



Addendum op het Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006 m.b.t. primaire waterkeringen van de categorie c

Inhoudsopgave

.....

Inleiding	1
1. Algemeen	2
1.1 Wettelijk kader primaire waterkeringen van de categorie c.....	2
1.2 Toetsinstrumentarium voor primaire keringen van de categorie c...3	
1.3 Typologie categorie c – keringen.....	5
1.4 Maatgevende situatie per type categorie c – kering.....	6
2. Beoordeling van de veiligheid	10
2.1 Beoordelingswijze	10
2.2 Beoordeling conform toetsingsregels.....	10
2.3 Beoordeling behoud toestand kering 1996.....	12
2.4 Hydraulische belasting: beoordeling per faalmechanisme.....	14
3. Belastingen	16
3.1 Belastingssituaties	16
3.2 Hydraulische randvoorwaarden voor c-keringen.....	17
3.3 Toelichting bij HR-C2006.....	17
3.4 Hydraulische parameters.....	17
3.4.1. Waterstanden	18
3.4.2. Golven	19
3.4.3. Waterstandsverlopen	21
3.4.4. Stroomsnelheden.....	21
3.5 Overige belastingen.....	22
4. Beoordelingsporen	23
4.1 Hoogte (HT).....	23
4.1.1. Belasting (HT)	23
4.1.2. Sterkte (HT).....	25
4.1.3. Beoordeling (HT).....	25
4.2 Piping/heave (STPH).....	26
4.2.1. Belasting (STPH).....	26
4.2.2. Sterkte (STPH).....	26
4.2.3. Beoordeling (STPH)	26
4.3 Macro-stabiliteit binnenwaarts (STBI).....	27
4.3.1. Belasting (STBI).....	27
4.3.2. Sterkte (STBI).....	27

4.3.3.	Beoordeling (STBI).....	27
4.4	<i>Macro-stabiliteit buitenwaarts (STBU)</i>	27
4.4.1.	Belasting (STBU).....	27
4.4.2.	Sterkte (STBU)	28
4.4.3.	Beoordeling (STBU)	28
4.5	<i>Micro-stabiliteit (STMI)</i>	29
4.6	<i>Bekledingen (STBK)</i>	29
4.7	<i>Voorland (STVL)</i>	29
4.8	<i>Kunstwerken (WK & BC)</i>	29
4.9	<i>Niet-waterkerende objecten (NWO)</i>	29
	Literatuur	30
	Begrippen en afkortingen	31

Bijlagen:

Bijlage A: Overzicht toetschema per categorie c-kering

Bijlage B: Waterstandsverlooptijnen Hollandsche IJssel en Afgedamde Maas

Inleiding

.....

Dit addendum op het Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006 met betrekking tot de primaire waterkeringen van de categorie c (afgekort VTV-C) bevat in aanvulling op het Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006 regels volgens welke de toetsing van de primaire waterkeringen van de categorie c dient te worden uitgevoerd.

Dit addendum is uitsluitend bedoeld voor de beoordeling van de door primaire waterkeringen van de categorie c geboden veiligheid tegen overstroming van dijkkringgebieden. De beoordeling van de kering op basis van dit toetsvoorschrift betreft alleen de functie als primaire waterkering van de categorie c.

Het is voor het eerst dat voor de categorie c-keringen specifieke toetsingsregels zijn opgesteld.

Dit addendum sluit aan bij het Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006. Bij de toetsing van de c-keringen worden de regels van dit addendum gebruikt in aanvulling op de regels van het Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006. Voor de toetsing van de c-keringen wordt dus gebruik gemaakt van dit addendum én het Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006. In dit addendum wordt aangegeven op welke wijze de toetsmethode uit het Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006 gebruikt dient te worden voor de toetsing van de c-keringen, en welke eventuele specifieke afwijkingen daarbij gelden.

Dit addendum is opgesteld in opdracht van de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat, onder verantwoordelijkheid van het Directoraat-Generaal Water door de Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA), Deltares en HKV_{Lijn in water}. Bij de totstandkoming is een begeleidingsgroep betrokken van beheerders en provincies.

1. Algemeen

1.1 Wettelijk kader primaire waterkeringen van de categorie c

In het kader van de Wet op de waterkering (Wwk) zijn gebieden onderscheiden die door een stelsel van waterkeringen beveiligd (moeten) zijn tegen overstroming, de zogenaamde dijkkringgebieden. Bij de aanwijzing van primaire waterkeringen zijn verschillende categorieën onderscheiden. Deze indeling is onder andere gebaseerd op het al of niet direct keren van buitenwater. Naast primaire waterkeringen die dienen voor de directe kering van buitenwater (categorie a en b) zijn tevens primaire keringen aangewezen die niet bestemd zijn tot de directe kering van buitenwater, maar wel deel uitmaken van het gesloten stelsel van waterkeringen van een dijkkring. Deze groep van waterkeringen betreft de zogenaamde categorie c. Primaire keringen van de categorie c vormen een onderdeel van 30 dijkringen, verspreid over het gehele land met uitzondering van de provincie Limburg. Figuur 1.1 geeft een overzicht van de ligging van de c-keringen.

Op een bij de wet behorende bijlage (II) is voor elk dijkkringgebied de veiligheidsnorm aangegeven, als gemiddelde overschrijdingskans (per jaar) van de hoogste hoogwaterstand waarop de tot directe kering van het buitenwater bestemde primaire waterkering moet zijn berekend, mede gelet op overige het waterkerend vermogen bepalende factoren (artikel 3, eerste lid, Wwk). Voor de primaire waterkeringen, niet bestemd tot directe kering van het buitenwater (de c-keringen) stelt de Wwk, dat deze, zolang voor de dijkkring waartoe zij behoren geen veiligheidsnorm krachtens het tweede lid (de overstromingskans) is vastgesteld, tenminste gelijke veiligheid moeten bieden als op datum van inwerkingtreding van deze wet (15 januari 1996) (artikel 3, derde lid, Wwk).

Deze eis is er op gebaseerd dat, gegeven de uiteindelijk beoogde beveiliging van het dijkkringgebied, de sterkte van de categorie c-keringen op enigerlei wijze zal moeten zijn afgestemd op de mate van veiligheid die de tot directe kering van buitenwater bestemde waterkeringen bieden, zodat de mate van beveiliging van het gehele dijkkringgebied gelijkwaardig is. Uitgangspunt daarbij is een gedachte waarbij de tot de veiligheid van een bepaalde dijkkring dienende primaire waterkeringen als één geheel de betreffende veiligheid moeten bieden. Voor de categorie c-keringen is in het kader van het wetsontwerp gesteld dat zij een aan de overschrijdingskans evenwaardige veiligheid moeten blijven of gaan bezitten [MvT, 1989, blz. 13].

In de Memorie van Toelichting wordt als maatstaf voor de eis van gelijke veiligheid voor de categorie c-keringen, zolang geen specifieke toetsmethode

voorhanden is, "het behoud van de toestand zoals die in de legger is aangeduid" [MvT, 1989, blz. 49] aangegeven.

Figuur 1-1

Overzicht ligging primaire keringen van de categorie c



1.2 Toetsinstrumentarium voor primaire keringen van de categorie c

Naar aanleiding van de tweede toetsing van de primaire waterkeringen heeft de Inspectie Verkeer en Waterstaat in de Landelijke Rapportage Toetsing 2006 [IVW, 2006] geconcludeerd, dat de toetsing van de c-keringen aan de eis van behoud van de toestand zoals die in de legger is aangeduid, tijdens de tweede ronde toetsing geen reëel beeld in de veiligheidstoestand van de c-keringen heeft opgeleverd.

In overleg met de provincies en beheerders heeft het Rijk geconcludeerd dat deze situatie in de eerste en tweede toetsronde voor de c-keringen niet wenselijk was. Voor alle bij het toetsproces betrokken partijen is het van belang dat een beter inzicht in de veiligheidssituatie van categorie c-keringen ontstaat. Daarom is in het Landelijk Bestuurlijk Overleg Hoogwaterbescherming (LBOH) van eind 2006 afgesproken om voor de derde toetsronde een toetsinstrumentarium voor de c-keringen te ontwikkelen, bestaande uit een addendum bij het Voorschrift Toetsen op Veiligheid en bij de Hydraulische Randvoorwaarden 2006.

Conform de artikelen 4 en 5a van de Wwk worden hydraulische randvoorwaarden en het voorschrift toetsen voor primaire keringen door het Rijk vastgesteld. Op grond van deze artikelen worden ook voor de primaire keringen van de categorie c toetsingsregels en hydraulische randvoorwaarden vastgesteld.

Vanuit de wens om een reëler beeld te krijgen van de actuele veiligheidssituatie van de c-keringen wordt in dit addendum via een toetsvoorschrift nader invulling gegeven aan de toetsing van de c-keringen.

Uitgangspunt van dit toetsvoorschrift voor de categorie c-keringen vormt het geldende wettelijke kader van de Wet op de waterkering, zoals beschreven in paragraaf 1.1. Algemeen uitgangspunt voor de toetsvoorschriften voor c-keringen is de beoordeling of de c-kering de veiligheid biedt die de c-kering behoort te bieden, vanwege de norm van het dijkkringgebied waar de c-kering deel van uit maakt. Primaire keringen van de categorie c maken immers deel uit van het stelsel van waterkeringen dat een dijkkringgebied omsluit en hebben daarmee een functie in de beveiliging tegen overstroming van het dijkkringgebied. Deze veiligheid is enerzijds afhankelijk van de sterkte van de kering, anderzijds van de belasting.

Tot nu toe was voor c-keringen geen hydraulische belastingsituatie afgeleid. Om een reëler beeld in de veiligheidssituatie van de c-kering te verkrijgen, zijn voor de c-keringen, waarvoor dit naar hun aard mogelijk is, hydraulische randvoorwaarden afgeleid (zie HR-C2006). De belastingsituatie voor de c-kering vormt daarbij een afgeleide van de norm voor het dijkkringgebied, zoals vastgelegd in de Wwk. Deze norm is uitgedrukt in de overschrijdingskans van de voorliggende a- of b-kering. In paragraaf 1.4 wordt nader ingegaan op de beschouwde maatgevende situatie voor de c-keringen.

Voor een aantal c-keringen, waarvoor dit naar hun aard niet mogelijk is, zijn geen hydraulische randvoorwaarden afgeleid.

De toetsingsregels sluiten zo veel mogelijk aan bij de toetsingsregels uit het Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006. Indien hier voor de c-keringen van moet worden afgeweken, wordt dit uitdrukkelijk in dit VTV-C aangegeven.

1.3 Typologie categorie c – keringen

In het kader van dit toetsvoorschrift wordt op basis van hun aard, en de daarvan afgeleide (al dan niet optredende) hydraulische belasting, onderscheid gemaakt in twee typen c-keringen die:

1. oppervlaktewater keren dat van het buitenwater is afgesloten door een verbindende waterkering van de categorie b;
2. deel uitmaken van een dijkkring als gemeenschappelijke scheiding tussen twee aangrenzende dijkkringgebieden, waarbij twee situaties voorkomen:
 - a. de categorie c-kering scheidt twee dijkkringgebieden met een gelijke veiligheidsnorm;
 - b. de categorie c-kering scheidt twee dijkkringgebieden met een ongelijke veiligheidsnorm.

Ten aanzien van de c-keringen van type 1 geldt dat zich in de verbindende waterkering (van de categorie b) waterkerende kunstwerken kunnen bevinden:

- die onder dagelijkse omstandigheden gesloten zijn, bijvoorbeeld de Roggebotsluis in de Veluwe Randmeren, en de sluisen in de dammen langs de Grevelingen;
- die onder dagelijkse omstandigheden open zijn, zoals de stormvloedkering Hollandsche IJssel.

