



RWS INFORMATIE

Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag met scoretabellen

Actualisatie van de gedetailleerde methode van betrouwbaarheid sluiten van kunstwerken voor beoordelen en ontwerpen

Datum	1 november 2017
Status	Definitief

Colofon

Uitgegeven door	RWS-WVL
Informatie	Helpdesk Water
Telefoon	088-7977102
Uitgevoerd door	Arnaud Casteleijn, Bob van Bree
Datum	1 november 2017
Status	definitief
Versienummer	1.2

Inhoud

1	Inleiding 1
1.1	Algemeen 1
1.2	Toepassingsgebied 1
1.3	Bepalen faalkans niet sluiten 1
1.4	Belangrijke uitgangspunten bij het gebruik van de scoretabellen 2
2	Hoogwaterdraaiboek 3
3	Alarmering 5
3.1	Definitie Alarmering 5
3.2	Proces van Alarmering door Rijkswaterstaat 5
3.3	Foutenboom en scoretabel 5
3.4	Toelichting bij de vragen 6
3.5	Faalkans 7
4	Mobilisatie 9
4.1	Definitie Mobilisatie 9
4.2	Algemene aandachtspunten voor de mobilisatiefase 9
4.3	Foutenboom en scoretabel 10
4.4	Toelichting bij de vragen 11
4.5	Faalkans 12
5	Bediening 13
5.1	Definitie Bediening 13
5.2	Foutenboom en scoretabel 13
5.3	Toelichting bij de vragen 14
5.4	Faalkans 14
6	Technisch falen 15
6.1	Foutenboom en scoretabel 15
6.2	Te hanteren definities bij gebruik van scoretabel en standaardfoutenboom 17
6.3	Toelichting bij de vragen 17
6.3.1	Draaiboek inclusief gebruik en beheer van het draaiboek 17
6.3.2	Vragen t.a.v. de aandrijving eerste keermiddel 18
6.3.3	Vragen t.a.v. het eerste keermiddel: 19
6.3.4	Vragen t.a.v. tweede keermiddel. 20
6.4	Borging keermiddelen 21
6.5	Faalkans 21
	Referenties 23
Bijlage A	Toelichting bij de totstandkoming van de Toets Betrouwbaarheid sluiten 25

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In dit rapport wordt ingegaan op de verbeterde gedetailleerde toets bij het toetsspoor Betrouwbaarheid Sluiting voor kunstwerken. De Toelichting bij de totstandkoming van de Toets Betrouwbaarheid sluiten is opgenomen als Bijlage A.

De gedetailleerde toets op de betrouwbaarheid van het sluitproces van beweegbare en demontabele keermiddelen verloopt in het WBI op dezelfde wijze als in het VTV2006, namelijk aan de hand van scoretabellen en standaard foutenbomen. De scoretabellen zijn echter in aanzienlijke mate aangepast. De scoretabellen zijn onderdeel van de gedetailleerde toetsing van het WBI. Deze methode is een generieke methode en kan daardoor een conservatieve inschatting van de betrouwbaarheid van sluiten geven. Wanneer een scherpere inschatting gewenst is wordt aanbevolen een geavanceerde risicoanalyse op maat te maken. Dit kan in de Toets op maat die vormvrij is¹.

De scoretabellen worden tevens gebruikt voor ontwerpen. Daarom worden ze ook opgenomen in de digitale omgeving 'Technische Leidraden' waaraan momenteel gewerkt wordt.

1.2 Toepassingsgebied

De toets van de betrouwbaarheid sluiting volgens deze toetsmethode mag uitsluitend worden toegepast op gangbare kunstwerken met beweegbare of demontabele keermiddelen. Tevens heeft de methode alleen betrekking op kunstwerken die alleen bij hoogwater gesloten moeten worden. Het gaat dan om:

- Coupures.
- Keersluizen.
- Schut- en spuisluizen en in-, uitlaatduikers en gemalen waar bij extreme omstandigheden andere keermiddelen gesloten moeten worden dan de keermiddelen die onder dagelijkse omstandigheden worden gebruikt.
- Hevelleidingen, als daarin een afsluiter gesloten moet worden, of de ontluchting open gezet moet worden.

In het geval van een kunstwerk dat in principe hoogwater kerend gesloten staat en op aanvraag (frequent) opent vanuit zijn primaire functie, zoals een uitwateringssluis, zijn de aspecten Alarmering, Mobilisatie en Bediening niet van toepassing. Voor de betrouwbaarheid van het aspect Technisch falen kan gebruik worden gemaakt van generieke faalkansen. In het kader van de nieuwe Werkwijzer Kunstwerken wordt dit onderdeel nader uitgewerkt.

Complexe kunstwerken, zoals de stormvloedkeringen of tunnels, mogen niet met deze methode worden getoetst. De toetsmethode geldt ook niet voor demontabele keerwanden, voor zover het geen coupures zijn.

1.3 Bepalen faalkans niet sluiten

De methode voor het bepalen van de faalkans van het sluitproces per sluitvraag bestaat uit een scoretabel voor elk van de vier onderdelen uit het sluitproces:

- Alarmering (hoofdstuk 3).
- Mobilisatie (hoofdstuk 4).
- Bediening (hoofdstuk 5).
- Technisch falen (hoofdstuk 6).

¹ Bij de kalibratie van de scoretabellen is hoofdzakelijk gebruik gemaakt van foutenboomanalyses. In de Toets op maat zijn andere vormen van risicoanalyses uiteraard ook heel goed mogelijk.

De vier scoretabellen kunnen alleen worden ingevuld door personen die in detail op de hoogte zijn van de sluitprocedure binnen de beheerorganisatie en de kunstwerken die getoetst of ontworpen worden.

Invullen van de scoretabellen geeft een score per onderdeel; score E1 voor Alarmering, score E2 voor Mobilisatie, score E3 voor Bediening en score E4 voor Technisch falen. De faalkans per sluitvraag van een onderdeel wordt verkregen middels:

$$P_{ns, \text{ onderdeel } i} = 10^{-E_i}$$

De totale faalkans per sluitvraag voor niet sluiten wordt (bij benadering) bepaald door de som van de faalkansen² van de vier deelsporen.

$$P_{ns} = 10^{-E1} + 10^{-E2} + 10^{-E3} + 10^{-E4}$$

De faalkans per jaar wordt verkregen door de faalkans per sluitvraag te vermenigvuldigen met het aantal vereiste sluitingen per jaar³.

1.4 Belangrijke uitgangspunten bij het gebruik van de scoretabellen

Alarmering en Mobilisatie worden deels per kunstwerk en deels op organisatieniveau beoordeeld. Een standby regeling is bijvoorbeeld vaak op organisatieniveau geregeld terwijl een mobilisatieregeling ook specifiek voor een kunstwerk kan zijn gemaakt. Uiteraard hoeft mobilisatie niet te worden beschouwd indien een kunstwerk ter plaatse wordt bediend en buiten bediende tijd hoogwaterkerend gesloten staat. Bediening en Technisch falen worden per kunstwerk beoordeeld.

Bij alle vragen geldt dat een hoge score alleen gegeven mag worden, als het betreffende onderdeel is vastgelegd in het hoogwaterdraaiboek en de daaraan verbonden beheeracties (regelmatige oefening, terugkoppeling van ervaringen, bijwerken van het draaiboek bij veranderingen in de kunstwerken of organisatie) worden uitgevoerd. Geïmproviseerde of ad-hoc acties kunnen en zullen in de praktijk veelal een verhoging van de veiligheid geven. Omdat deze echter niet gegarandeerd kunnen worden, mag het positieve effect daarvan niet in rekening worden gebracht. De enige uitzondering hierop is het waarschuwen van de bevolking bij Alarmering, zie ook paragraaf 3.4.

² Uitgaande van seriesysteemgedrag en onafhankelijkheid van de gebeurtenissen ALARM, MOB, BEDIEN en TECH wordt de kans op niet sluiten als volgt berekend: $P_{ns} = 1 - \{(1 - 10^{-E1}) \cdot (1 - 10^{-E2}) \cdot (1 - 10^{-E3}) \cdot (1 - 10^{-E4})\}$

Bij kleine faalkansen is dit bij benadering gelijk aan de som van de faalkansen van de vier deelsporen.

