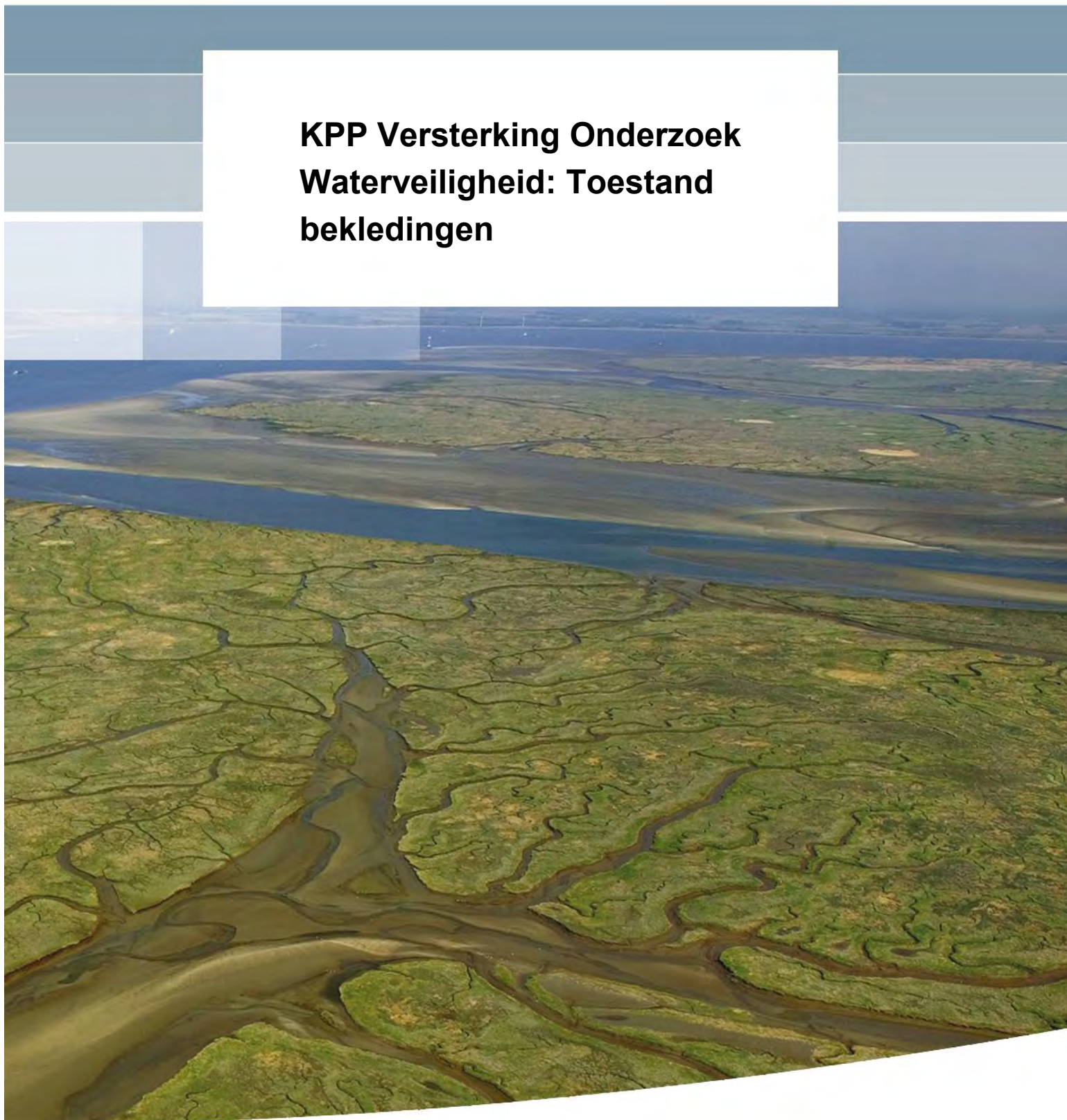


**KPP Versterking Onderzoek
Waterveiligheid: Toestand
bekledingen**



KPP Versterking Onderzoek Waterveiligheid: Toestand bekledingen

P. van Steeg
M. Klein Breteler

11200537-005

Titel

KPP Versterking Onderzoek Waterveiligheid: Toestand bekledingen

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
RWS-WVL	11200537-005	11200537-005-ZWS-0003	34

Trefwoorden

Inspectieproces, overgangen, dijkbekleding

Samenvatting

De inspecties van primaire waterkeringen zijn een belangrijk onderdeel van de zorgplicht. In dit rapport wordt het inspectieproces van dijkbekledingen beschouwd waarbij de focus ligt op overgangen. Hiertoe is een workshop met dijkbeheerders georganiseerd, zijn een vijftal waterkeringbeheerders geïnterviewd en is het inspectieproces ten aanzien van overgangen beschouwd. Tevens is een analyse uitgevoerd hoe overgangen in het beoordelings- en ontwerpinstrumentarium zijn ingebed en is een overzicht gegeven van documentatie met betrekking tot mogelijke noodmaatregelen tijdens calamiteiten. Het rapport geeft aanbevelingen hoe overgangen beter kunnen worden ingebed in het inspectieproces.

Referenties

Plan van Aanpak KPP2016 project '2017 HV02 – Versterking onderzoek Waterveiligheid' 31 maart 2017

Contactpersoon RWS-WVL: ir. L.E.B. Saathof

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
V1	nov. 2017	P. van Steeg M. Klein Breteler		A. Capel		M.R.A. van Gent	
V2	dec. 2017	P. van Steeg M. Klein Breteler		A. Capel		M.R.A. van Gent	

Status

definitief

Inhoud

1 Inleiding	3
2 Ervaring van dijkbeheerders	5
2.1 Workshop tijdens kennisdag inspectie waterkeringen	5
2.2 Interviews met waterkeringbeheerders	6
3 Het inspectieproces	9
3.1 De inspectie in relatie tot de zorgplicht	9
3.2 Het inspectieproces	9
3.3 Deelprocessen	9
3.3.1 Deelproces 'waarnemen'	9
3.3.2 Deelproces 'Diagnose'	10
3.3.3 Deelproces 'Prognose'	11
3.3.4 Deelproces 'Operationaliseren'	11
3.4 Digigids	11
4 Relatie van het inspectieproces met ontwerp en beoordelingsproces.	15
4.1 Inleiding	15
4.2 Het ontwerpproces	15
4.3 Het beoordelingsproces	17
4.4 Discussie en conclusies	17
5 Calamiteitenzorg	19
5.1 Inleiding	19
5.2 Handboek dijkbewaking waarnemen en alarmeren ('rode boekje')	19
5.2.1 Inleiding	19
5.2.2 Waarnemen en handelen	19
5.2.3 Noodmaatregelen	21
5.3 Wiki noodmaatregelen	23
5.4 Project professionalisering Dijkbewaking	24
5.5 Discussie	24
6 Discussie	25
6.1 Inspectieproces	25
6.2 Handelingsperspectieven	26
6.3 Uitbesteding en externe partijen	27
7 Conclusies en aanbevelingen	29
8 Referenties	31
Bijlage(n)	
A Interviews met beheerders	A-1
A.1 Waterschap Rivierenland	A-1
A.2 Wetterskip Fryslân	A-1

A.3	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	A-1
A.4	Waterschap Zuiderzeeland	A-1
A.5	Rijkswaterstaat	A-1
B	Workshop 23 maart 2017	B-1
C	Het beoordelingsproces van grasbekledingen	C-1
C.1	Inleiding	C-1
C.2	Erosie buitentalud	C-1
C.2.1	Fenomenologische beschrijving	C-1
C.2.2	Beoordelingsprocedure	C-2
C.2.3	Inschatting invloed van (horizontale) overgangen	C-3
C.3	Erosie kruin en binnentalud	C-5
C.3.1	Fenomenologische beschrijving	C-5
C.3.2	Beoordelingsprocedure	C-5
D	Het ontwerpproces van grasbekledingen	D-1
D.1	Erosie buitentalud	D-1
D.2	Erosie kruin en binnentalud	D-1
D.2.1	Samenvatting OI2014v4	D-1
D.2.2	Onderbouwing kritisch overslagdebiet t.b.v. OI2014v4	D-3

1 Inleiding

Het beheer en onderhoud van de waterkeringen is een belangrijk aspect van de waterveiligheid, naast het ontwerp en de periodieke beoordeling ervan. Dit is nu ook vastgelegd in de wetgeving middels de zorgplicht. In 2016 is door Deltares voor Rijkswaterstaat in het kader van het project KPP-Versterking Onderzoek Waterveiligheid, met ir. L.E.B. Saathof een onderzoek uitgevoerd naar de waterveiligheid gerelateerde inspectiecriteria uit de Digigids (Stowa, 2016), die gehanteerd worden bij het beheer en onderhoud van dijkbekledingen. De criteria zijn vergeleken met de recente kennis in de literatuur omtrent de stabiliteit van dijkbekledingen, zoals:

- Voorschrift Toetsen op Veiligheid (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007)
- Technisch Rapport Steenzettingen (TAW, 2002)
- Handreiking Dijkbekledingen (Deltares/RWS, 2015)
- Overgangen en Overgangsconstructies (Van Steeg e.a., 2013)

Door deze vergelijking te maken, is inzicht gekregen in de aansluiting tussen enerzijds het ontwerp en de periodieke beoordeling van de dijkbekleding en anderzijds de inspectiecriteria die bij beheer en onderhoud worden gehanteerd. Daarbij is geconstateerd dat overgangen en aansluitingen een onderbelicht aspect zijn in de Digigids.

Met overgangen wordt de verbinding van twee typen dijkbekleding, bijvoorbeeld gras en asfalt, bedoeld. Ook kan een overgang een geometrische verandering zijn zoals bijvoorbeeld een knik bij de berm of de hiel (=binnenwaartse teen) van de dijk). Tevens kan een overgang worden gevormd tussen de bekleding en op de dijk aanwezige voorwerpen zoals paaltjes, hekken, banken, trappen et cetera. De overgangen kunnen horizontaal zijn (tussen een bekleding lager op het talud en de bekleding hoger op het talud), of verticaal (tussen naast elkaar gelegen bekledingen). Bij een aansluiting gaat het om de verbinding tussen de dijkbekleding en een ander type waterkering, zoals een kunstwerk en een duin.

In het onderhavige rapport is verder gewerkt op de conclusies uit 2016 en is de aandacht geconcentreerd op overgangen en aansluitingen. Hierbij zijn de ervaringen van de waterkeringbeheerders betrokken. Er is gestart met een workshop op de 'Kennisdag Inspectie Waterkeringen' van 23 maart 2017, waar vele waterkeringbeheerders aanwezig waren. Vervolgens zijn waterkeringbeheerders geïnterviewd.

Het doel van dit onderzoek is om te inventariseren welke (kennis) behoefte er bij de beheerders is om de instandhouding van dijkbekledingen efficiënter en doelmatiger uit te kunnen voeren. Hierbij ligt de focus op de inspectie van de kering maar ook zaken als calamiteitenzorg, uitbesteding van het beheer, en de relatie met het ontwerpen en wettelijke periodieke beoordeling komt aan bod.

De resultaten van de workshop en de interviews met de waterkeringbeheerders zijn samengevat in hoofdstuk 2. Het inspectieproces is samengevat in hoofdstuk 3 en de relatie met het ontwerp- en beoordelingsproces is gegeven in hoofdstuk 4. Een discussie over de bevindingen is te vinden in hoofdstuk 5. Het rapport wordt afgesloten met conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 6.

2 Ervaring van dijkbeheerders

2.1 Workshop tijdens kennisdag inspectie waterkeringen

Tijdens de Kennisdag Inspectie Waterkeringen op 23 maart 2017 is door Rijkswaterstaat-WVL en Deltares een workshop georganiseerd met als titel 'Overgangen en aansluitingen: Wat weten we ervan?'. De presentatie welke daar is gehouden is weergegeven in Bijlage B van dit rapport.

In de workshop is een introductie gehouden ten aanzien van het belang van overgangen. Er is onderbouwd waarom overgangen en aansluitingen veelal zwakke plekken vormen. Daarnaast zijn de verschillende typen bekledingen en overgangen behandeld en zijn er verschillende voorbeelden behandeld.

Uit de feedback blijkt dat de deelnemers van de workshop erkennen dat overgangen in dijkbekledingen een belangrijk onderdeel zijn en dat hier aandacht aan dient te worden besteed. Een vereiste daarbij is dat het voor de inspecteur een werkbare situatie dient te zijn. De uitdaging ligt erin om de theorie zodanig toe te passen dat er een werkbare situatie ontstaat.

Bij de discussie omtrent specifieke voorbeelden van overgangen wordt door de dijkbeheerders erkend dat soms het gras er perfect bij staat en daardoor in orde lijkt te zijn, maar door de aanwezigheid van een muur er vlak naast er belastingconcentraties kunnen optreden die onder extreme omstandigheden toch schade aan het gras kunnen geven. Dergelijke aspecten zijn moeilijk in het inspectieproces op te nemen omdat het specifiek inzicht van de inspecteur vereist is en bijvoorbeeld informatie omtrent het niveau van het ontwerppeil ten opzichte van de constructie vereist. Hier wordt geconstateerd dat er een belangrijke interactie is met het ontwerp en beoordeling van de constructie. Bij het ontwerp en de beoordeling moet rekening gehouden worden met de belastingconcentraties, zodanig dat bij een goede graskwaliteit de overgang in staat is om de maatgevende belastingen te weerstaan. De inspecteur zou ervan uit moeten kunnen gaan dat het ontwerp in orde is, waardoor hij zich uitsluitend hoeft toe te richten op het instandhouden van de dijkbekleding.

Bij een ander voorbeeld wordt in de discussie geconcludeerd dat veel aspecten wel degelijk door de inspecteur goed vast te stellen zijn. Dat geldt bijvoorbeeld voor oneffenheden in het taludoppervlak, die tijdens maatgevende omstandigheden leiden tot extra turbulentie in het water waardoor erosie kan ontstaan. De vlakheid van het talud is door de inspecteur goed te controleren.

Het medegebruik van de waterkering kan ook problemen opleveren voor de dijkbekledingen. Dat geldt voor recreatief medegebruik, de vervoersfunctie op de dijk, natuurwaarden, et cetera. Zo is het moeilijk om de graskwaliteit op peil te houden bij een bushalte langs de weg aan de rivierzijde of bij een hek op de dijk voor de schapen. Maar dat geldt net zozeer voor een jachthaven met buitendijkse recreatieterrein dat doorloopt tot op de waterkering. Bij wegen op de dijk komt het nogal eens voor dat het gras langs de weg kapot gereden wordt door voor elkaar uitwijkende voertuigen.

Er wordt geconcludeerd dat Deltares (als vervolgstap) een aantal beheerders vanuit Waterschappen zal interviewen met betrekking tot de inspecties en beheer van overgangen.

2.2 Interviews met waterkeringbeheerders

Er zijn vertegenwoordigers van een viertal waterschappen en een vertegenwoordiger van een afdeling van Rijkswaterstaat geïnterviewd met betrekking tot het onderwerp 'inspecties en overgangen'. De vier Waterschappen zijn Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Wetterskip Fryslân, Waterschap Rivierenland en Waterschap Zuiderzeeland. De interviewverslagen zijn opgenomen in Bijlage A van dit rapport.

De interviews zijn gehouden met vertegenwoordigers van de waterschappen die een rol hebben in het inspectieproces. Uit de interviews komen de volgende aandachtspunten naar voren:

- Hoewel de geïnterviewden aangeven dat ze wel het gevoel hebben dat overgangen zwakke plekken kunnen zijn, kunnen ze niet bevestigen dat ze dit ook waargenomen hebben omdat ze geen maatgevende storm hebben meegemaakt.
- Er wordt opgemerkt dat de schade bij overgangen in dagelijkse omstandigheden kunnen worden veroorzaakt door onder andere muizen, schapen, vossen, konijnen, mollen, mensen, voederplekken, opslag, fietsen, akkerbouw, pijpleidingen, auto's, minder goed beheer langs overgangen, schaduwvorming, waterafvoer langs objecten, et cetera.
- De geïnterviewden geven aan dat bij een goed uitgevoerde inspectie elke onvolkomenheid aan de dijk, dus ook bij overgangen, wordt gezien en genoteerd. Het expliciet labelen van een bepaalde schade aan een overgang is daarom niet nodig en is alleen maar een administratieve last.
- Er wordt aangegeven dat de inspectieparameters en de benodigde parameters ten behoeve van WBI beter op elkaar aan zouden moeten sluiten, teneinde de inspectie en de beoordeling efficiënter uit te kunnen voeren.
- De inspecteurs gebruiken een app om waargenomen schade te registreren. Er worden verschillende suggesties gedaan om deze app te optimaliseren (bijvoorbeeld integreren met Digigids, foto inlaadfunctie et cetera). Na de registratie door de inspecteur wordt doorgaans door een andere medewerker op kantoor de diagnose gesteld en een herstelplan opgesteld.
- Herstelmaatregelen bestaan vaak uit opnieuw inzaaien, doorgroeistenen (bij grasbekledingen) maar ook oplossingen met gietasfalt, uitvullen met steenslag of herzetten (harde bekleding). Een voorbeeld van een herstelmaatregel met doorgroeistenen is nog nagezonden door Waterschap Rivierenland en weergegeven in Figuur 2.1.
- Er wordt aangegeven dat het lastig is om een diagnose te stellen. Een ondersteuning hierin zou dan ook erg welkom zijn.
- Er is een opmerkelijk verschil tussen Rijkswaterstaat en de Waterschappen. De Waterschappen inspecteren zelf terwijl Rijkswaterstaat het inspectieproces functioneel uitbesteedt. Bij deze uitbesteding ligt de focus op het functioneel specificeren en niet op de methodiek zoals bijvoorbeeld het voorschrijven van het gebruik van de Digigids.



