCO/STCG)
- piping/heave (STPH)

Figuur 3.1

Toetssporen dijkvakken en kunstwerken.

aspect	dijk	kunstwerk
hoogte	 overloop en overslag	 overloop en overslag
stabiliteit	 piping	 piping en heave
	 heave	 constructief falen
	 macro-instabiliteit binnenwaarts	
betrouw- baarheid sluiting		 niet sluiten

Dijkvakken en Kunstwerken: Kerende hoogte

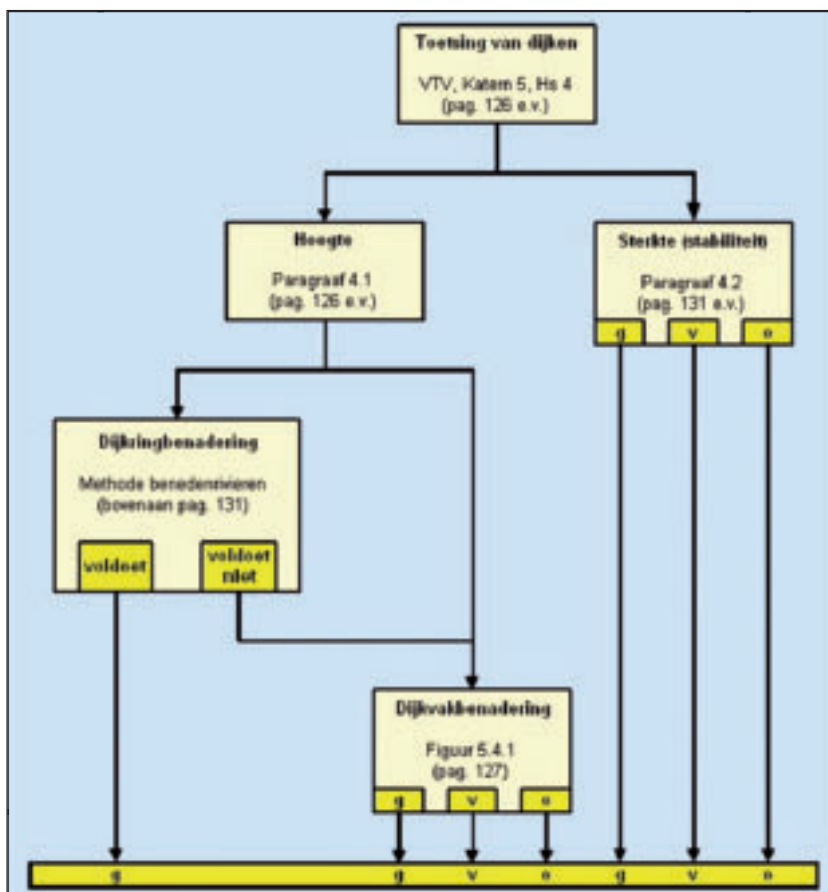
Een dijk is voldoende hoog indien de benodigde dijkhoogte kleiner is dan de daadwerkelijk aanwezige dijkhoogte. De benodigde dijkhoogte wordt in de Rijn-Maasmonding met behulp een probabilistisch computermodel (FREM en/of Hydra-B) berekend en wordt bepaald door de belasting die op de dijk wordt uitgeoefend en de eisen die aan de dijk worden gesteld.

De kerende hoogte is – conform de Methode Benedenrivieren uit [VTV2004] – via de volgende drie stappen beoordeeld:

1. Toetsing volgens de dijkringbenadering van alle dijkvakken waarvoor een FREM of Hydra-B dijkprofiel beschikbaar is. Dit vormt de eerste beoordeling van de dijkhoogte.
2. “Doortoetsing” volgens de dijkvakbenadering van die dijkvakken, die volgens de dijkringbenadering als “onvoldoende” worden beoordeeld.
3. Vaststelling van het definitieve oordeel voor het toetsspoor kerende hoogte, op basis van de resultaten van stap twee.

Figuur 3.2

Toetsing kerende hoogte conform [VTV2004].



De hoogte van de waterkerende kunstwerken is beoordeeld door een vergelijking te maken tussen de huidige, aanwezige overhoogte en de – als gevolg van de verhoogde kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering – stijging van het toetspeil⁵ ter plaatse.

De overhoogte is de aanwezige kerende hoogte van een kunstwerk, verminderd met de benodigde hoogte. Indien onvoldoende overhoogte aanwezig is, wordt een “onvoldoende” toetsoordeel toegekend.

Dit oordeel is analoog aan de eerder beschreven beoordeling van de dijkvakken – conform de Methode Benedenriviëren uit [VTV2004]– bepaald.

Dijkvakken: Macrostabiliteit binnenwaarts en piping & heave

Per dijkkring zijn alle dijkvakken op grond van hun eigenschappen, met name ondergrond en dijkgeometrie, ingedeeld in vier verschillende typen. Per type zijn representatieve dwarsprofielen geselecteerd. Vervolgens zijn voor ieder representatief profiel berekeningen uitgevoerd voor de toetssporen macrostabiliteit binnenwaarts en piping & heave. Hierbij is een correctiefactor op de veiligheidsfactoren⁶ uit de huidige, tweede toetsronde bepaald.

Aan de hand van de berekende correctiefactoren zijn vervolgens de veiligheidsfactoren van de dijkvakken van de desbetreffende dijkkring aangepast aan de verhoging van de toetspeilen en is beoordeeld of het oordeel per toetsspoor hierdoor wijzigt naar “onvoldoende”.

Voor de beoordeling van de dijkvakken op piping & heave is, net als in de tweede toetsronde, de methode Bligh & Lane en/of de methode Sellmeijer toegepast [Leewis, 2006]. Voor het toetsspoor stabiliteit zijn de berekeningen uitgevoerd met het rekenmodel MSTAB en/of LIFTVAN [Leewis, 2006].

De gevolgde aanpak wijkt enkel af van [VTV2004] vanwege het feit dat in deze studie niet voor elk dijkvak én voor elke stijging van het toetspeil een exacte berekening is uitgevoerd. Er is gebruik gemaakt van interpolatiefuncties en de te verwachten veiligheidsfactoren zijn bepaald met een correctiefactor.

Kunstwerken: Sterkte/stabiliteit constructie en piping & heave

Naast onvoldoende kerende hoogte kan de waterkerende functie van een kunstwerk niet voldoende zijn vanwege de volgende oorzaken:

1. Betrouwbaarheid sluiting
De kans op niet-sluiten van een kunstwerk in de Rijn-Maasmonding wordt niet of nauwelijks beïnvloed door het toenemen van de kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering.
2. Onvoldoende sterkte en stabiliteit, door:
 - Algeheel stabiliteitsverlies door vervalbelasting;
 - Constructief falen van waterkerende onderdelen als gevolg van vervalbelasting;
 - Constructief falen van waterkerende onderdelen als gevolg van aanvaring;
 - Stabiliteitsverlies door onder- en achterloopsheid (piping & heave).

Algeheel stabiliteitsverlies van een kunstwerk is zelden maatgevend en de kans op aanvaringen wordt niet beïnvloed door het toenemen van de kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering. Voor de overige twee oorzaken, te weten constructief falen en stabiliteitsverlies door piping & heave, is per kunstwerk de "oversterkte" bepaald.

Met oversterkte wordt bedoeld de toelaatbare waterstandstijging ten opzichte van het toetspeil ter plaatse van het kunstwerk, waarbij nog juist aan de eisen uit [VTV2004] met trekking tot constructief falen en piping & heave wordt voldaan.

⁵ In geval van de dijkvakbenadering wordt vergeleken met de stijging van het toetspeil: de waterstand die behoort bij de normfrequentie ter plaatse. In geval van de dijkkringbenadering wordt – om pragmatische redenen – vergeleken met de stijging van de waterstand bij een veiligheidsniveau dat een factor 10 hoger is [Bijl, 2006]. Dit is een bovengrensbepaling. De methodiek om op deze pragmatische wijze de dijkkringbenadering te kunnen toepassen c.q. te benaderen is beschreven in [Steetzel, 2005a].

