



Kwaliteitsindicatoren veiligheidstoetsing

Meetbare en controleerbare indicatoren voor de kwaliteit
van de veiligheidstoetsing regionale waterkeringen



Inhoud

Ten geleide	5
Voorwoord	7
Samenvatting	9
I Inleiding	13
1.1 Aanleiding	13
1.2 Uitwerking	13
1.3 Status	14
1.4 Leeswijzer	14
2 Werkwijze benoemen indicatoren	15
2.1 Algemene toelichting werkwijze	15
2.2 Randvoorwaarden waterkeringbeheerders en provincies	15
2.3 Uitwerking indicatoren	16
3 Aandachtspunten toets op veiligheid regionale keringen	19
3.1 Eerste toetsronde: opstart-periode	19
3.2 Beheerdersoordeel	20
3.3 Bewezen sterkte	23
3.4 Droogte	23
3.5 Overzicht kwaliteitsindicatoren – aandachtspunten	25
4 Overzicht kwaliteitsindicatoren	27
4.1 Proces van de toets op veiligheid	27
4.2 Inhoud van de toets op veiligheid - basisinformatie	30
4.3 Inhoud van de toets op veiligheid - toetsing	38
4.4 Rapportage van de toets op veiligheid	40
4.5 Overzicht kwaliteitsindicatoren	45
Literatuur	49
Colofon	50

Ten geleide

De beveiliging tegen overstroming vormt een wezenlijke vereiste voor de bewoonbaarheid van grote delen van ons land. Die beveiliging wordt niet alleen verzorgd door de primaire waterkeringen (dijken langs de grote rivieren, de kust en het IJssel- en Markermeer), maar ook door de zogenaamde regionale waterkeringen. Ook deze waterkeringen zijn belangrijk, en daarom heeft het Rijk in de Vierde Nota waterhuishouding (1998) het actiepunt opgenomen dat provincies en waterschappen normen ontwikkelen voor de veiligheid van niet-primaire waterkeringen.



Het InterProvinciaal Overleg [IPO] en de Unie van Waterschappen [UvW] hebben gezamenlijk besloten om de aanpak van de regionale keringen stapsgewijs uit te voeren. De eerste stap betreft het aanwijzen van de waterkeringen en vastleggen van het wenselijke veiligheidsniveau voor het gebied dat door de regionale waterkering wordt beschermd. De tweede stap betreft de toetsing of de veiligheid van de regionale waterkering voldoet aan de gestelde norm. Een derde stap betreft het zonodig verbeteren van de veiligheid, indien de veiligheid van de waterkering niet voldoet aan de norm. Tenslotte geldt dat de waterkeringen moeten worden beheerd teneinde de veiligheid van de waterkering te onderhouden.

Om het proces landelijk zoveel mogelijk uniform uit te kunnen voeren, is besloten het proces te ondersteunen met een systematiek voor de uitvoering van de genoemde stappen voor de verschillende typen regionale waterkeringen. Dit geheel van activiteiten en producten is vastgelegd in het zgn. Ontwikkelingsprogramma Regionale Waterkeringen. Het programmamanagement van het Ontwikkelingsprogramma is in handen van de STOWA, en staat onder ambtelijk toezicht van het Kernteam Regionale Waterkeringen. De verschillende projecten van dit programma zijn inhoudelijk begeleid door Begeleidingscommissies.

Volgens een schatting van de STOWA bedraagt de totale lengte aan regionale waterkeringen in Nederland ca. 14.000 km, verspreid over nagenoeg alle 12 provincies en 26 waterschappen. Dit betreft verschillende typen regionale waterkeringen, te weten:

- boezemkaden en keringen langs regionale rivieren;
- compartimenteringskeringen of droge keringen, die pas functioneren na het falen van een primaire waterkering;
- voorlandkeringen en zomerkaden, die buitenwater keren maar geen primaire waterkering zijn.

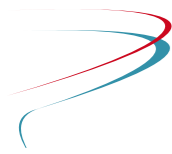
Een groot deel hiervan ondergaat de komende jaren het proces van normeren, toetsen, verbeteren en beheren.

Het document dat u thans voor u heeft liggen, betreft de Kwaliteitsindicatoren Veiligheidstoetsing. Dit rapport vormt een onderdeel van het Ontwikkelingsprogramma.

Drs. G.H.F. Timmermans

Voorzitter kernteam regionale waterkeringen

oktober 2007



Voorwoord



Het Ontwikkelingsprogramma beschrijft de verschillende technische rapporten die in het kader van het ondersteunen van een landelijk toepasbare systematiek zijn of worden opgesteld. Tabel I presenteert een overzicht van de verschillende rapporten, tabel II beschrijft de overige producten van het Ontwikkelingsprogramma.

Tabel I Overzicht technische rapporten Ontwikkelingsprogramma

Normeren
Richtlijn Normeren Keringen langs regionale rivieren
Richtlijn Normeren Compartimenteringskeringen
Richtlijn Normeren Voorlandkeringen

Toetsen
Leidraad Toets op veiligheid – katern Boezemkaden
Leidraad Toets op veiligheid – regionale waterkeringen

Ontwerp & Verbeteren
Handreiking Ontwerpen & Verbeteren – katern Boezemkaden
Handreiking Ontwerpen & Verbeteren – regionale waterkeringen

Beheer & Onderhoud
Handreiking Beheer & Onderhoud Regionale Waterkeringen
Leidraad Waterkerende Kunstwerken in regionale keringen
Leidraad Niet-waterkerende objecten bij regionale keringen

Tabel II Overige producten Ontwikkelingsprogramma

Achtergrondrapporten
Kwaliteitsindicatoren Toets op veiligheid
Materiaalfactoren Boezemkaden

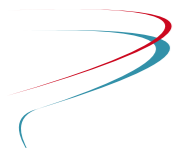
Tijdens de ontwikkeling van het katern Boezemkaden [LTVRW-B 2006] van de LTVRW is door de Begeleidingscommissie Boezemkaden de behoefte geconstateerd aan indicatoren voor de kwaliteit van de toets op veiligheid van boezemkaden en eigenlijk van alle regionale waterkeringen in het algemeen.

Het Kernteam Regionale Waterkeringen, bestaande uit vertegenwoordigers vanuit waterschappen, provincies en rijk, heeft ingestemd met de uitvoering van deze studie, die wordt uitgevoerd binnen het Ontwikkelingsprogramma Regionale Waterkeringen. De uitvoering van deze studie is gefinancierd door de provincies Utrecht, Zuid-Holland en Noord-Holland.

Totstandkoming

Dit handboek is opgesteld door DHV onder begeleiding van de STOWA. Ervaringsdeskundigen van Fugro, Arcadis en Royal Haskoning hebben een review uitgevoerd ten aanzien van de juistheid en compleetheid van de inventarisatie, alsmede de werkbaarheid van de gestelde eisen in termen van vereiste inspanning.





Vertegenwoordigers van provincies (Provincie Utrecht, Provincie Zuid Holland en Provincie Noord Holland) en waterschappen (Fryslân, Groot Salland, Hollands Noorderkwartier, Zuiderzeeland, Rijnland, Delfland, Amstel, Gooi en Vecht, Schieland en de Krimpenerwaard, Rivierenland, Hollandsche Delta, Brabantse Delta, Zeeuwse Eilanden) hebben in een drietal overleggen randvoorwaarden, uitgangspunten en aandachtspunten benoemd en de rapportage van commentaar voorzien. Zij hebben hiermee een belangrijke bijdrage geleverd aan het overzicht van kwaliteitsindicatoren.

Deze versie van het rapport wordt als "groene" versie uitgegeven. Het is denkbaar dat, op basis van ervaring opgedaan met het gebruik van dit overzicht, op termijn een definitieve versie zal worden uitgegeven.

Samenvatting

Op basis van ervaringen met de veiligheidstoetsing van primaire waterkeringen is geconcludeerd dat waterschappen en provincies de behoefte hebben om indicatoren te definiëren ten einde de kwaliteit van een toetsing van regionale waterkeringen te kunnen specificeren cq. beoordelen.

In overleg met vertegenwoordigers van provincies en waterschappen zijn verschillende onderdelen en aspecten van de toets op veiligheid benoemd en zijn kwaliteitsindicatoren aangegeven. De in deze rapportage opgenomen indicatoren kunnen als een inventarisatie of checklist worden gezien. Het is verstandig deze indicatoren te gebruiken, het is echter niet verplicht.

Voor wat betreft de toetsing van regionale keringen is speciale aandacht nodig voor de volgende aspecten:

- **Opstartperiode:**

De totale lengte regionale waterkeringen in Nederland bedraagt circa 14.000 km. Het uitvoeren van de toetsing vergt, met name de eerste keer (keren), een aanzienlijke inspanning. Prioritering is noodzakelijk (eerst belangrijkste keringen, eerst eenvoudige toets, eerst alleen op hoogte, eerst alleen inventarisatie constructies en NWO, etc.).

- **Beheerdersoordeel:**

De inschatting van de waterkeringbeheerder over de veiligheid van de kering maakt deel uit van de toetsing. Onderbouwing van het beheerdersoordeel door middel van eenduidige verslaglegging wordt aanbevolen.

- **Bewezen sterkte:**

Het toepassen van de methode bewezen sterkte lijkt een effectieve toetsmethode. Nadruk moet hierbij liggen op de beschouwing dat de juiste maatgevende randvoorwaarden bij het juiste faalmechanisme worden gebruikt. Dit vormt een beperking voor een betrouwbare toepassing van deze methode in de praktijk.

- **Droogte:**

Voor bepaalde faalmechanismen en voor bepaalde kaden (veen of humeuze klei in kade en achterland) is de situatie droogte mogelijk maatgevend ten opzichte van de natte situatie. Op dit moment is nog geen volledig inzicht in de processen of mechanismen veroorzaakt door droogte welke de stabiliteit van een kade kunnen aantasten. In de LTVRW is een pragmatische uitwerking van de belastingsituatie droogte opgenomen. Voor de kwaliteit van de toetsing van droogtegevoelige kaden is het belangrijk dat de kenmerken van de kering conservatief ten opzichte van de belastingsituatie droogte worden geschat. Hierbij spelen het al dan niet optreden van hydraulische kortsluiting, de sterkte-eigenschappen van veen en humeuze klei en een uitgebreide classificatie van veen een rol.



De kwaliteitsindicatoren richten zich op de volgende onderdelen van de veiligheidstoets:

- Proces van de toets op veiligheid;
- Inhoud van de toets op veiligheid;
- Inzichtelijkheid (rapportage) van de toets op veiligheid.

Proces van de toets op veiligheid

Aanbevolen wordt de veiligheidstoets conform de LTVRW uit te voeren. Voor specifieke aspecten van de beoordeling van de veiligheid of schematisering van kenmerken van de waterkering dienen zoveel mogelijk erkende (gevalideerde) Richtlijnen en/of Technische Rapporten te worden geraadpleegd.

Hoewel lastig meetbaar, zijn de aanpak van de toetsing en de begeleiding door de beheerder (en eventueel provincies) van belang voor de uiteindelijke kwaliteit van het resultaat van de veiligheidstoets.

Inhoud van de toets op veiligheid

Onderscheid dient te worden gemaakt tussen:

- Uitgangspunten en randvoorwaarden betreffende de basisinformatie van de te toetsen waterkering;
- Het uitvoeren van de toetsing.

Voor de aanvang van de toetsing geldt dat verschillende kenmerken van de waterkering en de omgeving bekend moeten zijn:

- Bodemopbouw;
- Sterkte grond (grondmechanische eigenschappen);
- (Grond)waterstanden;
- Geometrie van de waterkering en de directe omgeving (voor- en achterland);
- Bekleding;
- Waterkerende kunstwerken;
- NWO's.

De uitgangspunten of randvoorwaarden van de verschillende belastingen op de waterkeringen dienen te worden vermeld:

- Hydraulische randvoorwaarden (vastgesteld door Provincie);
- Windsnelheden, golf randvoorwaarden, opwaaiing (scheefstand);
- Verkeersbelasting;
- Ijsbelasting, etc.

Naast de nauwkeurigheid en intensiteit van de gebruikte basisinformatie is de betrouwbaarheid van de veiligheidstoetsing afhankelijk van de wijze waarop de toetsing wordt uitgevoerd. De interpretatie en schematisering van de beschikbare gegevens door de (geotechnisch) adviseur en diens deskundigheid, ervaring en opleidingsniveau is van belang voor een kwalitatief goede toetsing.

Rapportage van de toets op veiligheid

De algemene doelstelling van de rapportage is het bieden van inzicht in hoeverre de regionale waterkeringen voldoen aan de gestelde norm en de planning van onderhoud en eventuele verbeteringsmaatregelen. De resultaten van de toetsing kunnen het beste in tabellen en met kleuren op kaart worden weergegeven. Onderscheid kan worden gemaakt in de rapportage aan de waterkeringbeheerder door de toetsers (ingenieursbureau, etc.) en de rapportage aan de provincie door de waterkeringbeheerder. De rapportage aan de provincie kan beknopter zijn, een samenvattend overzicht is voldoende, waarbij achtergrondinformatie, bijlagen, etc. uiteraard ter inzage bij waterkeringbeheerder liggen.