³ Uitgaande van kleine kansen en onafhankelijkheid

2 Hoogwaterdraaiboek

In de beoordelingsmethode die is opgenomen in dit rapport is veel nadruk komen te liggen op het hebben van een goed 'hoogwaterdraaiboek', waarin alle voor de sluiting van kunstwerken benodigde informatie en procedures zijn vastgelegd. Voor het beoordelen van betrouwbaarheid sluiten per sluitvraag van een waterkerend kunstwerk, dient dus naast voorliggende werkwijze ook het hoogwaterdraaiboek te worden gebruikt.

De invulling, volledigheid en kwaliteit van het 'draaiboek' is voor een groot deel bepalend voor de betrouwbaarheid van sluiten van afsluitmiddelen van waterkerende kunstwerken. Omdat daarmee veel afhangt van het hebben en onderhouden van een draaiboek voor het sluiten van de keermiddelen, is het van belang dat ook duidelijk is aan welke minimale eisen zo'n draaiboek moet voldoen, inclusief het bijbehorende beheer. Denk hierbij aan eisen aan hoe de organisatie en de operatie zijn ingericht voorafgaand en tijdens hoogwaters, maar ook aan eisen omtrent de jaarlijkse oefening.

De eisen aan een dergelijk 'draaiboek' zijn nader uitgewerkt in het rapport *Handreiking borging betrouwbaarheid sluiting in draaiboeken* [Ref. 4]. In deze Handreiking worden eisen opgesteld waaraan het draaiboek *Borging betrouwbaarheid sluiting kunstwerken* moet voldoen zodat het een rol kan spelen bij het gebruik van de scoretabellen voor het bepalen van de betrouwbaarheid van sluiting van een kunstwerk.

3 Alarmering

3.1 Definitie Alarmering

De eerste stap in het sluitproces is de Alarmering. Op basis van metingen en berekeningen worden voorspellingen gedaan van waterstanden en afvoer op enig moment in de toekomst, ter plaatse van de te sluiten kunstwerken.

De in deze methode aangehouden scheidslijn tussen Alarmering en Mobilisatie is de volgende: Alarmering eindigt en Mobilisatie begint op het moment dat één of meerdere leden van het calamiteitenteam op de hoogte is gebracht van het alarmeringscriterium, bijvoorbeeld een gemeten waarschuwingspeil of verwacht debiet. Met calamiteitenteam wordt hier bedoeld het team dat besluit tot sluiting van de kunstwerken en de daarvoor nodige acties inzet.

3.2 Proces van Alarmering door Rijkswaterstaat

Meetpunten van het Landelijke Meetnet Water (LMW) in Nederland geven elke 10 seconden o.a. waterstand en debiet door aan het Rekencentrum in Amsterdam. Het Rekencentrum combineert deze metingen met gegevens van het KNMI en metingen uit Duitsland, Frankrijk, België, Groot-Brittannië en Noorwegen (waterstanden, debiet, temperatuur, wind, neerslag enz.) en verstrekt deze meetresultaten direct aan klanten via een geautomatiseerde datastroom. Het is aan de calamiteitenorganisatie om die te raadplegen.

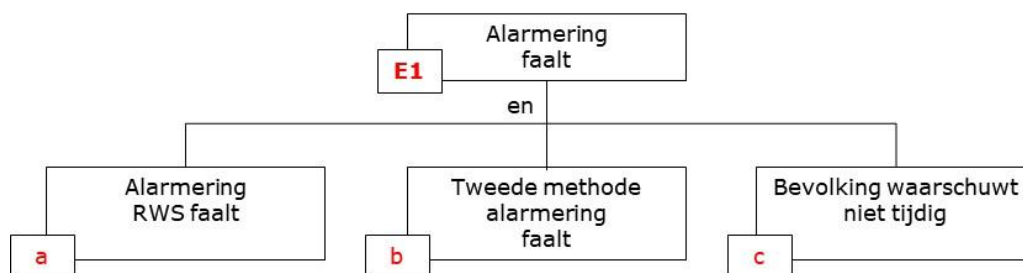
Het rekencentrum berekent tevens periodiek de verwachte waterstanden en debieten op de rivieren, meren en aan de kust op basis van bovengenoemde meetgegevens. Wanneer een meting is misgegaan, interpoleert het systeem op basis van voorgaande metingen. Er is dus altijd een voorspellingsresultaat. Voor het riviergebied zijn de voorspellingen voor 80% aangewezen op Duitse, Franse en Belgische meetstations, waar de systemen direct informatie van krijgen, zonder tussenpersoon. Voor de kust geldt dat voor de Engelse en Noorse meetstations.

Klanten, zoals beheerders van waterkeringen, krijgen dus in principe direct de benodigde meetresultaten van het Rekencentrum, maar kunnen er ook voor kiezen voorspellingen via het Watermanagementcentrum Nederland (RWS-WMCN) te verkrijgen. Deze voorspellingen dienen als voorwaarschuwing en kunnen op verschillende manieren worden gedeeld. De standaard werkwijze van communicatie is voorafgaand aan hoogwater middels telefonisch contact, vervolgens dagelijks digitaal contact (via een PDF in een mail) en via een dagelijkse update van waterberichtgeving.rws.nl. In principe wordt jaarlijks het contact op de bovenstaande wijzen tussen RWS en beheerder geverifieerd.

De hoogwateralarmering door RWS (LMW, Rekencentrum, WMCN) hoeft niet getoetst te worden door de beheerders van de waterkeringen. Wel is controle nodig of de meldingen van Rijkswaterstaat ontvangen en verwerkt worden. Dit is ondervangen met vraag a uit de scoretabel.

3.3 Foutenboom en scoretabel

Naast informatie vanuit Rijkswaterstaat krijgen veel beheerders ook uit andere bronnen informatie omtrent waterstanden in hun beheersgebied. Denk aan geautomatiseerde waterstandsmetingen bij kunstwerken of handmatige controle van waterstanden onder hoogwateromstandigheden. Dit verkleint eveneens de kans dat in geval van hoogwater niet tijdig gealarmeerd wordt. In bebouwd gebied mag voorts verwacht worden dat de bevolking waarschuwt als een kunstwerk nog open staat en het water dreigt in te stromen. Beide aspecten komen aan bod middels de vragen b en c uit de scoretabel. De standaard foutenboom en scoretabel voor Alarmering komt er hiermee als volgt uit te zien (zie Figuur 1 en Tabel 1):



Figuur 1: Standaard foutenboom Hoogwateralarmering

Vraag	Antwoord	Score
a	ja	4
	nee	0
b	ja	2
	nee	0
c	ja	1
	nee	0
E1	a+b+c	

Tabel 1: Scoretabel Hoogwateralarmering⁴

3.4

Toelichting bij de vragen

a. Verificatie contact met Rijkwaterstaat

De hoogwateralarmering van Rijkwaterstaat (Watermanagement Centrum Nederland WMCN) wordt in de regel via een geautomatiseerd systeem afgegeven aan onder andere de waterkeringsbeheerders. Veelal loopt dit contact via verschillende lijnen:

- Een officiële telefonisch melding.
- Dagelijkse digitale berichten (email).
- Geautomatiseerde verstrekking van meetgegevens van LMW meetstations (continu), actie ligt bij beheerder zelf om dit te raadplegen

Daarnaast raadplegen beheerders veelal internet (bijvoorbeeld waterberichtgeving.rws.nl) of andere media.

Dit contact moet geborgd zijn en moet jaarlijkse gecontroleerd worden. Borging vindt plaats door het maken van sluitende afspraken met Rijkwaterstaat. De jaarlijkse controle vindt plaats in een uitgebreider contact, waarbij wordt nagegaan of de gemaakte afspraken nog accuraat zijn en contactlijsten zijn bijgewerkt.

Randvoorwaarde voor het gebruik van de scoretabel is dat de medewerkers van de calamiteitenorganisatie (verantwoordelijk voor Mobilisatie) direct toegang hebben tot de ontvangen meetresultaten van het LMW en op de mailinglijst staan van WMCN voor het verkrijgen van de dagelijkse update via de mail. Jaarlijks dient de adressenlijst en ontvangst van meetgegevens voor deze personen gecontroleerd te worden.