⁶ Met een veiligheidsfactor wordt hier bedoeld de verhouding tussen de aanwezige maatgevende situatie per toetsspoor – bijvoorbeeld de kwelweglengte in geval van piping – en de berekende benodigde situatie.

De oversterkte voor beide toetssporen wordt daarom aangeduid als een toelaatbare stijging van het toetspeil. Wanneer deze oversterkte niet voldoende is om de stijging van het toetspeil aan te kunnen, wordt het kunstwerk – voor het betreffende toetsspoor – als “onvoldoende” beoordeeld.

3.2.3 Studiegebied

Op basis van de herberekende toetspeilen in de gehele Rijn-Maasmonding, is geconcludeerd dat de effectbepaling op de achterliggende waterkeringen niet voor het gehele gebied uitgevoerd hoeft te worden. De stijging van het toetspeil als gevolg van het toenemen van de kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering beperkt zich voornamelijk tot het noordelijk gedeelte van de Rijn-Maasmonding. In de overige delen van het gebied is de berekende toename van de toetspeilen zo gering dat op basis van “gezond verstand” en “expert judgement” is besloten om hier geen effectbepaling uit te voeren.

De methodiek om het studiegebied af te bakenen, is in overleg met experts van Rijkswaterstaat Zuid-Holland, Rijkswaterstaat RIZA, betrokken waterschappen en hoogheemraadschappen en de provincie Zuid-Holland bepaald.

Afbakening

Voor de beoordeling van de effecten voor het toetsspoor kerende hoogte, is de afbakening van het studiegebied uitgevoerd op basis van een beoordeling van de stijging van waterstanden bij een overschrijdingsfrequentie die 1/10 is van de normfrequentie. Deze beoordeling is gebaseerd op de “pragmatische” wijze waarop in deze achterlandstudie de dijkkringenadering wordt toegepast [Steetzel, 2005a]. Indien deze waterstandstijging groter is dan 5 cm, dan vindt effectbepaling voor het toetsspoor kerende hoogte plaats.

Voor de beoordeling van de effecten voor de toetssporen macro-stabiliteit binnenwaarts, sterkte/stabiliteit constructie en piping & heave, is de afbakening bepaald door een beoordeling van de stijging van het toetspeil. Indien deze stijging groter is dan 5 cm, dan vindt effectbepaling voor genoemde toetssporen plaats.

Bovenstaande stijgingen zijn berekend voor een kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering van 1/50, 1/100 en 1/200 per sluitvraag. Voor de uiteindelijke afbakening van het studiegebied – op basis van genoemde criteria – is uitgegaan van de situatie met de meest uitgebreide ruimtelijk invloed: een kans op niet-sluiten van Maeslant- en Hartelkering van 1/50 per sluitvraag.

Twee aanvullende trajecten

Naast deze afbakening hebben de beheerders, de waterschappen en hoogheemraadschappen, en de provincie Zuid-Holland twee aanvullende trajecten gedefinieerd die ook beoordeeld worden (expertise-oordeel). Deze trajecten zijn in de huidige, tweede toets-ronde maar net als “voldoende” beoordeeld en zullen – ook bij een minimale waterstandsverhoging – mogelijk snel “onvoldoende” worden.

Het betreft de volgende locaties:

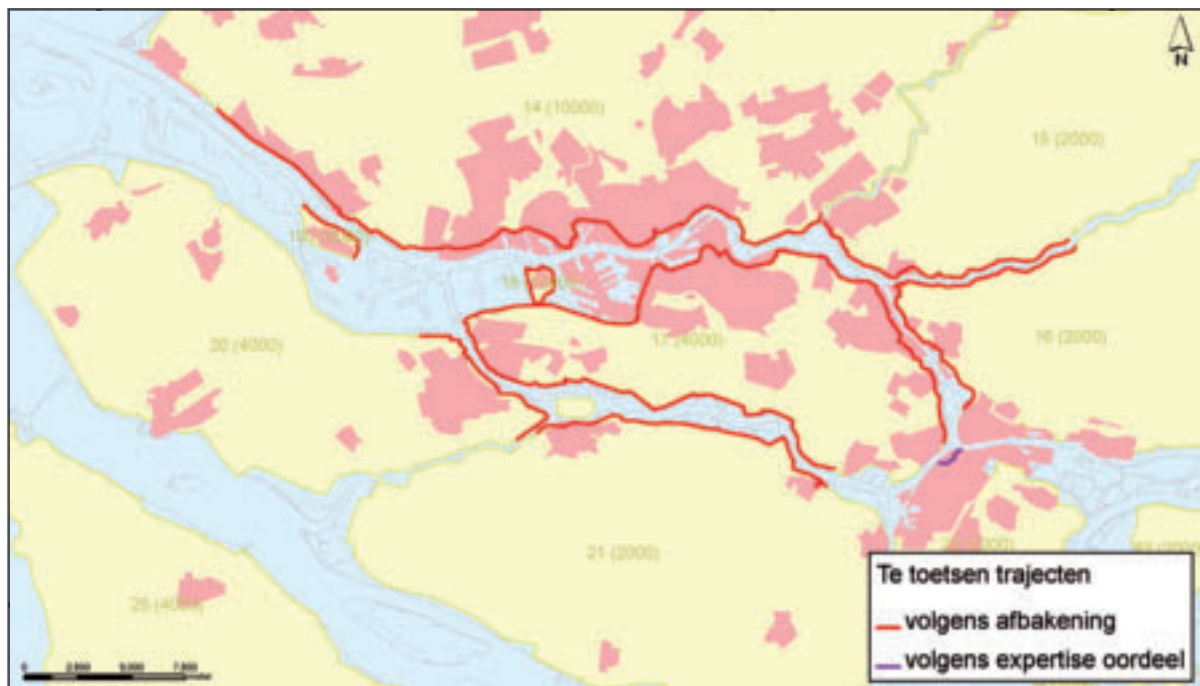
- De Voorstraat in Dordrecht (dijkring 22: Eiland van Dordrecht) wordt extra beoordeeld voor het toetsspoor kerende hoogte. Een stabiliteitsprobleem wordt niet verwacht, gezien de zeer geringe toename van het toetspeil ter plaatse.
- Het traject hmp 186-186,85 in de Krimpenerwaard (dijkring 15: Lopiker- en Krimpenerwaard) wordt extra beoordeeld voor de toetssporen macrostabiliteit binnenwaarts en piping & heave. Eigenlijk had dit dijkvak in de huidige toetsronde al de score "onvoldoende" voor macrostabiliteit binnenwaarts, maar omdat de veiligheidsfactor maar 0,01 te laag was, is – voor de huidige toetsronde – besloten om dit traject toch de score "voldoende" toe te kennen.

In figuur 3.3 is het studiegebied voor het toetsspoor kerende hoogte met een rode en een paarse lijn aangegeven. De rode lijnen zijn op grond van de beschreven afbakeningsmethodiek en de paarse lijnen op grond van het hiervoor beschreven expertise-oordeel.

Figuur 3.3

Studiegebied kerende hoogte.

Het studiegebied bestaat uit 163 km aan dijkvakken. In het gebied bevinden zich 218 kunstwerken.

