

Advies

Reflectie van het ENW op de ervaringen van het Programma Rijkskeringen in LBO-1

Advies 22-08 van 11 oktober 2022

Aan Rijkswaterstaat Midden-Nederland
De heer L.P. Schouwstra
Postbus 2232
3500 GE Utrecht

1. Inleiding

1.1 Aanleiding en vraag Programma Rijkskeringen

Door de regionale en landelijke dienstonderdelen van Rijkswaterstaat wordt momenteel binnen het Programma Rijkskeringen gewerkt aan de wettelijke beoordeling van Rijkskeringen die zijn aangewezen als primaire waterkering. Het programma heeft zich daarbij tot doel gesteld om invulling te geven aan de aanbevelingen uit het advies “Naar geloofwaardige overstromingskansen” van het Expertise Netwerk Waterveiligheid (ENW) van februari 2020 (ENW-20-01).

Het advies “Naar geloofwaardige overstromingskansen” is opgesteld in reactie op de constatering dat er drie jaar na de invoering van overstromingskansnormen weliswaar sprake was van een leercurve, maar dat er desondanks nog knelpunten waren. Deze kwamen onder andere tot uiting in het feit dat overstromingskansen werden gerapporteerd die vele malen groter zijn dan op basis van de beheerervaring verwacht mag worden. In dit advies heeft het ENW aanbevelingen gedaan ten aanzien van zowel de (omgang met) technische instrumenten als de organisatie van het proces van beoordeling tot versterking.

Het Programma Rijkskeringen heeft het ENW gevraagd om te reflecteren op de gevolgde werkwijze om te komen tot geloofwaardige overstromingskansen bij de beoordeling van de primaire waterkeringen. Meer specifiek heeft het programma de volgende vragen aan het ENW gesteld:

- 1 Handelen wij bij de beoordeling van de primaire Rijkskeringen in lijn met uw advies, vooral met name in relatie tot het beperken van de werklast en stellen we daarin de juiste prioriteiten?
- 2 Zijn er voldoende gegevens beschikbaar van de keringen, en is (mogelijk op termijn) aanvullende gegevensinwinning noodzakelijk?
- 3 Zijn de resultaten van de beoordeling geloofwaardig en hanteren wij de juiste aanpak om de geloofwaardigheid vast te stellen?
- 4 Welke praktijkervaringen zijn relevant voor de verbetering van het instrumentarium.



In de voorliggende rapportage worden de bovenstaande vragen beantwoord. Daarnaast doet het ENW verslag van enkele lessen die bij het Programma Rijskeringen zijn geleerd die ook breder van belang kunnen zijn, zoals voor andere beheerders of het programma BOI (Beoordelings- en ontwerpinstrumentarium). In het programma BOI wordt gewerkt aan een nieuw instrumentarium en een nieuwe Ministeriële Regeling voor de beoordeling. Tot deze verbreding is besloten in overleg met het Programma Rijskeringen.

Dit advies bestaat dan ook uit twee delen. Het eerste deel is primair gericht aan het Programma Rijskeringen. Het tweede heeft een bredere doelgroep en is gericht op de beheerders en de ingenieursbureaus die betrokken zijn bij de wettelijke beoordeling, alsmede de partijen die betrokken zijn bij de doorontwikkeling van het beoordelingsproces en het beoordelingsinstrumentarium.

1.2 Aanpak

Het ENW heeft van een aantal Rijskeringen de beoordelingsrapporten ontvangen en bestudeerd. Achtereenvolgens zijn verschillende sets rapporten aangeleverd. De eerste set rapporten (Brouwersdam en Biesboschsluis) heeft het ENW in detail beoordeeld. Bij de volgende set rapporten (Krabbenkreekdam, Sluiscomplex Bosscherveld en Marken) is in het bijzonder aandacht besteed aan de aspecten die in de eerste set rapporten opvielen. De voorlopige bevindingen van het ENW zijn besproken met het Programma Rijskeringen, waarna het ENW een tussentijds advies opgesteld dat is gedeeld met het Programma Rijskeringen.