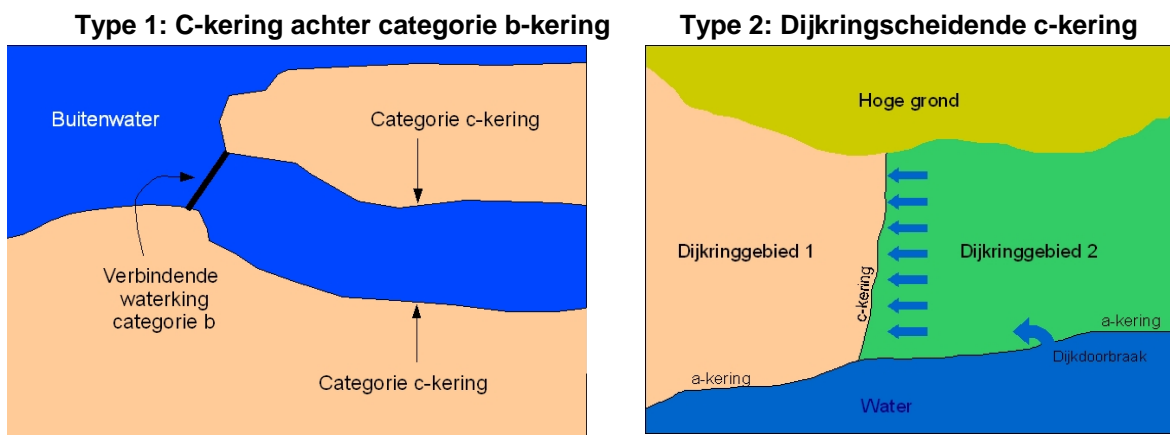
Bij de dijkkringscheidende c-keringen doen zich enkele bijzondere situaties voor, waarbij de c-kering zich bevindt:

- achter een c-kering: de kering langs het Markiezaatsmeer tussen de dijkkringgebieden West – Brabant (dijkring 34) en de Kreekrakpolder (dijkring 33);
- achter een kering in het buitenland: de kering langs de Westerwoldsche Aa (dijkring 6) en de Kreekrakpolder.

.....
Figuur 1-2

Geschematiseerde weergave van beide typen c-keringen

Figuur 1.2 geeft een geschematiseerde weergave van c-keringen achter een b-kering (type 1) en dijkkringscheidende c-keringen (type 2).



Per type c-kering gelden specifieke uitgangspunten ten aanzien van de toets op veiligheid, de belastingsituatie en de afleiding van de hydraulische randvoorwaarden. Uitgangspunten ten aanzien van de beoordelingswijze van de veiligheid worden in dit addendum beschreven. De uitgangspunten die zijn gehanteerd bij de afleiding van de hydraulische randvoorwaarden zijn beschreven in HR-C2006 [Min. V&W, 2008].

1.4 Maatgevende situatie per type categorie c – kering

In deze paragraaf wordt per type c-kering (zie paragraaf 1.3) aangegeven welke situatie als maatgevende situatie voor de c-kering wordt beschouwd, afgeleid van de norm van het dijkkringgebied waartoe de c-kering behoort. Daarbij wordt ervan uitgegaan dat de voorliggende a- en b-keringen tot en met de normsituatie voor het dijkkringgebied de daarbij behorende hydraulische belasting keren.

Type 1: c-kering achter een verbindende waterkering van de categorie b

In de normsituatie voor het dijkkringgebied is het voor de c-kering liggende water afgesloten van het buitenwater door de voorliggende b-kering¹. Voor de beoordeling van de veiligheid van de c-kering wordt als maatgevende situatie in aanmerking genomen, de hoogwaterstand en andere zodanige factoren die op kunnen treden op het voor de c-kering liggende water, met een kans van voorkomen die gelijk is aan de voor de dijkkring geldende overschrijdingskans waarop de tot directe kering van het buitenwater bestemde primaire waterkering moet zijn berekend.

Per c-kering van dit type zijn de hydraulische randvoorwaarden afgeleid (zie HR-C2006).

Voorbeeld

Een c-kering gelegen achter een b-kering behoort tot een dijkkringgebied met een norm van 1/10.000. De c-kering wordt getoetst op de hydraulische belastingsituatie, behorend bij de 1/10.000-situatie van het voor de c-kering liggende water, afgesloten van het buitenwater door de b-kering.

Type 2: dijkringscheidende c-kering

Type 2a: als scheiding van dijkkringgebieden met gelijke veiligheidsnorm

In de normsituatie voor het dijkkringgebied, wordt dit type c-kering niet hydraulisch belast². Voor dit type c-keringen zijn daarom geen hydraulische randvoorwaarden afgeleid.

¹ Uitgangspunt is dat de voorliggende b-kering de hydraulische belasting tot en met de normsituatie voor deze b-kering keert.

² Uitgangspunt is dat de voorliggende a-kering de hydraulische belasting tot en met de normsituatie voor deze a-kering keert. Aangezien de normen voor beide dijkkringgebieden gelijk zijn, treedt in de normsituatie voor beide dijkkringgebieden geen overstroming van (één van) de gebieden op.

Type 2b: als scheiding van dijkkringgebieden met ongelijke veiligheidsnorm

C-kering als onderdeel van de dijkkring met de hoogste veiligheidsnorm

Voor de c-kering als onderdeel van het dijkkringgebied met de hoogste norm geldt voor de maatgevende situatie het volgende.

Op grond van de wettelijke norm dient de voorliggende a-kering van het dijkkringgebied met de laagste veiligheidsnorm, de hydraulische belasting te keren tot en met deze norm. Bij een hogere belasting kan deze a-kering doorbreken, waardoor een hydraulische belasting tegen de c-kering kan ontstaan.

Voor de beoordeling van de veiligheid van de c-kering wordt als maatgevende situatie in aanmerking genomen de hoogwaterstand en andere zodanige factoren die op kunnen treden in het overstroomde dijkkringgebied tegen de c-kering, die ontstaat bij een doorbraak van de voorliggende a-kering, als gevolg van een belastingsituatie op het buitenwater met een kans van voorkomen die gelijk is aan de voor de dijkkring met de hoogste norm waartoe de c-kering behoort geldende norm.

Per c-kering van dit type zijn, als onderdeel van het dijkkringgebied met de hoogste norm, hydraulische randvoorwaarden afgeleid (zie HR-C2006).

Voorbeeld:

Een c-kering vormt de scheiding tussen twee dijkkringgebieden met een norm van 1/2000 en een norm van 1/1250. Als onderdeel van de dijkkring met de hoogste norm wordt de c-kering getoetst op de belastingsituatie, die voor de c-kering ontstaat bij een doorbraak van de a-kering, die behoort tot de dijkkring van het dijkkringgebied met een norm van 1/1250, bij een 1/2000-situatie op het buitenwater.

C-kering als onderdeel van de dijkkring met de laagste veiligheidsnorm

Als onderdeel van het dijkkringgebied met de laagste veiligheidsnorm geldt dat in de normsituatie voor dit dijkkringgebied de c-kering niet hydraulisch wordt belast³. Voor de c-keringen van dit type zijn, als onderdeel van het dijkkringgebied met de laagste norm, geen hydraulische randvoorwaarden afgeleid.

Voorbeeld

Een c-kering vormt de scheiding tussen twee dijkkringgebieden met een norm van 1/2000 en een norm van 1/1250. Als onderdeel van het dijkkringgebied met de norm 1/1250 wordt de c-kering hydraulisch niet belast.

Langs regionaal watersysteem

Sommige c-keringen van het type 2b bevinden zich langs een regionaal watersysteem. De functie als categorie c-kering betreft de bescherming van het dijkkringgebied tegen een overstroming vanuit het voorliggende dijkkringgebied met een lagere veiligheidsnorm (en niet tegen een overstroming vanuit het regionale water). De aanwezigheid van een regionaal watersysteem

³ Uitgangspunt is namelijk dat de voorliggende a-kering de hydraulische belasting tot en met de normsituatie voor deze a-kering keert.

met een tegenoverliggende kering kan van invloed zijn op de hydraulische belasting van de c-kering tijdens de maatgevende situatie. Zodoende wordt nader onderscheid gemaakt in dijkringscheidende c-keringen van type 2b die:

- I. niet (direct) grenzen aan open water;
- II. wel (direct) grenzen aan open water.

Voorbeelden zijn:

- I: de Diefdijklinie en de scheidingsdijk Walcheren en Zuid-Beveland.
- II: de westelijke kade Amsterdam-Rijn kanaal en Drongelens kanaal.

Ten aanzien van de toets op veiligheid geldt bij deze indeling dat:

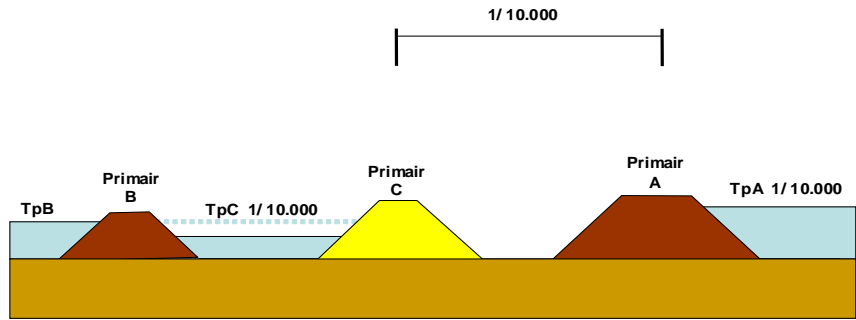
- I: het zelden optreden van een hydraulische belasting speciale aandacht vergt bij de schematisering van enkele uitgangspunten. Deze aandachtspunten worden bij de uitwerking van de beoordelingssporen in hoofdstuk 4 steeds per faalmechanisme genoemd.
- II: vaak is op korte afstand van de c-kering een regionale waterkering aanwezig aan de overzijde van het betreffende regionale water. Deze tegenoverliggende regionale waterkering heeft geen beschermde status in de zin van de Wwk, en maakt (waterstaatkundig) geen onderdeel uit van de c-kering.

Zodoende dient voor deze c-keringen bij de uitwerking van de toetssporen rekening te worden gehouden met enkele specifieke uitgangspunten. Daarmee verschilt de beoordelingswijze van deze keringen ten opzichte van de beoordelingswijze zoals voor de a- en b-keringen is beschreven in het VTV2006.

De figuren 1.3 tot en met 1.6 geven een schematische dwarsdoorsnede van de verschillende typen c-keringen.

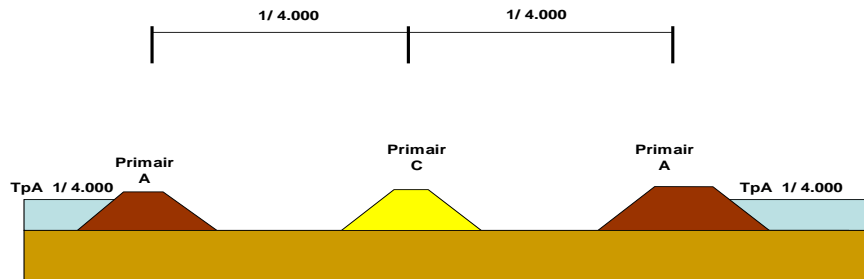
.....
Figuur 1-3

Geschematiseerde
dwarsdoorsnede c-kering achter
cat.b-kering (type 1)



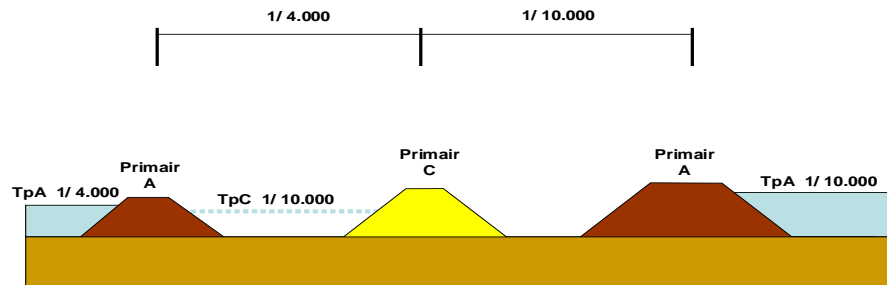
.....
Figuur 1-4

Schematische dwarsdoorsnede
dijkingscheidende c-kering met
gelijke norm (type 2a)



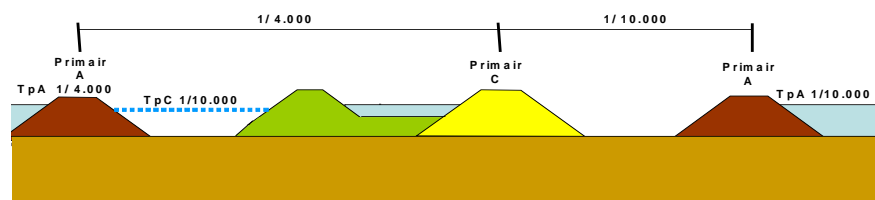
.....
Figuur 1-5

Schematische dwarsdoorsnede
dijkingscheidende c-kering niet
aan open water (type 2b I)



.....
Figuur 1-6

Schematische dwarsdoorsnede
dijkingscheidende c-kering aan
open (regionaal) water (type 2b II)



Toelichting bij de figuren

Met 1/4.000 en 1/10.000 wordt de norm van de dijkingsgebieden aangegeven.
TpA, -B en -C staat voor het toetspeil van respectievelijk de a-, b- en c – kering.