Figuur 2.1 Verbeteringsmaatregel door WSRL. In dit geval was er een door schapen uitgelopen plek rondom een paal. Herstellen van het gras heeft hier geen zin omdat dit weer opnieuw uitgelopen zal worden. Rondom de paal zijn doorgroeistenen aangelegd.

3 Het inspectieproces

3.1 De inspectie in relatie tot de zorgplicht

De zorgplicht houdt in dat de beheerder de wettelijke taak heeft om de primaire kering aan de veiligheidseisen te laten voldoen en voor het noodzakelijke preventieve beheer en onderhoud te zorgen. Om die reden worden de keringen door de beheerder regelmatig geïnspecteerd om te beoordelen of de fysieke toestand van de kering nog in overeenstemming is met de (ontwerp)eisen. In het geval de fysieke toestand van de kering door bijvoorbeeld technische veroudering of (storm)schade niet meer voldoet aan de (ontwerp)eisen dient de beheerder de nodige onderhouds- en herstelmaatregelen te treffen. (Min. IenM, 2015). Het toezicht op de primaire waterkeringen wordt uitgeoefend door het Rijk, in de praktijk betekent dit dat dit wordt uitgevoerd door de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT).

3.2 Het inspectieproces

Om aan de Zorgplicht te kunnen voldoen dienen er dus regelmatig inspecties te worden uitgevoerd. Teneinde een verbeterd inzicht te krijgen in het inspectieproces wordt dit proces in dit hoofdstuk samengevat. Het inspectieproces is vastgelegd in de 'Handreiking Inspecties'. De Handreiking Inspecties is tot stand gekomen in het programma Professionaliseren Inspecties Waterkeringen (PIW). Dit programma is een samenwerkingsverband tussen de Stowa en Rijkswaterstaat en heeft de ambitie om de inspecties van waterkeringen verder te professionaliseren.

De Handreiking Inspecties bestaat uit drie delen:

- Organisatie deel (Stowa en Rijkswaterstaat, 2012a)
- Technisch deel (Stowa en Rijkswaterstaat, 2012b)
- Standaard inspectieplan (Stowa en Rijkswaterstaat, 2012c)

Het inspectieproces kent volgens deze handreiking vier deelprocessen:

- Waarnemen;
- diagnosticeren;
- prognosticeren;
- operationaliseren.

Deze vier deelprocessen worden in de onderstaande paragrafen toegelicht.

3.3 Deelprocessen

3.3.1 Deelproces 'waarnemen'

Het doel van Waarnemen is het constateren, signaleren en vastleggen van bepaalde kenmerken van een waterkering. Het schadebeeld en de classificatie in kwaliteitsklassen (zie onderstaande tabel) behoren hiertoe.

Tabel 3.1 : kwaliteitsklassen volgens de handreiking

Kwaliteitsklasse	Omschrijving
Goed	Het element voldoet volledig aan de constructieve en functionele eisen
Redelijk	Het element voldoet voldoende aan de constructieve en functionele eisen
Matig	Het element voldoet niet meer voldoende aan de constructieve en functionele eisen
Slecht	Het element voldoet geheel niet meer aan de constructieve en functionele eisen

3.3.2 Deelproces 'Diagnose'

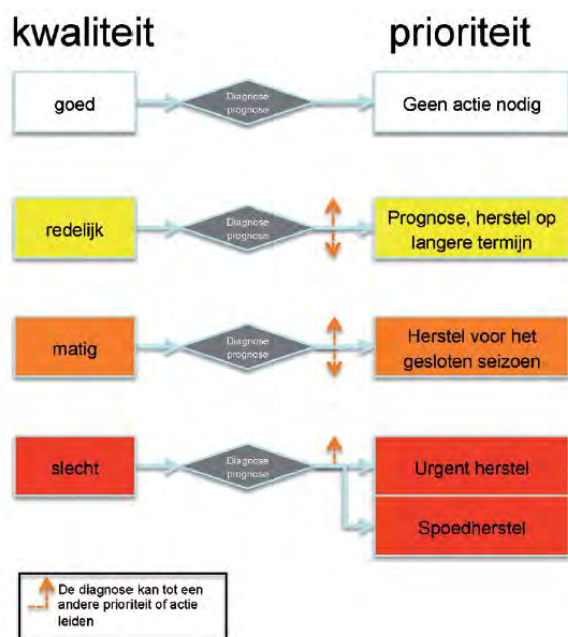
Het doel van de Diagnose is de gegevens zodanig te bewerken dat er inzicht ontstaat in de actuele staat/ toestand van de waterkeringen. Voor het stellen van een diagnose worden de waargenomen of gemeten waarden vergeleken met vooraf vastgestelde grenswaarden (bijvoorbeeld minimum hoogte, maximaal aantal molshopen per oppervlakte) of wordt gebruik gemaakt van historische- en omgevingsinformatie en informatie uit toetsing en andere processen.

Schadebeelden kunnen ook geclassificeerd worden op basis van de urgentie van de vervolgcacties, zie onderstaande tabel.

Tabel 3.2 Urgentieklassen conform de Handreiking

Urgentieklass	Omschrijving
Klasse 1: Spoedherstel	De geconstateerde afwijking brengt de sterkte/standzekerheid van de waterkering direct in gevaar. Herstel dient met spoed (1 - 2 dagen) te worden uitgevoerd.
Klasse 2: Urgent herstel	De geconstateerde afwijking brengt de sterkte/standzekerheid van de waterkering niet direct in gevaar. De afwijking heeft echter wel de potentie om op korte termijn te verergeren waardoor de standzekerheid wél in gevaar komt of waardoor de herstelkosten significant zullen toenemen. Herstel dient met urgentie (1 - 2 maanden) te worden uitgevoerd.
Klasse 3: Herstel vóór gesloten seizoen	De geconstateerde afwijking brengt de sterkte/standzekerheid van de waterkering niet direct in gevaar en heeft niet de potentie om op korte termijn te verergeren. Door de afwijking komt de standzekerheid van de waterkering onder maatgevende omstandigheden wél in gevaar. Herstel dient daarom te worden uitgevoerd vóór aanvang van het gesloten seizoen.
Klasse 4: Prognose	De geconstateerde afwijking brengt de standzekerheid van de waterkering niet direct in gevaar, heeft niet de potentie om op korte termijn te verergeren en de sterkte/standzekerheid van de dijk onder maatgevende omstandigheden komt niet in gevaar. Het herstel kan op langere termijn plaatsvinden. Er moet een verdere <i>prognose</i> worden opgesteld.

De relatie tussen de kwaliteit en prioriteit is geven in onderstaande figuur. Hierin valt te zien dat de diagnose en de prognose invloed hebben op de uiteindelijke prioriteit.



De diagnose vindt voornamelijk plaats op basis van kennis en ervaring. Er wordt zelden gebruik gemaakt van rekenmodellen.

3.3.3 Deelproces 'Prognose'

Het deelproces 'prognose' is alleen van toepassing op urgentieklasse 4 zoals weergegeven in Tabel 3.2). Bij de prognose wordt de oorzaak van het schadebeeld en de wijze en snelheid van ontwikkelingen in de tijd bepaald. Het resultaat van de prognose is een overzicht van maatregelen. Hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan monitoring in de tijd, of het plegen van herstel of onderhoudswerkzaamheden.

3.3.4 Deelproces 'Operationaliseren'

Het doel van het deelproces operationaliseren is drievoudig:

- Het definiëren en prioriteren van benodigde acties, waarmee de geconstateerde schade/afwijking wordt weggenomen;
- Inspecteren van uitgevoerde verbeteringen;
- Aanpassing van de inspectie (bijvoorbeeld intensievere inspectie van waterkeringen met veel of frequente schades, extensievere inspectie van waterkeringen met oversterkte).

3.4 Digigids

Om een dijkbekleding te inspecteren is er een Digigids beschikbaar. De gebruiker kan deze digitaal (<http://digigids.hetwaterschapshuis.nl/>) of analoog benaderen. De Digigids is gerangschikt naar zes elementgroepen:

- Asfaltbekledingen
- Bijzondere constructies
- Grasbekledingen
- Niet waterkerende elementen
- Steenbekledingen
- Duinen

De elementgroepen zijn verder gecategoriseerd in elementen (1 tot 17 elementen per elementgroep). Voor iedere element zijn een aantal inspectieparameters geïdentificeerd. Per

inspectieparameter (IP) kan er een kwalificatie worden toegekend ('goed', 'redelijk', 'matig', 'slecht'). Deze aanpak wordt ondersteund door tekstuele beschrijvingen en foto's.

Tabel 3.3 : overzicht elementgroepen en elementen zoals weergegeven in de Digigids en relatie met overgangen (IP = inspectieparameter)

elementgroep	Element	aantal IP's	gerelateerd aan overgangen?
asfalt	Asfaltbeton	6	nee
	Open steenasfalt	5	nee
bijzondere constructies	Coupures	4	IP 'aansluiting sponninghoofd op dijklichaam'
	damwand of beschoeiing	3	IP 'aansluiting grondlichaam (afkalving)'
	drainuitmonding	3	nee
	keermuur	4	IP 'aansluiting grondlichaam'
	oeverbegroeiing	1	nee
	opsluitbanden	3	IP 'conditie, staat van materiaal' IP 'spleet, lijnvormige gleuf' IP 'vlakke aansluiting'
	teensloot	2	nee
grasbekledingen	gras	17	nee
niet waterkerende elementen	afrastering of hekwerk	5	nee*
	bebording	3	nee*
	bomen of houtopstanden	2	windworp'
	lichtmasten	2	nee
	op- en afritten	2	IP 'dwarsongelijkheid' IP 'gaten'
	palen	3	nee
	trappen	3	IP 'aansluiting op aangrenzende onderdelen'
steenbekledingen	breuksteen in schanskorven	2	nee
	steenbestorting	2	nee
	zuilen of blokken	6	nee
duinen	bebouwing	1	in deze analyse buiten beschouwing gelaten
	beheerprofiel	7	
	beplanting helmgras	2	
	beplanting overig	3	
	duinovergangen	1	
	overgangsprofiel harde kering	2	
	strandhoofd	4	
	strandprofiel	2	
	stuifgaten	1	
stuifschermen	1		

* in dit geval gaat het om de kwaliteit van het element zelf en niet de invloed op de overgang tussen het element en de bekleding

De elementgroepen en elementen zoals deze in de Digigids zijn geordend, worden weergegeven in Tabel 3.3.

Tabel 3.3 is opnieuw weergegeven als Tabel 3.4. Hierbij zijn alle elementen welke niet zijn gerelateerd aan overgangen niet weergegeven.

Tabel 3.4 : overzicht elementgroepen en elementen zoals weergegeven in de Digigids waarbij overgangen worden beschouwd

elementgroep	Element	aantal IP's	gerelateerd aan overgangen?	foto's beschikbaar?	definitie beschikbaar?
bijzondere constructies	Coupures	4	IP 'aansluiting sponninghoofd op dijklichaam'	nee	nee
	damwand of beschoeiing	3	IP 'aansluiting grondlichaam (afkalving)'	ja	nee
	keermuur	4	IP 'aansluiting grondlichaam'	beperkt	nee
	opsluitbanden	3	IP 'conditie, staat van materiaal' IP 'spleet, lijnvormige gleuf' IP 'vlakke aansluiting'	beperkt beperkt ja	nee nee nee
niet waterkerende elementen	bomen of houtopstanden	2	IP 'windworp'	beperkt	nee
	op- en afritten	2	IP 'dwarsongelijkheid' IP 'gaten'	beperkt beperkt	nee nee
	trappen	3	IP 'aansluiting op aangrenzende onderdelen'	ja	nee

Bij de Digigids vallen een aantal aspecten op met betrekking tot overgangen:

- De indeling is zodanig dat de bekleding (asfalt, gras, steen) nabij een overgang geen expliciete aandacht krijgt. Dit is opmerkelijk aangezien:
 - o ...iedere bekleding eindig is, immers, iedere bekleding wordt aan de onderzijde, bovenzijde en uiteinden onderbroken door een andere bekleding of een ander type kering (duin, dijk, kunstwerk of hoge grond) en heeft daarom tenminste vier overgangen (boven, onder, links en rechts);
 - o ...de bekleding nabij een overgang mogelijk een hogere belasting krijgt tijdens maatgevende condities;
 - o ...de bekleding nabij een overgang mogelijk een lagere sterkte heeft;
- Overgangen worden beperkt beschouwd vanuit de elementgroepen 'bijzondere constructies' en 'niet waterkerende elementen', zie Tabel 3.4. De betreffende inspectieparameters worden doorgaans 'aansluiting' genoemd;
- De benoemde overgangen zijn beperkt ondersteund met foto's. Er zijn geen definities (klassegrenzen) gegeven zodat er een classificatie (goed, redelijk, matig, slecht) kan worden gegeven.



Figuur 3.1 Voorbeelden in de Digigids met een overgang ('grasbekledingen' - 'gras' - 'kale plekken' - 'slecht')

Hierbij dient er wel de nuance geplaatst te worden dat onder de verschillende voorbeelden van grasbekledingen in de Digigids foto's zichtbaar zijn met overgangen hoewel deze niet expliciet als overgangen worden aangeduid / gecategoriseerd. Enkele voorbeelden zijn weergegeven in Figuur 3.1.

4 Relatie van het inspectieproces met ontwerp en beoordelingsproces.

4.1 Inleiding

Het inspectieproces staat niet op zichzelf en dient in samenhang met het ontwerpproces te worden gezien; er wordt immers, conform de Zorgplicht, geïnspecteerd om te beoordelen of de fysieke toestand van de kering nog in overeenstemming is met de (ontwerp) eisen. In dit hoofdstuk worden het ontwerp en het beoordelingsproces beschouwd en hoe dit zich verhoudt met het inspectieproces. Uit de ervaring blijkt dat de meeste problemen bij overgangen en aansluitingen ontstaan bij gras. Dit type bekleding is het meest kwetsbaar voor de bijzondere omstandigheden bij een overgang en is het moeilijkste goed in stand te houden. Om die reden ligt de focus van dit hoofdstuk op grasbekledingen.

4.2 Het ontwerpproces

Een Nederlandse primaire waterkering wordt doorgaans ontworpen door middel van het gebruik van het Ontwerpinstrumentarium. In het ontwerpinstrumentarium is relatief weinig aandacht voor overgangen.

Bij de overgang van een harde bekleding naar een grasbekleding op het buitentalud wordt er aangenomen dat het gras hier niet zwakker is dan het gras dat niet is onderbroken.

Op de kruin of het binnentalud wordt een overgang in een grasbekleding als voorbeeld genomen. Een belangrijk onderdeel in het ontwerpinstrumentarium is het toegestane golfoverslagdebiet op de kruin en het binnentalud welke is weergegeven in Tabel 8.1. Hoe deze tabel tot stand is gekomen is toegelicht in Bijlage D van dit rapport.

Tabel 4.1 Overzicht rekenwaarden voor het kritieke golfoverslagdebiët q_c (RWS, 2017)

q_c (l/s/m)	Toepassingsvoorwaarden voor grasbekleding op kruin en binnentalud (aan alle voorwaarden moet voldaan worden)
0,1	<ul style="list-style-type: none"> geen eisen
1	<ul style="list-style-type: none"> gesloten of open zode^a op klei^b voldoende stabiliteit^c <p>Bij 1 l/s/m gelden geen eisen aan objecten en overgangen op kruin en binnentalud.</p>
5	<ul style="list-style-type: none"> Toepasbaar in twee mogelijke gevallen: <ul style="list-style-type: none"> gesloten zode^a op klei^b en $H_{m0} < 4$ m^d of open zode^a op klei^b en $H_{m0} < 2$ m taludhelling flauwer dan 1:2,3 voldoende stabiliteit^c <p>Bij 5 l/s/m gelden geen eisen aan objecten en overgangen op de kruin. Indien op het talud objecten groter dan 0,15 x 0,15 m² en/of overgangen aanwezig zijn, dan dient hier in het ontwerp rekening mee te worden gehouden.</p>
10	<ul style="list-style-type: none"> gesloten zode^a op klei^b taludhelling flauwer dan 1:2,3 $H_{m0} < 4$ m^d voldoende stabiliteit^c <p>Bij 10 l/s/m gelden geen eisen aan objecten en overgangen op de kruin, behalve in het bovenriviereengebied. Indien op het talud objecten groter dan 0,15 x 0,15 m² en/of overgangen aanwezig zijn, dan dient hier in het ontwerp rekening mee te worden gehouden. Voor het bovenriviereengebied geldt dit voor talud én kruin.</p>
<p>^a Een gesloten zode is een op het oog gesloten grasmat, zonder grote (0,15 m x 0,15 m) open plekken¹⁰.</p> <p>^b Minimale gegarandeerde kleidikte van 0,4 m, geen eisen aan kleikwaliteit.</p> <p>^c Controle van de geotechnische stabiliteit van de bekleding op het binnentalud en de binnewaartse macrostabiliteit. Dit kan leiden tot aanvullende eisen ten aanzien van kleilaagdikte, kleikwaliteit, het aanbrengen drainage, aanpassing van de taludhelling etc.</p> <p>^d Bij $H_{m0} > 4$ m dient advies over de lokaal te hanteren kritieke overslagdebieten ingewonnen te worden bij de Helpdesk Water (www.helpdeskwater.nl).</p> <p>De randvoorwaarden die aan de golfhoogte H_{m0} worden gesteld (bijvoorbeeld $H_{m0} < 2$ m of $H_{m0} < 4$ m) kunnen worden afgelezen uit het illustratiepunt van de Hydra-berekening. Hierbij kan H_s gelijk worden gesteld aan H_{m0}.</p>	

Bovenstaande tabel is met betrekking tot overgangen samengevat in Tabel 4.2 (waarbij uiteraard de overige eisen wel in acht dienen te worden genomen).

