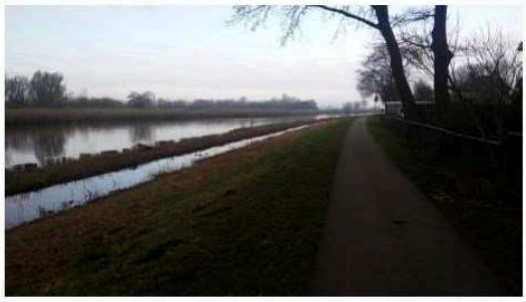
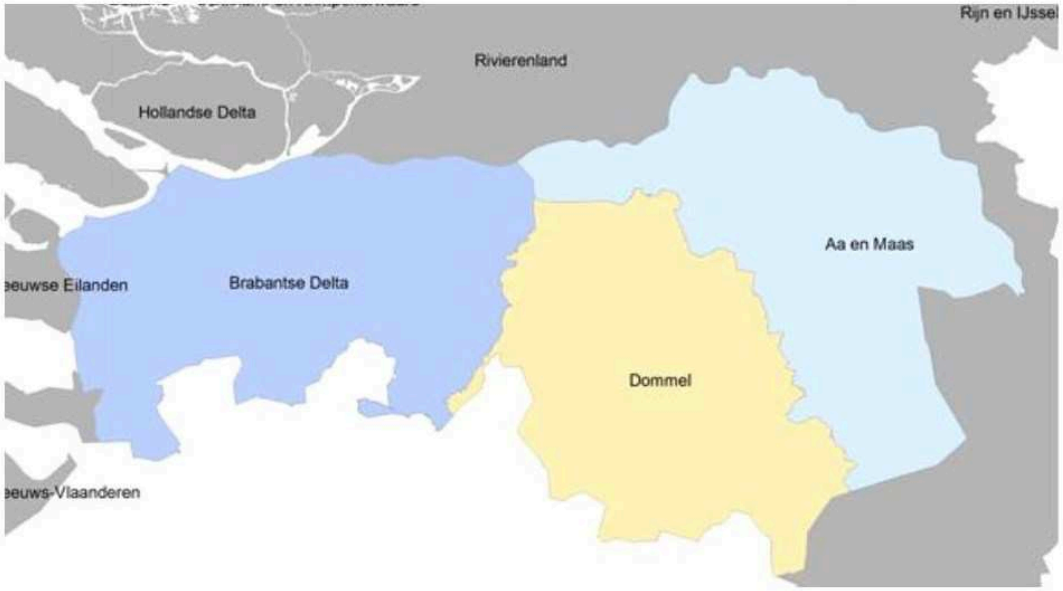
INFRAM
Mobiliteit, Ruimte en Water











PLAN VAN AANPAK TOETSING REGIONALE WATERKERINGEN

Definitief

Opdrachtgever: Waterschap Aa en Maas, Waterschap Brabantse Delta, Waterschap De Dommel

Projectnummer: 16i219

Versie: 1.0

08-05-2017

INFRAM B.V.

Postbus 150

3950 AD MAARN

Tel: +(0)343 – 745 600

www.infram.nl

Projectgegevens

Titel:	Plan van Aanpak Toetsing Regionale Waterkeringen
Versie:	1.0
Status:	Definitief
Datum:	08-05-2017
Opdrachtgever:	Waterschap Aa en Maas, Waterschap Brabantse Delta, Waterschap De Dommel
Projectnummer:	16i219
Partners:	

Auteurs:	Wing Hong Wong
Uitgevoerd door:	
Datum \ Paraaf	

INFRAM
Mobiliteit, Ruimte en Water

Inhoudsopgave

1 Inleiding 1
1.1 Aanleiding 1
1.2 1e toetsronde regionale keringen 2
1.3 Voortgang regionale keringen tussen 2013 en 2017 3
1.4 Opgave 2e toetsronde regionale waterkeringen 3
1.5 Doelstelling 4
1.6 Leeswijzer 5

2 Uitgangspunten en kaders 6
2.1 Verordening water Noord-Brabant 6
2.2 Toetsmethodiek en toetssporen 6
2.3 Hydraulische randvoorwaarden 7

3 Aanpak en strategie 9
3.1 Piping 9
3.2 Micro-stabiliteit 11
3.3 Bekleding 13
3.4 Stabiliteit voorlanden 16
3.5 Niet-waterkerende objecten 16
3.6 Toepassing beheerdersoordeel 20
3.7 Kansrijkheid samenwerking waterschappen 22

4 Proces en organisatie 24
4.1 Processtappen 24
4.2 Kernteam 2e toetsronde 27
4.3 Planning 28
4.4 Risico's 28
4.5 Kwaliteitsborging 29
4.6 Vervolg toetsing 29

Literatuur 31

BIJLAGEN 32

A. Overzicht te beoordelen keringen 33

B. Ontwikkelingen regionale keringen Waterschap Brabantse Delta 34

C. Grasbekleding op zand 36
C.1 Afschuiving bekleding niet mogelijk bij gras op zand 36
C.2 Nadere beschrijving faalproces erosie meenemen in beheerdersoordeel 37
C.3 Praktijkproeven grasbekleding op zand 38

1 Inleiding

In het voorliggend plan van aanpak wordt op hoofdlijnen beschreven op welke manier de 2e toetsronde van de regionale keringen van Waterschap Aa en Maas, Waterschap Brabantse Delta en Waterschap De Dommel vanaf 2017 tot en met 2019 uitgevoerd kan worden. Allereerst wordt in paragraaf 1.1 de aanleiding van deze toetsronde beschreven. Vervolgens wordt in paragraaf 1.2 een terugblik geworpen op de 1e toetsronde die in 2013 heeft plaatsgevonden. In paragraaf 1.3 wordt toegelicht welke werkzaamheden betreffende de regionale keringen zijn uitgevoerd tussen 2013 en 2017. Paragraaf 1.4 en paragraaf 1.5 lichten daarna de opgave en de doelstelling van de 2e toetsronde toe. Tenslotte wordt in paragraaf 1.6 een leeswijzer gegeven voor dit plan van aanpak.

1.1 Aanleiding

Op 22 december 2009 is de Verordening water Noord-Brabant – tegelijk met de Waterwet – in werking getreden. Hierin is de norm vastgelegd waaraan de regionale waterkeringen in de provincie Noord-Brabant moeten voldoen. Overeenkomstig artikel 2.2 lid 2 van de verordening is vervolgens door de provincie in 2010 de “Regeling maatgevende hoogwaterstanden regionale keringen Noord-Brabant” vastgesteld. Deze regeling bevat de bij de norm (overschrijdingskans) behorende hoogwaterstanden, die als uitgangspunt dienen bij de bepaling van het waterkerend vermogen van de regionale keringen. In artikel 2.4 van de verordening is opgenomen dat de waterkeringbeheerder periodiek verslag moet uitbrengen over de algemene waterstaatkundige toestand van de regionale waterkeringen.

In 2012/2013 zijn de regionale waterkeringen van de waterschappen Aa en Maas, Brabantse Delta en Dommel voor het eerst getoetst. In 2017 start de 2e toetsronde die aanvullend is op de 1e ronde. De waterschappen hebben met Gedeputeerde Staten van Brabant (GS) afgesproken dat de resultaten van de 2e toetsronde, samen met een periodiek verslag over de waterstaatkundige toestand van de waterkeringen, uiterlijk eind 2019 aan GS worden aangeboden.

De waterschappen hebben het voornemen om de 2e toetsronde gezamenlijk op te pakken. Het voorliggend plan van aanpak beschrijft een voorstel voor de aanpak van de 2e toetsronde door de drie waterschappen.

1.2 1e toetsronde regionale keringen

Het beheergebied van de drie waterschappen omvatte in 2013 341 km regionale waterkeringen.

Tabel 1: Regionale keringen in de beheergebieden van de drie waterschappen 2013

Waterschap	Totaal km [km]	Compartimen-teringskering [km]	genormeerde regionale [km]	Kunstwerken [aantal]
Aa en Maas	59	13	46	15
Brabantse Delta	260	63	197	ca. 130
De Dommel	21,7		21,7	18

In 2012/2013 zijn de regionale keringen voor het eerst getoetst. Aangezien de beschikbare tijd gering was, zijn in de 1e toetsronde alleen de faalmechanismen getoetst, die bij extreme omstandigheden tot direct gevaar voor overstroming kunnen leiden. Een andere overweging hierbij was ook dat het faalmechanismen betroffen, die bij een eventuele dijkversterking zouden leiden tot extra ruimtebeslag voor de waterkering en daarmee (relatief) veel impact op de omgeving zouden hebben. Op grond van het voorgaande zijn daarom in deze 1e toetsronde de volgende faalmechanismen beoordeeld:

- Overlopen / Overslag (HT)
- Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)
- Macrostabiliteit buitenwaarts (STBU)
- Piping / Heave (STPI)

1.2.1 Kunstwerken

De drie waterschappen hebben in de 1e ronde de kunstwerken getoetst op overslag/overlopen. Aa en Maas heeft in 2016 de waterkerende kunstwerken getoetst op de resterende mechanismen voor kunstwerken. Hiermee heeft Waterschap Aa en Maas de toetsing van de regionale kunstwerken volledig uitgevoerd. Waterschap Brabantse Delta en Waterschap De Dommel hebben vooralsnog de kunstwerken alleen op hoogte getoetst, maar geven aan de toets van de kunstwerken uit te voeren conform de Leidraad Waterkerende Kunstwerken in regionale waterkeringen (STOWA, 2011). Waterschap Brabantse Delta start in juli 2017 met de toets van de regionale kunstwerken. Waterschap de Dommel moet nog één kunstwerk toetsen en heeft de wens uitgesproken om deze toetswerkzaamheden samen met Waterschap Brabantse Delta uit te voeren. Waterschap de Dommel stemt hierover met Waterschap Brabantse Delta af. Een concrete uitwerking van de kunstwerkentoetsing wordt door Waterschap Brabantse Delta en Waterschap de Dommel met de provincie besproken. De toetsing van de kunstwerken is uiterlijk gereed op hetzelfde moment als de toetsing voor de andere faalmechanismen.

Tabel 2: Aantal kunstwerken in de regionale keringen (peildatum februari 2017)

Waterschap	Kunstwerken totaal	Nog te toetsen kunstwerken
Aa en Maas	28	0
Brabantse Delta	ca. 130	ca. 130
De Dommel	16	1

De kunstwerken in de regionale waterkeringen vallen buiten de scope dit plan van aanpak. Wel dient opgemerkt te worden dat de toetsrapportages van de 2e toetsronde onderdeel uitmaken van het verslag over de waterstaatkundige toestand van de regionale keringen dat ieder waterschap uitbrengt. In dit verslag dient ook de waterstaatkundige toestand van de regionale kunstwerken benoemd te worden.

1.3 Voortgang regionale keringen tussen 2013 en 2017

Na de 1e ronde hebben de waterschappen de toetsresultaten verder verfijnd, waarbij het aantal dijktrajecten dat een “onvoldoende” oordeel had gekregen gereduceerd is. Daarnaast wordt op dit moment voor een aantal dijkvakken getracht om met behulp van aanvullende onderzoeken de keringen goed te keuren. Ook zijn na de 1e toetsronde een aantal regionale keringen afgewaardeerd naar overige keringen. Tenslotte zijn na de 1e toetsronde keringen opgenomen in dijkversterkingsprogramma en versterkt.