2. Beoordeling van de veiligheid

2.1 Beoordelingswijze

Conform paragraaf 2.1.1 van Katern 2 van het VTV2006 (figuur 2 - 2.2) kent de uitwerking van de toets op veiligheid drie onderdelen:

1. beoordeling conform de toetsingsregels uit dit addendum en het VTV2006;
2. beheerdersoordeel;
3. veiligheidsoordeel.

In dit addendum wordt alleen nader ingegaan op het onderdeel “beoordeling conform de toetsingsregels”. Beide overige onderdelen moeten worden doorlopen conform de beoordelingswijze zoals die geldt voor a- en b-keringen, en is beschreven in het VTV2006 en nader uitgewerkt op grond van het Draaiboek Toetsen [DGW, 2007].

2.2 Beoordeling conform toetsingsregels

Bij de beoordeling conform de toetsingsregels wordt in dit addendum een belangrijk onderscheid gemaakt tussen de c-keringen op basis van het al of niet optreden van een hydraulische belasting van de c-kering tijdens de normsituatie van het dijkkringgebied. C-keringen waarvoor hydraulische randvoorwaarden zijn afgeleid worden hieraan getoetst. Voor c-keringen, waarvoor in de normsituatie van het dijkkringgebied geen hydraulische belasting tegen de c-kering optreedt, wordt beoordeeld of hun toestand conform de toestand in 1996 is.

Type 1: c-kering achter een verbindende waterkering van categorie b

Dit type c – kering dient als onderdeel van de dijkkring, waartoe de c-kering behoort, te worden getoetst, en in de eindwaardering van de dijkkring te worden meegenomen. De beoordeling van de veiligheid betreft het zo goed mogelijk bepalen van de sterkte van de waterkering aan de hand van verschillende faalmechanismen, en het vergelijken daarvan met de belastingen behorende bij de norm. In het algemeen kent de beoordeling van deze c-keringen weinig tot geen verschil met de beoordelingswijze voor a- en b-keringen. Paragraaf 2.4 gaat hier nader op in.

Type 2: dijkringscheidende c-kering

Type 2a: als scheiding van dijkkringgebieden met gelijke veiligheidsnorm

Dit type c – kering dient als onderdeel van beide dijkkringen, waartoe de c-kering behoort, getoetst te worden, en ook in de eindwaardering van beide dijkkringen te worden meegenomen. Daarbij geldt dat de c-kering tijdens de normsituatie niet hydraulisch wordt belast. Bij de beoordeling of de c-kering de vereiste veiligheid biedt, wordt nagaan of de toestand van de c-kering bij

inwerkingtreding van de Wwk (15 januari 1996) (tenminste) behouden is. Paragraaf 2.3 gaat hier nader op in.

Type 2b: als scheiding van dijkringen met ongelijke veiligheidsnorm

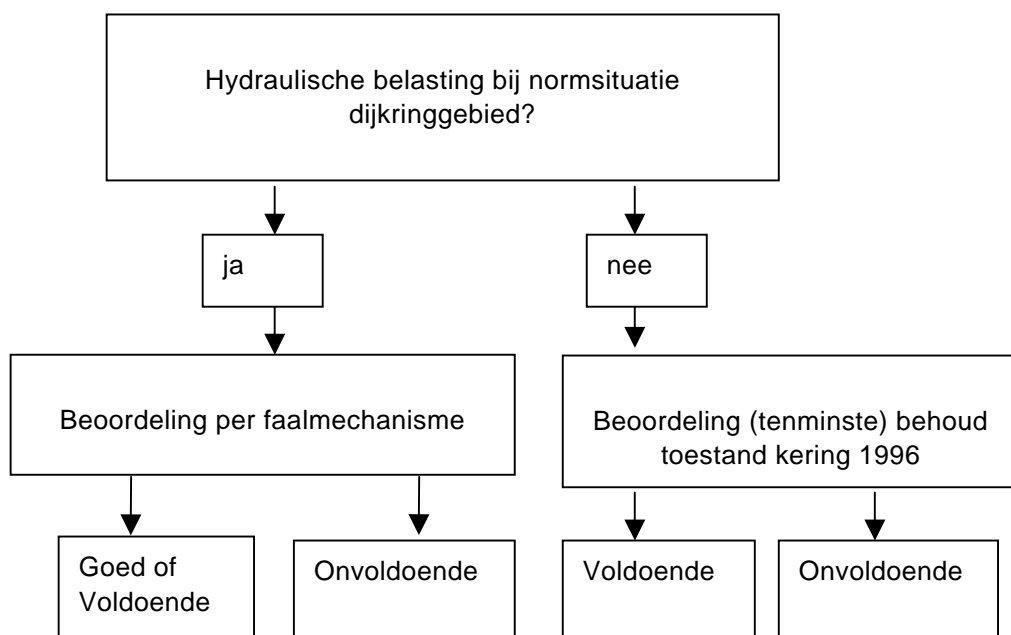
De c-kering dient als onderdeel van de dijkkring met de hoogste veiligheidsnorm te worden getoetst.

De beoordeling van de veiligheid betreft het zo goed mogelijk bepalen van de sterkte van de waterkering aan de hand van verschillende faalmechanismen, en het vergelijken daarvan met de belastingen behorende bij de norm. Paragraaf 2.4 gaat hier nader op in.

De beoordeling conform de toetsingsregels is weergegeven in figuur 2.1.

Figuur 2-1

Toetsschema voor de beoordeling conform de toetsingsregels



Tabel 2-1

Toetsmethode per type kering

Conform bovenstaande worden de verschillende typen c-keringen getoetst aan de vereisten zoals weergegeven in tabel 2.1. Dit wordt nader toegelicht in paragraaf 2.3 en 2.4. Bijlage A presenteert voor alle c-keringen specifiek de vereiste toetsmethode.

Type c-kering	Toetsmethode
Type 1: c-kering achter b-kering	Beoordeling per faalmechanisme conform VTV2006 op basis van HR-C2006
Type 2a: dijkringscheidende c-kering <u>gelijke norm</u>	Beoordeling (tenminste) behoud toestand 1996 conform VTV-C
Type 2b: dijkringscheidende c-kering <u>ongelijke norm</u> ^{*1, *2}	Alleen als onderdeel van de dijkkring met de hoogste norm: Beoordeling per faalmechanisme conform VTV-C op basis van HR-C2006

*1: Met uitzondering van de kering langs de Westerwoldsche Aa, voor deze kering dient het behoud van de toestand uit 1996 te worden beoordeeld vanwege de afwezigheid van HR (zie voor een toelichting HR-C2006)

*2: Hierbij gelden speciale uitgangspunten voor met name c-keringen gelegen langs regionale watersystemen, zoals de kering langs het Drongelens kanaal en het Amsterdam-Rijnkanaal.

Aanvullend geldt dat op enkele specifieke locaties van sommige overige c-keringen evenmin sprake is van een hydraulische belasting tijdens de normsituatie, bijvoorbeeld doordat sprake is van een lokaal verhoogd voorland (haven- en industrieterreinen) of nabij de aansluiting op de hoge gronden waar het maaiveldniveau zich boven toetspeil bevindt. Voor deze locaties dient de veiligheid als volgt te worden beoordeeld:

- hoog maaiveldniveau (nabij aansluiting hoge gronden): beoordeling op basis van (tenminste) het behoud van de toestand van de c-kering sinds de inwerkingtreding van de Wwk (15 januari 1996);
- lokaal verhoogd voorland: beoordeling op basis van de hydraulische randvoorwaarden.

2.3 Beoordeling behoud toestand kering 1996

C-keringen waarvoor geen hydraulische randvoorwaarden zijn afgeleid moeten getoetst worden aan het vereiste van behoud van de toestand van de kering in 1996. Dit betreft:

- alle c-keringen van het type 2a;
- de c-kering langs de Westerwoldse Aa;
- locaties langs overige c-keringen waar tijdens de normsituatie geen hydraulische belasting optreedt door een hoog maaiveldniveau (nabij aansluiting hoge gronden).

De toelichting bij de Wwk stelt dat aan de eis van behoud van de toestand van de kering bij inwerkingtreding van de Wwk wordt voldaan bij het behoud van de toestand van de kering zoals aangeduid in de legger. Wanneer een legger aanwezig is dient getoetst te worden of de toestand behouden is. Bij afwezigheid van een legger moet de huidige toestand van de kering worden vergeleken met de toestand van de kering op de dag van inwerkingtreding van de Wet. Hierbij dient alleen aandacht te worden besteed aan veranderingen in de toestand van de waterkering waar het:

1. de sterkte van de waterkering betreft; en
2. alleen aantastingen van de sterkte betreft.

Ad.1 Veranderingen in de toestand ten aanzien van de belasting van de kering worden niet beschouwd.

Ad.2 Bij veranderingen in de toestand die een verbetering van de sterkte vormen geldt dat de sterkte is behouden, waarmee eveneens wordt voldaan aan de eis tot het behoud van de toestand. De eis tot het behoud van de toestand geldt als een minimum. In onderstaande tekst dient "behoud toestand" dan ook steeds als "tenminste het behoud van de toestand" te worden gelezen.

De vergelijking van de toestand vergt een controle op het voorkomen van aantastingen van de sterkte van de waterkering sinds 1996. Voorbeelden van dergelijke aantastingen zijn:

- aantasting van het dwarsprofiel van de kering, bijvoorbeeld door ontgravingen in het kader van de aanleg van niet-waterkerende objecten;
- aantasting van de sterkte van de kering door de aanleg van niet-waterkerende objecten;
- een eroderende vooroever;

-
- ontgravingen in het voor- en achterland binnen de stabiliteitszone⁴ of behorende bij de benodigde kwelweglengte⁵;
 - een verlaging van het polderpeil binnendijs.

Bij deze controle dient te worden vastgesteld of sprake is van:

1. nadelige verandering van de geometrie van de kering;
2. nadelige invloed van ingrepen en / of maatregelen op, in of nabij de c-kering op de sterkte van de kering.

Ad.1 Dit vergt een vergelijking van de geometrie van de kering in 1996 en het huidige profiel. Hierbij dient te worden beschouwd:

- het dwarsprofiel van de kering zelf;
- het voorland tot een afstand gelijk aan de vereiste kwelweglengte in het voorland of 25 meter vanaf de dijkteen, doch tenminste 3 maal het hoogteverschil tussen het maaiveld en de kruin van de kering;
- het achterland tot een afstand gelijk aan 5 maal het hoogteverschil tussen het maaiveld en de kruin van de kering.

Indien gegevens over de toestand van de kering in 1996 ontbreken maar wel wordt beschikt over oudere data, dient een reconstructie van de toestand in 1996 te worden gemaakt.