Vervolgens heeft het ENW nog een set beoordelingsrapporten ontvangen voor Grevelingendam, Oostelijk Spuikanaal, Philipsdam, Zandkreekdam, Bathse Spuisluis, Hansweert, Oesterdam, Afsluitdijk Andel en Wilhelminasluis, Hellegatsdam en Volkeraksluizen, Limmel, Schellingwoude, St. Andries en Ameland (duinen). Deze rapporten zijn alleen op hoofdlijnen doorgenomen, om te verifiëren of eerdere constatering algemener gelden. Op basis hiervan, alsmede verdiepende gesprekken met het Programma Rijskeringen, heeft het ENW het voorliggende advies opgesteld.

2. Deel A: Reflectie op adviesvragen Rijskeringen

2.1 Vraag 1: Werklast en prioritering

Het ENW constateert dat de werklast in belangrijke mate is beperkt door selectief te zijn bij het uitvoeren van nadere analyses:

- 1 Er is steeds een screening uitgevoerd om te bepalen welke faalmechanismen waar nader onderzocht moeten worden. Bij de screening zijn de resultaten van een veldbezoek met de beheerder meegewogen.
- 2 De rekenlast is beperkt door niet standaard voor alle faalmechanismen voor alle strekkingen of objecten berekeningen uit te voeren, maar eerst te beschouwen wat naar verwachting een bijdrage heeft aan de overstromingskans. Dit is onder andere gedaan met behulp van verhalende redematies (het “verhaal van de kering”) met daarbij een uitwerking van faalpaden/gebeurtenissenbomen. Op deze manier is bijvoorbeeld bij de beoordeling van de Brouwersdam onnodig veld- en laboratoriumonderzoek en gedetailleerd rekenwerk voorkomen.

Het ENW oordeelt over beide aspecten positief. Door prioriteit te geven aan de belangrijkste onderdelen en aspecten van de waterkering wordt een onnodige inspanning voorkomen en blijft er meer tijd beschikbaar voor de zaken die ertoe doen. Het zorgt ook voor een beoordelingsrapportage waarin de hoofdboodschappen beter naar voren komen. Verbeterpunten zijn volgens het ENW wel:



- 1 Zorg voor meer uniformiteit in aanpak en rapportage.
Elke beoordeling is een beoordeling op maat, waarbij 'expert judgement' steeds een belangrijke rol heeft gespeeld bij het bepalen van de opzet van betrouwbaarheidsanalyses en het uitvoeren van de analyses zelf. Dit, in combinatie met de afwezigheid van een standaard rapportagestructuur of inhoudsopgave, maakt het voor buitenstaanders moeilijk om het overzicht te bewaren en de compleetheid van een beoordeling te toetsen. De Rijkskeringen zijn weliswaar zeer divers, maar dit hoeft een meer uniforme werkwijze en een meer gestandaardiseerde beschrijving van de resultaten niet in de weg te staan. Met een uniforme werkwijze doelt het ENW nadrukkelijk niet op het gebruik van gestandaardiseerde rekenregels en modellen, maar op een werkproces en rapportage dat uit herkenbare stappen is opgebouwd.
- 2 Vergroot de navolgbaarheid van de screening. De screening is in een afzonderlijke fase van het beoordelingsproces uitgevoerd en de resultaten worden in de beoordelingsrapporten slechts summier besproken. Voor buitenstaanders is het zodoende niet mogelijk om te beoordelen of er bij de screening relevante zaken over het hoofd zijn gezien en/of welke werkwijze is gevolgd om de kans daarop te minimaliseren. Het ENW adviseert dan ook om de beschrijving van de screening en de uitkomsten van de screening voortaan op te nemen bij beoordelingsrapportages omdat deze een essentieel onderdeel vormen van de beoordeling.
- 3 Zorg voor een betere balans tussen kwalitatieve en kwantitatieve onderbouwing. Vaak is veel inspanning gedaan om verhalend te onderbouwen dat een faalkansbijdrage gering of verwaarloosbaar is terwijl enkele principeberekeningen hiervoor zouden hebben volstaan en een degelijkere onderbouwing hadden opgeleverd. Relatief eenvoudige principeberekeningen passen uitstekend in een verhalende onderbouwing. Het ENW adviseert om een betere balans te zoeken tussen kwalitatieve en kwantitatieve onderbouwingen, en het 'verhaal van de kering' te beschouwen als het vertrekpunt van een betrouwbaarheidsanalyse (van grof naar fijn) en niet als een op zichzelf staande, complete analysemethode.

