

LEIDRAAD TOETSEN OP VEILIGHEID REGIONALE WATERKERINGEN



2015
- 15

MODULE F:
WATERKERENDE
KUNSTWERKEN

COLOFON

LEIDRAAD TOETSEN OP VEILIGHEID REGIONALE WATERKERINGEN - MODULE F

UITGAVE	Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer Postbus 2180 3800 CD Amersfoort
STOWA	STOWA 2015-15
COPYRIGHT	De informatie uit dit rapport mag worden overgenomen, mits met bronvermelding. De in het rapport ontwikkelde, dan wel verzamelde kennis is om niet verkrijgbaar. De eventuele kosten die STOWA voor publicaties in rekening brengt, zijn uitsluitend kosten voor het vormgeven, vermenigvuldigen en verzenden.
DISCLAIMER	Dit rapport is gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteurs en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit dit rapport.

MODULE F: WATERKERENDE KUNSTWERKEN

1.	WATERKERENDE KUNSTWERKEN	4
1.1.	AANVULLING OP DE LEIDRAAD WATERKERENDE KUNSTWERKEN IN REGIONALE KERINGEN	4
1.2.	OMGANG MET EEN GEBREK AAN GEGEVENS	4
1.3.	BEOORDELING HOOGTE	11
1.4.	BEOORDELING PIPING	16
1.5.	SCREENINGS- EN PRIORITERINGSTOOL	20
	1.5.1. <i>Screening van te toetsen kunstwerken</i>	21
	1.5.2. <i>Prioritering van te toetsen kunstwerken</i>	21
1.6.	BEHEERDERSORDEEL	22

REFERENTIES

1. WATERKERENDE KUNSTWERKEN

Deze Module gaat beperkt in op het beoordelen van de veiligheid van waterkerende kunstwerken

1.1. Aanvulling op de Leidraad waterkerende kunstwerken in regionale keringen

In algemene zin wordt voor de beoordeling van waterkerende kunstwerken verwezen naar de Leidraad Waterkerende Kunstwerken in regionale waterkeringen [STOWA, 2011]. De Leidraad Waterkerende Kunstwerken beschrijft een wijze voor de beoordeling van waterkerende kunstwerken in regionale waterkeringen in het kader van de veiligheidstoetsing.

Tot op heden is deze leidraad slechts beperkt gebruikt in de praktijk, omdat de prioriteit heeft gelegen bij het toetsen van de dijken. Als onderdeel van het Ontwikkelingsprogramma is een proeftoets uitgevoerd met de leidraad. Hieruit zijn een aantal aandachts- en verbeterpunten naar voren gekomen, die in deze module worden behandeld. Dit betreft overwegend aanvullingen op de Leidraad Waterkerende Kunstwerken in regionale waterkeringen. De Leidraad Waterkerende Kunstwerken kan dan ook onverkort gebruikt blijven worden. Tezamen met deze module vormt de Leidraad Waterkerende Kunstwerken in regionale waterkeringen het vigerende toets- en ontwerpinstrumentarium voor de waterkerende kunstwerken in regionale waterkeringen.

Toekomstige ontwikkelingen

De Leidraad Waterkerende Kunstwerken in regionale waterkeringen verwijst nu veelvuldig naar het VTV2006. Momenteel wordt het Wettelijk Toetsinstrumentarium 2017 (WTI2017) gefaseerd ontwikkeld. Hierin wordt onder meer overgegaan van overschrijdingskans- naar overstromingskansbenadering, en vindt een update plaats van de faalmechanisme modellen. Daarnaast wordt momenteel gewerkt aan een actualisatie van de Leidraad Kunstwerken 2003 [TAW, 2003b]. Op het moment dat het WTI2017 wordt opgeleverd komt het VTV2006 te vervallen. Tegen die tijd is naar verwachting ook de update van de Leidraad Kunstwerken 2003 gereed.

Een eventuele update van de Leidraad WK houdt in dat de 'gereedschapskist' van nieuwe tools moet worden voorzien, terwijl op dat moment het toetsproces van de regionale keringen in volle gang is. Een verandering in het instrumentarium lijkt op dat moment niet wenselijk. Daarom is op dit moment het voornemen om voor de huidige / komende toetsronde voor de regionale keringen (waarin voor het eerst de kunstwerken worden meegenomen) de overschrijdingskansbenadering en het VTV2006 aan te houden. Uitzondering hierop is het gebruik van het model van Bligh, wat conform de nieuwste inzichten niet meer gebruikt mag worden.