⁴ De waarde 0 betekent dat ervan wordt uitgegaan dat de faalgebeurtenis optreedt. Dit hoeft uiteraard niet realistisch te zijn en heeft een meer symbolische betekenis, namelijk dat dit aspect geborgd moet zijn om bij te dragen aan een voldoende kleine faalkans voor Alarmering. Deze werkwijze geldt ook voor alle volgende scoretabellen.

b. Tweede methode hoogwateralarmering

De hoogwateralarmering via Rijkwaterstaat kan in extreme gevallen niet tot stand gebracht worden. Bijvoorbeeld door grootschalige stroomuitval, overbelasting van het systeem of andere calamiteiten. Ook kan het voorkomen dat de voorspelling van RWS niet correct is of dat meetstations geen meetresultaten afgeven. In die gevallen is een tweede waarschuwingssysteem nodig. Dit kan bestaan uit lokale metingen, het volgen van het weerbericht of andere methoden, waar de beheerder zelf direct voor verantwoordelijk is. De beheerder dient te hebben vastgelegd welke andere bronnen worden geraadpleegd, wanneer dit gebeurt en wie daar verantwoordelijk voor is.

c. Bevolking waarschuwt niet tijdig

In bebouwd gebied mag verwacht worden dat de bevolking waarschuwt als een kunstwerk nog open staat op het moment dat het water dreigt in te stromen. Met name bij kunstwerken waar de keermiddelen in het zicht zitten (met name coupures maar ook keersluizen) is de kans klein dat de beheerder dan niet alsnog wordt gewaarschuwd. Deze waarschuwingwijze is niet te vatten in een hoogwaterdraaiboek en formeel zou er volgens de voorliggende werkwijze dan geen betrouwbaarheid aan toegekend mogen worden. Voor dit aspect wordt echter een uitzondering gemaakt.

Herstel

Feitelijk kunnen het tweede systeem en de kans dat de bevolking waarschuwt worden gezien als herstelmogelijkheden nadat het primaire alarmeringssysteem (de alarmering door RWS) gefaald is.

3.5**Faalkans**

- De faalkans per sluitvraag is gelijk aan $10^{-(E1)}$ per vraag
- Indien alleen vraag a met "ja" is beantwoord is, dan is de faalkans 10^{-4} per vraag.
- Indien alleen vraag b. met "ja" beantwoord is, is de faalkans 10^{-2} per vraag.
- Indien alleen vraag c. met "ja" beantwoord is, is de faalkans 10^{-1} per vraag.
- Indien vragen a, b en c met ja beantwoord zijn is de faalkans 10^{-7} per vraag.
- Indien alle vragen met nee zijn beantwoord dan is de faalkans 1.

4 Mobilisatie

4.1 Definitie Mobilisatie

De mobilisatie betreft de fase waarin personeel inclusief eventueel benodigd materiaal en materieel naar het kunstwerk gaat. De mobilisatiefase start op het moment dat het calamiteitenteam is gealarmeerd en eindigt wanneer al het benodigde materiaal, materieel en menskracht aanwezig is ter plaatse van de bedienlocatie.

4.2 Algemene aandachtspunten voor de mobilisatiefase

In de mobilisatiefase worden de volgende stappen onderscheiden:

- Constatering dat een bepaald kunstwerk gesloten moet worden, binnen een bepaalde en bekende periode.
- Inlichten van leidinggevend personeel dat de sluiting van een kunstwerk moet uitvoeren.
- Inlichten van overig personeel, inclusief eventueel mensen van andere organisaties zoals aannemers of gemeenten.
- Vervoer van personeel, materieel en materiaal naar het kunstwerk. In sommige gevallen kan materiaal en materieel al ter plaatse zijn.

De borging van de betrouwbaarheid van de mobilisatie wordt verkregen door:

- a. Alle benodigde handelingen in een draaiboek op te nemen, inclusief de betrokken personen en vervangingsregelingen.
- b. Jaarlijkse minimaal één oefening van de handelingen in het draaiboek. Indien de mobilisatie in het protocol is georganiseerd op meerdere vergelijkbare objecten, kan ervoor worden gekozen om niet alle objecten, maar een representatief object te oefenen. Daarvoor moet bij iedere oefening steeds een ander object gekozen worden.

Daarnaast zijn er enkele randvoorwaarden:

- Alle kunstwerken moeten goed bereikbaar zijn, ook bij een dreigende calamiteit, of bij een waarschuwing voor extreem weer of extreem hoog water. Hierbij moet rekening gehouden zijn met verkeersbelemmeringen die bij dergelijke omstandigheden kunnen optreden.
- Communicatiemiddelen, voor zover nodig, moeten in extreme omstandigheden werken. GSM verbindingen kunnen in dergelijke omstandigheden onvoldoende betrouwbaar zijn.

Bovenstaande geldt voor kunstwerken die vanuit hun dagelijks functioneren altijd open staan en bij een naderend hoogwater gesloten moeten worden, of kunstwerken waar lokale controle nodig is op het gesloten zijn.

Aanwezigheid materiaal/materieel en menskracht

Voor grote gemalen en in- en uitlaatduikers die buiten bediende tijd (automatisch) standaard gesloten zijn, is mobilisatie bij hoogwater niet nodig. Hiervoor is nog wel een controle nodig op het daadwerkelijk gesloten zijn bij een naderend hoogwater. Afhankelijk van het type kunstwerk en keermiddelen is dan een controle ter plaatse of op afstand nog nodig. Bij sommige van dergelijke kunstwerken wordt vanuit dagelijks functioneren standaard één keermiddel gesloten en is opgenomen in de draaiboeken dat bij het naderen van een hoogwater ook een tweede keermiddel wordt dichtgezet. Voor dit tweede keermiddel kan dan wel een mobilisatieregeling gelden. Anders is mobilisatie voor deze kunstwerken niet van toepassing.

Voor alle kunstwerken geldt dat de mobilisatie vooral de organisatie betreft en veel minder de specifieke aspecten per kunstwerk. Mobilisatie wordt daarom per organisatie getoetst en niet per kunstwerk, rekening houdend met het waterstandsverloop en de benodigde sluitingsduur van het betreffende kunstwerk. Aspecten die kunstwerkspecifiek zijn (denk aan route er naar

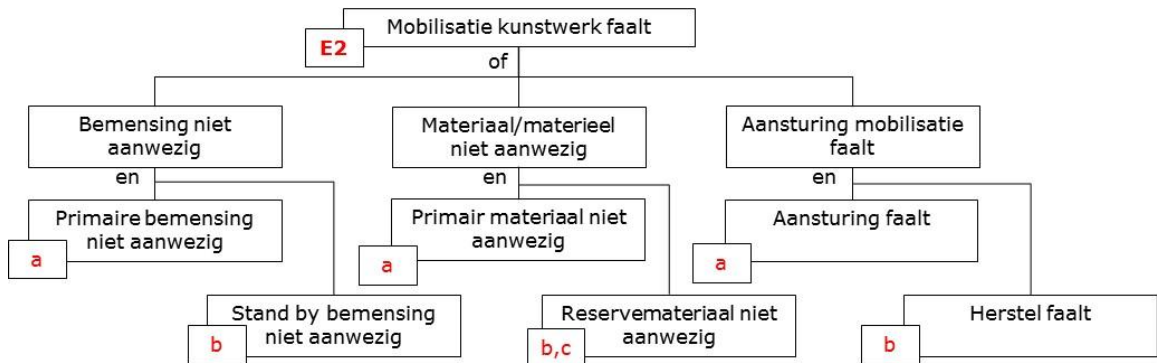
toe, aantal benodigde personen voor sluiting, benodigd materiaal/materieel et cetera) horen te zijn vastgelegd in het hoogwaterdraaiboek.

Bij het inrichten van de oefeningen moet ook het onderscheid tussen organisatie-brede aspecten en object-specifieke aspecten tot uiting komen.

Veelal worden de kunstwerken regelmatig, bijvoorbeeld eens per twee weken, bezocht voor een routine veld-inspectie. Deze inspecties verkleinen de faalkans ten aanzien van mobilisatie, omdat eventuele obstakels op de route worden waargenomen.

4.3 Foutenboom en scoretabel

De foutenboom voor de fase van Mobilisatie voor kunstwerken die alleen bij hoogwater gesloten moeten worden is weergegeven in Figuur 2. In Tabel 2 is de scoretabel weergegeven die op deze foutenboom gebaseerd is.