Ad.2 Dit vergt een inventarisatie van alle ingrepen en / of maatregelen, en vervolgens de beoordeling van de invloed daarvan op de waterkering. Hierbij dient de invloed van de ingreep of maatregel op elke relevant faalmechanisme te worden bepaald. Hierbij volstaat een kwalitatieve aanpak, waarbij per ingreep of maatregel (en per faalmechanisme) de invloed wordt vastgesteld in termen van ongunstige, gunstige of geen invloed. Bij het resultaat "ongunstige invloed" volgt dan het oordeel "toestand 1996 niet behouden".

Bij deze beoordeling van een nadelige verandering of nadelige invloed wordt verder niet (kwantitatief) ingegaan op de werkelijke invloed van de aantasting op de veiligheid van de c-kering. Voorbeeld: een ontgraving in het voorland resulteert in het oordeel dat de toestand niet is behouden, ongeacht de vraag of door deze ontgraving het gevaar voor piping wel is toegenomen. In het beheerdersoordeel bestaat de mogelijkheid om wel (kwantitatief) in te gaan op de invloed van de aantastingen op de veiligheid van de c-kering.

Ten aanzien van het behoud van de toestand gelden de volgende veranderingen niet als aantasting van de c-kering:

- verandering van de toestand van de kering door kruin- en maaiveld daling als gevolg van een geleidelijk zettingsproces, voor zover dit geringe veranderingen van het dwarsprofiel betreft. Als kritieke waarde voor de verandering van het profiel geldt een maximale verandering van 10 cm (in hoogte).

⁴ Voor de stabiliteitszone dient een afstand te worden aangehouden van 3 en 5 maal het hoogteverschil tussen het maaiveldniveau en de kruin van de kering voor respectievelijk het voor- en achterland.

⁵ De beoordeling dient te worden uitgevoerd voor het achter- en voorland tot een afstand van 25 meter van de c-kering, gemeten vanaf de dijkteen.

-
- de toenemende (nadelige) invloed van reeds in 1996 aanwezige bomen op de sterkte van de kering door het groter groeien daarvan (dit wordt beschouwd als autonome ontwikkeling);
 - een toename van de verkeersintensiteit.

Indien de toestand is behouden dient de score voldoende te worden toegekend.

Indien de toestand niet is behouden dient de score onvoldoende te worden toegekend.

N.B. Daarbij geldt de mogelijkheid om in het beheerdersoordeel de invloed van de nadelige verandering van de toestand op de veiligheid aan te geven. Opgemerkt wordt dat niet iedere aantasting per definitie resulteert in een afname van de veiligheid van het beschermde dijkkringgebied.

Voor waterkerende kunstwerken geldt dat de vergelijking van de toestand dient te bestaan uit een controle op het voorkomen van aantastingen van het kunstwerk en het aansluitend grondlichaam, die na 1996 zijn ontstaan. Hierbij geldt dat een afname van de sterkte van de constructieonderdelen en sluitmiddelen door het reguliere verouderingsproces niet als aantasting van de toestand worden beschouwd. Voor het aansluitende grondlichaam gelden dezelfde opmerking als bovenstaand ten aanzien van dijken in het algemeen.

2.4 Hydraulische belasting: beoordeling per faalmechanisme

De veiligheid van c-keringen, die bij de normsituatie van de dijkkring waartoe ze behoren hydraulisch worden belast, wordt conform het VTV2006 beoordeeld ten aanzien van meerdere faalmechanismen. Dit betreft de c-keringen van het type 1 en 2b.

Per faalmechanisme is een toetsspoor opgesteld, zodanig dat zo eenvoudig als redelijkerwijs mogelijk een oordeel over de veiligheid betreffende het beschouwde faalmechanisme kan worden toegekend. Tabel 2.2 presenteert een overzicht.

In het algemeen verschilt voor c-keringen de beoordeling per faalmechanisme weinig van de beoordelingswijze voor a- en b-keringen. Voor de c-keringen achter een b-kering is de beoordeling zelfs identiek aan de beoordelingswijze volgens het VTV2006.

Vanwege het specifieke karakter van de c-keringen die dijkkringgebieden scheiden met een ongelijke norm geldt voor dit type dat enkele faalmechanismen, zoals beschreven in het VTV2006, niet of weinig relevant zijn voor de veiligheid. Verder zal naar verwachting tijdens de uitwerking van de verschillende beoordelingssporen bij dit type vaker kunnen worden volstaan met een eenvoudige beoordeling. Daarbij geldt echter dat mogelijk wel specifieke uitgangspunten bij de schematisering gehanteerd dienen te worden.

Bij de beoordeling van macrostabiliteit binnenwaarts (STBI) wordt enkel de situatie met extreem hoogwater (Toetspeil-C) als gevolg van doorbraak van de categorie a-kering getoetst. Conform het VTV2006 wordt bij de toetsing de belastingsituatie met extreme neerslag en bijbehorende waterstand buiten beschouwing gelaten.

De beoordeling van de stabiliteit van het voorland (STVL) wordt alleen uitgevoerd voor c-keringen die onder dagelijkse omstandigheden direct aan oppervlaktewater grenzen.

.....
Tabel 2.2

Beoordelingssporen voor categorie c-keringen die bij de normsituatie voor de dijkring waartoe ze behoren hydraulisch worden belast (type 1 en 2b)

Onderdeel c-kering	Beoordelingsspoor per faalmechanisme	Afkorting
Dijken	Overloop en golfoverslag	HT
	Piping en heave	STPH
	Macro-stabiliteit binnenwaarts	STBI
	Macro-stabiliteit buitenwaarts	STBU *)
	Micro-stabiliteit	STMI
	Bekledingen	STBK
Kunstwerken	Hoogte	HT
	Stabiliteit constructie en grondlichaam	STCG
	Sterkte constructie-onderdelen	STCO
	Piping en heave	STPH
	Betrouwbaarheid sluiting	BS
Voorland	Afschuiving	AF
	Zettingsvloeiing	ZV
Niet-waterkerende objecten	Begroeiing	
	Bebouwing	
	Pijpleidingen en kabels	
	Overige constructies	

*) alleen voor c-keringen achter een b-kering (type 1)

Bij categorie c-keringen die niet direct aan open water grenzen ontbreken ervaringen met de sterkte van de kering, opgedaan tijdens belastingsituaties in het verleden (zeker recente ervaringen). Zodoende is weinig informatie bekend over de eventuele aanwezigheid van zwakke plekken. Deze onbekendheid vergt extra aandacht voor de nauwkeurigheid van het (grond-) onderzoek en de schematisering van de opbouw van het dijklichaam en de ondergrond, inclusief de waterspanningen. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan het uitvoeren van gevoeligheidsanalyses ten aanzien van verwachte onregelmatigheden en/of aanvullend grondonderzoek of geofysische metingen.

Het oordeel van een eventuele toetsing van categorie c-keringen vanuit een regionale functie kan niet worden overgenomen als oordeel over de veiligheid ten aanzien van de functie als categorie c-kering, onder andere vanwege verschillen in de hydraulische randvoorwaarden en de toetsmethode. Ook kan de veiligheid van een categorie c-kering niet worden beoordeeld op basis van een eventueel ontwerp van de kering als regionale kering op basis van vigerende Leidraden of Technische Rapporten.

3. Belastingen

3.1 Belastingssituaties

Voor de beoordeling van de veiligheid van de c-kering geldt als maatgevende belastingssituatie de hoogwaterstand en andere zodanige factoren (zoals golven door harde wind) die op kunnen treden op het voor de c-kering liggende water of in het overstroomde dijkkringgebied voor de c-kering. Overeenkomstig de a- en b-keringen [VTV2006] behoeft voor c-keringen een belastingssituatie met langdurige droogte niet te worden beschouwd.

Voor dijkkringscheidende c-keringen geldt dat afwijkende belastingssituaties of aanvullende faalmechanismen ten gevolge van een breslocatie in de a-kering nabij de c-kering, zoals erosie van het voorland door hoge stroomsnelheden langs de c-kering, niet beschouwd worden.

Sommige dijkkringscheidende c-keringen grenzen aan een regionaal watersysteem. Aan de overzijde van het regionale watersysteem is, vaak op korte afstand van de c-kering, een niet-primaire waterkering aanwezig. De tegenoverliggende waterkering heeft geen beschermde status in de zin van de Wwk, en maakt (waterstaatkundig) geen onderdeel uit van de c-kering. De aanwezigheid van een regionaal watersysteem en het functioneren van de tegenoverliggende niet-primaire waterkering kunnen consequenties hebben voor de hydraulische belasting van de categorie c-kering, ten aanzien van:

- de golfrandvoorwaarden;
- het toetspeil;
- het waterstandsverloop.

Algemeen gesteld is bij de toetsing van de c-keringen een voorzichtig realistische benadering gevolgd, waarbij:

1. wel wordt uitgegaan van de aanwezigheid van de tegenoverliggende waterkering, maar:
2. niet wordt vertrouwd op het waterkerend vermogen van de tegenoverliggende waterkering over de gehele strekking.

Ad.2. Belangrijke reden hiervoor is dat de regionale waterkering, tijdens de belastingssituatie waartegen de c-kering bescherming dient te bieden (een overstroming van het dijkkringgebied liggend achter de regionale waterkering), wordt belast aan de achterzijde. Inzicht in de sterkte van de regionale kering ten aanzien van deze belastingssituatie ontbreekt.

In paragraaf 3.4 wordt ten aanzien van de verschillende hydraulische parameters steeds specifiek op deze situatie ingegaan. De niet-primaire waterkering langs het regionale watersysteem wordt hierbij steeds

aangeduid als tegenoverliggende regionale kering. Zo nodig wordt tevens bij de beschrijving van de beoordelingssporen (in hoofdstuk 4) hier aandacht aan besteed.

3.2 Hydraulische randvoorwaarden voor c-keringen

De staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat heeft in de 'Hydraulische Randvoorwaarden Primaire Waterkeringen categorie c voor de derde toetsronde 2006-2011'⁶ (afgekort tot de HR-C2006) de Hydraulische Randvoorwaarden vastgesteld voor de categorie c-keringen voor de periode 2006-2011⁶. De HR-C2006 is een addendum op de HR2006 [HR, 2006]. Dit hoofdstuk geeft een toelichting op het gebruik van de HR-C2006 in combinatie met de toetsingsregels in dit voorschrift.

Om de veiligheid te garanderen tot de volgende peildatum is het jaar 2011 het referentiejaar voor de waterstanden en bijbehorende golven waarmee moet worden getoetst. Deze waterstanden (hierna te noemen: Toetspeilen) zijn opgenomen in de HR-C2006.

3.3 Toelichting bij HR-C2006

De HR-C2006 bestaat uit een addendum op de HR2006 en een DVD. Het addendum beschrijft de berekeningsmethoden en uitgangspunten die ten grondslag liggen aan de HR-C2006 en geeft een overzicht van de Toetspeilen. De DVD bevat de rekenmodellen waarmee de Hydraulische Randvoorwaarden moeten worden afgeleid, dit betreft de volgende afzonderlijke rekenmodellen:

- Hydra-B voor de c-keringen in het Benedenriviereengebied;
- Hydra-R voor de dijkringscheidende c-keringen;
- Promovera voor de c-keringen gelegen langs meren⁷.

3.4 Hydraulische parameters

Hydraulische parameters zijn rekengrootheden betreffende maatgevende waterstanden (Toetspeil), lokale toeslagen op die maatgevende waterstanden en golven (o.a. golfhoogte, golfperiode). De benodigde hydraulische parameters verschillen per type c-kering (zie tabel 3.1). Deze paragraaf licht de bepaling van de hydraulische parameters toe.

⁶ Hierbij is het goed om op te merken dat voor c-keringen, die dijkringen scheiden met een gelijke norm (type 2a), geen hydraulische randvoorwaarden worden afgeleid, omdat deze in de normsituatie van het dijkringgebied niet hydraulisch worden belast.

⁷ Dit model is vergelijkbaar met Hydra-M, zoals wordt gebruikt voor de primaire waterkeringen van het Markermeer en het IJsselmeer.