1.2. Omgang met een gebrek aan gegevens

Dit is de eerste keer dat de kunstwerken in regionale keringen getoetst worden. Tijdens de proeftoetsen is geconstateerd dat er een grote opgave ligt bij de beheerders aangaande het verzamelen van voldoende gegevens om de toetsing uit te voeren. Indien ondanks de inspanning van de beheerder voor een bepaald toetsspoor onvoldoende gegevens beschikbaar zijn, dan dient conform paragraaf D 1.2 van de Leidraad de score 'geen score' toegekend te worden. Aanbevolen wordt de toetsing voor de andere toetssporen alsnog te doorlopen, en niet de beoordeling van het kunstwerk te staken na toekenning van een score 'geen score' of 'onvoldoende' op een toetsspoor. Vooraleerst geeft een volledig doorlopen toetsing een realistischer beeld van de veiligheid van een kunstwerk. Bovendien is dit inzicht nuttig bij de motivatie waarom de ontbrekende gegevens niet zijn verzameld. Immers, indien een kunstwerk op meerdere sporen is afgekeurd is de onderbouwing van het niet verzamelen van een ontbrekend gegeven eenvoudiger dan wanneer de score 'geen score' resulteert vanwege het ontbreken van een enkel gegeven bij het eerst beschouwde beoordelingsspoor. Bovendien wordt hiermee inzicht verkregen in het totale gegevenstekort voor het betreffende kunstwerk. Dit inzicht kan bijdragen aan de onderbouwing voor het niet (kunnen) verzamelen van de gegevens. Immers, indien een kunstwerk op meerdere sporen is afgekeurd of 'geen score' heeft gekregen is de onderbouwing van het

niet verzamelen van het minder erg dat een ontbrekend gegeven eenvoudiger niet is ingewonnen dan wanneer de score 'geen score' resulteert vanwege het ontbreken van een enkel gegeven bij het eerst beschouwde beoordelingsspoor. Daarnaast wordt hiermee ook de benodigde inspanning voor het alsnog verkrijgen van de benodigde informatie helder.

1.3. Beoordeling Hoogte

Bij de beoordeling van de hoogte van de dijken in boezemwatersystemen wordt vaak een eenvoudige waakhoogtetoets uitgevoerd. Hierbij wordt gekeken of de hoogte van de waterkering groter is dan de maatgevende waterstand vermeerderd met een zekere veiligheidsmarge (de waakhoogte). Voor de kunstwerken kan hierbij aangesloten worden. Hierbij kan dezelfde waakhoogte worden aangehouden als de bij onderdeel 1 voor de harde kades. Veelal wordt hiervoor een waarde van 0,10 m in afgeschermden kanalen tot 0,40 m bij meren gehanteerd. Zie hiervoor ook de genoemde minimumwaarden in de paragrafen C 1.1 en D 1.2.

Indien gebruik wordt gemaakt van de tabellen in bijlage 1 van de Leidraad Waterkerende Kunstwerken [STOWA, 2011] dan kunnen aanwijzingen omtrent de te hanteren windsnelheid uit bijlage 1 van deze Leidraad worden gehaald.

1.4. Beoordeling Piping

In het kader van het Ontwikkelingsprogramma zijn enkele optimalisaties uitgewerkt voor de beoordeling op piping, met name betreffende de hydraulische weerstand van de slecht doorlatende lagen op de waterbodem. Deze optimalisatie is ook toepasbaar voor die kunstwerken waarbij geen (krachtige) uitstroom van water optreedt ²¹. Vooral voor kunstwerken in boezem- en kanaalkaden is dit kansrijk. Maar ook voor kunstwerken in keringen langs regionale rivieren kan de benoemde optimalisatie toepasbaar zijn, bijvoorbeeld indien de watergang buitendijks permanent watervoerend is en een slecht doorlatende (slib-) laag op de bodem heeft. Aanwijzingen voor de wijze waarop de hydraulische weerstand kan worden betrokken in de beoordeling op piping worden beschreven in paragraaf D 1.3.

Een belangrijke wijziging is dat het model van Bligh zoals nu is opgenomen in [TAW, 1999] niet meer toegepast mag worden [Deltares, 2012]. In navolging op die verandering mag bij de toetsing op achterloopsheid voor zuiver horizontale kwelwegen het model van Bligh niet meer worden gebruikt, maar moeten de modellen van Lane en Sellmeijer worden toegepast.