Tabel 4.2 Beperkingen aan toepassing overgangen als functie van positie op de dijk, locatie dijk en golfoverslagdebiët

q (l/s/m)		bovenriviereengebied	overig
$0 \leq q \leq 1$	Kruin en binnentalud	geen eisen	
$1 < q \leq 5$	kruin	geen eisen	
	binnentalud	beperkingen ¹	
5 – 10	kruin	beperkingen ¹	geen eisen
	binnentalud	beperkingen ¹	

¹ '...dan dient hier in het ontwerp rekening mee te worden gehouden'

Bij de hierboven gegeven tabellen is steeds uitgegaan van een 'nette' overgang. Dat wil zeggen dat tot aan het object of overgang een graszode aanwezig is en dat deze vergelijkbaar is met de graszode elders op het talud. Door in het ontwerp voldoende aandacht te besteden aan objecten en overgangen kan worden voorkomen dat lokaal zwakke plekken ontstaan. Het ontwerpinstrumentarium geeft verschillende manieren aan waarop dit kan worden voorkomen:

- 1 Het treffen van een maatregel bij een overgang of object, waardoor falen van het gras daar niet optreedt, of het falen van de grasbekleding niet leidt tot doorgaande erosie leidend tot een doorbraak. Hierbij kan worden gedacht aan het aanbrengen van dikke erosiebestendige klei rondom een overgang of object of het toepassen van een geotextiel.
- 2 Het vermijden van overgangen en objecten groter dan $0,15 \times 0,15 \text{ m}^2$, en/of het verplaatsen van overgangen en objecten naar een minder kwetsbare plaats (binnendijs of op de kruin).
- 3 Het lokaal hanteren van een lagere rekenwaarde van het kritisch overslagdebiet bij de bepaling van de vereiste kruinhoogte.

Bij het ontwerp (van de overgang) moet tevens rekening worden gehouden met de mogelijkheden van beheer en onderhoud.

4.3 Het beoordelingsproces

Conform de Waterwet dienen Nederlandse primaire waterkeringen periodiek te worden beoordeeld door middel van het gebruik van het Beoordelingsinstrumentarium. In het beoordelingsinstrumentarium is geen aandacht voor overgangen. In Bijlage C van dit rapport is een overgang in een grasbekleding op de kruin of het binnentalud beschouwd. In de beoordelingsprocedure dient de gebruiker een graskwaliteit te bepalen en vervolgens de hydraulische belasting op het binnentalud te bepalen. Vervolgens wordt er een berekening uitgevoerd. De uitkomsten van het beoordelingsproces zijn onafhankelijk van het al dan niet aanwezig zijn van een overgang aannemende dat de overgang goed is onderhouden.

4.4 Discussie en conclusies

Er is weinig kennis van de stabiliteit van overgangen waardoor de gehanteerde theorieën in het beoordelingsproces (WBI2017) en het ontwerpproces (OI2014) niet of nauwelijks de invloed van overgangen meenemen. Dit is echter gecompenseerd door een relatief conservatieve aanpak te hanteren. Deze aanpak leidt in sommige gevallen tot een conservatief ontwerp (daar waar een overgang geen tot weinig invloed heeft) waardoor de dijk bijvoorbeeld onnodig hoog en breed is. Ook kan dit leiden tot een dijk welke mogelijk minder veilig is dan is berekend (bijvoorbeeld omdat de overgang relatief veel invloed heeft). Om deze redenen wordt aanbevolen om de theoretische kennisbasis van de invloed van overgangen te vergroten.

In zowel het beoordelingsproces als het ontwerpproces wordt aangenomen dat de overgang er 'netjes' bijligt. Indien dit het geval is dan heeft het al dan niet aanwezig zijn van een overgang volgens de beoordelingsystematiek geen invloed op de beoordeling van de dijk. Zowel het ontwerp- als het beoordelingsinstrumentarium houdt geen rekening met een overgang die beschadigd is.

5 Calamiteitenzorg

5.1 Inleiding

Beheerders zijn verplicht een calamiteitenplan op te stellen. Een calamiteitenplan bevat een organisatieoverzicht en een waarschuwing- en afsprakenschema voor het optreden in geval van gevaar. Het calamiteitenplan heeft betrekking op alle waterstaatswerken die de beheerder in beheer heeft, waaronder primaire keringen. In artikel 5.3 Waterbesluit worden inhoudsvereisten aan het calamiteitenplan gesteld. Om voorbereid te zijn op calamiteiten, is de beheerder tevens verplicht om periodiek oefeningen te houden. (Min I en M, 2015).

Het calamiteitenbestrijdingsplan van een dijkbeheerder is een uitvoeringsdocument waarin criteria, maatregelen, programma's en planningen staan. Veelal wordt deze ondersteund door werkdocumenten waarin rolbeschrijvingen, procedures, werkinstructie, schema's en formulieren zijn opgenomen.

Zo is bijvoorbeeld in het calamiteitenbestrijdingsplan van het Waterschap Rivierenland benoemd dat het Waterschap vanwege de grootte wordt ingedeeld in zes dijkposten welke per dijkpost een standaard bezetting krijgt bestaande uit een hoofd dijkpost, twee wachtcommandanten, patrouilles, beverspeurders en aannemers. De taken van een dijkpost zijn onder andere dijkbewaking en het uitvoeren van bestrijdingsmaatregelen. Afhankelijk van de urgentie worden dijkpatrouilles met een bepaalde frequentie ingezet. De frequentie varieert van tweemaal per dag tot zesmaal per dag.

In het geval van een calamiteuze situatie zijn voor verschillende scenario's maatregelen beschreven. Zo is er bijvoorbeeld het scenario 'Er treedt erosie op aan het buiten- of binnentalud'. Een bijbehorende 'eenvoudige maatregel' is: 'Uitzoeken welke oorzaak een rol speelt, hoe groot de omvang is en wat het risico is voor de veiligheid'. Zo is er voor het scenario 'Er slaat of stroomt water over de kruin van de dijk' de maatregel 'waterkering ophogen...' en 'eventueel inpakken van het binnentalud met folie'.

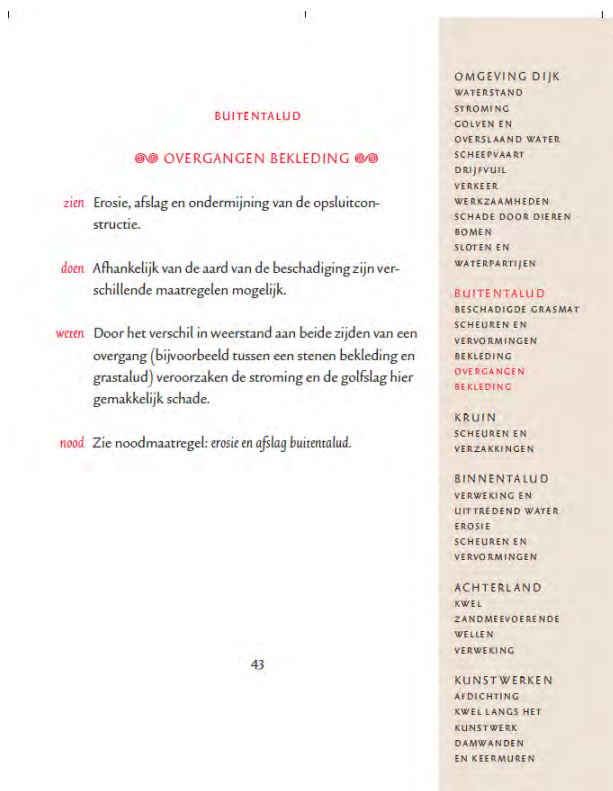
5.2 Handboek dijkbewaking waarnemen en alarmeren ('rode boekje')

5.2.1 Inleiding

Een veelgebruikt document is het 'Handboek dijkbewaking waarnemen en alarmeren' (het zogenoemde 'rode boekje', WSRL, 2012). Dit document is in twee delen verdeeld: 'waarnemen en handelen' en 'noodmaatregelen'. Deze twee onderdelen worden in de volgende paragrafen kort samengevat.

5.2.2 Waarnemen en handelen

In het onderdeel 'waarnemen en handelen' is voor verschillende delen van de dijk en de omgeving van de dijk een indeling gemaakt in de vier acties 'zien', 'doen', 'weten' en 'nood'. Dit is tevens weergegeven voor het deel van de dijk 'buitentalud-overgangen bekleding'. De bewuste pagina is hieronder weergegeven:



Figuur 5.1 impressie van het rode boekje (onderdeel 'overgangen bekleding')

Hieronder worden kort de vier activiteiten met betrekking tot overgangen benoemd.

Zien

Het is maar zeer de vraag of schade op het buitentalud kan worden gezien. Om dit te kunnen zien dient de dijk toegankelijk (en veilig) te zijn. Indien de dijk toegankelijk is, is het maar zeer de vraag of schade op delen van het buitentalud ook daadwerkelijk zichtbaar is aangezien dit veelal onder de waterstand is of in de golfloop en neerloopzone. Een punt wat specifiek aandacht behoeft, is de horizontale overgang tussen een harde bekleding zoals een steenzetting en het gras; de overgang is een potentiële zwakke plek en het gras krijgt op dit punt de zwaarste belasting te verduren.

Doen

De omschrijving is nogal algemeen van aard. Mogelijk dat de wiki noodmaatregelen (zie paragraaf 5.3) hier een nuttige aanvulling op kan geven.

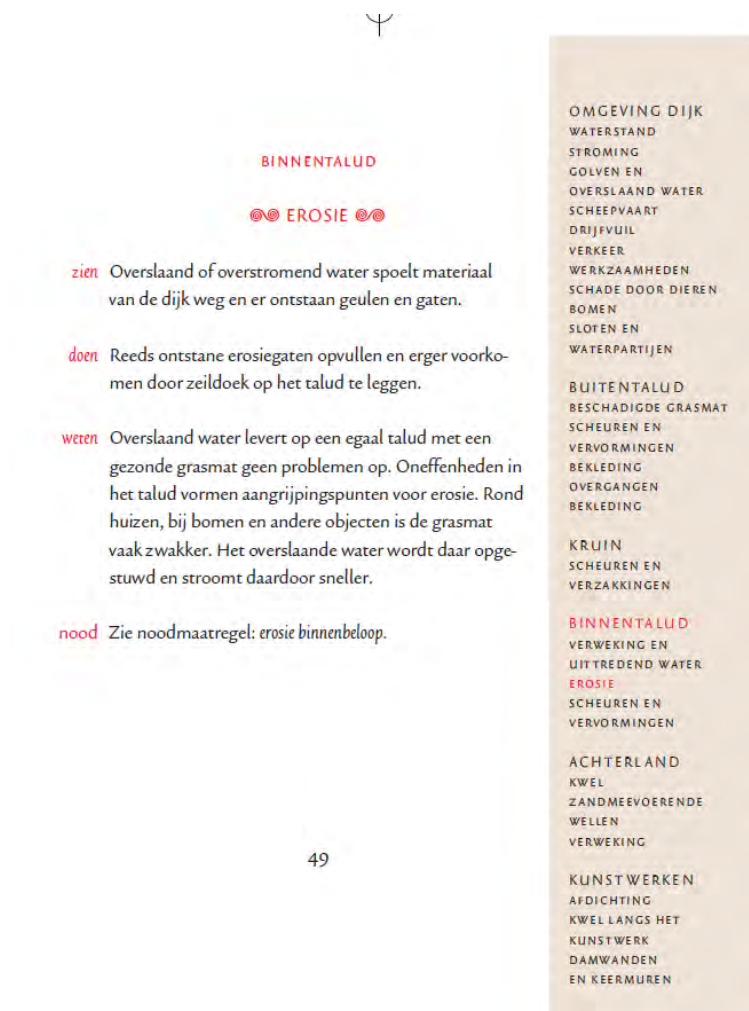
Weten

In het rode boekje wordt aangegeven dat de overgang mogelijk een zwakke plek is vanwege de ruwheidsverschillen. Dit is correct maar wel onvolledig: mogelijk schades kunnen ook ontstaan doordat de overgang een zwakke plek is doordat het gras is onderbroken, het gras bij een horizontale overgang per definitie de zwaarste belasting krijgt te verduren (in de golfloopzone) of doordat gras een lagere kwaliteit heeft door secundaire effecten zoals de vorming van schapenpad, slechter onderhoud et cetera.

Nood

Er wordt verwezen naar de noodmaatregel 'erosie en afslag buitentalud'. Deze maatregel wordt in de volgende paragraaf behandeld.

Ten aanzien van het binnentalud is geen specifieke aandacht voor overgangen. Wel is de onderstaande instructie ten aanzien van erosie op het binnentalud beschikbaar.



5.2.3 Noodmaatregelen

In het rode boekje wordt bij het onderdeel waarnemen ten aanzien van overgangen op het buitentalud verwezen naar de noodmaatregel 'erosie en afslag buitentalud'. Ten aanzien van het binnentalud wordt verwezen naar de noodmaatregel 'erosie binnenbeloop'. Beide noodmaatregelen worden hieronder beschouwd.

Noodmaatregel 'erosie en afslag van het buitentalud'

De in het rode boekje gesuggereerde noodmaatregelen tegen 'erosie en afslag van het buitentalud' zijn hieronder weergegeven.

NOODMAATREGELEN

EROSIE EN AFSLAG VAN HET BUITENTALUD

materiaal Waterdoorlatend doek, pennen, zandzakken.

aandachtspunten Het talud op de kwetsbare plaatsen vanaf de kruin afdekken met een dekzeil, vastzetten en verzwaren met zandzakken, vooral aan de teen en de kruin.

☛ Afslag en gaten in het talud kunnen ontstaan als niet op tijd tegen erosie wordt opgetreden, of als de bekleding is beschadigd.

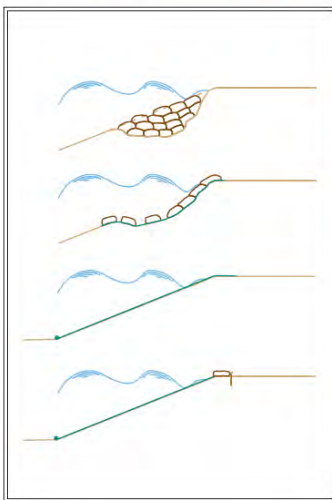
☛ Bij afslag de gaten afdekken met een dekzeil en opvullen met zandzakken, stenen of ander materiaal

NOODMAATREGELEN

aandachtspunten (zolang het maar niet wegspoelt).

☛ Gaten worden direct opgevuld, ook als nog geen zeil beschikbaar is.

☛ Doorgaans vallen deze gaten echter in dijkstrekingen die door de wind worden aangevallen en het zal niet meevallen een zeil tegen de wind in uitgerold te krijgen.



Figuur 5.2 Noodmaatregelen t.a.v. erosie en afslag buitentalud volgens het rode boekje

Het is maar zeer de vraag in hoeverre het mogelijk is om dergelijke versterkingen uit te voeren. De dijk is mogelijk slecht toegankelijk en de werkbaarheid is waarschijnlijk door het hoge water en golfslag erg laag.

Noodmaatregel bij 'Erosie binnenbeloop'

De in het rode boekje gesuggereerde noodmaatregelen tegen 'erosie binnenbeloop' zijn hieronder weergegeven.



Figuur 5.3 Noodmaatregelen t.a.v. erosie binnenbeloop volgens het rode boekje

Bovenstaande suggesties zijn doorgaans beter uitvoerbaar dan die op het buitentalud aangezien de werkbaarheid hier waarschijnlijk beter is.

5.3 Wiki noodmaatregelen

De wiki noodmaatregelen (opdracht Rijkswaterstaat en Stowa, uitvoerder Deltares) geeft een overzicht van relevante kennis, hulpmiddelen en ervaringen voor wat betreft de inzet van noodmaatregelen voor dijken bij een dreigende overstroming. Op de wiki zijn verschillende voorbeelden, overzichten en links gegeven. De opzet van de wiki is als volgt:

1. Schadebeelden
 - a. Vervormingen
 - b. Uittredende water
 - c. Scheuren
 - d. Constructies
 - e. Beschadigingen
 - f. Overloop / overslag
 - g. Drijvende objecten
2. Faalmechanismen
 - a. Overslag / overloop
 - b. Instabiliteit
 - c. Piping
 - d. Erosie
 - e. Oorzaken / invloeden
3. Noodmaatregelen
 - a. Belastingbeperkend
 - b. Erosie remmend
 - c. Extra kering
 - d. Stabiliteitsverhogend

e. Verhoging kering

4. Dimensionering

5. Uitvoering

De focus in deze analyse is op de noodmaatregel 3b (erosie remmend). In de wiki worden handreikingen gegeven ten aanzien van de volgende erosieremmende maatregelen:

- Talud onder water aanvullen met zandzakken
- Beveiliging buitentalud tegen erosie
- Bescherming buitentalud tegen kolkvorming
- Bescherming kruin en buitentalud met geballast folie of geotextiel
- Bescherming binnentalud en kruin met folie of geotextiel verzaagd met zandzakken
- Versterking binnentalud bij dreigend overloop
- Wellen afdekken
- Bestrijden / beheren holen- en gangmakers
- Opvullen van graverijen en holle ruimtes
- Bescherming restprofiel
- Gaten in grasmat opvullen
- Noodmaatregelen voor de bescherming van de Delflandse kust

Bovenstaande maatregelen zijn in de wiki verder uitgewerkt.

5.4 Project professionalisering Dijkbewaking

Het project professionalisering dijkbewaking (Knotter, 2016) heeft als doel om een aantoonbare professionele dijkbewaking te realiseren en te beheren. Hierbij zijn de uitgangspunten onder andere het uniformeren en standaardiseren van dijkbewakingsorganisaties, benamingen, waarnemingen en registraties, en een opleiding. Dit komt onder andere voort uit de eisen vanuit de Zorgplicht en de wens van Waterschappen om tijdens een calamiteit personeel uit te kunnen wisselen.

5.5 Discussie

Ten aanzien van calamiteiten zijn er verschillende documenten beschikbaar. De belangrijkste hierbij zijn de calamiteitenbestrijdingsplannen van de verschillende waterschappen, het zogenaamde rode boekje en de wiki noodmaatregelen. Het project professionalisering dijkbewaking heeft als ambitie om hier meer uniformiteit in aan te brengen.