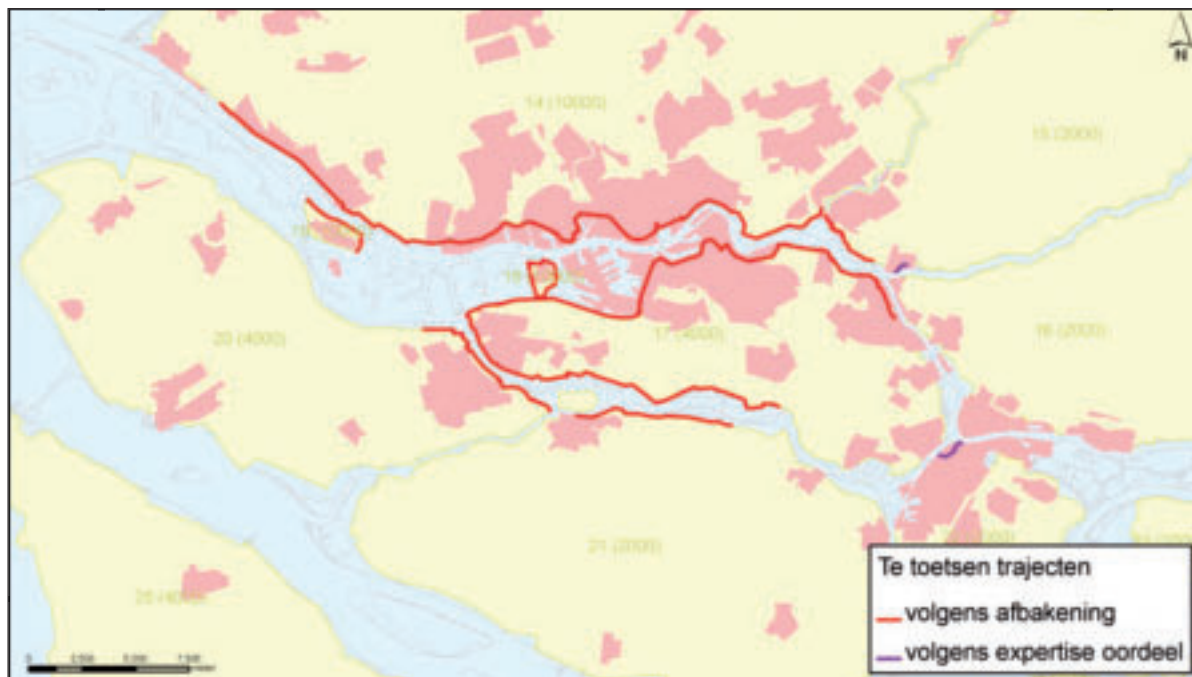


Het studiegebied voor de toetssporen macrostabiliteit binnenwaarts, sterkte/stabiliteit constructie en piping & heave is weergegeven in figuur 3.4. Het gebied is geringer in omvang en valt geheel binnen het studiegebied voor het toetsspoor kerende hoogte.

Het studiegebied bestaat uit 116 km aan dijkvakken. In het gebied bevinden zich 170 kunstwerken.

Figuur 3.4

Studiegebied macrostabiliteit
binnenwaarts, sterkte/stabiliteit,
constructie en piping & heave.



3.3 Resultaten

3.3.1 Aannames en uitgangspunten

Het effect op de achterliggende waterkeringen is bepaald aan de hand van de volgende aannames en uitgangspunten.

Voor de diverse toetssporen geldt dat – voor zover mogelijk – de methodes, basisgegevens en computermodellen, zoals toegepast in de huidige, tweede toetsronde, ook zijn toegepast in de Achterlandstudie Maeslantkering.

De dijkvakken en kunstwerken van dijkkring 16 (Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden), waarvoor in de huidige, tweede toetsronde nog geen toetsresultaten voor het toetsspoor kerende hoogte beschikbaar waren, zijn in deze Achterlandstudie Maeslantkering wel beoordeeld voor dit toetsspoor.

In overleg met de beheerder van deze dijkkring (Waterschap Rivierenland) zijn in de Achterlandstudie Maeslantkering dijktafelhoogtes berekend, die gebaseerd zijn op de oorspronkelijke kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering van 1/1000 per sluitvraag. Dit komt overeen met de uitgangspunten zoals toegepast tijdens de huidige, tweede toetsronde. Op basis van deze – nieuw berekende – dijktafelhoogtes is vervolgens het effect van een 1/50, een 1/100 en een 1/200 kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering berekend.

Het resultaat van deze beoordeling is nadrukkelijk niet gebaseerd op een “formeel” toetsresultaat van de tweede toetsronde, maar geeft wel een goed inzicht in mogelijke extra “onvoldoende” dijkvakken en kunstwerken van dijkkring 16.

De hoogtetoets voor dijkkring 18 (Pernis) is in de huidige, tweede toetsronde uitgevoerd met te hoge benodigde dijkhoogten. Op advies van de provincie Zuid-Holland en de beheerder, het waterschap Hollandse Delta, is voor de beoordeling binnen de Achterlandstudie Maeslantkering gebruik gemaakt van afwijkende, maar correcte waarden voor de benodigde dijkhoogte.

Met betrekking tot de beoordeling van kunstwerken is het van belang om te realiseren dat een substantieel deel van de kunstwerken in de huidige, tweede toetsronde het toetsoordeel “geen oordeel” hebben. Ter indicatie: alle 161 kunstwerken van dijkkring 17 (IJsselmonde) zijn in de tweede toetsronde – vanwege diverse oorzaken – niet getoetst. Logischerwijs zijn deze kunstwerken ook niet meegenomen bij de hertoetsing in het kader van deze Achterlandstudie Maeslantkering. Het is wel belangrijk om dit grote aandeel “geen oordeel” in het achterhoofd te houden bij het beoordelen van de resultaten van de kunstwerken.

3.3.2 Beoordeling dijkvakken

Kerende hoogte

Uitgaande van een kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering van 1/100 per sluitvraag, wordt voor het toetspoor kerende hoogte, op basis van de dijkkringbenadering, circa 5,5 km dijkvakken extra “onvoldoende”. Dit is dus extra ten opzichte van de dijkvakken die reeds op kerende hoogte zijn afgekeurd in de huidige, tweede toetsronde en conform de eerste stap van de Methode Benedenrivieren uit [VTV2004].

Na doortoetsing van deze extra onvoldoende dijkvakken op basis van de dijkvakbenadering – conform stap twee van de Methode Benedenrivieren uit [VTV2004] – resteert geen enkel extra “onvoldoende” dijkvak meer.

In geval van een kans op niet-sluiten van 1/50 per sluitvraag wordt op basis van de dijkkringbenadering circa 13,6 km aan dijkvakken als extra “onvoldoende” beoordeeld. Na doortoetsing op basis van de dijkvakbenadering reduceert dit tot circa 1,7 km aan extra “onvoldoendes”.

In geval van een kans op niet-sluiten van 1/200 per sluitvraag wordt op basis van de dijkkringbenadering circa 2,8 km aan dijkvakken als extra “onvoldoende” beoordeeld. Na doortoetsing op basis van de dijkvakbenadering resteert geen enkel extra “onvoldoende” dijkvak meer.

Macrostabiteit binnenwaarts en piping & heave

Uitgaande van een kans op niet-sluiten van 1/100 per sluitvraag, wordt – voor het toetspoor macrostabiteit binnenwaarts – slechts een traject van circa 0,5 km aan dijkvakken in dijkkring 17 (IJsselmonde) als extra “onvoldoende” beoordeeld.

Voor het toetspoor piping & heave zal dit circa 5,5 km zijn. De exacte locaties van de “onvoldoendes” voor dit toetspoor liggen verspreid over vrijwel alle onderzochte dijkkringtrajecten.

In geval van een kans op niet-sluiten van 1/50 per sluitvraag (factor twee groter) wordt – voor de toetspooren macrostabiteit binnenwaarts en piping & heave – in totaal 11,1 km aan dijkvakken als extra “onvoldoende” beoordeeld. Voor het toetspoor piping & heave is dit circa 7,1 km en voor het toetspoor macrostabiteit binnenwaarts 3,2 km. Over een traject van 0,8 km wordt de “onvoldoende” beoordeling veroorzaakt door beide toetspooren.

In geval van een kans op niet-sluiten van 1/200 per sluitvraag (factor twee kleiner) wordt – voor de toetspooren macrostabiteit binnenwaarts en piping & heave – geen enkel dijktraject als extra “onvoldoende” beoordeeld.

