



DEPARTEMENTAAL BEDRIJFSVERTROUWELIJK

Evaluatie Voorliggende Keringen

Datum	9 januari 2026
Versie	d02
Status	Definitief

Colofon

Uitgegeven door DGWB - Directie WRZ – Afdeling Waterveiligheid
Auteur Rijkswaterstaat WVL Waterkeringen
Informatie
Telefoon
Mobiel
E-mail

Datum 9 januari 2026
Versie d02
Status Definitief

Versiebeheer

01	13-12-2024	Eerste concept bedoeld voor het bepalen van afbakening en diepgang van de evaluatie
02	24-04-2025	Concept voorgelegd aan klankbord.
03	14-06-2025	Definitief concept voorgelegd aan regio-coördinatoren en externe review.
d01	04-07-2025	Definitief concept, reviews verwerkt.
d02	09-01-2026	Definitief

Inhoudsopgave

Terminologielijst 4

Managementsamenvatting 5

1	Inleiding 6
1.1.	Introductie voorliggende keringen 6
1.2.	Onderzoeksvragen 8
1.3.	Afbakening 9
1.4.	Leeswijzer 9
2	Basisprincipes beoordeling prestatie voorliggende keringen 11
2.1.	Theoretisch meest scherpe beoordelingsmethode 11
2.2.	Benaderingswijze 1: beoordelen via werklijnen 12
2.3.	Benaderingswijze 2: beoordeling met gericht eisen voor faalmechanismen 14
3	Beantwoording onderzoeksvragen 18
3.1.	Een maat voor de substantiële waterstandsverhoging 18
3.2.	Wettelijke en beleidsmatige borging van niet-gemodelleerde faalwijzen: Kans op niet-openen 23
3.3.	Stormseizoen 25
3.4.	Prestatiepeilenmodel 25
3.5.	Waterveiligheidsfunctie 28
3.6.	Keringlijn 31
3.7.	Betrouwbaarheid sluiten: Prinses Marijkesluizen 32
3.8.	Dubbele norm bij de Houtribdijk 32
3.9.	Betrouwbaarheid sluiten: keringen langs de Hollandsche IJssel 33
4	Conclusie en beantwoording 34
5	Referenties 40
Bijlage A	Omgevingswet 41
A.1	Inhoud van de Omgevingswet in het kort 41
Bijlage B	Aanpak en kwaliteitsborging 43
Bijlage C	Voorliggende keringen 44
C.1	Normen: omgevingswaarden en signaleringsparameters 44

Terminologielijst

Betrouwbaarheid sluiting	De betrouwbaarheid van de sluitingsprocedure van de waterkering, uitgedrukt in een kans op niet-sluiten per sluitvraag.
Conditionele kans	Kans op een bepaalde gebeurtenis, gegeven dat een andere gebeurtenis plaatsvindt. In de context van een waterveiligheidsbeoordeling veelal de kans op falen gegeven een specifieke stormgebeurtenis.
Faalkans	De kans op verlies van de waterkerende functie.
Gesloten toestand	De situatie waarbij het object correct sluit volgens de sluitprocedure.
Hoogwatergedreven faalmechanisme	Faalmechanisme dat wordt geïnitieerd door verhoogde belasting op de kering door hoogwater.
Keringtoestand	Een mogelijke stand van de keermiddelen als zich een hoogwater aandient dat gekeerd moet worden.
Omgevingswaarde	De maximaal toelaatbare faalkans per jaar volgens de Omgevingswet (was: ondergrens).
Prestatiepeilen	Het waterstandsniveau met een bepaalde overschrijdingskans op een bepaalde locatie in een watersysteem, als rekening wordt gehouden met de faalkansprestatie(s)/betrouwbaarheid van de voorliggende kering.
Signaleringsparameter	Parameter in de Omgevingswet die gelijk is aan de signaleringswaarde in de Waterwet. De waarde ligt typisch een klasse hoger dan de Omgevingswaarde (ondergrens). Bij het overschrijden ervan is er nog voldoende tijd voor het uitvoeren van een verbeteractie.
Sluitregime	De strategie voor het sluiten van de voorliggende kering volgens diverse criteria.
Stormgebeurtenis	Een vooraf gedefinieerde combinatie van wind en waterstand.
Voorliggende kering	Keringen met aan beide kanten water en die een meer, rivier- of zeearm afsluit en daarmee de kansen op extreme belastingen op achterliggende primaire keringen reduceert.
Werklijn	Overschrijdingsfrequentielijn van de waterstand.
Wettelijke beoordeling	De beoordeling op het presteren van de kering volgens het wettelijke beoordelingsinstrumentarium (BOI) dat eens in de twaalf jaar moet worden gerapporteerd aan het parlement. Het proces is vastgelegd in de Omgevingswet.

Managementsamenvatting

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW), DG Water en Bodem, voert in 2024-2025 een evaluatie uit van de waterveiligheidsnormen, conform de wettelijke verplichting tot herijking elke twaalf jaar. Dit rapport richt zich op de normen voor voorliggende waterkeringen, zoals de Oesterdam en de Afsluitdijk, die een cruciale rol spelen bij het reduceren van extreme hydraulische belastingen op achterliggende primaire keringen.

In deze rapportage wordt ingegaan op uiteenlopende aandachtspunten bij de normen van deze voorliggende keringen, geformuleerd in tien onderzoeksvragen, de wijze waarop deze keringen zijn beoordeeld en hoe de aantoonbaarheid van de wettelijk vastgelegde veiligheid is geoperationaliseerd in de aanpak van Rijkswaterstaat in de wettelijke beoordelingen.

De vragen verschillen sterk van aard: van technisch inhoudelijke kwesties tot juridische en organisatorische aspecten. Zo is in de evaluatie onder andere de definitie van de faalkans in de wet, de maat voor substantiële waterstandsverhoging bij falen, en de beoordeling van de kans op niet-openen van keringen onderzocht.

Hieronder worden enkele belangrijke constatering benoemd, om een indruk te geven van de thematiek en reikwijdte van het onderzoek:

- Een aandachtspunt is de kans op niet-openen, die momenteel niet wettelijk is vastgelegd maar wel van belang kan zijn, bijvoorbeeld bij keringen die ook moeten openen om water af te voeren. Het advies is daarom om deze faalmechanismen, indien relevant, expliciet in de beoordeling op te nemen met meetbare prestatie-eisen.
- Daarnaast dient aandacht voor de wijze waarop Rijkswaterstaat werkt met een storm- en hoogwaterseizoen, wat relevant is voor beheer en onderhoud. Ook is de toepassing en wettelijke status van prestatiepeilenmodellen voor keringen met meerdere keermiddelen onderzocht, evenals de actuele waterveiligheidsfunctie van specifieke keringen zoals de Oesterdam en de status van bijzondere situaties zoals bij de Biesboschsluis.
- Een breder vraagstuk binnen het landelijke hoofdwatersysteem is dat Rijkswaterstaat een groot aantal waterregulerende objecten beheert. Deze objecten spelen een cruciale rol in het reguleren van waterafvoer bij hoogwater en beïnvloeden daarmee de waterveiligheid. Rijkswaterstaat heeft de plicht om deze objecten in goede staat te houden, maar prestatie-eisen zijn niet eenduidig.

De suggestie wordt gedaan om de aanbevelingen en openstaande aandachtspunten verder uit te laten werken in het Programma Rijkskeringen en Programmabureau 6 stormvloedkeringen, zodat prioritering en verdere besluitvorming gestructureerd plaatsvinden. Het ministerie kan tevens kortlopende onderzoeksopdrachten (BOA-opdrachten) uitzetten om bepaalde onderwerpen versneld op te pakken. De uitwerking van deze aanbevelingen dienen in onderlinge samenhang worden afgestemd met de geplande LOB-2 beoordeling van de keringen van Rijkswaterstaat.

1 Inleiding

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) Directoraat-Generaal Water en Bodem (DGWB) voert in 2024 en 2025 een evaluatie uit van de waterveiligheidsnormen. Deze evaluatie is gebaseerd op de afspraak tussen de waterveiligheidspartners om iedere twaalf jaar te beoordelen of aanpassing van de normering nodig is, wanneer er wezenlijke veranderingen hebben plaatsgevonden in de onderliggende aannames. Deze evaluatie is vastgelegd in de Waterwet, die op 1 januari 2024 is opgegaan in de Omgevingswet.

In de evaluatie wordt gekeken of de onderdelen bijdragen aan de doelstellingen van het waterveiligheidsbeleid en uitvoerbaar zijn. Ook wordt vastgesteld of eventuele acties of aanpassingen nodig zijn. De doelen van het waterveiligheidsbeleid zijn gedefinieerd als:

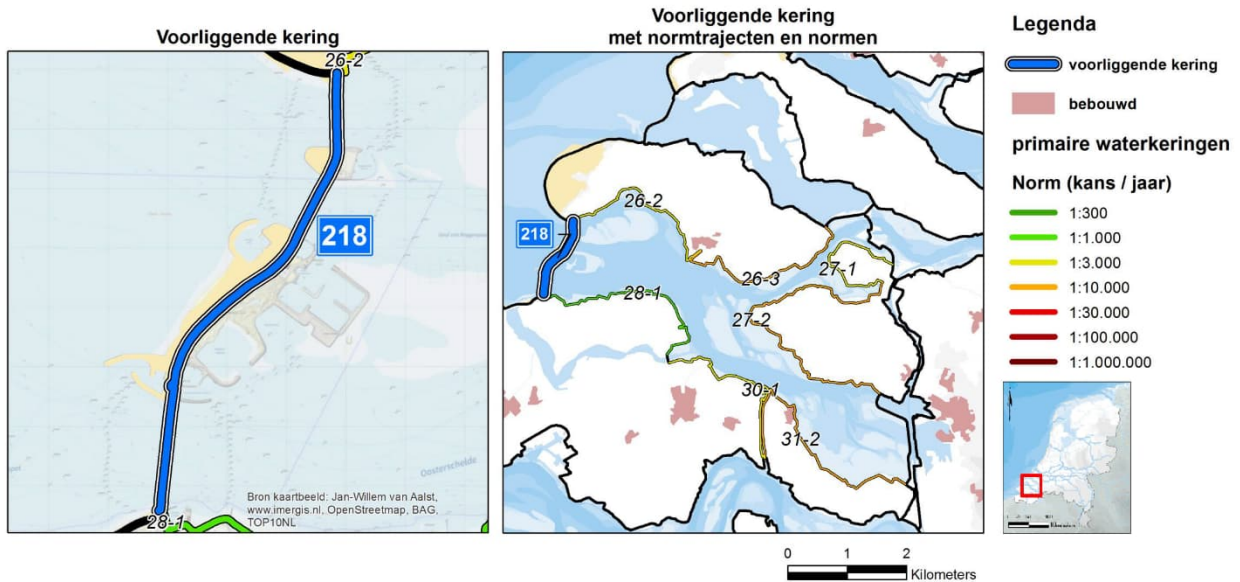
- Iedereen in Nederland die achter een primaire kering woont, woont in een gebied met een voldoende basisbeschermingsniveau (een Lokaal Individueel Risico kleiner dan 10^{-5} per jaar).
- Extra bescherming wordt gegeven bij kans op grote groepen slachtoffers en/of grote economische schade, en/of ernstige schade door uitval van vitale en kwetsbare infrastructuur van nationaal belang.

Eén van de onderdelen die hierbij een rol speelt is de normering van de voorliggende keringen. Voorbeelden van voorliggende keringen zijn de Oesterdam, Ramspolkering en de Afsluitdijk. In deze rapportage wordt ingegaan op aandachtspunten bij de normen van deze voorliggende keringen; de wijze waarop deze keringen zijn beoordeeld en hoe de aantoonbaarheid van de wettelijk vastgelegde veiligheid is geoperationaliseerd in de aanpak van Rijkswaterstaat in de wettelijke beoordelingen.

In maart 2023 heeft Deltares een document opgesteld waarin aandachtspunten bij de normen van de voorliggende keringen zijn benoemd. [1] Dit document is een bijlage bij de Kamerbrief over resultaten evaluatie Waterwet, subsidieregeling HWBP en herijking HWBP. De aandachtspunten worden in deze evaluatie behandeld. [2]

1.1. Introductie voorliggende keringen

Voorliggende keringen zoals de Maeslantkering, de Afsluitdijk en dammen in Zeeland, zijn keringen met primaire keringen in het gebied langs het achterliggende water. Deze waterkeringen sluiten een rivier- of zeearm altijd of onder speciale omstandigheden af en reduceren daarmee de kansen op extreme belastingen op achterliggende primaire waterkeringen. Er is hier sprake van een getrapte bescherming op een overstroming in het achterland, zie ter illustratie de Oosterscheldekering in Figuur 1. 440 bevat een tabel en figuur met alle voorliggende keringen, voor getalsinformatie per normtraject wordt verwezen naar de factsheets normering primaire keringen. [3]



Figuur 1 Voorbeeld weergave van voorliggende kering: Oosterscheldekering (218) [3]

Eisen voor deze voorliggende keringen zijn in de Omgevingswet opgenomen. De omgevingswaarde¹ voor primaire waterkeringen is veelal uitgedrukt in de overstromingskans, welke is opgenomen in wetsartikel 2.0c onder *Afdeling 2.1 van het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl)*. Dit is de kans per jaar dat een gebied achter een dijktraject overstroomt en leidt tot dodelijke slachtoffers of substantiële economische schade. Echter, bij voorliggende keringen, de dijktrajecten 201, 204a, 204b, 205, 206, 208 tot en met 212, 214 tot en met 219 en 222 tot en met 227, wordt niet gesproken over een overstromingskans maar over een faalkans per jaar. Dit is:

“de ten hoogste toelaatbare kans per jaar op verlies van waterkerend vermogen waardoor de hydraulische belasting op een achterliggend dijktraject substantieel wordt verhoogd.”

Verlies² van waterkerend vermogen leidt bij voorliggende waterkeringen niet altijd tot een overstroming van het achterland. Dit is meegewogen bij de afleiding van de maximaal toelaatbare faalkansen voor de voorliggende keringen. De faalkansnormen zijn dusdanig streng dat het (hoogwatergedreven) verlies van waterkerend vermogen van voorliggende keringen mag worden verwaarloosd bij de bepaling van overstromingskansen in het achterland.

Voor de dijktrajecten 208 tot en met 210 en 225 (trajecten met een stormvloedkering), is in het Bkl (artikel 2.0c, vijfde lid) een aanvullende omgevingswaarde voor de betrouwbaarheid van de sluiting vastgelegd. Dit is een kans per sluitvraag:

“de ten hoogste toelaatbare kans op niet-sluiten van de stormvloedkering per keer dat het noodzakelijk is die te sluiten.”

¹ De omgevingswaarde is de term in de Omgevingswet voor de norm (ondergrens).

² Verlies van waterkerend vermogen kan optreden als de constructie geheel of gedeeltelijk bezwijkt of als er sprake is van een groot overloop of overslag debiet.

Voor sommige keringen is het niet mogelijk de betrouwbaarheid van de sluiting te vangen in één waarde omdat er sprake is van meerdere doorgangen die gesloten moeten worden en er dus meerdere mogelijkheden zijn om onterecht open te staan, elk met andere consequenties voor de waterstanden op het achterliggend watersysteem. Deze mogelijkheden en het effect op het gebied erachter zijn voor enkele voorliggende keringen verwerkt in een zogenaamd prestatiepeilenmodel, los van een wettelijk vastgelegde norm/omgevingswaarde. Dit betreft op dit moment de Oosterscheldekering en de Haringvlietsluizen. In de wet zijn voor deze werkwijze geen omgevingswaarden vastgesteld. In de factsheet van de Oosterscheldekering staat "geen overschrijding van toetspeilen³ door prestatiepeilen." [3]

Er zijn ook voorliggende keringen met beweegbare keermiddelen waarvoor geen maximale kans op niet-sluiten per sluitvraag is vastgelegd in de Omgevingswet en waarvoor geen prestatiepeilenmodel voorhanden is. Dit betreft bijvoorbeeld de Afsluitdijk.

De wetteksten die betrekking hebben op de voorliggende keringen, worden kort benoemd in Bijlage A.