Noodmaatregelen ten aanzien van overgangen zijn niet benoemd. Wel is een keer opgemerkt dat bij de dijkbewaking extra aandacht aan aansluitingen dient te worden besteed. Het is van belang dat de dijkinspecteur goed beseft dat overgangen mogelijk een kritiek punt zijn tijdens een hydraulische belasting en dat deze ook gericht hier gaat kijken indien dit mogelijk is. Voor wat betreft uit te voeren noodmaatregelen zijn er geen noodmaatregelen gegeven welke specifiek voor overgangen van toepassingen zijn. Dit is ook niet nodig aangezien de noodmaatregelen welke zijn gegeven voor de erosie van binnen en buitentalud waarschijnlijk ook toepasbaar zijn voor de overgang. Hierbij blijft gezond verstand echter noodzakelijk.

6 Discussie

6.1 Inspectieproces

Het beheer en onderhoud van de dijk, en daarmee ook van de overgang, is de verantwoordelijkheid van de dijkbeheerder. Het inspectieproces is de methodiek waarmee de dijkbeheerder zijn dijken inspecteert en onderhoudt. Dit is voor overgangen van groot belang, aangezien zowel het ontwerpinstrumentarium als het beoordelingsinstrumentarium uitgaan van een 'nette' overgang in goede staat. Indien een overgang hier niet aan voldoet, dan is de dijk niet meer in de staat zoals dit in het ontwerp is bedoeld en voldoet deze niet meer aan de eisen waarop de beoordelingsmethodiek van toepassing is.

Het inspectieproces volgens de Handreiking Inspecties van de PIW bestaat uit vier deelprocessen: 'waarnemen', 'diagnose', 'prognose' en 'operationaliseren'. Hoewel overgangen niet expliciet aan bod komen in het inspectieproces lijkt een overgang die niet in goede staat is toch te worden ondervangen in het inspectieproces (aannemende dat de inspectie goed wordt uitgevoerd en daadwerkelijk alle delen van de dijk worden geïnspecteerd). Echter voor een aantal deelprocessen in het inspectieproces zijn er een aantal verbeteringsmogelijkheden mogelijk ten aanzien van overgangen.

Tijdens het deelproces 'waarnemen' lijken schades nabij overgangen te worden opgemerkt door de inspecteur. Uit de verschillende gesprekken met beheerders blijkt dat ieder onderdeel (dus ook de overgangen) van de dijk wordt geïnspecteerd. Een schade bij een overgang valt dus op en wordt waargenomen. Het valt echter op dat bij de beschrijving van het inspectieproces en bij de indeling van de Digigids er geen expliciete aandacht voor overgangen aanwezig is. Er kan worden overwogen om overgangen explicieter naar voren te brengen in de inspectieprocedures en de Digigids, wat zal bijdragen aan het bewustzijn van de inspecteur. Uit eigen ervaring is bekend dat het regelmatig voorkomt dat het gras bij een hek te hoog is en daardoor veranderd in 'ruigte' met een mindere erosiebestendigheid. Kennelijk is het lastig om langs het hek het gras te maaien/onderhouden en accepteert de inspecteur deze afwijking in het gras, al dan niet onbewust.

Een aandachtspunt bij het deelproces 'diagnose' is het bepalen van de urgentie. In het geval van kleine reparatiewerkzaamheden is dit een minder belangrijk aandachtspunt; de dijkbeheerder zal dan, onafhankelijk van de diagnose, waarschijnlijk kiezen om dit te repareren. Echter, in het geval van kostbare reparaties, zoals het herzetten van een zetstenen bekleding, kan het lonend zijn om na te gaan of reparatie daadwerkelijk urgent is. Hierbij spelen ook niet-technische argumenten een rol. Zo kan bijvoorbeeld worden gedacht aan de veiligheidsbeleving van omwonenden indien een dijk er 'niet goed bij ligt' terwijl technisch wel is aangetoond dat dit het geval is. Vanuit technische zin is het voornaamste aandachtspunt de locatie op de dijk: indien deze niet op een locatie ligt waar een hydraulische belasting valt te verwachten tijdens maatgevend omstandigheden dan is een reparatie vanuit waterveiligheidsoogpunt waarschijnlijk niet noodzakelijk.

Ten aanzien van de 'prognose' heeft het mogelijk meerwaarde om bij overgangen (maar ook bij de rest van de bekledingen) de oorzaak van de schade te bepalen. Hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan de erosie als gevolg van de aanwezigheid van schapen op specifieke locaties van de grasbekleding. Het is van belang om deze oorzaak te weten zodat in de operationaliseringsfase hiermee rekening kan worden gehouden. In dit voorbeeld heeft het dus weinig zin om het gras opnieuw in te zaaien indien de schapen aanwezig blijven of in

de toekomst weer op het gras aanwezig zijn. Er wordt aanbevolen om een lijst op te stellen van veel voorkomende schades nabij overgangen en daarbij veelvoorkomende oorzaken. Een eerste aanzet is, ter inspiratie, gegeven in Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Eerste aanzet ten aanzien van deelproces 'diagnose'. Voor verschillende typen overgangen wordt een mogelijke oorzaak van schade benoemd

Type overgang	Mogelijke oorzaak
algemeen-gras	onderhoud niet goed mogelijk door aanwezigheid overgang. Dit kan ook dieren aantrekken wat weer kan leiden tot graverij
	schapen lopen frequent langs overgang
	schapen 'schuren' frequent langs object
	graafschade door honden
trappen - gras	wandelaars gaan van de trap af en betreden het gras
	fietsers lopen over de trap met fiets aan hun hand naast de trap
gebouwen - gras	waterafvoer heeft invloed op graskwaliteit
	schaduw heeft invloed op graskwaliteit
hekken – gras	opening in hek (poort) wordt relatief vaak betreden door mens, dier of voertuig
wegen - gras	voertuigen komen naast de weg en beschadigen gras
steenzettingen	verzakking van stenen leidt tot brede spleet
asfalt	zand spoelt uit bij overgang van het asfalt
breuksteen	verzakking, waardoor het niet meer op de overgang aansluit

Indien de bovenstaande tabel in de toekomst verder wordt uitgebreid, wordt aanbevolen om deze te ondersteunen met foto's en om te overwegen om dit per inspectieparameter uit te werken. Een voordeel daarvan is dat dit aansluit op de huidige inspectiemethodiek, een nadeel hiervan is dat dit wellicht een minder werkbare methode is.

Ten aanzien van het deelproces 'operationaliseren' kan er voor veel voorkomende oorzaken, zoals bijvoorbeeld weergegeven in Tabel 6.1, handelingsperspectief worden geboden. Zo is een mogelijk handelingsperspectief bijvoorbeeld het verbieden van schapen op de dijk of het aanbrennen van doorgroeistenen op de plekken waar schapen vaak blijken te komen. Ook kunnen enkele 'valkuilen' worden geïdentificeerd. Een voorbeeld is het herstellen van gras door middel van het opnieuw inzaaien. Dit heeft vrijwel zeker geen zin indien de schapen dit op korte termijn weer stuklopen.

6.2 Handelingsperspectieven

Potentiele handelingsperspectieven kunnen in de toekomst worden verkregen nadat een lopend onderzoek naar verschillende versterkingsmaatregelen bij overgangen zal worden afgerond. In dat onderzoek zijn kunstmatig horizontale en verticale overgangen gemaakt door middel van het ingraven van betonnen opsluitbanden in een grasbekleding op het binnentalud van de Friese Waddenzeedijk. Hierbij zijn verschillende betonbanden voorzien van versterkingsmaatregelen zoals doorgroeistenen, doorgroeibare textielen, verborgen bekledingen et cetera. Een indruk is gegeven in Figuur 6.1. In het najaar van 2016 zijn er een twintigtal horizontale overgangen gebouwd (Deltares, 2016d), in het voorjaar van 2017 zijn er veertien verticale overgangen (Deltares, 2017b) gebouwd. Na een aantal groeiseizoenen van het gras zullen deze mogelijkerwijs getest worden zodat conclusies kunnen worden getrokken over de stabiliteit van dergelijke overgangen.



Figuur 6.1 Impressie van bouw van testsecties met verticale overgangen in een grasbekleding voorzien van versterkingsmaatregelen

Handelingsperspectieven ten aanzien van calamiteiten (hoogwater) zijn gegeven in de verschillende bronnen zoals gegeven in Hoofdstuk 5.

6.3 Uitbesteding en externe partijen

Beheerders zullen het onderhoud aan de dijk veelal willen uitbesteden aan externe partijen. Om deze reden heeft de uitvoerende partij criteria nodig om op het juiste moment de juiste onderhoudswerkzaamheden uit te voeren. Zo heeft bijvoorbeeld Rijkswaterstaat ervoor gekozen te werken conform risico gestuurde instandhoudingsplannen. Daarbij wordt vanuit de risico's voor de functievervulling van de waterkering beoordeeld welke onderhoudsactiviteiten wanneer moeten worden uitgevoerd. De uitbesteding vindt plaats op basis van functionele eisen. Deze functionele eisen zijn voor grasbekledingen beschreven in Infram (2017) en voor steenzettingen en los gestorte breuksteen beschreven in Deltares, (2017c). In die rapporten zijn de abstracte toepassing vertaald naar praktische onderhoudscriteria waarmee relatief eenvoudig een diagnose gesteld kan worden. Hierbij is er bij steenzettingen expliciet aandacht voor overgangen; zo is er een eis ten aanzien van een spleet tussen twee harde overgangen en een eis ten aanzien van een spleet bij een overgang tussen een steenzetting en gras. Ten aanzien van de grasbekledingen zijn er geen expliciete criteria met betrekking tot overgangen maar worden overgangen wel expliciet als aandachtspunt genoemd.

Ten aanzien van de uitbesteding ten tijde van een calamiteit (dreigende doorbraak) kunnen zogenoemde waakvlamovereenkomsten met externe partijen worden afgesloten. Een voorbeeld van een dergelijke overeenkomst staat op de wiki noodmaatregelen.

7 Conclusies en aanbevelingen

In dit onderzoek is door middel van een workshop en interviews met dijkbeheerders geïnterviewd waar de knelpunten zitten in het inspectieproces van dijkbekledingen. Een integraal onderdeel van dijkbekledingen zijn de overgangen van het ene type dijkbekleding naar het andere type dijkbekleding, geometrische veranderingen zoals knikken, of de aansluiting van een dijkbekleding op andere type waterkeringen zoals duinen, kunstwerken en niet waterkerende objecten. Deze overgangen en aansluitingen dienen derhalve ook beoordeeld te worden. Ze worden gezien als een potentieel risico voor de waterkering, maar er wordt niet specifiek op gelet in het inspectieproces.

Het inspectieproces volgens de Handreiking Inspecties bestaat uit een aantal deelprocessen, waarbij de Digigids een belangrijke rol speelt. De Digigids geeft echter weinig handvatten om de problemen bij overgangen en aansluitingen goed te beoordelen.

Voor dijkbeheerders zijn met name de overgangen en aansluitingen bij een grasbekleding een zorg. Daarom is in het onderhavige rapport de relatie met het ontwerp en beoordelingsproces belicht. Er blijkt weinig kennis van de stabiliteit van overgangen te zijn, waardoor de gehanteerde theorieën in het beoordelingsproces (WBI2017) en het ontwerpproces (OI2014) niet of nauwelijks de invloed van overgangen meenemen.

In zowel het beoordelingsproces als het ontwerpproces wordt aangenomen dat de overgang er 'netjes' bijligt. Indien dit het geval is dan heeft het al dan niet aanwezig zijn van een overgang volgens de beoordelingsystematiek geen invloed op de beoordeling van de dijk. Zowel het ontwerp- als het beoordelingsinstrumentarium houdt geen rekening met een overgang die beschadigd is.

In gesprekken met dijkbeheerders is vastgesteld dat er tijdens de inspectie goed aandacht is voor deze potentieel zwakke plekken van de dijk. Een probleem is echter de diagnose: als er iets bijzonders is geconstateerd, moet er dan direct ingegrepen worden, kan dit nog wachten en tegelijk met andere probleempunten worden opgepakt, of hoeft dit überhaupt niet verbeterd te worden?

Daarnaast kan er worden overwogen om overgangen explicieter naar voren te brengen in de inspectieprocedures en de Digigids, wat zal bijdragen aan het bewustzijn van de inspecteur. Het komt geregeld voor dat het gras bij een hek te hoog is en daardoor veranderd in 'ruigte' met een mindere erosiebestendigheid. Kennelijk is het lastig om langs het hek het gras te maaien/onderhouden en accepteert de inspecteur deze afwijking in het gras, al dan niet onbewust.

Een aandachtspunt bij het deelproces 'diagnose' is het bepalen van de urgentie.

Ten aanzien van het deelproces 'operationaliseren' kan er voor veel voorkomende oorzaken een handelingsperspectief worden gegeven in de vorm van een lijst met mogelijke oplossingen voor het schadeherstel. Deze lijst dient nog opgesteld te worden. Zo is een mogelijk handelingsperspectief bijvoorbeeld het aanbrengen van doorgroeienden op de plekken waar schapen vaak blijken te komen. Mogelijk kunnen handelingsperspectieven in de toekomst worden gedefinieerd op basis van een lopend onderzoeksproject waarbij bestaande

en innovatieve versterkingsmaatregelen zoals bijvoorbeeld doorgroeibare textielen en doorgroeistenen worden onderzocht.

Ten aanzien van calamiteiten (hoog water) hebben dijkbeheerders calamiteitenplannen beschikbaar. Dit wordt meer en meer geüniformeerd in bijvoorbeeld 'het rode boekje', de wiki noodmaatregelen en het project 'professionaliseren dijkbewaking', zie hoofdstuk 5. Hoewel daar geen expliciete aandacht is voor overgangen zijn dit momenteel nog de meest geschikte instrumenten.

8 Referenties

Deltares/RWS (2015a), *Handreiking Dijkbekledingen, deel 2: Steenzettingen*, Deltares/RWS, januari 2015

Deltares/RWS (2015b), *Handreiking Dijkbekledingen, deel 3: Asfaltbekledingen*, Deltares/RWS, januari 2015

Deltares/RWS (2015c), *Handreiking Dijkbekledingen, deel 4: Steenbekledingen*, Deltares/RWS, januari 2015

Deltares/RWS (2015d), *Handreiking Dijkbekledingen, deel 5: Grasbekledingen*, Deltares/RWS, januari 2015

Deltares, 2015, *Predictierapport fysieke modeltesten overgangen in grasbekledingen*, Deltares rapport met kenmerk 1220039-007-VEB-0002, augustus 2015

Deltares, 2015b, *Verdeling kritisch overslagdebiet WTI2017*, Deltares memo met kenmerk 1220086-005-HYE-0003, 10 september 2015

Deltares, 2016a, *Beoordeling van de staat van dijkbekledingen en overgangen*, Deltares rapport 1230042-004-ZWS-0008.

Deltares, 2016b, *Fenomenologische beschrijving*, Deltares rapport 1220078-000-GEO-0010-gbh

Deltares, 2016c, 'Ontwerpmethode voor niveau van overgang van harde dijkbekleding naar gras', Deltares rapport 1221197-000-HYE-0013, Deltares, Delft, 2016

Deltares, 2016d, 'Bouw overgangen, verslag van uitgevoerde werkzaamheden op de dijk in augustus 2016', Deltares rapport 1230042-005-ZWS-0002, Deltares, Delft, november 2016

Deltares, 2017, *Onderbouwing kansverdelingen kritisch overslagdebiet ten behoeve van het OI2014v4*, Deltares rapport met kenmerk 1230090-011-GEO-0006-jvm, februari 2017.

Deltares, 2017b, 'Bouw verticale overgangen, verslag van uitgevoerde werkzaamheden op de dijk in 2017', Deltares rapport 11200537-006-ZWS-0013, Deltares, Delft, november 2017

Deltares, 2017c, *Onderhoudseisen voor steenbekledingen op dijken. Bijdrage aan risico gestuurde instandhoudingsplannen*. Deltares rapport 11201769-000-HYE-0001.

Digigids 2016, <http://digigids.hetwaterschapshuis.nl/>, Stowa, 2016

Hoffmans, G.J.C.M., Van Hoven, A., Hardeman, B., Verheij, H.J., Erosion of grass covers at transitions and objects of dike, *Proceedings 7th Int. Conf. On Scour and Erosion*, ICSE 2014

Infram (2017), *Eisen grasbekledingen*, Infram rapport 17i394, 17-10-2017

Knotter, H., *Projectplan Professionalisering dijkbewaking*. 4 februari 2016

Min IenM, 2015. *Kader Zorgplicht Primaire Waterkeringen*, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Maart 2015, versie 2.0.

RWS, 2016, *Schematiseringshandleiding grasbekleding*, WBI 2017. Versie 2.0. 1 december 2016

RWS, 2017, *Handreiking ontwerpen met overstromingskansen, Veiligheidsfactoren en belastingen bij nieuwe overstromingskansnormen*. Versie OI2014v4, februari 2017

Steeg, P. van, en A. van Hoven, 2013, *Overgangen en Overgangsconstructies*, Deltares rapport met kenmerk 1208394-000-HYE-0011, november 2013

Stowa en Rijkswaterstaat, 2012a. *Bouwstenen professionele inspectie, Handreiking voor het organiseren van inspectie*. ISBN 978.90.5773.565.3

Stowa en Rijkswaterstaat, 2012b. *Inspectiewijzers waterkeringen. Technische informatie uitvoering inspecties* ISBN 978.90.5773.542.4

Stowa en Rijkswaterstaat, 2012c. *Standaard inspectieplan. Invulversie voor inspectieplan op maat*. ISBN 978.90-5773.545.5

TAW, 2003, *Technisch Rapport Steenzettingen, deel toetsing*, Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, december 2003

WSRL, 2012, *Handboek dijkbewaking waarnemen en alarmeren*, maart 2012

A Interviews met beheerders

A.1 Waterschap Rivierenland

A.2 Wetterskip Fryslân

A.3 Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

A.4 Waterschap Zuiderzeeland

A.5 Rijkswaterstaat

Verslag

Datum verslag
4 september 2017

Opgemaakt door
Paul van Steeg

Datum bespreking
1 september 2017

Aantal pagina's
3

Vergadering
Interview toestand dijkbekledingen in relatie tot inspecties

Aanwezig
Jaap Bronsveld (WSRL), Paul van Steeg (Deltares)

Jaap Bronsveld is specialist waterkeringen bij Waterschap Rivierenland en houdt zich onder andere bezig met het opstellen van inspectieplannen van waterkeringen, het organiseren van calamiteitenorganisatie bij hoogwater en droogte en stelt onderhoudsconcepten op voor waterkeringen. Daarnaast is Jaap 1 dag per week werkzaam bij de Stowa als grasregisseur.