Voorgesteld wordt om voor de keuze ten aanzien van de vigerende modellen aan te sluiten op [Deltares, 2012]. Dit betekent dat voor situaties waarbij sprake is van een kwelweg die verticale componenten bevat het model van Lane of heave wordt gebruikt. Dit is conform de huidige toets- en ontwerppraktijk. Voor situaties waarbij sprake is van een volledig horizontale kwelweg wordt in principe de rekenregel van Sellmeijer toegepast. Alleen bij kunstwerken met achterloopsheidschermen mag voor kwelwegen naast het kunstwerk ook het model van Lane worden gebruikt.

1.5. Screenings- en prioriteringstool

Gezien het enorme aantal kunstwerken in regionale keringen bestaat een grote behoefte aan een aantal criteria om de risicobijdrage van kunstwerken in te schatten en kunstwerken op voorhand weg te screenen als deze geen significante faalkans hebben of als de gevolgen van falen zeer beperkt zijn. Deze kunstwerken worden dan in het geheel niet beoordeeld.

Ten einde inzicht te krijgen in de kunstwerken waarvan op voorhand gesteld kan worden dat deze geen grote faalkans hebben of het gevolg van falen zeer klein is, kan een screening van de kunstwerken te worden uitgevoerd. Met behulp van de resultaten van de screening is het mogelijk om onderbouwd een afweging te

²¹ Dit betekent dat vooral bij gemalen hiermee uiterst terughoudend moet worden omgegaan

maken welke kunstwerken en faalmechanismen wel of niet getoetst moeten worden. Hierbij wordt op basis van enkele (fysieke) kenmerken bepaald of een kunstwerk een substantiële bijdrage aan het overstromingsrisico²² heeft. Indien dit niet het geval is, hoeft niet verder naar het kunstwerk te worden gekeken.

1.5.1. Screening van te toetsen kunstwerken

De beoordeling of een kunstwerk wel of niet getoetst hoeft te worden, gebeurt op basis van de volgende criteria. Deze criteria gelden voor alle watersystemen.

Alle kunstwerken

Indien het instromende debiet onder maatgevende omstandigheden beperkt blijft (beperkte belasting op binnendijkse bodembescherming en dus standzekerheid kunstwerk niet in geding) én deze hoeveelheid water kan zonder noemenswaardige wateroverlast in het achterliggende gebied worden geborgen, dan hoeven kunstwerken in principe niet beoordeeld te worden. Dit geldt voor kunstwerken waarbij het verval in de maatgevende situatie klein is, neem als richtgetal een waarde van 0,2 meter. Denk hierbij aan een kunstwerk waar de binnenwaterstand hoog ligt. Ook een coupure waarvan de drempelhoogte nabij Toetspeil ligt, voldoet aan een dergelijke beschrijving. Opgemerkt wordt dat enigszins terughoudend met deze punten omgegaan moet worden en er een gedegen onderbouwing bij hoort.

Gemalen

Indien de afmetingen van het watervoerende element voldoende klein zijn, hoeft een gemaal in het geheel niet beoordeeld te worden. Bij instroming door falende sluiting of bezwijken keermiddelen bevindt zich nog een pomp in het watervoerende element die zorgt voor enige weerstand waardoor de instroming verder wordt beperkt. In een dergelijke situatie is, bij het ongewenst open staan van het object, de instroming dusdanig klein dat er geen substantiële gevolgen optreden. Een diameter van 0,50 m ($A = 0,20 \text{ m}^2$) wordt hierbij als uitgangspunt aangehouden. Opgemerkt wordt dat het faalmechanisme piping en heave niet direct beïnvloed wordt door de afmetingen van de leiding. Echter bij kleine diameters is de kans groot, dat door de naastliggende grond een eventuele spleet onder de leiding dichtgedrukt wordt.