Tabel 3.1

Samenvattende beoordeling
toetsing dijkvakken.

Samenvatting

Samenvattend wordt in tabel 3.1 het volgende geconcludeerd:

Toetspoor	Faalkans Maeslant- en Hartelkering		
	1/200	1/100	1/50
Hoogte, dijkkringbenadering	2,8 km	5,5 km	13,6 km
Hoogte, dijkvakbenadering	-	-	1,7 km
Macrostabiteit binnenwaarts	-	0,5 km	3,2 km
Piping & heave	-	5,5 km	7,1 km
Macrostabiteit binnenwaarts en piping&heave	-	-	0,8 km
Totaal aantal kilometer dijkvakken (dijkkringbenadering) ⁷	2,8 km	11,5 km	24,5 km
Totaal aantal kilometer dijkvakken (dijkvakbenadering)	0 km	6,0 km	12,8 km

Aandachtspunten bij het samenvattende overzicht dijkvakken:

- Het komt voor – weliswaar zeer beperkt – dat een extra “onvoldoende” dijkvak al in de huidige, tweede toetsronde als “geen oordeel” was beoordeeld. Deze extra “onvoldoende”

⁷ Deze trajecten zijn geen integrale optelling van de extra “onvoldoende” trajecten op basis van de afzonderlijke toetspooren. Er is rekening gehouden met het feit dat er “overlap” tussen de verschillende toetspooren is. Sommige trajecten worden zowel voor het toetspoor kerende hoogte als voor de toetspooren macrostabiteit binnenwaarts en piping & heave als extra “onvoldoende” beoordeeld.

wordt in dat geval veroorzaakt door een ander toetsspoor. Zo kan het zijn dat in de tweede toetsronde een dijkvak “geen oordeel” is beoordeeld op kerende hoogte en nu – als gevolg van een hogere kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering – op macrostabiliteit binnenwaarts “onvoldoende” wordt.

- Ten behoeve van de toetsing van de kerende hoogte is gebruik gemaakt van één profiel per dijkvak, namelijk het profiel met de laagste kruinhoogte. In geval van onvoldoende kerende hoogte betekent dit echter niet automatisch dat het hele dijkvak onvoldoende hoogte heeft. Dit kan met een gedetailleerde beoordeling nagegaan worden met behulp van een lengteprofiel van het dijkvak. In de Achterlandstudie Maeslantkering wordt echter uitgegaan van de wat minder gedetailleerde bovengrensbenadering.
- De Achterlandstudie Maeslantkering is geen volledige (her)toetsing conform [VTV2004]. Het onderzochte effect op de achterliggende waterkeringen is in de meeste gevallen een bovengrensbenadering. Een meer gedetailleerde en volledige toetsing van de trajecten die als extra “onvoldoende” beoordeeld worden, kan ertoe leiden dat enkele van deze trajecten alsnog als “voldoende” aangemerkt kunnen worden. Naar verwachting zal deze meer gedetailleerde – ook wel geavanceerd genoemde – toetsing niet leiden tot een volledige goedkeuring van de dijkvakken die in deze Achterlandstudie Maeslantkering als extra “onvoldoende” zijn getoetst.
- De Voorstraat in Dordrecht is extra beoordeeld voor het toetsspoor kerende hoogte. Een groot gedeelte van de Voorstraat (1,27 km) is echter in de huidige toetsronde als “geen oordeel” getoetst. Dit vanwege de niet voldoende bewezen effectiviteit van de op dit traject toegepaste vloedschotten.

Voor de effectbepaling in het kader van de Achterlandstudie Maeslantkering betekent deze toetsscore dat dit gedeelte van de Voorstraat niet extra beoordeeld kan worden voor het toetsspoor kerende hoogte. Dat is immers inherent aan de toetsscore “geen oordeel”.

Van belang is dat de kerende hoogte van dit gedeelte van de Voorstraat daadwerkelijk onvoldoende is; zelfs met een overeengekomen minimale waakhogte van slechts 30 cm.

De beheerder – het waterschap Hollandse Delta – is van mening dat met behulp van vloedschotten toch voldoende hoogte kan worden gewaarborgd en beoordeelt dit gedeelte van de Voorstraat als “voldoende” voor het toetsspoor kerende hoogte. Het oordeel van de provincie Zuid-Holland over dit gedeelte van de Voorstraat is juist “onvoldoende”. De provincie vindt namelijk niet dat is aangetoond dat de vloedschotten als een volwaardig onderdeel van de waterkering kunnen functioneren.

Gezien de specifieke situatie is – als formeel oordeel in de landelijke rapportage van de resultaten van de huidige, tweede toetsronde (LRT) – voor het toetsspoor kerende hoogte aan dit gedeelte van de Voorstraat de score “geen oordeel” toegekend. In het kader van de derde toetsronde zal het waterschap onderzoek doen naar een structurele oplossing.

Het resterende gedeelte van de Voorstraat (340 m) heeft – op basis van de resultaten van de huidige toetsronde – wel voldoende kerende hoogte. Dit traject is extra beoordeeld in de Achterlandstudie Maeslantkering en blijkt, voor zowel een 1/50, 1/100 als een 1/200 kans op niet-sluiten van Maeslant- en Hartelkering, de toetsscore “voldoende” te behouden.

- In het kader van de “legger-actualisatie Delflandsedijk” zijn er voor dijkkring 14 (Zuid-Holland) – bij het hoogheemraadschap van Delfland – inmiddels meer recente en nauwkeuriger (profiel)gegevens beschikbaar dan de gegevens waarmee de huidige toetsing is uitgevoerd [Steetzel, 2005b]. Uit deze nieuwe gegevens blijkt dat het in deze Achterlandstudie Maeslantkering bepaalde oordeel met betrekking tot extra “onvoldoende” dijkvakken voor deze dijkkring mogelijk in positieve zin bijgesteld zal kunnen worden. De Achterlandstudie Maeslantkering baseert zich echter op de resultaten van de huidige toetsronde, inclusief de hiervoor gebruikte (profiel)gegevens.

3.3.3 Beoordeling kunstwerken

Kerende hoogte

In het studiegebied voor het toetsspoor kerende hoogte bevinden zich 218 kunstwerken, waarvan er 193 niet beoordeeld konden worden. Deze kunstwerken zijn namelijk in de huidige, tweede toetsronde niet beoordeeld of zijn als “geen oordeel” of “onvoldoende” getoetst. In totaal was het mogelijk om 25 kunstwerken opnieuw te beoordelen.

Uitgaande van een kans op niet-sluiten van 1/100 per sluitvraag worden voor het toetsspoor kerende hoogte, op basis van zowel de dijkkringbenadering als de dijkvakbenadering, twee kunstwerken extra “onvoldoende” beoordeeld. Dit is dus extra ten opzichte van de kunstwerken die reeds op kerende hoogte zijn afgekeurd in de huidige, tweede toetsronde.

De twee extra afgekeurde kunstwerken zijn het Complex Parksluizen in Rotterdam en de Dijkconstructie Havendijk in Schiedam (beide in dijkkring 14: Zuid-Holland).

In geval van een kans op niet-sluiten van 1/50 per sluitvraag, worden dezelfde twee kunstwerken als extra “onvoldoende” getoetst voor het toetsspoor kerende hoogte. Op basis van zowel de dijkkringbenadering als de dijkvakbenadering.

In geval van een kans op niet-sluiten van 1/200 per sluitvraag wordt voor het toetsspoor kerende hoogte – op basis van zowel de dijkkringbenadering als de dijkvakbenadering – geen enkel kunstwerk als extra “onvoldoende” beoordeeld.