1.2. Onderzoeksvragen

Uit de aandachtspuntenlijst zijn de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

1. *Wat is de huidige definitie van de faalkans van voorliggende keringen; hoe is hier invulling aan gegeven in de beoordeling en sluit dat aan bij het uitgangspunt dat hun bijdrage aan de overstromingskans van de achterliggende keringen verwaarloosbaar moet zijn?*
2. *Welke maat wordt gehanteerd voor een substantiële waterstandsverhoging door het falen van een voorliggende kering?*
Het is van belang te bepalen bij welke verhoging van de waterstand in het achterland gesproken wordt van een relevante of onacceptabele toename.
3. *Hoe wordt de kans op niet-openen van voorliggende keringen beoordeeld, en is er behoefte aan wettelijke verankering of richtlijnen hiervoor?*
De betrouwbaarheid van openen speelt bij sommige objecten een belangrijke rol, maar is momenteel niet vastgelegd in de Omgevingswet.
4. *Moet de faaldefinitie voor het niet-sluiten van een kering gedurende het volledige jaar gelden, of uitsluitend binnen het storm- of hoogwaterseizoen?*
Zijn seizoensgebonden faalkansdefinities wenselijk en werkbaar voor beheer, onderhoud en beoordeling?
5. *Hoe wordt het prestatiepeilenmodel toegepast bij voorliggende keringen met meerdere keermiddelen, onder welke condities is het gebruik van een dergelijk model zinvol, en wat houdt het model in? In hoeverre zijn de bijbehorende eisen wettelijk of beleidsmatig vastgelegd?*
6. *In hoeverre vervullen specifieke keringen (de Hartelkering, Biesboschsluis, Philipsdam, Oesterdam, Zeedijk Paviljoenpolder en IJsseldam) (nog steeds) een waterveiligheidsfunctie, en wat betekent dit voor hun normering?*

³ Er wordt tegenwoordig niet meer gesproken over toetspeilen, men gebruikt de term WBN (waterstand bij de norm) van de achterliggende dijktrajecten.

7. *Wat is de status van de keringlijn bij de beoordeling, specifiek bij de sluizen van Hansweert?*
8. *Hoe wordt omgegaan met de strenge betrouwbaarheidseisen voor het sluiten van de keerschuijven bij de Prinses Marijkesluizen, gegeven de beperkte faalkansruimte die is toegepast in LBO-1?*
9. *Hoe wordt omgegaan met de dubbele norm op de Houtribdijk?*
De Houtribdijk kent een unieke situatie waarin deze twee normeringen tegelijk vervuld, wat vraagt om heldere uitleg.
10. *Wat betekent de betrouwbaarheid van sluiten specifiek voor de Hollandsche IJsselkering en de keringen langs de Hollandsche IJssel?*

1.3. Afbakening

De normen en omgevingswaarden hebben uitsluitend betrekking op de functie 'waterveiligheid'. Vanuit het assetmanagement, Life Cycle Costs en andere functies kunnen echter aanvullende of strengere eisen gelden voor een voorliggende kering, bijvoorbeeld op basis van de Eurocodes, machineveiligheid of cybersecurity. Ook bredere afwegingskaders zoals RAMSHEEP (betreffende o.a. betrouwbaarheid, beschikbaarheid en onderhoudbaarheid) kunnen hierbij een rol spelen.

Enkele illustratieve voorbeelden van aspecten die bepalend kunnen zijn voor een eis aan een kering:

- Overslag over de Afsluitdijk of de Oesterdam, zout water in het achterliggende systeem is niet gewenst.
- Het open blijven staan van de sluizen van de Houtribdijk door een storing (of hack) in de bediening. Voor waterveiligheid geen direct probleem, maar wel voor peilbeheer en scheepvaart.
- Het stukgaan van een schuif van de Oosterscheldekering: beperkte hydraulische impact, maar langdurige reparatie, maatschappelijke gevolgen en imago schade.
- Na een storm is de bekleding van een dam regelmatig zwaar beschadigd. De dam is niet doorgebroken, er is geen overstroming. De reparaties kosten jaarlijks veel geld en zorgt voor veel overlast in de omgeving.

Daar waar er een relevant raakvlak is met de waterveiligheidsfunctie zullen dergelijke aspecten in de analyse benoemd worden.

Per definitie gaat het hier om keringen met in het achterland primaire keringen. Er zijn echter ook keringen die bescherming bieden aan achterliggende regionale keringen. Dit zijn dus strikt genomen geen voorliggende keringen (ze bezitten een overstromingskansnorm) maar ze zijn wel meegenomen voor de compleetheit van deze evaluatie.

1.4. Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een toelichting over de basisprincipes van een beoordeling van een voorliggende kering met de beoordelingsaanpak, zoals deze is gebruikt tijdens de Landelijke Beoordelingsronde Overstromingskans 1 (LBO-1). Daarmee wordt onderzoeksvraag 1 behandeld.

Hoofdstuk 3 behandelt de negen andere onderzoeksvragen, met een divers aantal onderwerpen, relevant voor deze evaluatie. Dit zijn o.a. het aandachtspunt over de 'significante verhoging', de 'kans op niet-openen' en het 'prestatiepeilenmodel'. Hoofdstuk 4 bevat samenvattende beantwoording van de onderzoeksvragen met aanbevelingen, voor de wet en voor de werkwijze van Rijkswaterstaat. Een toelichting op inhoud van de Omgevingswet is opgeschreven in Bijlage A, de aanpak, kwaliteitsboring en betrokkenen in Bijlage B en een overzicht van alle voorliggende keringen, weergegeven op kaart, in Bijlage C.

2 Basisprincipes beoordeling prestatie voorliggende keringen

In dit hoofdstuk worden de basisprincipes voor het beoordelen van de prestatie van de voorliggende keringen toegelicht. Hiermee geeft de beantwoording van de eerste onderzoeksvraag:

1. *Wat is de huidige definitie van de faalkans van voorliggende keringen; hoe is hier invulling aan gegeven in de beoordeling en sluit dat aan bij het uitgangspunt dat hun bijdrage aan de overstromingskans van de achterliggende keringen verwaarloosbaar moet zijn?*

Voor het bepalen van de normen van de voorliggende keringen is het uitgangspunt geweest dat de faalkans zo klein is dat er bij het bepalen van de overstromingskansen van de achterliggende dijktrajecten geen rekening mee hoeft te worden gehouden. In 2017 is dit bij het vaststellen van de faalkansnormen van de voorliggende keringen het uitgangspunt gehanteerd dat het effect op de overstromingskans van de achterliggende keringen maximaal 10% mag zijn. De faaldefinitie en bijhorende eisen voor voorliggende keringen zijn in de Omgevingswet opgenomen, en staat vermeld in paragraaf 1.1.

2.1. Theoretisch meest scherpe beoordelingsmethode

De meest zuivere (maar complexe) aanpak om te beoordelen of de voorliggende kering aan de bovengenoemde 10%-eis voldoet, is door:

1. De overstromingskans van de achterliggende kering te berekenen met een correct functionerende voorliggende kering, en
2. Dit te herhalen met de werkelijke (of een realistisch) prestatie van de voorliggende kering.
3. Beide uitkomsten met elkaar te vergelijken en te zien of het verschil kleiner is dan 10%.

Aan deze aanpak kleven twee belangrijke nadelen. De eerste is dat ze relatief bewerkelijk is. Er moeten namelijk voor twee situaties hydraulische belastingmodellen worden gemaakt. Met beide modellen moet vervolgens voor elk dijktraject in het achterland een overstromingskans worden bepaald.

Een tweede (belangrijker) nadeel is dat de uitkomst van de beoordeling van een voorliggende kering afhankelijk wordt van de toestand waarin de achterliggende keringen verkeren. Dat is ongewenst. De normering van de voorliggende keringen dient namelijk om de verantwoordelijkheid van zowel de beheerder van de voorliggende kering als de beheerder van de achterliggende kering helder af te bakenen.⁴

Om deze afhankelijkheid te vermijden, zijn bij de afleiding van de faalkansnormen grove *aannamen* gedaan over de kans op overstroming in geval van het falen van een voorliggende kering (de term $P(F_a|F_b)$ in Vergelijking (1)), ervan uitgaande dat

⁴ Op analoge wijze geldt dat het geen goede optie zou zijn om geen normen voor voorliggende keringen vast te leggen, maar simpelweg te eisen dat de overstromingskansen van de achterliggende dijktrajecten voldoende klein zijn. De inspanning die de beheerder van een achterliggend dijktraject moet leveren, wordt dan namelijk afhankelijk van wat de beheerder van de voorliggende kering doet.

de achterliggende dijktrajecten net voldoen aan de gestelde eisen. Hiermee is de maximaal toelaatbare faalkans van de voorliggende keringen afgeleid [4]:

$$P(F_b) \leq P_{max}/(10 \cdot P(F_a|F_b)) \quad (1)$$

Waarbij:

P	Faalkans (per jaar)
P_{max}	Maximaal toelaatbare overstromingskans achterliggende kering (per jaar)
F_a	Falen van de achterliggende kering
F_b	Falen van de voorliggende kering

Volgens dit criterium dient de faalkans van de voorliggende kering kleiner te zijn dan 10% van de norm voor de achterliggende kering, gedeeld door de kans op een overstroming gegeven het falen van de voorliggende kering, om bij beoordeling en ontwerp geen rekening te hoeven houden met het kunnen falen van de voorliggende kering.

Er zijn verschillende aanpakken gebruikt in LBO-1 om de voorliggende keringen te beoordelen. De theorie en uitleg van de beoordeling van voorliggende keringen is gebaseerd op de beoordelingsrapportages van Rijkswaterstaat, met name de documenten:

- Beoordeling Hollandsche IJsselkering Dijktraject 210 [5]
- Beoordeling Oosterscheldekering Dijktraject 218 [6]
- Beoordeling Europoortkering Dijktraject 208 [7]
- Programma Rijkskeringen: Faaldefinitie voorliggende keringen [8]
- De normering van primaire waterkeringen van de (voormalig) categorie b [4]

De verschillende beoordelingsmethodieken worden hieronder nader toegelicht.

2.2. Benaderingswijze 1: beoordelen via werklijnen

De werkwijze richt zich op het beoordelen van de verandering in de hydraulische belastingen (HB) in het achterland.

Uitgangspunten in Hydraulische Belastingen (HB)-databases

Primaire keringen in Nederland worden elke twaalf jaar beoordeeld of zij nog voldoen aan de normen in de Omgevingswet, hiervoor wordt gebruik gemaakt van het BOI-instrumentarium met hydraulische databases. In de afleiding van de hydraulische belastingen (waterstanden en golven) wordt aangenomen dat een voorliggende kering nooit bezwijkt. Dit betekent dat de berekende belastingen op achterliggende keringen uitgaan van een standzekere voorliggende kering. Als in werkelijkheid de kans op falen van de keringen groter is dan aangenomen, zal dit leiden tot een onderschatting van de werkelijke belastingen op de achterliggende keringen. Er kan worden beoordeeld of de ingeschatte prestatie overeenkomt met de uitgangspunten.

Het advies is om de uitgangspunten van de HB-databases op een transparante manier vast te leggen voor de beheerder Rijkswaterstaat. Dit kan bijvoorbeeld in een achtergronddocument per watersysteem, of via factsheets zoals die gebruikt worden bij de normering van primaire waterkeringen. Op die manier wordt het voor beheerders en beoordelaars inzichtelijker wat de functie is van de voorliggende kering in het model, en kan de beoordelingssystematiek hier beter op worden

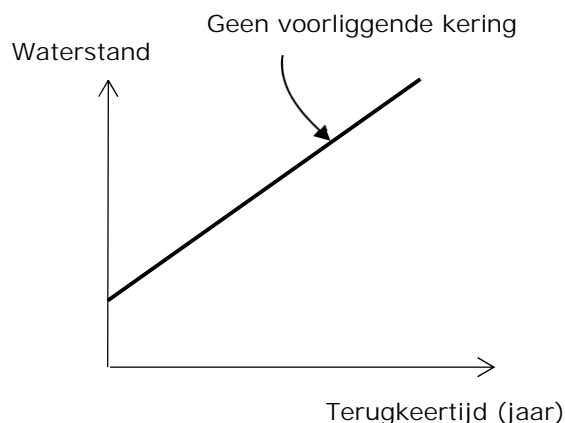
afgestemd. In de BOI actualisatie hydraulische belastingen wordt hier de komende tijd aandacht aan besteed.

Werklijnen

De beoordelingsaanpak wordt in de praktijk uitgevoerd door gebruik te maken van overschrijdingsfrequentielijnen, de 'werklijnen'. De voorliggende kering beïnvloedt de werklijnen in het achterliggende watersysteem. Zolang de actuele prestatie van de voorliggende kering de werklijn niet substantieel beïnvloedt, functioneert de kering zoals gewenst.

Voor de meeste dijktrajecten wordt aangenomen dat de golfkarakteristieken en -statistiek achter het traject niet significant zullen wijzigen bij instroming. Een substantiële verhoging van de HB kan dan worden geïnterpreteerd als een verhoging van waterstanden. Hierbij gaat het niet om verhoging van een enkele waterstand, maar de impact op alle mogelijke waterstanden, ofwel de impact van falen van de voorliggende kering in het relevante bereik van waterstandstatistiek in het achterliggende gebied.

Met het *relevante bereik* wordt vaak het bereik bedoeld tot aan de overschrijdingsfrequenties gelijk aan de omgevingswaarde (ondergrens) en de signaleringsparameter van de achterliggende kering. Dit is een benadering: ook nog hogere waterstanden kunnen in principe relevant zijn voor de overstromingskans (de faalkansbijdrage van GEKB zal in regel kleiner moeten zijn dan de getalswaarde van de overstromingskansnorm). Een toegepaste vereenvoudiging is door alleen te kijken naar de belasting bij overschrijdingsfrequenties gelijk aan de omgevingswaarde en de signaleringsparameter, zie een illustratieve weergave in Figuur 2.



Figuur 2 Overschrijdingsfrequentielijn van de waterstand (werklijn).

Manieren waarop voorliggende kering de werklijnen beïnvloeden

De voorliggende kering vormt een fysieke barrière en reduceert daarmee de belastingeffecten door stormen en verhoogde rivierafvoeren. De belangrijkste mechanismen waardoor de hydraulische belasting (en dus de werklijn) in het achterliggend watersysteem worden beïnvloed, zijn:

- Constructief falen en het ontstaan van een bres in de voorliggende kering
- Niet-sluiten of niet-openen van (delen van) de voorliggende kering.

- Overloop en overslag over de voorliggende kering (alleen bij significante volumes t.o.v. de achterliggende kom of achterliggend watersysteem)
- Hydraulische effecten, zoals toename van strijklengtes en daarmee golfgroei, golftransmissie en -translatie.

De belangrijkste mechanismen worden in volgende paragrafen nader uitgewerkt.

2.3. Benaderingswijze 2: beoordeling met gericht eisen voor faalmechanismen

De twee soorten eisen die in de Omgevingswet zijn onderscheiden, worden hieronder toegelicht.

2.3.1. *Waterstandsverhoging door hoogwatergedreven bezwijken*

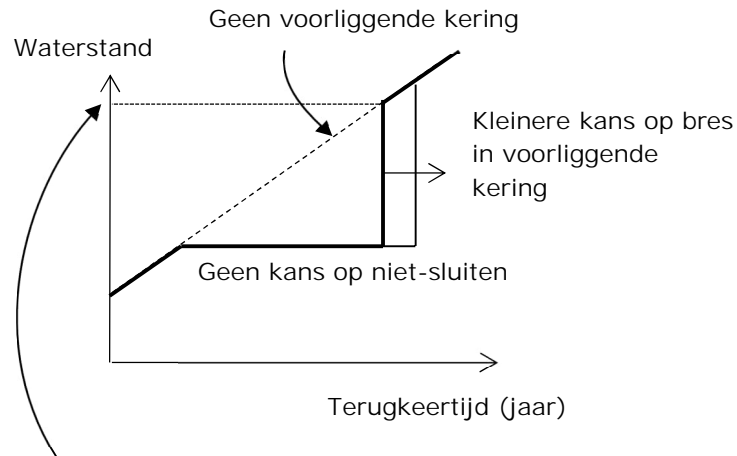
Constructief falen en het ontstaan van een bres

In de HB-modellering bezwijkt een voorliggende kering nooit. In de fysische werkelijkheid is dit niet zo. De norm in de wet is zodanig afgeleid dat pas buiten het relevante bereik van de achterliggende keringen de werklijn mag worden beïnvloed. De kans per jaar-eis in de wet is toe te passen bij de hoogwatergedreven faalmechanismen die kunnen leiden tot een bres, zoals constructief falen, instabiliteit of afschuivingen.

Het verlies van waterkerend vermogen komt door het bezwijken van (delen van) de voorliggende waterkering. De meest eenduidige manier van falen is het ontstaan van een watervoerende bres bij een hoogwater. Het kan dan worden aangenomen dat de hoeveelheid water die naar binnen stroomt substantieel is. Hoe groot substantieel is, is voor deze vorm van falen niet van belang. In de beoordelingspraktijk wordt de norm daarom soms ook betrokken op de kans op constructief falen.