Figuur 2: Standaard foutenboom Mobilisatie

Vraag	Antwoord	Score	
a1	Is er een schriftelijk vastgelegde up to date mobilisatieregeling inclusief standby regeling en terugmeldingssysteem?	ja nee	
a2	Wordt de mobilisatie jaarlijks geoefend?	ja nee	
a3	Worden de ervaringen van de oefening en mobilisaties teruggekoppeld en verbeteringen doorgevoerd in de mobilisatieregeling?	ja nee	
a4	Tussenscore: Zijn de vragen a1 - a3 allemaal met ja beantwoord?	ja nee	4 0
b	Zijn er mogelijkheden tot herstel en zijn die opgenomen in de mobilisatieregeling? NB1: als vraag a1, a2 of a3 met 'nee' is beantwoord dan is ook geen herstel mogelijk NB2: voor een kunstwerk in het kust- of merengebied alleen van toepassing als er een permanent keermiddel aanwezig is	ja nee	1 0
c	Indien coupure zonder permanent keermiddel: zijn de kerende elementen op dezelfde plaats opgeslagen als de reserve elementen?	ja nee/nvt	-1 0
E2	Kunstwerk niet sluiten door falen Mobilisatie	a4+b+c	max 5

Tabel 2: Scoretabel Mobilisatie

4.4 Toelichting bij de vragen

a. *Draaiboek inclusief gebruik en beheer van het draaiboek*

De drie vragen die onder a zijn genoemd, betreffen de mobilisatieregeling, het oefenen daarmee en het verwerken van ervaringen die bij de oefeningen worden opgedaan. Indien alle drie de vragen met "ja" beantwoord worden, is het antwoord bij a4 (tussenscore) "ja", anders is het antwoord "nee".

a1. *Mobilisatieregeling*

Om voldoende betrouwbaarheid te verkrijgen moeten alle handelingen die nodig zijn om de mobilisatie te realiseren zijn vastgelegd in een draaiboek. In hoofdlijn betreft het communicatie en transport, maar de details zullen per organisatie anders zijn. Verwezen wordt naar de *Handreiking borging betrouwbaarheid sluiting in draaiboeken* [Ref. 4] voor een overzicht van aspecten die minimaal vastgelegd moeten zijn.

a2. *Jaarlijkse oefening*

Een jaarlijkse oefening is nodig om bij het betrokken personeel voldoende routine te verkrijgen en om onvolkomenheden in het systeem of veranderingen in de omgeving op te merken. Ook personeel van andere organisaties die betrokken zijn bij de sluiting moeten aan de oefening mee doen. Dit kunnen aannemers zijn die personeel, materiaal of materieel leveren, maar ook bijvoorbeeld gemeenten of provincies die een taak hebben bij het sluiten van een kunstwerk.

Het is niet noodzakelijk dat al het personeel bij een oefening is betrokken. Wel moeten alle sleutelfunctionarissen mee doen met de oefening en moet duidelijk zijn dat de overige betrokkenen eenvoudig aangestuurd kunnen worden, ook als deze niet of minder geoefend hebben.

a3. *Terugkoppeling ervaringen*

Het is van belang dat de ervaringen die bij de oefeningen of daadwerkelijke sluitingen zijn opgedaan worden teruggekoppeld en in het draaiboek worden verwerkt. Hiermee worden kennelijke fouten of onvolkomenheden in de mobilisatieregeling gecorrigeerd en wordt de regeling aangepast aan veranderde externe omstandigheden.

b. *Mogelijkheden tot herstel*

Er zijn mogelijkheden tot herstel als opgemerkt wordt dat een stap in de mobilisatie niet goed is verlopen én er personeel dan wel materieel of materiaal beschikbaar is om deze stap alsnog uit te voeren. Mogelijkheden tot herstel kunnen alleen in rekening gebracht worden als deze in het draaiboek en de mobilisatieregeling zijn opgenomen. Er moet daarom vooraf zijn nagedacht over risico's en back-up maatregelen. Dit kan betrekking hebben op alle aspecten die een rol spelen bij de mobilisatie: personeel, materieel, materiaal en transport.

Daarnaast is het van belang dat er voldoende tijd beschikbaar is. Om na te gaan of er voldoende tijd beschikbaar is moet de gehele sluitoperatie worden beschouwd en moet de tijdlijn daarvan in relatie tot het verloop van de hoogwatergolf in de tijd in kaart gebracht worden. In de gedetailleerde toets mogen herstelacties niet in rekening gebracht worden in het kust- en merengebied, tenzij er sprake is van een permanent aanwezig keermiddel. In dat geval is de benodigde tijd voor het treffen van een herstelmaatregel doorgaans ook korter en mag wel met een kans op herstel worden gerekend. Overgangsgebieden, zoals Rijn-Maasmond en Vecht-IJsseldelta, worden onder kust- en merengebied geschaard, omdat hoogwaters minder goed voorspeld kunnen worden en meestal groter stijgsnelheden kennen dan in het bovenrivierengebied. De beheerder kan hier onderbouwd van afwijken.

c. *Bij coupure zonder permanent keermiddel: ligt al het materiaal op één plaats?*

Als al het materiaal dat benodigd is voor sluiting van een coupure samen met het eventuele reservemateriaal voor een noodkering op dezelfde locatie is opgeslagen, dan kan het ook door één en dezelfde gebeurtenis in onbruik raken (denk aan brand of diefstal). Dit is eenvoudig te

ondervangen door het reservemateriaal op een andere locatie op te slaan. Indien dit niet het geval is, neemt de faalkans met een factor 10 toe en de score dus met 1 af.

4.5

Faalkans

- De faalkans per sluitvraag is gelijk aan $10^{-(E2)}$ per vraag
- Indien de vragen a1, a2 én a3 met "ja" zijn beantwoord is, dan is de faalkans 10^{-4} per vraag.
- Als vraag b met "ja" beantwoord kan worden dan is de faalkans een factor 10 kleiner, dat wil zeggen 10^{-5} per vraag.
- Indien vraag c. met "nee" beantwoord is, is de faalkans 10^{-3} of 10^{-4} per vraag, afhankelijk van het antwoord op vraag b.
- Indien één of meer van de vragen a1, a2 of a3 met "nee" zijn beantwoord is, dan is de faalkans 1. In dit geval is herstel ook niet mogelijk.

5 Bediening

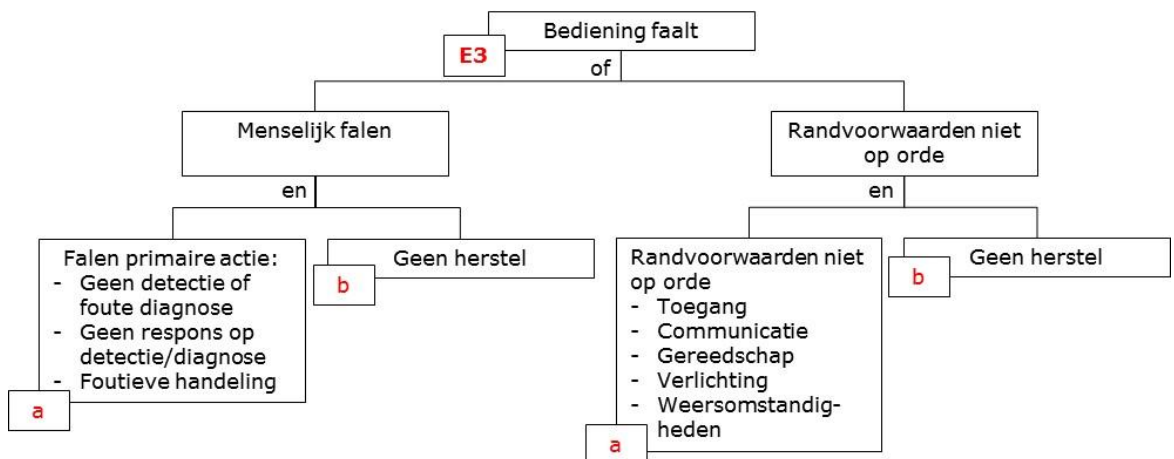
5.1 Definitie Bediening

De beoordeling van het onderdeel bediening moet per kunstwerk doorlopen worden. De bediening is specifiek per kunstwerk en kan daarom niet op organisatieniveau worden beoordeeld.

Onder Bediening vallen alle handeling die nodig zijn om het kunstwerk initieel te sluiten. Wanneer de sluiting vervolgens faalt door het in gebreke zijn van technische componenten of door een belemmering valt dat onder Technisch falen. Alle (bedien)handelingen die na Technisch falen worden ingezet als herstelactie vallen tevens onder Technisch falen.

5.2 Foutenboom en scoretabel

De foutenboom voor de fase van Bediening is weergegeven in Figuur 3. In Tabel 3 is de scoretabel weergegeven die op deze foutenboom gebaseerd is.