Sterkte/stabiliteit constructie en piping & heave

In het studiegebied voor het toetsspoor sterkte/stabiliteit constructie en piping & heave bevinden zich 170 kunstwerken, waarvan er 150 niet beoordeeld konden worden. Deze kunstwerken zijn namelijk in de huidige, tweede toetsronde niet beoordeeld of zijn als “geen oordeel” of “onvoldoende” getoetst. In totaal was het mogelijk om 20 kunstwerken opnieuw te beoordelen.

Uitgaande van een kans op niet-sluiten van 1/100 per sluitvraag wordt voor de toetsporen sterkte/stabiliteit constructie en piping & heave slechts één kunstwerk als extra “onvoldoende” beoordeeld. Het gaat daarbij om het Complex Parksluizen in Rotterdam, dat “onvoldoende” scoort op het toetsspoor sterkte/stabiliteit constructie.

In geval van een factor twee grotere kans op niet-sluiten van 1/50 per sluitvraag worden er – voor de toetsporen sterkte/stabiliteit constructie en piping & heave – drie kunstwerken extra “onvoldoende” getoetst. Naast het Complex Parksluizen betreft dit de Spuisluis Schiegemaal in Schiedam en de Duikersluis Buizengat bij Capelle a/d IJssel (beide in dijkkring 14). De Spuisluis Schiegemaal op basis van het toetsspoor sterkte/stabiliteit constructie, de Duikersluis Buizengat op basis van piping.

In geval van een factor twee kleinere kans op niet-sluiten van 1/200 per sluitvraag wordt – voor de toetsporen sterkte/stabiliteit constructie en piping & heave – geen enkel kunstwerk als extra “onvoldoende” beoordeeld.

Tabel 3.2

Samenvattende beoordeling
toetsing kunstwerken.

Samenvatting

Samenvattend wordt in tabel 3.2 het volgende geconcludeerd:

Toetsspoor	Faalkans Maeslant- en Hartelkering		
	1/200	1/100	1/50
Hoogte, dijkkring- en dijkvakbenadering	-	Complex Parksluizen Dijkconstructie Havendijk	Complex Parksluizen Dijkconstructie Havendijk
Sterkte/Stabiliteit constructie	-	Complex Parksluizen	Complex Parksluizen Spuisluis Schiegemaal
Piping & heave	-	-	Duikersluis Buizengat
Totaal aantal kunstwerken	-	Complex Parksluizen Dijkconstructie Havendijk	Complex Parksluizen Dijkconstructie Havendijk Spuisluis Schiegemaal Duikersluis Buizengat

Aandachtspunten bij het samenvattende overzicht kunstwerken:

- De Achterlandstudie Maeslantkering is geen volledige (her)toetsing conform [VTV2004]. Het onderzochte effect op de achterliggende waterkeringen is in de meeste gevallen een bovengrensbenadering. Een meer gedetailleerde en volledige toetsing van de kunstwerken die als extra “onvoldoende” beoordeeld worden, kan ertoe leiden dat enkele van deze kunstwerken alsnog als “voldoende” aangemerkt kunnen worden. Naar verwachting zal deze meer

gedetailleerde – ook wel geavanceerd genoemde – toetsing niet leiden tot een volledige goedkeuring van het aantal kunstwerken dat in deze Achterlandstudie Maeslantkering als extra “onvoldoende” is getoetst.

- Het aantal kunstwerken dat beoordeeld kon worden in de Achterlandstudie Maeslantkering is – zoals eerder uitgelegd – slechts een kleine selectie van het aantal aanwezige kunstwerken in het studiegebied. De resultaten van de studie – zoals weergegeven in het overzicht – dienen dan ook met de nodige nuancering beoordeeld en geïnterpreteerd te worden.
- In het kader van de “legger-actualisatie Delflandsedijk” zijn er voor dijkkring 14 (Zuid-Holland) – bij het hoogheemraadschap van Delfland – inmiddels meer recente en nauwkeuriger (profiel)gegevens beschikbaar dan de gegevens waarmee de huidige toetsing is uitgevoerd [Steetzel, 2005b]. Uit deze nieuwe gegevens blijkt dat het in deze Achterlandstudie Maeslantkering bepaalde oordeel met betrekking tot extra “onvoldoende” kunstwerken mogelijk in positieve zin bijgesteld zal kunnen worden. De Achterlandstudie Maeslantkering baseert zich echter op de resultaten van de huidige toetsronde, inclusief de hiervoor gebruikte (profiel)gegevens.

4. Effect op buitendijkse gebieden

In dit hoofdstuk wordt het derde deelresultaat van de Achterlandstudie Maeslantkering beschreven. Het gaat hier om het effect op de overstromingsfrequentie van buitendijkse gebieden in de Rijn-Maasmonding.

Hiervoor zijn de herberekende toetspeilen gecombineerd met de hoogteligging van de buitendijkse gebieden. Dit is uitgevoerd voor hetzelfde gedeelte van de Rijn-Maasmonding als waarvoor het effect op de achterliggende waterkeringen is onderzocht. Het resultaat is grafisch gepresenteerd in de “Atlas buitendijkse gebieden in de Rijn-Maasmonding – Effect hogere faalkans Maeslant- en Hartelkering” [Atlas, 2006].

Het in de Atlas gepresenteerde (kaart)materiaal is vooral bedoeld om meer inzicht te krijgen in de mogelijke effecten van het toenemen van de kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering op het overstromen van de buitendijkse gebieden. De beschikbare gegevens zijn uitdrukkelijk niet bedoeld voor een minutieuze analyse; daarvoor is de informatie niet toereikend.

Hoog gelegen en willekeurig verspreid

Op basis van de Atlas kan worden geconcludeerd dat een hogere faalkans van de Maeslant- en Hartelkering alleen merkbaar is op die locaties, waar de hoogteligging minimaal gelijk is aan de lokale waterstand die eens in de 500 tot 1000 jaar voorkomt. Dit komt overeen met buitendijkse gebieden waarvan de hoogteligging minimaal NAP+2,75 m tot NAP+3,25 m bedraagt.

Deze gebieden liggen willekeurig verspreid binnen het studiegebied. De exacte locatie van deze gebieden is te vinden op kaart 3 van elk deelgebied in [Atlas, 2006].

Geïnundeerd oppervlak

In geval van hoogwaterstanden met een herhalingsjijd van 10.000 jaar, bedraagt de toename aan oppervlakte geïnundeerd buitendijks gebied⁸ – als gevolg van een 1/100 kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering – ongeveer 260 ha. Een toename van 10% ten opzichte van het geïnundeerd oppervlak in geval van een 1/1000 kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering.

Het geïnundeerd oppervlak zelf bedraagt 35% (2830 ha) van de in totaal 8100 ha aan buitendijks gebied dat in het kader van de Achterlandstudie Maeslantkering is onderzocht.

⁸ De oppervlakte van het buitendijks gebied is hier gedefinieerd als de oppervlakte tussen de primaire waterkeringen, exclusief de oppervlakte van het zomerbed.

Tabel 4.1

Geïndeerd buitendijks gebied
(oppervlak en procentuele toename).

Onderstaande tabel 4.1 geeft dezelfde informatie, maar dan ook voor
hoogwaterstanden met herhalingstijden van 2000 en 4000 jaar.

Herhalingstijd	1/100 kans op niet-sluiten Maeslant- en Hartelkering		
	Oppervlak buitendijks gebied	Geïndeerd oppervlak	Toename ⁹ geïndeerd oppervlak
2000 jaar	8100 ha	2400 ha (30%)	40 ha (2%)
4000 jaar	8100 ha	2530 ha (31%)	100 ha (4%)
10.000 jaar	8100 ha	2830 ha (35%)	260 ha (10%)

Bij de aanname dat de kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartel-
kering een factor twee groter zou zijn, namelijk 1/50 per sluitvraag, neemt
– bij dezelfde herhalingstijd – het percentage aan geïndeerd oppervlak
buitendijks gebied toe met een factor twee tot drie. Bij juist een factor
twee kleinere faalkans van de Maeslant- en Hartelkering – 1/200 per
sluitvraag – neemt dit percentage af met een factor twee tot drie.