2.2 Vraag 2: Gegevensbehoefte

In de overstromingskansbenadering heeft de overstromingskans de betekenis van een 'degree of belief'. Dat wil zeggen dat het een kwantitatieve maat is voor onze onzekerheid en geen eigenschap van de kering. De overstromingskans is een uitspraak over de kering, gegeven de gegevens die er over de kering zijn, en in die zin zouden er dan altijd voldoende gegevens zijn. Dit wordt ook geïllustreerd door het feit dat er voor elke Rijkskering een overstromingskans (faalkans) is bepaald, hoewel de gegevensbasis verschillend is.

Aanvullende gegevens (bijvoorbeeld uit grondonderzoek, archiefonderzoek) kunnen onzekerheden over de sterkte van waterkeringen en de belastingen op waterkeringen wegnemen of reduceren. Hierdoor kan het beeld van de overstromingskans wijzigen. Als kennisonzekerheden eenvoudig zijn te reduceren door gegevensinwinning, dan kan dat een goed alternatief zijn voor het treffen van maatregelen op basis van de huidige stand van kennis/onzekerheden. De vraag of er voldoende gegevens voorhanden zijn, is dan ook eerder gerelateerd aan het handelingsperspectief, dan aan de vraag of er wel een overstromingskans bepaald kan worden.

Specifiek voor de kunstwerken is kennis over de aanleg/het ontwerp, het gewenste functionele gedrag en de onderhoudshistorie essentieel voor een objectspecifiek beeld van de betrouwbaarheid en de mogelijkheden om de betrouwbaarheid te vergroten. Het verschil tussen de kans op het niet-sluiten van een *willekeurige*



keersluis en de kans op het niet-sluiten van een specifieke keersluis kan immers groot zijn. Het belang van objectkennis wordt geïllustreerd door de verslagen van gesprekken met de beheerders van kunstwerken in de beoordelingsrapporten die veel waardevolle informatie bevatten voor een goed beeld van het functioneren en de kwetsbaarheden van een specifiek object. De gespreksverslagen illustreren dat objectkennis vooral 'in de hoofden van mensen zit'. Dit is kwetsbaar, zeker in het licht van bijvoorbeeld de uitbesteding van onderhoudsactiviteiten en bediening op afstand. Het ENW adviseert dan ook met klem om te zorgen dat waardevolle objectkennis binnen Rijkswaterstaat behouden blijft en -waar deze ontbreekt- expliciet boven tafel komt.

2.3 Vraag 3: Geloofwaardigheid resultaten

Bij de uitvoering van de beoordeling is duidelijk belang gehecht aan het verkrijgen van geloofwaardige resultaten. Gedurende het beoordelingsproces is intensieve inhoudelijke begeleiding geweest van de ingenieursbureaus door een groep technisch adviseurs die ook onderling hebben afgestemd, waarbij ook de geloofwaardigheid van resultaten een belangrijke rol heeft gespeeld. Het ENW vindt dit positief en is van mening dat deze werkvorm een significante bijdrage levert aan de kwaliteit en duiding van de resultaten. In de interne en externe reviews is ook steeds expliciet aandacht gevraagd voor het aspect "Plausibiliteit". Verwoord als: "Is het beoordelingsresultaat plausibel in relatie tot het "verhaal" van de kering". Het ENW vindt het positief dat in het kader van de kwaliteitsborging expliciet naar dit aspect is gekeken en adviseert om dit in toekomstige beoordelingen te blijven doen.

De berekende overstromingskansen (faalkansen) van de Rijkskeringen zijn niet dusdanig groot dat ze evident strijdig zijn met de ervaringskennis. Dat was bij de beoordelingen van de eerste dijktrajecten wel het geval en dat vormde dan ook de aanleiding voor het ENW-advies "Naar geloofwaardige overstromingskansen". Het ENW is van oordeel dat er geen aanwijzingen zijn dat de gepresenteerde overstromingskansen niet geloofwaardig zijn, maar vindt wel dat de screening (zie paragraaf 2.1) en de onderbouwing van kleine kansen (zie onder) beter onderbouwd had moeten worden.