In hiernaaststaande tabel is een overzicht gegeven van de kwaliteitsindicatoren.



Tabel III overzicht kwaliteitsindicatoren veiligheidstoetsing

Onderdeel	Aspect	Indicator Positieve waardering voor:
Proces	Uitwerking van Toets op Veiligheid	Gebruik van de leidraad; Formele vaststelling van de Leidraad door provincie; Gebruik van algemeen geaccepteerde rekenregels, handleidingen en richtlijnen.
	Hydraulische randvoorwaarden	Formele vaststelling door provincie
	Overige belastingen en uitgangspunten (verkeer, ijs, etc)	Afleiding gebaseerd op richtlijnen en leidraad, beleid beheerder en calamiteitenplan; Vaststelling door provincie.
	Aanpak/begeleiding	Duidelijk Plan van Aanpak; Samenwerking tussen betrokken partijen (toetsers, beheerder, provincie); Overleg bij vaststelling uitgangspunten en randvoorwaarden; Realistische planning.
Inhoud	Onderzoek algemeen	Gevoeligheidsanalyse om relevante kenmerken vast te stellen en de benodigde nauwkeurigheid van de informatie daarover
	Bodemopbouw - grondonderzoek	Verkenning van lokale bodemgesteldheid; Dusdanige intensiteit dat variatie van relevante kenmerken (zoals geulen, tussenzandlagen, etc.) voldoende in kaart is gebracht; Onderzoeksstrategie (fasering en technieken); Uitvoering volgens NEN6740.
	Boringen	Uitvoering conform NEN5119 / 5104.
	Sonderingen	Uitvoering conform NEN5140.
	Geo-elektrisch onderzoek	Uitvoering conform vigerende norm.
	Overig onderzoek	Uitvoering conform vigerende norm
	Laboratoriumonderzoek	Voldoende aantal proeven voor betrouwbare statistische afleiding van rekenwaarden; Uitvoering conform vigerende normen (bijv. NEN5106 / 5110 / 5111 / 5112 / 5113 / 5117 / 5118 / 5123 / 5124).
	Waterspanningen / freatische lijn	Afleiding op basis van lokale waarnemingen (peilbuizen, metingen); Uitvoering conform NEN5120.
	Geometrie	Intensiteit dusdanig dat lokale variaties bekend zijn; Nauwkeurigheid passend bij kering (meetmethode, lengte ingemeten profielen, onderwatertaluds en sloten gemeten?); Uitvoering conform gangbare normen.
	Bekledingen	Lokale inventarisatie, inspectie en beoordeling van de kwaliteit.
	Waterkerende kunstwerken	Lokale inventarisatie, inspectie en beoordeling van de kwaliteit.
Niet-waterkerende objecten	Lokale inventarisatie, inspectie en beoordeling van de kwaliteit.	
Inhoud Toetsing	Adviseur	Gebiedskennis; Referentieprojecten; Relevant Curricula Vitae; Ervaring met toetsingen; Gebruik kwaliteitsstelsel Gebruik software (geaccepteerde pakketten); Passende bedrijfsfilosofie.
	Toets	Aanpak volgens LTVRW

Onderdeel	Aspect	Indicator Positieve waardering voor:
Inhoud Toetsing	Schematisatie	Gebruik lokale informatie over bodemopbouw en ontstaansgeschiedenis van de kering; Gebruik van lokale kennis omtrent gedrag / functioneren van de kering tijdens belastingsituatie in het verleden. Gebruik inzichten gevoeligheidsanalyse (bij onderzoek algemeen) om benodigde nauwkeurigheid van de schematisering vast te stellen
	Indeling in vakken	Gebruikte lokale informatie; Toegepaste argumenten.
	Selectie maatgevende profielen	Gebruikte lokale informatie; Toegepaste argumenten.
	Bodemopbouw en grondparameters	Onderbouwing overwegingen; Gevoeligheidsanalyse.
	Waterspanningen / freatische lijn	Onderbouwing overwegingen; Gevoeligheidsanalyse.
Rapportage	Rapport	Inzichtelijke weergave van: beschikbare grondgegevens, waterspanningen, hydraulische randvoorwaarden, beschrijving (geotechnische) schematisering van profiel, motivatie dijkvakindeling, toelichting bij toetsresultaat (inclusief redenen bij "geen oordeel" en beheerdersoordeel, verbeteringsmaatregelen, ervaringen met toetsing.
	Tabellen	Weergave resultaat van toetsing per faalmechanisme en per dijkvak.
	Kaarten	Weergave toetsresultaat, maatgevende belastingsituatie, kritieke faalmechanisme, norm per dijkvak.
	Tekeningen	Situatietekening, geotechnisch lengteprofiel, dwarsprofielen.
	Overig	Bijlagen met grondonderzoek; Overzicht (grond-) waterstanden; In- en uitvoer van berekeningen (digitaal).
Aandachtspunten	Opstart-periode	Verstandige prioritering van kadevakken; Prioritering op basis van faalmechanismen; Differentiatie in het niveau van de uitwerking.
	Beheerdersoordeel	Onderbouwing (zoveel mogelijk kwantitatief) door registratie van juiste gegevens per faalmechanisme, unieke plaatsaanduiding en illustraties; (Eventueel) beschrijving onvolkomenheden technisch beoordelingsspoor.
	Bewezen sterkte	Beschouwing van juiste randvoorwaarden en juiste faalmechanisme; Cijfermatige onderbouwing van uitgangspunten en waarnemingen.
	Droogte	Analyse optreden kortsluiting; Aandacht voor sterkte-eigenschappen van veen; Gedetailleerde classificatie van veen.

Inleiding

1.1 Aanleiding

In het kader van het Ontwikkelingsprogramma Regionale Waterkeringen is recent de integrale Leidraad Toetsen op Veiligheid van regionale waterkeringen (LTVRW) voltooid. Inmiddels is door verschillende waterkeringbeheerders begonnen met het uitvoeren van de veiligheidstoetsing van de regionale waterkeringen volgens deze Leidraad [LTVRW 2007]. Op basis van de ervaringen met de veiligheidstoetsing van primaire waterkeringen is algemeen geconstateerd dat het definiëren van meetbare en controleerbare indicatoren voor de betrouwbaarheid of kwaliteit van een veiligheidstoetsing complex is. Deze complexiteit ten aanzien van de indicatoren geldt met name voor de inhoud van de veiligheidstoetsing, maar zeker ook ten aanzien van het gevolgde proces cq. het resulterende beeld over de beveiliging tegen overstromen of wateroverlast.

Deze complexiteit wordt veroorzaakt door verschillende factoren, welke overwegend worden veroorzaakt door de lokale variatie van de kenmerken van de waterkering en zijn omgeving. Hierdoor zijn zowel de nauwkeurigheid en intensiteit van de benodigde gegevens (geometrie, bodemopbouw, etc.) en de te hanteren modellen / rekenregels voor de uitvoering van de toetsing per faalmechanisme steeds locatiespecifiek.

Het gemis aan indicatoren wordt ervaren door zowel de waterschappen als de provincies:

- door de waterschappen bij de aanbesteding van een veiligheidstoetsing en beoordeling van de offertes;
- door de provincies bij de beoordeling van de rapportages over de veiligheid (vanuit hun rol als toezichthouder bevoegd gezag).

Bij sommige wijzen van aanbesteding wordt het gemis eveneens ervaren door adviesbureaus.

Aldus is geconcludeerd dat de waterschappen en provincies de (gemeenschappelijke) behoefte hebben om indicatoren te definiëren teneinde de kwaliteit van een veiligheidstoetsing te kunnen specificeren cq. beoordelen. Deze indicatoren dienen (idealiter) in een protocol te worden opgenomen wat bij eventuele aanbesteding van een veiligheidstoetsing bij een opdrachtspecificatie cq. offerte-aanvraag aan gegadigden beschikbaar kan worden gesteld.

Op het gebied van bestuurlijk toezicht hebben recent enkele belangrijke ontwikkelingen plaatsgevonden. Genoemd wordt o.a. de code interbestuurlijk overleg, "interbestuurlijk toezicht herijkt" en het besluit van het kabinet inzake adviescommissie Alders. Deze ontwikkelingen hebben gemeen dat ze een vereenvoudiging en stroomlijning van het toezicht bepleiten. Met het opstellen / definiëren van kwaliteitsindicatoren kan een (belangrijke) eerste invulling worden gegeven aan de ontwikkelingen aangaande het toezicht op de bescherming tegen overstromen.

1.2 Uitwerking

Tijdens een eerste verkennend overleg zijn enkele eerste randvoorwaarden en aandachtspunten geïdentificeerd: de indicatoren zijn gericht op zowel het proces als de inhoud van de veiligheidstoetsing. Daarnaast zijn indicatoren vastgesteld voor zowel het technisch oordeel als de kwaliteit van het beheerdersoordeel. Tijdens een startbijeenkomst met vertegenwoordigers van provincies en waterschappen zijn vervolgens verschillende onderdelen en aspecten van de toets op veiligheid benoemd en zijn kwaliteitsindicatoren aangegeven. De uitwerking van de verschillende indicatoren tot een tabel met begeleidende teksten, aanbevelingen en suggesties is in deze rapportage opgenomen. Bij de samenstelling van dit rapport is door ervaringsdeskundigen van enkele bureaus de volledigheid en de toepasbaarheid van de lijst met indicatoren beoordeeld. Daarbij is tevens beschouwd of de genoemde indicatoren niet tot onrealistische eisen (qua inspanning) leiden (met daarbij behorende hoge kosten).



2 Werkwijze benoemen indicatoren

2.1 Algemene toelichting werkwijze

Tijdens een verkennend overleg zijn, in overleg met alle belanghebbenden (beheerders, provincies en adviesbureaus), enkele eerste randvoorwaarden, uitgangspunten en aandachtspunten geïdentificeerd voor wat betreft het benoemen van indicatoren.



In de volgende paragraaf is een overzicht opgenomen van deze door de beheerders van waterkeringen en provincies aangegeven randvoorwaarden. Op basis van deze randvoorwaarden is in een tweede overleg met beheerders van waterkeringen en provincies een lijst opgesteld met mogelijke kwaliteitsindicatoren. Hierbij is onderscheid gemaakt in kwaliteitsindicatoren voor de volgende onderdelen:

- Proces van de toets op veiligheid;
- Inhoud van de toets op veiligheid;
- Rapportage van de toets op veiligheid.

De lijst met kwaliteitsindicatoren zoals die is samengesteld in overleg met de beheerders en provincies, is in deze rapportage uitgewerkt.

2.2 Randvoorwaarden waterkeringbeheerders en provincies

Indicatoren voor zowel het proces als de inhoud

Indicatoren voor de kwaliteit van een veiligheidstoetsing richten zich op zowel procesmatige aspecten (de wijze van toetsing) als de inhoud van de toetsing. Gesteld wordt dat een beoordeling van het proces evident is, maar dat een kwaliteitsindicatie zich speciaal richt op de uiteindelijke (inhoudelijke) kwaliteit van de uitgevoerde toetsing.

Indicatoren voor zowel het technisch oordeel als het oordeel van de beheerder

De toets op veiligheid kent zowel een oordeel op basis van een technisch spoor als een oordeel van de beheerder. Een combinatie van beide oordelen vormt het eindoordeel. Soms zijn deze oordelen niet overeenkomstig. Belangrijk daarbij is dat het beheerdersoordeel overwegend niet getalsmatig onderbouwd kan worden maar berust op ervaring ten aanzien van het gedrag van die kering.

Bovendien geldt daarbij de belangrijke beperking dat dit oordeel veelal niet is gebaseerd op maatgevende situaties, simpelweg omdat deze overwegend (nog) niet zijn opgetreden. Binnen het project is beoogd tevens indicatoren vast te stellen voor de kwaliteit van het beheerdersoordeel.

Juist beeld veiligheid tegen overstromen, op niveau kade (-vak) én beheersgebied

Specifiek voor de komende jaren geldt dat het beeld over de veiligheid van de regionale waterkeringen op basis van een toetsing volgens de LTVRW onvolledig is, aangezien de veiligheidstoetsingen gedurende de komende jaren worden uitgevoerd. Aandacht is besteed aan hoe op basis van een gedeeltelijk inzicht toch een zo volledig en betrouwbaar mogelijk beeld van de veiligheid van regionale keringen op niveau beheersgebied kan worden opgesteld.



Inspectie door beheerder



1.3 Status

Het overzicht van kwaliteitsindicatoren zoals in deze rapportage opgenomen, dient als inventarisatie te worden beschouwd. Het is verstandig de in dit rapport opgenomen indicatoren te gebruiken bij het beoordelen van toetsingen, het is echter niet verplicht.

Afspraken over de kwaliteitseisen dienen in overleg tussen waterkeringbeheerder en provincies te worden gemaakt. Gemaakte afspraken over bepaalde kwaliteitseisen kunnen bijvoorbeeld in een provinciaal uitvoeringsbesluit worden vastgelegd. Het is dan ook denkbaar dat specifieke tekstonderdelen uit dit rapport worden toegepast in een dergelijk uitvoeringsbesluit (en hierdoor als protocol kunnen worden gezien).