In Figuur 3 is weergegeven hoe de werklijn verandert, er gemakshalve van uitgaande dat precies bekend is bij welke belasting de voorliggende kering zal falen (deterministische sterkte). De gestippelde lijn zou de overschrijdingsfrequentielijn zijn als er geen voorliggende kering was. Met constructief bezwijken loopt de lijn weer gelijk met de gestippelde lijn. Voor een 'correct' functionerende voorliggende kering, mag dit dus pas plaatsvinden voorbij het relevante bereik.

Alleen kans op bres in voorliggende kering
(hoogwatergedreven)



Waterstand waarbij bres in b-kering ontstaat
(gemakshalve niet onzeker verondersteld)

Figuur 3 Overschrijdingsfrequentielijn van de waterstand (werklijn) met effect van kans op een bres. [4]

2.3.2. Waterstandsverhoging zónder hoogwatergedreven bezwijken

Het kan ook zijn dat de kering intact blijft, terwijl een dermate groot volume water in het achterliggende watersysteem stroomt. Dit kan als een kering ten onrechte open blijft staan of als er water over de kering heen loopt. Als dit geen uitgangspunt is in de HB en dus niet verwerkt is in de werklijnen dan kan er mogelijk sprake zijn van een substantiële waterstandsverhoging in het relevante bereik.

Niet-sluiten van (delen van) de kering

Een specifieke eis voor betrouwbaarheid sluiting is geformuleerd als een faalkanseis per sluitvraag of als een set eisen aan de kansverdelingen van de waterstanden in het achterland (prestatiepeilen). Voor kunstwerken in de dijktrajecten 208 tot en met 210 en 225 is een kans op niet sluiten vastgelegd in de wet en dat is ook een uitgangspunt in de HB-databases. Er is daar een unieke relatie tussen de kans op niet-sluiten en de waterstandverdelingen in het achterland. Voor de Oosterscheldekering en Haringvlietdam is dat niet zo en wordt gewerkt met een prestatiepeilenmodel.

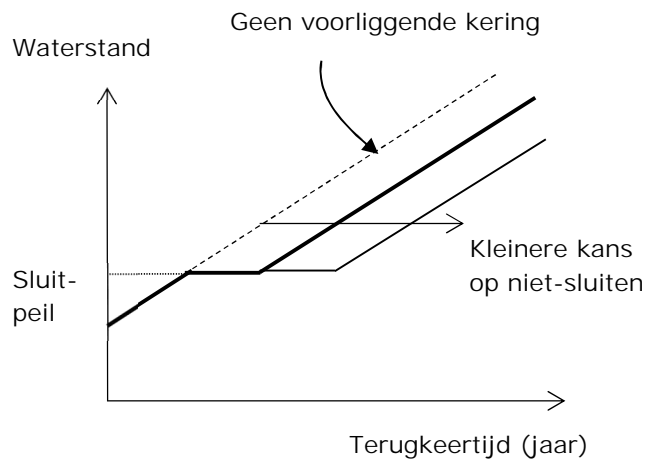
Het effect van niet-sluiten van (delen van) de kering op de werklijn is zoals weergegeven in Figuur 4.

De faalkans per sluitvraag wordt vaak beoordeeld door gebruik te maken van de rapportages onderdeel van ProBo⁵. Deze stelt Rijkswaterstaat twee keer per jaar op voor haar stormvloedkeringen en ze bepaalt met foutenboommodellering een faalkans op niet-sluiten (de zogenaamde faalkansrapportage). Daarnaast wordt in

⁵ Risicogestuurde wijze van beheren en onderhouden van objecten waarmee continu aangetoond kan worden dat aan de gestelde RAMS prestatie-eisen wordt voldaan.

een beoordeling soms een inschatting gemaakt van de verwachte faalkans per sluitvraag op basis van de werkelijke sluitprestaties tot dusver, historische meetgegevens.

Alleen kans op niet-sluiten voorliggende kering
(niet-hoogwatergedreven)



Figuur 4 Overschrijdingsfrequentielijn van de waterstand (werklijn) met effect van kans op niet-sluiten. [4]

Overloop en overslag

Het overlopen van de kering of overslag van golven beïnvloedt de werklijn ook. Dit zal de lijn dichterbij de stippellijn laten naderen. Bij sommige voorliggende keringen, zoals de Maeslantkering, is dit fenomeen als uitgangspunt gehanteerd in de HB-modellering, zodat er rekening mee wordt gehouden bij beoordeling en ontwerp van de achterliggende keringen. In dat geval is het dus in de beoordeling van de voorliggende kering alleen relevant om te bepalen of de kering hier constructief tegen bestand is. Dit is eerder benoemd in paragraaf 2.3.

Bij sommige voorliggende keringen, hoofdzakelijk de dammen, is geen overloop meegenomen in de bepaling van de HB van de achterliggende keringen. In werkelijkheid kan dit wel plaatsvinden. Dan moet worden onderzocht of dit kan leiden tot een substantiële waterstandsverhoging.

Het presteren van de voorliggende kering kan dus worden beoordeeld door de uitgangspunten te controleren die zijn aangenomen in de hydraulische belastingen op de achterliggende keringen en de wijze waarop hun presteren de werklijnen beïnvloed. Daarbij zijn de twee voornaamste eisen aan de waterstandsverdelingen wettelijk vastgelegd: de maximale faalkans per jaar en de maximale kans op niet-sluiten per sluitvraag.

Een nadere uitwerking van de omgang met niet-gemodelleerde en niet-genormeerde faalmechanismen, zoals het niet-openen, is opgenomen in paragraaf 3.2.

Wisselwerking tussen voorliggende kering en HB-modellen

Het is van belang te onderkennen dat de focus van de beoordeling en evaluatie ligt op de betrouwbaarheid en beschikbaarheid van de kering, terwijl de integrale waterveiligheid – waarin het hydraulische belastingen model een cruciale rol speelt – soms minder expliciet wordt meegewogen. Een verbetering in de kwaliteit en representativiteit van de HB-modellen kan daardoor leiden tot aanpassing van de eisen aan de keringen: deze kunnen zowel minder streng als juist strenger worden, afhankelijk van de uitkomsten.

Deze wisselwerking tussen de betrouwbaarheid van de kering en de kwaliteit van het hydraulische model benadrukt het belang van heldere en consistente uitgangspunten, en van het kritisch toetsen of de modellen een representatieve weergave van de werkelijkheid bieden, of dat vereenvoudigingen acceptabel en uitlegbaar zijn.

3 Beantwoording onderzoeksvragen

In dit hoofdstuk worden de onderzoeksvragen behandeld die voortkomen uit de aandachtspunten bij de normen van de voorliggende keringen [1]. De aandachtspunten worden toegelicht en er worden aanbevelingen gedaan hoe hiermee om te gaan.

3.1. Een maat voor de substantiële waterstandsverhoging

2. *Welke maat wordt gehanteerd voor een substantiële waterstandsverhoging door het falen van een voorliggende kering?*

Hoe een substantiële verhoging van de waterstand moet worden geïnterpreteerd, hangt nauw samen met de getalswaarden van de faalkansnormen. Bij de afleiding van deze normen zijn namelijk aannames gedaan over de kans op overstroming bij verlies van waterkerend vermogen van de voorliggende kering. Dit is de voorwaardelijke kans $P(F_a|F_b)$ in Vergelijking (1). Bij een soepelere definitie van falen hoort een soepelere norm, en omgekeerd.

In de onderbouwing van de normen is uitgegaan van een voorwaardelijke overstromingskans bij het optreden van een watervoerende bres in een voorliggende kering, wat kan suggereren dat verhoging van de waterstand niet per se hoeft te worden meegenomen in de beoordeling. Dit wijkt af van de formulering in de Omgevingsregeling, waarin ook wordt verwezen naar een 'substantiële verhoging van de hydraulische belasting'.

Toch is bij het inschatten van $P(F_a|F_b)$ enigszins behoudend aangenomen dat een bres leidt tot een aanzienlijke instroom van water. Deze instroom zou een merkbaar effect hebben op de voorwaardelijke overstromingskans van de achterliggende dijktrajecten. Met andere woorden: de gehanteerde waarden van $P(F_a|F_b)$ en daarmee ook de resulterende faalkansnormen, sluiten feitelijk beter aan bij de gebeurtenis 'verlies van waterkerend vermogen met een merkbare invloed op de (voorwaardelijke) overstromingskansen in het achterland'.

Met andere woorden: als de kans klein is dat er bij verlies van waterkerend vermogen sprake is van een merkbare invloed op de (voorwaardelijke) overstromingskansen in het achterland, dan zijn de getalswaarden van de faalkansnormen onnodig streng, of is -equivalent- de faaldefinitie 'watervoerende bres = falen' onnodig streng.

Voor dit soort situaties zijn in de beoordeling van de voorliggende keringen verschillende pragmatische oplossingen bedacht. Deze bestaat er steeds uit dat een 'substantiële verhoging van de hydraulische belasting' na het verlies van waterkerend vermogen nader is geduid.

Gebruik van komberging vermogen?

Voor geen enkele voorliggende kering is de komberging eenduidig te bepalen. Komberging is de hoeveelheid water die geborgen kan worden voordat overstroming optreedt. Dit hangt volledig af van de sterkte en hoogte van de achterliggende keringen. En omdat hun sterktes onzeker zijn, is 'de' komberging ook een stochastische variabele en geen heldere, enkele kritieke waarde. Daarnaast moeten weerstand in het watersysteem, scheefstand en opwaaiing ook meegenomen worden in de berekening van kombergend vermogen.

Er worden in deze paragraaf vier varianten besproken, welke gaan van eenvoudig naar geavanceerd. Deze zijn ook toegepast in de LBO-1 beoordelingen.

1: Waterstandsverhoging: 5% van de grootste decimeringshoogte

Deze eenvoudige methode biedt geen maat voor een substantiële verhoging, maar bepaalt een peilstijging waarbij, als men daaronder blijft, de verhoging als verwaarloosbaar kan worden beschouwd en nagenoeg niet tot verandering van de werklijnen zal lijden. Programma Rijkskeringen heeft deze werkwijze vaak gehanteerd. [8]

Een peilstijging is verwaarloosbaar wanneer deze gelijk is aan 5% van de grootste decimeringshoogte⁶ in het kombergend gebied met een minimum van 1 cm.

1 cm is gehanteerd, omdat dit de ondergrens is in de Riskeer-software.

Tegelijkertijd is de onzekerheid in de waterstandsberekeningen voor de HB-databases eerder in de orde 10 cm. In dat bereik zal het minimum ergens liggen.

2: Waterstandsverhoging relateren aan HBN

Een grove inschatting van de toelaatbare waterstandsverhoging (peilstijging) kan worden gemaakt door deze te relateren aan de hydraulische belasting die achterliggende dijktrajecten nog net aankunnen, gegeven hun wettelijke normering. Deze inschatting is gebaseerd op het zogeheten Hydraulisch Belasting Niveau (HBN): de minimaal benodigde kruinhoogte waarbij water en golven veilig gekeerd kunnen worden. Ze kunnen voor elk dijktraject worden afgeleid bij hun eigen normfrequentie. Deze HBN's vertegenwoordigen geen vaste grens waarboven een dijk direct faalt, maar markeren een belastingniveau waarbij de toegestane faalkans volgens de norm wordt bereikt.

Deze werkwijze is toegepast bij de beoordeling van de Ramspolkering, zoals beschreven in paragraaf 3.2 van het beoordelingsrapport. Daarbij is de maximaal toelaatbare peilstijging bepaald op basis van het HBN van de achterliggende dijktrajecten. Dit resulteerde in een toelaatbare peilstijging van 65 cm. Deze waarde is reeds gecorrigeerd voor scheefstand door wind, rivierafvoer van de Vecht en aanvoer vanuit het regionale systeem Meppelerdiep en Sallandse Weteringen. [9]

Op de gehanteerde werkwijze zijn enkele aandachtspunten te benoemen die nadere toelichting verdienen. Er bestaat bij deze aanpak het risico op misinterpretatie van gehanteerde termen en uitgangspunten.

- Gebruik van termen HBN en WBN

Aanbevolen wordt om duidelijk onderscheid te maken tussen HBN (de belasting die optreedt bij een gegeven situatie of scenario, veelal gebruikt als invoer voor modellen of faalkansanalyses) en WBN (de waterstand bij een gegeven normfrequentie). Het is wenselijk expliciet te vermelden op welke grondslag de kritieke waterstand is gebaseerd, zodat helder is of sprake is van een HBN, een WBN, of een andere benadering.

⁶ De decimeringshoogte is het gemiddelde van het absolute verschil in hoogte tussen de waterstand bij de norm en waterstanden met een overschrijdingsfrequentie die 10 keer hoger en lager is dan de normfrequentie.

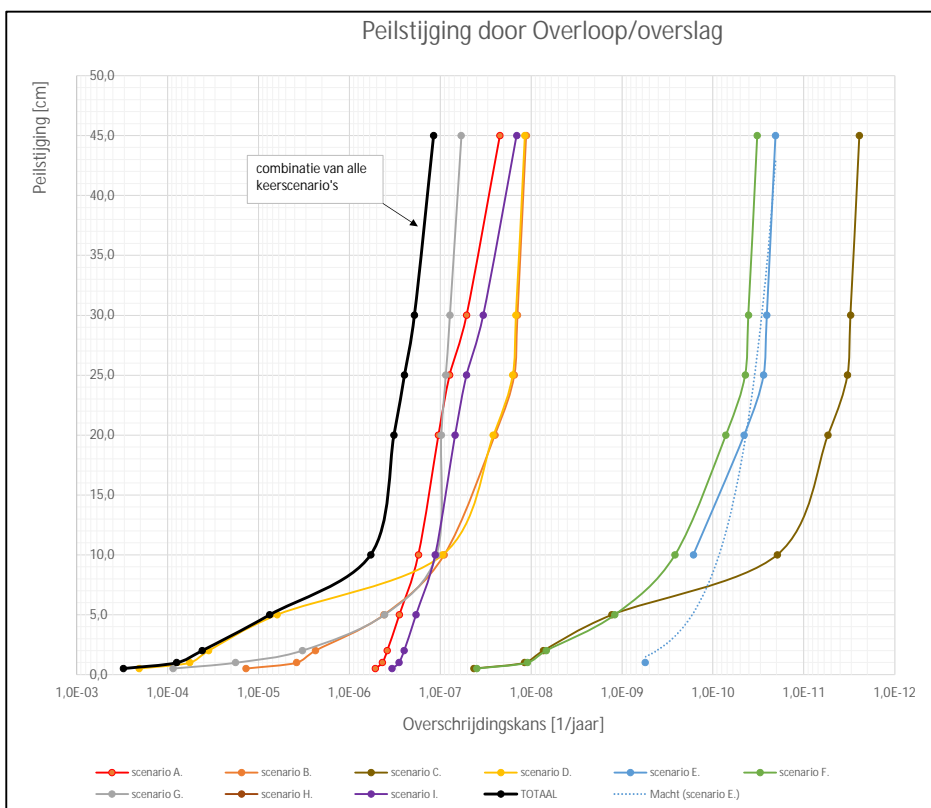
- *Relatie tussen terugkeertijd van belasting en faalkans*

Bij deze benadering is zorgvuldigheid nodig in de interpretatie van begrippen als HBN, faalkans en normering. Met name is het belangrijk te onderkennen dat de kritieke waterstand niet absoluut is, maar afhangt van het toegestane risico en de onzekerheden in de beoordeling. Er wordt dan ook aanbevolen om in de werkwijze explicieter te maken op basis van welke aannames de relatie tussen buitenwaterstanden en faalkansen is gelegd, en in hoeverre onzekerheid in de sterkte en het instromend volume daarbij is meegenomen. Daarbij zou in een figuur van de kansverdeling van instroom (zoals Figuur 28 in het beoordelingsrapport) een bandbreedte of onzekerheidsmarge kunnen worden toegevoegd.

3: Overschrijdingskanslijn voor de peilstijging

Gevoelsmatig lijkt een grotere peilstijging dan enkele centimeters toelaatbaar, zonder significant effect op de overstromingskans van de achterliggende trajecten. Om meer inzicht te krijgen in de prestatie van de voorliggende kering in termen van het 'voorkomen van grotere toelaatbare waterstandsstijgingen' kan een overschrijdingskanslijn voor de peilstijging worden bepaald. Deze aanpak staat uitgebreid beschreven in hoofdstuk 7 van de Hollandsche IJsselkering (HIJK)-beoordeling. [5]

Ter illustratie is de overschrijdingskanslijn in Figuur 5 weergegeven.