In de tekst klinkt soms vooraf, aan het begin van de rapporten, al de verwachting door dat een kans klein of zelfs verwaarloosbaar klein moet zijn. Een dergelijke hypothese kan een prima vertrekpunt zijn, maar dient dan wel zorgvuldig getoetst te worden. Het gevaar van vooringenomenheid ligt op de loer. Dikwijls is het daarom toch van toegevoegde waarde om kwalitatieve onderbouwingen te voorzien van enkele flankerende principeberekeringen om zo duidelijk te krijgen of een narratief ook daadwerkelijk de conclusie ondersteunt dat een kans klein is (zie ook paragraaf 2.1).

In het verlengde daarvan ligt het gebruik van standaardwaarden uit de literatuur. Het gebruik van standaardwaarden is een prima vertrekpunt, maar wel zal de plausibiliteit van deze waarde moeten worden geduid in het licht van het 'verhaal van de kering'. Een belangrijk en opvallend voorbeeld hiervan betreft de onderbouwing van de kans op het niet-sluiten van keermiddelen bij een hoogwaterdreiging. Deze kans is veelal gelijk gesteld aan 10⁻⁴ per sluitvraag, onder verwijzing naar de Werkwijzer Ontwerp Waterkerende Kunstwerken (WOWK), zonder de plausibiliteit van deze waarde te duiden. Een kwantitatieve analyse op hoofdlijnen, gebruik makend van objectspecifieke informatie over bijvoorbeeld het functioneren van het keermiddel en het verloop van een hoogwatersluiting geeft meer onderbouwing. Oftewel: een duidelijke relatie tussen het 'verhaal van de kering' en de gehanteerde kans voor niet-sluiten ontbreekt op dit moment veelal. Het ENW beveelt aan om dit aspect in toekomstige beoordelingen op te pakken. Het valt het ENW op dat deze werkwijze door de WOWK mogelijk wordt gemaakt of althans niet stimuleert om in alle gevallen de relatie te leggen met het 'verhaal van de kering' en nadere duiding of onderbouwing te geven. In deel B van dit



advies (paragraaf 3.5) wordt nader ingegaan op de doorontwikkeling van de instrumenten (proces en inhoud) die het ENW hiervoor nodig acht.

2.4 Vraag 4: Relevante praktijkervaringen voor verbetering instrumentarium

Omdat het antwoord op deze vraag niet specifiek aan het Programma Rijkskeringen is gericht, wordt dit onderwerp in Deel B van dit advies (paragraaf 3.5) behandeld.



3. Deel B: Algemene lessen ‘Naar geloofwaardige overstromingskansen’

3.1 Aanbevelingen uit ENW-advies ‘Naar geloofwaardige overstromingskansen’

De vier belangrijkste adviezen uit dit advies waren:

1 Beperk de werklust door prioritering in de wettelijke beoordeling

Alleen voor strekkingen die op korte termijn voor versterking in aanmerking komen, is een volledig en inhoudelijk gedetailleerd beeld wenselijk. Voor de landelijke rapportage volstaat een inschatting van de overstromingskans. Door prioriteiten te stellen binnen de wettelijke beoordeling kunnen de schaarse tijd en middelen worden ingezet waar ze de meeste waarde kunnen creëren.

2 Richt kwaliteitsborging bij de beoordeling op de geloofwaardigheid van resultaten

Het eindresultaat van een wettelijke beoordeling moet geloofwaardig en in woorden uitlegbaar zijn, voldoende basis bieden voor de invulling van de zorgplicht en zorgen voor een beheerste start van een versterkingsproject. Dit is naar het oordeel van het ENW alleen te realiseren door de inhoudelijke kwaliteit van de beoordeling te verbeteren. Hiervoor zijn toereikende kwaliteitsborging en begeleiding essentieel.

3 Werk aan een begrijpelijk en dienend instrumentarium

Modellen zijn onmisbaar om betekenisvolle uitspraken te kunnen doen over het gedrag van waterkeringen onder extreme, niet eerder waargenomen condities. Om de kracht van modellen te kunnen benutten, is het van belang dat ze niet als regel, maar als hulpmiddel worden beschouwd en behandeld. Verder is het van groot belang dat uitkomsten uit modellen voor gebruikers gemakkelijk te doorgronden zijn. Het verdient aanbeveling om hier bij dóórontwikkeling van de beoordelings- en ontwerpinstrumenten steeds goed op te letten.