Tabel 3: Voortgang regionale keringen tussen 2013 en 2017

Waterschap	**Goedgekeurd (tijdens & na 1e ronde) [km]**	**Afgewaardeerd [km]**	**Opgenomen in versterkingsprogramma / versterkt [km]**	**Nader onderzoek [km]**
Aa en Maas	44,7	0	1,3	0
Brabantse Delta[1]	112,2	9	51	22
De Dommel	0,8	11,8	9,1	0

1.4 Opgave 2e toetsronde regionale waterkeringen

Provincie Noord-Brabant en de waterschappen hebben afgesproken om keringen die in de 1e ronde zijn afgekeurd, niet verder te toetsen in de 2e ronde. Deze keringen zijn of worden versterkt conform de vigerende leidraden. Hierbij is of wordt in het ontwerp rekening gehouden met alle faalmechanismen. Binnen de toetsvoorschriften geldt dat als de verbetering is ontworpen volgens de vigerende leidraden of gelijkwaardig en de ontwerprandvoorwaarden niet ongunstiger zijn geworden, direct de eindscore ‘goed’ toegekend kan worden aan de kering.

In de Verordening water Noord-Brabant zijn ook zogenaamde ‘compartimenteringskeringen’ aangewezen. Deze regionale keringen zijn niet genormeerd en keren ook niet direct water. De compartimenteringskeringen worden niet getoetst. Wel wordt in 2019 de waterstaatkundig toestand van de compartimenteringskering richting Provincie Noord-Brabant gerapporteerd. Het uitgangspunt hierbij is, overeenkomstig art. 2.2, lid 4 van de Verordening, het handhaven van het bestaande profiel van de kering.

[1] Bijlage A geeft nadere toelichting over de voortgang van de keringen van de Waterschap Brabantse Delta tussen 2013 en 2017.

Op basis van het bovenstaande is de hoeveel kilometers aan waterkering die in de 2e toetsronde getoetst moet worden als volgt:

Tabel 4: Te beoordelen keringen in de 2e toetsronde[2]

Waterschap	Te beoordelen keringen [km]
Aa en Maas	44,7
Brabantse Delta	112,2
De Dommel	0,8

1.5 Doelstelling

De doelstelling van de waterschappen is – in aanvulling op de rapportages van de 1e toetsronde - het verkrijgen van een eerste volledig veiligheidsoordeel van de genormeerde regionale waterkeringen in Noord-Brabant waarin alle faalmechanismen zijn meegenomen. De eindproducten zijn drie rapporten (één per waterschap) van de resultaten van de 2e toetsronde, waarin deze helder en overzichtelijk zijn weergegeven.

Het voorliggend plan van aanpak beschrijft op welke manier de 2e toetsing van de regionale kering gezamenlijk door de Brabantse Waterschappen uitgevoerd kan worden. Het plan van aanpak is in opdracht van Waterschap Aa en Maas, Waterschap Brabantse Delta en Waterschap De Dommel opgesteld.

Het plan van aanpak wordt ter instemming ingediend bij Provincie Noord-Brabant en wordt daarmee als ondersteuning gebruikt voor het maken van afspraken tussen de waterschappen en de provincie.

1.5.1 Plan van aanpak focust op eenvoudige en gedetailleerde toets

Om zo snel mogelijk met zo weinig mogelijk inspanning tot een weloverwogen veiligheidsoordeel te komen wordt van grof naar fijn getoetst. Er wordt per mechanisme eerst een “eenvoudige“ toets uitgevoerd. Als hiermee de score “goed“ of “voldoende“ niet kan worden toegekend, dan wordt een “gedetailleerde“ toetsing uitgevoerd. Indien de kering nog steeds niet kan worden goedgekeurd, bestaat de mogelijkheid om nog een “geavanceerde“ toetsing uit te voeren. De geavanceerde toetsmethodes worden toegepast in situaties waarbij algemeen geaccepteerde methodes niet toereikend zijn om een weloverwogen oordeel uit te spreken over de waterstaatkundige toestand van de waterkering. Er kan dan gebruik gemaakt worden van de meest recente kennis en inzichten om een geavanceerde toets uit te voeren. Doordat de invulling van de geavanceerde toets in het algemeen sterk afhankelijk is van de resultaten van de gedetailleerde toets, is het niet mogelijk om dit van te voren al te omvatten in een plan van aanpak. Dit plan van aanpak focust daarom alleen op de aanpak voor de eenvoudige en de gedetailleerde toetsingen.

[2] Bijlage A geeft een overzicht van de keringen die in de 2e ronde beoordeeld dienen te worden.

1.6 Leeswijzer

Dit plan van aanpak is als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2 geeft een opsomming van de uitgangspunten en kaders;
- Hoofdstuk 3 beschrijft de aanpak en de strategie van de toetsing;
- Hoofdstuk 4 beschrijft de procesmatige en organisatorische aspecten van de toetsing.

2 Uitgangspunten en kaders

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de uitgangspunten en de kaders van de toetsing. Allereerst wordt in paragraaf 2.1 stilgestaan bij de Verordening water Noord-Brabant. Vervolgens worden in paragraaf 2.2 de toetsmethodiek en de toetssporen toegelicht. Tenslotte wordt in paragraaf 2.3 toegelicht welke hydraulische randvoorwaarden gehanteerd worden voor de 2^{e} toetsronde.

2.1 Verordening water Noord-Brabant

Het kader voor de uitvoering van de toetsing is vastgelegd in de Waterwet en in de Verordening water Noord-Brabant. Het kader kan als volgt worden samengevat:

- De waterkeringen moeten worden getoetst aan de door de provincie vastgestelde veiligheidsnorm;
- De waterkeringen moeten worden getoetst op basis van de door de provincie vastgestelde maatgevende waterstanden;
- In 2019 wordt bij het verslag n.a.v. de 2^{e} toetsronde aan de Gedeputeerde Staten – in overleg met de provincie - een voorstel gedaan voor de volgende toetsing.

2.2 Toetsmethodiek en toetssporen

De toetsing of de veiligheid van de regionale waterkeringen aan de normen voldoen wordt uitgevoerd met behulp van de Leidraad toetsen op veiligheid regionale keringen (STOWA, 2015), hierna LTV genoemd. Deze leidraad vormt de basis van de toetsmethodiek. De leidraad verwijst voor vele toetssporen naar het Voorschrift Toetsen op Veiligheid Primaire Waterkeringen (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007), hierna VTV genoemd.

2.2.1 Faalmechanismen 2^{e} toetsronde

In de 2^{e} toetsronde worden de mechanismen getoetst die in de 1^{e} ronde nog niet getoetst zijn. Daarnaast worden de mechanismen die in de 1^{e} ronde al getoetst zijn, maar waarvoor de rekenregels inmiddels formeel aangescherpt zijn, opnieuw getoetst in de 2^{e} toetsronde.

De volgende rekenregels zijn aangescherpt :

- Sellmeijer
- Ongedraineerd rekenen

2.2.2 Aangepaste Sellmeijer rekenregel

De LTV geeft aan dat de rekenregel voor het mechanisme piping is gewijzigd. De methode van Bligh is vervangen door de verbeterde methode van Sellmeijer. In 2012 hebben zes waterschappen vanuit hun verantwoordelijkheid voor de waterkeringszorg het initiatief genomen om de inzichten met betrekking de verbeterde Sellmeijer rekenregel in beeld te brengen (ARCADIS, 2012). Op basis van de resultaten van de consequentieanalyse van de waterschappen wordt geconcludeerd dat ten opzichte van de oude rekenregel van Bligh de verbeterde rekenregel van Sellmeijer in vele situaties resulteert in een

aanzienlijke toename van de benodigde kwelweglengte. Op basis van bovenstaande is gekozen om de keringen in de 2e toetsronde (zoals beschreven in paragraaf 1.4) ook te toetsen op piping.

2.2.3 Ongedraineerd rekenen macro-stabiliteit

Op dit moment vinden landelijk veel ontwikkelingen plaats op het gebied van ongedraineerde stabiliteitsanalyses. Deze ontwikkelingen hebben invloed op de rekenmodellen en de eisen voor grondonderzoeken bij macro-stabiliteit berekeningen. Voor regionale keringen geldt echter dat er nog geen formele wijzigingen in de methodieken van macro-stabiliteit zijn vastgesteld in de vigerende LTV. Aangezien macro-stabiliteit al in de 1e toetsronde is behandeld en er nog geen formele wijzingen voor de regionale keringen zijn vastgesteld, kiezen de waterschappen ervoor om in de 2e toetsronde macro-stabiliteit niet opnieuw te behandelen.

Op basis van bovenstaande is daarom besloten om in de 2e toetsronde de volgende mechanismen te toetsen:

- Micro-stabiliteit;
- Voorlanden;
- Bekledingen;
- Piping
- Niet-Waterkerende Objecten.

2.3 Hydraulische randvoorwaarden

Voor alle waterkeringen langs de regionale rivieren in de beheergebieden van Waterschap Aa en Maas, Waterschap Brabantse Delta en Waterschap De Dommel zijn de hydraulische randvoorwaarden berekend. De hydraulische randvoorwaarden voor de regionale waterkeringen in Noord-Brabant zijn door de provincie vastgesteld in de *Regeling maatgevende hoogwaterstanden regionale keringen Noord-Brabant 2010*. De waterschappen hebben met Provincie Noord-Brabant de afspraak gemaakt om in 2019 samen te verkennen of de hydraulische randvoorwaarden op basis van de nieuwe inzichten aangepast moeten worden. De afspraken hierover worden in 2019 vastgelegd in het verslag richting Provincie Noord-Brabant over de algemene waterstaatkundige toestand van de regionale keringen.

Tabel 5: Overzicht van de hydraulische randvoorwaarden

Waterschap	Hydraulische randvoorwaarden
Aa en Maas	Keringen worden getoetst aan de geldende norm, waarbij een toetspeil geldt bij een overschrijdingsfrequentie van 1/150 per jaar (T150). De hydraulische randvoorwaarden blijven voor deze toetsronde hetzelfde als in de 1e toetsronde.
Brabantse Delta	Keringen worden getoetst aan twee hydraulische situaties, namelijk de T100 en TVZM situatie. De T100 situatie geldt als de reguliere norm, vastgesteld door de provincie Noord-Brabant, en representeert een toetspeil met een overschrijdingsfrequentie van 1/100 per jaar. TVZM betreft waterstanden die optreden bij het samenvallen van de inzet van de waterberging Volkerak-Zoommeer met hoge afvoeren op het Mark-Viet-Dintel systeem.
De Dommel	De keringen worden getoetst aan de geldende normen. Hierbij geldt voor de waterkeringen nabij Vught, Sint-Michielsgestel en Boxtel een toetspeil met een overschrijdingsfrequentie van 1/150 per jaar (T150). De hydraulische randvoorwaarden blijven voor deze toetsronde hetzelfde als in de 1e toetsronde.

2.3.1 Afspraken Waterschap Brabantse Delta en Provincie Noord-Brabant

Doordat Waterschap Brabantse Delta in de 2e ronde ook toetst met de hydraulische randvoorwaarde TVZM die nog niet is vastgelegd in de Verordening water, hebben Waterschap Brabantse Delta en Provincie Noord-Brabant de volgende afspraken gemaakt voor de 2e toetsronde:

- TVZM is nog niet formeel vastgesteld. Waterschap Brabantse Delta en Provincie Noord-Brabant zullen in een later stadium in gesprek gaan over het borgen van TVZM in de Verordening Water;
- Waterschap Brabantse Delta heeft opnieuw scheefstanden uitgerekend. Deze waarden worden als toeslagen meegenomen bij trajecten en mechanismen (hoogte, macro-stabiliteit en waterkerende kunstwerken) die relevant zijn.