Voorafgaande aan het interview is door Deltares een memo (Deltares, 2017) toegestuurd waarin een beschouwing is gegeven met betrekking tot overgangen in het inspectieproces.

Inhoudelijk

- *Ziet u overgangen op waterkeringen als zwakke plekken van de waterkering?*
Jaap onderschrijft dat overgangen potentieel zwakke plekken zijn.
- *Vindt u dat elke overgang expliciet geïnspecteerd dient te worden?*
Dat is bij het waterschap al het geval maar overgangen worden niet expliciet geadmistreerd. De inspecteur loopt alle onderdelen van de dijk na. Echter, hij maakt geen onderscheid tussen situaties met of zonder overgang. Indien een bekleding afwijkt dan wordt dit genoteerd. Het is vanuit administratief oogpunt ondoenlijk om iedere overgang apart 'af te turven' en dat is ook niet nodig. Het is echter wel van belang dat de inspecteur goed wordt getraind zodat hij/zij ook goed weet dat hij bij alle overgangen dient te inspecteren. Om hier een beter beeld van te krijgen kan Paul eventueel contact opneemt met Wim Cornelissen (WSRL) om een inspectie bij te wonen.
- *Welke soort overgangen baart u het meest zorgen?*
Jaap geeft aan dat dit lastig is aan te geven. Wel herkent hij zich in de conclusies welke in een eerdere studie zijn weergegeven. In die studie worden horizontale overgangen in de golfploopzone, verticale overgangen (bijvoorbeeld trappen) en knikken (bijvoorbeeld in een berm of de binnenwaartse teen) als meest risicovolle overgangen gezien. Jaap vraagt zich af of vanuit wetenschappelijk oogpunt de ene overgang qua belastingsituatie riskanter is dan een andere. Met andere woorden: is de berm langs een rijweg riskanter dan een strook langs een trap omdat het water zich daar anders gedraagt?
- *Is de zonering van iedere dijk bekend? (wel / geen hydraulische belasting)*
De zonering qua belasting van iedere dijk is niet onderzocht in relatie tot de inspectie. Het inspectieproces bestaat uit vier deelprocessen (waarnemen, diagnosticeren, prognosticeren en operationaliseren). Een bekende zonering kan meerwaarde bieden bij de deelprocessen 'diagnosticeren' en 'prognosticeren'. Bij het deelproces 'waarnemen' heeft de zonering mogelijk meerwaarde; indien de zonering snel verandert in de

lengterichting van de dijk, is het voor de inspecteur administratief lastig om de juiste stukken dijk te inspecteren. In dat geval is het eenvoudiger om alles te inspecteren. Indien de zonering grote lengtes dijk per zone betreft dan kan dit ook het waarnemingsproces ondersteunen (in zones waar geen hydraulische belasting plaats vinden kan dan minder frequent geïnspecteerd worden).

Verder merkt Jaap op dat er vele mechanismen zijn die tot bezwijken leiden (o.a. infiltratie, overslag, afschuiving, macro instabiliteit overloop etc). Door deze vele mechanismen is het eenmalig opstellen van de zonering mogelijk een intensief werk en is het onzeker of hierdoor het inspectieproces significant efficiënter kan worden uitgevoerd.

- *Welke inspecties worden tijdens calamiteiten uitgevoerd? Is hier een handboek voor beschikbaar?*
De waterschappen zijn verplicht een opleidingsplan te hebben met betrekking tot inspecties en noodmaatregelen. Het format van dat plan is niet voorgeschreven en ieder waterschap heeft zijn eigen plan. Veelal wordt hierbij het zogenoemde 'rode boekje' (Handboek Dijkbewaking, Waarnemen & Alarmeren) gebruikt. Er zijn echter initiatieven gaande om dit te harmoniseren en dat er een landelijk plan wordt opgesteld (voornamelijk op basis van dit rode boekje).
- *Is er onderscheid in de inspecties t.b.v. beheer en onderhoud, calamiteiten en de wettelijke beoordeling (WBI)*
Jaap geeft aan dat er verschil in zit. Het is echter lastig en slecht werkbaar dat de inspectieparameters voor de processen 'inspectie' en 'beoordeling' anders zijn. Als voorbeeld geeft Jaap aan dat er bij de inspectie volgens de Digigids vier categorieën zijn om de kwaliteit van de zode aan te duiden en bij de beoordeling drie categorieën.

Procesmatig

- *Hoe verloopt het inspectieproces nu? Is dit aan de hand van de Digigids?*
Jaap geeft aan dat dit via de Digigids en de handreiking inspecties waterkeringen is. De vraag verbaast Jaap omdat volgens hem door ILT samen met de waterkeringbeheerders een Kader Zorgplicht is opgesteld waarin deze handreiking als referentie wordt genoemd. Men mag hier ook van afwijken maar dan dient dit afdoende onderbouwd te worden (comply or explain). Jaap geeft aan dat de Digigids mogelijk zal worden geïntegreerd in een NEN-norm. Daarnaast is Movares in opdracht van STOWA bezig met het schrijven van een handreiking met betrekking tot risico gestuurd beheer en onderhoud.
- *In hoeverre zijn overgangen ingebed in het inspectieproces?*
Ze zijn automatisch ingebed omdat de inspecteur de gehele dijk naloopt en dus in principe alle afwijkingen zal zien. Indien er schade wordt gezien dan wordt dit (digitaal) genoteerd. Het wordt echter niet als overgang geormerkt, tenzij de Digigids dit als aparte parameter vermeld.
- *Hoe zou uw inspectieproces beter ondersteund kunnen worden?*
Het zo goed mogelijk harmoniseren zou een grote administratieve ontlasting zijn.



Verslag

Datum verslag
4 september 2017

Opgemaakt door
Paul van Steeg

Datum bespreking
1 september 2017

Aantal pagina's
2

Vergadering
Interview toestand bekledingen in relatie tot inspecties

Aanwezig
Jaap Bronsveld (WSRL), Paul van Steeg (Deltares)

Bernard Visser is werkzaam bij de afdeling beheer van het Wetterskip Fryslân. Hierbij is hij onder andere belast met het uitvoeren van de inspecties van de Waddenzeedijk.

Inhoudelijk

- *Ziet u overgangen op waterkeringen als zwakke plekken van de waterkering?*
Dit is niet de indruk van Bernard. Hierbij geeft Bernard aan dat als er al eens schade optreedt, dit doorgaans is nadat er hoogwater is opgetreden. De dijk wordt niet intensief gebruikt voor andere activiteiten (zoals auto's, honden uitlaten, bebouwing et cetera) waardoor er relatief weinig schade optreedt. Dit wordt grotendeels verklaard doordat het Waterschap vrijwel de enige gebruiker / eigenaar van de dijk is. Wetterskip is eigenaar, pachters zijn medegebruikers maar mogen geen onderhoud aan de kering uitvoeren. Alle onderhoud, maaien, kunstmest strooien, verweiden et cetera wordt door het Wetterskip zelf uitgevoerd.

Vele overgangen liggen niet in een maatgevende zone; trappen liggen alleen op het binnentalud en niet op het buitentalud.

Daarnaast zijn overgangen vaak al versterkt: zo is de horizontale overgang tussen het asfalt en het gras op het buitentalud voorzien van doorgroeiënen en zijn de houten palen welke voor afscheidingen worden gebruikt ook omringd door doorgroeiënen.

- *Vindt u dat elke overgang expliciet geïnspecteerd dient te worden?*
Nee, dit zou een onnodige administratieve last opleggen. De gehele dijk wordt in detail geïnspecteerd. Indien iets beschadigd lijkt of van slechte kwaliteit dan wordt dit via een app genoteerd en vrij kort daarop wordt dit gerepareerd. Het maakt niet uit of een beschadiging wel of niet bij een overgang is; deze wordt gezien en gerepareerd.
- *Welke soort overgangen baart u het meest zorgen?*
Bernard geeft aan dat er wel eens schade is omdat de schapen voorkeur hebben om op bepaalde plekken te gaan lopen of te gaan liggen (bijvoorbeeld rondom de veeroosters). Daar kan schade optreden aan de grasbekleding. Verder heeft hij niet veel schade aan overgangen waargenomen.
- *Is de zonering van iedere dijk bekend? (wel / geen hydraulische belasting)*
Bernard benoemt dat dit wat hem betreft niet uitmaakt. De dijk moet er gewoon goed bijliggen; de gehele dijk wordt geïnspecteerd en indien er schade is dan wordt dit

gerepareerd. Dit betreft doorgaans kleine schades en de onderhoudskosten zijn doorgaans beperkt. Dit betreft alleen de kosten van geconstateerde schades vanuit de inspecties, we werken met een meerjarenplanning en jaarlijks uitgezette specifieke werkjes voor het gehele onderhoud aan de kering.

- *Welke inspecties worden tijdens calamiteiten uitgevoerd? Is hier een handboek voor beschikbaar?*
Hiervoor heeft het Wetterskip een eigen calamiteitenplan. Dit calamiteitenplan betreft niet het 'rode boekje';).
- Is er onderscheid in de inspecties t.b.v. beheer en onderhoud, calamiteiten en de wettelijke beoordeling (WBI)
Ja, deze zijn alle drie anders. De inspectie worden aan de hand van het inspectieplan (Wetterskip Fryslân, 2012) uitgevoerd.

Procesmatig

- *Hoe verloopt het inspectieproces nu? Is dit aan de hand van de Digigids?*
Bernard geeft aan dat de Digigids leidend is. Het Wetterskip heeft daarnaast een eigen inspectieplan. Voor zover Bernard kan overzien is dit niet hetzelfde als de Handreiking Inspecties Waterkeringen van de Stowa.
Administratief laat Bernard zich ondersteunen door een app welke is aangereikt door het Waterschap Groot Salland. Bernard laat de werking van deze app zien. Op basis van de plaatsbepaling van de hardware (tablet) kunnen gegevens ingevoerd worden.
- In hoeverre zijn overgangen ingebed in het inspectieproces?
Dit is niet het geval en is volgens Bernard ook niet nodig. Zaken welke soms wat verhoogde aandacht nodig hebben kan hij apart in de app administreren (zoals bijvoorbeeld veeroosters).
- Hoe zou uw inspectieproces beter ondersteund kunnen worden?
 - De door Bernard gebruikte app zou geoptimaliseerd kunnen worden door bijvoorbeeld deze bijvoorbeeld te integreren met de Digigids en een foto-inlaadfunctie.
 - Vanuit het beheerproces is een opdracht gegeven om de inspectiemethodiek te integreren met de inspectiemethodiek voor regionale keringen
 - Begroeiingen bij steenbekledingen zijn soms lastig te inspecteren.

Na het interview zijn Paul en Bernard de Waddenzeedijk opgegaan om in het veld de werking van de inspectie te simuleren.

Referenties

Wetterskip Fryslân, 2012, *Inspectieplan Waterkeringen*, 1 mei 2012, versie 1.0

Verslag

Datum verslag 24 oktober 2017	Ons kenmerk 11200537-005-ZWS-0001	Project 11200537-005	Opgemaakt door Paul van Steeg
Datum bespreking 23 oktober 2017	Aantal pagina's 3		
Vergadering Interview overgangen in dijkbekledingen in relatie tot inspecties			

Aanwezig

Arjan van den Corput (HHNK), Theo Reuzenaar (HHNK), Paul van Steeg (Deltares)

Theo Reuzenaar is waterkeringadviseur bij het HHNK. In deze hoedanigheid houdt hij zich onder andere bezig met inspecties van waterkeringen maar ook met dijkversterkingen, beheersvoorschriften (kleikeuringen, gras, Japanse duizendknoop, e.d.), calamiteiten omtrent waterkeringen.

Arjan van den Corput is (sinds 2016) beheerder primaire waterkeringen bij het HHNK en onder andere verantwoordelijk voor het onderhoud van de primaire waterkeringen.

Inhoudelijk

- *Ziet u overgangen op waterkeringen als zwakke plekken van de waterkering?*
Arjan en Theo geven aan dat zij overgangen wel degelijk als een potentiële zwakke plek zien. Hoewel ze aangeven dat zij de situatie onder maatgevende omstandigheden (hydraulische belasting) niet goed kunnen inschatten (dit komt immers in principe niet voor gedurende een mensenleven) hebben ze wel een rijke ervaring met schades aan overgangen onder dagelijkse omstandigheden. Theo geeft aan dat er ervaringen zijn met overstromingen en maatgevende omstandigheden bij overstromingen in Engeland en Myanmar (schade aan rivierdijken door meandering en hoog water). Daar heeft hij diverse voorbeelden van (ook met foto's en filmpjes), Theo heeft ook ervaring met hoge boezemwaterstanden aan de regionale dijken met overloop en afschuivingen. De door hun waargenomen schades zijn doorgaans niet als gevolg van hydraulische belastingen maar als gevolg andere oorzaken zoals schapen, muizen, vossen, konijnen, mollen, mensen, voederplekken, opslag, fietsen, akkerbouw van aansluitende achterland op de dijk, pijpleidingen over de dijk). In sommige gevallen is er wel schade gesignaleerd als gevolg van hydraulische belastingen maar dit is veelal op het voorland of op een voorliggende kering. Er zou meer gekeken moeten worden naar te scherpe overgangen.
- *Vindt u dat elke overgang expliciet geïnspecteerd dient te worden?*
Arjan en Theo geven aan dat tijdens de voor- en najaarsinspectie in principe iedere schade wordt gezien dus impliciet worden alle overgangen geïnspecteerd. Ook bij storm of hoog water wordt geïnspecteerd, maar dat komt weinig voor omdat maatgevende omstandigheden weinig voorkomen. Schades worden opgenomen in het object beheers systeem (obs) ten behoeve van de diagnosefas, prognose en maatregel vaststelling. Maatregel kan onderhoud, zijn maar ook monitoring of verder onderzoek.
- *Welke soort overgangen baart u het meest zorgen?*
Arjan geeft aan dat hij dat lastig in vindt te schatten omdat hij het gedrag van de overgangen onder maatgevende omstandigheden niet kent. In de door Arjan en Theo getoonde

voorbeelden uit de dijkinspecties komt duidelijk naar voren dat erosie van gras door slijtage als gevolg van frequente betreding (vnl. schapen en mensen) relatief veel voorkomt maar ook als gevolg van graverij. Theo geeft aan dat elke slechte overgang een potentiële bezwijkplek bij maatgevende omstandigheden kan zijn. Voorwerpen groter dan 15 cm zijn ook potentiële zwakke plekken omdat ze een hogere stroomsnelheid genereren met als gevolg erosie en verzwakking van de dijk. Hieronder vallen dus ook alle WO en NWO's. Kabels en leidingkruisingen zijn ook verzwakkingen van de dijk en zijn veelal onderbelicht.

- *Is de zonerings van iedere dijk bekend? (wel / geen hydraulische belasting)*
Arjan geeft aan dat dit wel in zijn algemeenheid bekend is. De details uit de toetsingen zijn via Gis oproepbaar, maar de toegankelijkheid behoeft wel verbetering. HHNK is hier nu mee bezig is en wil dat dit in de toekomst kan worden geïmplementeerd in het beheer maar ook bij calamiteiten. Dit zal in de toekomst helpen bij het diagnosticeren en prioriteren van reparaties aan de dijk.

Procesmatig

- *Hoe verloopt het inspectieproces nu? Is dit aan de hand van de Digigids?*
HHNK hanteert zijn eigen inspectieprocedure op basis van het inspectieplan Waterveiligheid 2017 van HHNK welke nauw aansluit bij de Handreiking Inspectie Waterkeringen. Het gebruik van de Digigids is onderdeel van dit proces.

Er is een vrij strikte scheiding tussen de personen welke in het veld de waarneming uitvoeren en de personen welke op kantoor de waarneming diagnosticeren en een prognose en daarna al of niet een maatregel vaststellen. Arjan geeft aan dat HHNK er aan nu aan werkt om deze personen meer met elkaar mee te laten lopen zodat er een betere aansluiting en begrip ontstaat.
- *In hoeverre zijn overgangen ingebed in het inspectieproces?*
Dit is niet expliciet het geval. Impliciet worden alle afwijkingen, dus ook aan overgangen, welke afwijken waargenomen en dus in het inspectieproces opgenomen.
- *Hoe zou uw inspectieproces beter ondersteund kunnen worden?*
Theo geeft aan dat hij graag meer harmonie zou zien tussen de inspectieparameters en de benodigde parameters ten behoeve van het WBI.
Een andere mogelijke verbetering zou zijn dat tijdens de inspectie al de oorzaak kan worden benoemd. Dit geeft de mogelijkheid om ook naar de oorzaken te kijken en daar mogelijk de oplossing te zoeken. Hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan een andere manier van beweiden (zoals drukkeweiding waarin zeer veel schapen zeer kort op een klein gebied staan en daarna weer op een ander gebied worden gezet).