Figuur 5 Overschrijdingskanslijn peilstijging Hollandsche IJssel (Figuur 26 in [5]).

Totstandkoming van deze overschrijdingsfrequentielijn: van ieder keerscenario is overschrijdingskanslijn weergegeven in de bovenstaande figuur, welke vervolgens zijn gecombineerd tot de totale lijn. Omdat de scenario's elkaar uitsluiten, zijn de

individuele lijnen op te tellen. De lijnen zijn volledig gebaseerd op overloop en/of overslag (falen zónder bezwijken).

Als ondergrenswaarde voor de substantiële waterstandstijging ten gevolge van instroming via de voorliggende kering wordt 1 cm gehanteerd (minimale waarde van variant 1). De bovengrenswaarde wordt bepaald door:

1. Bezwijken van keringonderdelen⁷, met de aanname dat dan een watervoerende bres ontstaat, of
2. Bereiken van de waterstand die aansluit bij een belastingniveau passend bij de normen van de dijktrajecten in het achterliggende systeem. Dit is in feite variant 2. Rekening houdend met instroom elders, zoals waterbezwaar door waterschappen.

Het resultaat van deze aanpak bij de HIJK was een toelaatbare waterstandsstijging door instroming over de HIJK tussen ca. 10 à 20 cm en zou een goede maat voor de substantiële waterstandsverhoging kunnen zijn bij traject 210.

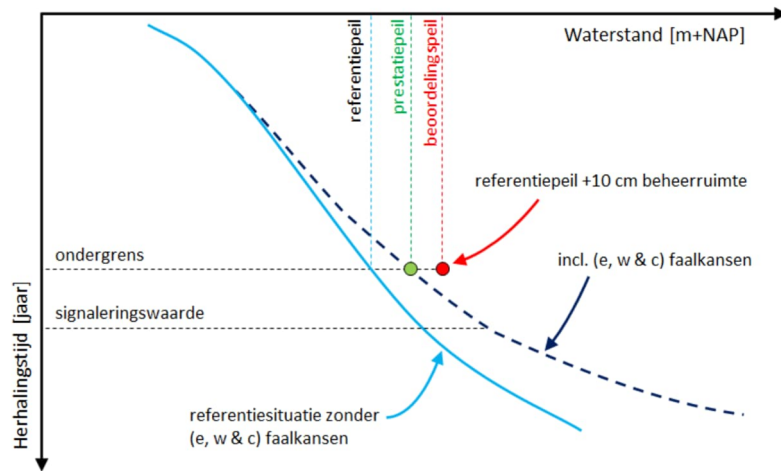
4: Peilenmodel

Het is niet altijd eenvoudig om aan te geven welk instromend volume water redelijkerwijs als 'niet substantieel' kan worden beschouwd. Bovendien is het ook niet altijd mogelijk om de kans op niet sluiten uit te drukken in een enkel getal, omdat de kering meerdere schuiven heeft, waarbij de consequenties van niet-sluiten sterk afhankelijk zijn van het aantal onterecht openstaande schuiven. De gevolgen van het falen worden niet alleen bepaald door de hoeveelheid schuiven die niet sluiten, maar tevens door de positie van deze schuiven ten opzichte van elkaar en de positie van deze schuiven binnen de kering. Het betreft een technisch complex vraagstuk.

Een prestatiepeilenmodel is een methode waarin deze punten wel kunnen worden beschouwd. De Oosterscheldekering werkt met een prestatiepeilenmodel en in 2024 is dit ook geïntroduceerd voor de Haringvlietdam. Een uitgebreide beschrijving van het model wordt o.a. gedaan in een achtergrondrapport bij de beoordeling. [6] Het voordeel van een peilenmodel is dat is vast te stellen wat het effect is van het presteren van de voorliggende keringen op verschillende locaties in het achterliggende watersysteem.

Peilen bij een perfect werkende kering (referentiepeilen) worden vergeleken met peilen als gevolg van de actuele prestatie (prestatiepeilen), zie Figuur 6. In afspraken met waterbeheerders in het watersysteem is een toename van maximaal 10 cm van de referentiepeilen toegestaan (beoordelingspeil = referentiepeil + 10 cm beheerruimte). Dit wordt hier dan aangehouden als substantiële waterstandstijging.

⁷ Bij een te groot overslag/overloopvolume zal de kering bezwijken onder de kracht van het water. Dit maximale volume [m^3/s] kan worden omgerekend naar een peilstijging [m/s] op het achterliggende watersysteem met een gegeven oppervlakte [m^2].



Figuur 6 Definitie van prestatiepeilen en beoordelingspeilen aan de hand van overschrijdingsfrequentielijnen van de waterstand op een locatie op het bekken. (Figuur 2-2 in [14])

3.1.1. Significante verhoging van grof naar fijn

Het lijkt niet mogelijk om één maat vast te stellen voor heel Nederland die zowel eenvoudig als nauwkeurig is. Dit komt doordat watersystemen te veel van elkaar verschillen. Voor veel keringen blijkt de eenvoudige benadering via het 5%-criterium voldoende en kan worden aangetoond dat het presteren de werklijnen nauwelijks beïnvloed. Voor keringen waar dit onvoldoende is, kan worden overgegaan op de verfijndere methodes, waarbij een peilenmodel het beste inzicht geeft in het presteren van de voorliggende kering en het effect op het achterliggende watersysteem.

Het is aan te bevelen om bij het bepalen van een significante verhoging een stapsgewijze benadering van grof naar fijn te hanteren. De varianten beschreven in paragraaf 3.118 sluiten aan bij deze werkwijze:

1. Startpunt: beoordeel eerst of er sprake is van een relevante kans op bresvorming.
2. Als dat niet uitkomt: onderzoek of sprake is van een overschrijding van een verwaarloosbare waterstandstijging, bijvoorbeeld 1 cm of 10% van de decimeringshoogte. Variant 1.
3. Indien dit geen uitsluitel biedt: schat op basis van de veronderstelde conditionele overstromingskansen (zoals gebruikt bij de normering) een bijpassende waterstandstijging. Variant 2 of 3.
4. Als ook dat niet uitkomt: stel een prestatiepeilenmodel op en analyseer daarmee het effect op de waterstanden in het achterliggende systeem. Variant 4.

Voordat de stap naar een volledig prestatiepeilenmodel wordt gezet (variant 4), is het raadzaam eerst de tussenstap (variant 2 of 3) te zetten, vergelijkbaar met de analyse die is uitgevoerd bij de Ramspolkering en de Hollandsche IJsselkering. Daarbij moet worden bekeken hoeveel water kan worden geborgen zonder dat de aannamen achter de getalswaarde van de faalkansnorm worden geschonden. Deze stap lijkt eenvoudiger dan hij in werkelijkheid is. Een zorgvuldige uitwerking is

noodzakelijk, en vraagt om dezelfde expertise als nodig is bij het opstellen van een prestatiepeilenmodel.

Samengevat: stap 1 en 2 (de grovere aanpak) vereisen geen specialistische kennis van probabilistiek of watersystemen. Stap 3 en 4 (de fijnere aanpak) daarentegen wél, vanwege de benodigde interpretatie van normeringsgrondslagen en werking van het watersysteem.

3.2. Wettelijke en beleidsmatige borging van niet-gemodelleerde faalwijzen: Kans op niet-openen

3. *Hoe wordt de kans op niet-openen van voorliggende keringen beoordeeld, en is er behoefte aan wettelijke verankering of richtlijnen hiervoor?*

Voorliggende keringen dienen om de dreiging van de zee en de grote rivieren buiten te houden. Hiervoor is het belangrijk dat ze constructief voldoende sterk zijn en dat ze gesloten zijn op het moment van een hoog water. Voor sommige voorliggende keringen is daarnaast het op tijd (weer) openen ook van belang, indien hij niet opent kunnen de waterstanden in het watersysteem achter de kering ook oplopen door (rivier)aanvoer vanuit het achterland. Dit geldt bijvoorbeeld voor de Haringvlietsluizen, de Hellegatsdam met het Volkeraksluizencomplex en de Maeslantkering.

Het aandachtspunt is dat de kans op niet-openen niet wettelijk is vastgelegd en daardoor niet mee wordt genomen in de veiligheidsbeoordeling, terwijl het de overstromingskans in het achterliggend gebied kan beïnvloeden.

Wanneer een faalmechanisme is meegenomen in de HB-modellering (hydraulische belastingmodellen), wordt impliciet aangenomen dat de voorliggende kering conform dit uitgangspunt presteert. Het is dan essentieel dat in de beoordeling van de voorliggende kering wordt aangetoond dat deze prestatie ook daadwerkelijk wordt gerealiseerd. Met andere woorden: komt het gehanteerde uitgangspunt in de modellering overeen met de werkelijke betrouwbaarheid van de kering?

Voor faalmechanismen die niet wettelijk zijn vastgelegd en/of zijn opgenomen in de HB-modellering, moet worden onderbouwd dat hun effect op de hydraulische belasting in het achterland verwaarloosbaar is. Het is verstandig dit ook te laten gelden voor het mechanisme niet-openen van een kering. Dit mechanisme is geen expliciet uitgangspunt in de modellering⁸ en is ook niet wettelijk geborgd. De vraag is dan: is het effect werkelijk zo klein dat het terecht buiten beschouwing is gelaten, of leidt het mogelijk tot een substantiële verandering in de werklijn?

Of je een faalmechanisme (zoals *niet-openen*) meeneemt in de hydraulische belastingmodellering of de prestatie van de voorliggende kering zodanig borgt dat het effect verwaarloosbaar is, hangt af van:

- De omvang van het effect op de hydraulische belasting in het achterland.
- De mate waarin de prestatie van de voorliggende kering betrouwbaar is te borgen.
- De afweging of complexiteit die wordt toegevoegd aan het model opweegt tegen het beoogde effect (inzicht in de veranderingen van waterstanden).

⁸ Impliciet is de aanname in de HB dan dat het altijd zal openen, en het falen verwaarloosbaar is.

Rijkswaterstaat heeft als beheerder van de voorliggende keringen belang bij duidelijke prestatie-eisen die meetbaar en handhaafbaar zijn. Ze wil impliciete verantwoordelijkheden voorkomen doordat in HB-modellering mogelijk veronderstellingen worden gedaan over prestaties waar geen eis tegenover staat. Daarom is het bij voorkeur wenselijk om prestatie-eisen expliciet vast te leggen, zodat duidelijk is waar Rijkswaterstaat als beheerder op moet toetsen. Het ministerie heeft hierover met Rijkswaterstaat geen specifieke richtlijnen of prestatieafspraken afgesproken, en bekend bij de onderzoekers. Bijvoorbeeld via service-level agreements (SLA) met PrestatieIndicatoreN (PIN) of het Basiskwaliteitsniveau (BKN).

Vanuit het perspectief van DGWB als eigenaar van HB-databases, is er belang bij:

- Consistente uitgangspunten in de hydraulische belastingmodellen, passend bij de eisen aan de voorliggende keringen en het presteren ten opzichte van deze eisen.
- Beperkte complexiteit in de modellen, mits verdedigbaar
- Landelijke uniforme basis voor beoordeling, dus modelmatige verwerking van relevante effecten is wenselijk als die significant zijn.

Aandachtspunt bij het opnemen in HB-modellen: formuleer het faalmechanisme 'niet-openen' als expliciet modeluitgangspunt; leg dit vast in technische achtergronddocumentatie bij het model. Bij het afdwingen middels prestatie-eisen is het nodig om een concrete faalkansnorm voor het mechanisme te definiëren (net zoals de kans op het mislukken van een sluiting) en deze op te nemen in de lijst met te beoordelen faalmechanismen.

Toelichting – Inzicht in niet-openen

De constatering dat het mechanisme niet-openen niet wettelijk is vastgelegd en geen expliciet onderdeel vormt van de HB-modellering, betekent niet dat er géén inzicht is in dit risico. Voor met name de stormvloedkeringen (zoals de Maeslantkering) is er wél kennis beschikbaar over de prestaties bij openen. Deze informatie wordt gebruikt bij de betrokken beheerorganisaties.

Het ontbreken van wettelijke borging betekent dus niet dat het risico buiten beeld is; het betekent vooral dat het (nog) geen onderdeel is van een rapportageverplichting in de Omgevingswet. Dit neemt niet weg dat het onderwerp de aandacht heeft van Rijkswaterstaat.

De aanbeveling is om de gevoeligheid van het niet-openen verder te onderzoeken; en indien niet-openen relevant is voor waterveiligheid, er passende eisen voor te formuleren. Enerzijds door een inschatting te maken van de huidige betrouwbaarheid van het openen, maar ook het effect op de kansverdelingen van de belastingen, het stochastisch model i.c.m. stormduur. Te beginnen bij het Volkeraksluizencomplex en Haringvlietdam. Hiermee komt de informatie beschikbaar die nodig is om een keuze te maken in het oplossen van het aandachtspunt.

Als niet-openen werkelijk relevant is voor de hoogwaterveiligheid dan is het ook raadzaam om na te gaan of de reguliere normen hier dan ook passend voor zijn (mogelijk andere kosten en andere potentiële schade dan aangenomen in de normering).

3.3. Stormseizoen

4. *Moet de faaldefinitie voor het niet-sluiten van een kering gedurende het volledige jaar gelden, of uitsluitend binnen het storm- of hoogwaterseizoen?*

Het storm- of hoogwaterseizoen (globaal het winterhalfjaar) is traditioneel de periode in het jaar waarop sluitingen nodig zijn en onderhoudswerkzaamheden tot een minimum beperkt blijven. In de praktijk wordt echter steeds vaker duidelijk dat deze seizoenen onder druk staan. Enerzijds doordat klimaatverandering leidt tot hogere waterstanden en extremere weersomstandigheden buiten het klassieke stormseizoen, anderzijds doordat de noodzaak voor onderhoud toeneemt vanwege veroudering.

De wettelijke eisen aan waterveiligheid gelden immers jaarrond: de faalkansnorm is gedefinieerd als een jaarkans en de sluitbetrouwbaarheid als een kans per sluitvraag. Hoewel de hydraulische randvoorwaarden zijn afgeleid uit het winterseizoen, is uit de praktijk bekend dat ook in zomermaanden verhoogde belastingen kunnen optreden.

Daarmee is het niet langer vanzelfsprekend dat het zomerhalfjaar een 'onderhoudsvenster' zonder risico is.

Voor stormvloedkeringen met een laag sluitpeil (zoals Ramspol) die meerdere keren per jaar sluiten, is bovendien het onderscheid tussen stormseizoen en onderhoudsseizoen niet scherp te trekken. Dit vraagt om een meer flexibele en risicogestuurde benadering.

Rijkswaterstaat past een probabilistische en risicogestuurde aanpak toe voor het plannen van beheer en onderhoud van de stormvloedkeringen. Dat betekent in feite dat werkzaamheden op ieder moment van het jaar mogelijk zijn. Het winterhalfjaar is daarmee niet per definitie uitgesloten, en het zomerhalfjaar niet per definitie zonder risico.

Rijkswaterstaat werkt aan het beleidskader Jaarrond Werken, dat deze risicogestuurde benadering verder formaliseert. Daarmee wordt recht gedaan aan het belang van waterveiligheid en tegelijkertijd een werkbare uitvoeringspraktijk ondersteunt. Het doel is te komen tot een beter onderbouwde en uitvoerbare systematiek waarbij werkzaamheden jaarrond mogelijk zijn. Besluitvorming om onderhoudswerkzaamheden uit te voeren buiten het reguliere onderhoudsseizoen wordt vastgelegd middels dit kader en wordt verwerkt in het kwaliteitssysteem en in de contracten. Omdat dit kader op het moment van schrijven nog in ontwikkeling is, wordt in deze evaluatie volstaan met het benoemen van het onderwerp.

3.4. Prestatiepeilenmodel

5. *Hoe wordt het prestatiepeilenmodel toegepast bij voorliggende keringen met meerdere keermiddelen, onder welke condities is het gebruik van een dergelijk model zinvol, en wat houdt het model in? In hoeverre zijn de bijbehorende eisen wettelijk of beleidsmatig vastgelegd?*

Bij de Oosterscheldekering en de Haringvlietluizen wordt gewerkt met een prestatiepeilenmodel. Dit wordt gedaan als er geen unieke relatie tussen de kans op niet-sluiten en de waterstandsverdelingen in het achterland, maar niet-sluiten wel een reële invloed kan hebben op de hydraulische belastingen in het achterland. Dit komt doordat zij verschillende beweegbare keermiddelen bevatten en de consequenties van het niet-sluiten van deze keermiddelen zijn verschillend. In het model worden alle configuraties van keren gecombineerd, met hun bijbehorende

kansen en consequenties. De zogenaamde prestatiepeilen mogen de referentiepeilen in het achterland maximaal met een afgesproken maat overschrijden.