3.4.1. Waterstanden

Toetspeilen

De methode voor het afleiden van het Toetspeil verschilt per type c-kering. De Toetspeilen voor het type c achter b-keringen (type 1) zijn bepaald met de Hydra-modellen die ook op de DVD bij de HR-C2006 staan. Voor de dijkkringscheidende c-keringen met ongelijke norm (type 2b) zijn de Toetspeilen afgeleid op basis van overstromingsberekeningen. Een weging van de berekende waterstanden heeft geresulteerd in het Toetspeil. Voor een aantal c-keringen kent de methodiek enkele specifieke aanpassingen, teneinde goed aan te sluiten bij de lokale kenmerken van de c-kering of het voorliggende watersysteem. De HR-C2006 geeft hierop een nadere toelichting.

Voor dijkkringscheidende c-keringen gelegen aan een regionaal watersysteem geldt als toetspeil voor de c-kering de waterstand zoals die ontstaat in het overstroomde dijkringgebied achter de tegenoverliggende regionale waterkering. Het is niet uitgesloten dat het streefpeil of de gemiddelde waterstand op het regionale watersysteem (kanaal of boezem) hoger is dan het toetspeil⁸. Ten aanzien van deze situatie wordt aangenomen dat de c-kering voldoende standzeker is (actuele sterkte). Deze regionale belastingsituatie dient daarom bij de toets op veiligheid van de c-kering niet te worden beschouwd. Bij de toets op veiligheid van de kering als categorie c-kering dient alleen het toetspeil te worden gehanteerd zoals aangegeven in HR-C2006.

Lokale toeslagen

In tegenstelling tot de a- en b-keringen (zie [VTV2006, 2006] Katern 4, §2.2.1) moeten de lokale toeslagen door de beheerder handmatig worden toegevoegd in de verschillende Hydra-modellen.

Alleen voor het type c achter b-kering (type 1) is de toeslag door lokale opwaaiing verwerkt in het Hydra-model (Tabel 3-1).

.....
Tabel 3-1

Toeslagen die in rekening gebracht moeten worden per type kering

Type c-kering	Watersysteem	Toeslagen
Type 1: c-kering achter b-kering	Benedenrivieren	Lokale opwaaiing (opgenomen in de oeverlocaties van Hydra-B)
	Overig	Lokale opwaaiing (opgenomen in de locaties van Promovera) Slingeringen
Type 2b: dijkkringscheidende c-kering met ongelijke norm		Geen

Het bui-oscillatie effect wordt geacht te zijn verdisconteerd in het effect van de bui-stoot. Voor meren geldt voor deze slingeringen een toeslag van 0,10 meter.

⁸ Dit geldt alleen voor (een gedeelte van) het Drongelens kanaal.

Tabel 3-2 geeft voor de verschillende typen c-keringen en per toetspoot een overzicht van de bijdragen aan de Hydraulische Randvoorwaarden die in rekening gebracht moeten worden. Deze tabel is een uitbreiding van Tabel 4 - 2.1 uit het VTV2006 [VTV, 2006]. Voor de c-keringen hoeft bij de beoordeling niet uitgegaan te worden van lokale toeslagen voor (1) bochtwerking/lokale opstuwing en (2) buistoten, bui-oscillaties en seiches. Deze zijn daarom niet opgenomen in de tabel.

Tabel 3-2

In rekening te brengen bijdragen aan de hydraulische randvoorwaarden per toetspoot.

Wanneer in dit voorschrift of in het VTV2006 [VTV, 2006] Toetspeil + toeslagen wordt genoemd, kan met behulp van Tabel 3-2 de toeslagen worden bepaald die in rekening gebracht moeten worden.

Type c-kering	Watersysteem	Hydra model	Toetspeil	Lokale toeslagen	
				Lokale opwaaiing	Slingeringen
Type 1: c-kering achter b-kering	Benedenrivieren	Hydra-B	HT, ST	HT, STBK	-
	Overig	Promovera	HT, ST	HT, STBK	HT
Type 2b: Dijkingscheidende c-kering met ongelijke norm		Hydra-R	HT, ST	-	-

3.4.2. Golven

Golfrandvoorwaarden worden bepaald met de Hydra-modellen op de DVD bij de HR-C2006. Per type c-kering is een Hydra-model beschikbaar (zie §3.3). Voor het gebruik van Hydra-rekenmodellen moeten de betreffende gebruikershandleidingen worden geraadpleegd. Golfrandvoorwaarden zijn nodig voor de beoordeling van de hoogte (§4.1) en voor de beoordeling van de stabiliteit van bekledingen (§4.6).

Golfreductie

Voor het meenemen van het effect van golfreducerende obstakels of ondiepten wordt verwezen naar [VTV2006, 2006] Katern 4, §2.2.2.

Sommige c-keringen langs meren kennen (lokaal) een hoog voorland, dat tijdens dagelijks optredende waterstanden droog staat. Deze voorlanden maken geen onderdeel uit van de gebruikte waterbewegingsmodellen. Het Toetspeil en de golfrandvoorwaarden zijn in die gevallen berekend ter plaatse van het open water aan de rand van dit hoge voorland. In het kader van de toetsing op Hoogte dient de beheerder zelf de golfrandvoorwaarden ter plaatse van de c-kering te berekenen (met de Hydra-applicatie).

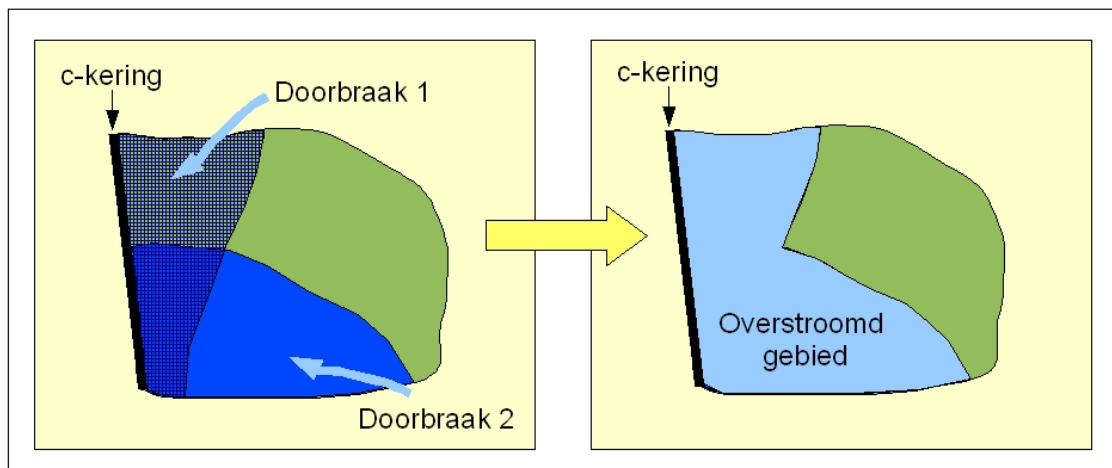
Voor het type dijkingscheidende c-keringen met ongelijke norm (type 2b) geldt de volgende aanvulling. De golfreducerende invloeden voor dit type c-keringen hebben betrekking op de aanwezigheid van:

- steden, gebouwen of ander objecten in de directe omgeving;
- een tegenoverliggende (niet-primaire) waterkering;
- voorlanden;
- begroeiing en natuurlijk aanwezige verhogingen in het landschap.

.....
Figuur 3-1

Bepaling van het 'overstroomd gebied'.

De aanwezigheid van steden, gebouwen of andere elementen in de directe omgeving van de kering zijn niet opgenomen in het op de DVD meegeleverde figuur (een shape-bestand) van het 'overstroomde gebied'. Het overstroomde gebied wordt bepaald door van iedere dijkdoorbraak te bepalen welk gebied in de dijkkring overstroomt. Vervolgens is de grootste omtrek van deze gebieden het overstroomde gebied. Zie ook figuur 3-1.



Door het shape-bestand aan te passen en de hoge elementen er in op te nemen, wordt rekening gehouden met golfreductie (namelijk door verkorting van de effectieve strijklengten).

Wanneer het shape-bestand is aangepast via bovenstaande methode moet de effectieve strijklengte opnieuw worden berekend en gemaximaliseerd op 5 km.

Voor c-keringen met een tegenoverliggende regionale kering geldt dat rekening moet worden gehouden met de aanwezigheid van de tegenoverliggende kering. Hierbij doen zich 2 situaties voor:

1. Toetspeil lager dan de kruinhoogte van de tegenoverliggende regionale kering;
2. Toetspeil hoger dan de kruinhoogte van de tegenoverliggende regionale kering.

Deze situaties kennen specifieke consequenties voor de berekening van de golfrandvoorwaarden, voor wat betreft de te hanteren strijklengte en het rekening houden met de golfreducerende werking van de tegenoverliggende kering. Paragraaf 4.1 gaat hier nader op in.

Het golfreducerende effect kan worden meegenomen met de dammodule in het Hydra-model. Voor het gebruik van deze module in de Hydra-modellen wordt verwezen naar de bijbehorende gebruikershandleiding. De strijklengte kan worden afgeleid van de "shape" van het overstroomde gebied. Zoals bovenstaand gesteld is de aanwezigheid van steden, gebouwen of andere elementen in de directe omgeving van de kering niet opgenomen in dit figuur, zodoende dient de beheerder zelf de maximale strijklengte te begrenzen op 5 km.

Indien de beheerder voor een specifieke locatie van mening is dat de tegenoverliggende kering zeker zal bezwijken tijdens de belastingsituatie, dienen de golfrandvoorwaarden ter plaatse van de betreffende locatie of dijkvak te worden bepaald volgens de werkwijze zoals die geldt voor bovenstaande situatie 2 (zie paragraaf 4.1). De beheerder dient dit uitgangspunt goed te motiveren, met een veiligheidstoets van de tegenoverliggende kering voor de beschouwde situatie.

3.4.3. Waterstandsverlopen

Waterstandsverlopen zijn van belang voor de beoordeling van de stabiliteit van dijken en dammen en van bekledingen. Deze paragraaf beschrijft per type c-kering de waterstandsverlopen die gebruikt moeten worden.

Type 1: c-keringen achter een b-kering

Benedenrivierengebied

De waterstandsverlopen voor dit watersysteem zijn vermeld in §2.4.4 van [HR, 2006]. Hierbij dient wel rekening te worden gehouden met de locatie van de stormvloedkering of keersluis. Indien van toepassing, zoals bij de toetsing van een grasbekleding, wordt voor de duur van de storm 12 uur aangehouden, met uitzondering van deelgebied 2 in het benedenrivierengebied (zie figuur 2-4 in HR2006) waar uitgegaan wordt van een stormduur van 35 uur.

Uitzondering vormen de Hollandsche IJssel en de Afgedamde Maas, de waterstandsverlopen voor deze watersystemen zijn beschreven in bijlage B van dit VTV-C. Een toelichting bij deze waterstandsverlopen is (als notitie) te vinden op de DVD.

Overige gebieden

Voor de overige c-keringen achter b-keringen dient te worden aangesloten bij de waterstandsverlopen voor de Meren met een stormopzetduur van $t = 35$ uur zoals opgenomen in §2.5 van [HR2006, 2006].

Type 2b: Dijkingscheidende c-keringen met ongelijke norm

De waterstandsverlopen zijn opgenomen op de bij de HR-C2006 geleverde DVD.

Voor dijkingscheidende c-keringen met een tegenoverliggende regionale kering wordt er van uitgegaan, dat een snelle val van de waterstand in het kanaal of boezemwater door het "leeglopen" van het regionale watersysteem in het voorliggende dijkingsgebied niet optreedt, op basis van het uitgangspunt dat de tegenoverliggende waterkering bij aanvang van de overstroming van het dijkingsgebied niet doorbreekt. Zie hierover ook paragraaf 4.4.1.

3.4.4. Stroomsnelheden

Stroming als hydraulische randvoorwaarde is voor de toetsing alleen van belang voor condities waarbij water door kunstwerken of langs steenbekledingen stroomt.