4 Verbeter het instrumentarium op basis van lessen uit de praktijk

Daar waar het WBI-instrumentarium (standaard regels voor eenvoudige en gedetailleerde toets) onvoldoende is voor een geloofwaardig en stabiel oordeel, kan een toets op maat uitkomst bieden. Als te vaak een beroep op de toets op maat moet worden gedaan, verliest het WBI-instrumentarium echter zijn waarde. Het is daarom van belang dat de ervaringen uit bijvoorbeeld toetsen op maat hun weg vinden in toekomstige versies van de beoordelings- en ontwerpinstrumenten

De initiatieven en worstelingen van het Programma Rijkskeringen om tot geloofwaardige overstromingskansen te komen zijn beschouwd vanuit deze vier aanbevelingen. In de onderstaande paragrafen worden de leerervaringen voor deze vier aanbevelingen behandeld die voor een breder publiek interessant zijn.

3.2 Aanbeveling 1: Beperk de werklust door prioritering in de wettelijke beoordeling

De marktbenadering als kritische factor

Het beperken van de werklust door prioritering betekent dat de aard en omvang van de werkzaamheden die nodig zijn om tot een beoordelingsresultaat te komen, niet vooraf strak zijn te definiëren. De ervaring van het Programma Rijkskeringen leert dat dit uitdagingen oplevert van organisatorische en contractuele aard. Deze betreffen onder andere de formulering van de uitvraag en de omgang met de ingeslepen werkwijze van marktpartijen om vastomlijnde berekeningen of analyses aan te bieden. Door het Programma Rijkskeringen is uiteindelijk gekozen voor een aanbesteding in delen, waarbij de screening afzonderlijk is aanbesteed en de



daarop volgende analyses zijn uitbesteed uitgaande van het screeningsresultaat. Ook bij deze werkvorm gaf het Programma Rijkskeringen aan soms niet de middelen te hebben gehad om te sturen zoals men wenselijk achtte, zodat soms pragmatische keuzes zijn gedaan of geaccepteerd omwille van de voortgang. Het ENW beveelt aan oog te houden voor de kwaliteit in relatie tot keuzes in aanbesteding en contractvormen en best practices op het gebied van marktbenadering te inventariseren.

Het 'verhaal van de kering' als basis voor het selecteren van dominante faalmechanismen

Bij Rijkskeringen is zwaar ingezet op het verhalend duiden van de relevantie van faalmechanismen. Gebleken is dat dit veelal moeilijk is (ze ook paragraaf 2.1) en dat het 'verhaal van de kering' voor verschillende interpretaties vatbaar is. In diverse gevallen wordt er onder het 'verhaal van de kering' met name de historie van een waterkering verstaan, startend vanuit de ontstaansgeschiedenis. In andere gevallen wordt er een beschrijving van het keringsconcept en het functioneren van de kering onder verstaan. Ook over de potentie of reikwijdte van het 'verhaal van de kering' zijn verschillende beelden naar voren gekomen. Deze ervaringen zijn van belang omdat het 'verhaal van de kering' in de nieuwe Ministeriële regeling voor LBO2 een belangrijk nieuw begrip is, maar nog nadere inkadering vergt waar daar precies onder wordt verstaan.

Een werkwijze waarin het 'verhaal van de kering' centraal staat, richt de aandacht van de risico-inschatting weer op 'waar het om gaat'. Werken vanuit 'verhaal van de kering' betekent naar het oordeel van het ENW dat niet de rekenregels, maar de essentiële eigenschappen van de kering centraal staan. Het 'verhaal van de kering' maakt duidelijk waar de accenten gelegd moeten worden in een betrouwbaarheidsanalyse. Het helpt ook om geschikte modellen te selecteren en uitkomsten op waarde te schatten. Een narratief is echter nog geen complete analysemethode die modelberekeningen overbodig maakt. Aanbevolen wordt om het 'verhaal van de kering' niet te beschouwen als een nieuwe of op zichzelf staande methode, maar als het logisch startpunt van een betrouwbaarheidsanalyse.