Figuur 3: Standaard foutenboom Bediening

Vraag	Antwoord	Score	
a1	Is een sluitprocedure aanwezig?	ja nee	
a2	Wordt de sluitingsprocedure minstens eenmaal per jaar geoefend?	ja nee	
a3	Worden de ervaringen van de oefening en bediening teruggekoppeld en verbeteringen doorgevoerd in de sluitprocedure?	ja nee	
a4	Tussenscore: Zijn de vragen a1 - a3 allemaal met ja beantwoord?	ja nee	3 0
b	Zijn er mogelijkheden tot herstel en zijn die opgenomen in de sluitprocedure? NB1: als vraag a1, a2 of a3 met 'nee' is beantwoord dan is ook geen herstel mogelijk NB2: voor een kunstwerk in het kust- of merengebied alleen van toepassing als er een permanent keermiddel aanwezig is	ja nee	2 0
E3	Kunstwerk niet sluiten door falen Bediening	a4+b	max 5

Tabel 3: Scoretabel Bediening

5.3 Toelichting bij de vragen

a. *Draaiboek inclusief gebruik en beheer van het draaiboek*

De drie vragen die onder a zijn genoemd, betreffen de sluitprocedure, het oefenen daarmee en het verwerken van ervaringen die bij de oefeningen worden opgedaan. Indien alle drie de vragen met "ja" beantwoord worden, is het antwoord "ja", anders is het antwoord "nee".

a1. *Sluitprocedure*

Om voldoende betrouwbaarheid te verkrijgen moeten alle handelingen die nodig zijn bij de bediening zijn vastgelegd in een draaiboek. Verwezen wordt naar de *Handreiking borging betrouwbaarheid sluiting in draaiboeken* [Ref. 4] voor een overzicht van aspecten die minimaal vastgelegd moeten zijn.

a2. *Jaarlijkse oefening*

Een jaarlijkse oefening is nodig om bij het betrokken personeel voldoende routine te verkrijgen en om onvolkomenheden in het systeem of veranderingen in de omgeving op te merken. Ook personeel van andere organisaties die betrokken zijn bij de sluiting moeten aan de oefening mee doen. Dit kunnen aannemers zijn die personeel, materiaal of materieel leveren, maar ook bijvoorbeeld gemeenten of provincies die een taak hebben bij het sluiten van een kunstwerk.

Alle sleutelfunctionarissen moeten mee doen met de oefening en het moet duidelijk zijn dat de overige betrokkenen eenvoudig aangestuurd kunnen worden, ook als deze niet of minder geoefend hebben.

Bij de jaarlijkse oefening moeten alle handelingen die in het draaiboek zijn opgenomen worden betrokken. Als er in een organisatie meerdere identieke kunstwerken⁵ aanwezig zijn, dan kan daaruit een selectie gemaakt worden voor de oefening. Wel moet gerouleerd worden, zodat steeds een ander kunstwerk bij een oefening betrokken wordt.

a3 *Terugkoppeling ervaringen*

Het is van belang dat de ervaringen die bij de oefeningen of daadwerkelijke sluitingen zijn opgedaan worden teruggekoppeld en in het draaiboek worden verwerkt. Hiermee worden kennelijke fouten of onvolkomenheden in de bediening gecorrigeerd en wordt de regeling aangepast aan veranderde omstandigheden.

Mogelijkheden tot herstel

Er zijn mogelijkheden tot herstel als opgemerkt wordt dat een stap in de bediening niet goed is verlopen én er mogelijkheden zijn om deze stap alsnog uit te voeren.

Mogelijkheden tot herstel kunnen alleen in rekening gebracht worden als deze in de sluitprocedure zijn opgenomen.

5.4 Faalkans

- De faalkans per sluitvraag is gelijk aan $10^{-(E3)}$ per vraag
- Indien de vragen a1, a2 én a3 met "ja" zijn beantwoord, dan is de faalkans 10^{-3} per vraag.
- Als ook vraag b met "ja" beantwoord kan worden dan is de faalkans een factor 100 kleiner, dat wil zeggen 10^{-5} .
- Indien één of meer van de vragen a1, a2 of a3 met "nee" zijn beantwoord is, dan is de faalkans 1. In dit geval is herstel ook niet mogelijk.

⁵ Hieronder worden kunstwerken verstaan waarvan de keermiddelen min of meer identiek zijn (type keermiddel, wijze van aandrijving / aanbrengen kerende elementen) en de sluiting op nagenoeg dezelfde wijze verloopt

6 Technisch falen

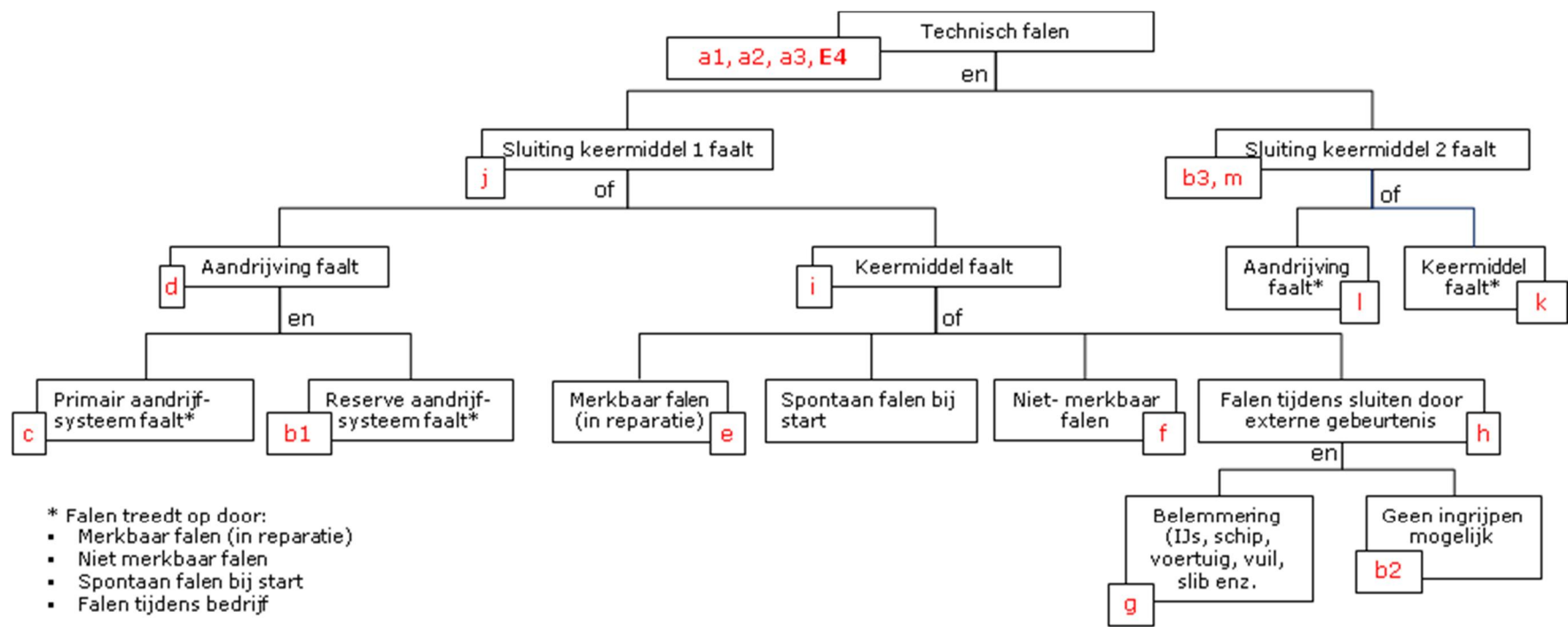
6.1 Foutenboom en scoretabel

De foutenboom voor Technisch falen is weergegeven in Figuur 4. Deze foutenboom is opgesteld met als leidraad de technische inrichting van het systeem. Gezien de brede doelgroep aan kunstwerken is de foutenboom tot beperkte diepgang uitgewerkt.

In onderstaande Tabel 4 is de scoretabel weergegeven die op deze foutenboom gebaseerd is.