Overig

Door Theo zijn vele foto's met schadebeelden meegenomen welke uitvoerig zijn besproken. De volgende schadebeelden worden hier genoemd:

- Slijtage van op plekken waar veel menselijk verkeer is
 - o Rondom bankjes
 - o Langs trappen (door fietsen welke langs de trap mee omhoog worden gelopen)
- Slijtage als gevolg van schapen

- Rondom palen en langs hekken (schapen schuren tegen de paal aan en vertrappen het gras)
- Schapenpaden
- Activiteiten op het achterland / voorland
 - Omploegen van het achterland door agrariër waardoor opstaande rand aan de hiel (= binnenwaartse teen) van de dijk ontstaat. Deze rand blijkt weer veel graverij in voor te komen
 - Bewoning van woonboten
 - (illegale) opslag, tuintjes, aanleg van o.a. leidingen, kabels et cetera waardoor onderhoud op onderliggende dijk niet goed mogelijk is
- Hekken / afrasteringen
 - Verruiging van gras. Het lijkt erop dat hier meer graverij voorkomt aangezien ongedierte zich hier beter kan schuilhouden

Referenties

Bron: inspectieplan waterveiligheid 2017 HHNK

Verslag

Datum verslag 27 november 2017	Ons kenmerk 11200537-005-ZWS-0002	Project 11200537-005	Opgemaakt door Mark Klein Breteler
Datum bespreking 22 november 2017	Aantal pagina's 3		
Vergadering Interview toestand bekledingen in relatie tot inspecties			

Aanwezig
Bernd Fetlaar (Zuiderzeeland, Mark Klein Breteler (Deltares))

Bernd Fetlaar is werkzaam bij Waterschap Zuiderzeeland waar hij onder ander belast is met inspecties van primaire waterkeringen

Inhoudelijk

Ziet u overgangen op waterkeringen als zwakke plekken van de waterkering?

Overgangen zijn kritische elementen in de waterkering. Dat is algemeen bekend. Maar Bernd heeft dat niet uit eigen ervaring, want er is vrijwel nooit een hoge waterstand met grote golven die zo hoog komt dat de overgangen naar gras zwaar worden belast. De lage overgangen zijn allemaal met steenzettingen en die worden in goede conditie gehouden, zodat daar geen problemen ontstaan. Hij heeft geen eigen ervaring dat dit weleens mis is gegaan.

Vindt u dat elke overgang expliciet geïnspecteerd dient te worden?

Overgangen krijgen in beheer en onderhoud meer aandacht tegenwoordig, maar vooral omdat er meer over gepraat wordt. De overgang vormt een integraal onderdeel van de normale inspectie van de bekledingen. Er is geen aparte inspectieronde voor overgangen en dat is ook niet nodig.

Welke soort overgangen baart u het meest zorgen?

De overgang van weggetjes op de waterkering naar het ernaast gelegen gras geeft de meeste problemen. Als voertuigen even naast de weg rijden, rijden ze het gras kapot. Daar is een spoor in het gras waar water in blijft staan. Daar gaat de bekleding steeds verder kapot. Als het spoor erg diep is, wordt het direct aangepakt, anders gaat het mee in regulier onderhoud. Dat regulier onderhoud gebeurt minstens elk jaar en ook vlak voor het stormseizoen. Als er vlak voor het stormseizoen onderhoud wordt gepleegd aan het gras, dan zal het gras nog niet erg sterk zijn tijdens de winter, als er terplekke al veel gras op staat.

De overgang van de steenzetting naar het gras geeft geen problemen met schapenpaadjes, want er staat ook veel vegetatie op de steenzetting. De overgang is daardoor voor de schapen wat diffuus en nodigt niet uit om steeds op dezelfde plek te lopen. Op de kruin zijn er wel schapenpaadjes.

Er is een terugkerende zorg om het gras langs trappen. Ze hebben nu goede ervaring met stoepranden van 20 à 25 cm hoog langs de trap op hetzelfde niveau als het gras. Daardoor kan er goed gemaaid worden en is de graskwaliteit langs de trap beter. Vaak ligt de trap in een zandlaag, waar lokaal wat klei is verwijderd. Dat is niet ideaal. Ze hebben liever de trap op de bekleding, in plaats van erin.

De steenzettingen, die aan het begin van deze eeuw zijn gerenoveerd, gaven na een paar jaar een brede spleet bij de bovenste overgang van het segment. Er is toen besloten om een deel te herzetten om weer een goede aansluiting te krijgen. Daar is een aantal jaren aan gewerkt.

Als er een spleet langs de steenzetting bij een overgang naar gras optreedt, wordt de betonband wat verzet om het weer dicht te krijgen. Alternatieven zijn: steenslag in de spleet, gietasfalt in de spleet of herzetten.

Daar waar er veel medegebruik is van de waterkering is het moeilijk om de waterkering in goede staat te houden, bijvoorbeeld bij de marina van Almere.

Bij windmolens ontstaat erosie van het gras langs de paal omdat er veel regenwater van de molen naar beneden stroomt en de graskwaliteit tegen de paal te wensen overlaat. Daar zakt de dijk, maar de molen niet. Ook dat geeft problemen bij de aansluiting. Ze passen daar geotextiel en grasbetontegels toe.

Is de zonering van iedere dijk bekend? (wel / geen hydraulische belasting)

De zonering wordt niet beschouwd bij het inspecteren van de bekledingen. Alles t/m de kruin en het binnentalud moet in orde zijn.

Er wordt geen rekening gehouden met een lokale verhoging van de belasting (op bijvoorbeeld gras bij een muur van een kunstwerk). Brend gaat ervan uit dat er in zijn gebied ook niet veel van dat soort aansluitingen zijn.

Welke inspecties worden tijdens calamiteiten uitgevoerd? Is hier een handboek voor beschikbaar?

Tijdens calamiteiten zijn inspecties maar beperkt mogelijk. Het is dan te gevaarlijk om op de berm te lopen. Lopend op de kruin is er maar een klein deel van het buitentalud zichtbaar, en 's nachts is het nog moeilijker om schades te zien. Er wordt wel met de auto op de berm geïnspecteerd (zolang dat verantwoord is en de kans op schade aan de auto in verhouding staat met het belang van de inspectie).

Er is een handboek en Bernd heeft toegezegd dit op te sturen.

Dit soort dijkbewaking gebeurt ongeveer elk jaar.

Bij zwaar weer is er vooral soms wat schade aan de dammen voor de waterkering.

Is er onderscheid in de inspecties t.b.v. beheer en onderhoud, calamiteiten en de wettelijke beoordeling (WBI)

Dit zijn drie aparte processen in het waterschap. Elk heeft z'n eigen informatiebehoefte en mogelijkheden/problemen.

Procesmatig

Hoe verloopt het inspectieproces nu? Is dit aan de hand van de Digigids?

Er wordt gebruik gemaakt van de Digigids en de App. Voor een inspectie van de steenzettingen gaan ze met een paar man de hele dijk langs lopen. Alles wordt genoteerd in de tablet.

In hoeverre zijn overgangen ingebed in het inspectieproces?

Dat is een integraal onderdeel van de inspectie. De bekledingen en de overgangen worden in één keer geïnspecteerd.

Hoe zou uw inspectieproces beter ondersteund kunnen worden?

De diagnose is vaak lastig. Het zou erg helpen als er een bruikbare diagnose-tool zou komen om de ernst van de situatie te beoordelen. Er is onderscheid nodig tussen:

- Kleine onvolkomenheid, nu niets aan doen, wel blijven monitoren
- Probleem kan verholpen worden in regulier onderhoud
- Ernstig probleem dat zo snel mogelijk moet worden verholpen.

Wat moet er gedaan worden aan bramen en grassen op de steenzetting? Kan dit blijven staan, of moet het verwijderd worden?

Zijn grasbetontegels beter bij een overgang dan gras?

Verslag

Datum verslag 12 december 2017 **Project** 11200537-005 **Opgemaakt door** Paul van Steeg

Datum bespreking 11 december 2017 **Aantal pagina's** 2

Vergadering
Interview toestand bekledingen in relatie tot inspecties

Aanwezig
Harmen Faber (RWS), Paul van Steeg (Deltares)

Harmen Faber is werkzaam bij RWS Midden Nederland en is betrokken bij het beheer van verschillende primaire waterkeringen zoals de Afsluitdijk en de Houtribdijk.

Inhoudelijk

- *Ziet u overgangen op waterkeringen als zwakke plekken van de waterkering?*
Dit is volgens Harmen een belangrijke vraag. Voor Rijkswaterstaat is het van belang om het risico ten aanzien van deze overgangen in te kunnen schatten en om deze te kunnen kwantificeren. Daarnaast is het van belang om in het kader van het uitbesteden van het onderhoud goede criteria op te kunnen stellen. Indien er noemenswaardige risico's zijn bij overgangen dienen deze criteria dus ook voor overgangen opgesteld te kunnen worden.
- *Vindt u dat elke overgang expliciet geïnspecteerd dient te worden?*
De inspectie van de keringen wordt uitgevoerd door een externe partij aan wie het werk is uitbesteed. Deze partij dient de kering te onderhouden op het niveau waarop de kering aan hem is overgedragen. Er ontbreken echter aanvullende criteria en ook de manier waarop geïnspecteerd dient te worden ontbreekt.
- *Welke soort overgangen baart u het meest zorgen?*
Dit is lastig te zeggen. Harmen geeft wel een voorbeeld van de aansluiting tussen een zetstenen bekleding en een kunstwerk (bijvoorbeeld een damwand). Enerzijds kunnen hier zakkingen optreden maar daarnaast kan hier extra turbulentie (verhoogde belasting) optreden.
- *Is de zonering van iedere dijk bekend? (wel / geen hydraulische belasting)*
Deze is doorgaans niet bekend. De keringen waarmee Harmen voornamelijk te maken heeft zijn verbindende keringen (Afsluitdijk, Houtribdijk). Hier geldt dat vrijwel ieder deel van de dijk hydraulisch belast kan worden.
- *Welke inspecties worden tijdens calamiteiten uitgevoerd? Is hier een handboek voor beschikbaar?*
De keringen in het IJsselmeergebied zijn tijdens maatgevende omstandigheden niet begaanbaar en inspecties tijdens calamiteiten worden dan ook niet uitgevoerd. Direct na de storm dient de externe beheerder de dijk te inspecteren. Het is eerder voorgekomen dat een dijk direct na de storm geen schade had. Echter na drie dagen is er nog eens geïnspecteerd en toen bleek er schade aan de steenbekleding. Blijkbaar zat er toen nog een tijdsafhankelijk proces in het schademechanisme (bijvoorbeeld verzakking?)

Procesmatig

- *Hoe verloopt het inspectieproces nu? Is dit aan de hand van de Digigids?*
Het inspectieproces wordt functioneel uitbesteedt aan de markt. Dit betekent dat er ook functioneel gespecificeerd dient te worden. Er wordt geen gebruik gemaakt van de Digigids. Wel wordt in de uitbesteding benoemd dat de kwaliteit van de dijk aan de Nederlandse wetgeving dient te voldoen maar dit is nog onvoldoende uitgewerkt. Harmen zou graag willen dat als eis gesteld dient te worden dat de beheerder gecertificeerd is en dat een dergelijke certificering alleen kan worden verkregen na het volgen van een cursus (bijvoorbeeld via de Stichting Wateropleidingen). Op deze manier wordt gegarandeerd dat de inspectie wordt uitgevoerd door personen welke een juiste opleiding hiervoor hebben gehad. Daarnaast is er de behoefte aan meer dwingende voorschriften maar dit blijkt (vanwege het functioneel specificeren) lastig te implementeren.
- *Hoe zou uw inspectieproces beter ondersteund kunnen worden?*
Een goede aanvulling zou zijn om een data management systeem op te zetten. Hierin zouden de aanleg, inspecties en beheershandelingen vastgelegd worden. Er zou bijvoorbeeld kunnen worden geleerd van de ervaring die is opgedaan met het data management systeem dat is toegepast op de Nederlandse rijkswegen.

B Workshop 23 maart 2017

Tijdens de Kennisdag Inspecties Waterkeringen is er door Deltares een werksessie georganiseerd met betrekking tot overgangen en aansluitingen. Daarbij is tevens een presentatie gegeven welke hieronder is weergegeven.



stowa STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Inspectie waterkeringen

Overgangen en aansluitingen: wat weten we ervan?

Koos Saathof (RWS-WVL)
Mark Klein Breteler (Deltares)
Joost Bredeveld (Deltares)
Dirk de Lange (Deltares)

Kennisdag Inspecties Waterkeringen 23 maart 2017




stowa STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Overzicht

- Introductie
- Resultaten vorig jaar:
 - Overgangen
 - Aansluitingen
- Discussie
- Vervolg

Kennisdag Inspecties Waterkeringen 23 maart 2017



stowa
STICHTING
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER


Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Waarom?

- Overgangen vormen zwakke punten
 - ENW: “... overgangsconstructies veelal een zwak punt in waterkeringen zijn...” en
 - ENW “... Initiatie van een dijkdoorbraak door schade aan of bezwijken van overgangs-constructies is een belangrijk, maar onderbelicht onderwerp. Daarbij komt dat het initiële erosieproces ter plaatse van dergelijke discontinuïteiten, dat invloed op andere (directe) faalmechanismen kan hebben, nog onvoldoende wordt begrepen...”
- Over bekledingen gras, zetsteen, asfalt (zie de Handreikingen) en kunstwerken is veel kennis beschikbaar

Kennisdag Inspecties Waterkeringen

23 maart 2017



stowa
STICHTING
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER


Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Overbruggen

- de ene bekleding en andere bekleding
- waterkering en kunstwerk
- theorie en praktijk
- buitenmensen en binnenmensen
- waarnemen en voorspellen
- scheuren?

Kennisdag Inspecties Waterkeringen

23 maart 2017




stowa STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Onderwerpen

- Bekledingen: gras, asfalt, zetsteen, breuksteen
- Overgang van ene bekleding op andere bekleding
- Overgang van waterkering op kunstwerk = aansluiting
- De visuele waarneembare zaken

Kennisdag Inspecties Waterkeringen 23 maart 2017



stowa STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Doel

- Peilen behoefte
- Meedoen?
 - Bezoek ter plekke?
 - Workshop?
 - Werkgroep?

Kennisdag Inspecties Waterkeringen 23 maart 2017





STICHTING
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER




Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu


Waar moet het aan voldoen? Vergelijking inspectiecriteria:

- Digigids 2016
- VTV 2006 / WBI 2017
- Technische rapporten ENW
- Handreiking Dijkbekledingen Deltares/RWS
- etc


Kennisdag Inspecties Waterkeringen

23 maart 2017






STICHTING
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu


Constateringen (1)



- Weinig beschikbaar over overgangen
- Digigids is veel praktischer dan VTV en TR, maar schadebeelden kloppen niet altijd met elkaar



Kennisdag Inspecties Waterkeringen

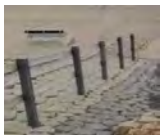

23 maart 2017




STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Constateringen (2)

- **Steenzettingen:**
 - Uitspoeling van inwasmateriaal zou in Digigids veel strenger beoordeeld moeten worden
 - Glooiende vervorming (S-profiel) kunnen soepeler beoordeeld worden dan stenen die omhoog staan t.o.v. hun buren
 - Ook klemming beoordelen
 - Objecten (zoals palen, hekwerk, etc) beoordelen
 - Drijfvuil op de steenzetting is zelden bedreiging voor stabiliteit

Kennisdag Inspecties Waterkeringen
23 maart 2017




STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Constateringen (3)

- **Asfalt:**
 - Handreiking Continu Inzicht geeft handige score op basis van de mate van schade.
 - In de Digigids staan duidelijke foto's van schadebeelden
 - Overgangen en aansluitingen onderbelicht



Kennisdag Inspecties Waterkeringen
23 maart 2017



stowa STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Constateringen (4)


- Gras
 - Digigids geeft uitgebreide lijst van 15 soorten problemen, maar beoordeling ondergrond en onderscheid golfklap- en golfploopzone ontbreekt
 - Handreiking Dijkbekledingen en WBI-2017 maken onderscheid in gesloten, open en fragmentarische zode.