Aanvullend hoeft voor alle gemalen het toetsspoor betrouwbaarheid sluiting in principe niet beschouwd te worden. Alleen als er sprake is van enkele risicovolle elementen in configuratie en toepassing, is een beschouwing nodig (bijvoorbeeld bij gemalen die gedurende hoogwater niet uitmalen). Het niet beschouwen van het faalmechanisme betrouwbaarheid sluiting bij gemalen is gebaseerd op de volgende overwegingen:

- De meeste gemalen zijn voorzien van minimaal twee keermiddelen, die regelmatig worden bediend.
- Bij een meerderheid van de gemalen sluiten de keermiddelen automatisch als de pomp afslaat. Het gaat dan vaak om een terugslagklep in het buitenhoofd en een afsluiter in de persleiding. De afsluiter (bv vlinderklep) is vaak gekoppeld aan het maalbedrijf, zodat deze open gaat als de pomp aanslaat en sluit als de pomp stopt.
- Indien de sluiting faalt, bevindt zich nog een pomp in het watervoerende element die zorgt voor enige weerstand waardoor de instroming verder wordt beperkt.
- Indien een gemaal bestaat uit meerdere pompeenheden dan kunnen, bij instroming als gevolg van een falende sluiting van één van de pompeenheden, de andere pompeenheden worden ingezet om de gevolgen van de instroming te beperken.

In enkele gevallen kan het faalmechanisme betrouwbaarheid sluiting bij gemalen wel een faalmechanisme zijn dat getoetst moet worden. Te denken valt hierbij aan onder andere de volgende situaties:

- Gemaal met slechts één keermiddel
- Gemaal waarbij één van de keermiddelen niet is gekoppeld aan het maalbedrijf en dat dus niet automatisch sluit
- Gemaal met mogelijkheid tot lozing of inlaten onder vrij verval. Hierbij kunnen keermiddelen zelfs geheel buiten spel gezet worden, zoals bij gemalen waarbij de terugslagklep wordt opgetrokken om water in te laten.

²² Feitelijk past dit niet binnen de overbelastingsbenadering die ten grondslag ligt aan de Leidraad WK. Het ligt echter in lijn der verwachting dat, analoog aan de primaire keringen, ook voor de regionale keringen de omslag gemaakt wordt van overbelastingsbenadering naar overstromingskansbenadering. Om de toetsinspanning te richten en te voorkomen dat nu inspanning wordt gedaan om kunstwerken te toetsen die in de toekomst waarschijnlijk niet getoetst hoeven te worden, is voor deze 'hybride oplossing' gekozen.

Opgemerkt wordt dat in toetsrapporten nog wel eens wordt gemeld dat bij instroming na een falende sluiting de pompen van de betreffende perskoker nog wel kunnen worden opgestart om op deze wijze de waterkering te herstellen. Zonder speciale aanvullende voorzieningen is dit echter in de praktijk meestal niet mogelijk. Denk hierbij aan een voorziening om de as van de pomp, die mee zal draaien onder het instromende water, stil te kunnen zetten om hierna de pomp te kunnen starten.

Een aparte categorie gemalen vormen de vijzelgemalen. Vanwege hun pompkarakteristiek worden vijzelgemalen hoofdzakelijk aangetroffen in boezemwatersystemen met een redelijk constant binnen- en buitenpeil. Vijzelgemalen zijn doorgaans robuuste bouwwerken, die doorgaans alleen op onder- en achterloopsheid beschouwd hoeven te worden:

- voor het toetsspoor hoogte geldt dat dit doorgaans wordt verzorgd door het dijklichaam
- het toetsspoor betrouwbaarheid sluiting is niet maatgevend. Tot aan het tegenmaulpunt kan alleen water stromen tussen de opleider en de vijzel, deze ruimte is zeer beperkt en zal niet leiden tot een significant instromend debiet. Ook bij waterstanden boven het tegenmaulpunt zal, door de aanwezigheid van de vijzel, het instromend debiet beperkt zijn.
- doorgaans is een vijzelgemaal voorzien van een enkel keermiddel. Indien dit keermiddel faalt (toetsspoor STCO), geldt hetzelfde als hierboven gesteld onder betrouwbaarheid sluiting
- door de aard van de constructie speelt ook de overall-stabiliteit (kantelen, afschuiven, opdrijven, toetsspoor STCG) geen rol. De opleider van de vijzel kan niet onder een zeer steile hoek geplaatst worden. Hierdoor ontstaat automatisch een langwerpige constructie en speelt kantelen en afschuiven geen rol meer. Ook opdrijven speelt geen rol, omdat de constructie onder een hoek ligt.

Schutsluizen

Schutsluizen waarvan beide hoofden het maatgevend hoogwater kunnen keren hoeven eveneens niet beoordeeld te worden op het faalmechanisme betrouwbaarheid sluiting.