Onderdeel	Vraag	Antwoord	Score	
A	a1	Is er een onderhoudsplan voor het keermiddel en wordt dat nageleefd?	ja nee	0,5 0
		A	a2	Wordt het primaire en indien van toepassing het secundaire keermiddel minstens tweemaal per jaar gecontroleerd en de sluiting minstens eenmaal per jaar getest, inclusief alle daarbij behorende 'aandrijfmechanismen'?
A	a3			Worden de ervaringen van de controles, tests en daadwerkelijke sluitingen teruggekoppeld en verbeteringen doorgevoerd in de mobilisatieregeling en bedieningsprotocol of zondig aan het sluitmiddel zelf?
		Aandrijving	c	Is het afsluitmiddel op handkracht te sluiten?
Aandrijving	b1	Is er een tweede aandrijfsysteem?	ja nee	1 0
Aandrijving	d	Aandrijving faalt (tussen score)	c+b1	min 0 max 1,5
Keermiddel	e	Is er een risico van merkbaar falen van het keermiddel van betekenis?	ja nee	1 1,5
		Keermiddel	f	Is er een risico van niet-merkbaar falen van het keermiddel van betekenis?
Keermiddel	g			Is er een risico van betekenis op belemmering waardoor de sluiting faalt?
		Keermiddel	b2	Is er in het sluitprotocol geanticipeerd op dit risico van belemmering?
Keermiddel	h			Falen tijdens sluiten: belemmering (tussenscore)
Keermiddel	i	Keermiddel 1 faalt (tussenscore)	min(e,f,h)	min 0,5 max 1,5
Sluiting eerste	j	Sluiting keermiddel 1 faalt (tussenscore)	Min(d,i)	min 0 max 1,5
2de keermiddel	b3	Is er een tweede onafhankelijk keermiddel, dat operationeel is indien het eerste keermiddel niet gesloten kon worden? Indien ja: beantwoord de vragen k en l voor het tweede keermiddel	ja nee	0,75 0
		Keermiddel	k	Is er een risico van falen van het keermiddel van betekenis?
Aandrijving	l			Is dit tweede afsluitmiddel op handkracht te sluiten?
		Sluiting tweede keermiddel	m	Keermiddel 2 faalt (tussenscore)
	E4	Kunstwerk niet sluiten door technisch falen en falen herstelacties	a1+a2+a3+j+m	max 5

Tabel 4: Scoretabel technisch falen



- * Falen treedt op door:
- Merkbaar falen (in reparatie)
 - Niet merkbaar falen
 - Spontaan falen bij start
 - Falen tijdens bedrijf

Dit is alleen uitgewerkt in de foutenboom voor het keermiddel omdat alleen voor het keermiddel er specifieke vragen in de scoretabel over worden gesteld.

Figuur 4: Standaard foutenboom technisch falen

6.2 Te hanteren definities bij gebruik van scoretabel en standaardfoutenboom

- Aandrijfsysteem: het aandrijfsysteem dient ruim te worden geïnterpreteerd. In de voorliggende methode vallen alle technische onderdelen die zorgen voor het in beweging komen van het keermiddel onder aandrijfsysteem, o.a.:
 - Bedien-/aansturingssystemen, lokaal en op afstand (PLC's, digitale verbindingen, bedieningspanelen, handmatige bedieningsvormen enz.)
 - Energievoorzieningen
 - Motoren
 - Werktuigbouwkundige bewegingsinstallaties (tandwielen en tandwielkasten, hydraulische cilinders, rolwagens, heugel(-stangen).
 - (Mobiele) kranen.
- Keermiddel: onder het keermiddel wordt in de voorliggende methode verstaan:
 - Het waterkerende element (deur, schot(balk), balg, enz)
 - Andere permanent aanwezige constructieve elementen die nodig zijn tijdens de sluitbeweging van het waterkerende element én nodig zijn tijdens het water keren in de gesloten toestand (sponningen, drempel)
- Hoogwater kerend gesloten: vanuit de overstromingskansbenadering is een kunstwerk niet hoogwater kerend gesloten wanneer er ten gevolge van open staan een overstroming optreedt met substantiële gevolgen. Er ligt dus een relatie tussen 'de mate van' gesloten staan en de maximale hoeveelheid water die toelaatbaar is. Als een keermiddel niet helemaal gesloten staat of een omloopriool blijkt niet gesloten te zijn en het instromend debiet heeft geen substantiële gevolgen (overstroming) dan is er dus geen sprake van een gefaalde sluiting. In hoeverre het keermiddel, gesloten of slechts gedeeltelijk gesloten, de hydraulische belastingen kan weerstaan wordt onderzocht bij het faalmechanisme constructief falen.

6.3 Toelichting bij de vragen

6.3.1 *Draaiboek inclusief gebruik en beheer van het draaiboek*

De vragen bij onderdeel A betreffen beheer en onderhoud en de maatregelen om deze up to date te houden. Het gaat hierbij vooral om in standhouden en operationeel houden van het kunstwerk en de afsluitmiddelen. Het betreft met name preventie van falen.

a1. Onderhoudsplan

Zoals ook in de *Handreiking borging betrouwbaarheid sluiting in draaiboeken* [Ref. 4] staat verwoord, moet een adequaat onderhoudsplan aanwezig zijn, waarin tenminste de voorschriften van de fabrikant, leverancier of ontwerper zijn verwerkt. De activiteiten die in dit kader zijn uitgevoerd en de bevindingen daarbij moeten in een bijbehorend logboek zijn opgenomen. Hiermee wordt de kans op falen aanzienlijk verkleind. Verwezen wordt naar de *Handreiking borging betrouwbaarheid sluiting in draaiboeken* [Ref. 4] voor een volledig overzicht van aspecten die minimaal vastgelegd moeten zijn.

a2. Controle en testen

Controles en tests zijn vaak onderdeel van een beheer- en onderhoudsplan. In navolging van de *Handreiking borging betrouwbaarheid sluiting in draaiboeken* [Ref. 4] wordt de vraag hier separaat gesteld, omdat het belang ervan groot is. Bij een controle wordt het keermiddel visueel geïnspecteerd en wordt nagegaan of het intact is en alle onderdelen aanwezig zijn. Bij een test wordt daadwerkelijk gecontroleerd of het keermiddel gesloten kan worden.

Kunstwerken met identieke keermiddelen hoeven niet allemaal getest te worden. Wel moet een redelijk percentage getest worden en moeten alle sponningen en sluitmiddelen tenminste visueel gecontroleerd worden op beschadigingen en blokkades. Voor schotbalken kunnen de sponningen bijvoorbeeld met een pasblok worden gecontroleerd.

Bij de controles en testen moet ook worden nagegaan of het kunstwerk onder maatgevende omstandigheden gesloten kan worden. Hiertoe moeten ook oefeningen gedaan worden bij slecht weer en slecht zicht. Dat is niet jaarlijks nodig. Als sluiting bij maatgevende omstandigheden niet mogelijk is, dan moet de hoogwateralarmering en mobilisatie daarop worden aangepast zodat preventief gesloten wordt of het kunstwerk (de afsluitmiddelen) moet worden aangepast. Dit is geen onderdeel van de gedetailleerde toets, maar van de toets op maat of van een verbetermaatregel.

Eveneens moet worden nagegaan of het afsluitmiddel daadwerkelijk sluit. Indien het afsluitmiddel niet zichtbaar is, is aan te bevelen hier een controlemiddel voor uit te werken. Aan de stand van een aandrijfstang kan bijvoorbeeld worden afgelezen of een keermiddel al dan niet is gesloten.

a3. Terugkoppeling ervaringen

Zoals verwoord in de *Handreiking borging betrouwbaarheid sluiting in draaiboeken* [Ref. 4] dienen ervaringen die worden opgedaan bij de onderhoudswerkzaamheden, controles, tests, oefeningen en daadwerkelijke sluitingen te worden teruggekoppeld en verwerkt in het beheer- en onderhoudssysteem. Zo nodig moeten verbeteringen aan het kunstwerk worden doorgevoerd. Hierdoor wordt het systeem continu verbeterd en worden zaken die bij het ontwerp en de uitvoering over het hoofd zijn gezien gecorrigeerd.