Zand onder trap spoelt weg door golven

Kennisdag Inspecties Waterkeringen

23 maart 2017



stowa STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Conclusie vergelijking criteria

- Overgangen en aansluitingen zijn onderbelicht
- Criteria voor breuksteen ontbreken
- Digigids aanvullen met aspecten uit WBI-2017 en Handreiking Dijkbekledingen

Kennisdag Inspecties Waterkeringen

23 maart 2017





STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu


Aanleiding







Kennisdag Inspecties Waterkeringen

23 maart 2017





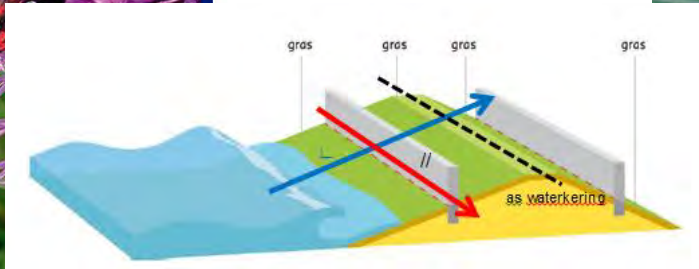
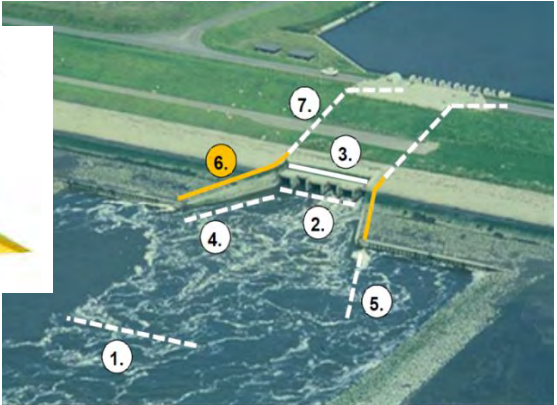
STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu


Definitie aansluiting (I)


- Tussen verschillende typen waterkeringen


Kennisdag Inspecties Waterkeringen

23 maart 2017





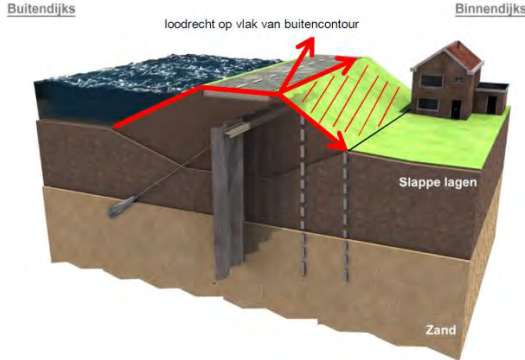
STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu


Definitie aansluiting (II)


- Buitencontour




Kennisdag Inspecties Waterkeringen

23 maart 2017






STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

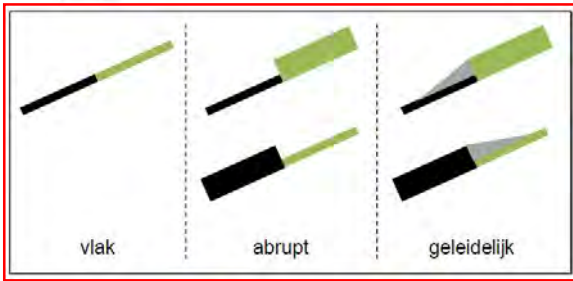


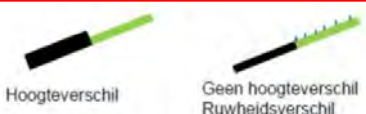
Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Onderscheid tussen aansluitingen

- Zone
- Oriëntatie
- Type







Kennisdag Inspecties Waterkeringen

23 maart 2017





STICHTING
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER




Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu


Mate van aandacht

- Ontwerp
- Beheer & Onderhoud
- Hoogwaterinspectie


Kennisdag Inspecties Waterkeringen

23 maart 2017





STICHTING
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER




Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu



Waar o.a. op te letten? (I)

- **Externe vormgeving**
 - afronden scherpe hoeken
 - geleidelijk overbruggen verschillen
- **Sterkte buitencontour**
 - verdikking / versterken buitencontour
 - afzetten/versterken paden voor lopen/berijden

Kennisdag Inspecties Waterkeringen

23 maart 2017







STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Waar o.a. op te letten?? (II)

- **Grasbekleding:** bijv. gebrek aan zonlicht, geconcentreerde 'beloop-belasting' of gebrekkig onderhoud;
- **Asfaltbekleding** verzakkingen en/of scheuren;
- **Steenzetting** missen van stenen, verzakkingen of gebrekkig beheer.

Kennisdag Inspecties Waterkeringen
23 maart 2017




STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Conclusies

- Eenduidig taalgebruik!
- Mate van aandacht wisselt per beheerder (gaat om passende aandacht)
- In Digigids/digispectie missen goede voorbeelden, maar is wel een bruikbare tool

Kennisdag Inspecties Waterkeringen
23 maart 2017

Voorbeelden, overgangen naar gras



Kennisdag Inspecties Waterkeringen

23 maart 2017

Voorbeelden, overgangen en objecten



Kennisdag Inspecties Waterkeringen

23 maart 2017



Voorbeelden, overgangen in harde bekledingen

stowa STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu



Kennisdag Inspecties Waterkeringen 23 maart 2017



Voorbeelden, aansluiting gras op kunstwerk

stowa STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu



Kennisdag Inspecties Waterkeringen 23 maart 2017



Voorbeelden, aansluiting gras op kunstwerk

stowa STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu



Kennisdag Inspecties Waterkeringen

23 maart 2017



Voorbeelden, aansluiting gras op kunstwerk

stowa STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu



Kennisdag Inspecties Waterkeringen

23 maart 2017



Voorbeelden, steenzetting bij kunstwerk

stowa STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu



Kennisdag Inspecties Waterkeringen 23 maart 2017




Voorbeelden, inlaatconstructie

stowa STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu



Kennisdag Inspecties Waterkeringen 23 maart 2017



stowa STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Vervolg

- Praktijk en theorie elkaar laten versterken
- In overleg nader uitwerken: **wie doet er mee?**
- Opties:
 - We komen langs bij waterschappen
 - We organiseren workshop met geïnteresseerde waterschappen

Kennisdag Inspecties Waterkeringen 23 maart 2017



stowa STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Vervolg

Meer informatie:

- Koos.Saathof@rws.nl
- Mark.KleinBreteler@Deltares.nl
- Joost.Breedeveld@Deltares.nl
- Dirk.deLange@Deltares.nl

Kennisdag Inspecties Waterkeringen 23 maart 2017

C Het beoordelingsproces van grasbekledingen

C.1 Inleiding

Uit de ervaring blijkt dat de meeste problemen bij overgangen en aansluitingen ontstaan bij gras. Dit type bekleding is het meest kwetsbaar voor de bijzondere omstandigheden bij een overgang en is het moeilijkste daar goed in stand te houden. Daarom is in deze bijlage over het beoordelingsproces de grasbekleding als voorbeeld gekozen.

Binnen WBI-2017 zijn er voor grasbekledingen vier faalmechanismen onderscheiden:

- Erosie buitentalud (GEBU) (klappen en golfoploop).
- Afschuiven buitentalud (GABU).
- Erosie kruin en binnentalud (GEKB).
- Afschuiven binnentalud (GABI).

In de onderstaande twee paragrafen worden de faalmechanismen 'Erosie buitentalud' (GEBU / golfoploop) en 'Erosie kruin en binnentalud' verder uitgelicht in relatie tot overgangen. Vooralsnog wordt aangenomen dat overgangen geen invloed hebben op de mechanismen 'afschuiven buitentalud (GABU)' en 'afschuiven binnentalud (GABI)'.

C.2 Erosie buitentalud

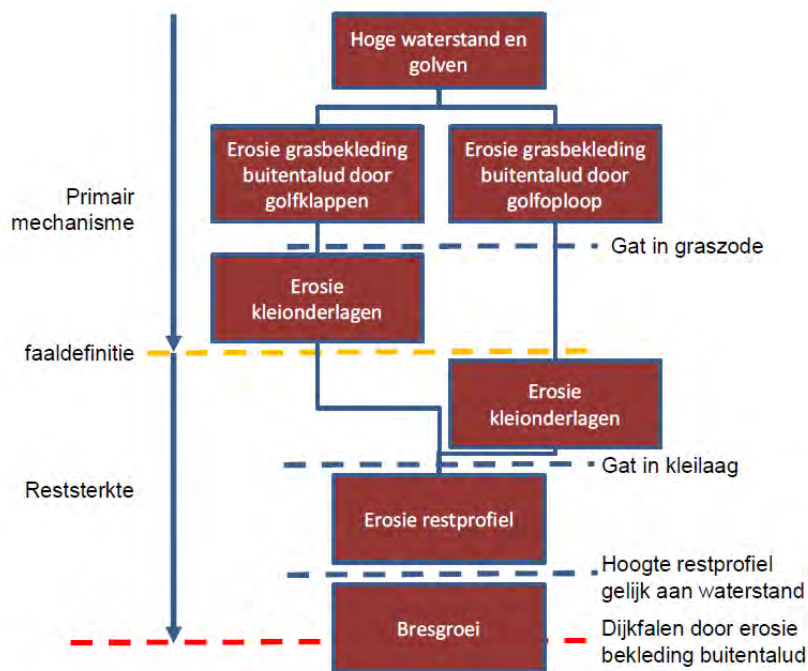
C.2.1 Fenomenologische beschrijving

De erosie op het buitentalud kan plaatsvinden door zowel golfklappen als een golfoploopbelasting. In deze analyse wordt alleen de golfoploopbelasting beschouwd. Er wordt dus aangenomen dat de golfklap op een lagergelegen harde bekleding plaatsvindt. Er is dus per definitie een horizontale overgang tussen de lager gelegen harde bekleding en de hoger gelegen grasbekleding. Deze overgang is per definitie een zwakke plek omdat de stroomsnelheden hier doorgaans het grootst zijn, er de minste samenhang is tussen het gras vanwege de onderbreking van de graszode, er hier mogelijk meer turbulentie is door ruwheidsverschillen, en doordat er mogelijk secundaire effecten optreden zoals bijvoorbeeld de vorming van schapenpaden.

Falen van de grasbekleding ten gevolge van erosie door golfoploop wordt gedefinieerd als het moment waarop de sterk doorwortelde toplaag met een dikte van circa 0,2 m lokaal wordt doorbroken en de erosie van de onderlaag begint (faaldefinitie).

Een gedetailleerdere fenomenologische beschrijving van de erosie van een buitentalud bestaande uit een grasbekleding is beschreven in Deltares (2016b) en samengevat in Figuur C.1 Figuur C.1 .

Bij de WBI beoordeling wordt bij golfoploop alleen rekening gehouden met het falen van de grasbekleding en niet van de onderlagen aangezien daar nog geen model voor beschikbaar is. Dit, en de erosie van de zandkern, kan eventueel wel in de toets op maat worden gekwantificeerd.



Figuur C.1 Gebeurtenissen leidend tot falen dijk als gevolg van erosie van de grasbekleding op het buitentalud

C.2.2 Beoordelingsprocedure

Als eerste wordt de graskwaliteit beoordeeld. Deze kan, volgens een bepaalde systematiek worden gecategoriseerd als een 'gesloten zode', 'open zode' of 'fragmentarische zode'. Daarna kan berekend worden of het gras de hydraulische belasting kan weerstaan.

De graszode wordt op het mechanisme GEBU (golfoploop) beoordeeld met behulp van een software applicatie (BM - Gras Buitentalud). Met behulp van deze software wordt de cumulatieve overbelastingmethode toegepast. De cumulatieve overbelastingmethode beschouwt per oplopende golf de frontsnelheid van de oplopende golftong in het kwadraat U^2 (m^2/s^2) en een kritische snelheid in het kwadraat U_c^2 (m^2/s^2). Wanneer de frontsnelheid de kritische snelheid overtreft, dan wordt de grasbekleding overbelast. Alle overbelastinggevallen in een storm worden bij elkaar opgeteld. Indien de overbelasting een kritische waarde (D) overschrijdt, dan wordt verondersteld dat de grasbekleding faalt. Het model, zonder partiële veiligheidsfactoren, is als volgt in formulevorm:

$$\sum_{i=1}^N (\alpha_M U_i^2 - \alpha_S U_c^2) = D \quad \text{indien } \alpha_M U_i^2 > U_c^2$$

Waarbij

- N aantal golffronten dat het te toetsen punt passeert (-)
- U_i frontsnelheid van de i-de golf in de beschouwde tijdspanne op het te toetsen punt (m/s)
- U_c kritische frontsnelheid (m/s)
- D cumulatieve overbelasting (m^2/s^2)
- α_M factor voor verdiscontering van een belastingverhoging door een overgang of object in de grasbekleding (-) (hogere belasting betekent factor groter dan 1)

α_s factor voor verdiscontering van de sterkte reductie door een overgang of object in de grasbekleding (-) (lagere sterkte betekent factor lager dan 1)

Negatieve resultaten waar $\alpha_M U^2$ kleiner is dan $\alpha_s U_c^2$ worden niet meegeteld.

Op basis van golfoverslagproeven is bepaald dat bij $D = 4000 \text{ m}^2/\text{s}^2$ een schadebeeld van 'schade op meerdere plekken' hoort en bij $D = 7000 \text{ m}^2/\text{s}^2$ falen van de grasbekleding.

In de schematiseringshandleiding voor grasbekledingen (RWS, 2016) worden de te hanteren parameters beschreven. In deze handleiding (pagina 37) is aangegeven dat er bij de gedetailleerde beoordeling voor de parameters α_s en α_M een default waarde van 1 moet worden aangehouden. Voor het schadegetal dient een waarde van $D = 7000 \text{ m}^2/\text{s}^2$ te worden toegepast. In een toets op maat mogen deze waarden eventueel worden aangepast. Deze aanpak betekent impliciet dat er bij de gedetailleerde beoordeling rekenkundig gezien nog niet expliciet rekening gehouden wordt met overgangen. Dit is ook expliciet aangegeven in de schematiseringshandleiding (RWS, 2016, pagina 31). Overgangen worden nog niet meegenomen in de beoordeling aangezien de invloed nog niet goed gekwantificeerd kan worden.

C.2.3 Inschatting invloed van (horizontale) overgangen

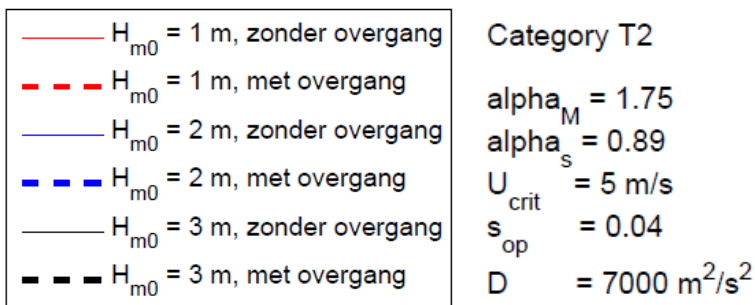
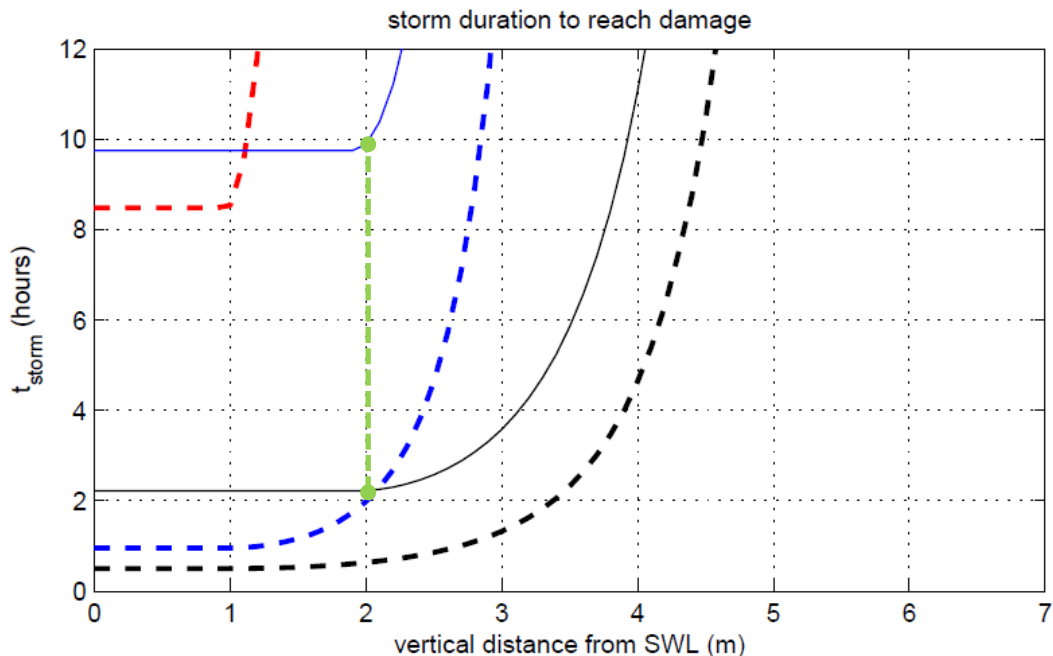
In een eerdere studie (Deltares, 2015) is op basis van de cumulatieve overbelastingsmethode een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Hierbij is tevens een horizontale overgang doorgerekend (tussen harde bekleding op het ondertalud en het gras op het boventalud). Deze gevoeligheidsanalyse wordt hieronder samengevat.

In Deltares (2015) zijn waarden voor de invloedsfactoren voor overgangen α_s en α_M geschat op basis van Hoffmans et al (2014) en op basis van enkele proeven. Dit is voor verschillende waarden van de kritieke stroomsnelheid U_c uitgevoerd ($U_c = 3,5 \text{ m/s}$, 5 m/s en 8 m/s). Volgens de schematisatiehandleiding dient voor een open of gesloten zode een waarde van U_c van respectievelijk $4,3 \text{ m/s}$ en $6,6 \text{ m/s}$ te worden gekozen. Een vergelijking tussen WBI-2017 en de voorlopige resultaten uit Deltares (2015) is gemaakt in de onderstaande tabel.

	Schematiseringshandleiding (default waarden)	Deltares, 2015
methode	cumulatieve overbelastingsmethode	cumulatieve overbelastingsmethode
software	BM-buitentalud	Matlab routine
U_c	Geen sterkte (fragmentarische zode) 4.3 m/s (open zode) 6.6 m/s (gesloten zode)	0 m/s 4,3 m/s (open zode) 6,6 m/s (gesloten zode)
D_{crit}	$7000 \text{ m}^2/\text{s}^2$	$7000 \text{ m}^2/\text{s}^2$
α_s	1	0.89 (onderbroken lijn in Figuur C.2) 1 (doorgetrokken lijn in Figuur C.2)
α_M	1	1.75 (onderbroken lijn in Figuur C.2) 1 (doorgetrokken lijn in Figuur C.2)
c_u	1,1	1,0

De vergelijking tussen Deltares (2015) en de schematiseringshandleiding gaat niet helemaal gelijk op. Wel kan worden gesteld dat deze redelijk gelijk zijn om grofstoffelijk de invloed van het al dan niet in rekening van overgangen te beschouwen.

Wat de voorlopige onderzoeksresultaten zouden kunnen betekenen voor de toelaatbare belastingduur van het gras bij een overgang, is weergegeven in Figuur C.2 .