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bevat een toelichting van de werkwijze bij het benoemen van kwaliteitsindicatoren.

In hoofdstuk 3 volgen enkele aandachtspunten welke gelden bij een veiligheidstoetsing, zoals de opstartperiode, het beheerdersoordeel en "bewezen sterkte". In hoofdstuk 4 is een opsomming gegeven van kwaliteitsindicatoren bij de verschillende onderdelen en aspecten die van belang zijn bij een veiligheidstoetsing.



Verantwoord vereenvoudigen: beoordeling betrouwbaarheid

De totale lengte aan regionale waterkeringen bedraagt orde grootte 14.000 km. Vanwege deze grote lengte kunnen de onderzoeksinspanning en –kosten aanzienlijk zijn. Daarnaast is een spanningsveld denkbaar tussen enerzijds de onderzoeksinspanning en anderzijds het beschermd belang van een kering. Dit spanningsveld is speciaal van belang vanwege de sterke gevoeligheid van sommige faalmechanismen voor lokale variaties van relevante kenmerken (met name sterkte parameters van de grondlagen, bodemopbouw en daarmee samenhangend waterspanningen). Ten aanzien van de kwaliteitsborging is dus tevens aandacht besteed aan de beoordeling of een eventuele vereenvoudiging van de onderzoeksinspanning verantwoord is (risicobeschouwing) vanuit oogpunt van betrouwbaarheid van de toetsing (toetsoordeel).

“Ingenieur”- factor: terdege rekening mee houden

De uitvoering van een toetsing is sterk afhankelijk van de interpretatie en schematisering van de beschikbare gegevens over bijvoorbeeld de geometrie, bodemopbouw en waterspanningen. Als voorbeeld wordt genoemd de uitwerking van een casus betreffende een boezemkade (gepresenteerd tijdens het symposium over de katern Boezemkaden van de LTV-RW), waarbij de berekende stabiliteitsfactor varieerde van 0,8 tot 1,0 bij een variërend ongunstige of gunstige schematisering van de bodemopbouw, sterkte-eigenschappen van de grondlagen en optredende waterspanningen. De betrouwbaarheid van een toetsing is dus niet alleen afhankelijk van de representativiteit van de gebruikte informatie (nauwkeurigheid en intensiteit), maar zeker ook van de interpretatie en schematisering daarvan door de (geotechnisch) ingenieur (cq. diens deskundigheid, (gebieds)ervaring en opleidingsniveau).

Inzake de veiligheidstoetsing zijn waterschappen voldoende kundig: geen dubbel werk

Inzake de toetsing van de veiligheid van een waterkering geldt algemeen dat de waterschappen ter zake kundig zijn en ook als zodanig worden beschouwd door de toezichthouders (de provincies). Het uiteindelijke doel van deze indicatoren en de betrokkenheid van de provincies bij de veiligheidstoetsing is om in gezamenlijkheid met de waterschappen de kwaliteit of betrouwbaarheid van een veiligheidstoetsing vast te stellen, alsmede eventuele verbeterpunten te identificeren. Het is daarbij nadrukkelijk niet de bedoeling om in het kader van de kwaliteitsborging een deel van de veiligheidstoetsing opnieuw te doen.

Inspelen op recente ontwikkeling op gebied van bestuurlijk toezicht en handhaving

Op het gebied van bestuurlijk toezicht hebben recent enkele belangrijke ontwikkelingen plaatsgevonden. Genoemd wordt o.a. de code interbestuurlijk overleg, “interbestuurlijk toezicht herijkt” en het besluit van het kabinet inzake adviescommissie Alders. Met het opstellen / definiëren van kwaliteitsindicatoren kan een (belangrijke) eerste invulling worden gegeven aan de ontwikkelingen aangaande het toezicht op de bescherming tegen overstromen.

2.3 Uitwerking indicatoren

De uitwerking van de kwaliteitsindicatoren is in de volgende hoofdstukken opgenomen. Hierbij zijn de volgende aandachtspunten ten aanzien van de toetsing van regionale keringen met nadruk behandeld:

- o De opstartperiode: aangezien de eerste toetsing naar verwachting gefaseerd en mogelijk onvolledig zal worden uitgewerkt. Hierbij dient tevens aandacht te zijn voor de afronding van de toetsing, wel/ geen eindoordeel;
- o Het beheerdersoordeel: met name de onderbouwing hiervan;
- o Methode “bewezen sterkte”;
- o Aanpak droogtegevoelige kaden: schematisatie en sterkte-eigenschappen van veen en humeuze klei.

Per onderdeel van de veiligheidstoets is een onderverdeling in aspecten gemaakt. Voor de verschillende aspecten zijn indicatoren benoemd. Per indicator is een toelichting gegeven en (waar mogelijk) de wijze waarop de indicator kan worden gekwantificeerd.

Opgemerkt wordt dat alle keringen, hoe evident veilig dan ook, getoetst moeten worden. De benodigde inspanning om de toetsing uit te voeren zal echter per kering kunnen verschillen. Dit is van invloed op de indicatoren.

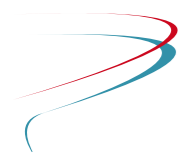
De toetsing van regionale keringen is opgedeeld in 3 niveaus:

- o Eenvoudige toets;
- o Gedetailleerde toets;
- o Geavanceerde toets.



De inventarisatie van kwaliteitsindicatoren richt zich op alle niveaus, maar de resultaten (opsomming “meetbare” indicatoren) heeft vooral betrekking op de gedetailleerde toets. Uitgangspunt hierbij is dat de eenvoudige toets gebaseerd is op eenvoudig te controleren en te verifiëren aannames, de kwaliteit van dit toetsniveau is goed te waarborgen. Voor de geavanceerde toetsing geldt juist dat dermate diepgaande en nauwkeurige berekeningen worden uitgevoerd dat de verwachting is dat de kwaliteit van deze toetsingen voldoende is. Hierbij wordt echter opgemerkt dat de rapportage van de geavanceerde toets, uitgevoerd door specialisten / deskundigen, inzichtelijk en begrijpelijk moet zijn.





3 Aandachtspunten toets op veiligheid regionale keringen

3.1 Eerste toetsronde: Opstart-periode

De totale lengte regionale waterkeringen in Nederland bedraagt ca. 14.000 km. De lengte regionale waterkering per beheerder varieert sterk, sommige waterkeringbeheerders beheren grote lengten regionale keringen. Zo beheren bijvoorbeeld het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en het Wetterskip Fryslân respectievelijk ca. 1000 km en meer dan 3500 km boezemkaden. In, op of langs deze regionale waterkeringen bevinden zich een groot aantal waterkerende kunstwerken en niet-waterkerende objecten.



Het verzamelen van de benodigde informatie voor de uitvoering van de toets is voor zowel de waterkering als de waterkerende kunstwerken en de niet-waterkerende objecten een aanzienlijke en soms complexe inspanning. Dit geldt vooral voor de eerste keer dat de toetsing wordt uitgevoerd. Het is denkbaar dat de eerste toetsing daarom gefaseerd over meerdere jaren wordt uitgevoerd. Een eventuele fasering van de eerste veiligheidstoetsingen, inclusief de volgorde van de verschillende waterkeringen en de totale doorlooptijd, dienen de provincies en de verschillende waterkeringbeheerders afzonderlijk in overleg vast te stellen.

Om snel een (voorlopig) beeld te krijgen van de beveiliging tegen overstromingen op het niveau van het beheersgebied van het waterschap of de provincie, gelden de volgende aanbevelingen cq. kwaliteitsindicatoren:

- Verstandige prioritering van de waterkeringen en waterkerende kunstwerken;
- Prioritering van de faalmechanismen;
- Differentiatie in het niveau van de uitwerking van de toetsing.

Voorts geldt dat naar verwachting tijdens de eerste toetsronde de benodigde informatie deels onvolledig is, zodat algemeen niet zal kunnen worden voldaan aan alle gedefinieerde indicatoren in deze inventarisatie.



Waterkering met damwandconstructie

Verstandige prioritering waterkeringen en waterkerende kunstwerken

Het verdient aanbeveling de toetsing te starten met de meest risicovolle waterkeringen en kunstwerken, dit zijn:

- keringen en kunstwerken waarbij de doorbraak ernstige gevolgen heeft (hoge norm);
- keringen en kunstwerken waarvan reeds wordt vermoed dat de standzekerheid (sterkte, hoogte, stabiliteit) beperkt is of niet aan norm voldoet.

Voor de inventarisatie van risicovolle keringen en de prioritering daarvan bestaan verschillende mogelijkheden. Het verdient de aanbeveling dat de criteria bij de inventarisatie en prioritering voorafgaand aan de daadwerkelijke selectie met de provincie wordt overlegd. Bijkomend voordeel van een prioritering op basis van de gevolgen van een doorbraak ten opzichte van bijvoorbeeld een willekeurig andere uitvoeringsvolgorde (bijvoorbeeld van noord naar zuid) is dat een eventueel benodigde kadeverbetering mogelijk eveneens wordt gestart met de belangrijkste kaden. Dit is van belang, omdat het eerst verbeteren van minder belangrijke kaden als nadeel heeft dat de werkelijke veiligheid van de overige (deels belangrijke kaden) wordt verlaagd doordat de grootte van de belastingsituatie verder kan toenemen (systeemwerking: de verbeterde minder belangrijke kaden breken niet door).

Prioritering op basis van faalmechanismen

Ten aanzien van de verschillende faalmechanismen geldt dat niet elk faalmechanisme een even grote bedreiging voor de regionale waterkering vormt, bijvoorbeeld omdat bij een traag verloop van het faalmechanisme (erosie en soms zandmeevoerende wellen) het mogelijk is noodmaatregelen te treffen. Teneinde snel een beeld te verkrijgen op niveau van het beheersgebied kan dus tevens worden gekozen bij de eerste toetsing in het bijzonder aandacht te besteden aan de meer belangrijke faalmechanismen. Dit zijn bijvoorbeeld:

1. Hoogte: dit is een belangrijk faalmechanisme. Veelal is een toets op hoogte relatief snel uit te voeren en biedt een negatief resultaat van deze toets voldoende aanleiding om in ieder geval verbeteringswerken voor te bereiden;
2. Stabiliteit binnenwaarts: dit is een snel faalmechanisme, de toetsing vergt echter een aanzienlijke inspanning.

Differentiatie niveau uitwerking toetsing

Het uitvoeren van een eenvoudige toets (vuistregels, op basis van bestaande gegevens) biedt de mogelijkheid snel inzicht te hebben in kaden die zeker wel en zeker niet zullen voldoen. Indien één spoor van de toetsing eindigt in een score "onveilig" is geen verdere inspanning voor de toetsing benodigd en kan beter direct worden gestart met verbeteren.

3.2 Beheerdersoordeel

De veiligheid van een regionale waterkering wordt beoordeeld op meerdere faalmechanismen. De beoordeling per faalmechanisme geschiedt op basis van een toetsspoor. De uitwerking van een toetsspoor resulteert in een (technische) waardering van de standzekerheid van de waterkering voor het beschouwde faalmechanisme. Naast het technische toetsspoor maakt de eigen inschatting van de waterkeringbeheerder over de actuele veiligheid van de waterkering deel uit van de veiligheidstoetsing. Dit oordeel betreft het beheerdersoordeel. Hierbij beoordeelt de beheerder de veiligheid van een dijkvak ten aanzien van een faalmechanisme op grond van praktijkervaringen of kennis die "zacht" is en daarom niet geschikt is om in de toetssporen te gebruiken.

Het beheerdersoordeel kan (overwegend) niet getalsmatig worden gestaafd. Bovendien geldt daarbij de belangrijke beperking dat dit oordeel veelal niet is gebaseerd op maatgevende situaties, simpelweg omdat deze veelal (nog) niet zijn opgetreden. Betreffende de kwaliteit van de toets op veiligheid is ten aanzien van de afweging tussen het technische oordeel en het beheerdersoordeel (of de acceptatie daarvan) een

goede onderbouwing belangrijk. Dit geldt vooral wanneer het beheerdersoordeel gunstiger is dan de score volgens de technische beoordeling. In dergelijke gevallen dient naar de inschatting van de beheerder te worden aangegeven waarom het oordeel van de beheerder afwijkt van het technisch oordeel, inclusief de eventuele onvolkomenheden van de rekenregel voor de lokale situatie.

Maar zoals gesteld is die onderbouwing ook vaak lastig. Het vastleggen van waarnemingen tijdens opgetreden belastingsituaties kan wellicht houvast bieden. De verslaglegging dient dan wel eenduidig te zijn, aandachtspunten hierbij zijn:

- beschrijving van de belastingsituatie, zowel kwantitatief als kwalitatief ten aanzien van alle relevante kenmerken zoals waterstand, golfhoogten en zo nodig windsnelheid, etc.;
- de situatie ten aanzien van eventuele overige belastingen (verkeer);
- plaats van de waarneming: unieke beschrijving, dijkpaal, metring of code;
- Waarneming per faalmechanisme: bevindingen ten aanzien van hoogte, macro-stabiliteit, piping, bekleding, etc. separaat vermelden;
- illustraties: een schets of foto van de waarneming toevoegen aan de beschrijving.