6.3.2 *Vragen t.a.v. de aandrijving eerste keermiddel*

c. Complexiteit afsluitmiddel

In het algemeen geldt dat meer complexe mechanismen een grotere faalkans (spontaan, merkbaar en niet-merkbaar falen en op falen tijdens missie) hebben. Voor deze toets is een tweedeling gemaakt in keermiddelen die met handkracht gesloten worden en andere keermiddelen. Handkracht gesloten keermiddelen hebben weinig afzonderlijke onderdelen en de faalkans daarvan is daarom relatief gering. Hetzelfde geldt voor keermiddelen die met behulp van zwaartekracht of stromingsdruk 'vanzelf' gesloten worden nadat middels een eenvoudige handeling de sluiting in gang is gezet. Voorbeelden van dergelijke kunstwerken zijn:

- Coupures met schotbalken.
- Terugslagkleppen (indien een handmatige actie nodig is om deze te ontgrendelen).
- Handbediende spindelschuiven (ook als deze met behulp van eenvoudig elektrisch handgereedschap gesloten worden).
- Hevellingingen waar de vacuümverbreker moet worden losgedraaid

Als het aandrijfsysteem niet kan falen en er dus geen tweede aandrijfsysteem aanwezig en benodigd is, zoals bij volledig handmatig opgebouwde coupures, kan zowel vraag c. als b1. met 'ja' beantwoord worden.

b1. Tweede aandrijfsysteem

Een tweede aandrijfsysteem mag alleen worden meegenomen wanneer deze in grote mate onafhankelijk functioneert ten opzichte van het eerste aandrijfsysteem. Het gaat om alle voorzieningen die nodig zijn om het afsluitmiddel in de opening te plaatsen. Voorbeelden van een tweede aandrijfsysteem zijn:

- Handkracht, als handkracht ingezet kan worden ter vervanging van een defecte motor of falende energievoorziening.

- Een tweede mobiele kraan.
- Een generator voor het opwekken van elektriciteit bij het uitvallen van het openbare stroomnet.

Het tweede aandrijfsysteem mag alleen in rekening gebracht worden als het in het draaiboek is opgenomen, inclusief mobilisatie, oefeningen en tests. Tevens dient er voldoende tijd beschikbaar te zijn na het constateren van falen van het primaire aandrijfsysteem om het tweede systeem operationeel te krijgen.

6.3.3 *Vragen t.a.v. het eerste keermiddel:*

De vragen met betrekking tot het eerste keermiddel hebben betrekking op de inschatting van de risico's op spontaan, merkbaar en niet-merkbaar falen en op falen tijdens missie. In algemene zin wordt een risico van betekenis geacht indien de kans op het optreden van de gebeurtenis als reëel wordt ingeschat en het gevolg is dat het keermiddel in onbruik raakt. Onderstaand worden enkele voorbeelden gegeven van mogelijk relevante risico's.

e. Is er een risico van merkbaar falen van het keermiddel van betekenis?

Voorbeelden van merkbaar falen zijn:

- Aanvaring of aanrijding van zichtbare keermiddelen wat vanuit de dagelijkse functie direct wordt opgemerkt of zo in het oog springt dat vast personeel of gebruikers er melding van maakt.
- Schotbalken die tijdens transport of opslag beschadigd zijn geraakt

Aanrijdings- of aanvaringsrisico voorafgaand aan sluiting

Door aanrijdingen of aanvaringen kunnen sponningen vervormen of ontzet raken, waardoor de sluitmiddelen niet meer geplaatst kunnen worden of niet meer voldoende sluiten. Ook keermiddelen zelf kunnen beschadigd raken wanneer ze niet gesloten zijn (bijvoorbeeld een schutsluis met speciale stormvloeddeuren die normaal niet gesloten zijn).

Als het kunstwerk, met name de sponningen en aanslagen, beschermd zijn tegen aanvaren of aanrijden, of als er geen verkeer of scheepvaart nabij het kunstwerk mogelijk is, dan kan dit niet optreden. Mocht bij het dagelijks beheer blijken dat relatief vaak schade optreedt, dan is het nodig dat maatregelen getroffen worden om het te voorkomen.

f. Is er een risico van niet-merkbaar falen van het keermiddel van betekenis?

Voorbeelden van niet-merkbaar falen zijn:

- Vallende of krabbende ankers op de drempelconstructie in het geval van een roldeur, waarbij er sprake is (zeer) veel scheepspassages vanuit regulier gebruik. Deze situatie zal in het geval van andere typen keermiddelen niet leiden tot dusdanig falen dat een hoogwatersluiting niet lukt.
- Diefstal of vandalisme in het geval van niet frequent sluitende objecten
- Niet-zichtbare aantasting door biologische of andere oorzaak, waardoor de sluitingsoperatie faalt.

Er zijn ook andere oorzaken voor potentiële schade, zoals vorst, ongelijkmatige zettingen, te grote externe belastingen etc. Als het goed is, is hier bij het ontwerp rekening mee gehouden. Zo niet, dan zal dit bij de regelmatige controles blijken en moet aanpassing of herstel plaatsvinden.

Schade aan een gesloten keermiddel door externe belastingen (incl. aanrijdingen en aanvaringen) wordt hier niet onder verstaan. Dat betreft niet de sluitprocedure, maar de sterkte van het keermiddel in gesloten toestand. Beoordeling daarvan vindt daarom plaats als onderdeel van de beoordeling op sterkte.

g. Is er een risico van betekenis op belemmering waardoor de sluiting faalt?

Deze vorm van falen betreft falen tijdens missie waarbij het gaat om belemmeringen die een sluiting verhinderen en die een kans van betekenis hebben in relatie tot de totale kans op niet sluiten. Idealiter wordt middels een risicoanalyse aangetoond of de kans op de belemmering van belang is in relatie tot de totale kans op niet sluiten, maar vaak kan met gezond boerenverstand ook een adequate inschatting gemaakt worden.

Voorbeelden van een fysieke belemmering zijn: een geparkeerde auto op de drempel van een coupure, het vastlopen van een deur in zand of wegdek, ijsgang, schepen in de deuropening, voorwerpen op de bodem.

b2. Is er in het sluitprotocol geanticipeerd op dit risico van belemmering?

Wanneer in het sluitprotocol rekening wordt gehouden met het in vraag g. geïdentificeerde risico(s) en daaruit voortvloeiend maatregelen zijn getroffen die in de beschikbare tijd de belemmering kunnen opheffen, kan deze vraag positief beantwoord worden. Zo moet het materieel dat benodigd is voor het verwijderen van een belemmering in het draaiboek zijn opgenomen, inclusief mobilisatie en oefening.

6.3.4 *Vragen t.a.v. tweede keermiddel.*

b3. Tweede onafhankelijk keermiddel

Met een tweede onafhankelijk keermiddel wordt een keermiddel bedoeld dat altijd toegepast kan worden als het eerste niet gesloten kon worden, door welke oorzaak dan ook. Een tweede keermiddel kan een schuif zijn, als het eerste een terugslagklep is. Ook zandzakken, big bags of barriers kunnen een tweede keermiddel vormen. Een tweede schotbalkkering of een tweede schuif is alleen onafhankelijk als de sponningen van het eerste en tweede keermiddel op zodanige afstand van elkaar verwijderd zijn, dat deze niet door één en dezelfde gebeurtenis onklaar gemaakt kunnen worden.

Twee schotbalksponningen die op korte afstand van elkaar zijn geplaatst kunnen bij één aanrijding tegelijk beschadigd raken en zijn daarom niet onafhankelijk.

Een tweede keermiddel moet in het draaiboek zijn opgenomen, inclusief mobilisatie en bediening. Als dat niet het geval is, dan mag een tweede keermiddel niet in rekening gebracht worden in de gedetailleerde toets.

Toepassing van een tweede keermiddel is in feite een herstelmogelijkheid. Het tweede keermiddel mag alleen in rekening worden gebracht, als het ook daadwerkelijk gesloten kan worden nadat het eerste keermiddel niet gesloten kon worden. Van belang hierbij zijn onder andere:

- De bereikbaarheid van het tweede keermiddel. Als dit keermiddel onder water staat, is het (afhankelijk van de configuratie) mogelijk niet meer te sluiten.
- De tijd die beschikbaar is.
- De mogelijkheid het tweede keermiddel te sluiten als er al water door het kunstwerk stroomt.
- Het tweede keermiddel is in het hoogwaterdraaiboek als hoogwaterkeermiddel aangemerkt en is daarvoor ontworpen

Alleen de aanwezigheid van een tweede keermiddel is daarom niet voldoende om deze vraag met ja te beantwoorden. Het keermiddel moet ook daadwerkelijk ingezet kunnen worden in de omstandigheden die optreden als het eerste keermiddel niet gesloten kon worden. Om deze vraag te kunnen beantwoorden is een goede kennis van de situatie nodig.

De aanwezigheid van een tweede keermiddel in de gedetailleerde toets kan in de volgende situaties in rekening worden gebracht:

- In het rivierengebied.
- In het kust- en merengebied, als het tweede keermiddel op de locatie aanwezig is, dat wil zeggen als het een permanent keermiddel is, of het keermiddel wordt direct met de mobilisatie ter plekke gebracht.