3.4.1. *Oosterscheldekering*

Het eerste aandachtspunt bij de Oosterscheldekering gaat over de vraag hoe eisen uit het prestatiepeilenmodel wettelijk zijn vastgelegd.

In de Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017, artikel 6.2.3. stond vastgelegd dat de beoordeling bestond uit twee onderdelen:

- Is de faalkans in gesloten toestand kleiner dan de norm in de Waterwet, en
- Wordt voldaan aan de afspraken die zijn gemaakt over de prestatiepeilen in het achterland, die zijn gehanteerd bij het afleiden van de hydraulische belasting?

Het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) beschrijft dit niet meer. Wel wordt in bijlage [XXXIIA](#) (32A) van de Omgevingsregeling benoemd dat voor de Oosterscheldekering en de Hartelkering wordt gewerkt met prestatiepeilen. "Zolang deze voldoen aan de waarden zoals aangehouden bij de bepaling van de hydraulische belastingen in het achterliggende gebied, voldoet de waterkering aan de aanvullende omgevingswaarde."

De volledige tekst over de voorliggende keringen is opgenomen in Bijlage A.1.5.

Rijkswaterstaat geeft er invulling aan door een prestatiepeilenmodel te beheren, de technische beschrijving van het model is in documentatie [10] vastgelegd en wordt o.a. gebruikt in beoordelingsrapportages. De documentatie beschrijft ook binnen welke grenzen de prestatiepeilen moeten liggen, de "*afspraken die zijn gemaakt over de prestatiepeilen in het achterland*", zoals de oude Regeling stelde:

- Ten opzichte van het referentiepeil heeft de beheerder een beheerruimte van 10 cm als toegestane verhoging van de prestatiepeilen door elektrotechnisch, werktuigbouwkundig en constructief falen. Deze 10 cm beheerruimte werd in het WBI2017 eveneens gebruikt bij het afleiden van de hydraulische belastingen op de waterkeringen rond de Oosterschelde. In de WBI2023-database is deze benadering echter losgelaten; in plaats daarvan wordt nu uitsluitend een gemiddelde kans op niet sluiten verwerkt op de HB in de Oosterschelde.

Het tweede aandachtspunt betreft de faalkanseis die in de wet is opgenomen: 1/10.000 per jaar.

Wanneer puur wordt beredeneerd vanuit het aantonen van naleving van de Omgevingswet, is het niet per se noodzakelijk om hiervoor een specifiek getal te hanteren. De Oosterscheldekering maakt immers gebruik van het prestatiepeilenmodel, waarin alle relevante faalmechanismes zijn meegenomen, zoals constructieve sterkte, overloop/overslag en niet (volledig) sluiten van de kering. Binnen dit model wordt gecontroleerd of de hydraulische belastingen ter plaatse in de Oosterschelde niet significant afwijken.

Binnen het bredere werkveld van assetmanagement blijft het getal echter wel van belang. De beheerder gebruikt het onder andere als kwaliteitseis voor de kering zelf, of als onderbouwing voor budgettering en prioritering, bijvoorbeeld bij werkzaamheden aan de constructie. Daarnaast biedt een expliciete faalkanseis houvast bij het communiceren over het veiligheidsniveau richting bestuurders en de omgeving. Om die reden is het noodzakelijk dat de faalkanseis behouden blijft.

3.4.2. *Haringvlietsluizen*

Ook bij de Haringvlietsluizen wordt sinds enkele jaren gebruik gemaakt van een prestatiepeilenmodel. Hier is hetzelfde aan de orde als bij de Oosterscheldekering. Het is raadzaam om de toepassing van een prestatiepeilenmodel en daarbij horende prestatieafspraken in beleid te borgen.

Technisch aandachtspunt: diepgang en volledigheid peilenmodel Haringvlietsluizen

De modellering op basis van het peilenmodel verschilt van de aanpak bij de Oosterscheldekering, onder andere doordat hier een ander prestatiepeil is gekozen en met een andere modelaanpak wordt gewerkt. Daarnaast lijken niet alle relevante stochasten volledig te zijn meegenomen. Ook een belangrijk verschil met de OSK: constructief falen zit niet in het model van de Haringvlietsluizen, dus is momenteel voor de Haringvliet zeker nog de aparte faalkanseis nodig.

Rekentijd en projectbudget beperkten de mogelijkheden, waardoor het effect van niet-openen mogelijk niet representatief is gemodelleerd. Aangezien dit tot een verhoging van de waterstanden kan leiden, roept dit de vraag op of het model in zijn huidige vorm voldoende inzicht geeft in zowel het effect als de kans van niet-openen. Met andere woorden: is de diepgang van het model in de praktijk toereikend om een waterveiligheidsbeoordeling uit te voeren. Hoewel de onderzoeker dit knelpunt constateert, is de mate waarin dit daadwerkelijk doorwerkt op de resultaten nog niet volledig onderzocht. Verdere analyse lijkt nodig om hierover met zekerheid uitspraken te doen. Rijkswaterstaat streeft naar eenduidige modellering in HB en prestatiepeilen en vindt het wenselijk om daar in LBO-2-periode aandacht aan te geven.

3.4.3. *Prestatiepeilen bij andere grote wateren in Nederland*

Het gebruik van een prestatiepeilenmodel is met name zinvol in situaties waarin een kering meerdere afzonderlijk keermiddelen heeft, waarvan het (niet) functioneren onderling verschilt in kans en effect. Er is dan geen eenduidige relatie tussen de kans op niet-sluiten en de hydraulische belasting in het achterland. Het prestatiepeilenmodel maakt dit expliciet door voor alle relevante combinaties van keermiddelprestaties te bepalen wat de kans is op overschrijding van een afgesproken *prestatiepeil* (waterstand) in het achterland. Daarmee wordt het effect van falen op systeemniveau inzichtelijk gemaakt.

Er wordt aangeraden om te onderzoeken in hoeverre het zinvol is om voor de andere voorliggende keringen met een prestatiepeilenmodel te werken, met inzicht in de kosten en baten van een peilenmodel. In het bijzonder voor het IJsselmeer, Markermeer en Zwarte Water (combinatie). Deze watersystemen zijn erg gevoelig voor invloeden van de wind, waardoor belastingeffecten per dijklocatie erg kunnen verschillen.

Toelichting: voor de Houtribdijk was het 5%-criterium bij de LBO-1-beoordeling maar net toereikend. Ramspolkering onderzoekt het sluitregime met andere sluitpeilen i.v.m. ongewenste zomersluitingen met te grote impact op de operationele teams.

De Afsluitdijk spuilsuizen worden opnieuw beoordeeld doordat ze niet worden versterkt op korte termijn. Maatgevend lijkt in de huidige staat de sterkte waardoor er bij constructief falen direct sprake is van een substantiële verhoging. Wordt dit in komende jaren verholpen, dan is het bij LBO-2 wenselijk om het effect van het niet sluiten van verschillende combinaties van schuiven op het watersysteem beter inzichtelijk te hebben.

3.5. Waterveiligheidsfunctie

6. *In hoeverre vervullen specifieke keringen (de Hartelkering, Biesboschsluis, Philipsdam, Oesterdam, Zeedijk Paviljoenpolder en IJsseldam) (nog steeds) een waterveiligheidsfunctie, en wat betekent dit voor hun normering?*

Hieronder volgen voor vier keringen de aandachtspunten die gaan over hun waterkerende functie.

3.5.1. Hartelkering

Volgens de beoordelingsrapportage van de Hartelkering leidt het bezwijken van de SVK Hartelkering niet tot een substantiële verhoging van de hydraulische belastingen in het achterliggende gebied in termen van waterstanden en golven. Oftewel, kan de waterkerende functie van deze stormvloedkering komen te vervallen?

Op dit moment ontbreekt het aan voldoende inzichten om zo'n beslissing te nemen. De aanbevelingen in het beoordelingsrapport moeten nog beantwoord worden. Dit gaat bijvoorbeeld over de functie van de bodembescherming in het afdekken van een leidingstraat en bescherming tegen aanvaring door schepen. Bovendien moet ook een doorkijk gemaakt worden naar het watersysteem in een toekomstig klimaat met zeespiegelstijging. Het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden werkt onder andere aan ruimtelijke adaptatiestrategieën en de rol van de stormvloedkeringen. Tot meer inzichten bekend zijn, wordt aangeraden om het beheer van de Hartelkering voort te zetten en ook zijn waterkerende functie te handhaven.

3.5.2. Biesboschsluis

De Biesboschsluis (212), gelegen ten westen van Werkendam, vormt de verbinding tussen de Nieuwe Merwede en het Steurgat. Als gevolg van de ontpoldering van de Noordwaard is het watersysteem ingrijpend veranderd. Dit heeft effect op de werking en de nut en noodzaak van de Biesboschsluis als voorliggende waterkering. Deze vraag is aan bod gekomen in het handelingsperspectief dat is opgesteld naar aanleiding van LBO-1. In het kort gaf dat de volgende resultaten:

De Biesboschsluis heeft een waterstandsverlagend effect van ongeveer 20-30 cm op de achterliggende keringen, omdat door zijn locatie het water van de Nieuwe Merwede via de ontpolderde Noordwaard naar de achterzijde van de kering terug moet stromen. Wanneer de sluis geen waterkerende functie zou hebben, zal Waterschap Rivierenland deze extra waterhoogte langs het gehele Steurgat moeten opvangen. De oude waterkeringen in de Noordwaard ('overige waterkeringen' van WSRL) dienen eveneens hun functie te behouden anders ontstaat er kortsluiting met het Steurgat en worden de waterstanden alsnog niet gereduceerd. Daar komt bij dat de Biesboschsluis op dit moment voldoet aan de waterveiligheidsnorm en de verwachting is dat hij ook tot 2050 aan de norm zal blijven voldoen.

De beheerder heeft nog geen volledig inzicht in de effecten van het gewijzigde watersysteem op de werking van de Biesboschsluis. Het is de aanbeveling om dit (uiterlijk tijdens LBO2) inzichtelijk te maken. Een aandachtspunt is er voor Waterschap Rivierenland over het in stand houden van de regionale en overige waterkeringen in de Noordwaard, die eveneens bijdragen aan het functioneren van het lokale watersysteem.

Het advies is dan ook om het normtraject 212 te behouden als voorliggende waterkering.

3.5.3. *Philipsdam, Oesterdam en Zeedijk Paviljoenpolder*

In de aandachtspuntenlijst worden de dammen rondom het Volkerak-Zoommeer benoemd. Deltares [1] schrijft dat het niet logisch is om de waterveiligheidsfunctie van de Philipsdam, Oesterdam en Zeedijk Paviljoenpolder te laten vervallen. In de afgelopen jaren zijn wel enkele nieuwe inzichten gekomen:

Voor de Oesterdam geldt dat deze niet voldoet aan de norm en dat een versterking van de bekleding wordt voorbereid.

Het is niet aannemelijk dat bij normomstandigheden voor de Oesterdam sprake zal zijn van waterberging op het VZM. Bij veel minder extreme noordwesten storm zou dat eventueel wel kunnen. Wanneer de Oesterdam doorbreekt, zal eerst de waterberging van het VZM (onbedoeld) worden benut, voordat sprake is van een – voor de aanliggende primaire waterkeringen – kritische situatie. Gezien de afmetingen van het VZM (groot 'kombergend vermogen') zal dat vermoedelijk niet snel het geval zijn.

Het advies is om, in verband met het versterkingsproject, in samenwerking met beheerder Rijkswaterstaat de analyse te doen of de huidige normen passend zijn bij de keringen in het watersysteem. Een heroverweging van de normen en scope van het versterkingsproject is voor Rijkswaterstaat alleen zinvol wanneer dit leidt tot aanzienlijke kostenbesparing, risicoreductie of een duidelijk uitvoeringsvoordeel.

Daarnaast hebben deze drie dammen ook een belangrijke functie voor de beschikbaarheid van zoet water (Volkerak-Zoommeer) en de hoofdscheepvaartroute Rotterdam-Antwerpen. Een doorbraak van de dam zorgt voor langdurige niet-beschikbaarheid en economische schade. Voor deze aanvullende functies heeft het Ministerie geen prestatie-eisen op het objectniveau afgesproken. Zolang dergelijke prestatie-eisen niet expliciet zijn vastgelegd, wordt het wenselijk geacht om het huidige waterveiligheidsbeheer voort te zetten.

3.5.4. *Overloofunctie voorliggende kering 225*

De voorliggende kering 225 bestaat uit drie onderdelen: de stormvloedkering Ramspol, de dijk Ramspol–IJsselmuiden die voor het Kampereiland ligt en de Ganzensluis met de Ganzendam, die aansluit op de primaire waterkering van dijkkring 10 (Mastenbroek). Het trajectdeel van de dijk Ramspol–IJsselmuiden langs het Ketelmeer is ontworpen als overloopbestendig. Deze dijk is bewust lager aangelegd om bij hoogwater een gecontroleerde overloop mogelijk te maken richting het Kampereiland. Daarmee wordt beoogd de hydraulische belasting op de keringen bij Kampen (traject 11-2) te verlagen.

De overloop en tijdelijke berging zijn dus een ontwerpuitgangspunt geweest, maar geen formele eis onder de Omgevingswet. Binnen die wet is enkel de overstromingskans van het primaire systeem genormeerd, en worden functionele ontwerpconcepten zoals overloop of berging niet afzonderlijk als eis benoemd.

De spanning tussen het oorspronkelijke ontwerpprincipie (gecontroleerde overloop met berging) en de formele eisen uit de wet vraagt om verdere uitwerking. In een andere BOA-opdracht wordt hier momenteel aan gewerkt. Doel daarvan is om te

verkennen op welke wijze deze overloopbestendige dijk en de waterberging op het Kampereiland binnen het wettelijke of beleidsmatige kader kunnen worden geborgd.

3.5.5. *IJsseldam bij ingang Reevediep*

De overlaat en sluis bij de ingang van het Reevediep (hierna: IJsseldam), zijn momenteel niet genormeerd. De vraag is of dit wel zou moeten, gezien hun rol in ons waterveiligheidssysteem. Het object is namelijk niet primair bedoeld om water te keren, maar om water te reguleren en dat maakt de beoordeling van beschikbare afvoercapaciteit minstens zo relevant als de beoordeling van sterkte van waterkeringen.

Dit is een voorbeeld van een breder vraagstuk binnen het landelijke hoofdwatersysteem: Rijkswaterstaat beheert een groot aantal waterregulerende objecten, variërend van klein tot groot. Voorbeelden zijn kades, strekdammen en leidammen, maar ook grotere waterregulerende objecten zoals de stuwen in de Maas en de Nederrijn-Lek, de regelwerken bij belangrijke splitsingspunten (zoals de Pannerdense Kop), en inlaten zoals bij Lent en Wapenveld. Deze objecten spelen een cruciale rol in het reguleren van waterafvoer bij hoogwater en beïnvloeden daarmee de waterveiligheid.

Rijkswaterstaat heeft de plicht om deze objecten in goede staat te houden. Daarbij is het van belang om niet alleen de structurele integriteit, maar ook de functionele bijdrage aan de waterafvoer in beeld te hebben.

Het wordt aanbevolen om het functioneren en de impact van deze objecten op de waterafvoer en daarmee op de waterveiligheid beter in beeld te brengen.

- De meest kritieke waterregulerende objecten systematisch te identificeren en hun prestaties periodiek te monitoren, zowel technisch als functioneel. En dit wordt ook al gedaan, als voorbeeld regio ON dat hiervoor gerichte inspecties uitvoert.
- Beleidsmatig verder uit te werken hoe de prestaties en risico's van deze objecten expliciet worden geborgd, inclusief de wijze waarop hun functioneren bij andere functies dan het keren van hoog water wordt getoetst.

Net als bij de overloopbestendige dijk in traject Ramspol–IJsselmuiden (traject 225) en de dammen rondom het Volkerak-Zoommeer vraagt dit om verdere beleidsmatige uitwerking: hoe wordt geborgd dat de prestatie van zulke objecten inzichtelijk is en blijft, en hoe wordt hun functioneren op andere functies dan hoog water keren periodiek getoetst en meegenomen in beheer- en onderhoudsbeslissingen?