Vervolgens dient bij de beschrijving van het beheerdersoordeel per faalmechanisme alle achterliggende relevante informatie te worden beschreven, eveneens zo veel mogelijk kwantitatief. Onderstaand volgen enkele suggesties, per faalmechanisme.

Hoogte

- Opgetreden waterstanden, golfhoogten en eventueel waargenomen overslagdebiet (zowel schatting gemiddelde als extremen per golf). Veelal zullen hiervan geen metingen beschikbaar zijn, visuele waarnemingen zijn dan zeer waardevol. Ook het mogelijk hanteren van een optimalisatie / reductie van de hydraulische randvoorwaarden, bijvoorbeeld de grootte van de golven vanwege beschutting (in stedelijk gebied), dient kwantitatief te worden onderbouwd met waarnemingen uit het verleden (wel vastleggen!).
- Meetgegevens over de zetting van de kade.
- Beschrijving of bij het waargenomen overslagdebiet erosie van de kruin en het binnentalud is opgetreden. Dergelijke waarnemingen kunnen ook de keuze van een overslagcriterium bij de toets motiveren.



Stabiliteit binnenwaarts

- Opgetreden waterstanden in combinatie met waarnemingen van de freatische grondwaterstanden en de stijghoogte in het onderliggende watervoerende pakket.
- Beschrijving van de grootte en locatie (in het dwarsprofiel) van eventuele vervormingen en scheurvorming.

Stabiliteit buitenwaarts

- Opgetreden val van het buitenwater.
- Beschrijving van de grootte en locatie (in het dwarsprofiel) van eventuele vervormingen en scheurvorming.

Piping

- Opgetreden waterstanden in combinatie met de stijghoogte in het watervoerende zandpakket, de waterstand in teensloten en de bijbehorende oprijfveiligheid.
- Beschrijving van eventueel waargenomen faalverschijnselen zoals welvorming en sterke kwel.



Maatregelen bij optreden piping
(bron: US Army Corps of Engineers)

Micro-stabiliteit

- Opgetreden waterstanden in combinatie met waarnemingen van de freatische grondwaterstand in het dijklichaam.
- De werking van eventuele drainage dient bij voorkeur met dergelijke gegevens te worden onderbouwd/aangetoond.

Bekleding (buitentalud)

- Opgetreden golfhoogten en eventueel stroomsnelheid langsstromend water (visuele waarneming en eenduidige verslaglegging).
- Vergelijking van de kwaliteit en kenmerken van de bekleding op het aangevallen deel van het talud met het deel van het talud wat tijdens de maatgevende situatie zal worden aangevallen.
- Vergelijking van de huidige kwaliteit van de bekleding met de situatie tijdens de waarneming.
- Bij een grasmat dient de soortenrijkdom en verwachte ontwikkeling daarvan gedurende de toetsperiode op basis van het gevoerde beheer te worden beschreven.



Erosiebestendigheid kruin en binnentalud

- Waargenomen overslagdebiet (zowel schatting gemiddelde als extremen per golf).
- Beschrijving of bij het waargenomen overslagdebiet erosie van de kruin en het binnentalud of afschuiving van het binnentalud is opgetreden.
- Vergelijking van de kwaliteit van de grasmat tijdens de waarneming met de verwachte kwaliteit (in termen van soortenrijkdom en dichtheid) gedurende de toetsperiode op basis van het gevoerde beheer.

Waterkerende kunstwerken, bijzondere constructies en niet-waterkerende objecten

Ook voor wat betreft de waterkerende kunstwerken en bijzondere constructies dient bij de beschrijving van het beheerdersoordeel per faalmechanisme alle achterliggende relevante informatie te worden beschreven. Voor de inhoud van de beschrijving wordt verwezen naar bovengenoemde suggesties. Voor de kunstwerken en constructies geldt verder dat constructieve stabiliteit, staat van onderhoud en sluitingsprocedures van belang zijn.

Voor wat betreft de niet-waterkerende objecten (NWO) dient bij de beschrijving van het beheerdersoordeel vooral aandacht te zijn voor de ligging van het NWO ten opzichte van het beoordelingsprofiel van de kering.

Eventuele wijzigingen van de kade of de onmiddellijke omgeving die sinds de waarnemingen zijn opgetreden en die invloed kunnen hebben op de actuele sterkte, dienen tevens te worden beschreven.

Het beschrijven en onderbouwen van het beheerdersoordeel met een dergelijke kwantitatieve onderbouwing komt bijna overeen met een bewijsvoering volgens de methode Bewezen Sterkte. Voor deze methode geldt echter een door ENW vastgestelde procedure [TRAS, 2007].

3.3 Bewezen sterkte

Toepassing van de methode “bewezen sterkte” lijkt op het eerste gezicht een effectieve toetsmethode, speciaal voor boezemkaden met een lage norm aangezien het maatgevend peil vaak niet veel hoger is dan het dagelijks voorkomend waterpeil. Echter, de standzekerheid van een kering wordt niet alleen bepaald door de te keren waterstand, maar ook door het effect van mogelijk bijkomende overige belastingen zoals de waterspanningen. Te denken valt aan een (extreem) natte situatie met een hoge freatische lijn door infiltratie van regenwater of een extreem droge situatie waarbij door kortsluiting een hoge opwaartse druk in de zandondergrond ontstaat. Maar ook veranderingen in de geometrie van de dijk (bodemdaling, kruinverhoging, etc.) of een achteruitgang van de sterkte kunnen de methode ondermijnen.

Indien “bewezen sterkte” als toetsmethode wordt gebruikt dient de nadruk te liggen op de beschouwing van het juiste faalmechanisme met de juiste randvoorwaarden.

Bijvoorbeeld piping: een hoge waterstand is voorgekomen zonder dat piping is opgetreden, maar welk niveau had het polderpeil (maatgevend (laag) niveau?), en welk niveau had de stijghoogte in het onderliggende zandpakket?

De methode “bewezen sterkte” kan worden toegepast als uitgangspunten en waarnemingen cijfermatig kunnen worden onderbouwd op een zodanige wijze dat blijkt dat voor alle relevante kenmerken van een faalmechanisme de maatgevende situatie is beschouwd. Deze voorwaarde beperkt de toepasbaarheid van de methode.

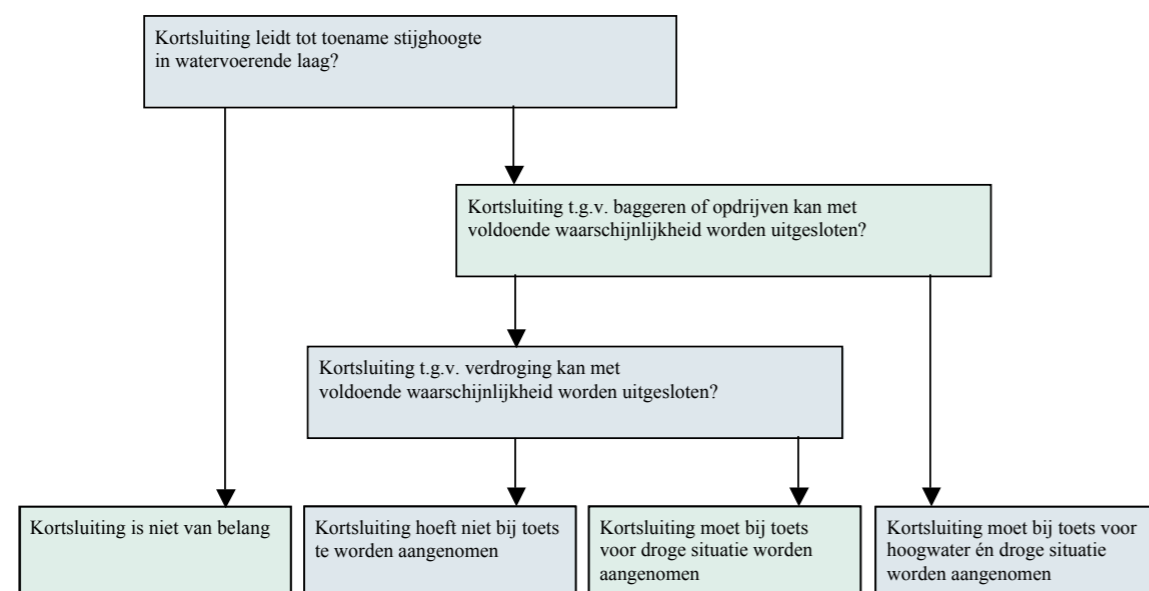
3.4 Droogte

Gedurende de warme en langdurig droge zomer van 2003 is geconstateerd dat voor bepaalde faalmechanismen en voor bepaalde kaden (veen of humeuze klei in kade en achterland) de situatie droogte mogelijk maatgevend is ten opzichte van de natte situatie. Op dit moment is nog geen volledig inzicht in de processen of mechanismen veroorzaakt door droogte welke de stabiliteit van een kade kunnen aantasten. In de

LTVRW is een pragmatische uitwerking van de belastingsituatie droogte opgenomen. Voor de kwaliteit van de toetsing van droogtegevoelige kaden is het belangrijk dat de kenmerken van de kering conservatief ten opzichte van de belastingsituatie droogte worden ingeschat. Hierbij spelen het al dan niet optreden van hydraulische kortsluiting en de sterkte-eigenschappen van veen en humeuze klei een rol.

Hydraulische kortsluiting

Met hydraulische kortsluiting wordt bedoeld het ontstaan van een of meer weerstandsvrije waterstroom tussen de boezem (of ander water) en één of meer grondlagen in of onder de dijk met een relatief grote horizontale doorlatendheid. Het ontstaan van de kortsluiting kan leiden tot een toename van de water-spanning in die lagen, wat een zeer ongunstige invloed kan hebben op de stabiliteit van de kering. In Figuur 3.1 is het stroomschema voor de beoordeling van de relevantie van het optreden van hydraulische kortsluiting weergegeven.



Figuur 3.1 Beoordeling relevantie optreden van hydraulische kortsluiting

Sterkte-eigenschappen veen en humeuze klei

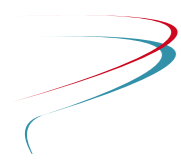
Naar aanleiding van het bezwijken van enkele veenkaden in 2003 is opnieuw aandacht voor het bepalen van de sterkte-eigenschappen van veen en humeuze kleien. Vooruitlopend op resultaten van meer fundamenteel onderzoek zijn in de LTVRW enkele getalswaarden genoemd waarvan voorlopig kan worden uitgegaan. Met name de schuifsterkte bij lage spanningsniveaus is hierbij een discussiepunt. Dit is vooral bij de veenkaden bepalend voor de veiligheid. Voor een goede toekenning van de sterkte-eigenschappen is een gedetailleerde classificatie van het veen tijdens het grondonderzoek noodzakelijk. De aanduiding VEEN met eventueel de toevoeging “zandig” lijkt daarbij niet voldoende. De classificatiemethode zoals opgenomen in het Technisch Rapport Classificatie van veen [TRV 1996] wordt aanbevolen.

Afschuiving droogtegevoelige kade in Terbregge



3.5 Overzicht kwaliteitsindicatoren - aandachtspunten

Aandachtspunt	Indicator
Opstart-periode	Verstandige prioritering van waterkeringen, dijkvakken en waterkerende kunstwerken; Prioritering op basis van faalmechanismen; Differentiatie in het niveau van de uitwerking.
Beheerdersoordeel	Onderbouwing (zoveel mogelijk kwantitatief) door registratie van juiste gegevens per faalmechanisme, unieke plaatsaanduiding en illustraties; (Eventueel) beschrijving onvolkomenheden technisch beoordelingsspoor.
Bewezen sterkte	Beschouwing van juiste randvoorwaarden en juiste faalmechanisme; Cijfermatige onderbouwing van uitgangspunten en waarnemingen.
Droogte	Analyse optreden kortsluiting; Aandacht voor sterkte-eigenschappen van veen; Gedetailleerde classificatie van veen.



4 Overzicht kwaliteitsindicatoren

4.1 Proces van de toets op veiligheid

Regionale waterkeringen bieden bescherming tegen overstroming vanuit buitenwater (voorlandkeringen), binnenwater (boezems, kanalen en regionale rivieren) of bij doorbraak van andere waterkeringen (droge of compartimenteringskeringen). Het waarborgen van de bescherming tegen overstroming van de regionale keringen (beveiliging van het achterland) geschiedt in 4 stappen:

1. Aanwijzen waterkeringen en vastleggen veiligheidsnorm;
2. Toetsing;
3. Verbeteren (indien veiligheid van de kering niet voldoet aan de norm);
4. Beheer (behouden van veiligheid) en onderhoud.