Belangrijk uitgangspunt voor dijkingscheidende c-keringen, die dijkingsgebieden scheiden met een ongelijke norm, is dat de breslocatie zich

op zodanige afstand van de c-kering bevindt dat langs deze kering geen hoge stroomsnelheden optreden. Voor zover stroming van belang is, wordt verwezen naar [VTV2006, 2006] Katern 4, §2.2.4.

3.5 Overige belastingen

Voor de overige belasting die van belang zijn bij de toets op veiligheid wordt verwezen naar [VTV2006, 2006] Katern 4, hoofdstuk 3.

4. Beoordelingsporen

4.1 Hoogte (HT)

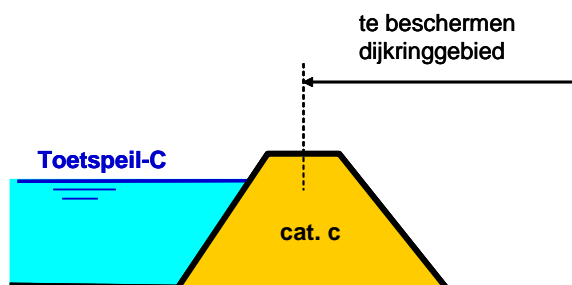
4.1.1. Belasting (HT)

Bij het faalmechanisme overloop en golfoverslag wordt de belasting gevormd door een maatgevende combinatie van waterstand (inclusief toeslagen) en golfoploop, behorende bij de normfrequentie van het te beschermen gebied.

Algemeen is de schematisering conform het VTV2006. Bij categorie c-keringen langs een regionaal systeem met aan de overzijde van dit regionale systeem een tegenoverliggende kering, kunnen afwijkende belastingsituaties optreden. Deze afwijkende belastingsituaties kunnen een afwijkende schematisering vergen, afhankelijk van de invloed van de tegenoverliggende kering op de waterkerende functie van de categorie c-kering (zie hiervoor ook paragraaf 3.4.2).

Figuur 4-1

Standardsituatie



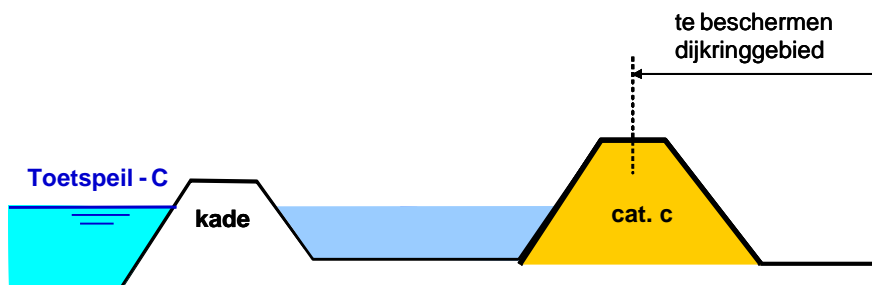
Categorie c-kering met een tegenoverliggende regionale kering

Bij overstrooming van het voorliggende dijkkringgebied zijn voor de beoordeling van overloop en/of golfoverslag drie belastingsituaties mogelijk:

1. *kruinhoogte tegenoverliggende waterkering boven Toetspeil-C* de effectieve strijk lengte is beperkt tot de breedte van het regionale watersysteem direct voor de categorie c-kering.

Figuur 4-2

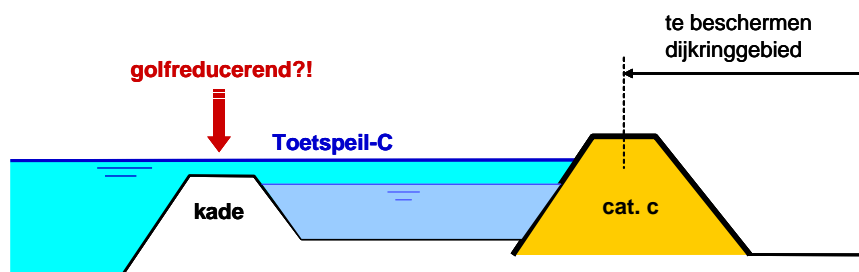
Categorie c-kering bij belastingsituatie 1



2. *kruinhoogte tegenoverliggende waterkering beneden het Toetspeil-C* de effectieve strijklengte dient te worden bepaald op basis van de omvang van de overstroming in het voorliggende dijkkringgebied. Aan de tegenoverliggende waterkering moet een golfreducerend effect worden toegekend. De golfreductie door de tegenoverliggende kering moet worden berekend in Hydra met behulp van de dammodule.

Figuur 4-3

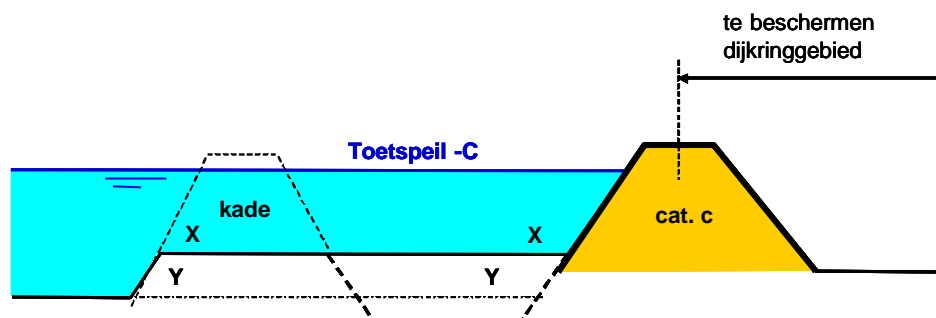
Categorie c-kering bij belastingsituatie 2



Ad.1 Indien bij deze situatie de beheerder is van mening dat de tegenoverliggende waterkering lokaal niet in tact blijft dient de effectieve strijklengte te worden bepaald op basis van de omvang van de overstroming in het voorliggende dijkkringgebied. Aan de tegenoverliggende waterkering mag een golfreducerend effect worden toegekend. Dit golfreducerende effect is afhankelijk van de (verondersteld resterende) hoogte van de tegenoverliggende waterkering t.o.v. het Toetspeil-C. De schematisering van het voorland moet, afhankelijk van de maaiveldhoogte van het voorliggende dijkkringgebied en bodemdiepte van de watergang, geschieden volgens lijn X-X of lijn Y-Y. De golfreductie door de tegenoverliggende kering moet worden berekend in Hydra met behulp van de dammodule.

Figuur 4-4

Categorie c-kering bij belastingsituatie 1 waarbij de regionale kering niet in tact blijft



Daarbij geldt ten aanzien van de keuze van de lijnen het volgende:

- indien bodemniveau regionaal water:
 - hoger dan maaiveldniveau dijkkringgebied: lijn XX;
 - lager dan maaiveldniveau dijkkringgebied: lijn YY.

Deze belastingsituatie wordt alleen toegepast, indien de waterkering-beheerder met een veiligheidstoets van de betreffende regionale kering voor de beschouwde situatie heeft gemotiveerd dat de tegenoverliggende regionale kering niet standzeker is tijdens de normsituatie voor de categorie c-kering.

Hollandsche IJssel

Bij de afleiding van de hydraulische randvoorwaarden is apart rekening gehouden met de instroming van water door gemalen die uitslaan op de Hollandsche IJssel. Hierbij geldt een maalstoppeil van NAP+2,60 m. Indien in Hydra-B een lagere waterstand is berekend, geldt als Toetspeil NAP+2,60 m. Deze vertaling is echter niet gemaakt in de databases van Hydra-B. Voor het toetsen op 'Hoogte' dient voor die locaties, die volgens Hydra-B een Toetspeil hebben lager dan NAP+2,60 m, een toeslag van 1 dm bij de benodigde kruinhoogte te worden opgeteld. Het betreft de locaties 52-57 voor dijkkring 14 en de locaties 52-57 voor dijkkring 15 (zie ook HR-C2006).

Deze toeslag geldt specifiek voor de Hollandsche IJssel. Bij het Kadoelermeer en Vollenhoverkanaal en –meer en de Afgedamde Maas is al bij de berekening van het Toetspeil rekening gehouden met de aanvoer van gemalen. Voor de overige watersystemen is dit aspect niet meegenomen, omdat de verhouding tussen de eventuele aanvoer van water en de oppervlakte van het watersysteem kleiner is. Zie voor een gedetailleerde beschrijving van alle gehanteerde uitgangspunten het HR-C2006 en de bijbehorende achtergrondrapporten.

4.1.2. Sterkte (HT)

Conform het VTV2006 Katern 5, par. 3.1 is de kerende hoogte van de buitenkruinlijn bepalend en kan in bijzondere gevallen daarvan worden afgeweken.

4.1.3. Beoordeling (HT)

Beoordeeld worden de kruinhoogtemarge en het overslagdebiet conform het VTV2006 Katern 5 par. 4.1. Voor het beoordelingschema wordt specifiek verwezen naar figuur 5 - 4.1 in het genoemde katern. Onderstaand worden per stap alleen uitgangspunten of aandachtspunten beschreven waarin de toetsing van de categorie c-kering afwijkt van de beoordelingswijze uit het VTV2006.

Stap 3.2: Geavanceerde toetsmethode (faalkans- en/of risicoanalyse).

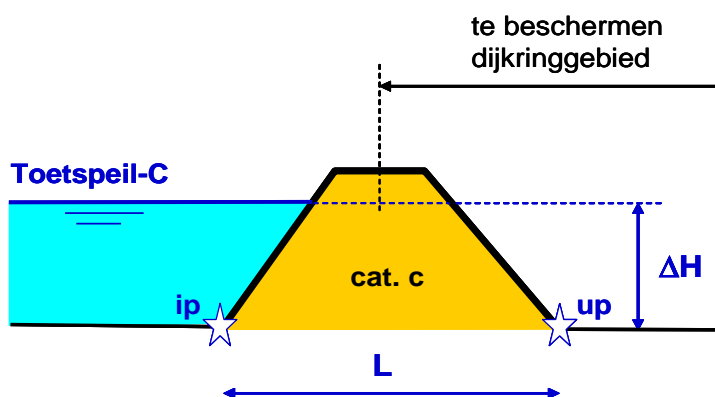
Bij afkeuren van de grasmat op de kruin en het binnentalud kan een geavanceerde analyse op basis van een restprofiel benadering soelaas bieden. Aanknopingspunten voor een geavanceerde toetsing zijn te vinden in SBW-onderzoeken 'Golfoverslag' en 'Reststerkte'.

4.2 Piping/heave (STPH)

4.2.1. Belasting (STPH)

Bij het faalmechanisme piping/heave wordt de belasting gevormd door het Toetspeil-C. Figuur 4.5 toont de aan te houden schematisering, deze schematisering is conform het VTV2006.

Figuur 4-5
Standardsituatie



Ip en Up staan resp. voor het intrede- en uitredepunt.

4.2.2. Sterkte (STPH)

Conform VTV2006 Katern 5, par. 3.2.

4.2.3. Beoordeling (STPH)

De kwelweglengte wordt beoordeeld conform VTV2006 Katern 5 par. 4.2. Voor het beoordelingsschema wordt verwezen naar figuur 5 - 4.5 in het genoemde katern. Onderstaand worden per stap alleen uitgangspunten of aandachtspunten beschreven waarin de toetsing van de categorie c-kering afwijkt van de beoordelingswijze uit het VTV2006.

Stap 3.1.1: Bodemopbouw

Specifiek aandachtspunt: voorzichtig zijn met het uitsluiten van zandgeulen.

Stap 3.2.5: IJking van model op basis van responsemetingen

N.v.t. voor dijkringscheidende categorie c-keringen met ongelijke norm die zich niet langs een regionaal water bevinden (type 2b-l). Ook voor c-keringen langs een regionaal water geldt dat deze stap niet altijd (zinnig) toegepast kan worden, omdat grote variaties in het waterniveau zich niet altijd voordoen.

Stap 4: Geavanceerde toetsing Piping en heave

Stap 4.2: Geavanceerde toetsmethode (faalkans en/of risicoanalyse)

Aanknopingspunten voor een geavanceerde toetsing kunnen mogelijk worden afgeleid van SBW-onderzoek "Hervalidatie Piping" (thans nog in uitvoering).