3 Aanpak en strategie

De waterschappen zijn voor de toetsing op zoek naar een pragmatische en efficiënte aanpak om zo snel mogelijk met zo weinig mogelijk inspanning tot een weloverwogen veiligheidsoordeel te komen. In de paragraaf 3.1 tot en met paragraaf 3.5 wordt per faalmechanisme de werkwijze en de inspanning toegelicht om dit doel te bereiken. Paragraaf 3.6 licht vervolgens toe hoe het beheerdersoordeel naast het technisch oordeel toegepast kan worden. Tenslotte wordt in paragraaf 3.7 in een overzicht per mechanisme weergegeven in hoeverre het kansrijk is voor de waterschappen om de toetswerkzaamheden samen op te pakken.

Indien voor specifieke faalmechanismen geen ‘eenvoudige werkwijze’ beschikbaar is om snel tot een veiligheidsoordeel te komen, dan wordt voor dat specifieke faalmechanisme alleen verwezen naar de leidraad (LTV).

3.1 Piping

Piping is een faalmechanisme dat wordt veroorzaakt door de stroming van water door de ondergrond ten gevolge van het waterstandsverschil tussen buitenwater enerzijds en maaiveldhoogte danwel polderpeil binnendijks. Als het stromende grondwater binnendijks het maaiveld bereikt is er sprake van kwelwater. Deze kwelstroming kan tot erosie van gronddeeltjes leiden. Hierdoor vormt zich onder de dijk een open kanaal (‘pipe’). Piping begint met de erosie van enkele zandkorrels maar kan groeien tot transport van grote zandhoeveelheden en kan uiteindelijk leiden tot falen van de dijk. De faaldefinitie voor het toetsspoor piping betreft het overschrijden van een kritieke pipe-lengte. Voor de beoordeling van piping verwijst de LTV naar het Onderzoeksrapport zandmeevoerende wellen (Ministerie van infrastructuur en milieu, 2012).

In de 1^{e} toetsronde zijn de volgende toetsingen voor piping uitgevoerd:

- Een eenvoudige toets om relevantie van piping te bepalen (controle aanwezigheid intredepunt);
- Eenvoudige toets met de rekenregel van Bligh;
- Gedetailleerde toets met opdrijfberekeningen;
- Gedetailleerde toets met de oude rekenregel van Sellmeijer;
- Geavanceerde toets om intredepunt (hydraulische kortsluiting) uit te sluiten.

Om de inspanning voor piping in te schatten kunnen de volgende drie situaties beschouwd worden:

Situatie 1: Hertoetsen niet nodig.
Voor deze situatie wordt uitgegaan van dat de hydraulische randvoorwaarden niet ongunstiger zijn geworden. Wanneer een kering op piping is goedgekeurd omdat er geen intredepunt aanwezig is, dan hoeft er niet opnieuw getoetst te worden. Piping kan immers niet optreden bij afwezigheid van een intredepunt. Verder geldt dat wanneer een kering is goedgekeurd met behulp van een opdrijfberekening er niet opnieuw getoetst hoeft te worden.

Situatie 2: Hertoetsen piping zonder nieuwe grondonderzoeken
De rekenregel van Sellmeijer is na de 1e toetsronde aangescherpt. Keringen die met de oude Sellmeijer rekenregel zijn goedgekeurd dienen opnieuw getoetst te worden met de aangescherpte Sellmeijer rekenregel. De oude Sellmeijer rekenregel vraagt dezelfde invoerdata als de aangescherpte Sellmeijer rekenregel. Er hoeven dus geen nieuwe grondonderzoeken uitgevoerd te worden waardoor de inspanning voor deze toetsing laag is.

Situatie 3: Hertoetsen piping met nieuwe grondonderzoeken
De rekenregel van Bligh is niet meer van toepassing. Waterkeringen die in de 1e ronde met Bigh zijn goedgekeurd dienen volledig opnieuw getoetst te worden. Doordat Bligh andere inputparameters vraagt dan de verbeterde Sellmeijer rekenregel dienen nieuwe grondonderzoeken uitgevoerd te worden. De grondeigenschappen die ontbreken zijn de korreldiameter d_{70} en de doorlatendheid van het watervoerend zandpakket.

Op basis van deze situaties is de verwachte inspanning van de waterschappen voor het mechanisme piping in kaart gebracht worden.

Tabel 6

~~Tabel 6~~

Tabel 6: Overzicht inspanning voor piping

Waterschap	Situaties 1	2	3	Verwachte inspanning	Toelichting
Aa en Maas	X	X		Laag	In de 1e ronde zijn alle keringen met Sellmeijer beschouwd of aangemerkt als niet piping gevoelig.
Brabantse Delta	X	X	(X)	Laag	In de 1e ronde zijn nagenoeg alle keringen met Sellmeijer beschouwd of aangemerkt als niet piping gevoelig. De verwachting is dat een beperkt aantal vakken zijn goedgekeurd met Bligh. Het waterschap is op dit moment nog aan het inventariseren hoeveel keringen in de 1e ronde met Bligh zijn goedgekeurd.
De Dommel		X		Laag	Het te beoordelen dijkvak (Taalstraat_b) is in de eerste ronde op basis van Bligh goedgekeurd. Voor de omliggende dijkvakken (Taalstraat_a en Taalstraat_c) zijn in de 1e ronde wel Sellmeijer berekeningen uitgevoerd. Hiervoor zijn de relevante invoergegevens voor de Sellmeijer berekening aanwezig, i.e. d_{70} en doorlatendheid. De d_{70}'s en doorlatendheden van Taalstraat_a en Taalstraat_c zijn aan elkaar gelijk. Dit geeft aanwijzing dat er een homogeen ondergrond aanwezig is en dat bij Taalstraat_b met dezelfde grondparameters gerekend kan worden. Er wordt geadviseerd om eerst met deze grondparameters te rekenen om vervolgens pas te bepalen of het uitvoeren van additionele zeefonderzoeken noodzakelijk is.

3.2 Micro-stabiliteit

Micro-stabiliteit betreft het verlies van stabiliteit van grondlagen met zeer beperkte dikte aan het oppervlak van het binnentalud onder invloed van grondwater dat door het grondlichaam stroomt. Bij micro-stabiliteit komt de bedreiging van binnen: eventuele problemen worden veroorzaakt door een hoge freatische lijn in het grondlichaam. Micro-stabiliteit door stromend grondwater kan voor uitspoeling van materiaal uit de kern van de dijk zorgen. Verder kan een hoge freatische lijn ook voor instabiliteit van de toplaag zorgen. Tenslotte geldt dat wanneer het binnentalud beschermd wordt door een ondoorlatende kleilaag, deze door het grote potentiaalverschil van de dijk afgedrukt kan worden. De LTV verwijst voor de toetsing van micro-stabiliteit naar het VTV en het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies (TAW, 2001).

Voor micro-stabiliteit worden de volgende toetsmethodes voorgeschreven in het VTV:

- Een eenvoudige toets om de relevantie van micro-stabiliteit te bepalen. In grote lijnen komt het erop neer dat dat het spoor micro-stabiliteit de eindscore ‘goed’ krijgt als voldaan wordt aan de voorwaarden dat de binnenteen van de dijk in voldoende mate gedraineerd wordt, de dijk(kern) uit slecht doorlatend materiaal bestaat of het binnentalud een flauwere helling heeft dan 1V:5H;
- Een gedetailleerde toets waarbij gekeken wordt of wordt voldaan aan eisen met betrekking tot afdrukken, afschuiven en/of uitspoelen. Verder wordt ook beschouwd of eventuele instabiliteit acceptabel is vanuit beheer en beoordeling van andere faalmechanismen.

Om de inspanning voor micro-stabiliteit in te schatten kunnen de volgende drie situaties beschouwd worden:

Situatie 1: Keringen in 1^{e} ronde beoordeeld aan eis 1V:5H
Voor deze situatie geldt dat keringen in de 1^{e} ronde al beoordeeld zijn met beoordelingsprofielen waarbij rekening is gehouden met de eis van 1V:5H. Keringen die in de 1^{e} ronde al aan deze beoordelingsprofielen voldeden kunnen in de 2^{e} ronde met de eenvoudige toets direct goedgekeurd worden.

Situatie 2: Keringen toetsen in de gedetailleerde toets met nieuwe grondonderzoeken
Voor deze situatie geldt dat een gedetailleerde toets uitgevoerd moet worden. Aanvullend op de (grond)onderzoeken van de 1^{e} toetsronde moeten additionele onderzoeken uitgevoerd worden voor (met name) de dikte en eigenschappen van de kleibekleding.

Situatie 3: Zowel eenvoudige als gedetailleerde toets nog volledig uitvoeren
Voor deze situatie geldt dat in de 1^{e} ronde geen rekening is gehouden met de eisen van micro-stabiliteit. Hierdoor is er ook geen beeld in hoeverre de gedetailleerde toets noodzakelijk is. In deze situatie zullen de stappen van de leidraden gevolgd moeten worden en zal in de eerste instantie een eenvoudige toets uitgevoerd moeten worden om vervolgens in te schatten in hoeverre het noodzakelijk is grondonderzoeken uit te voeren voor de gedetailleerde toets.

Tabel 7: Overzicht inspanning voor micro-stabiliteit

Waterschap	Situaties			Verwachte inspanning	Toelichting
	1	2	3		
Aa en Maas	X	X		Laag	In de 1e ronde zijn nagenoeg alle keringen met beoordelingsprofielen die voldoen aan de eis van 1V:5H goedgekeurd. Het waterschap schat dat maximaal 4 km keringen niet aan de eis van 1V:5H voldoen. Voor de gedetailleerde toets moeten hiervoor aanvullende grondonderzoeken uitgevoerd worden (met name voor de kleibekleding).
Brabantse Delta			X	Hoog	In de eerste ronde is de eis van 1V:5H niet beschouwd, hierdoor is het niet bekend in hoeverre de keringen met een eenvoudige toets goedgekeurd kunnen worden. Voor een nog onbekend aantal keringen dienen er aanvullende grondonderzoeken uitgevoerd te worden.
De Dommel	X			Laag	De te beoordelen kering is in de 1e ronde met een beoordelingsprofiel dat voldoet aan de eis van 1V:5H goedgekeurd.

3.3 Bekleding

Onder bekleding wordt verstaan: het gehele pakket dat de kern van de dijk bedekt. Afhankelijk van het type bekleding kan de bekleding bestaan uit een toplaag, verschillende soorten tussenlagen (bijvoorbeeld van granulair materiaal of geokunststof) en een onderlaag. In de toetsing wordt bekeken of de bekleding het onder/achterliggende grondlichaam kan beschermen onder maatgevende condities. De LTV verwijst voor de toetsing van de bekleding naar het VTV, het Technisch Rapport Steenzetting (TAW, 2003) en de Handreiking toetsen Grasbekleding op Dijken t.b.v. het opstellen van het beheerdersoordeel in de verlengde derde toetsronde (Ministerie van infrastructuur en milieu, 2012).

Voor de bekledingentoets wordt onderscheid gemaakt tussen bekledingen op het buitentalud en de bekledingen op de kruin en binnentalud. Voor de kruin en binnentalud geldt dat wanneer het overslagdebiet kleiner of gelijk is aan 0,1 l/m/s, de bekleding op de kruin en binnentalud niet getoetst hoeft te worden omdat het gering debiet geen gevaar vormt voor de bekleding. In de 2^{e} ronde worden alleen keringen getoetst die in de 1^{e} ronde al voldeden aan het criterium "*overslagdebiet ≤ 0,1 l/m/s*". Hierdoor gaat deze paragraaf niet verder in op de bekleding op de kruin en binnentalud.