Hoogwater
in Friesland

Het aanwijzen en normeren van de waterkeringen is een verantwoordelijkheid van de Provincie (op voordacht en in samenwerking met de beheerder). Toetsing van de keringen is een taak van de beheerder (waterschap, RWS).

Na toetsing van de keringen wordt afhankelijk van de toetsscores een plan voor verbeteringen van de keringen en beheer en onderhoud opgesteld (technisch beheerregister).



Een separaat onderdeel binnen de hiervoor genoemde 4 stappen is het opstellen van een legger. In de legger geeft de beheerder de (minimaal) benodigde afmetingen van de keringen aan en worden de kernzone en beschermingszones aan weerszijden van de kering vastgelegd. De plaats van dit onderdeel staat niet vast, het kan voor of na de toetsing worden uitgevoerd.

Toepassen leidraad

Om te bereiken dat de toetsing van de actuele veiligheidssituatie door de beheerders op uniforme wijze tot stand komt, wordt aanbevolen de LTVRW te gebruiken. Hierbij dient de op dat moment vigerende versie van de leidraad te worden gebruikt. In de toetsrapportage dient te worden vermeld welke versie

van het document is gebruikt en wat de status van de leidraad is (bijvoorbeeld "groene" versie, eventueel formeel vastgesteld door provincie). Verwijzingen dienen eenduidig te zijn aangegeven.

Toepassen richtlijnen en technische rapporten

Bij het uitvoeren van de veiligheidstoetsing zullen binnen de verschillende beoordelingen (zoals bijvoorbeeld steenzettingen) en schematiseringen (zoals bijvoorbeeld waterspanningen) soms belangrijke uitgangspunten worden afgeleid. Deze beoordelingen en schematiseringen van uitgangspunten dienen zo veel mogelijk te zijn gebaseerd op rapporten die daar (vnl. door de TAW) specifiek voor zijn uitgebracht. De gebruikte Richtlijnen en/of Technische Rapporten dienen duidelijk te worden vermeld, eventueel met aanduiding van de versie waarbij het in voorkomende gevallen algemeen verstandig lijkt de vigerende versie van het document te gebruiken. Verwijzingen dienen eenduidig te zijn aangegeven. Te raadplegen documenten zijn bijvoorbeeld:

- Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies [TRWG 2001];
- Technisch Rapport Zandmeevoerende Wellen [TRZW 1999];
- Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken [TRW 2004];
- Technisch Rapport Steenzettingen [TRS, 2003];
- Handboek Construeren met Grond [CUR162 1993];
- Leidraad Kunstwerken [LK 2003];
- VTV [VTV 2006].

Deze documenten zijn ook opgenomen in de leidraad. In de toetsing dient vooral te worden aangegeven wanneer van rapporten of handreikingen wordt afgeweken en waarom.

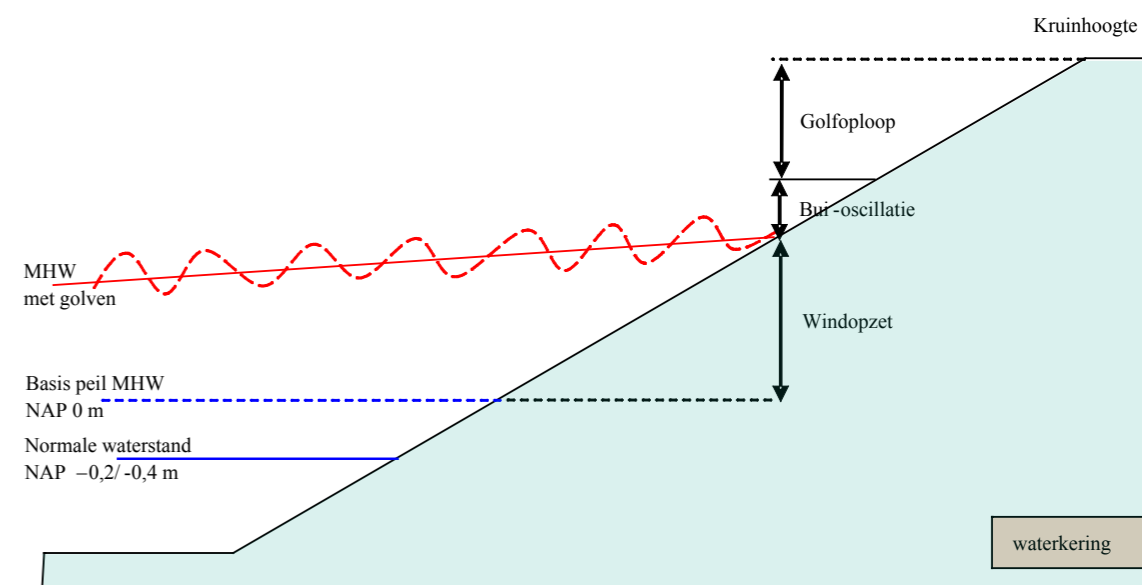
Hydraulische randvoorwaarden

Voor uitvoering van de toetsing dient de waterkeringbeheerder te beschikken over Toetspeilen. Dit zijn de maatgevende waterstanden behorende bij de veiligheidsnorm. Het toetspeil wordt door provincies en waterschappen samen afgeleid, voor zowel de hoogwatersituatie als voor de beschouwing van de situatie "droogte" indien relevant. Daarnaast dienen gegevens betreffende de maatgevende golven (periode en hoogte) bekend te zijn. Dit is in het bijzonder voor de toets op hoogte en de bekleding van belang. Het verdient de aanbeveling de hydraulische randvoorwaarden (toetspeil en golfgegevens) formeel vast te stellen (door de provincie).

De lokale toeslagen dienen te worden vastgesteld door de waterkeringbeheerder. Te denken valt aan:

- Bui-oscillaties;
- Een stijging van de waterstand door scheefstand van de boezem, rivier of het compartiment (door wind en bemaling);
- De onzekerheid over het waterpeil op basis van de mate van beheersbaarheid van het waterpeil tijdens maatgevende condities;
- Rekening houden met toekomstige peilstijgingen in de toetsperiode.

Om verschillende redenen ontstaan soms misverstanden over de opbouw van de vereiste kruinhoogte, met name over het al of niet inbegrepen zijn van lokale toeslagen op de maatgevende waterstand in het toetspeil. Het verdient allereerst aanbeveling dat de waterkeringbeheerder, de provincie en eventueel de ingeschakelde adviseur, vooraf duidelijk af spreken welke toeslagen al zijn meegenomen in de bepaling van het toetspeil. Dit kan per watersysteem verschillend zijn. Vervolgens wordt aanbevolen een en ander inzichtelijk te maken met behulp van een schema. Een voorbeeld van een dergelijk (lokaal) schema is weergegeven in figuur 3.1.



Figuur 4.1 Voorbeeld van definitie begrippen bij hoogtebeoordeling

Bij de toetsing wordt tevens het polderpeil beschouwd, dit peil dient de beheerder vast te stellen. De juiste, vastgestelde hydraulische randvoorwaarden moeten worden gebruikt. Deze uitgangspunten dienen duidelijk opgenomen te worden in de rapportage (zie ook paragraaf 2.4).

Overige belastingen

Naast belasting door hoogwater dient ook van de volgende belastingen te worden aangegeven of deze zijn meegenomen en welke uitgangspunten of randvoorwaarden zijn gebruikt en eventuele motivatie om bepaalde belastingen wel of niet mee te nemen:

- Verkeersbelasting (incl. gehanteerd consolidatie percentage in bodem);
- Ijsbelasting (eventueel);
- Golfbelasting door schepen;
- Zware neerslag (verhoogde freatische lijn in de kade);
- Biologische aantasting (muskusratten, overbeweiding);
- Schepen (aanvaarbelasting) en drijvende voorwerpen (oeverconstructies).





Verkeer op regionale kering

Aanpak en begeleiding

Hoewel lastig meetbaar, zijn de aanpak van de toetsing en de begeleiding door de beheerder (en eventueel provincies) van belang voor de uiteindelijke kwaliteit van het resultaat van de veiligheidstoets.

Een duidelijk Plan van Aanpak voor aanvang van de toetsing geeft de uitgangspunten en randvoorwaarden aan en biedt inzicht in de planning en kan worden gebruikt bij aanbestedingen (beoordeling van meerdere inschrijvingen).

Samenwerking en overleg tussen Provincie en beheerder enerzijds en beheerder en toetsers (veelal advies- of ingenieursbureau) anderzijds is van groot belang. Knelpunten en het ontbreken van gegevens kunnen dan tijdens overleg vroegtijdig worden besproken en opgelost, waardoor de toetsresultaten meer compleet zijn (voorkomen van de score "geen oordeel"). Begeleiding van de toetsers door de beheerder voorkomt onverwachte resultaten.

De betrokkenheid van de provincies bij de veiligheidstoetsing is om gezamenlijk met de waterschappen de kwaliteit of betrouwbaarheid van een veiligheidstoetsing vast te stellen, alsmede eventuele verbeterpunten te implementeren. Zodra verbeterpunten zijn geïdentificeerd, dienen deze zo snel mogelijk, bij voorkeur in dezelfde toetsronde, op nog te toetsen kaden te worden meegenomen. Er kan dan een betere toetsing worden uitgevoerd, zodanig dat een betrouwbaarder inzicht in de resultaten van de veiligheidstoetsing wordt verkregen.

4.2 Inhoud van de toets op veiligheid - Basisinformatie

De eisen welke aan de indicatoren worden gesteld zijn afhankelijk van het uitwerkingsniveau van de toets. De beheerder heeft bij de aanbesteding van de uitvoering van de toetsing de keuze tot welk niveau wordt getoetst:

- Eenvoudig: met beschikbare gegevens en vuistregels;
- Gedetailleerd: met aanvullend (grond)onderzoek en rekenregels;
- Geavanceerd: met aanvullend (grond)onderzoek en geavanceerde rekenregels / rekenmodellen.

De beheerder kan op voorhand inschatten welk "toetsniveau" haalbaar is binnen de geldende randvoorwaarden. Door een gevoeligheidsanalyse uit te voeren kan de invloed van afwijkingen in de aannames worden vastgesteld. Dit inzicht vormt:

- een belangrijke onderbouwing van de vereiste intensiteit van het (grond-) onderzoek;
- nuttig inzicht in de vereiste nauwkeurigheid bij de schematisering.

Voor de uitvoering van de toetsing geldt dat verschillende kenmerken van de waterkering, de constructies en de omgeving bekend dienen te zijn:

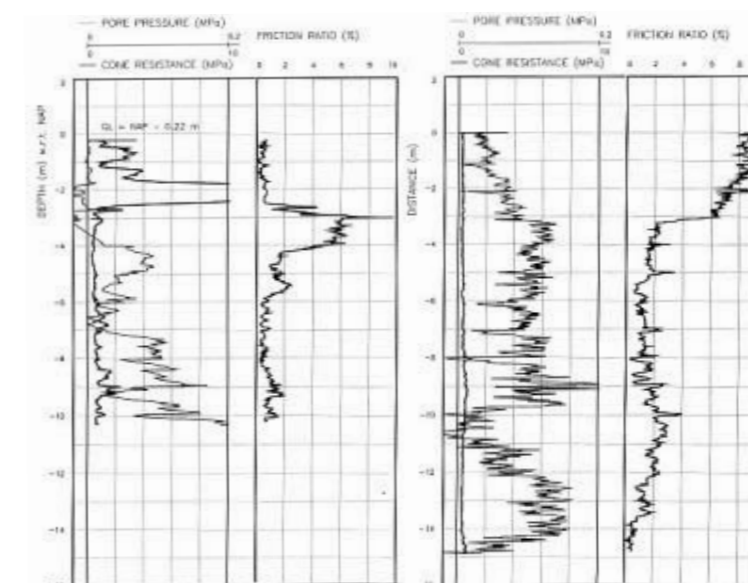
- Bodemopbouw;
- Sterkte parameters grond;
- Bekledingen;
- Waterspanningen;
- Waterstanden;
- Geometrie;
- Waterkerende kunstwerken;
- Niet-waterkerende objecten.

De mate van nauwkeurigheid, intensiteit en compleetheid van bovengenoemde informatie bepaald voor een deel de kwaliteit van de toetsresultaten.

Bodemopbouw en grondonderzoek

Het is gewenst dat de opbouw van de waterkering en de bodemopbouw ter plaatse van de waterkering en in het gebied dat relevant is voor de stabiliteit van de kering (de invloedzone in het voor- en achterland, soms tot wel 50 m uit de kering) bekend is (gebiedsdekkende informatie). Hierbij dient bijzondere aandacht te zijn voor lokale variaties, bijvoorbeeld met klei opgevulde geulen in het Pleistocene zand of Holocene tussenzandlagen in een pakket met klei- en veenlagen. Ook de aanwezigheid van droogtegevoelige lagen (humeuze klei en veen) in zowel de ondergrond als de kering is van groot belang voor de schematisering van de waterkering. De bodemopbouw onder de kering en bij de constructies, in het voor- en achterland en de opbouw van de waterkering (bekleding en kern) kan worden vastgesteld op basis van grondonderzoek, bijvoorbeeld bestaande uit:

- Boringen;
- Sonderingen, inclusief meting van de plaatselijke kleef en waterspanning;
- Geo-elektrische metingen.