Figuur C.2 Resultaat berekening met model volgens Deltares (2015) (De lijn met $H_{m0} = 1$ m, zonder overgang is hier buiten beeld)

In het onderstaande wordt een situatie met een significante golfhoogte van $H_{m0} = 2$ m beschouwd (blauwe lijnen). Er wordt een situatie aangenomen waarbij de overgang tussen de harde bekleding en de zachte bekleding is aangebracht op een hoogte van 2 m boven de stilwaterlijn. De doorgetrokken lijn representeert een situatie zonder overgang, de onderbroken lijn representeert een situatie met een horizontale overgang. In de figuur valt te zien dat de situatie zonder overgang (doorgetrokken blauwe lijn) een standtijd heeft van 10 uur terwijl de situatie met overgang een standtijd heeft van 2 uur. Dit geeft een indicatie van de grootte van de invloed van de overgang, maar meer onderzoek is nodig om vast te stellen of de invloed inderdaad zo groot is.

Volgens de bovenstaande aanpak zou de horizontale overgang dus een significante invloed kunnen hebben op de standtijd van de bekleding terwijl dit bij de WBI-2017 aanpak nog niet in rekening wordt gebracht.

C.3 Erosie kruin en binnentalud

C.3.1 Fenomenologische beschrijving

De onderstaande tekst is verkort overgenomen uit Deltares (2016b).

Bij golfoverslag slaan de hoogste golven over de kruin van de dijk. De over de dijk slaande golven geven telkens gedurende enkele seconden een hoge stroomsnelheid op de kruin en het binnentalud, waardoor de grasbekleding wordt blootgesteld aan een sterk wisselende waterdruk en kan eroderen.

Voor het mechanisme erosie van kruin en binnentalud is falen van de grasbekleding gedefinieerd door het moment dat de sterk doorwortelde toplaag met een dikte van circa 0,2 m lokaal wordt doorbroken en de erosie van de onderlaag begint (faaldefinitie).

Na het falen van de grasbekleding, zal het onderliggende materiaal verder eroderen. Een erosiekuil kan verder verdiepen en zich stroomopwaarts uitbreiden, wat uiteindelijk kan leiden tot een profiel dat lager is dan de buitenwaterstand en bresvorming. Het is afhankelijk van het onderliggende materiaal en de plek waar de grasbekleding faalt hoelang dit proces in beslag neemt en of dit nog voldoende reststerkte heeft om bresvorming te voorkomen. Binnen de eenvoudige toets en de gedetailleerde toets wordt reststerkte na falen van de grasbekleding op het binnentalud niet in rekening gebracht.

De belasting, golfoverslag, wordt gekarakteriseerd door het gemiddeld overslagdebiet in $m^3/s/m$ of $l/s/m$. Het maakt echter een groot verschil of het golfoverslagdebiet een gevolg is van een relatief hoge waterstand en lage golven of een relatief lage waterstand en hoge golven. In het eerste geval zullen relatief veel golven over de dijk slaan, maar slechts kleine volumes met een lage snelheid. In het tweede geval gaat het om weinig overslagvolumes, maar wel heel grote, met een hoge stroomsnelheid. Dit laatste geeft een veel grotere belasting op de grasbekleding.



Figuur 1.1 Gebeurtenissen leidend tot falen dijk als gevolg van erosie van de grasbekleding op de kruin of het binnentalud

C.3.2 Beoordelingsprocedure

Als eerste wordt de graskwaliteit beoordeeld. Deze kan, volgens een bepaalde systematiek worden gecategoriseerd als een 'gesloten zode', 'open zode' of 'fragmentarische zode'. Daarna kan berekend worden of het gras de hydraulische belasting kan weerstaan.

De graszode wordt op het mechanisme GEKB beoordeeld binnen de software applicatie Ringtoets. De onderliggende systematiek is de cumulatieve overbelastingsmethode (toegelicht in Paragraaf C.2.2). De gebruiker dient hier een zodekwaliteit te kiezen (open of gesloten) en een golfhoogteklasse en op basis daarvan wordt een verwachtingswaarde (μ) en standaardafwijking (σ) gekozen van het kritisch golfoverslagdebiet.

Tabel 8.1 verwachtingswaarde en standaardafwijking van het kritisch overslagdebiet als functie van de golfhoogteklasse en de graskwaliteit (RWS, 2016)

Golfhoogteklasse	Gesloten zode		Open zode	
	μ [l/s/m']	σ [l/s/m']	μ [l/s/m']	σ [l/s/m']
0-1 m	225	250	100	120
1-2 m	100	120	70	80
2-3 m	70	80	40	50

Vervolgens rekent de software met de bijbehorende gemiddelde en standaardafwijking van het kritisch overslagdebiet (lognormaal verdeeld) welke zijn gekoppeld aan de graskwaliteit en de golfhoogteklasse. De onderbouwing van de gekozen verdelingen van het kritisch overslagdebiet zijn gegeven in Deltares (2015). Deze onderbouwing wordt hier niet herhaald. Wel wordt hier aangegeven dat de invloedsfactoren voor overgangen (α_s en α_M) in de aanpak (cumulatieve overbelastingsmethode zoals beschreven in Paragraaf C.2.2) gelijk zijn gekozen aan $\alpha_s = \alpha_M = 1$. Dit wil zeggen dat er voorlopig is aangenomen dat de overgangen en objecten (> 0.15 m) geen invloed hebben op de standzekerheid van de bekleding. De kennis over deze invloed is helaas nog niet ver genoeg gevorderd om het te kunnen opnemen in het WBI-2017.

In de onderbouwing (Deltares, 2015) worden overgangen en discontinuïteiten niet beschouwd.

D Het ontwerpproces van grasbekledingen

De beoordeling en inspectie van dijkbekledingen heeft een duidelijke relatie met het ontwerp. Als voorbeeld is het ontwerpproces voor grasbekledingen onderstaand geschetst.

D.1 Erosie buitentalud

De erosie van gras op het buitentalud wordt in Hoofdstuk 7 van het ontwerpinstrumentarium (RWS, 2017) beschreven. Het gehanteerde uitgangspunt is een studie welke in Deltares (2016) is beschreven. In die aanpak wordt zowel het golfklap als het golfploopmechanisme beschouwd. Er wordt in die aanpak gesteld dat de laagstgelegen positie van de grasbekleding de zwakste plek is. Dit niveau dient te worden bepaald en vanaf dat niveau en hoger kan een grasbekleding worden toegepast. Dit niveau is dus ook automatisch het niveau van de horizontale overgang. Er wordt in deze aanpak voorgeschreven dat de rekenmodule BM Gras-buitentalud dient te worden gebruikt. Deze module is, voor golfploop, gebaseerd op de cumulatieve overbelastingsmethode (zie ook Paragraaf C.2.2). Er is niet voorgeschreven hoe de aanwezigheid van de overgang zelf in rekening dient te worden gebracht (bijvoorbeeld door het toepassen van belastingverhogende en sterkteverlagende aangepaste waarden door middel van het wijzigen van de invloedsfactoren α_s en α_M). De kennis omtrent het kwantificeren van de invloed van de overgang is helaas nog onvoldoende om dit in het rekenproces op te nemen.

D.2 Erosie kruin en binnentalud

D.2.1 Samenvatting OI2014v4

De onderstaande tekst is (bewerkt) overgenomen uit hoofdstuk 3 van het ontwerpinstrumentarium (RWS, 2017).

Het gehanteerde uitgangspunt ten aanzien van de erosie van de kruin en het binnentalud is dat de kruinhoogte dusdanig dient te zijn dat de overschrijdingskans van de rekenwaarde van het kritieke overslagdebiet kleiner is dan de getalswaarde van de faalkanseis op doorsnedeniveau.

De kans op het falen van een dijk door golfoverslag moet kleiner zijn dan de faalkanseis. Om hieraan te voldoen kan worden uitgegaan van het kritieke overslagdebiet zoals weergegeven in Tabel D.1.

Tabel D.1 Overzicht rekenwaarden voor het kritieke golfoverslagdebiët q_c (RWS, 2017)

q_c (l/s/m)	Toepassingsvoorwaarden voor grasbekleding op kruin en binnentalud (aan alle voorwaarden moet voldaan worden)
0,1	<ul style="list-style-type: none"> geen eisen
1	<ul style="list-style-type: none"> gesloten of open zode^a op klei^b voldoende stabiliteit^c <p>Bij 1 l/s/m gelden geen eisen aan objecten en overgangen op kruin en binnentalud.</p>
5	<ul style="list-style-type: none"> Toepasbaar in twee mogelijke gevallen: <ul style="list-style-type: none"> gesloten zode^a op klei^b en $H_{m0} < 4 \text{ m}^d$ of open zode^a op klei^b en $H_{m0} < 2 \text{ m}$ taludhelling flauwer dan 1:2,3 voldoende stabiliteit^c <p>Bij 5 l/s/m gelden geen eisen aan objecten en overgangen op de kruin. Indien op het talud objecten groter dan $0,15 \times 0,15 \text{ m}^2$ en/of overgangen aanwezig zijn, dan dient hier in het ontwerp rekening mee te worden gehouden.</p>
10	<ul style="list-style-type: none"> gesloten zode^a op klei^b taludhelling flauwer dan 1:2,3 $H_{m0} < 4 \text{ m}^d$ voldoende stabiliteit^c <p>Bij 10 l/s/m gelden geen eisen aan objecten en overgangen op de kruin, behalve in het bovenrivierengebied. Indien op het talud objecten groter dan $0,15 \times 0,15 \text{ m}^2$ en/of overgangen aanwezig zijn, dan dient hier in het ontwerp rekening mee te worden gehouden. Voor het bovenrivierengebied geldt dit voor talud én kruin.</p>
<p>^a Een gesloten zode is een op het oog gesloten grasmat, zonder grote ($0,15 \text{ m} \times 0,15 \text{ m}$) open plekken¹⁰.</p> <p>^b Minimale gegarandeerde kleidikte van 0,4 m, geen eisen aan kleikwaliteit.</p> <p>^c Controle van de geotechnische stabiliteit van de bekleding op het binnentalud en de binnenvaartse macrostabiliteit. Dit kan leiden tot aanvullende eisen ten aanzien van kleilaagdikte, kleikwaliteit, het aanbrengen drainage, aanpassing van de taludhelling etc.</p> <p>^d Bij $H_{m0} > 4 \text{ m}$ dient advies over de lokaal te hanteren kritieke overslagdebieten ingewonnen te worden bij de Helpdesk Water (www.helpdeskwater.nl).</p> <p>De randvoorwaarden die aan de golfhoogte H_{m0} worden gesteld (bijvoorbeeld $H_{m0} < 2 \text{ m}$ of $H_{m0} < 4 \text{ m}$) kunnen worden afgelezen uit het illustratiepunt van de Hydra-berekening. Hierbij kan H_s gelijk worden gesteld aan H_{m0}.</p>	

Bovenstaande tabel is met betrekking tot overgangen samengevat in Tabel D.2 (waarbij uiteraard de overige eisen wel in acht dienen te worden genomen).

Tabel D.2 Beperkingen aan toepassing overgangen als functie van positie op de dijk, locatie dijk en golfoverslagdebiët

q (l/s/m)		bovenrivierengebied	overig
$0 \leq q \leq 1$	Kruin en binnentalud	geen eisen	
$1 < q \leq 5$	kruin	geen eisen	
	binnentalud	beperkingen ¹	
5 – 10	kruin	beperkingen ¹	geen eisen
	binnentalud	beperkingen ¹	

¹ '...dan dient hier in het ontwerp rekening mee te worden gehouden'

Bij de hierboven gegeven tabellen is steeds uitgegaan van een 'nette' overgang. Dat wil zeggen dat tot aan het object of overgang een graszode aanwezig is en dat deze vergelijkbaar is met de graszode elders op het talud. Door in het ontwerp voldoende aandacht te besteden aan objecten en overgangen kan worden voorkomen dat lokaal zwakke plekken ontstaan. Verschillende manieren kunnen dit voorkomen:

- 1 Het treffen van een maatregel bij een overgang of object, waardoor falen van het gras daar niet optreedt, of het falen van de grasbekleding niet leidt tot doorgaande erosie leidend tot een doorbraak. Hierbij kan worden gedacht aan het aanbrengen van dikke erosiebestendige klei rondom een overgang of object of het toepassen van een geotextiel.
- 2 Het vermijden van overgangen en objecten groter dan $0,15 \times 0,15 \text{ m}^2$, en/of het verplaatsen van overgangen en objecten naar een minder kwetsbare plaats (binnendijs of op de kruin).
- 3 Het lokaal hanteren van een lagere rekenwaarde van het kritisch overslagdebiet bij de bepaling van de vereiste kruinhoogte.

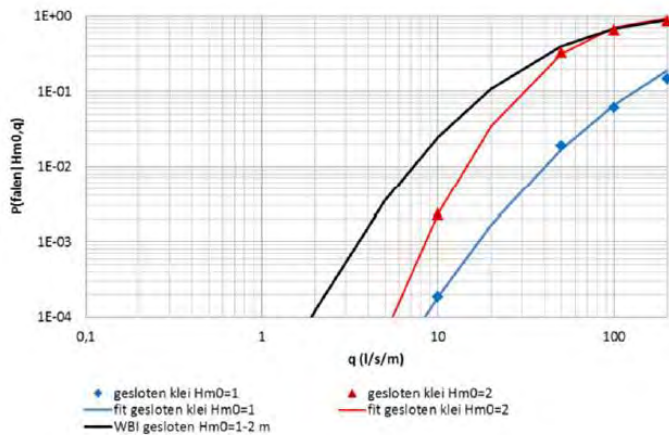
Bij het ontwerp (van de overgang) moet tevens rekening worden gehouden met de mogelijkheden van beheer en onderhoud.

D.2.2 Onderbouwing kritisch overslagdebiet t.b.v. OI2014v4

In Deltares (2017) is een onderbouwing gegeven voor de te hanteren overslagdebieten welke zijn gegeven in Tabel D.1 en Tabel D.2. Deze onderbouwing is gebaseerd op de cumulatieve overbelasting methode welke is beschreven in Hoofdstuk 1. In dat rapport is het cumulatieve overbelastingsmodel zoals gehanteerd in het WBI-2017 uitgebreid met de volgende aspecten:

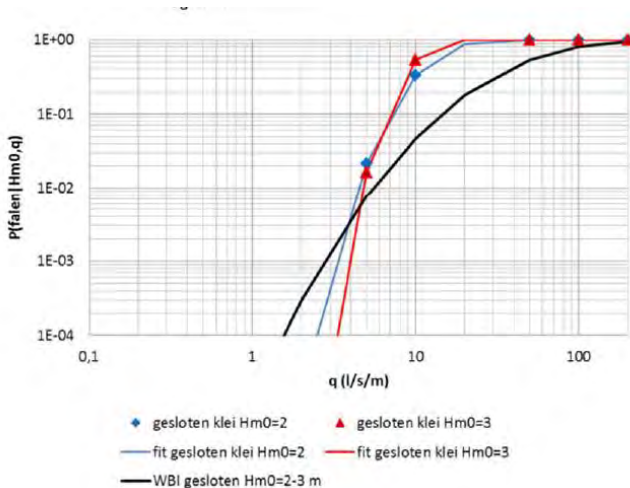
- Er is een versnellingsfactor α_a toegevoegd waarmee de optredende snelheid wordt gecorrigeerd:
 - o Deltares (2017)
 - $1:2,3 < \text{Taludhelling} < 1:4,5$ $\alpha_a = 1,4$
 - $\text{Taludhelling} > 4,5$ $\alpha_a = 1,2$
 - Kruin $\alpha_a = 1,0$
 - o WBI-2017
 - Alle situaties $\alpha_a = 1,0$
- Stormduur is afhankelijk van locatie:
 - o Deltares (2017)
 - Stormgedreven systeem maximaal 3 uur
 - Bovenrivierengebied maximaal 5 uur
 - o WBI-2017
 - Onafhankelijk van locatie 6 uur
- Invloed overgangen, op basis van een beperkt aantal proeven:
 - o Deltares (2017)
 - 'geen overgang' ($\alpha_s = 1,0, \alpha_m = 1,0$)
 - 'geometrische overgang' ($\alpha_s = 1,0, \alpha_m = 1,1$)
 - 'gemiddelde' ($\alpha_s = 0,9, \alpha_m = 1,5$)
 - 'worst case' ($\alpha_s = 0,9, \alpha_m = 1,8$)
 - o WBI-2017
 - Geen invloed overgangen meegenomen

Uit de analyse blijkt dat, zolang de gefitte faalkans o.b.v. het OI2014v4 kleiner is dan de faalkans conform WBI2017, de gefitte faalkans van OI2014v4 voldoet (er kan dan geen ontwerp worden afgekeurd in het WBI-2017). Een voorbeeld is gegeven in Figuur 1.2.



Figuur 1.2 Voorbeeld waarbij de faalkans conform OI2014v4 (rode en blauwe lijnen) kleiner zijn dan volgens WBI2017 (zwarte lijn). In dit voorbeeld zijn de OI2014v4 lijnen gebaseerd op het bovenrivierengebied, een gesloten zode op klei, een versnellingsfactor van 1,4 en een stormduur van 5 uur.

Situaties waarbij niet wordt voldaan aan de hierboven genoemde eis komt doorgaans door het feit dat er overgangen aanwezig zijn. Een voorbeeld is gegeven in Figuur 1.3.



Figuur 1.3 Voorbeeld waarbij de faalkans conform OI2014v4 (rode en blauwe lijnen) in sommige gevallen ($q > 3$ a 4 l/s/m) groter zijn dan volgens WBI2017 (zwarte lijn). In dit voorbeeld zijn de OI2014v4 lijnen gebaseerd op een stormgedreven systeem, een gesloten zode op klei, een versnellingsfactor van 1,4 en 'gemiddelde' factoren voor overgangen ($\alpha_s = 0,9$, $\alpha_m = 1,5$)

De ontwerpwaarden in Tabel D.1 zijn gebaseerd op basis van de analyse zoals hierboven gegeven. Er is hier dus expliciet rekening gehouden met de invloed van overgangen. Daarbij dient wel opgemerkt te worden dat de kennis waarop de hierboven genoemde theorie op is gestoeld nog in de kinderschoenen staat en dat er in het ontwerp wordt uitgegaan van een 'nette' overgang.