Het VTV maakt voor de bekleding onderscheid in gras, asfalt en steenzetting. De paragrafen 3.3.1 tot en met 3.3.3 lichten deze type bekledingen nader toe.

3.3.1 Grasbekleding

De grastoets begint met de mogelijkheid om de kering goed te keuren met behulp van bewezen sterkte. Vervolgens wordt beoordeeld in hoeverre de golfbelasting risico vormt voor de bekleding. Tenslotte worden de grasmat en de onderliggende kleilaag getoetst op erosie en afschuiving. Voor de toets zijn gegevens nodig over de type grasbekleding, de wijze van beheer op de grasbekleding, de kwaliteit van de bekleding en de eigenschappen van de onderliggende kleilaag. Doordat de waterschappen nagenoeg geen gegevens hebben over de grasbekleding is het niet mogelijk om in methodieken te gebruiken die voor versnelling zorgen in het toetsproces. Voor de toetsing dienen daarom de stappen gevolgd te worden van het VTV, katern 8 paragraaf 4.4. Er dient wel opgemerkt te worden dat, indien er een kleilaag aanwezig is in het buitentalud, het aan te raden is om eerst aandacht te geven aan de relevantie toets met behulp van de hydraulische randvoorwaarden. Doordat de keringen aan regionale watersystemen liggen is de kans groot dat de golfbelasting dermate laag is (beperkte strijklengte) dat de bekledingen met behulp van de eenvoudige toetsen goedgekeurd kunnen worden.

3.3.1.1 Gras op zand

Binnen het beheergebied van Waterschap Aa en Maas zijn zandkeringen met gras op een sterk zandige afdeklaag aanwezig. De gebruikelijke kleilaag onder de grasbekleding ontbreekt bij deze keringen. Dit geeft een extra uitdaging in de toetsing. De LTV verwijst voor de toets op grasbekleding namelijk naar het VTV. Het VTV is geschreven voor de primaire waterkeringen. Zandkeringen zonder een kleiig afdeklaag komen in het algemeen niet voor bij de primaire keringen in Nederland. 'Gras op zand' valt daarom buiten de toepassingsvoorwaarden van de gedetailleerde rekenmethodieken van het VTV en zal daarom geavanceerd getoetst moeten worden. Deze paragraaf gaat niet verder in op de mogelijkheden voor de geavanceerde toets. Voor nadere informatie wordt verwezen naar bijlage C.

Tabel 8: Overzicht inspanning voor grasbekleding

Waterschap	Verwachte inspanning	Toelichting
Aa en Maas	Hoog	Er zijn weinig gegevens beschikbaar over de bekledingen. Verder zijn de toetsmethodieken binnen de VTV niet geschikt voor gras op zand waardoor geavanceerd getoetst moet worden.
Brabantse Delta	Hoog	Er zijn weinig gegevens beschikbaar over de bekledingen. Er zal veel inspectie uitgevoerd moeten worden voor het type gras en de eigenschappen van het gras. Verder zal ook inzet gepleegd moeten worden in onderzoeken voor de bekleding van kleilaag op het buitentalud.
De Dommel	Laag	Er zijn weinig gegevens beschikbaar over de bekledingen. Er hoeft echter slechts voor 837 m kering gegevens ingewonnen te worden.

3.3.2 Asfalt bekleding

In de beheergebieden van de drie waterschappen komen geen asfaltbekledingen voor op de regionale waterkeringen. Verder zijn op de regionale waterkeringen ook geen asfaltwegen op het buitentalud die beoordeeld dienen te worden als asfaltbekleding. Dit plan van aanpak gaat daarom niet nader in op asfaltbekledingen.

3.3.3 Steenzettingen

Voor de toetsing van steenzetting wordt in de toetsvoorschriften verwezen naar het VTV2006, katern 8 paragraaf 2.4. Voor steenbekledingen op het buitentalud worden verschillende faalmechanismen onderscheiden. Deze mechanismen worden getoetst in de volgende zes deelsporen:

- Toplaaginstabiliteit onder golfaanval
- Toplaaginstabiliteit onder langsstroming
- Afschuiving
- Materiaaltransport vanuit de onderlaag
- Materiaaltransport vanuit de granulaire laag
- Erosie van de onderlagen

Voor de beoordeling van steenbekleding wordt gebruik gemaakt van de software Steentoets. Voor steentoets is veel data nodig over de steenbekleding. Denk hierbij aan de geometrie, eigenschappen van de toplaag, filterlagen, geotextiel en onderliggende klei en/of zand. Deze gegevens kunnen afgeleid worden uit bestekstekeningen en/of veldonderzoeken. De waterschappen geven echter aan dat steenbekledingen beperkt voorkomen op het buitentalud van de regionale keringen. De steenbekledingen zijn alleen toegepast bij bijzondere situaties, zoals nabij bruggen of havens. De waterschappen hoeven daarom maar voor beperkte dijkvakken gegevens voor de steenzetting te inventariseren.

Doordat de waterschappen nagenoeg geen gegevens hebben over de steenbekleding is het niet mogelijk om in methodieken te gebruiken die voor versnelling zorgen in het toetsproces. De toetsing van de steenbekleding dient daarom conform VTV katern 8 paragraaf 2.4 uitgevoerd te worden. Deze paragraaf schrijft de toetsmethodiek voor steenbekleding niet verder uit.

Tabel 9: Overzicht inspanning voor micro-stabiliteit

Waterschap	Verwachte inspanning	Toelichting
Aa en Maas	Laag	Er zijn weinig gegevens beschikbaar over de bekledingen. Steenzetting als bekleding komt nagenoeg niet voor in het beheergebied.
Brabantse Delta	Laag	Er zijn weinig gegevens beschikbaar over de bekledingen. Steenzetting als bekleding komt nagenoeg niet voor in het beheergebied.
De Dommel	Geen	Steenzetting komt niet voor bij de te toetsen kering.

3.4 Stabiliteit voorlanden

Indien een vooroever is opgebouwd uit slappe klei- en veenlagen of verwekinggevoelig zand, dient rekening te worden gehouden met een kans op grootschalige afschuivingen en zettingsvloeiingen van de vooroever met mogelijke invloed op de veiligheid van de waterkering. De oorzaak is de versteiling van de geulwand of verdieping van de geul door erosie aan de teen of aanzanding aan de top of migratie van de gehele geulwand door erosie of aanzanding.

Voor de stabiliteit van voorland is het in VTV gesteld dat nooit een inscharing tot aan de waterkering ten gevolge van zettingsvloeiing of afschuiving geconstateerd is in natuurlijke geulen waarbij de geuldiepte kleiner was dan 9 m. Op basis van deze ervaring kan minimaal een score ‘voldoende’ worden toegekend voor geulen met kleinere diepte dan 9 m. De waterschappen geven aan dat geulen dieper dan 9 m niet voorkomen bij de regionale keringen in hun beheergebieden. Op basis hiervan kan gesteld worden dat voor het mechanisme stabiliteit voorlanden geen inspanning geleverd hoeft te worden in de 2^{e} toetsronde omdat het mechanisme op basis van de eenvoudige toets voorzien kan worden met de score ‘voldoende’.

3.5 Niet-waterkerende objecten

Onder niet-waterkerende objecten, hierna te noemen: NWO, worden alle objecten op, in of nabij een waterkering verstaan die niet bijdragen aan het waterkerend vermogen van de waterkering. De aanwezigheid van een niet-waterkerend object kan de veiligheid van de waterkering in gevaar brengen door:

- Verstoring van het grondlichaam;
- Het veroorzaken van additionele externe belastingen;
- Verstoren van waterstroming (piping, erosie, verhoging freatisch vlak);
- Beperking van vrijheid van beheer en onderhoud.

NWO zijn in te delen in de volgende categorieën:

- Bebouwing;
- Begroeiing;
- Pijpleiding en kabels;
- Overige NWO.

Voor de toetsing van NWO verwijst de LTV naar het VTV en het rapport Vuistregels voor het beheerdersoordeel bij de toetsing van niet-waterkerende objecten (Provincie Zuid-Holland, 2009). Daarnaast geeft bijlage 6 van de LTV een schema voor het toetsen van bomen. Het uitgangspunt van de beoordeling is dat als de waterkering zonder NWO al een score onvoldoende heeft, toetsing van NWO niet nodig is, aangezien een NWO geen positieve bijdrage heeft aan het waterkerend vermogen van de waterkering.

In grote lijnen zien de toetsmethoden voor niet-waterkerende objecten er als volgt uit:

- Toets op beoordelingsprofiel;
- Toets op compenserende maatregelen voor aanwezigheid van NWO (in de vorm van bijzonder waterkerende constructies);
- Toets of het NWO ontworpen is conform vigerende leidraden voor waterstaatswerken;
- Toets impact NWO op andere faalmechanismen;

Deze paragraaf geeft per type NWO een overzicht van de inspanning in de toetsing.

3.5.1 NWO Begroeiing

NWO begroeiing betreft vooral de impact van bomen op het waterkerend vermogen van de waterkering. Om de inspanning voor de toetsing op NWO begroeiing in te schatten kunnen de volgende drie situaties beschouwd worden:

Situatie 1: Geen begroeiing aanwezig

Voor deze situatie geldt dat er geen begroeiing aanwezig is op de kering. De toets op NWO begroeiing is dan niet van toepassing.

Situatie 2: Begroeiing aanwezig, beoordelen op beoordelingsprofiel

De begroeiingen kunnen eenvoudig getoetst en goedgekeurd worden met beoordelings-profielen. Hierbij wordt conform het VTV uitgegaan van een conservatieve situatie waarbij een ontwortelde boom een ontgrondingskuil achterlaat met een diameter van 4 meter en een diepte van 1 meter. In praktijk betekent dit dat een boom alleen effect op de stabiliteit van de kering heeft als de ontgrondingskuil het beoordelingsprofiel doorsnijdt. Doordat er van de meest ongunstige situatie wordt uitgegaan is het niet nodig om elke boom/begroeiing separaat te beoordelen.

Voor deze toets genieten bomen in het achterland van de kering extra aandacht. Als het achterland in rekening wordt gebracht voor additionele kwelweglengte voor het mechanisme piping, dient expliciet gekeken te worden of een ontwortelde boom in het achterland resulteert in een verkorting van de kwelweglengte. De beoordelingsprofielen die in de 1^{e} ronde zijn opgesteld houden immers geen rekening met de inzichten van de nieuwe Sellmeijer rekenregel.

Situatie 3: Begroeiing gedetailleerd toetsen

In deze situatie dienen de begroeiingen/bomen gedetailleerd getoetst te worden. Aangezien de toetsing betrekking kan hebben op grote aantallen bomen, is het verstandig om bomen te clusteren. Op deze wijze hoeft niet elke boom volledig onderzocht te worden. Een cluster bestaat uit bomen die voldoende overeenkomsten vertonen qua eigenschappen en/of standplaatsen in het profiel. Binnen elk cluster wordt één boom als representatief beschouwd en beoordeeld. Bij deze methode is vooral veel inspanning en tijd nodig voor de inventarisatie van de locatie en eigenschappen van de bomen.