Figuur 4.2 Voorbeeld sondering

Een gefaseerde uitvoering van het onderzoek en afstemming van het onderzoek op de schematisatie van de kering wordt aanbevolen. Ter voorbereiding op het veldonderzoek kan worden begonnen met een vooronderzoek bestaande uit een terrein- en kunstwerkeninspectie, met een gestandaardiseerde aandachtspuntenlijst, en een bureaustudie. In de bureaustudie wordt de beschikbare kennis over de waterkering, inclusief waterkerende kunstwerken en bijzondere constructies, geïnventariseerd zodat het (grond-) onderzoek gericht plaats kan vinden. Bij deze inventarisatie kan bijvoorbeeld gebruik worden gemaakt van geologische kaarten, bodemkaarten, grondwaterkaarten, geulenkaarten, (historische) plattegronden, luchtfoto's, ontwerptekeningen van dijk en kunstwerken, kennis van "gebiedskundigen", bestaande dijkenrapporten, inspectierapporten van kunstwerken, reeds beschikbaar grondonderzoek, etc..

Het benodigde (grond-)onderzoek is sterk afhankelijk van het soort kering, aanwezige kunstwerken, de ondergrond en de norm. De intensiteit van het grondonderzoek dient zodanig te zijn dat variaties in relevante kenmerken van de bodemopbouw zoveel mogelijk zijn uitgekarteerd. Voor boezemkaden in veengebieden waar Holocene tussenzandlagen kunnen voorkomen is duidelijk een grotere intensiteit nodig dan voor bijvoorbeeld kanaaldijken op zandgronden. In het laatst genoemde geval kan wellicht volstaan worden met bestaande bodemgegevens, bijvoorbeeld geologische kaarten en sonderingen en boringen die verkregen kunnen worden bij het DINO-loket.

Ter informatie:

In NEN6740 (Basiseisen en belastingen) en in CUR 2003-7 (bepaling geotechnische parameters) is algemene informatie opgenomen over de intensiteit van grondonderzoek voor het opstellen van een ontwerp en de te hanteren normen hiervoor.

Voor grondwerken en grondkerende constructies wordt in NEN6740 gesteld dat, indien de te verwachten afwijkingen in dikte van aanwezige klei-, veen- en leemlagen in het onderzoeksgebied kleiner zijn dan 0,5 m, de afstand tussen de onderzoekspunten ten hoogste 100 m mag zijn. De afstand tussen de onderzoekspunten dient tot 50 m te worden verkleind indien de variatie in bodemopbouw groter is of indien grote zettingsverschillen over korte afstanden tot problemen kan leiden. Tabel 1 geeft een overzicht voor de intensiteit van uit te voeren grondonderzoek zoals opgenomen in CUR2003-7.

Tabel 1 matrix veldonderzoek (uit CUR 2003-7) (ter informatie)

Type project	Hart op hart afstand		
	Sonderingen	Boringen	In situ proef
Grondkerende constructies	25 m	75 m	75 m
Lijninfrastructuur	100 m	400 m	250 m
Bouwrijp maken	50 m	200 m	-

Opgemerkt wordt dat bij vergunningaanvragen in Zuid-Holland wordt verwezen naar de eisen gesteld door Hoogheemraadschap van Delfland betreffende grondonderzoek bij veendijken. In verband met de heterogeniteit van de ondergrond wordt bij veendijken meer onderzoek vereist dan bovenstaand genoemd, ter voorkoming van interpolatiefouten. De intensiteit is mede afhankelijk van de projectlengte. Tevens is ook de locatie van het grondonderzoek vastgesteld.

Voor de sonderingen dient minimaal sondeerklassen 2 (NEN5140) te worden gehanteerd.

Geadviseerd wordt een deel van de sonderingen met waterspanningsmeting uit te voeren. Sonderingen en boringen dienen afwisselend in de kruin en in de teen van de dijk te worden uitgevoerd.



Onderstaand is een kort overzicht opgegeven van de NEN-normen behorende bij grondonderzoek:

- Boren en monsterneming in grond: NEN5119;
- Identificatie grond: NEN5104;
- Peilbuizen en opnemen grondwaterstanden: NEN5120;
- Sonderen (elektrisch): NEN5140.

Opgemerkt wordt dat altijd moet worden nagegaan of de vigerende norm is gebruikt.

Overwogen kan worden al rekening te houden met de Europese norm EC7 en de nationale annex.

Sterkte parameters grond

Door middel van in-situ proeven of laboratoriumonderzoek op, tijdens het grondonderzoek genomen, grondmonsters kunnen de sterkte parameters van de verschillende grondlagen worden vastgesteld. Uitvoering van de monsterneming, in-situ proeven en het laboratoriumonderzoek dient conform vigerende NEN-normen te geschieden. De keuze van het type test en de interpretatie van de testresultaten dienen conform richtlijnen zoals opgenomen in het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies [TRWG 2001] te worden gedaan.

Onderstaand is een kort overzicht opgenomen van te hanteren normen bij het uitvoeren van laboratoriumonderzoek:

- Boren en monsterneming in grond: NEN5119;
- Schuifweerstandeigenschappen: NEN5117/5106;
- Samendrukkingseigenschappen: NEN5118;
- Volumieke massa: NEN5110/5111;
- Watergehalte van de grond: NEN5112/5113;
- Doorlatendheidscoëfficiënt: NEN5123/5124.

Bij de toetsing dient op de wijze zoals genoemd in Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies [TRWG 2001] met representatieve waarden en rekenwaarden van grondparameters te worden omgegaan. De samenstelling van de proevenverzameling dient zodanig (reproduceerbaar) te worden beschreven dat een volgende partij dit onafhankelijk verder kan uitwerken. Bij het samenstellen van de proevenverzameling dient ook de kwaliteit van de monsterneming te worden beschouwd.

In NEN6740 (Basiseisen en belastingen) tabel 1 is een overzicht opgenomen van representatieve grondeigenschappen. De gegevens uit deze tabel kunnen als minimale waarde of ter aanvulling worden gebruikt. Opgemerkt wordt dat de waarden voor veen zoals opgenomen in deze tabel, veelal te gunstig zijn. Speciale aandacht voor het vaststellen van de grondparameters van veen wordt daarom aanbevolen.

Bekledingen

In de volgende documenten is informatie opgenomen omtrent de inspectie en toetsing van bekledingen:

- VTV [VTV 2006];
- Technisch rapport Asphalt voor waterkeren [TRAW 2002];
- Technisch Rapport Steenzettingen [TRS 2003];
- Handleiding bij het programma Steentoets, met name bijlage I en II.

Dit laatste document bevat ook een checklist voor het verzamelen van informatie over bekledingen en een voorbeeld van een inwinformulier.

Onderzoek naar de bekleding van waterkeringen dient zich te richten op:

- Inventarisatie van gegevens (bureaustudie);
- Inspectie van de bekleding van de waterkering:
 - Vaststellen van type, opbouw, etc;
 - Beoordeling van de toestand van de bekleding (visueel of op basis van laboratoriumonderzoek).



Het verdient aanbeveling ook het onderzoek naar de bekledingen gefaseerd uit te voeren. Op basis van tekeningen, inspectierapporten en informatie van de beheerder kan eerst een indeling in vakken met gelijke bekleding worden gemaakt. Vervolgens dient op basis van een veldinspectie te worden vastgesteld of inderdaad de op tekening aangegeven bekleding aanwezig is en in welke toestand de bekleding verkeert.

De intensiteit van inspecties en onderzoek zal per type bekleding kunnen variëren, over het algemeen geldt dat zo min mogelijk destructief onderzoek plaats moet vinden. Voorafgaand aan de toetsing dienen met de beheerder afspraken te worden gemaakt betreffende de intensiteit van het onderzoek.

Ook de frequentie van inspectie en onderzoeken zal per type bekleding kunnen variëren. De bodemopbouw van een kade zal niet snel veranderen, maar de toestand van bijvoorbeeld een grasbekleding kan wel snel wijzigen.

Aandachtspunt bij het verzamelen van informatie over bekledingen is de overgang tussen de verschillende typen bekledingen. Bij inspecties dient hier extra naar te worden gekeken.



Inspectie dijkbekleding

Waterspanningen

Inzicht in het verloop van de waterspanningen in de waterkering (gebiedsdekkend) is erg belangrijk. Er zijn meerdere methoden om waterspanningen in de ondergrond te bepalen:

- Veilige schematisaties: op basis van (bekende) toetspeilen, binnendijkse waterstanden (polderpeil) en stijghoogte in het watervoerend pakket de waterspanningen in de dijk op een conservatieve manier schematiseren, op een dusdanige wijze dat per faalmechanisme een veilige aanname is gedaan;
- Meten: het verloop van de stijghoogte van het grondwater in de ondergrond kan worden gebaseerd op metingen van peilbuizen en/of waterspanningsmeters. Indien niet tijdens maatgevende omstandigheden wordt gemeten dient te worden geëxtrapoleerd;
- Rekenmodellen: mocht het bepalen van de stijghoogte onder maatgevende condities aan

de hand van metingen niet mogelijk zijn, dan kan de stijghoogte aan de hand van de bodemopbouw en de laaigenschappen ook worden berekend met rekenmodellen. Ook hierbij geldt dat geaccepteerde en gevalideerde programma's gebruikt dienen te worden;

- Combinatie van metingen en rekenmodellen.

In eerste instantie zou een veilige schematisatie kunnen worden aangehouden, werkwijze conform Technisch Rapport Water-spanningen bij Dijken [TRW 2004]. Voor keringen langs regionale rivieren (of andere watergangen met een groot verschil tussen normale waterstanden en toetspeil) kunnen de freatische lijn en de stijghoogte op dezelfde wijze bepaald worden als bij rivierdijken.



Bij boezemkaden kunnen peilbuizen of waterspanningsmeters worden gebruikt.

Door middel van peilbuizen (NEN5120) kan de freatische grondwaterstand, de stijghoogte in het watervoerend pakket en het verloop van de grondwaterstand in de waterkering te worden vastgesteld. De metingen dienen te worden uitgevoerd in raaien, op meerdere plekken in het dwarsprofiel. Daarbij dienen ook externe factoren te worden beschouwd zoals droge/natte periode, waterpeilen, grondwateronttrekkingen, etc. Peilbuizen kunnen tevens ter verificatie van rekenmodellen worden gebruikt.

Grondwaterstanden kunnen ook worden afgeleid uit dissipatietesten. Dit betreffen echter eenmalige metingen. Daarnaast kan, voor regionale informatie, de TNO-database met waarnemingen van peilbuizen uit het landelijk meetnet worden geraadpleegd.



Peilbuizen

De gemeten waterspanningen kunnen inzicht geven of het te keren water in contact staat met het watervoerend pakket en of het aspect piping relevant is.

Een van de belangrijkste belastingssituaties is zware neerslag. Door middel van frequente peilbuiswaarnemingen en waterspanningsmetingen gedurende het natte seizoen kan een indruk worden gekregen van de respons van de freatische grondwaterstand op neerslag. De wijze waarop extrapolatie plaatsvindt staat niet vast en is dus adviseursafhankelijk.

Als indicatie voor de meetfrequentie in extreme situaties om een goed beeld te krijgen van het verloop van de waterspanningen in extreem natte of extreem droge perioden geldt een frequentie van minimaal 3 keer per week, waarbij de metingen worden doorgezet tot 4 à 6 weken na einde van de extreme periode.

Waterstanden in oppervlakte water

Gegevens over (normale) waterstanden in de boezem of regionale rivier en het polderpeil kunnen veelal bij de beheerder worden opgevraagd. Als deze gegevens niet beschikbaar zijn, en dat is in het geval van regionale rivieren regelmatig het geval, dan dient geschematiseerd te worden op basis van voorzichtige (conservatieve) schattingen.

Geometrie

De geometrie van de waterkering en de directe omgeving (voorland en achterland) dient (gebiedsdekkend) bekend te zijn. Per kade en gebied kan een andere eis worden gesteld aan de metingen. De volgende aspecten zijn van belang bij het vaststellen van de geometrie van de kering:

- *Nauwkeurigheid van de metingen*: de gewenste nauwkeurigheid van de metingen kan variëren per kade, per onderdeel van de kade en per gebied. Voor aanvang van de inmeting dient de vereiste nauwkeurigheid (veelal 0,01 of 0,05 m) duidelijk te zijn;
- *Frequentie van de metingen*: deze kan variëren per gebied en per type kade. In zettingsgevoelige gebieden dienen metingen vaker te worden uitgevoerd dan in gebieden waar de kaden op zand zijn gebouwd;
- *Intensiteit van de metingen*: deze dient in ieder geval zodanig te zijn dat actuele variaties in het maaiveld binnen het gebied of kadevak voldoende zijn uitgekarteerd.

Bij (hoogte)metingen dient duidelijk te zijn welke meetmethode is gehanteerd. Tevens is van belang te weten over welke lengte (ten opzichte van de teen) de meting van het dwarsprofiel is uitgevoerd, of onderwatertaluds en sloten ook zijn ingemeten, etc.