4.3 Macro-stabiliteit binnenwaarts (STBI)

4.3.1. Belasting (STBI)

Bij het faalmechanisme macro-stabiliteit binnenwaarts wordt de belasting gevormd door het aandrijvend moment met het Toetspeil-C als maatgevende buitenwaterstand. De schematisering van deze belastingsituatie is conform het VTV2006.

4.3.2. Sterkte (STBI)

De te hanteren partiële veiligheidsfactoren zijn beschreven in het VTV2006 [VTV2006, 2006]. Voor een geavanceerde toetsing kan ook gebruik worden gemaakt van de methode zoals beschreven in het addendum bij het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies.

4.3.3. Beoordeling (STBI)

De binnenwaartse macrostabiliteit wordt beoordeeld conform VTV2006 Katern 5 par. 4.2. Voor het beoordelingsschema wordt verwezen naar figuur 5 - 4.5 van het genoemde katern. Onderstaand worden per stap alleen uitgangs- of aandachtspunten beschreven waarin de toetsing van de categorie c-kering afwijkt van de beoordelingswijze uit het VTV2006.

Stap 3.2.5: IJking van model op basis van responsemetingen *n.v.t. voor dijkringscheidende c-keringen die zich niet bevinden langs regionaal water (type 2b-1). Ook voor c-keringen langs een regionaal water geldt dat deze stap niet altijd (zinvol) toegepast kan worden, omdat grote variaties in het waterniveau zich niet altijd voordoen.*

Stap 4a: Geavanceerde methode STBI

Indien de stabiliteit na het doorlopen van de voorgaande stappen niet voldoet aan de norm kan een geavanceerde analyse worden uitgevoerd naar de sterkteparameters en rekenmethode.

4.4 Macro-stabiliteit buitenwaarts (STBU)

4.4.1. Belasting (STBU)

Bij het faalmechanisme macro-stabiliteit buitenwaarts wordt de belasting gevormd door het aandrijvend moment met een lage buitenwaterstand bij een snelle val na optreden van het Toetspeil-C. De schematisering geschiedt verder volgens par. 4.2.4. van het VTV2006, Katern 5 Dijken en dammen.

Of het mechanisme macrostabiliteit van het buitentalud een rol speelt in de veiligheid van de waterkering is afhankelijk van de volgende drie factoren [VTV2006]:

- de kans op afschuiving na een snelle val;
- de kans op een (te) hoog water binnen een periode daarna waarin herstel onvoldoende mogelijk is;
- de kans dat daardoor werkelijk overstroming optreedt.

Voor dijkingscheidende c-keringen geldt dat de waterstand in het overstromde dijkingsgebied overwegend langzaam daalt, bij sommige c-keringen vergt dit zelfs het wegpompen van het inundatiewater uit het overstromde dijkingsgebied. Vervolgens wordt de kans op een tweede hoogwater voor de c-kering door een tweede overstroming van het dijkingsgebied extreem klein verondersteld. Zodoende wordt de kans dat een overstroming van het te beschermen dijkingsgebied optreedt door een afschuiving van het buitentalud voor dijkingscheidende keringen verwaarloosbaar geacht, en behoeft voor dit type c-keringen dit faalmechanisme niet te worden beschouwd.

Voor dijkingscheidende c-keringen langs een regionaal water met een tegenoverliggende kering geldt de belangrijke veronderstelling dat bij aanvang van de overstroming van het voorliggende dijkingsgebied de tegenoverliggende kering zeker niet doorbreekt. Argument daarbij is dat bij aanvang van de overstroming de belasting van de regionale kering vanuit het regionale watersysteem (in termen van het hydraulisch verhang) afneemt, door de stijgende waterstand achter de tegenoverliggende waterkering. Het is daarmee aannemelijk dat bij aanvang van de overstroming geen snelle val van de waterstand in het kanaal of boezemwater optreedt, door het "leeglopen" van het regionale watersysteem in het voorliggende dijkingsgebied. Bij de beoordeling van de veiligheid behoeft ook voor dit type keringen geen aandacht te worden besteed aan deze belastingsituatie.

Bovenstaand argument sluit niet uit dat de tegenoverliggende kering op een later moment tijdens de overstroming doorbreekt, wanneer de waterstand in het overstromde dijkingsgebied inmiddels is toegenomen tot boven de waterstand in het regionale watersysteem.

4.4.2. Sterkte (STBU)

De te hanteren partiële veiligheidsfactoren zijn beschreven in het VTV2006 [VTV2006, 2006]. Voor een geavanceerde toetsing kan ook gebruik worden gemaakt van de methode zoals beschreven in het addendum bij het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies [ENW, 2007b]⁹.

4.4.3. Beoordeling (STBU)

Dit beoordelingsspoor dient alleen te worden beschouwd voor categorie c-keringen achter een categorie b-kering.

De buitenwaartse macrostabiliteit wordt beoordeeld conform VTV2006 Katern 5 par. 4.2. Voor het beoordelingsschema wordt verwezen naar figuur 5 - 4.5 van het genoemde katern. Onderstaand worden per stap alleen uitgangspunten of aandachtspunten beschreven waarin de toetsing van de categorie c-kering afwijkt van de beoordelingswijze uit het VTV2006.

⁹ het addendum bij het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies [ENW, 2007d] is uitgebracht met de Leidraad Rivieren [ENW, 2007a]

Stap 4: Geavanceerde toetsing Macrostabiliteit buitenwaarts

Extra stap:

Stap 4a: Geavanceerde methode STBU

Bij onvoldoende stabiliteit kan meer grondonderzoek (bijvoorbeeld een lokale proevenverzameling) en/of een geavanceerde rekenmethode (bijvoorbeeld met een probabilistisch rekenmodel) uitkomst bieden.

4.5 Micro-stabiliteit (STMI)

De beoordeling geschiedt volgens VTV2006 Katern 5, par. 4.2.5. Voor het beoordelingsschema wordt verwezen naar figuur 5 - 4.5 in het genoemde katern. De beoordelingswijze voor de toetsing van de categorie c-kering wijkt niet af van het VTV2006.

4.6 Bekledingen (STBK)

De beoordeling geschiedt volgens VTV2006 Katern 8 Bekledingen.

Bij dijkingscheidende categorie c-keringen, die niet grenzen aan regionaal water zal hoofdzakelijk sprake zijn van een grasbekleding. De toetsing daarvan vindt plaats conform het VTV2006. Bij de score onvoldoende op grond van de gedetailleerde toetsing is een restprofiel benadering mogelijk.

Bij een aanwezigheid van een weg op de kruin moet de erosiebestendigheid van de wegverharding ook worden getoetst.

4.7 Voorland (STVL)

De beoordeling van het voorland geschiedt volgens VTV2006 Katern 9 Voorland. Dit faalmechanisme is niet relevant voor dijkingscheidende c-keringen die onder dagelijkse omstandigheden niet aan open (regionaal) water grenzen. Bij afwezigheid van dergelijk water langs een dijkingscheidende c-kering kan direct de score goed worden gegeven.

4.8 Kunstwerken (WK & BC)

Waterkerende kunstwerken en bijzondere waterkerende constructies worden getoetst volgens het VTV2006 Katern 7 Kunstwerken. Daarbij dient voor de hydraulische randvoorwaarden te worden uitgegaan van het addendum HR-C2006.

4.9 Niet-waterkerende objecten (NWO)

Het effect van de aanwezigheid van niet-waterkerende objecten, zoals begroeiing, bebouwing, pijpleidingen/ kabels en overige objecten, op het waterkerend vermogen van de waterkering van de categorie c wordt getoetst volgens het VTV2006 Katern 10 Niet-waterkerende objecten. Daarbij dient voor de hydraulische randvoorwaarden te worden uitgegaan van het Addendum HR-C2006.

Literatuur

[DGW, 2007]

Draaiboek toetsen primaire waterkeringen. Derde toetsronde. Ministerie van Verkeer en Waterstaat Directoraat-Generaal Water, 2007.

[ENW, 2007a]

Leidraad Rivieren, 2007

[ENW, 2007b]

Addendum bij het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies, 2007

[HR2006, 2006]

Hydraulische Randvoorwaarden 2006 voor het toetsen van primaire waterkeringen. Ministerie van Verkeer en Waterstaat Directoraat-Generaal Water. September 2007.

[VTV2006, 2006]

Voorschrift Toetsen op Veiligheid. Primaire Waterkeringen. Ministerie van Verkeer en Waterstaat Directoraat-Generaal Water. September 2007.

[HR-C2006, 2008]

Hydraulische Randvoorwaarden 2006 voor het toetsen van primaire waterkeringen van de categorie c. Ministerie van Verkeer en Waterstaat Directoraat-Generaal Water. 2008.

[MvT, 1989]

Memorie van Toelichting, 1989.

Begrippen en afkortingen

.....

Voor een uitleg bij de begrippen en verklaring van de afkortingen wordt verwezen naar Katern 12 van het VTV. Onderstaand volgt een beschrijving van enkele begrippen en afkortingen zoals die specifiek genoemd zijn in dit VTV-C of speciaal van belang zijn voor categorie c-keringen.

Afkortingen

Wwk Wet op de Waterkering (zie Appendix A bij het VTV2006)

MvT Memorie van Toelichting (toelichting bij de Wet op de waterkering, uit 1989)

LBOH Landelijk Bestuurlijk Overleg Hoogwaterbescherming

Bijlage A Overzicht toetsschema per categorie c-kering

Belangrijke opmerking bij de tabellen

Sommige c-keringen worden op specifieke locaties niet hydraulisch belast tijdens de normsituatie, bijvoorbeeld doordat sprake is van een verhoogd voorland (haven- en industrieterreinen) of het maaiveldniveau zich boven toetspeil bevindt (nabij de aansluiting op de hoge gronden). Dit geldt bijvoorbeeld voor de c-keringen van dijkringen 6, 7, 13, 14 en 25. Het is niet uitgesloten dat zich ook bij andere c-keringen, tussen de uitvoerlocaties in, dijkvakken bevinden waar de c-kering niet hydraulisch wordt belast tijdens de normsituatie ten gevolge van een hoog voorland. Voor deze locaties dient de veiligheid als volgt te worden beoordeeld:

- hoog maaiveldniveau (nabij aansluiting hoge gronden): beoordeling op basis van (tenminste) het behoud van de toestand van de c-kering sinds de inwerkingtreding van de Wwk (15 januari 1996);
- lokaal verhoogd voorland: beoordeling op basis van de hydraulische randvoorwaarden.