Deze conclusies ten aanzien van de toename van het oppervlak
geïndeerd buitendijks gebied zijn getrokken vanuit het gezichtspunt
van hoogwaterstanden die met een bepaalde herhalingstijd zullen
voorkomen. Als gevolg van het toenemen van de kans op niet-sluiten
van de Maeslant- en Hartelkering nemen deze hoogwaterstanden
– bij dezelfde herhalingstijd – toe, waardoor ook het oppervlak aan
geïndeerd buitendijks gebied zal toenemen.

Het is van belang om te beseffen dat, wanneer de Maeslant- en
Hartelkering daadwerkelijk niet-sluiten – terwijl dat wel zou moeten –
het oppervlak aan geïndeerd buitendijks gebied niet meer afhangt
van de faalkans van deze keringen, maar alleen van de stormvloed die
dan vanaf zee ongehinderd de Rijn-Maasmonding kan binnendringen.

Een gedetailleerde beschrijving van het effect van het toenemen van de
kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering op de buitendijkse
gebieden in de Rijn-Maasmonding is te lezen in de volgende rapportages,
die in het kader van de Achterlandstudie Maeslantkering zijn opgesteld:

[Atlas, 2006]

Atlas buitendijkse gebieden Rijn-Maasmonding – Effect hogere faal-kans
Maeslant- en Hartelkering. Drs. F. Hoefsloot en drs. P. van der Wal, CSO,
31 augustus 2006.

[Bruggers, 2006]

Achterlandstudie Maeslantkering, consequenties voor inundatie-
frequenties van buitendijkse gebieden in de Rijn-Maasmonding.
Ir. M.R. Bruggers, Rijkswaterstaat RIZA, 31 augustus 2006.
RIZA rapport 2006.022, ISBN 90 3691 3578.

⁹ Toename van het geïndeerd oppervlak ten opzichte van het geïndeerd oppervlak in geval
van een kans op niet-sluiten van Maeslant- en Hartelkering van 1/1000 per sluitvraag.

5. Eindoordeel toetsing

Methode

Om een definitief toetsoordeel over de Maeslant- en Hartelkering te kunnen vellen, is in de Achterlandstudie Maeslantkering het effect van een verhoogde kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering op de achterliggende dijkringgebieden bepaald. Hiervoor zijn – conform [VTV2004] – de volgende stappen uitgevoerd:

1. Bepaling van de toename van de hydraulische randvoorwaarden in de Rijn-Maasmonding, als gevolg van het niet voldoen van de Maeslant- en Hartelkering aan de eis met betrekking tot niet-sluiten.
2. Beoordeling van de achterliggende waterkeringen in de Rijn-Maasmonding, gegeven de berekende toegenomen hydraulische randvoorwaarden. Deze beoordeling is uitgevoerd voor dijkvakken en voor kunstwerken.

Op basis van de beoordeling van de achterliggende waterkeringen – stap twee – wordt het definitieve toetsoordeel van de Maeslant- en Hartelkering vastgesteld. Wanneer deze keringen “goed” of “voldoende” scoren, dan luidt het toetsoordeel van de Maeslant- en Hartelkering alsnog “voldoende”. Wanneer dat niet het geval is, dan wordt het toetsoordeel van de Maeslant- en Hartelkering definitief “onvoldoende”.

Toetssporen

In het kader van het toetsspoor kerende hoogte is in de Achterlandstudie Maeslantkering 163 km aan dijkvakken en 218 kunstwerken onderzocht.

Van de onderzochte dijkvakken is – in de huidige, tweede toetsronde – reeds een traject van circa 24 km als “onvoldoende” beoordeeld. Van de 218 onderzochte kunstwerken is er in de huidige toetsronde één als “onvoldoende” beoordeeld. Van de resterende 217 kunstwerken is er overigens voor slechts 25 kunstwerken voldoende informatie aanwezig om deze, in het kader van de Achterlandstudie Maeslantkering, te kunnen hertoetsen. In totaal is dus 88% van de kunstwerken in deze achterlandstudie niet beoordeeld voor het toetsspoor kerende hoogte, door het ontbreken van voldoende en betrouwbare gegevens.

In het kader van de toetssporen macrostabiliteit binnenwaarts, sterkte/stabiliteit constructie en piping & heave is in de Achterlandstudie Maeslantkering 116 km aan dijkvakken en 170 kunstwerken onderzocht.

Van de onderzochte dijkvakken is – in de huidige, tweede toetsronde – reeds een traject van circa 8 km als “onvoldoende” beoordeeld.

Van de 170 onderzochte kunstwerken is er in de huidige toetsronde één als “onvoldoende” beoordeeld. Voor de resterende 169 kunstwerken geldt dat voor slechts 20 kunstwerken voldoende informatie aanwezig is om deze, in het kader van de Achterlandstudie Maeslantkering, te kunnen hertoetsen. In totaal is 88% van de kunstwerken in deze achterlandstudie niet beoordeeld voor de toetssporen macrostabiliteit binnenwaarts, sterkte/stabiliteit constructie en piping & heave, door het ontbreken van voldoende en betrouwbare gegevens.

Conclusie

Conform stap 1 van de Methode Benedenrivierengebied uit [VTV2004], is een eerste beoordeling uitgevoerd op basis van de dijkringbenadering voor het toetsspoor kerende hoogte:

Als gevolg van een 1/100 kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering, neemt het aantal onvoldoende dijkvakken in de Rijn-Maasmonding toe met 11,5 km en worden er twee kunstwerken (Complex Parksluizen en Dijkconstructie Havendijk) extra “onvoldoende” beoordeeld.

In figuur 5.1 is het resultaat van deze beoordeling ruimtelijk weergegeven.

Wanneer deze faalkans met een factor twee toeneemt tot 1/50 per sluitvraag, dan neemt het aantal kilometer onvoldoende dijkvakken ook toe met een factor twee, namelijk tot 24,5 km. Het aantal extra onvoldoende kunstwerken neemt toe met twee, te weten de Spuisluis Schiegemaal en de Duikersluis Buizengat.

Wanneer deze faalkans met een factor twee afneemt tot 1/200 per sluitvraag, wordt geen enkel dijkvak en/of kunstwerk in de Rijn-Maasmonding extra “onvoldoende”.

Vervolgens zijn, conform stap 2 van de Methode Benedenrivierengebied uit [VTV2004], de dijkvakken en kunstwerken, die in de eerste beoordeling extra “onvoldoende” zijn getoetst, aanvullend beoordeeld op basis van de dijkvakbenadering voor het toetsspoor kerende hoogte:

Als gevolg van een 1/100 kans op niet-sluiten van de Maeslant- en Hartelkering, neemt het aantal onvoldoende dijkvakken in de Rijn-Maasmonding toe met 6 km en worden er twee kunstwerken (Complex Parksluizen en Dijkconstructie Havendijk) extra “onvoldoende” beoordeeld.

In figuur 5.2 is het resultaat van deze beoordeling ruimtelijk weergegeven.

Wanneer deze faalkans met een factor twee toeneemt tot 1/50 per sluitvraag, dan neemt het aantal kilometer onvoldoende dijkvakken ook toe met een factor twee, namelijk tot bijna 13 km. Het aantal

extra onvoldoende kunstwerken neemt toe met twee, te weten de Spuisluis Schiegemeal en de Duikersluis Buizengat.

Wanneer deze faalkans met een factor twee afneemt tot 1/200 per sluitvraag, wordt geen enkel dijkvak en/of kunstwerk in de Rijn-Maasmonding extra "onvoldoende".

Bij nadere detaillering van de studie naar het effect op de waterkeringen in de Rijn-Maasmonding, is het – vanwege de toegepaste uitgangspunten, bovengrensbenaderingen en methodieken in deze achterlandstudie – denkbaar dat lokaal tot een andere beoordeling wordt gekomen. Geavanceerd onderzoek kan in een aantal gevallen ertoe leiden dat enkele dijkvakken of kunstwerken toch als voldoende kunnen worden aangemerkt.