Inzicht in de nog te verwachten zetting van de waterkering en regionale bodemdaling is van belang voor de toetsing. Op het internet is informatie van de regionale bodemdaling voor geheel Nederland beschikbaar:

- <http://www.droogtestudie.nl/instrumentarium/basisinformatie/samenvattingen/47/index.html>
- http://www.rijkswaterstaat.nl/rws/riza/home/publicaties/pdf/scenarios_externe_krachten.pdf

Waterkerende kunstwerken

Waterkerende kunstwerken zijn meestal primair aangelegd ten behoeve van utilitaire kruisingen zoals (scheepvaart-)verkeer, waterbeheersing of nutsvoorzieningen. Verder kunnen andere functies van de waterkering zoals woon-/werk-/leefmilieu, natuur, landschap en cultureel erfgoed, ertoe leiden dat bijzondere waterkerende constructies zoals een kistdam, keermuur of damwand worden toegepast.

Voor de toetsing van de waterkering is het van belang voldoende informatie te hebben over de waterkerende kunstwerken en de bijzondere waterkerende constructies. Naast algemene informatie die reeds verzameld wordt (zoals hiervoor beschreven) betreffende de bodemopbouw, waterspanningen, etc., geldt dat voor de kunstwerken en constructies speciale aandacht moet zijn voor de volgende aspecten:

- Kenmerken constructie: funderingswijze en –niveau, afmetingen, staat van constructie, etc.;
- Kenmerken van afsluitconstructies (aantal, soort) en sluitingsprotocol;
- Ontwerpuitgangspunten en beschikbaarheid uitgevoerde ontwerpberekeningen;
- Kenmerken aansluiting constructie op grondlichaam of ander onderdeel van waterkering;
- Gebruik en Beheer, bediening (afspraken), sluitpeilen, onderhoudswerkzaamheden, eventuele schade, etc.;
- Rapportage van beheerder (inspectierapporten, informatie van oefening sluitprocedure, verslaglegging hoogwatersituatie, etc).

Het verdient de aanbeveling het onderzoek naar de kunstwerken gefaseerd uit te voeren:

- Inventarisatie van gegevens (bureaustudie en gesprekken met beheerders);
- Inspectie van de kunstwerken in de waterkering:
 - Controle kenmerken, staat van waterkerende onderdelen (vleugelwanden, afsluitmiddelen, e.d.), etc.;
 - Beoordeling van de onderhoudstoestand van de kunstwerken (visueel of op basis van nader onderzoek).

Bij de toets speelt in alle gevallen ook de eventuele achteruitgang in sterkte of stabiliteit een rol. Voor het uitvoeren van de toets zijn daarom altijd de onderhouds- en controlegegevens nodig. Het is aan te bevelen deze gegevens in een logboek vast te leggen. Ook eventuele veranderingen na de bouw komen hierin.

Niet-waterkerende objecten

Onder niet-waterkerende objecten (NWO) worden alle objecten verstaan die geen functioneel deel uitmaken van de waterkering:

- Begroeiing;
- Bebouwing;
- Pijpleidingen en kabels;
- Overige constructies (wegen, landhoofden, geleidewerken, steigers, niet-waterkerende kadeconstructies).



De veiligheid van de waterkering kan in gevaar komen bij aanwezigheid van NWO's door:

- Verstoring van het grondlichaam;
- Externe belastingen;
- Waterstroming;
- Beperking vrijheid van beheer en onderhoud.

Voor de toetsing van de waterkering is het van belang voldoende én actuele informatie te hebben over de NWO's:

- Locatie in waterkering;
- Kenmerken object (afmetingen, aanlegniveau, funderingswijze);
- Eventuele afsluitmiddelen;
- Ontwerpmethode;
- Zetting ter plaatse van bijvoorbeeld kabels en leidingen;
- Etc.

Bij de NWO's is het essentieel de locatie van de objecten ten opzichte van het beoordelingsprofiel van de waterkering te weten.



4.3 Inhoud van de toets op veiligheid - Toetsing

Adviseur

De betrouwbaarheid van een toetsing is niet alleen afhankelijk van de nauwkeurigheid en intensiteit van de gebruikte informatie, maar is zeker ook sterk afhankelijk van de interpretatie en schematisering van de beschikbare gegevens door de (geotechnisch) ingenieur. Diens deskundigheid, ervaring (o.a. gebiedskennis) en opleidingsniveau zijn van belang voor een kwalitatief goede toetsing. Mogelijke indicatoren voor wat betreft de kwaliteit van de adviseur zijn:

- Gebiedskennis;
- Referentie projecten;
- Curricula Vitae;
- Bewezen kwaliteit en (goede) ervaring met eerdere projecten;
- Bedrijfsfilosofie;
- Kwaliteitssysteem bedrijf (ISO 9001).

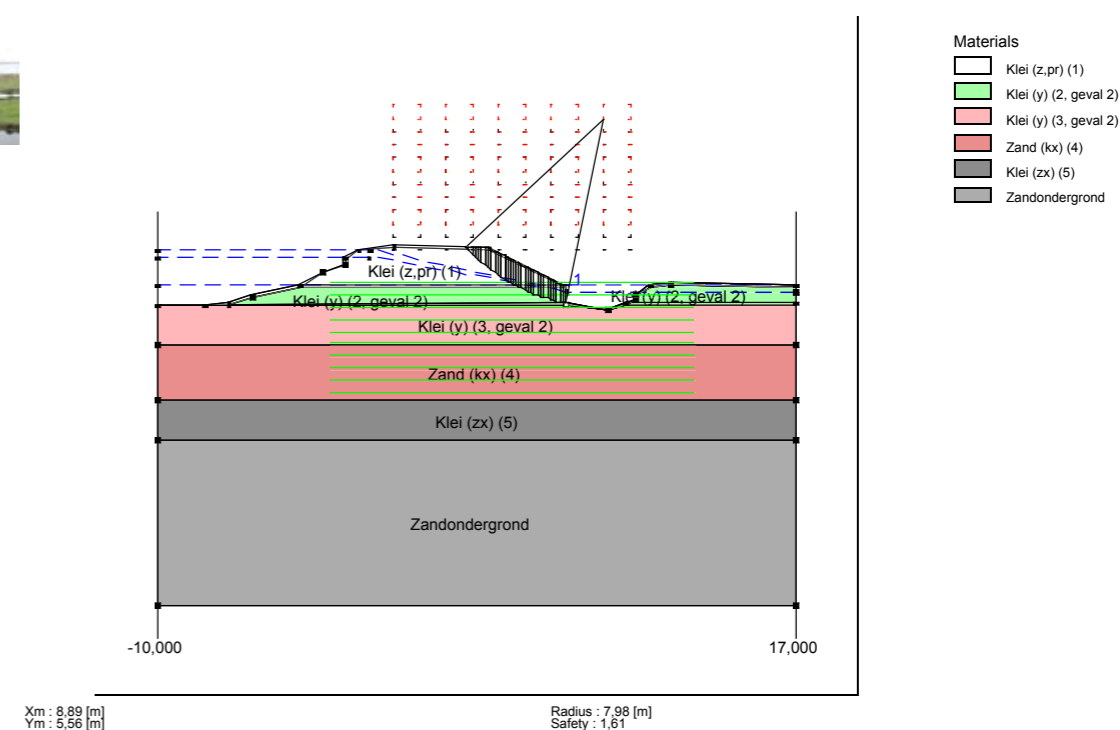
Ook de manier waarop de schematisering wordt uitgevoerd is van belang voor de resultaten van de toetsing. Ter illustratie is een stukje tekst uit het evaluatierapport van Bergambacht (Proefvak Bergambacht Evaluatierapport, Delft Cluster, 2002) gekopieerd.

Schematisatie van de dijk en ondergrond. Parallel aan de activiteiten voor de praktijkproef

Bergambacht is door 5 onafhankelijke adviseurs de dijk beoordeeld volgens de Leidraad Toetsen op Veiligheid. Zij kwamen op basis van identieke voorinformatie tot ca. 25% afwijkende 'adviezen'. Belangrijke oorzaak is de wijze waarop de bodemopbouw wordt geschematiseerd uit het in-situ grondonderzoek. Blijkbaar is sprake van een ruime mate van vrijheid bij de interpretatie van grondonderzoek tot het voor de stabiliteitsanalyse benodigde ondergrondmodel. De indruk bestaat dat de beschikbare 'interpretatieruimte' bij ontwerp en toetsing in het algemeen conservatief wordt ingevuld. Vastgesteld is dat het belang van beperking van de interpretatievrijheid groot is met het oog op uniformering van het waardeoordeel bij ontwerp en toetsing en in relatie tot mogelijke optimalisatie van de omvang van grondonderzoek. Dit vereist aanwijzingen voor de interpretatie en tot op zekere hoogte normering ervan.

De variatie in de "ingenieur"-factor zal afnemen als hogere eisen worden gesteld aan de kwaliteit van de adviseur (certificering) en als de noodzaak van het maken van subjectieve keuzes wordt beperkt door het verzamelen van voldoende basisinformatie. Indien de variatie in de beschikbare gegevens ruimte laat voor interpretatie of als de resultaten rond de norm liggen, dan kan het uitvoeren van een gevoeligheidsanalyse inzicht geven in de spreiding van de resultaten. Een voorzichtige schematisatie wordt aanbevolen indien te weinig gegevens voor handen zijn. De kwaliteit van toetsingen kan omhoog worden gebracht als willekeurig en steekproefsgewijs een onafhankelijke controle wordt uitgevoerd.

De toetsing van waterkeringen bestaat onder andere uit het uitvoeren van berekeningen (stabiliteit, zettingen, verloop grondwaterstand, etc.). Computerprogramma's die bij het maken van de verschillende berekeningen worden ingezet dienen algemeen geaccepteerd en gevalideerd te zijn (bijvoorbeeld Mserie van Geodelft, Plaxis bij geavanceerde toets, etc.). Bij gebruik van minder (of on-)bekende software zijn benchmarks noodzakelijk, ter onderbouwing van de toetsresultaten.



Figuur 4.3 Voorbeeld uitvoer stabiliteitsberekening

Toets

De uitwerking van de toetsing per type kering is beschreven in de leidraad. Dit betreft vooral de technische aanpak van de toetsing. Hierbij is het startpunt een duidelijk en representatief dwarsprofiel (schematisering).

In dit handboek ligt de nadruk op de kwaliteit van de schematisatie: hoe te komen van een dijk of constructie in het veld buiten naar een betrouwbare (maatgevende) schematisering. Voldoende informatie van voldoende kwaliteit dient te worden verzameld (zie voorgaand hoofdstuk).

Na het verzamelen van de basisinformatie zal, op basis van de bodemopbouw (geotechnisch lengteprofiel), de geometrie van de kade en de (grond)waterstanden, de te toetsen kade in verschillende kadevakken worden onderverdeeld. Per kadevak dient een (of meerdere) representatief(ve) dwarsprofiel(en) te worden geselecteerd. De intensiteit van de toetsprofielen (aantal kadevakken en representatieve dwarsprofielen) varieert per gebied en type waterkering. Indien bepaalde informatie niet beschikbaar is of indien veel variatie zit in de gegevens dan wordt aanbevolen "robuust" te toetsen. Hiermee wordt bedoeld zo goed mogelijk, maar wel conservatief bepaalde keuzes en inschattingen te maken.

Voor de waterkerende constructies (bijvoorbeeld damwanden, keermuren, gemalen, etc) zal per constructie op basis van de verzamelde informatie een schematisatie worden gemaakt. Overgangsconstructies, tussen grondlichaam en constructie, dienen eveneens te worden beschouwd.

De kwaliteit van de toetsing hangt niet alleen af van het aantal beschouwde dwarsprofielen, maar ook van het detailniveau van de uitgevoerd berekeningen per faalmechanisme en de mate waarin de verzamelde informatie ook daadwerkelijk gebruikt is bij de beoordeling.

Voor ieder dwarsprofiel en iedere waterkerende constructie dient per faalmechanisme de juiste (maatgevende) belastingsituatie te worden geschematiseerd. In het algemeen geldt dat één schematisatie niet voor alle faalmechanismen de maatgevende situatie geeft.

Speciale aandacht dient hierbij te zijn voor de schematisering van de waterspanningen. Bij sommige regionale keringen kan dit een lastige opgave zijn en de invloed hiervan is vaak groot (denk aan kortsluiting tussen boezemwater en grondwater bij veenkaden maar ook de ligging van de freatische lijn en de stijghoogte in watervoerende zandlagen). Voor meer informatie omtrent de schematisering van waterspanningen in de ondergrond wordt verwezen naar paragraaf 4.2, de leidraad en het Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken [TRW 2004].



De veiligheid van een regionale waterkering wordt beoordeeld op meerdere faalmechanismen. De beoordeling per faalmechanisme geschiedt op basis van een in de leidraad aangegeven toetsspoor. De uitwerking van een toetsspoor zoals aangegeven in de leidraad resulteert per dwarsprofiel in een (technische) waardering van de veiligheid van de waterkering voor het beschouwde faalmechanisme.