In andere gevallen kan een tweede keermiddel in de toets op maat in rekening gebracht worden. Daarbij moet dan onder andere ook worden nagegaan of er voldoende tijd is om een tweede keermiddel aan te brengen.

k. Is er een risico van falen van het keermiddel van betekenis?

Het betreft nu een combinatie van alle mogelijkheden van falen. Zie de toelichting bij vraag e. en f.

l. Complexiteit afsluitmiddelen

Zie de toelichting bij vraag c.

Herstelopties voor een secundair keermiddel worden niet beschouwd, omdat het secundaire keermiddel zelf al een hersteloptie is. Bij een toets op maat kan dit zondig wel verder worden uitgewerkt.

6.4 Borging keermiddelen

Er kan na de plaatsing of het sluiten van de keermiddelen nog enige tijd verstrijken voordat het hoogwater is. Voorkomen moet worden dat in deze periode keermiddelen verwijderd worden, of onverhoopt geopend worden. Hiervoor kunnen diverse oorzaken zijn, zoals vandalisme, diefstal of de wens om een doorgang in een weg nog even open te stellen. Dit moet vanzelfsprekend voorkomen worden door het toepassen van sloten of andere borgingen en/of er moet georganiseerd regelmatig toezicht zijn. Indien dit van toepassing is moet dit in het bedienings-/sluitprotocol zijn vastgelegd. Omdat dit falen ná een op zichzelf geslaagde sluiting betreft is het niet in de scoretabel voor Technisch falen opgenomen.

6.5 Faalkans

De faalkans per sluitvraag is gelijk aan $10^{-(E4)}$ per vraag. De maximale score die gehaald kan worden is $E4 = 5$, wat resulteert in een faalkans van 10^{-5} per vraag.

Referenties

- [Ref. 1] Handleiding kwantitatieve analyse menselijk handelen bij waterkeringen – het OPSCHep-model, Rijkswaterstaat, juli 2013
- [Ref. 2] Handbook of human reliability analysis with emphasis on nuclear power plant applications, NUREG/CR-1278, Swain A.D. and Guttmann H.E., U.S. Nuclear Regulatory Commission, Washington D.C., 1983
- [Ref. 3] WTI 2017 Kunstwerken -Achtergrondrapport toetsspoor Betrouwbaarheid Sluiting I - Verbeteren gedetailleerde toets, Deltares, kenmerk 1220087-002-GEO-0012, definitief, februari 2016
- [Ref. 4] Handreiking borging betrouwbaarheid sluiting in draaiboeken, Achtergrondrapport bij het gebruik van de scoretabellen voor het faalmechanisme niet sluiten, B. van Bree, november 2017

Bijlage A Toelichting bij de totstandkoming van de Toets Betrouwbaarheid sluiten

A.1 Aanleiding

In het kader van WBI2017 en de nieuwe normering en rekenmethoden worden nieuwe toetsregels opgesteld. De toets voor de beoordeling van de betrouwbaarheid van afsluitmiddelen is nog niet inhoudelijk bijgewerkt. Wel zijn nieuwe scoretabellen opgesteld. Hierbij zijn de scoretabellen uit de Leidraad Kunstwerken 2003 veelal vereenvoudigd en zijn onduidelijkheden en fouten verholpen.

De toetsmethode uit het VTV2006 (inclusief de scoretabellen uit de Leidraad Kunstwerken 2003) bestaat in hoofdlijn uit het beantwoorden van specifieke vragen. Het blijkt dat veel van deze vragen niet aansluiten bij de huidige praktijk zoals aanwezig bij de waterschappen. Veel vragen zijn niet relevant en van andere vragen is de bedoeling onvoldoende duidelijk. In de Leidraad Kunstwerken 2003 is wel een toelichting gegeven, maar die biedt vaak onvoldoende helderheid.

De onduidelijkheden komen onder meer voort uit het feit dat de huidige toetsmethode is opgesteld voor sluizen en coupures, maar dat de methode ook gebruikt moet worden voor gemalen, in-/uitlaatduikers en andere kunstwerken met afsluitmiddelen. Dit blijkt ook uit de feedback van de beheerders (en toetsers). Ten slotte blijkt een aantal vragen ook enigszins gedateerd. Dit is niet verwonderlijk gelet op de technologische ontwikkelingen die de afgelopen 15 jaar hebben plaatsgevonden.

A.2 Doel

Om de hierboven genoemde redenen is binnen het WBI2017 een aanpassing van de toetsmethode uitgevoerd. Het opstellen van een volledig nieuwe en goed onderbouwde toetsmethode paste echter niet binnen de planning en budget van WTI2017. Er is daarom gekozen voor een eerste, pragmatische aanpassing, waarbij tegemoet gekomen wordt aan de hiervoor genoemde aanleiding voor aanpassing.

Dit heeft geresulteerd in een voorlopige toetsmethode, welke is vastgelegd in [Ref. 3]. Het eindconcept van het WBI-rapport [Ref. 3] is december 2015 besproken in een groep met experts⁶. In deze sessie werd sterk aanbevolen om de scores die met de scoretabellen behaald kunnen worden, welke waren gebaseerd op inschattingen van het WBI-team, te verifiëren middels een aantal cases. In een vervolgstudie is aan deze wens van de expertgroep invulling gegeven.

Het resultaat is een volledig bijgewerkte methode, die bruikbaar is in de gedetailleerde toetsing van het WBI2017 (of de opvolger daarvan) en voor ontwerpen (als onderdeel van een update van de Leidraad Kunstwerken. Deze methode moet vanzelfsprekend goed toepasbaar zijn en mag niet leiden tot onnodig veel onterechte goed- of afkeuringen of onnodig strenge of juist te soepele ontwerpeisen.

⁶ Hierbij waren aanwezig: Hans Niemeijer (Arcadis), Rob Delhez (Greenrivers), Bob van Bree (zelfstandig adviseur), Ruben Jongejan (Jongejan RMC), Han Vrijling (Horvat), Ton Vrouwenvelder (TNO), Martin van der Meer (Fugro), Hessel Voortman (Arcadis), Sipke van Manen (Rijkswaterstaat), Arnaud Casteleijn (Rijkswaterstaat), Bas Effing (waterschap Rivierenland), Harry Schelfhout (Deltares), Joost Bredeveld (Deltares)

A.3 Gevolgde werkwijze

Bij het aanpassen van de toetsmethode zijn binnen het WBI-project de volgende stappen gezet:

- Interviews met waterschappen, waarbij in het algemeen en in detail gevraagd is naar hun ervaringen met de huidige toetsmethode.
- Raadplegen onderbouwing van de huidige (LK2003) toetsmethode.
- Raadplegen van eerdere evaluaties van de huidige (LK2003) toetsmethode.
- Opstellen aangepaste scoretabellen.
- Review Deltares/WBI kunstwerken team.
- Review door landelijke experts.

In een vervolgstudie zijn vervolgens de volgende stappen gezet:

- Ontwikkelen van een handreiking waarin de minimale eisen voor een hoogwaterdraaiboek zijn opgenomen [Ref. 4]
- Opstellen representatieve foutenbomen voor de beoordelingsaspecten Alarmering, Mobilisatie, Bediening en Technisch falen
- met een zodanige kwantificering van de bijbehorende scoretabellen dat de hiermee berekende faalkansen in voldoende mate overeenkomen met de berekende faalkansen op basis van de meer gedetailleerde foutenbomen uit de onderzochte cases.

De scoretabellen uit de Leidraad Kunstwerken 2003 vinden hun oorsprong in de Leidraad Waterkerende Kunstwerken en Bijzondere Constructies uit 1997. De onderbouwing van de scores is uitgevoerd in een studie door Fugro/TNO uit 1994. In de voorliggende studie is begonnen met een actualisatie van deze studie uit 1994.

Hieraan zijn vervolgens de volgende zaken toegevoegd:

- Een analyse van de geavanceerde faalkansanalyse van niet-beschikbaarheid van twee recent door Rijkswaterstaat gebouwde kunstwerken, te weten de Meppelerdiepsluis en de keersluis Limmel.
- Geavanceerde analyses van de betrouwbaarheid van de gehele sluitingsoperatie van twee coupures, te weten de coupure Berkelkade te Zutphen (bovenrivierengebied) en de coupure Den Oever (kust)