Naar verwachting zal deze meer gedetailleerde – ook wel geavanceerde genoemde – toetsing niet leiden tot een volledige goedkeuring van het aantal dijkvakken en kunstwerken dat in deze Achterlandstudie Maeslantkering als extra "onvoldoende" is getoetst.

Reacties

De waterkeringbeheerders in de Rijn-Maasmonding – de waterschappen en hoogheemraadschappen – en het bevoegd gezag op de toetsing – de provincie Zuid-Holland – zijn in de gelegenheid gesteld om de conclusies te becommentariëren.

Het hoogheemraadschap van Delfland heeft hierop de conclusies met betrekking tot dijkkring 14 (Zuid-Holland) als volgt genuanceerd:

In het kader van de "legger-actualisatie Delflandsedijk" zijn er voor dijkkring 14 inmiddels meer recente en nauwkeuriger (profiel)gegevens beschikbaar dan de gegevens waarmee de huidige toetsing is uitgevoerd [Steetzel, 2005b]. Uit deze nieuwe gegevens blijkt dat het in deze Achterlandstudie Maeslantkering bepaalde oordeel met betrekking tot extra "onvoldoende" dijkvakken en kunstwerken – in dijkkring 14 – mogelijk in positieve zin bijgesteld zal kunnen worden.

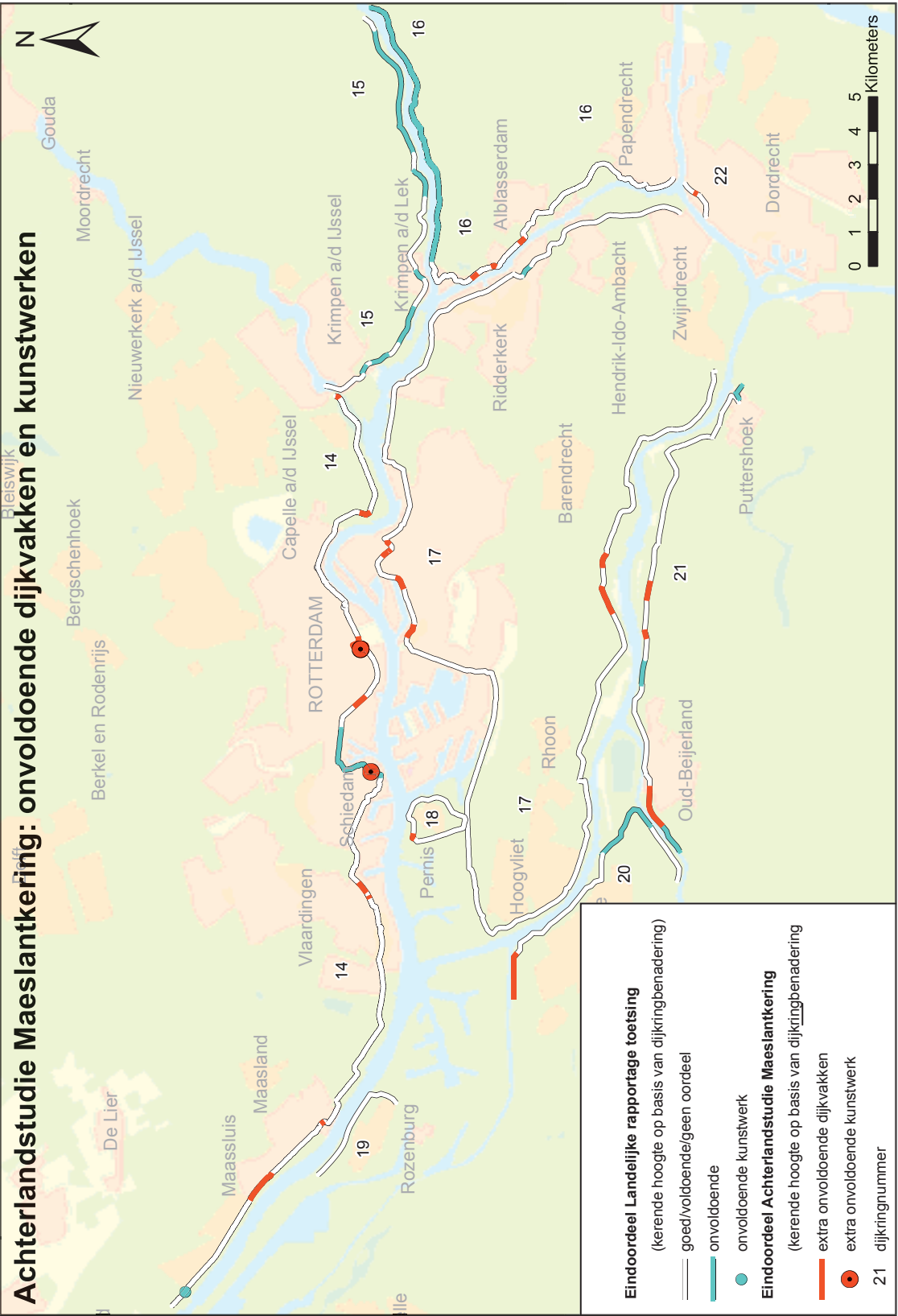
Eindoordeel

Samenvattend wordt vastgesteld dat, conform [VTV2004], het definitieve toetsoordeel van zowel de Maeslantkering als de Hartelkering "onvoldoende" is.

Figuur 5.1

Toetsspoor kerende hoogte op basis van de dijkkringbenadering:

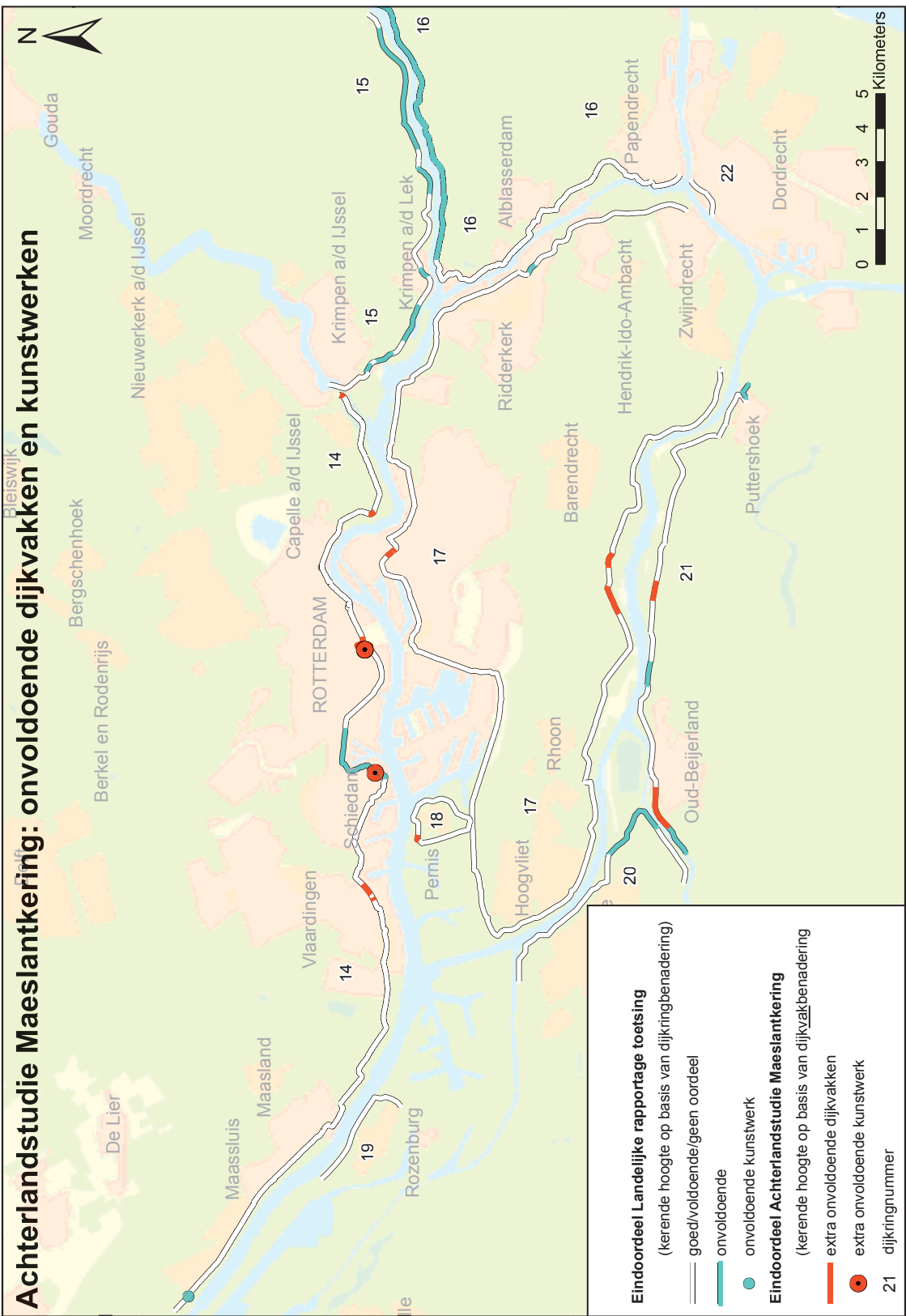
Extra "onvoldoende" dijkvakken en kunstwerken a.g.v. een 1/100 faalkans van Maeslant- en Hartelkering.