- Actief toe te zien op lopende initiatieven, zoals het Assetmanagement 2.0-programma en de netwerkschakelplannen, om er zeker van te zijn dat in de integrale benadering van beheer en onderhoud er voldoende aandacht wordt besteed aan de waterregulerende objecten, en zonnodig aanvullende maatregelen te initiëren.

Rijkswaterstaat heeft verschillende initiatieven die beogen om deze kritieke objecten beter in beeld te krijgen. Zo is Rijkswaterstaat dit jaar een evaluatie gestart welke van de kritieke beweegbare objecten onder een aangepast waterveiligheidsregime

zouden moeten vallen, mede op basis van hun invloed op de waterveiligheid (GPO ICO).

Binnen het Assetmanagement 2.0-programma wordt gewerkt aan een meer integrale benadering van beheer en onderhoud, waarbij ook de functie van objecten binnen het watersysteem wordt meegewogen. Een concrete invulling daarvan zijn de netwerkschakelplannen waarvoor analyses uitgevoerd zullen worden naar de functionele en technische prestaties van waterregulerende objecten binnen het hoofdwatersysteem.

Een derde voorbeeld is de Toets Grote Rivieren 2023, systeemtoets en objecttoets, waarin o.a. hydraulisch onderzoek naar de regelwerken Pannerden en Hondsbroeksche Pleij is uitgevoerd. Het rapport beoordeelt de toestand van het rivierbed van de Rijntakken, de Maas, delen van de Rijn-Maasmonding en het Zwarte Water, in relatie tot hun bijdrage aan de hoogwaterveiligheid.

Rijkswaterstaat wil ernaar streven om de objecttoets in de volgende beoordelingsronde verder uit te breiden en de rol van waterregulerende objecten structureel mee te nemen in de beoordeling van het systeem.

3.6. Keringlijn

7. *Wat is de status van de keringlijn bij de beoordeling, specifiek bij de sluizen van Hansweert?*

In deze paragraaf worden het aandachtspunt besproken dat te maken heeft met de ligging van de keringlijn. De vraag gaat over het feit dat de keringlijn van de sluizen van Hansweert loopt over het buitenhoofd en dat ook andere delen van het object bijdragen, namelijk de kolkwand en het binnenhoofd. Het aandachtspunt is dan ook of de keringlijn verlegd moet worden.

De keringlijn is onderdeel van de legger. De Legger Waterkeringen bestaat uit kaarten met een toelichting. Deze worden door de beheerder vastgesteld. De Omgevingswet stelt dat Rijkswaterstaat en Waterschappen verplicht zijn om "voor waterstaatswerken in zijn beheer een legger vast te stellen, waarin het werk is omschreven naar ligging, vorm, afmeting en constructie". Op de kaarten zijn ook de veiligheidszoneringsen en bijbehorende kunstwerken als gemalen en sluizen zichtbaar.

De ligging van de keringlijn wordt in de legger doorgaans bepaald op basis van het eerste keermiddel dat bij hoogwater een waterkerende functie vervult en daarmee feitelijk de afsluiting van de kering realiseert, vaak bij het buitenhoofd. In de praktijk dragen echter ook andere delen van het kunstwerk bij aan de waterkering. De ligging van de keringlijn is in die zin een juridisch-administratieve representatie van de waterkering, maar geen exacte afbakening van de functionele waterkerende werking. Voor de beoordeling is het daarom niet noodzakelijk dat de keringlijn precies samenvalt met alle onderdelen die bijdragen aan de waterkering, zolang de beoordeling deze onderdelen wel expliciet meeneemt.

Bij een wettelijke beoordeling vormt de ligging van de keringlijn dan ook geen belemmering. Bij kunstwerken met meerdere keermiddelen in serie kan het ene keermiddel wel, en het andere niet gesloten worden. Afhankelijk van de eigenschappen van de keermiddelen en de configuratie van het object kan dit ertoe leiden dat het kunstwerk in beperkte mate waterkerend blijft functioneren. Ook Hansweert is hier een voorbeeld van. In de beoordeling wordt per keertoestand nagegaan op welke wijze falen kan optreden en welke gevolgen dit heeft voor de waterkerendheid.

Om die reden wordt het niet nodig geacht om de keringlijn te verleggen. Dit geldt ook voor de Afsluitdijk na het bouwen van de nieuwe keersluizen en vergelijkbare situaties elders.

3.7. Betrouwbaarheid sluiten: Prinses Marijkesluizen

8. *Hoe wordt omgegaan met de strenge betrouwbaarheidseis voor het sluiten van de keerschuiif bij de Prinses Marijkesluizen, gegeven de beperkte faalkansruimte die is toegepast in LBO-1?*

De Prinses Marijke sluisen zijn op dit moment geen voorliggende kering, omdat de dijken rond het achterliggende Betuwepand regionaal zijn. Bovendien is het onderdeel van dijktraject 43-2. Volgens de standaard faalkansbegroting zou de faalkans van de keerschuiif Ravenswaaij slechts een zeer kleine bijdrage mogen leveren aan de totale faalkans van het dijktraject. In LBO-1 bleek het niet mogelijk om dit aan te tonen.

Op dit moment wordt door Rijkswaterstaat een alternatieve aanpak uitgewerkt om de normtrajecten in deze omgeving te herzien en bijpassende normen af te leiden. Dit kan bijvoorbeeld door de Marijkesluizen als apart normtraject te beschouwen of door de dijken van het Betuwepand een primaire status te geven, waarmee het Marijkesluizencomplex een voorliggende kering wordt. De verschillende varianten en een voorkeursrichting worden door Programma Rijkskerings i.s.m. Midden Nederland (MN) uitgewerkt. Een voorkeursoplossing wordt verwacht einde zomer 2025. Om die reden wordt het in deze rapportage niet verder besproken.

3.8. Dubbele norm bij de Houtribdijk

9. *Hoe wordt omgegaan met de dubbele norm op de Houtribdijk?*

De Houtribdijk kent een unieke situatie met een zogenoemde dubbele normering: een overstromingskans van 1/3.000 per jaar bij initieel falen vanuit het IJsselmeer en 1/300 per jaar bij initieel falen vanuit het Markermeer. Er is gekozen voor een onderscheid omdat zowel de kans op falen als de gevolgen bij een doorbraak verschillen per zijde van de dijk. Bij falen aan de IJsselmeerzijde is traject 8-2 maatgevend, terwijl bij falen aan de Markermeerzijde trajecten 6-1 en 7-2 maatgevend zijn.

In de praktijk is deze dubbele norm werkbaar gebleken. Bij veel faalmechanismen moet de gehele dijk in beschouwing worden genomen, wat aanvankelijk tijdens LBO-1 tot vragen leidde over hoe de beoordeling het best uitgevoerd kon worden. Gaandeweg is daar een robuuste en duidelijke aanpak voor gevonden: de dijk wordt feitelijk tweemaal beoordeeld, één keer per richting, met inachtneming van de bijbehorende belasting en normering.

Hoewel het aanvankelijk dus om een niet-standaardsituatie ging, is het geen aandachtspunt meer waarbij onduidelijk is wat te doen. De gekozen aanpak is werkbaar gebleken en voor de beoordeling in LBO-2 worden dan ook geen problemen voorzien.

3.9. Betrouwbaarheid sluiten: keringen langs de Hollandsche IJssel

10. Wat betekent de betrouwbaarheid van sluiten specifiek voor de Hollandsche IJsselkering en de keringen langs de Hollandsche IJssel?

Al enkele jaren geleden zijn Rijkswaterstaat en het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard een samenwerking en systeemstudie gestart om de waterveiligheid van de Hollandsche IJssel op het gewenste niveau te krijgen voor 2050, als onderdeel van het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden.

Onderdeel hiervan is een verbeterde betrouwbaarheid van sluiting van de Hollandsche IJsselkering, van 1:200 naar 1:1500 per vraag. Rijkswaterstaat is hiermee nu aan de slag en doet aanpassingen aan keringonderdelen, zoals de noodbediening en de bewegingswerken. Het is de bedoeling om richting 2050 de faalkans nog verder te verlagen naar 1:2000 [11].

Het uitgangspunt in de HB-databases wordt aangepast en de norm in de wet wordt aangepast. Hiermee is het aandachtspunt niet meer van toepassing.

Wel loopt er nog een verkenning naar het effect van (verlate) noodsluiting op de overstromingsgevolgen en daarmee op de norm van de HIJK.

Hoewel er voor de Hollandsche IJsselkering aanleiding was om de betrouwbaarheid van sluiten opnieuw te bezien, geldt dit niet automatisch voor andere voorliggende keringen. Bij deze evaluatie zijn de normen en uitgangspunten van andere keringen niet opnieuw doorgerekend, tenzij er directe aanleiding of twijfel was over de onderbouwing. Het kan echter geen kwaad om dat in een volgende evaluatieronde wel te doen.

4 Conclusie en beantwoording

Dit hoofdstuk beantwoordt in het kort de onderzoeksvragen.

1. *Wat is de huidige definitie van de faalkans van voorliggende keringen; hoe is hier invulling aan gegeven in de beoordeling en sluit dat aan bij het uitgangspunt dat hun bijdrage aan de overstromingskans van de achterliggende keringen verwaarloosbaar moet zijn?*

Voorliggende keringen beïnvloeden de hydraulische belastingen op achterliggende primaire waterkeringen en daarmee ook hun overstromingskansen. Het uitgangspunt in beleid is dat deze invloed verwaarloosbaar moet zijn. In 2017 is dit pragmatisch vertaald naar de voorwaarde: falen van een voorliggende kering mag de overstromingskans van een achterliggende kering met maximaal 10% verhogen.

Het verlies van waterkerend vermogen van een voorliggende kering onder een hoogwaterbelasting heeft een andere invloed op de hydraulische belastingen dan het niet functioneren van keermiddelen (niet-hoogwatergedreven).

De beoordeling van de voorliggende kering kan op de volgende wijze worden gedaan:

- In theorie: het berekenen van de overstromingskans van de achterliggende kering met en zonder falen van de voorliggende kering en vergelijken. In de praktijk complex omdat dit uitgebreidere hydraulische databases vereist. Dit maakt het beoordelingsresultaat voor de voorliggende kering echter afhankelijk van de toestand waarin de achterliggende kering verkeert, hetgeen onwenselijk is vanuit het oogpunt van duidelijke rollen en verantwoordelijkheden.
- Benaderingswijze 1: gebruik van hydraulische belasting (HB)-databases waarin wordt aangenomen dat voorliggende keringen nooit bezwijken. De impact van falen wordt indirect beoordeeld via zogenaamde 'werklijnen' (overschrijdingsfrequentielijnen). Als de faalkans van de voorliggende kering zo klein is dat deze de werklijn van het achterland niet substantieel beïnvloedt binnen het relevante bereik, voldoet de kering aan de eis.
- Benaderingswijze 2: beoordeling met gericht eisen voor faalmechanismen. Door de berekende faalkans te spiegelen aan de faalkansnorm.

Aanbeveling: leg de uitgangspunten van voorliggende keringen in de hydraulische belastingen databases transparant vast. In de BOI actualisatie hydraulische belastingen wordt hier de komende tijd aandacht aan besteed.

2. *Welke maat wordt gehanteerd voor een substantiële waterstandsverhoging door het falen van een voorliggende kering?*

Het is niet mogelijk om een eenduidige maat te hanteren voor een substantiële waterstandsverhoging in heel Nederland en daarom is het ook niet logisch om te streven naar één vastgelegde kwantitatieve maat in wetgeving. De lokale omstandigheden bepalen sterk de mogelijkheden die er zijn om instromend water te bergen. In de beoordeling van de voorliggende keringen verschillende pragmatische oplossingen bedacht. Deze bestaat er steeds uit dat een 'substantiële verhoging van

de hydraulische belasting' na het verlies van waterkerend vermogen nader is geduid.

Er zijn vier varianten besproken, oplopend in complexiteit:

1. Waterstandsverhoging: 5% van de grootste decimeringshoogte
Een eenvoudige drempel waarbij peilstijgingen onder 5% van de grootste decimeringshoogte (minimaal 1 cm) als verwaarloosbaar worden beschouwd. Deze methode is praktisch en wordt vaak gebruikt, maar biedt geen maat voor wat wel substantieel is.
2. Waterstandsverhoging relateren aan HBN
Op basis van de HBN bij de trajectnormen in het achterliggende systeem wordt een kritische waterstand bepaald. Voor de Ramspolkering resulteerde dit in een toegestane peilstijging van circa 65 cm, rekening houdend met wind, rivierafvoer en instroom vanuit andere compartimenten.
3. Overschrijdingskanslijn voor de peilstijging
Hierbij wordt een kanslijn opgesteld voor peilstijgingen zonder bezwijken. Een ondergrens van 1 cm wordt opnieuw gehanteerd, de bovengrens wordt bepaald door het bezwijken van keringonderdelen of het bereiken van de waterstand die aansluit bij een belastingniveau passend bij de normen van de achterliggende dijktrajecten. Bij de Hollandsche IJsselkering leverde dit een significante verhoging op van 10 en 20 cm.
4. Peilenmodel
Een geavanceerd model dat rekening houdt met lokale variaties, meerdere schuiven in de kering, en hun posities. Dit model vergelijkt 'referentiepeilen' bij perfecte werking met 'prestatiepeilen' bij de werkelijke situatie. Hierbij is bij de OSK een overschrijding van het referentiepeil van maximaal 10 cm afgesproken als maat voor een substantiële waterstandsverhoging.

Aanbeveling: gebruik bij het bepalen van een significante verhoging een stapsgewijze benadering van grof naar fijn te hanteren en maak hier tijdens de beoordeling een passende keuze in. De varianten sluiten aan bij deze werkwijze:

1. Startpunt: beoordeel eerst of er sprake is van een relevante kans op bresvorming.
 2. Als dat niet uitkomt: onderzoek of sprake is van een overschrijding van een verwaarloosbare waterstandstijging, bijvoorbeeld 1 cm of 10% van de decimeringshoogte. Variant 1.
 3. Indien dit geen uitsluitsel biedt: schat op basis van de veronderstelde conditionele overstromingskansen (zoals gebruikt bij de normering) een bijpassende waterstandstijging. Variant 2 of 3.
 4. Als ook dat niet uitkomt: stel een prestatiepeilenmodel op en analyseer daarmee het effect op de waterstanden in het achterliggende systeem. Variant 4.
3. *Hoe wordt de kans op niet-openen van voorliggende keringen beoordeeld, en is er behoefte aan wettelijke verankering of richtlijnen hiervoor?*

Voorliggende keringen moeten niet alleen sluiten bij hoog water, maar soms ook tijdig openen om water af te voeren (zoals bij Haringvlietsluizen, Hellegatsdam met het Volkeraksluizencomplex en Maeslantkering). De kans op niet-openen is echter niet wettelijk vastgelegd of expliciet meegenomen in hydraulische belastingsmodellen (HB-modellen).

Als een faalmechanisme niet is meegenomen in de modellering, moet worden aangetoond dat het effect op de waterstanden verwaarloosbaar is. Voor niet-openen is dit onduidelijk; het kan substantieel zijn en vraagt om nadere analyse. Rijkswaterstaat pleit voor expliciete en meetbare prestatie-eisen voor alle relevante faalmechanismen, inclusief niet-openen. Dit voorkomt impliciete veronderstellingen zonder wettelijke basis of expliciete opdracht. Ook vanuit DGWB is er behoefte aan transparantie en landelijke uniformiteit in de modellen.

Aanbeveling: Rijkswaterstaat heeft belang bij duidelijke prestatie-eisen die meetbaar en handhaafbaar zijn. Onderzoek daarom de gevoeligheid van het niet-openen, te beginnen bij het Volkeraksluizencomplex en de Haringvlietdam; en indien niet-openen relevant is voor waterveiligheid, formuleer er passende eisen voor.

4. *Moet de faaldefinitie voor het niet-sluiten van een kering gedurende het volledige jaar gelden, of uitsluitend binnen het storm- of hoogwaterseizoen?*

Traditioneel geldt het storm- of hoogwaterseizoen als de periode waarin keringen moeten sluiten en onderhoud minimaal is. Door klimaatverandering en toenemende onderhoudsachterstanden worden deze seizoenen echter minder duidelijk. Wettelijk geldt de faalkansnorm jaarrond, ook in zomermaanden kunnen stormen en hoge waterstanden optreden. Voor keringen die meerdere keren per jaar sluiten, zoals Ramspol, is het onderscheid tussen storm- en onderhoudsseizoen vaak niet scherp.