Tabel 10: Overzicht inspanning voor NWO begroeiing

Waterschap	Situaties			Verwachte inspanning	Toelichting
	1	2	3		
Aa en Maas	X	X		Laag	Voor het waterschap geldt dat vooral op de keringen langs het Drongelens kanaal veel bomen aanwezig zijn. Deze keringen zijn overgedimensioneerd. De verwachting is dat de ontgrondingskuilen van de bomen de beoordelingsprofielen niet doorsnijden. De inspanning voor de beoordeling van begroeiing zal daarom beperkt zijn.
Brabantse Delta			X	Hoog	Het waterschap heeft op dit moment nog geen inventarisatie uitgevoerd voor de bomen op of nabij de regionale keringen. Daarnaast beschikt het waterschap ook nog niet over beoordelingsprofielen die rekening houden met micro-stabiliteit. Hierdoor is het niet mogelijk om concreet een uitspraak te doen in hoeverre met een eenvoudige toets de bomen goedgekeurd kunnen worden. Door de grote toetsopgave zal de inventarisatie van de locatie en eigenschappen van bomen veel tijd en inspanning kosten.
De Dommel	X			Geen	Er zijn geen begroeiingen op de te beoordelen kering.

3.5.2 NWO kabels en leidingen

Voor de toets van kabels en leidingen wordt verwezen naar het VTV, katern 10, hoofdstuk 4 en het rapport Vuistregels voor het beheerdersoordeel bij de toetsing van niet-waterkerende objecten (Provincie Zuid-Holland, 2009). De toets zal grotendeels gebaseerd zijn op de normen de NEN 3650-serie, NEN 3651, normen die tot en met 2002 gangbaar waren voor pijpleidingen en/of de Pijpleidingcode van de Provincie Zuid-Holland. Het zwaartepunt van deze toetsing zal met name zitten in de gegevensinwinning. De waterschappen hebben geen gegevens over de kabels en leidingen in en/of nabij de regionale waterkeringen. Gegevensinwinning zal plaats moeten vinden middels KLIC meldingen en contact met netbeheerders. De drie waterschappen moeten daarmee dezelfde werkzaamheden uitvoeren voor de toetsing. Het verschil in de inspanning zit vooral in de kilometers aan keringen waarvoor gegevens ingewonnen moeten worden.

Tabel 11: Overzicht inspanning voor NWO kabels en leidingen

Waterschap	Verwachte inspanning	Toelichting
Aa en Maas	Gemiddeld	Het waterschap heeft 43,7 km keringen waarvoor gegevens van kabels en leidingen geïnventariseerd en getoetst moeten worden. De verwachting is dat vooral veel kabels en leidingen aanwezig zijn bij de Dieze dijk doordat hier veel bebouwingen aanwezig zijn.
Brabantse Delta	Hoog	Het waterschap heeft 112,2 km keringen waarvoor gegevens van kabels en leidingen geïnventariseerd en getoetst moeten worden. De schatting is dat 20% van deze keringen door bebouwd gebied lopen; bij deze keringen is de verwachtingen dat er veel kabels en leidingen aanwezig zijn.
De Dommel	Laag	Het waterschap hoeft maar 837 meter aan keringen toetsen. De inspanning voor gegevensinwinning en toetsing is laag.

3.5.3 NWO bebouwing

Voor de toets van bebouwing wordt verwezen naar het VTV, katern 10, hoofdstuk 4 en het rapport Vuistregels voor het beheerdersoordeel bij de toetsing van niet-waterkerende objecten (Provincie Zuid-Holland, 2009). De toets zal gedeeltelijk bestaan uit de toets op doorsnijding van beoordelingsprofiel. Deze toets kan uitgevoerd worden met behulp van de eenvoudige regels benoemd in het VTV en het rapport Vuistregels voor het beheerdersoordeel bij de toetsing van niet-waterkerende objecten (Provincie Zuid-Holland, 2009). Daarnaast kan ook een complexere geavanceerde beschouwing uitgevoerd worden voor de bebouwingen. Vanwege de complexiteit van deze toetsing (o.a. stabiliteit bebouwing) is in veel gevallen specialistische kennis vereist die niet is vastgelegd in vigerende leidraden, normen of technische rapporten (geavanceerd toets).

De waterschappen hebben geen gegevens over de bebouwingen op, in en/of nabij de regionale waterkeringen. Gegevensinwinning kan vinden middels luchtfoto's, Basisregistratie Grootschalige Topografie en inspecties. Daarnaast kunnen de archieven van de gemeenten en de gemeentelijke Basisregistraties Adressen en Gebouwen registraties (BAG) geraadpleegd worden voor de ligging ten opzichte van de kering, het bouwpeil, de aanwezigheid van kelders, funderingstype en constructie van het gebouw.

De drie waterschappen moeten dezelfde werkzaamheden uitvoeren voor de toetsing. Het verschil in de inspanning zit vooral in de kilometers aan keringen waarvoor gegevens ingewonnen moeten worden.

Tabel 12: Overzicht inspanning voor NWO bebouwing

Waterschap	Verwachte inspanning	Toelichting
Aa en Maas	Laag	Het waterschap schat dat maximaal 5 km van de regionale keringen aan bebouwd gebied ligt. De verwachting is dat de inspanning voor de toets van bebouwingen laag is.
Brabantse Delta	Hoog	Het waterschap schat dat 20% van de te beoordelen keringen door bebouwd gebied gaan. Dit betekent dat voor meer dan 24 km van de keringen toets op bebouwing uitgevoerd moet worden.
De Dommel	Laag	Het waterschap hoeft maar 837 meter aan keringen te toetsen. Er zijn geen bebouwingen direct op de kering. Er dient wel een inventarisatie gedaan te worden of bebouwingen aanwezig zijn binnen de invloedssfeer van piping.

3.5.4 NWO overig

De overige NWO betreffen onder andere wegen, landhoofden, geleidewerken, steigers, niet-waterkerende
kade-constructies. In het rapport Vuistregels voor het beheerdersoordeel bij de toetsing van niet-waterkerende objecten (Provincie Zuid-Holland, 2009) zijn overige NWO aangemerkt als objecten die geen of beperkte nadelige gevolgen voor het waterkerend vermogen en zijn in het algemeen niet risicovol. De waterschappen hebben met Provincie Noord-Brabant de volgende afspraken gemaakt met betrekking tot overige NWO:

- In 2^{e} ronde wordt inventarisatie uitgevoerd voor overige NWO;
- Er wordt geen technisch toets uitgevoerd voor overige NWO;
- De overige NWO worden wel betrokken bij het beheerdersoordeel.

Ten behoeve van het beheerdersoordeel van overige NWO wordt verwezen naar Vuistregels voor het beheerdersoordeel bij de toetsing van niet-waterkerende objecten (Provincie Zuid-Holland, 2009). In deze paragraaf wordt overige NWO niet verder uitgewerkt.

3.6 Toepassing beheerdersoordeel

Het veiligheidsoordeel van de waterkering zal uiteindelijk bestaan uit het “technisch oordeel” (technische beschouwing conform de leidraden) en het “beheerdersoordeel”. Het beheerdersoordeel is de inschatting van de waterkeringbeheerder over de veiligheid van de waterkering. De waterkeringbeheerder beoordeelt de veiligheid op basis van praktijkervaringen en/of kennis die nog niet wordt gebruikt in de technische beoordelingssporen. Het opstellen van een beheerdersoordeel is de verantwoordelijkheid van de beheerder zelf. Heeft de beheerder twijfels over de resultaten van het technisch oordeel, dan heeft hij/zij middels met het beheerdersoordeel de mogelijkheid om het uiteindelijke veiligheidsoordeel van de waterkering te wijzigen of te accepteren.

Indien het beheerdersoordeel overeenstemt met het technisch oordeel, dan is het voldoende om deze constatering vast te leggen. Een uitgebreide onderbouwing van het beheerdersoordeel is dan niet noodzakelijk. Indien het beheerdersoordeel afwijkt van het technisch oordeel, dan is dat in de eerste instantie aanleiding voor nader onderzoek. Dit kan leiden tot een aanpassen van zowel het technisch oordeel als het beheerdersoordeel. Indien nader onderzoek uiteindelijk toch in een afwijkend oordeel resulteert, dan is onderbouwing van het beheerdersoordeel van groot belang. Harde criteria waar een goed beheerdersoordeel aan dient te voldoen kunnen niet generiek gegeven worden. Module G van de LTV geeft wel een aantal bouwstenen voor de onderbouwing van het beheerdersoordeel:

- **Waarnemingen**: Gedrag van kering, bijvoorbeeld geregistreerd/vastgelegd tijdens inspecties en schouw (reguliere en extreme omstandigheden);
- **Metingen**: Metingen en monitoringen ten behoeve van betere en betrouwbare basisdata. Kan gebruikt worden voor aanscherping van het technisch oordeel maar kan ook toegepast worden door bijvoorbeeld de aan-/afwezigheid van faalverschijnselen te koppelen aan metingen;
- **Praktijkproeven**: Betreft het proefondervindelijk aantonen of een faalmechanisme wel/niet kan optreden;
- **Nieuwe kennis**: Betreft het beschouwen van kennis en ervaringen buiten het toepassingsbereik van de leidraden.

De drie waterschappen hebben in de 1e ronde al ervaringen opgedaan met het opstellen van beheerdersoordelen. Hierbij zijn de resultaten van het technisch oordeel nader beschouwd tijdens diverse werksessies. Op basis van deze ervaringen kan gesteld worden dat de volgende expertises aanwezig dienen te zijn bij de werksessies:

- Technisch adviseur waterkeringen van het waterschap;
- Medewerker beheer en onderhoud regionale keringen;
- Externe specialist ten behoeve van kwaliteitsborging;
- Toetsers/ingenieursbureau.

Het beheerdersoordeel moet goed, logisch en overtuigend zijn, zeker als dit afwijkt van het technisch oordeel én bepalend is voor het veiligheidsoordeel.

3.7 Kansrijkheid samenwerking waterschappen

Landelijk bestaat de wens dat waterkeringbeheerders zoveel mogelijk op uniforme wijze rapporteren over de veiligheid van hun regionale waterkeringen. Met Provincie Noord-Brabant is afgesproken dat de Brabantse waterschappen de resultaten van de toetsing op een uniforme wijze rapporteren. De waterschappen maken in 2019 nadere afspraken over de vorm en opbouw van deze rapportages.