Figuur 5.2

Toetsspoor kerende hoogte op basis van de dijkvakbenadering:

Extra "onvoldoende" dijkvakken en kunstwerken a.g.v. een 1/100 faalkans van Maeslant- en Hartelkering.



Referenties

[van Akkeren, 2005]

Eindresultaten RA, PBO en Menselijk Handelen. J. A. van Akkeren, Rijkswaterstaat Zuid-Holland, 12 december 2005.
Rapport OKE-2005-564-P.

[Arcadis, 2006a]

Toetsing dijkkringverbindende kering 8, Maeslantkering & Europoortkering I. Arcadis Infrastructuur, milieu & gebouwen, 7 december 2005.
Rapport 110303/OF5/1L9/000438/LB.

[Arcadis, 2006b]

Toetsing dijkkringverbindende kering 9, Europoortkering II & Hartelkering. Arcadis Infrastructuur, milieu & gebouwen, 7 december 2005.
Rapport 110303/OF5/1L7/000438/LB.

[Atlas, 2006]

Atlas buitendijkse gebieden Rijn-Maasmonding – Effect hogere faalkans Maeslant- en Hartelkering. Drs. F. Hoefsloot en drs. P. van der Wal, CSO, 31 augustus 2006.

[Bijl, 2006]

Achterlandstudie Maeslantkering. Projectplan. Ir. W. Bijl, Rijkswaterstaat Zuid-Holland, Rotterdam, 18 april 2006.

[Bruggers, 2006]

Achterlandstudie Maeslantkering, consequenties voor inundatiefrequenties van buitendijkse gebieden in de Rijn-Maasmonding. Ir. M.R. Bruggers, Rijkswaterstaat RIZA, 31 augustus 2006.
RIZA rapport 2006.022, ISBN 90 3691 3578.

[de Deugd, 2006a]

Effect faalkans Hartelkering op maatgevende hoogwateromstandigheden. Ing. H. de Deugd, Rijkswaterstaat RIZA, 17 augustus 2006.
RIZA brief WRE 2006.022.

[de Deugd, 2006b]

Achterlandstudie Maeslantkering – Consequenties Hydraulische Randvoorwaarden 2001 in de Rijn-Maasmonding. Ing. H. de Deugd, Rijkswaterstaat RIZA, 31 augustus 2006.
RIZA rapport 2006.021, ISBN 90 3691 356 x.

[Duits, 2006a]

Achterlandstudie Maeslantkering – Faalkans kering 1/50 – Hydra-B.
M.T. Duits, HKV *LIJN IN WATER*, mei 2006.
HKV-rapport PR1088.

[Duits, 2006b]

Achterlandstudie Maeslantkering – Faalkans kering 1/100 – Hydra-B.
M.T. Duits, HKV *LIJN IN WATER*, mei 2006.
HKV-rapport PR1088.

[Duits, 2006c]

Achterlandstudie Maeslantkering – Faalkans kering 1/200 – Hydra-B.
M.T. Duits, HKV *LIJN IN WATER*, mei 2006.
HKV-rapport PR1088.

[ENW, 2006]

Oordeel over de toetsing en de Achterlandstudie Afsluitdijk.
Ir. P.C. Janssen, Expertise Netwerk Waterkeren, 31 mei 2006.
Brief ENW 2006-10.

[Horvat, 2006]

Second Opinion Faalkans Maeslantkering. Ir. B.A.M. Keulen en
ir. L.H.M. van Zuilen, Horvat & Partners, Rotterdam, 27 juni 2006.
Rapport 06016-01.

[HR2001]

Hydraulische Randvoorwaarden 2001, voor het toetsen van primaire
waterkeringen. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, december 2001.

[Klavers, 2006]

Kamervragen Maeslantkering. Ir. H.C. Klavers, DG Rijkswaterstaat,
20 februari 2006.
Brief RWS/SDG/NW 2006/332/23875.

[Klomp, 2006]

Systeemanalyse Rijn-Maasmonding. Plan van Aanpak. Ir. W. Klomp,
Rijkswaterstaat Zuid-Holland, september 2006.
Rapport RWS-ZH/AP/2006/06.

[Leewis, 2006]

Achterlandstudie Maeslantkering, consequenties voor toetsresultaten
achterliggende waterkeringen Rijn-Maasmonding. M. Leewis en
I. de Jongh, Rijkswaterstaat Zuid-Holland, 31 augustus 2006.
Rapport RSW-ZH/AP/2006/05, ISBN 90 3694 833 9.

[Regeling, 2005]

Toetsing Afsluitdijk, resultaten Achterlandstudie. Samenvatting.
E. Regeling, Rijkswaterstaat IJsselmeergebied, 20 december 2005.

[Steetzel, 2005a]

Verschil dijkvak- en dijkkringbenadering, kwantificering relatieve faalkans voor verschillende typen dijkringen. Dr.Ir. H.J. Steetzel, Alkyon, februari 2006.
Rapport A1568R1.

[Steetzel, 2005b]

Bepaling DTH's Delflandsedijk; Bepaling van dijktafelhoogten van de primaire kering voor meerdere zichtperioden. Dr.Ir. H.J. Steetzel, Alkyon, november 2005.
Rapport A1452R1.

[VTV2004]

De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland.
Voorschrift Toetsen op Veiligheid voor tweede toetsronde 2001 – 2006 (VTV). Ministerie van Verkeer en Waterstaat, januari 2004.
Rapport DWW-2004-009, ISBN 90 3695 558 0.

Colofon

Uitgegeven door:	Rijkswaterstaat Zuid-Holland
Informatie:	ir. W. Bijl Telefoon: 010-4026081 of 06-51552028 Fax: 010-4330218
Uitgevoerd door:	Rijkswaterstaat Zuid-Holland, in samenwerking met Rijkswaterstaat RIZA, Rijkswaterstaat DWW, Arcadis, Alkyon, Fugro, CSO, HKV en GeoDelft
Auteur:	ir. W. Bijl
Realisatie:	Adequaat Communicatie, Delft
Opmaak:	vM-design, Delft
Druk:	Thieme MediaCenter, Rotterdam
Datum:	15 oktober 2006
Rapport:	RWS-ZH/AP/2006/04 ISBN 90-369-4823-1