Deze bijzondere locaties zijn niet in onderstaande tabellen aangegeven

Tabel A.1 Overzicht c-keringen achter een b-kering (type 1)

Dijkringen [#] Naam	Watersysteem	C-kering als onder- deel van:	HR	Uitwerking Toets op Veiligheid	
				Toetssporen o.b.v. HR	Behoud toestand
7 Noordoostpolder	Kadoelmeer, Vollenhovermeer en - kanaal	DR7	Ja	Ja	Nee
8 Flevoland	Veluwe Randmeren	DR8	Ja	Ja	Nee
9 Vollenhove	Kadoelmeer, Vollenhovermeer en - kanaal	DR9	Ja	Ja	Nee
11 IJsseldelta	Drontermeer	DR11	Ja	Ja	Nee
14 Zuid-Holland	Hollandse IJssel	DR14	Ja	Ja	Nee
15 Zuid-Holland	Hollandse IJssel	DR15	Ja	Ja	Nee
24 Land van Altena	Afgedamde Maas	DR24	Ja	Ja	Nee
25 Goeree-Overflakkee	Grevelingenmeer	DR25	Ja	Ja	Nee
25 Goeree-Overflakkee	Krammer/Volkerak	DR25	Ja	Ja	Nee
26 Schouwen Duiveland	Grevelingenmeer	DR26	Ja	Ja	Nee
27 Tholen en St. Philipsland	Schelde-Rijnverbinding	DR27	Ja	Ja	Nee
28 Noord-Beveland	Veerse Meer	DR28	Ja	Ja	Nee
29 Walcheren	Veerse Meer	DR29	Ja	Ja	Nee
30 Zuid-Beveland west	Veerse Meer	DR30	Ja	Ja	Nee
31 Zuid-Beveland oost	Volkerak	DR31	Ja	Ja	Nee
33 Kreekrakpolder e.o.	Schelde-Rijnverbinding	DR33	Ja	Ja	Nee
34 West-Brabant	Schelde-Rijnverbinding	DR34	Ja	Ja	Nee
34 West-Brabant	Volkerak	DR34	Ja	Ja	Nee
37 Nederhemert	Afgedamde Maas	DR37	Ja	Ja	Nee
38 Bommelerwaard	Afgedamde Maas	DR38	Ja	Ja	Nee
45 Gelderse Vallei	Nuldernauw	DR45	Ja	Ja	Nee

Tabel A.2 Overzicht dijkringscheidende c-keringen: dijkringen met gelijke norm (type 2a)

Dijkringen 1 ^{ste} dijkkring		2 ^{de} dijkkring		C-kering als onder- deel van:	HR	Uitwerking Toets op Veiligheid	
[#]	Naam	[#]	Naam			Toetssporen o.b.v. HR	Behoud toestand
6	Friesland en Groningen	7	Noordoostpolder	DR6	Nee	Nee	Ja
				DR7	Nee	Nee	Ja
29	Walcheren	30	Zuid-Beveland west	DR29	Nee	Nee	Ja
				DR30	Nee	Nee	Ja
50	Zutphen	49	IJsselland	DR50	Nee	Nee	Ja
				DR49	Nee	Nee	Ja

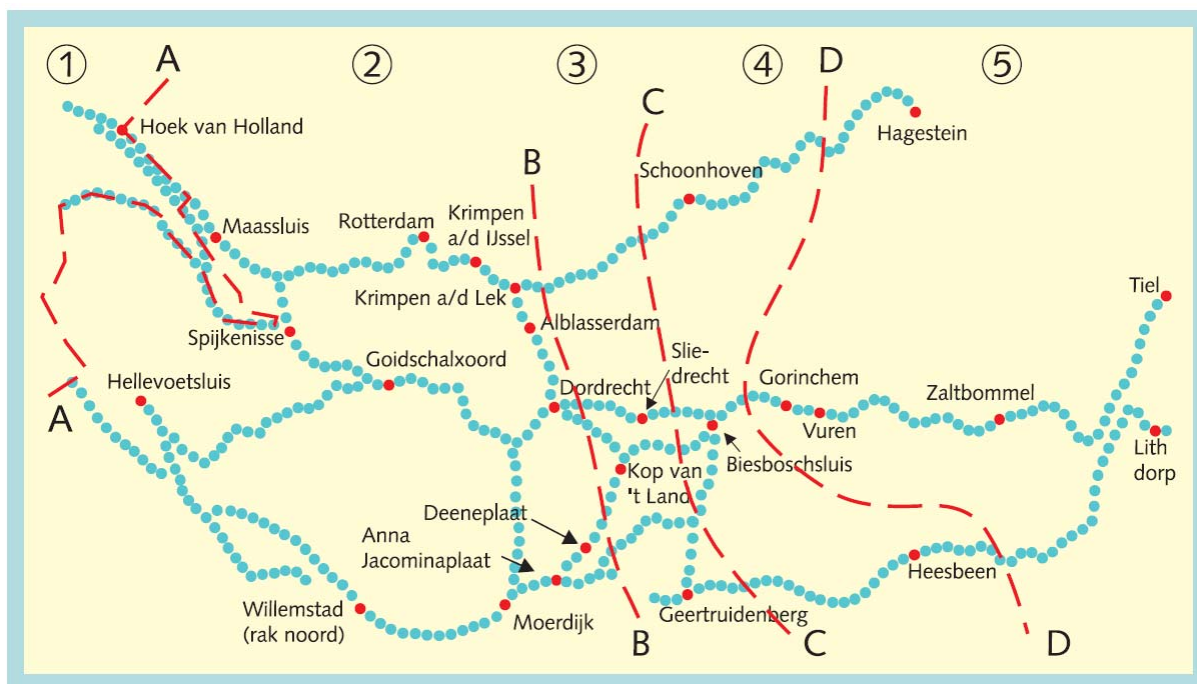
Tabel A.3 Overzicht dijkringscheidende c-keringen: dijkringen met ongelijke norm (type 2b)

Dijkringen 1 ^{ste} dijkkring		2 ^{de} dijkkring		C-kering als onder- deel van:	HR	Uitwerking Toets op Veiligheid	
[#]	Naam	[#]	Naam			Toetssporen o.b.v. HR	Behoud toestand
6	Friesland en Groningen	9	Vollenhoven	DR6	Ja	Ja	Nee
6	Friesland en Groningen		Duitsland	DR6	Nee	Nee	Ja
7	Noordoostpolder	9	Vollenhoven	DR7	Ja	Ja	Nee
13	Noord-Holland	12	Wieringermeer	DR13	Ja	Ja	Nee
13	Noord-Holland	44	Kromme Rijn	DR13	Ja	Ja	Nee
14	Zuid-Holland	15	Lopiker- en Krimpenerwaard	DR14	Ja	Ja	Nee
14	Zuid-Holland	44	Kromme Rijn	DR14	Ja	Ja	Nee
15	Lopiker- en Krimpenerwaard	44	Kromme Rijn	DR15	Ja	Ja	Nee
16	Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden	43	Betuwe, Tieler- en Culemborgerwaard	DR16	Ja	Ja	Nee
33	Kreekrakpolder e.o.	34	West-Brabant	DR33	Ja	Ja	Nee
35	Donge	36	Land van Heusden/de Maaskant	DR35	Ja	Ja	Nee

Bijlage B Waterstandsverlooppijnen Hollandsche IJssel en Afgedamde Maas

1. Inleiding

De Hollandsche IJssel en de Afgedamde Maas zijn gelegen in het watersysteem 'Benedenrivierengebied'. Voor de a- en b-keringen in dit gebied zijn in [HR, 2006] waterstandsverlooppijnen opgenomen voor 4 deelgebieden. Afhankelijk van het gebied waarin een riviertak ligt, dient de bijbehorende waterstandsverlooppijn te worden gehanteerd voor het toetsen op geotechnische faalmechanismen. Onderstaande figuur geeft de deelgebieden in het benedenrivierengebied. De Hollandsche IJssel valt in deelgebied 2, de Afgedamde Maas in deelgebied 4.

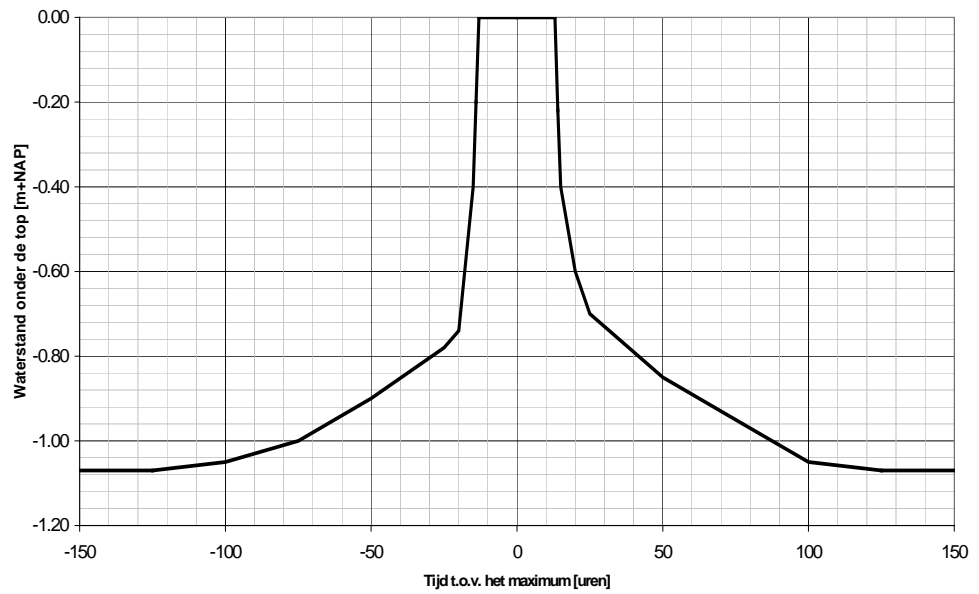


Figuur 2: Indeling deelgebieden met standaard waterstandsverlooppijnen [HR, 2006].

De waterstandsverlooppijnen uit [HR, 2006] kunnen echter niet worden toegepast voor de Hollandsche IJssel en Afgedamde Maas. Dit heeft er mee te maken dat deze riviertakken gelegen zijn achter een stormvloedkering cq. keersluis. De waterstandsverlooppijnen in deze riviertakken hebben hierdoor een afgetopte vorm, de hoogwaterpiek wordt immers buiten gehouden. De volgende standaard waterstandsverlooppijnen dienen te worden gebruikt voor deze gebieden.

Tijd t.o.v. maximum [uren]	Waterstand onder de top [m]
-150	-1.07
-125	-1.07
-100	-1.05
-75	-1.00
-50	-0.90
-25	-0.78
-20	-0.74
-15	-0.40
-14	-0.20
-13	0.00
0	0.00
13	0.00
14	-0.22
15	-0.40
20	-0.60
25	-0.70
50	-0.85
75	-0.95
100	-1.05
125	-1.07
150	-1.07

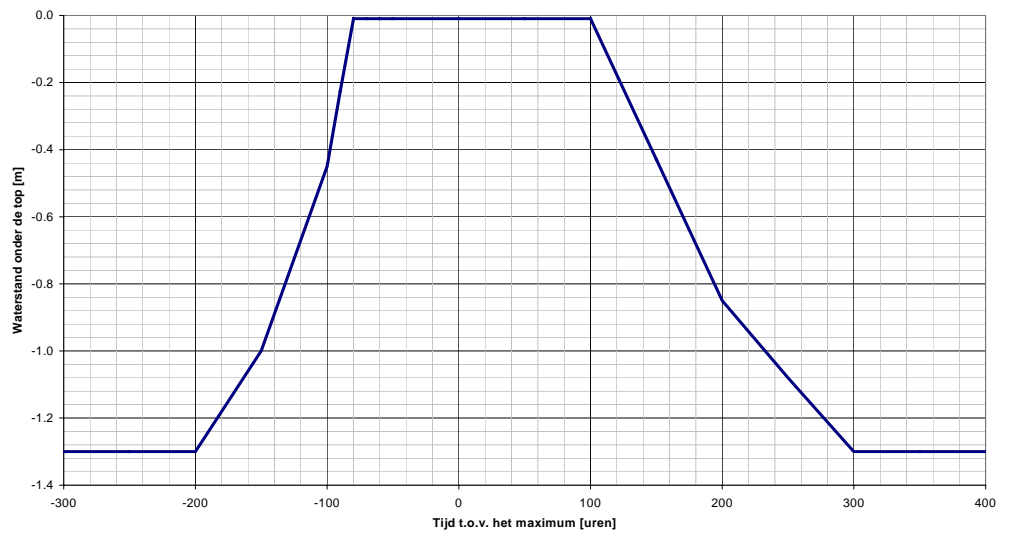
Standaard waterstandsverlooptlijn Hollandsche IJssel



Figuur 3: Standaard waterstandsverlooptlijn Hollandsche IJssel.

Tijd t.o.v. maximum [uren]	Waterstand onder de top [m]
-300	-1.30
-250	-1.30
-200	-1.30
-150	-1.00
-100	-0.45
-90	-0.23
-80	0.00
0	0.00
100	0.00
150	-0.43
200	-0.85
250	-1.08
300	-1.30
350	-1.30
400	-1.30

Standaard waterstandsverlooptlijn Afgedamde Maas



Figuur 4: Standaard waterstandsverlooptlijn Afgedamde Maas.