Rijkswaterstaat werkt aan het beleidskader Jaarrond Werken, dat deze risicogestuurde benadering verder formaliseert. Het doel is te komen tot een beter onderbouwde en uitvoerbare systematiek waarbij werkzaamheden jaarrond mogelijk zijn. Omdat dit kader op het moment van schrijven nog in ontwikkeling is, wordt de vraag niet verder onderzocht.

5. *Hoe wordt het prestatiepeilenmodel toegepast bij voorliggende keringen met meerdere keermiddelen, onder welke condities is het gebruik van een dergelijk model zinvol, en wat houdt het model in? In hoeverre zijn de bijbehorende eisen wettelijk of beleidsmatig vastgelegd?*

Bij de Oosterscheldekering en de Haringvlietluizen wordt momenteel een prestatiepeilenmodel toegepast. Daar bestaat geen eenduidige relatie tussen de kans op niet-sluiten en de waterstanden in het achterland. Dit model combineert alle relevante keerscenario's, inclusief hun faalkansen en gevolgen, en beoordeelt of de daaruit voortkomende waterstanden binnen afgesproken grenzen blijven. Daarmee biedt het model een systeembenadering waarin de prestaties van de kering als geheel worden getoetst aan waterpeilen in het achterland, in plaats van aan één specifieke faalkans.

Het gebruik van een prestatiepeilenmodel is met name zinvol wanneer:

- meerdere keermiddelen afzonderlijk kunnen falen met verschillende gevolgen;
- door windinvloeden en systeemafhankelijkheden de hydraulische belastingen sterk per locatie kunnen verschillen;
- het daarmee moeilijk is om met een enkele faalkansnorm de veiligheid adequaat te beoordelen.

Toepassing en borging in beleid en regelgeving

- Voor de Oosterscheldekering en Hartelkering staat in bijlage [XXXIIA](#) (32A) van de Omgevingsregeling benoemd dat wordt gewerkt met prestatiepeilen. Rijkswaterstaat onderhoudt het model en hanteert een beheerruimte van 10 cm overschrijding ten opzichte van referentiepeilen.
- De wettelijke faalkanseis (1/10.000 per jaar) blijft belangrijk als kwaliteitseis, ook al is het niet strikt noodzakelijk binnen de beoordelingsaanpak met het prestatiepeilenmodel.
- Voor de Haringvlietsluizen wordt een soortgelijk model gebruikt, maar met technische verschillen.

Aanbeveling: Het is raadzaam om een uniforme werkwijze te ontwikkelen voor het toepassen van prestatiepeilen, waarin helder wordt vastgelegd welke verantwoordelijkheden en beslisbevoegdheden bij de beheerder liggen, en welke aspecten wettelijk (op hoofdlijnen) en beleidsmatig (in detail) geborgd moeten worden. Dit draagt bij aan transparantie, toetsbaarheid en een werkbare verdeling tussen systeemverantwoordelijkheid (DGWB) en operationeel beheer bij Rijkswaterstaat. Rijkswaterstaat streeft naar eenduidige modellering in HB en prestatiepeilen en vindt het wenselijk om daar in LBO-2-periode aandacht aan te geven.

Aanbeveling: Er wordt aangeraden om te verkennen of het gebruik van een prestatiepeilenmodel ook zinvol is bij andere voorliggende keringen, met daarbij aandacht voor kosten en baten. In het bijzonder geldt dit voor het IJsselmeer, Markermeer en het Zwarte Water, waar door windinvloeden en systeemafhankelijkheden de hydraulische belastingen sterk per locatie kunnen verschillen.

6. *In hoeverre vervullen specifieke keringen (de Hartelkering, Biesboschsluis, Philipsdam, Oesterdam, Zeedijk Paviljoenpolder en IJsseldam) (nog steeds) een waterveiligheidsfunctie, en wat betekent dit voor hun normering?*

Deze keringen vervullen nog steeds een waterveiligheidsfunctie en hun normering dient daarom behouden te blijven. Herziening van normen is alleen zinvol bij duidelijke kostenbesparing, risicoreductie of voordelen in uitvoering van beheer en een versterkingsproject.

De Hartelkering leidt bij falen niet direct tot significante waterstandsverhogingen, maar vanwege lopende onderzoek van het Deltaprogramma wordt geadviseerd om de huidige waterkerende functie en het beheer te handhaven, mede in het licht van klimaatverandering.

De Biesboschsluis zorgt voor een waterstandsverlaging van 20-30 cm en blijft belangrijk als voorliggende kering. Omdat het gebied door ontpoldering is veranderd, blijft het essentieel dat ook de 'overige waterkeringen' in de Noordwaard behouden blijven om waterstanden goed te reguleren. De sluis voldoet nu aan de norm en wordt verwacht dit tot 2050 te blijven doen.

De beheerder heeft nog geen volledig inzicht in de effecten van het gewijzigde watersysteem op de werking van de Biesboschsluis.

Aanbeveling: om de effecten (uiterlijk tijdens LBO2) inzichtelijk te maken.

Bij de Philipsdam, Oesterdam en Zeedijk Paviljoenpolder is het niet logisch de waterveiligheidsfunctie te laten vervallen. De Oesterdam voldoet nu niet aan de norm en wordt versterkt. Een doorbraak zou eerst het bergingsgebied Volkerak-

Zoommeer benutten, wat grote gevolgen heeft, onder meer voor de zoetwatervoorziening en scheepvaart. Totdat er expliciete prestatie-eisen voor deze functies zijn, wordt geadviseerd het huidige beheer voort te zetten.

Aanbeveling: om de analyse te doen of de huidige normen passend zijn bij de keringen in het watersysteem in samenwerking met beheerder Rijkswaterstaat, in verband met het versterkingsproject van de Oesterdam.

De overloopbestendige dijk Ramspol–Ijsselmuiden is ontworpen voor gecontroleerde overloop en tijdelijke berging, wat de hydraulische belasting op achterliggende keringen verlaagt. Omdat de Omgevingswet alleen de overstromingskans van het primaire systeem normeert, is verdere beleidsuitwerking nodig om deze ontwerpfunctie wettelijk te borgen.

Aanbeveling: Momenteel wordt gewerkt aan een verkenning voor een passend beleidsmatig kader om de functie van 225 te borgen.

De Ijsseldam bij het Reevediep is niet genormeerd omdat het vooral een waterregulerend object is, met een duidelijke rol in de afvoercapaciteit. Rijkswaterstaat identificeert kritieke waterregulerende objecten en monitort hun functioneren periodiek. Er wordt gewerkt om hun prestaties en invloed op afvoer expliciet mee te nemen in beheer en beoordeling, bijvoorbeeld via het Assetmanagement 2.0-programma en de Toets op de Rivieren.

Binnen het landelijk hoofdwatersysteem speelt een breder vraagstuk rondom waterregulerende objecten, zoals dammen, stuwen en inlaten. Deze objecten zijn niet primair bedoeld om water tegen te houden, maar regelen juist de waterafvoer bij hoogwater en beïnvloeden daarmee de waterveiligheid.

Het wordt aanbevolen om het functioneren en de impact van deze objecten op de waterafvoer en daarmee op de waterveiligheid beter in beeld te brengen.

Aanbeveling:

- De meest kritieke waterregulerende objecten systematisch te identificeren en hun prestaties periodiek te monitoren, zowel technisch als functioneel.
- Beleidsmatig verder uit te werken hoe de prestaties en risico's van deze objecten expliciet worden geborgd, inclusief de wijze waarop hun functioneren bij andere functies dan het keren van hoog water wordt getoetst.
- Actief toe te zien op lopende initiatieven, zoals het Assetmanagement 2.0-programma en de netwerkschakelplannen, om er zeker van te zijn dat in de integrale benadering van beheer en onderhoud er voldoende aandacht wordt besteed aan de waterregulerende objecten, en zonnodig aanvullende maatregelen te initiëren.

7. *Wat is de status van de keringlijn bij de beoordeling, specifiek bij de sluizen van Hansweert?*

De keringlijn wordt in de legger doorgaans gelegd op het eerste keermiddel dat bij hoogwater daadwerkelijk het water tegenhoudt. Bij de sluizen van Hansweert ligt de keringlijn daarom op het buitenhoofd, hoewel ook andere onderdelen zoals de kolkwand en het binnenhoofd bijdragen aan de waterkering. Voor de beoordeling is de precieze ligging van de keringlijn echter niet bepalend. Deze richt zich op het functioneren van het volledige kunstwerk per keertoestand, inclusief mogelijke faalwijzen en gevolgen. Er is daarom geen aanleiding om de keringlijn te verleggen bij Hansweert. Dit standpunt geldt ook voor vergelijkbare situaties.

8. *Hoe wordt omgegaan met de strenge betrouwbaarheidseis voor het sluiten van de keerschuiф bij de Prinses Marijkesluizen, gegeven de beperkte faalkansruimte die is toegepast in LBO-1?*

De Prinses Marijkesluizen zijn niet aangemerkt als voorliggende kering en maken deel uit van dijktraject 43-2. In LBO-1 bleek de betrouwbaarheid van de sluiting van de keerschuiф niet voldoende, mede vanwege de strenge eis aan dit faalmechanisme. Rijkswaterstaat werkt daarom aan een nieuwe indeling van de normtrajecten, bijvoorbeeld door de sluizen als apart traject te beschouwen of de omliggende dijken een primaire status te geven, waarmee het Marijkesluizencomplex formeel een voorliggende kering wordt. Een voorkeursoplossing van Rijkswaterstaat wordt in 2025 verwacht, daarom wordt dit nu niet verder besproken.

9. *Hoe wordt omgegaan met de dubbele norm op de Houtribdijk?*

De Houtribdijk kent een unieke situatie met een dubbele normering. Hoewel deze dubbele norm aanvankelijk tijdens LBO-1 vragen oproep over de beoordelingsaanpak, is gaandeweg een werkwijze ontwikkeld. In de praktijk betekent dit dat de dijk tweemaal wordt beoordeeld, één keer per richting, elk met de bijbehorende belastingen en norm. Voor de beoordeling in LBO-2 worden daarom geen knelpunten meer voorzien.

10. *Wat betekent de betrouwbaarheid van sluiten specifiek voor de Hollandsche IJsselkering en de keringen langs de Hollandsche IJssel?*

De betrouwbaarheid van de Hollandsche IJsselkering is van groot belang voor de waterveiligheid langs de Hollandsche IJssel. De kans op niet-sluiten wordt verhoogd van 1:200 naar 1:1500 per vraag, en op termijn naar 1:2000. Daarmee wordt het oorspronkelijke knelpunt opgelost. Er loopt nog een verkenning om het effect van (verlate) noodsluiting op de overstromingsgevolgen en daarmee op de norm uit te werken.

Hoewel de betrouwbaarheid van sluiten bij de Hollandsche IJsselkering is herzien, is dit niet standaard voor alle voorliggende keringen gedaan.

Aanbeveling: bij een volgende evaluatie de normen en uitgangspunten van voorliggende keringen onderzoeken. Dit sluit aan bij de aanbevelingen bij vraag 1 en 3.

Afsluiting

In dit hoofdstuk zijn de tien onderzoeksvragen beantwoord, waarbij inzichten zijn gegeven over de definitie en beoordeling van de voorliggende keringen. Ook de status van specifieke keringen en de juridische kaders zijn besproken. Deze bevindingen benadrukken het belang van een heldere aanpak om waterveiligheid te borgen en laten tegelijkertijd zien dat er geen eenvoudige oplossingen zijn.

De suggestie wordt gedaan om de aanbevelingen en openstaande aandachtspunten verder uit te laten werken in het Programma Rijkskeringen en Programmabureau 6 stormvloedkeringen, zodat prioritering en verdere besluitvorming gestructureerd plaatsvinden.

5 Referenties

- [1] Deltares, „Aandachtspuntenlijst normering voorliggende keringen,” <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2025/01/15/bijlage-1-notitie-aandachtspuntenlijst-normering-voorliggende-keringen>, 03-2023.
- [2] Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, „Kamerbrief over resultaten evaluatie Waterwet, subsidieregeling HWBP en herijking HWBP,” <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2025/01/15/resultaten-evaluatie-waterwet-subsidieregeling-hwbp-en-herijking-hwbp>, 2025.
- [3] Ministerie van Infrastructuur en Milieu, „Factsheets normering primaire waterkeringen,” 2016.
- [4] Ministerie van Infrastructuur en Milieu, „De normering van primaire waterkeringen van de (voormalige) categorie b,” 2015.
- [5] Rijkswaterstaat, „Beoordeling Hollandsche IJsselkering Dijktraject 210,” 2022.
- [6] Rijkswaterstaat, „Wettelijke beoordeling traject 218, Oosterscheldekering - Achtergrondrapport 11: Berekeningen met het Prestatiepeilenmodel,” 2022.
- [7] Rijkswaterstaat, „Wettelijke beoordeling Europoortkering I Dijktraject 208,” 2022.
- [8] Programma Rijkskerkingen Rijkswaterstaat, „Faaldefinitie voorliggende keringen,” 2021.
- [9] Rijkswaterstaat, „WETTELIJKE BEOORDELING DIJKTRAJECT 225 - RAMSPOLKERING,” 2022.
- [10] Rijkswaterstaat Zee en Delta, „Prestatiepeilenmodel Oosterscheldekering,” 11-2023.
- [11] Rijkswaterstaat, „Nieuwsbericht - Samenwerking verbetert waterveiligheid in gebied rond de Hollandsche IJssel,” 05 06 2023. [Online]. Available: <https://www.rijkswaterstaat.nl/nieuws/archief/2023/06/samenwerking-verbetert-waterveiligheid-in-gebied-rond-de-hollandsche-ijssel>.
- [12] Informatiepunt Leefomgeving, „Inhoud van de Omgevingswet in het kort,” [Online]. Available: <https://iplo.nl/regelgeving/omgevingswet/introductie/omgevingswet-kort/>. [Geopend 3 10 2024].
- [13] Rijkswaterstaat, „BOI Handleiding Overstromingskansanalyse Kunstwerken,” 2023.
- [14] Rijkswaterstaat, „Prestatiepeilenmodel Oosterscheldekering - Technische documentatie van Prespeil2017 en Prespeil-OSK,” 03-10-2023.

Bijlage A Omgevingswet

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van de Omgevingswet en behandelt de passages die betrekking hebben op waterkeringen, met in het bijzonder de voorliggende keringen.

Voorliggende keringen staan benoemd in het Besluit kwaliteit leefomgeving. De actuele tekst van het Bkl is te vinden op wetten.overheid.nl.

Afdeling 2.1 bevat de omgevingswaarden van het Rijk voor het waarborgen van de veiligheid van primaire waterkeringen en andere in het beheer bij het Rijk. In *Bijlage II, onderdeel A* van het Bkl, staan alle primaire waterkeringen en dijktrajecten op kaart weergegeven. De aanduiding op kaarten heeft als doel duidelijk te maken welke keringen primair zijn, waar deze keringen liggen en hoe zij ingedeeld zijn in dijktrajecten. *Onderdeel B van Bijlage II* geeft vervolgens per dijktraject de omgevingswaarde weer.

De beoordeling van de dijktrajecten, bedoeld in bijlage II, onder A, bij het Bkl vindt plaats volgens *bijlage XXXIIA (32A) van de Omgevingsregeling*. Deze bijlage beschrijft de te volgen procedure in de beoordeling van een dijktraject en bevat de eisen die worden gesteld aan de rapportage.

De monitoring van de omgevingswaarden voor de veiligheid van primaire waterkeringen en de andere parameters voor signalering over de veiligheid van primaire waterkeringen vindt plaats volgens *bijlage XXXIIB (32B)* bij deze regeling. Deze bijlage beschrijft de randvoorwaarden voor het bepalen van de overstromings- of faalkans van een dijktraject.

A.1 Inhoud van de Omgevingswet in het kort Gebaseerd op informatie van het Informatiepunt Leefomgeving. [12]

De Omgevingswet bevat de kaders van het recht voor de fysieke leefomgeving. In vier algemene maatregelen van bestuur en een ministeriële regeling werkt de wetgever de Omgevingswet uit.

A.1.1 *Omgevingswet* De Omgevingswet regelt het recht voor de fysieke leefomgeving. Denk bijvoorbeeld aan bouwen, ruimtelijke ordening, natuur, water en milieu. Lees meer op [Inhoud Omgevingswet](#).

A.1.2 *Omgevingsbesluit* Het Omgevingsbesluit bevat procedures en alles wat daarbij hoort. Bijvoorbeeld: wie bevoegd gezag is voor een omgevingsvergunning, welke procedure van toepassing is en hoe milieueffectrapportage plaatsvindt. Lees meer op [Inhoud Omgevingsbesluit](#).