In- en uitwateringsduikers, leidingen

Voor in- en uitwateringsduikers en leidingen wordt aangesloten bij hetgeen gesteld is in paragraaf C 2.1 van de Leidraad WK. De maximale leidingdiameter van 0,30 m ($A = 0,07\text{m}^2$) is kleiner gekozen dan bij gemalen, omdat er geen pomp is die het doorstroomoppervlak van het watervoerend element verder beperkt.

1.5.2. Prioritering van te toetsen kunstwerken

De screeningstool kan uitgebreid worden met een prioriteringstool, waarbij aan de hand van enkele parameters op basis van de hoogwaterstatistiek een globale faalkans wordt ingeschat. In het project VNK2 is voor kunstwerken in primaire waterkeringen hiervoor een methode ontwikkeld. Deze methode lijkt voor de boezemwaterkeringen echter minder bruikbaar. Dit komt omdat bij boezemwatersystemen de waterstand bij toetspeil relatief weinig afwijkt van de dagelijkse waterstand en dus de onzekerheid in de belasting erg klein is ten opzichte van de onzekerheid in de sterkte. Bij primaire waterkeringen is dit vaak juist andersom.

Bij regionale rivierkeringen is de situatie veel meer analoog aan de situatie bij primaire waterkeringen. Hier zou wel prioritering plaats kunnen vinden op basis van de VNK2-methode. In essentie komt deze methode neer op het berekenen van een kritiek verval over het kunstwerk voor de verschillende toetssporen. Op basis van dit kritieke verval wordt een kritieke buitenwaterstand bepaald, die middels de hoogwateroverschrijdings-frequentielijn wordt vertaald naar een globale faalkans. Achtergrond van de VNK2-methode is vastgelegd in [VNK2, 2013]. Indien de beheerder ervoor kiest om deze methode toe te passen is inzet van een op dit gebied deskundige noodzakelijk.

Indien zelfs de meest basale gegevens van de kunstwerken ontbreken, en de opgave van het waterschap is dermate groot dat de inwinning hiervan voor alle kunstwerken niet verlangd kan worden, kan worden geprioriteerd op type kunstwerk. Aanbevolen wordt in dat geval de toetsinspanning in eerste instantie alleen te richten op de coupures en keersluizen. Hier zitten standaard de grootste risico's omdat deze objecten meestal alleen bij hoogwater bediend worden en vaak slechts één keermiddel hebben.

1.6. Beheerdersoordeel

In paragraaf D 1.1 van de Leidraad Waterkerende Kunstwerken in regionale waterkeringen worden aandachtspunten gegeven ten aanzien van het beheerdersoordeel. Indien het beheerdersoordeel afwijkt van de eindscore volgens de toetsingsregel, moet voor het veiligheidsoordeel een afweging gemaakt worden tussen beide eindscores. Deze paragraaf beschouwt speciaal de situatie waarbij de beheerder volgens de toetsingsregels tot “geen score” komt en via een beheerdersoordeel toch tot een oordeel wil komen. Maar deze paragraaf is ook relevant indien de beheerder een afwijkend beheerdersoordeel wil motiveren. Ingegaan wordt op:

- de minimale vereisten waar de motivering van het beheerdersoordeel aan moet voldoen;
- mogelijkheden om gebrek aan gegevens met behulp van waarnemingen op te vangen.

De benodigde motivering hangt af van de aanleiding tot het afwijkende beheerdersoordeel. Deze paragraaf richt zich op de onmogelijkheid om tot een (technische) eindscore te komen op grond van de toetsingsregels (de score nader onderzoek/ geen score) door gebrek aan gegevens (en eventueel tijd en/of middelen om deze te verzamelen).

Aanleidingen volgend uit onverenigbaarheid bij de beheerder met de belastingsituatie cq. de hydraulische randvoorwaarden of de (toepasbaarheid van de) beoordelingssporen in de Leidraad worden hier niet beschouwd. Benadrukt wordt dat de beheerders worden gevraagd speciaal onverenigbaarheid van de Leidraad bij STOWA bekend te maken.