3.3 Aanbeveling 2: Richt kwaliteitsborging bij de beoordeling op de geloofwaardigheid van resultaten

Inhoudelijke kwaliteitsborging als basisvoorwaarde voor geloofwaardige overstromingskansen

Uit de beoordelingsrapportages en procesbeschrijvingen van het Programma Rijkskeringen blijkt dat kwaliteit en kwaliteitsborging een centrale rol hebben gespeeld bij de uitvoering van de beoordeling. De ingenieursbureaus zijn bij de uitvoering van hun werkzaamheden ondersteund door specialisten van het Programma Rijkskeringen. Elke beoordeling is ook uitvoerig beoordeeld en gereviewd door het Programmabureau. Er zijn steeds twee reviews uitgevoerd: één door een team dat de werkzaamheden van het ingenieursbureau heeft begeleid, en één door een volledig onafhankelijk team. In de reviews van het programmabureau stonden de uitlegbaarheid, navolgbaarheid en inhoudelijke kwaliteit van de beoordelingen centraal. De geloofwaardigheid van de resultaten hebben expliciet de aandacht gehad. De reviewresultaten zijn bijgevoegd als bijlage in de rapporten.

Het ENW is van oordeel dat de aanpak van het Programma Rijkskeringen, dat inhoudelijke kwaliteitsborging geen sluitstuk is van de beoordeling maar een integraal onderdeel daarvan, navolging verdient.

Conformiteitstoets geen garantie voor inhoudelijke kwaliteit

Enkele reviews van ILT zijn met de rapporten meegestuurd. Het valt het ENW op de opmerkingen van het ILT in deze gevallen vooral procesmatig van aard zijn, gericht op conformiteit met regels ten aanzien van de beoordeling en de rapportage. De uitkomsten van de inhoudelijke reviews, door het Programma Rijkskeringen als Bijlagen bij de beoordelingen gevoegd, illustreren duidelijk dat conformiteit met de regeling geen garantie geeft op een inhoudelijk deugdelijk oordeel. Een dergelijke conformiteitscontrole is zinvol om zeker te zijn dat



aan alle formaliteiten is voldaan, maar een dergelijke toets kan een inhoudelijke kwaliteitscontrole duidelijk niet vervangen.

3.4 Aanbeveling 3: Werk aan een begrijpelijk en dienend instrumentarium

Modellen volgend, niet leidend

Bij de beoordelingen van het Programma Rijkskeringen is getracht om gerichte keuzes te maken voor de inzet van specifieke modellen (instrumenten). Het ENW vindt het positief dat deze aanpak is gevolgd, omdat hiermee de kering leidend wordt en de modellen volgend. De beoordelingen zijn daardoor echter niet (geheel) met/in Riskeer uitgevoerd. Door het Programma Rijkskeringen moesten de beoordelingsresultaten echter alsnog in Riskeer worden aangeleverd aan ILT. Het ENW is van oordeel dat dit niet past bij het uitgangspunt dat de kering en niet een model of softwareprogramma centraal zou moeten staan.

Vermijd onnodige administratieve bepalingen in de beoordeling

Het is opvallend dat in vrijwel alle rapportages enkele pagina's zijn gewijd aan de faalkansbegroting, ook al is deze feitelijk irrelevant is voor een uitspraak over de overstromingskans of faalkans van een dijktraject. Bovendien is het opvallend dat de default-faalkansbegroting die hierbij wordt gebruikt suboptimaal kan zijn in het licht van de beoordelingsresultaten voor het betreffende dijktraject. Terwijl de default-faalkansbegroting bij het ontwerp vrijwel standaard wordt geoptimaliseerd, wordt dit in de beoordeling niet gedaan bij de duiding van de beoordelingsresultaten per faalmechanisme.

De rapporten van het Programma Rijkskeringen illustreren dat ook zonder beoordelingscategorieën per faalmechanisme op vak en/of trajectniveau een duiding van beoordelingsresultaten en het handelingsperspectief is te geven. Het ENW adviseert om de beoordelingsresultaten op een zodanige manier te presenteren dat deze inzichtelijk en begrijpelijk zijn voor niet direct betrokkenen (bijv. geen abstracte klasse-indeling te gebruiken voor einduitkomsten) en af te zien van onnodige categorisering en duidingen op het niveau van tussenresultaten.