A.1.3 *Besluit kwaliteit leefomgeving* In het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) staan rijksregels voor de overheid. Er staat onder andere in wat er in omgevingsplannen, omgevingsverordeningen en waterschapsverordeningen moet staan. Ook omgevingswaarden van het Rijk staan in het Bkl. Verder geeft het Bkl regels voor het toetsen en verbinden van voorschriften aan een omgevingsvergunning. En regels over monitoring en gegevensverzameling. Lees meer op [Inhoud Besluit kwaliteit leefomgeving](#).

A.1.4 *Omgevingsregeling*

In de Omgevingsregeling heeft het Rijk alle technische details van de andere regelgeving uitgewerkt. Denk aan aanvraagvereisten voor omgevingsvergunningen en rekenregels voor geluid, of het beoordelingsproces van primaire waterkeringen. Lees meer op [Inhoud Omgevingsregeling](#)

Daarnaast bevat het wetstelsel nog het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal), het Besluit bouwerken leefomgeving (Bbl). Deze zijn voor deze studie niet relevant.

A.1.5 *Bijlage XXXIIB (32B)*

Tekst over voorliggende keringen overgenomen uit *bijlage XXXIIB (32B)*:

3.9 Voorliggende waterkeringen

Voorliggende waterkeringen zijn waterkeringen die een rivier- of zeearm altijd of onder speciale omstandigheden afsluiten en daarmee de kansen op extreme belastingen op achterliggende waterkeringen reduceren.

Verlies van waterkerend vermogen leidt bij voorliggende waterkeringen niet altijd tot een overstroming van het achterland, maar zorgt ervoor dat de overstromingskans van achterliggende primaire waterkeringen zodanig wordt verhoogd dat voor de beheersing van overstromingsrisico's aanvullende maatregelen nodig zijn.

Stormvloedkeringen en keersluizen zijn voorliggende waterkeringen die onder normale omstandigheden open zijn en alleen in extreme omstandigheden worden gesloten. Wanneer, bij welke waterstanden en golven, ligt vast in een sluitprotocol. Het niet-sluiten van de waterkering, op een moment dat dit volgens het protocol zou moeten, betekent dat het hoge water of de storm doordringt in het achterliggende gebied. De kans op niet sluiten is meegenomen in de bepaling van de hydraulische belastingen achter de kering. Als deze kans groter is dan waar in de modellen mee rekening is gehouden, is de kans op een overstroming groter dan die berekend op basis van die modellen. De kans op niet-sluiten wordt vooral bepaald door operationele aspecten van het beheer.

Voor voorliggende waterkeringen zijn in het Besluit kwaliteit leefomgeving (artikel 2.0c, tweede lid) omgevingswaarden op basis van faalkansen vastgelegd.

De bepaling van de faalkans per jaar van stormvloedkeringen heeft betrekking op de gesloten toestand.

Voor enkele voorliggende keringen, waaronder enkele stormvloedkeringen, is in het [Besluit kwaliteit leefomgeving \(artikel 2.0c, vijfde lid\)](#) een aanvullende omgevingswaarde voor de betrouwbaarheid van de sluiting vastgelegd. Deze aanvullende omgevingswaarde geeft de maximale 'kans op niet sluiten per keer dat sluiting noodzakelijk is'. Dit is de kans waarmee rekening wordt gehouden bij het vaststellen van de hydraulische belasting op achterliggende dijktrajecten. Voor sommige keringen is het niet mogelijk de betrouwbaarheid van de sluiting te vangen in één waarde omdat er sprake is van meerdere doorgangen die gesloten moeten worden en er dus meerdere mogelijkheden zijn om open te staan, met een, twee of meer doorgangen. Deze mogelijkheden en het effect op het gebied erachter zijn verwerkt in de zogenaamde prestatiepeilen. Zolang deze voldoen aan de waarden zoals aangehouden bij de bepaling van de hydraulische belastingen in het achterliggende gebied, voldoet de waterkering aan de aanvullende omgevingswaarde. Dit betreft op dit moment de Oosterscheldekering en de Haringvlietsluizen.

Bijlage B Aanpak en kwaliteitsborging

Bij het opstellen van dit rapport over voorliggende keringen is zorgvuldig gewerkt aan de borging van inhoudelijke kwaliteit en samenhang met de uitvoeringspraktijk van Rijkswaterstaat. De inhoud is intern getoetst door regio-coördinatoren Waterveiligheid die specifieke kennis hebben van de betreffende voorliggende keringen binnen hun regio en ook betrokkenen zijn bij de stormvloedkeringen.

Voor afstemming met Rijkswaterstaat als beheerder van waterkeringen en om de samenhang met het bredere programma Rijkskeringen te waarborgen, is samengewerkt met collega's binnen dit programma, waaronder de technisch manager. Daarnaast zijn enkele adviseurs geraadpleegd met ruime ervaring in de beoordelingsmethodieken, waardoor de technische accuraatheid wordt gewaarborgd.

De schrijver heeft een kritische sparringpartner gehad in Jongejan RMC, die met scherpe vragen en feedback heeft bijgedragen aan de kwaliteitsverbetering van het rapport.

Tot slot is het rapport intern gereviewd door meerdere collega's van WVL Waterveiligheid, die hun expertise hebben ingezet om de consistentie, begrijpelijkheid en bruikbaarheid van de inhoud te toetsen. Hiermee is de kwaliteit van het rapport op verschillende niveaus geborgd en afgestemd op zowel technische als organisatorische aspecten.

De opdrachtgever voor dit rapport was DGWB - Directie WRZ – Afdeling Waterveiligheid, die vanuit zijn rol het proces heeft gevolgd en de inhoudelijke beantwoording heeft bewaakt.

Bijlage C Voorliggende keringen

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van alle voorliggende keringen.

Vóór WBI 2017 sprak men nog van a-, b- en c-keringen. B-keringen zijn de voorliggende keringen. Nu spreken we van primaire, voorliggende en regionale keringen. Enig verschil met de huidige voorliggende keringen en de voormalige b-keringen is dat we nu alleen spreken van een voorliggende kering als er achter primaire keringen liggen. Drie voorbeelden van b-keringen die nu volgens de indeling geen voorliggende keringen zijn, omdat de keringen erachter als regionale keringen zijn aangemerkt: Kadoelersluis, keerschuiif Limmel en sluiscomplex IJmuiden.

C.1 Normen: omgevingswaarden en signaleringsparameters

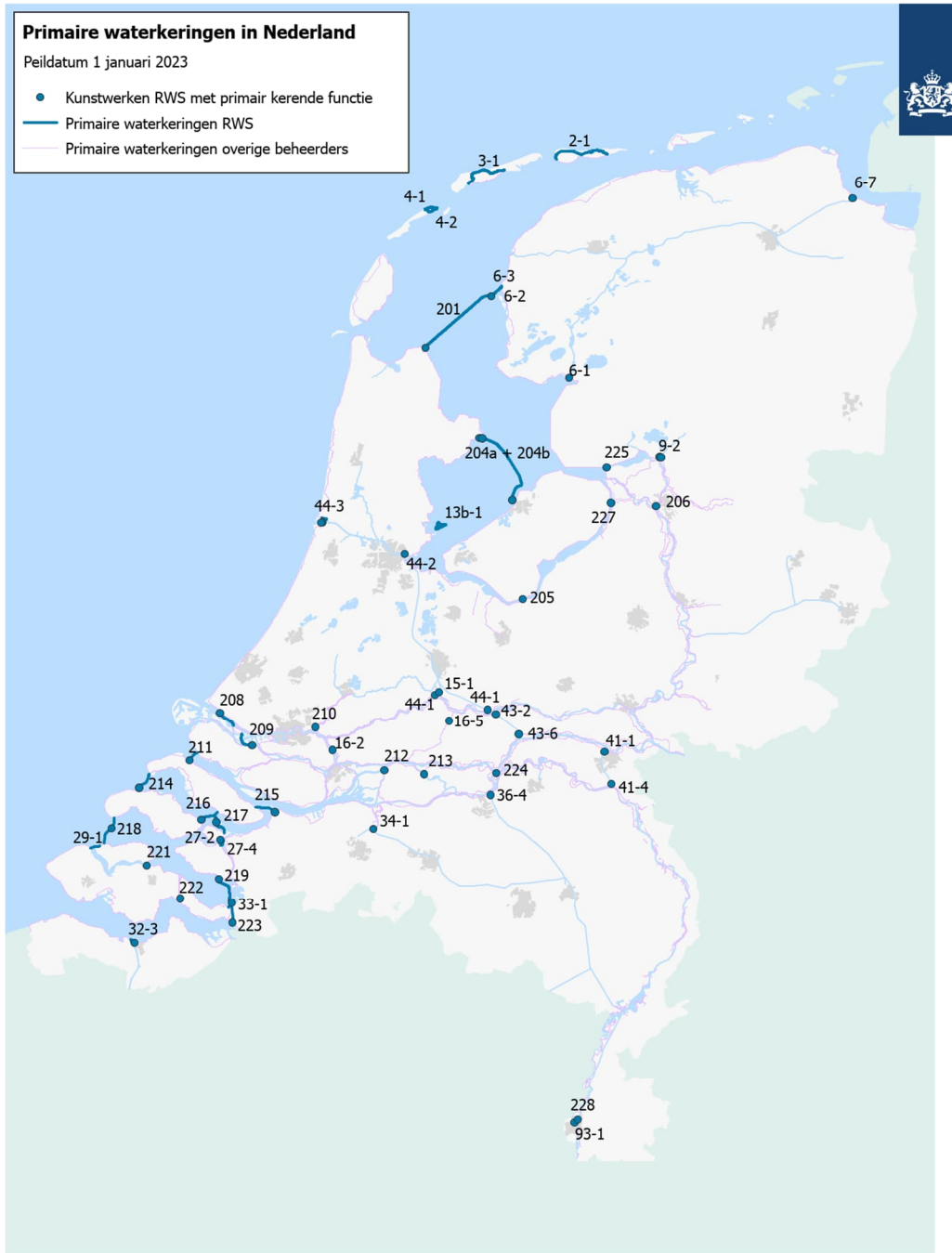
In Tabel 1 staan de waterveiligheidsnormen weergegeven. Naar terminologie van de Omgevingswet is dit omgevingswaarde (voorheen: ondergrens van de norm), kolom 1 en 2, en de signaleringsparameter (signaleringswaarde van de norm), kolom 4 en 5. De kans op niet sluiten staat gegeven in kolom 3.

De voorliggende keringen hebben een kans vermeld in kolom 2 en 5 en in enkele gevallen kolom 3. Ter illustratie is ook het reguliere dijktraject 1-1 vermeld. De keringen Kadoelersluis (202), Wilhelminasluis (213), Zandkreekdijk (221) en Limmel (228) zijn per definitie geen voorliggende keringen volgens de Omgevingswet.

Tabel 1 Omgevingswaarden en signaleringsparameters van voorliggende keringen

	Naam	Kolom 1	Kolom 2	Kolom 3	Kolom 4	Kolom 5
<i>Dijktraject</i>		<i>Omgevingswaarden</i>			<i>Andere parameters voor signalering</i>	
		<i>Kans als bedoeld in artikel 2.0c, eerste lid (overstromingskans per jaar)</i>	<i>Kans als bedoeld in artikel 2.0c, tweede lid (faalkans per jaar)</i>	<i>Kans als bedoeld in artikel 2.0c, vijfde lid (kans op niet-sluiten per keer dat sluiting noodzakelijk is)</i>	<i>Kans als bedoeld in artikel 11.11, eerste lid, onder a</i>	<i>Kans als bedoeld in artikel 11.11, eerste lid, onder b</i>
1-1		1:1.000			1:1000	
...						
201	Afsluitdijk		1:3.000			1:10.000
202	Kadoelersluis	1:3.000			1:10.000	
204a	Houtribdijk (zijde IJsselmeer)		1:3.000			1:10.000
204b	Houtribdijk (zijde Markermeer)		1:300			1:1.000

	Naam	Kolom 1	Kolom 2	Kolom 3	Kolom 4	Kolom 5
205	Nijkerkersluis		1:1.000			1:3.000
206	Sluiscomplex Spoolder		1:3.000			1:10.000
208	Maeslantkering		1:30.000	1:100		1:100.000
209	Hartelkering		1:30.000	1:10		1:100.000
210	Hollandsche IJsselkering		1:30.000	1:200		1:100.000
211	Haringvlietdam		1:1.000			1:3.000
212	Biesboschsluis		1:3.000			1:10.000
213	Wilhelminasluis	1:3.000			1:10.000	
214	Brouwersdam		1:1.000			1:3.000
215	Hellegatsdam en Volkeraksluizen		1:10.000			1:30.000
216	Grevelingendam		1:1.000			1:3.000
217	Philipsdam		1:10.000			1:30.000
218	Oosterscheldekering		1:10.000			1:30.000
219	Oesterdam		1:10.000			1:30.000
221	Zandkreekdam	1:3.000			1:10.000	
222	Hansweert		1:10.000			1:30.000
223	Bathse Spuisluis		1:10.000			1:30.000
224	Sint Andries		1:10.000			1:30.000
225	Ramspol		1:10.000	1:100		1:30.000
226	Roggebotsluis		1:1.000			1:3.000
227	Reevedam		1:1.000			1:3.000
228	Limmel	1:1.000			1:3.000	



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Dijktraject	Primaire waterkering	Dijktraject	Primaire waterkering
2-1	Ameland-duinen	44-2	Sluizencomplex Schellingwoude (samenloop WAGV en HHNK)
3-1	Terschelling-duinen	44-3	Verbindende kering IJmuiden
4-1	Vlieland-duinen	93-1	Sluiscomplex Bosscherveld (samenloop WL)
4-2	Vlieland-waddendijk	201	Afsluitdijk (incl. Stevinsluizen en Lorentzsluizen)
6-1	Prinses Margrietsluis (samenloop WF)	204a + 204b	Houtribdijk (incl. Krabbersgatsluizen, naviduct Krabbersgat en Houtribsluizen)
6-2	Dijkvakken Cornwerd	205	Nijkerkersluis
6-3	Dijkvakken Cornwerd	206	Sluiscomplex Spoolder
6-7	Grote en kleine sluis Farmsum (samenloop WHA)	208	Maeslantkering & grondlichamen EPI (svk)
9-2	Sluiscomplex Grote Kolk (samenloop WDOD)	209	Hartelkering & grondlichaam EPII (svk)
9-2	Sluiscomplex Meppelerdiep (samenloop WDOD)	210	Hollandsche IJsselkering (svk)
13b-1	Marken	211	Haringvlietdam- en sluizen (svk)
15-1	Koninginnensluis (samenloop HSR)	212	Biesboschsluis
16-2	Noordtunnel (incl. waterkerende onderdelen) (samenloop WSRL)	213	Sluiscomplex Wilhelminasluis
16-5	Coupure Diefdijk (A2) (samenloop WSRL)	214	Brouwersdam (incl. spuisluis)
27-2	Krabbenkreekdijk (incl. dlm Rammegors) (samenloop WSS)	215	Hellegatsdam en Volkeraksluizen
27-4	Kleikade Rammegors (samenloop WSS)	216	Grevelingendam (incl. sluis)
29-1	Veerse Gatdam (samenloop WSS)	217	Philipsdam (incl. Krammersluizen)
32-3	Noordzeesluizen (samenloop WSS)	218	Oosterscheldekering (svk, incl. Roompotsluis)
33-1	Oostelijke Spuikanaaldijk (incl. Kreekraksluizen en sifon)	219	Oesterdam (incl. Bergsediepsluis)
34-1	Sluiscomplex Marksluis (samenloop WBD)	221	Zandkreekdijk (incl. sluis en dlm Katse Heule)
36-4	Sluiscomplex Empel (samenloop WAM)	222	Sluiscomplex Hansweert
41-1	Sluiscomplex Weurt (samenloop WSRL)	223	Bathse Spuisluis (samenloop WSS)
41-4	Sluiscomplex Heumen (samenloop WSRL en WL)	224	Sluiscomplex Sint Andries (samenloop WSRL)
43-2	Prinses Marijkesluis (samenloop WSRL)	225	Stormvloedkering Ramspol (samenloop WDOD)
43-6	Prins Bernhardsluis (samenloop WSRL)	227	Reevedam (incl. sluis)
44-1	Prinses Beatrixsluis (samenloop HSR)	228	Sluiscomplex Limmel
44-1	Prinses Irenesluis (samenloop HSR)		

Figuur 7 Primaire keringen Rijkswaterstaat basiskaart - Programma Rijkskerkingen. Peildatum 1 januari 2023