Naast het uniform rapporteren zal ook beschouwd moeten worden in hoeverre het kansrijk is om de toetswerkzaamheden samen uit te voeren. De overwegingen die van invloed zijn op de keuze om samen te werken zijn:

- Bij een nieuw onderwerp waar de waterschappen weinig kennis en/of ervaring van hebben kan samenwerking leiden tot gezamenlijke kennisontwikkeling;
- samenwerking kan resulteren in financiële voordelen;
- samenwerking kan resulteren in versnelling van werkzaamheden;
- samenwerking kan resulteren in hogere kwaliteit (van de toetsing);
- samenwerking kan een bijdrage leveren in de continuïteit van de keringenwerkzaamheden en vermindert de kwetsbaarheid door eventueel verlies van specialistische kennis en ervaring

Op basis van de inspanningen die geleverd dienen te worden voor de verschillende mechanismen, zoals beschreven in de voorgaande paragrafen, is per mechanisme de kansrijkheid van de samenwerking tussen de drie waterschappen beschouwd:

Tabel 13: Kansrijkheid samenwerking waterschappen per mechanisme

	WSAM	WSBD	WSDD	Toelichting
Piping	+	+	+	• Focus op eenvoudige toets • Weinig additionele grondonderzoeken
Voorland	+	+	+	• Niet relevant / goedkeuren eenvoudige toets
Micro-stabiliteit	+	-	+	• WSAM en WSDD focus op eenvoudige toets • WSBD focus op eenvoudige en (mogelijk) gedetailleerde toets
Bekleding	-	-	-	• Weinig informatie over bekleding vastgelegd • Aard en omvang toetswerkzaamheden niet gelijk
NWO bomen	-	-	~	• Aard en omvang toetswerkzaamheden niet gelijk
NWO kabels en leidingen	+	+	+	• Weinig informatie over kabels en leidingen vastgelegd • (Gedeeltelijk) gedeelde nutsbedrijven • Kans om gezamenlijk kennis en ervaringen hierover op te doen
NWO bebouwing	+	+	+	• Weinig informatie over bebouwingen vastgelegd • Omvang verschillend, maar wel vergelijkbare werkzaamheden
NWO overig	+	+	~	• Alleen inventariseren en betrekken bij beheerdersoordeel

+ Kansrijk samenwerking *- Niet kansrijk samenwerking*
o Neutraal *~ Niet van toepassing*

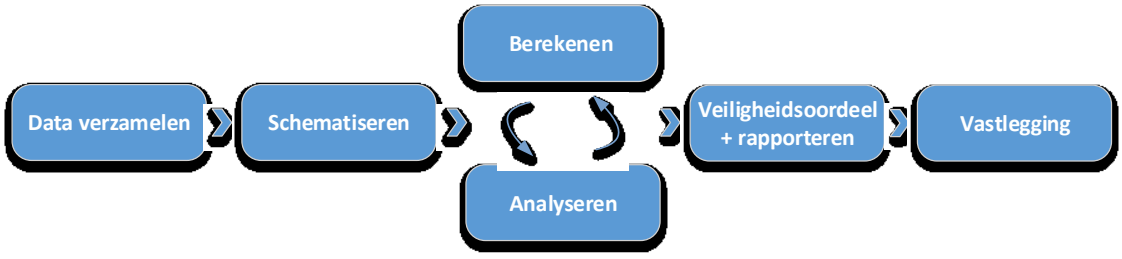
Op basis van Tabel 13~~Tabel 13~~ kan afgeleid worden dat de verschillen in de werkzaamheden niet groot zijn. Doordat samenwerking resulteert in financiële voordelen (gezamenlijk werkzaamheden uitvragen) en een positieve bijdrage heeft in de kennisontwikkeling en de continuïteit van de werkzaamheden, hebben de waterschappen de intentie om de werkzaamheden volledig gezamenlijk op te pakken.

4 Proces en organisatie

Dit hoofdstuk gaat nader in op het proces en de organisatie van de toetsing. Allereerst worden in paragraaf 4.1 de processtappen van de toetsing benoemt. Op basis hiervan kunnen de waterschappen geschikte capaciteit reserveren voor de verschillende processtappen. In paragraaf 4.1 wordt vervolgens het kernteam dat verantwoordelijk is voor de algehele voortgang en uitgangspunten van de 2e toetsronde toetsing toegelicht. Paragraaf 4.3 geeft vervolgens een overzicht van de planning. Paragraaf 4.4 geeft een overzicht van de risico's van de 2e toetsronde en toont welke maatregelen er getroffen zijn om deze risico's te beheersen. Paragraaf 4.5 licht vervolgens toe hoe de kwaliteit van de toetsing wordt geborgd. Tenslotte wordt in paragraaf 4.6 het vervolg van de 2e toetsronde nader toegelicht.

4.1 Processtappen

Deze paragraaf beschrijft het proces van de toetsing. Per processtap wordt toegelicht welke inhoudelijke activiteiten er uitgevoerd moeten worden en wie betrokken zijn bij deze werkzaamheden. Met behulp van deze processtappen kunnen de waterschappen inschatten wanneer welke (geschikte) capaciteit gereserveerd moet worden. De naamgeving van de werkelijke functies kan per waterschap afwijken van de functies zoals beschreven in deze paragraaf.



Figuur 1: Toetsproces

Figuur 1~~Figuur 1~~ geeft een overzicht van de processtappen binnen de toetsing van de regionale keringen. De processtappen zijn:

1. Data verzamelen

Werkzaamheden

De toetsing start met het verzamelen van gegevens. Het gaat hier zowel om interne gegevens (beschikbaar binnen het waterschap) als externe gegevens (zoals KLIC, BAG en gegevens van nutsbedrijven). Op basis van de inventarisatie van de beschikbare gegevens kan ook afgeleid worden welke additionele gegevens ingewonnen moeten worden met bijvoorbeeld veld- en grondonderzoeken.

Inzet waterschap

- Adviseur waterkering en dataspecialist verzamelen beschikbare gegevens;
- Adviseur waterkering beoordeelt data-inwinningsplan van ingenieursbureau;
- Adviseur waterkering/trekker toetsing is verantwoordelijk voor de communicatie over de voortgang van de toetsing, zowel intern binnen het waterschap als extern richting Provincie Noord-Brabant.

Inzet ingenieursbureau

- Beoordeelt data van het waterschap;
- Stelt data-inwinningsplan op, regelt de benodigde vergunningen en wint data in door o.a. archief-, veld- en grondonderzoeken.

2. Schematiseren

Werkzaamheden

Om de analyses voor de verschillende faalmechanismen uit te kunnen uitvoeren moeten de beschikbare gegevens over het dijktraject worden omgezet in geschikte invoer voor de rekenmodellen die voor de verschillende toetssporen worden gebruikt. Dit proces wordt het schematiseren genoemd.

Inzet waterschap

- Adviseur waterkering beoordeelt de uitgangspunten van de schematiseringen en geeft indien nodig sturing aan de schematiseringen van het ingenieursbureau;
- Adviseur waterkering/trekker toetsing is verantwoordelijk voor de communicatie over de voortgang van de toetsing, zowel intern binnen het waterschap als extern richting Provincie Noord-Brabant.

Inzet ingenieursbureau

- Ingenieursbureau legt uitgangspunten van de schematisering vast en legt het ter goedkeuring voor bij het waterschap;
- Ingenieursbureau schematiseert voor de verschillende mechanismen.

Inzet externe kwaliteitsborger

- Externe kwaliteitsborger beoordeelt uitgangspunten van de schematiseringen van het ingenieursbureau;
- Externe kwaliteitsborger beoordeelt steekproefsgewijs en risicogestuurd de schematiseringen om de kwaliteit te borgen.

3. Berekenen en analyseren

Werkzaamheden

In deze processtap worden berekeningen uitgevoerd en geanalyseerd en worden het technisch oordeel en het beheerdersoordeel opgesteld.

Inzet waterschap

- Adviseur waterkering beoordeelt de resultaten van het technisch oordeel van het ingenieursbureau;
- Adviseur waterkering organiseert werksessies om met de medewerkers beheer en onderhoud van de regionale keringen en de externe kwaliteitsborger het beheerdersoordeel op te stellen;
- Adviseur waterkering stuurt indien nodig ingenieursbureau aan voor nader onderzoek en/of verfijning van de toetsing;
- Adviseur waterkering is verantwoordelijk voor de communicatie over de voortgang van de toetsing, zowel intern binnen het waterschap als extern richting Provincie Noord-Brabant.

Inzet ingenieursbureau

- Het ingenieursbureau voert conform de leidraden de berekeningen uit en rapporteert de resultaten naar het waterschap.

Inzet externe kwaliteitsborger

- Externe kwaliteitsborger beoordeelt samen met de adviseur waterkering de resultaten van het technisch oordeel van het ingenieursbureau;
- Externe kwaliteitsborger levert input bij de werksessies voor het beheerdersoordeel.

4. Veiligheidsoordeel en rapporteren

Werkzaamheden

Met behulp van het technisch oordeel en het beheerdersoordeel kan het veiligheidsoordeel opgesteld worden. De resultaten worden in een toetsrapport vastgesteld.

Inzet waterschap

- Adviseur waterkering levert het beheerdersoordeel aan het ingenieursbureau;
- Adviseur waterkering bespreekt het veiligheidsoordeel (technisch oordeel + beheerdersoordeel) met het ingenieursbureau t.b.v. het toetsrapport;
- Adviseur waterkering beoordeelt het toetsrapport;
- Adviseur waterkering communiceert intern en richting Provincie Noord-Brabant over de voorlopige en definitieve toetsresultaten.

Inzet ingenieursbureau

- Ingenieursbureau verzamelt het beheerdersoordeel en het uiteindelijke veiligheidsoordeel en stelt het toetsrapport op.

Inzet externe kwaliteitsborger

- Externe kwaliteitsborger toets samen met de adviseur waterkering het toetsrapport.

4. Vastlegging
Werkzaamheden In deze processtap worden de resultaten bestuurlijk vastgelegd. *Inzet waterschap* - Adviseur waterkering gaat met de toetsresultaten naar het bestuur; - Adviseur waterkering brengt richting Provincie Noord-Brabant verslag uit over de waterstaatkundige toestand van de regionale keringen. Het toetsrapport is een onderdeel van het verslag over de waterstaatkundige toestand van de regionale keringen. In dit verslag wordt tevens een voorstel gedaan voor de volgende toetsronde. *Inzet Provincie Noord-Brabant* - Het verslag over de waterstaatkundige toestand van de regionale keringen en het voorstel voor de invulling van de 3e toetsronde wordt aan de Gedeputeerde Staten aangeboden.

4.2 Kernteam 2e toetsronde

De toetswerkzaamheden worden uitgevoerd door een kernteam en een flexibele schil. Het kernteam is vooral actief voor het bewaken van de algehele voortgang en de uitgangspunten. Het kernteam komt periodiek bij elkaar om de voortgang en de eventuele discussiepunten te bespreken. Provincie Noord-Brabant en de waterschappen hebben afgesproken om tijdens de toetsing te bepalen hoe intensief afstemming plaats moet vinden. Het kernteam zal bestaan uit:

- T. Heijligers - Beleidsmedewerker Hoogwaterbescherming Provincie Noord-Brabant;
- R. Wolters – Beleidsadviseur Waterveiligheid Waterschap Aa en Maas
- J. Cool- van Tichelt – Adviseur Waterkeringen Waterschap Brabantse Delta
- J. van Boerdonk – Adviseur beheer en onderhoud Waterschap De Dommel

Het kernteam bevat trekkers vanuit de verschillende organisaties en zal tevens verantwoordelijk zijn voor het aansturen van de flexibele schil. De flexibele schil bestaat onder andere uit:

Interne medewerkers van waterschappen:

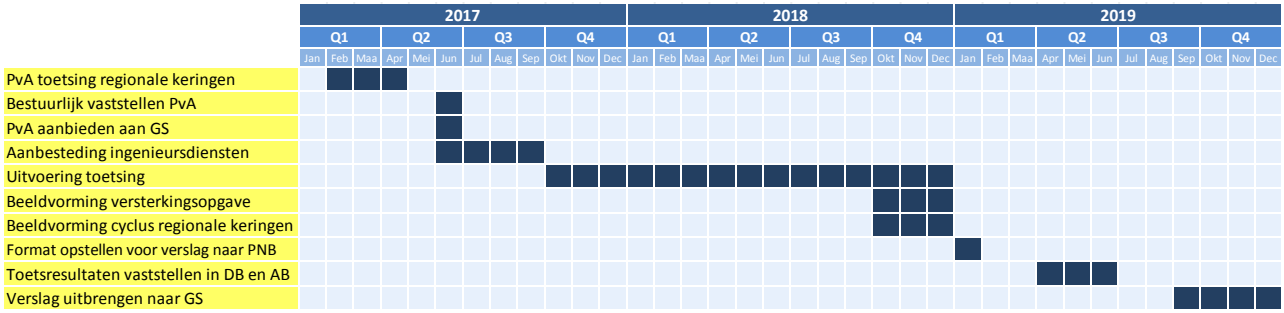
- Technisch- en/of beleidsadviseur waterkering;
- Dataspecialist;
- Medewerker beheer en onderhoud.