3.5 Aanbeveling 4: Verbeter het instrumentarium op basis van lessen uit de praktijk

Faalpaden centraal

Een faalpad is een opeenvolging van gebeurtenissen leidend tot falen. In de gedetailleerde toets van het WBI2017 (en ook in VNK) kwamen de verschillende gebeurtenissen (of 'knopen') uit faalpaden vaak nog niet aan bod: veelal beperkten de rekenregels zich tot het ontstaan van schade aan de waterkering. De daarop volgende gebeurtenissen hadden daarmee impliciet een voorwaardelijke kans gelijk aan één. In de nieuwe Ministeriële Regeling worden faalpaden een sleutelbegrip. Een goede betrouwbaarheidsanalyse zonder een goed beeld van de aaneenschakeling van gebeurtenissen die tot falen kunnen leiden, is onmogelijk. Dat geldt niet alleen voor kerncentrales, vliegtuigen, dammen en chemische installaties, maar ook voor de Nederlandse primaire waterkeringen. Het 'denken in faalpaden' en het zo goed mogelijk beschrijven van de deze gebeurtenissen verdient dan ook navolging.

Faalpaden zijn naadloos aan te sluiten op bestaande structuur van het BOI

Als zich op verschillende plaatsen verschillende faalmechanismen kunnen voordoen, dan vergt een inschatting van de overstromingskans het combineren van de resultaten van een (potentieel groot) aantal faalpadanalyses. Het bundelen van faalpaden tot een gebeurtenissenboom is hiervoor niet altijd de meest geëigende methodiek. Een complete gebeurtenissenboom voor een dijktraject zal namelijk zeer



onoverzichtelijk zijn. De resultaten van faalpadanalyses (per locatie, per faalmechanisme) zijn gelukkig efficiënt en overzichtelijk te combineren met behulp van foutenbomen en daarop gebaseerde programma's zoals Hydra-Ring. Anders dan in een gebeurtenissenboom is in een foutenboom de tijdsvolgorde van gebeurtenissen vaak niet direct te herkennen: een foutenboom geeft alleen aan welke gebeurtenissen allemaal moeten optreden voordat er sprake kan zijn van een overstroming.

Ter illustratie: als pas sprake is bij falen als A, B en C optreden, dan bevat de foutenboom slechts 3 takken. De gebeurtenissenboom bevat er echter veel meer onder de spelregel dat de takken 'mutually exclusive & collectively exhaustive' zijn: (1) A, nietB, nietC; (2) nietA, B, nietC; (3) nietA, nietB, C; (4) A, B, nietC; (5) Etc.... Iets wat met een setje "EN"- en "OF"-poortjes makkelijk is te vatten in een enkele foutenboom, kan een enorme brei opleveren in een enkele gebeurtenissenboom.

Het is dan ook raadzaam om onderscheid te maken tussen het centraal stellen van faalpaden als principe (namelijk: het belang van het denken aan alle gebeurtenissen die nodig zijn voordat er sprake is van een overstroming is) en de instrumenten om faalpaden mee te analyseren. Het ENW is van mening dat enkel het eerste aandacht verdient.

De basisopzet van Hydra-Ring (en voorganger PC-Ring) is zodanig dat op een overzichtelijke wijze een groot aantal faalpaden gecombineerd kan worden via grenstoestandfuncties, zonder dat ze door gebruikers allemaal (handmatig) in een enkele gebeurtenissenboom hoeven te worden samengebracht. Voor een beheerste, brede toepassing van het 'denken in faalpaden' is het raadzaam om voort te borduren op deze basis-opzet die in het kader van de Marsroute sinds eind jaren '90 is ontwikkeld en in projecten zoals Picaso en VNK2 is verfijnd en beproefd.

Een werkwijze waarin faalpaden uitgebreider of in meer detail worden beschouwd, past naadloos op de reeds bestaande structuur van het WBI2017, waarin per vak en faalmechanisme een betrouwbaarheidsanalyse wordt uitgevoerd. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 1. Aanbevolen wordt om op deze structuur aan te blijven sluiten ten behoeve van (1) de aansluiting op LBO1, (2) de gelijkvormigheid van beoordelingen en (3) de mogelijkheid om reeds ontwikkelde instrumenten (met name Hydra-Ring) te kunnen inzetten.