In de situatie waarbij de beheerder volgens de toetsingsregels tot “geen score” komt en via een beheerdersoordeel toch tot een oordeel wil komen, dient de beheerder vooraleerst aan te geven waarom van hem niet redelijkerwijs kan worden verwacht dat hij een gebrek aan gegevens, tijd en/of middelen om de gedetailleerde / geavanceerde toets uit te voeren oplost. Als het om een substantieel aantal kunstwerken gaat, wordt aanbevolen deze stap naar een hoger abstractieniveau te tillen en dit op het niveau van het hele kunstwerkenareaal te doen. Hierbij is het van belang dat de beheerder een overzicht maakt van alle kunstwerken met het technisch oordeel ‘geen score’ en vervolgens een prioritering aanbrengt in het doen van nader onderzoek. Bij deze prioritering kan ook direct worden aangegeven waaruit dit nader onderzoek dient te bestaan. Hierbij kan worden gekeken naar aspecten als beschikbaar budget, tijd, risico’s van kunstwerken, andere projecten met raakvlakken binnen de organisatie van de beheerder et cetera. Doel is het richten van de toetsinspanning op de meest risicovolle kunstwerken. Aanbevolen wordt hierin af te stemmen met de toezichthouder.

Bijlage 8 van deze Leidraad geeft een schema waarin op basis van praktijkwaarnemingen een voorzet wordt gedaan voor een mogelijk beheerdersoordeel. Ook indien het niet doelmatig is de aanvullende gegevens te verzamelen kan het schema worden gebruikt. Nadrukkelijk wordt gesteld dat dit schema pragmatisch van aard is en met enige voorzichtigheid gebruikt moet worden. Belangrijke beperking is dat het schema zich vooral richt op de (afwezigheid van) het optreden van faalverschijnselen tijdens (bijna) maatgevende belastingsituaties. De achteruitgang in de sterkte van een kunstwerk gedurende de toetsperiode is daarbij onderbelicht.

Bij de beschrijving van het beheerdersoordeel dient al het achterliggende relevante bewijsmateriaal te worden gegeven, zo kwantitatief en tastbaar mogelijk:

- kwantitatief: meetgegevens van (grond-) waterstanden, profielen, etc.;
- tastbaar: met behulp van foto’s, inspectierapporten, een monitoringsysteem dat over een reeks van jaren inzicht biedt, etc.

Aanvullend dient het verloop van verouderingsprocessen aandacht te krijgen, wellicht kan hierbij gebruik worden gemaakt van kennis opgedaan bij vergelijkbare objecten (bijv. kademuuren). Tevens moet aandacht worden besteed aan de duur van de belasting; deze kan in de waargenomen (bijna) maatgevende situatie beduidend korter zijn geweest dan in de toetsituatie.

Indien de beheerder het afwijkende beheedersoordeel bepalend wil laten zijn voor het veiligheidsoordeel van een kunstwerk is het omwille van de uiteindelijke acceptatie nuttig dat de beheerder dit voorafgaand afstemt met de betreffende toezichthouder. Uitgangspunt hierbij zou moeten zijn dat dit 'voorlopige beheedersoordeel' dient om de toetsinspanning in deze eerste toetsronde te richten en in deze eerste toetsronde te focussen op die kunstwerken die ook daadwerkelijk faalverschijnselen vertonen. Over de acceptatie van de toezichthouder van een redentatie of werkwijze kan vooraf geen generieke uitspraak worden gedaan. Per geval dient de toezichthouder te bezien of de onderbouwing van het beheedersoordeel (en de afweging) voldoende is om deze als veiligheidsoordeel te accepteren.

Het lijkt nuttig valide redentaties en/of werkwijzen onderling uit te wisselen, om enerzijds te leren van slimme werkwijzen en anderzijds te voorkomen dat verschillen ontstaan tussen toezichthouders onderling in de acceptatie van redentaties. Aanbevolen wordt dat een beheerder en/of een toezichthouder een goedgekeurde onderbouwing / motivering aandraagt bij STOWA.

REFERENTIES

- [Deltares, 2012] Onderzoeksrapport Zandmeevoerende Wellen, Deltares, rapport 1202123-003-GEO-0002, maart 2012.
- [STOWA, 2011] Leidraad Waterkerende kunstwerken in regionale Waterkeringen, ORK 2011-15.
- [TAW, 1999] TRZW, Technisch Rapport Zandmeevoerende Wellen. TAW richtlijn, maart 1999.
- [VNK2, 2013] VNK2: Globale faalkansschatting kunstwerken. Kwantitatieve toetsing faalmechanismen op basis van een eenvoudige en praktisch toepasbare methode. Projectbureau VNK2, referentienummer RWS-1931315, april 2013.