Externe medewerkers

- Ingenieursbureau(s);
- Externe kwaliteitsborger.

4.3 Planning

In juni 2017 wordt het plan van aanpak voor de 2e ronde toetsing vastgesteld door de dagelijkse besturen van de waterschappen en aangeboden aan de Gedeputeerde Staten van Provincie Noord-Brabant. De toetsing start na de vaststelling van het plan van aanpak en eindigt met een verslag aan de provincie uiterlijk op 31 december 2019. Figuur 2~~Figuur 2~~ geeft een overzicht van de planning.



Figuur 2: Planning 2e toetsronde

4.4 Risico's

Voor de 2e toetsing van de regionale keringen zijn diverse risico's geconstateerd. Om de risico's te beheersen hebben de waterschappen diverse maatregelen getroffen. Tabel 14~~Tabel 14~~ geeft een overzicht van de risico's en de bijbehorende beheersmaatregelen.

Tabel 14: Risico's 2e toetsronde

Risico	**Beheersmaatregel**
De toetsing is niet tijdig gereed waardoor in 2019 geen verslag uitgebracht kan worden over de algemene waterstaatkundige toestand van de regionale keringen.	- De waterschappen hebben een raamovereenkomst met ingenieursbureaus afgesloten waardoor aanbestedingen sneller verlopen; - De drie Brabantse waterschappen voeren gezamenlijk de 2e toetsing uit om zo snel en efficiënt mogelijk de werkzaamheden uit te voeren; - Provincie Noord-Brabant is vanaf het begin betrokken om de voortgang en de discussiepunten van de toetsing te bespreken.
De toetsing is van onvoldoende kwaliteit waardoor er geen weloverwogen beeld is over de waterstaatkundige toestand van de regionale keringen	- Er wordt een externe kwaliteitsborger ingeschakeld om de kwaliteit van de 2e toetsronde te borgen.
Er is onvoldoende geld beschikbaar om de 2e toetsing uit te voeren.	- De waterschappen hebben al geld voor de toetsing geregeld of zijn nu al begonnen met het regelen van geld;
Er is onvoldoende capaciteit beschikbaar voor de toetswerkzaamheden	- In de jaarplanning van waterschappers is rekening gehouden met de 2e toetsronde van de regionale keringen; - De werkzaamheden worden zoveel mogelijk uitbesteed.

4.5 Kwaliteitsborging

Om tot een weloverwogen beeld te komen over de waterstaatkundige toestand van de regionale keringen is het van belang dat de toetsing van voldoende kwaliteit is. Dit zowel inhoudelijk als wat betreft het proces en de rapportage. Tijdens het toetsproces moet worden beoordeeld of de toetsing conform de hiervoor bestemde toetsmethodiek wordt uitgevoerd. Verder is het noodzakelijk om inhoudelijke keuzen te maken, waarbij het van belang is de kwaliteit hiervan te bewaken. In het kader van de gedetailleerde toetsing worden berekeningen door derden uitgevoerd, waarvan de kwaliteit (uitgangspunten, gekozen parameters, berekeningswijze, berekeningsresultaten) moet worden beoordeeld. De externe kwaliteitsborging in de 2^{e} toetsronde wordt ondergebracht bij een onafhankelijke deskundige met voldoende inhoudelijke kennis. De interne kwaliteitsborging wordt uitgevoerd door het kernteam dat verantwoordelijk is voor de bewaking van de algehele voortgang en de uitgangspunten.

4.6 Vervolg toetsing

De rapportages van de 2^{e} toetsronde maken onderdeel uit van het verslag dat ieder waterschap uitbrengt over de waterstaatkundige toestand van de regionale keringen. Dat verslag gaat verder vergezeld met een plan van aanpak voor de te treffen beheers- en /of verbetermaatregelen. Tevens bevat het verslag een voorstel hoe de waterschappen vanaf 2019 invulling geven aan de verplichtingen die conform de Verordening water Noord-Brabant gelden voor de regionale keringen.

Literatuur

De fenomenologische beschrijving – faalmechanismen WTI, Deltares, 2016

Handreiking toetsen grasbekleding op dijken t.b.v. het opstellen van het beheerdersoordeel (BO) in de verlengde derde toetsronde, Rijkswaterstaat, 2010

Hydraulische randvoorwaarden regionale keringen voor de waterschappen Aa en Maas en De Dommel, Royal Haskoning, 2012

Leidraad toetsen op veiligheid regionale keringen, STOWA, 2015

Leidraad Waterkerende Kunstwerken in regionale waterkeringen, STOWA, 2011

Onderzoeksrapport zandmeevoerende wellen, Ministerie van infrastructuur en milieu, 2012

Reststerkte van dijken na initiële schade, Deltares, 2010

Technisch Rapport Steenzetting, TAW, 2003

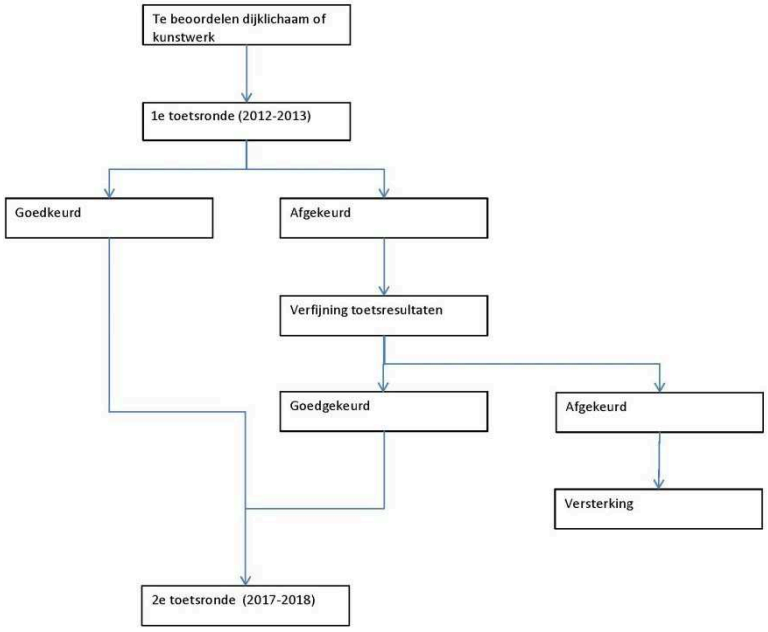
Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies, TAW, 2001

Voorschrift Toetsen op Veiligheid primaire waterkeringen, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007

BIJLAGEN

A. Overzicht te beoordelen keringen

Het onderstaande schema geeft een overzicht van de keringen die in de 2e ronde beoordeeld dienen te worden.



B. Ontwikkelingen regionale keringen Waterschap Brabantse Delta

Deze bijlage geeft een toelichting over de ontwikkelingen van de regionale keringen van Waterschap Brabantse Delta.

Bij de eerste ronde toetsing was in het beheergebied van Waterschap Brabantse Delta 270 kilometer regionale kering aanwezig, waarvan 203 kilometer genormeerde regionale keringen. Deze genormeerde keringen zijn getoetst aan de vastgestelde norm, zijnde T100.

De keringen in het beheergebied van Waterschap Brabantse Delta zijn naast de, door de provincie vastgestelde, norm (T100) ook getoetst aan de T2000C-waterstanden. Dit zijn waterstanden die optreden bij het samenvallen van inzet van de waterberging Volkerak-Zoommeer en hoge afvoeren op het Mark-Viet-Dintel systeem. Door verfijning in de berekeningsmethode is gebleken dat de berekende T2000C-peilen te conservatief bepaald waren. Om deze reden zijn nieuwe peilen, de zogenoemde TVZM-peilen, berekend welke over het algemeen lager zijn dan de eerder bepaalde T2000C-peilen. Rijkswaterstaat en Waterschap Brabantse Delta hebben overeenstemming bereikt over deze peilen. De invloed van de waterberging op het Volkerak-Zoommeer op de optredende waterstanden is relevant voor het westen van het beheergebied van Waterschap Brabantse Delta. Onderstaande tabel geeft een overzicht van het eindveiligheidsoordeel van de regionale keringen.

Tabel 15: Eindveiligheidsoordeel regionale keringen op basis van T100 norm

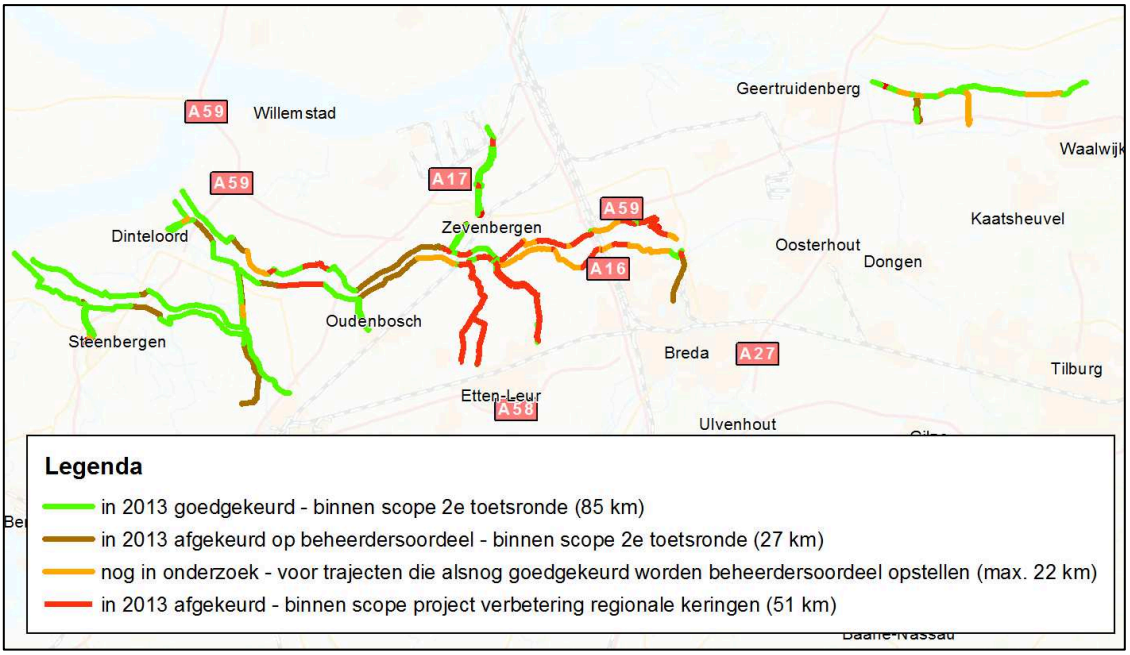
Getoetst	**Totaal**	**Voldoende**	**Totaal Onvoldoende op T100-norm**	**Afgekeurd op beheerders oordeel**	**Afgekeurd op Technisch oordeel**
Regionale keringen	165 km	67 km	98 km	28 km	70 km
Regionale keringen, zijnde boezemkaden	27 km	19 km	8 km	2 km	6 km
Kunstwerken	105 stuks	24 stuks	81 stuks		
BWC's	4,75 km	1 km	0,5 km		

Het veiligheidsoordeel is opgebouwd uit een technisch oordeel en een beheerdersoordeel. Het uiteindelijke veiligheidsoordeel is "onvoldoende" als één van beide onvoldoende scoort. De keringen waarvan het technisch oordeel bij de toetsing voldoende is, maar het beheerdersoordeel onvoldoende, worden door aanvullend onderhoud op het vereiste veiligheidsniveau gebracht (en niet door fysieke verbetermaatregelen). Deze kilometers behoren niet tot de scope van een verbeterproject maar worden aangepakt door aanvullend onderhoud . Dit betreft voor de regionale keringen 28 van de 98 afgekeurde kilometers. Voor de boezemkades zijn dit 2 van de 8 afgekeurde kilometers.