Voorbeeld faalpad: Overslag → Bezwijken grasmat → Erosie dijk → Overloop → Overstroming : $P_{\text{GEBK},1}$

	GEKB	STBI	STPH	Gecombineerd
Vak 1	$P_{\text{GEBK},1}$	$P_{\text{STBI},1}$	$P_{\text{STPH},1}$	P_1
Vak 2	$P_{\text{GEBK},2}$	$P_{\text{STBI},2}$	$P_{\text{STPH},2}$	P_2
Vak ...	$P_{\text{GEBK},...}$	$P_{\text{STBI},...}$	$P_{\text{STPH},...}$	$P_{...}$
Gecombineerd	P_{GEBK}	P_{STBI}	P_{STPH}	$P_{\text{overstroming}}$

Figuur 1 Structuur van het beoordelingsinstrumentarium waarin per vak en faalmechanisme een faalkans wordt bepaald. Door de resultaten van betrouwbaarheidsanalyses per vak en faalmechanisme te combineren kan worden verkregen: (onderste rij) de kans dat een bepaald faalmechanisme in een willekeurig vak tot overstroming leidt; (rechter kolom) de kans dat in een vak een willekeurig faalmechanisme tot overstroming leidt; en (rechts onderin) de kans dat ergens een faalmechanisme tot een overstroming leidt. Uiteraard kunnen de cellen in de tabel ook leeg zijn, wanneer de kans op een overstroming door een faalmechanisme ergens nagenoeg nihil is.



Geef betrouwbaarheid sluiting kunstwerken een impuls

Ten aanzien van het faalmechanisme betrouwbaarheid sluiting (BSKW) acht het ENW een impuls nodig. Bij het bestuderen van de beoordelingsrapporten viel op dat de brug tussen het ‘verhaal van de kering’ en de faalkans voor BSKW veelal nog niet of nauwelijks wordt gelegd (zie ook paragraaf 2.3). Het ENW heeft de instrumenten bekeken waar de bureaus gebruik van hebben gemaakt bij de beoordeling van hoogwaterkerende kunstwerken en geconstateerd dat doorontwikkeling van deze instrumenten gewenst is.

Eén van de voornaamste instrumenten voor de beoordeling van kunstwerken in het licht van de normen uit de Waterwet is de Werkwijzer Ontwerp Waterkerende Kunstwerken (WOWK). Dit document is te beschouwen als de opvolger van de Leidraad Kunstwerken. In de WOWK wordt op alle faalmechanismen ingegaan en doorverwezen naar relevante achtergronddocumentatie. De WOWK is uitgebracht als groene versie, met de bedoeling om deze door te ontwikkelen op basis van ervaringen uit de praktijk en de resultaten van kennisontwikkeling. Het ENW acht het van belang dat de deze doorontwikkeling plaatsvindt. Daarbij verdient met name het faalmechanisme BSKW aandacht.

Het ENW heeft geconstateerd dat de huidige versie van de WOWK te gemakkelijk kan worden gebruikt om zonder goed begrip van het daadwerkelijk functioneren van een kunstwerk te stellen dat de kans op niet sluiten een bepaalde (veelal kleine) waarde bezit. Het ENW acht het wenselijk dat de aanpak zodanig wordt vormgegeven dat een betrouwbaarheidsanalyse niet alleen leidt tot een geloofwaardig, voldoende gemotiveerd resultaat, maar ook inzicht geeft in de onderliggende kritische factoren. Dit vergt meer dan alleen een redactionele bijstelling van de WOWK: het vergt onder andere het formuleren van een raamwerk/-werkproces dat passend is bij de ambitie en het kennisniveau van gebruikers, het actualiseren van faaldata (onder andere op het gebied van betrouwbaarheid sluiting) en het borgen van objectkennis. Een panel van specifieke kennisdragers zou mede richting kunnen geven aan de noodzakelijke doorontwikkeling van instrumenten, onderbouwing van generieke faaldata en ondersteuning bij de toepassing in de praktijk.