Daarnaast is uit een schade-analyse gebleken dat de keringen bovenstrooms van Breda door het inzetten van de vierde bergboezem in een substantieel lagere schadeklasse vallen. Daarom heeft de

provincie, op verzoek van het waterschap de status van deze regionale keringen gewijzigd. De Verordening water is hier inmiddels op aangepast. Hiermee is ca. 10 kilometer regionale kering komen te vervallen. De T100 verbeteropgave die projectmatig wordt opgepakt betreft om deze reden in totaal 66 kilometer keringen en 81 kunstwerken.

Onderstaande figuur geeft een overzicht van de regionale keringen in het beheergebied van de Brabantse Delta.



Figuur 3: Overzicht regionale keringen Waterschap Brabantse Delta o.b.v. huidige situatie. (bij Breda is 12 km kering afgewaardeerd naar overige kering, deze staan niet op deze kaart)

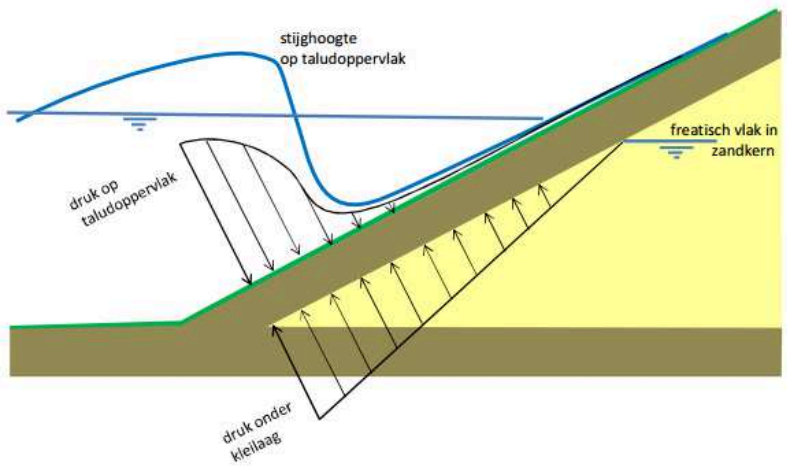
C. Grasbekleding op zand

Een groot gedeelte van de regionale keringen van Waterschap Aa en Maas zijn keringen met een zandkern. Deze regionale keringen zijn tevens afgedekt met een met gras begroeide sterk zandig afdeklaag. Doordat de toetsmethodiek in het VTV sterk is toegeschreven naar de primaire keringen, en gras op een sterk zandige afdeklaag in het algemeen niet als bekleding voorkomt bij de primaire keringen in Nederland, is geconstateerd dat het VTV geen geschikte toetsmethodiek voor deze regionale keringen aanreikt. Voor de grastoets zal daarom een geavanceerde toets uitgevoerd moeten worden. Deze bijlage gaat nader in over de mogelijkheden voor de geavanceerde toets.

C.1 Afschuiving bekleding niet mogelijk bij gras op zand

Op basis van het VTV zal de grasmat getoetst moeten worden op erosie (door golfklap en golfoploop) en afschuiving. Hoewel het VTV geen aanwijzingen geeft voor de toetsing van gras op een zandig afdeklaag, kan afgeleid worden dat afschuiving van bekleding niet mogelijk is. De fenomenologische beschrijving (Deltares, 2016) geeft namelijk de volgende beschrijving voor de afschuiving van de bekleding op het buitentalud:

Tijdens extreme omstandigheden, bij een hoge waterstand en hoge golven, kan een voor de stabiliteit van de bekleding op het buitentalud ongunstige situatie optreden. Als het freatisch vlak in het zand onder de klei hoog is, dan is ook de druk onder de kleilaag hoog. Echter op het moment van golfneerloop, vlak voordat er een volgende golf op het talud klapt, is de druk op het talud juist laag. Hierdoor ontstaat over een deel van de kleilaag een ongunstig buitenwaarts gericht verval. Op het punt van maximale golfneerloop is het drukverschil over de kleilaag het grootst, zie onderstaande figuur. Hier zal de effectieve spanning op het grensvlak tussen de kleilaag en het zand het meest afnemen of zelfs helemaal verloren gaan, wat kan leiden tot stabiliteitsverlies van de kleilaag.



Figuur 4: Gemodelleerde weergave kritische situatie voor de stabiliteit van de kleibekleding bij golfneerloop

Voor zandkeringen met gras op een sterk zandige afdeklaag kan deze situatie echter *niet* optreden. Door de grote doorlatendheden van de kern en de afdeklaag kan geen buitenwaarts gericht verval over de grasmat ontstaan. Op basis van deze beschrijving van het faalproces kan aangetoond worden dat afschuiving van bekleding geen relevant beoordelingsaspect is voor keringen met een zandkern, afgedekt met een met gras begroeide sterk zandig afdeklaag.

C.2 Nadere beschrijving faalproces erosie meenemen in beheerdersoordeel

Hoewel het afschuiven van bekleding niet kan optreden, is erosie door golfklap en golfoploop wel mogelijk. In Bijlage III van de Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017 (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2017) worden verder ook aanwijzingen gegeven voor de uitvoering van een geavanceerde toets voor bekledingen. Hierbij is aangegeven dat het mogelijk is om een geavanceerde toets uit te voeren door:

- het nauwkeuriger beschrijven van het faalproces,
- wat er gebeurt bij instabiliteit en hoelang het duurt voordat het optreedt
- of er nog voldoende reststerkte aanwezig is voor het resterende veel van het hoogwater.

Door het waterschap is aangegeven dat de keringen met grasbekleding op zand in het algemeen overgedimensioneerd zijn. Bij het falen van de bekleding is veel restprofiel over. Verder geldt ook dat de stroomsnelheden in het regionale watersysteem zeer laag zijn doordat het water juist onder maatgevende condities niet afgevoerd kunnen worden. Daarnaast is er sprake van relatief kleine golfbelastingen (tussen 0,08m en 0,42m). Door de lage stroomsnelheden en kleine golfbelastingen is het moeilijk om zandkorrels te initiëren en in beweging te brengen waardoor de erosiesnelheid zeer laag zal zijn. Tenslotte geeft het waterschap aan dat maatgevend hoogwater maximaal 1 à 2 dagen duurt. Door de korte duur van het hoogwater zal naar verwachting weinig erosie plaatsvinden. Het is daarom niet waarschijnlijk het falen van de bekleding resulteert in dermate grote hoeveelheden erosie dat de waterkering zelf faalt.

Op dit moment zijn binnen de voorschriften geen methoden voorgeschreven om de erosie en de reststerkte van de zandkering in kaart te brengen. Het rapport Reststerkte van dijken na initiële schade, deel 7, reststerkte van de zandkern (Deltares, 2010) geeft echter aanwijzingen om de reststerkte te kwantificeren. Het rapport benoemt hier bijvoorbeeld het rudimentair erosiemodel van Van der Meer (2000). Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat de formules in het Deltares rapport bedoeld zijn voor een indicatie van de reststerkte. De modellen zijn veelal niet gevalideerd met praktijkvoorbeelden. Geadviseerd wordt om de resultaten alleen mee te nemen in het beheerdersoordeel.

C.2.1 Toepassen bewezen sterkte niet kansrijk

Een gedeelte van de regionale waterkeringen binnen Waterschap Aa en Maas zijn in 1995 belast met maatgevende condities. Tijdens het hoogwater zijn geen schades opgetreden aan de regionale keringen. Het is echter zeer lastig om dit als bewezen sterkte te gebruiken. De aantoonbaarheid is namelijk een uitdaging:

- In 1998 zijn de keringen nog niet aangewezen als regionale waterkeringen. Hierdoor is de inspectie en vastlegging van waarnemingen tijdens hoogwater minder goed ingericht dan bij de primaire waterkeringen. Hierbij geldt ook nog dat juist omdat geen faalverschijnselen zijn opgetreden, er weinig is vastgelegd. De verwachting is dat het archief van het waterschap weinig gegevens bevat over de staat van de waterkering tijdens en na het hoogwater van 1998. Tevens geldt dat de beheerder die in 1998 actief was in het gebied, niet meer werkzaam is bij het waterschap;
- Doordat de keringen pas in de recentere jaren aangewezen zijn als regionale keringen, zijn beperkte gegevens vastgelegd over de staat van de grasbekleding. Hierdoor is moeilijk aan te tonen dat de bekleding niet in een slechtere staat is dan in 1998.

C.3 Praktijkproeven grasbekleding op zand

Naast afschuiving van de bekleding dient ook de erosiebestendigheid van de bekleding beoordeeld te worden. Voor de erosiebestendigheid kan gekeken worden naar keringen die vergelijkbaar zijn als de keringen bij Waterschap Aa en Maas.

In 2010 is in opdracht van Deltares overslagproeven met een overslagsimulator uitgevoerd op de aan de Vecht gelegen rivierdijken. Deze proeven vonden plaats binnen het project Golfoverslag en Sterkte Grasbekleding als onderdeel van het Sterkte & Belastingen Waterkeringen programma (SBW). De beproefde waterkering van de Vecht heeft een kern van zand en is afgedekt met een met gras begroeide sterk zandige (gemiddeld 90%) afdeklaag. Het rapport Factual Report Vechtdijk (Infram, 2010) beschrijft de resultaten van deze proeven. Hieruit is gebleken dat de bekleding onder een overslagdebiet van 10 l/m/s zeer weinig verandering toonde. Vanaf een zware belasting met een overslagdebiet van 30 l/m/s begon schade te ontstaan. Deze resultaten zijn ook benoemd in de Handreiking toetsen grasbekleding op dijken t.b.v. het opstellen van het beheerdersoordeel (BO) in de verlengde derde toetsronde (Rijkswaterstaat, 2010). Hierin is het volgende geconcludeerd:

> *Bij golfoverslagproeven op de Vechtdijk, een volledige zanddijk nabij Zwolle, is gebleken dat de zwakke bindingen die de zandkorrels in de sterk doorwortelde toplaag bij elkaar hield, voldoende waren om zeer grote golfoverslagvolumes te weerstaan. Ook toen de zode zelf was verwijderd en het restant van de toplaag werd blootgesteld aan de overslaande golven bleek de bekleding nog erosiebestendig. Onder de sterk doorwortelde toplaag bestond de dijk uit los zand.*

De handreiking geeft aan dat dit onder ander komt door cementatie. Cementatie is een proces waardoor de poriën in een (zand)bodem opgevuld raken door de neerslag van mineralen. Het gevolg is dat de losse deeltjes waaruit de bodem bestaat aan elkaar gekit raken tot aggregaten, wat de bodem

consolideert en de stabiliteit ervan bevordert. Voor het bepalen van de mate van cementatie van dijkgraslanden bestaat vooralsnog geen praktische meetmethode.

Hoewel er niet aangetoond kan worden dat de keringen van Waterschap Aa en Maas volledig vergelijkbaar zijn met de Vechtdijk, suggereren de resultaten dat het kansrijk is om de additionele sterkte van gras op zand in kaart gebracht kunnen worden met praktijkproeven. Het waterschap kan hierbij overwegen om een geavanceerde toets uit te voeren met de golfklap en de golfoploop simulatoren.