De totale lengte regionale waterkeringen is dusdanig groot (circa 14.000 km) dat een beperking van de onderzoeksinspanning veelal gewenst zal zijn. De kwaliteitsborging dient aandacht te besteden aan de beoordeling of een eventuele vereenvoudiging van de onderzoeksinspanning verantwoord is vanuit oogpunt van betrouwbaarheid van de toetsing (en toetsoordeel) en eventueel risico (en gevolg). Te denken valt aan het gebruik van informatie uit bestaande databases (en dus géén “eigen” grondonderzoek uitvoeren) voor robuuste kaden met lage veiligheidsnormen. Onderbouwing van de uitgangspunten en gemaakte keuzen en voldoende gedetailleerde verslaglegging is nodig, zodat het geheel inzichtelijk en verifieerbaar wordt.

De toetsing van waterkerende constructies en niet-waterkerende objecten (NWO) dient volgens de in de leidraad aangegeven methode te worden uitgevoerd. Ook hier geldt dat een uitwerking per toetsspoor resulteert in de waardering van de totale veiligheid. In het kader van prioritering (zie ook paragraaf 3.1) kan in onderling overleg tussen waterschap en provincie gekozen worden om de waterkerende constructies en NWO's eerst alleen in kaart te brengen en een beheerdersoordeel te geven, zonder daadwerkelijk te toetsen. Bij deze inventarisatie dient vooral ook aandacht te zijn voor de ligging van de objecten ten opzichte van het beoordelingsprofiel van de kering. Over het algemeen zullen er veel NWO's per kering zijn, kunnen sommigen zeer oud zijn en zal meestal weinig informatie over deze constructies beschikbaar zijn. Door conservatieve aannamen te doen is de waterkering wel te toetsen.

4.4 Rapportage van de toets op veiligheid

De waterkeringbeheerder dient de resultaten van de veiligheidstoetsing van de regionale keringen, op basis van de LTVRW, te rapporteren aan Gedeputeerde Staten van de provincie. Veelal wordt de veiligheidstoetsing niet door de beheerder zelf uitgevoerd, maar wordt hiervoor een ingenieursbureau ingeschakeld. De algemene doelstelling van de rapportage is het bieden van inzicht in de veiligheid van de regionale waterkeringen zodanig dat het eenvoudig door de provincie kan worden verwerkt. Om de rapportage door de verschillende waterkeringbeheerders te uniformeren zijn wensen uit de leidraad overgenomen:

Rapport

Het is wenselijk dat het rapport (al of niet in de bijlagen) een inzichtelijk overzicht bevat van:

- Beschrijving waterkeringstelsel, veiligheidsnorm en verantwoordelijke beheerder;
- Beschikbare grondgegevens (uitgevoerd grondonderzoek, bodemopbouw en sterkte-eigenschappen);
- Datum inmetingen geometrie, lengte ingemeten profielen (t.o.v. teen), onderwatertaluds en sloten ook ingemeten?, etc;
- Waterspanningen inclusief gehanteerde meetpunten en/of uitgangspunten en rekenmethoden;
- Hydraulische randvoorwaarden;
- Motivatie dijkvakindeling;
- Motivatie selectie dwarsprofielen;
- Beschrijving (geotechnische) schematisering per profiel;
- Motivatie gehanteerde extra belastingen (verkeersbelasting, etc);

- Overzicht kunstwerken, NWO's;
- Uitgevoerde berekeningen;
- Toelichtende tekst bij de toetsing, inclusief redenen bij “geen oordeel” (geen toetsing uitgevoerd, geen gegevens beschikbaar, geen goede rekenregel) en beheerdersoordeel;
- Beheerders rapportage betreffende gevoerd beheer, plan van aanpak voor voorziene verbeteringen, plan van aanpak voor volgende toetsronde in geval “geen oordeel”.

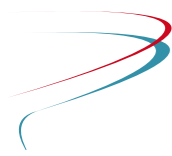
Tabellen

De resultaten van de toetsing kunnen het beste in tabellen worden weergegeven. De tabellen dienen de volgende informatie te bevatten:

- Dijkvakken (nummer en/of naam) of naam en type constructie;
- Lengte dijkvak;
- Toetsresultaat en toetsjaar;
- Reden waarom niet tot een eindoordeel is gekomen (bijvoorbeeld geen informatie);
- Zonodig planning van groot of buitengewoon onderhoud, eventuele verbeteringswerken.

Ter illustratie is op de volgende pagina een voorbeeld opgenomen van een tabel waarin de toetsresultaten kunnen worden vermeld. Een alternatief voor deze tabel is een overzicht waarin per kering de aantallen met een bepaalde score worden aangegeven. Dit geeft echter minder inzicht in de scores per faalmechanisme. Gekozen is voor een samenvatting op het niveau van individueel dijkvak. Een samenvattende tabel met een overzicht van scores per dijkvak klasse geeft vooral bestuurders een duidelijk inzicht in de resultaten.





Voorbeeldtabel: Resultaat veiligheidstoetsing polder.....

Kade (nummer of naam)	Norm	Repr. profielen	Lengte Kade (m)	Resultaat (m)			Resultaat (lengte in m)												veiligheidsbeoordeling per toetsingscriterium												NWO							
				totaal				HT			STPH			STBU			STBI				STMI				STBK				STVL				totaal					
				Volvoet aan norm		Volvoet niet		Geen oordeel	Volvoet aan norm		Volvoet niet		Geen oordeel	Volvoet aan norm		Volvoet niet		Geen oordeel	Volvoet aan norm		Volvoet niet		Geen oordeel	Volvoet aan norm		Volvoet niet		Geen oordeel	Volvoet aan norm		Volvoet niet		Geen oordeel					
				goed	vol-doende	onvol-doende	goed		vol-doende	onvol-doende	goed	vol-doende		onvol-doende	goed	vol-doende	onvol-doende		goed	vol-doende	onvol-doende	goed		vol-doende	onvol-doende	goed	vol-doende		onvol-doende	goed	vol-doende	onvol-doende		goed	vol-doende	onvol-doende		
I.a			1000	100	700	100	100	800	100	0	200	700	100	0	500	450	50	0	900	100	0	0	100	900	0	0	300	500	100	100	500	200	150	150	nvt	nvt	nvt	nvt
I.b			500	100	200	100	100	200	200	0	100	200	100	100																								
I.c			725	etc			etc																															
2.a			250																																			
2.b			300																																			
Etc			...																																			
Totaal																																						

Voor kunstwerken geldt een soortgelijke tabel, hiervan is eveneens een voorbeeld opgenomen.

Voorbeeldtabel: Resultaat veiligheidstoetsing kunstwerken polder

Kade (nummer of naam)	Norm	Type	Kunstwerk (nummer of naam)	Resultaat totaal			Resultaat veiligheidsbeoordeling per toetsingscriterium																														
				HT			STCG			STCO			STPH			STVL																					
				Volvoet aan norm		Volvoet niet	Geen oordeel	Volvoet aan norm		Volvoet niet	Geen oordeel	Volvoet aan norm		Volvoet niet	Geen oordeel	Volvoet aan norm		Volvoet niet	Geen oordeel	Volvoet aan norm		Volvoet niet	Geen oordeel														
				goed	vol-doende	onvol-doende		goed	vol-doende	onvol-doende		goed	vol-doende	onvol-doende		goed	vol-doende	onvol-doende		goed	vol-doende	onvol-doende															
I.a		Sluis	1		x			x			x																										
		Gemaal	2					x																													
I.b		Sluis	1																																		
		Gemaal	2																																		
		Coupure	3																																		
I.c		Coupure	1																																		
		Sluis	2																																		
2.a		etc																																			
2.b																																					
Etc																																					
Totaal																																					

Kaarten

De locatie van de waterkering dient op een kaart te worden aangegeven. Op deze overzichtskaart dient eveneens de normering en benaming van de waterkering te worden aangegeven. Ook een overzicht van de bodemopbouw ter plaatse van de waterkering (veen/klei/zand) draagt bij aan het inzichtelijk maken van de toetsing.

Daarnaast is het wenselijk het toetsresultaat op dijkvakniveau op kaarten aan te geven. Ook kaarten met de maatgevende belastingsituatie en het kritieke faalmechanisme zijn wenselijk.

Een belangrijke meerwaarde van kaarten is dat een geografisch inzicht wordt verkregen in de actuele stabiliteit van de regionale waterkeringen en het kritieke faalmechanisme. Deze meerwaarde geldt tevens door de (reguliere) inspectie van de waterkeringen, dankzij dit inzicht in kritieke faalmechanismen kan gericht op de bijbehorende faalverschijnselen worden geïnspecteerd.

Ter illustratie is onderstaand een voorbeeld van op kaartmateriaal aangegeven toetsresultaten opgenomen.

Tekeningen

Om inzicht te krijgen in de bodemopbouw is het wenselijk een geotechnisch lengteprofiel (ter plaatse van de kruin van de kade) op tekening aan te geven. De locaties van beschikbaar grondonderzoek, de locaties van gekozen dwarsprofielen en de kadevakindeling kunnen eveneens op het profiel worden aangegeven.

Tekeningen van de representatieve dwarsprofielen waarop de gehanteerde uitgangspunten en (deel)resultaten van berekeningen zijn aangegeven geven inzicht in de maatgevende faalmechanismen. Aanbevolen wordt de tekeningen praktisch en leesbaar te houden. Voorkom dat te veel informatie op één tekening wordt geplaatst.

Overige aspecten

De uitgangspunten bij de toetsing dienen verifieerbaar te zijn. Het is noodzakelijk dat gebruikte achtergrondinformatie (grondonderzoek, (grond)waterstanden, etc) wordt opgenomen in de rapportage (als bijlagen). De in- en uitvoer van berekeningen dient (ook digitaal) beschikbaar te zijn en geleverd te worden. Aanvullend op de rapportage van de veiligheidstoets is het wenselijk dat de beheerder van een regionale waterkering verslag uitbrengt aan Gedeputeerde Staten over de voortgang van het groot onderhoud of de verbeteringswerken die nodig zijn om (voor de eerste maal) te voldoen aan de veiligheidsnorm en de bevindingen van de jaarlijkse inspecties van de regionale waterkeringen (kadeschouw in apart verslag). Een provincie kan hiertoe afspraken omtrent aanvullende rapportages maken met de waterkeringsbeheerders en deze afspraken eventueel bestuurlijk vastleggen in correspondentie.

Rapportage aan provincie

De rapportage van de beheerder aan de provincie kan wellicht beknopter dan bovenstaand aangegeven. Een samenvattend overzicht inclusief motivatie van de keuzes van de uitgangspunten is wellicht voldoende. Het is te overwegen omvangrijke achtergrondinformatie, bijlagen, etc. ter inzage bij de beheerder te leggen.



4.5 Overzicht kwaliteitsindicatoren

In de voorgaande paragrafen is een beschrijving gegeven van de verschillende kwaliteitsindicatoren. Onderstaand zijn deze samengevat in een tabel. Het is verstandig de in deze tabel opgenomen indicatoren te gebruiken bij het beoordelen van toetsingen. In de tabel worden per onderdeel van de toets (conform paragraafindeling) en per aspect van elk onderdeel één of meerdere indicatoren aangegeven. Met deze lijst is getracht beknopt een toch zo duidelijk mogelijk overzicht te geven van de kwaliteitsindicatoren. Echter, de omschrijving is in een enkel geval toch wat cryptisch. Voor een duidelijke omschrijving wordt daarom terug verwezen naar de toelichting in de eerdere paragrafen van hoofdstuk 4.

In het overzicht zijn zoveel mogelijk “meetbare” indicatoren benoemd. Sommige aspecten kunnen echter niet (of nauwelijks) kwantitatief worden aangegeven, hier is een kwalitatieve omschrijving van indicatoren opgenomen.

Tabel 4.1 Overzicht kwaliteitsindicatoren veiligheidstoetsing

Onderdeel	Aspect	Indicator Positieve waardering voor:
Proces	Uitwerking van Toets op Veiligheid	Gebruik van de leidraad; Formele vaststelling van de Leidraad door provincie; Gebruik van algemeen geaccepteerde (TAV) rekenregels, handleidingen en richtlijnen.
	Hydraulische randvoorwaarden	Formele vaststelling door provincie
	Overige belastingen en uitgangspunten (verkeer, ijs, etc)	Afleiding gebaseerd op richtlijnen en leidraad, beleid beheerder en calamiteitenplan; Vaststelling door provincie.
	Aanpak/begeleiding	Duidelijk Plan van Aanpak; Samenwerking tussen betrokken partijen (toetser, beheerder, provincie); Overleg bij vaststelling uitgangspunten en randvoorwaarden; Realistische planning.
Inhoud	Onderzoek algemeen	Gevoeligheidsanalyse om relevante kenmerken vast te stellen en de benodigde nauwkeurigheid van de informatie daarover
	Bodemopbouw - grondonderzoek	Verkenning van lokale bodemgesteldheid; Dusdanige intensiteit dat variatie van relevante kenmerken (zoals geulen, tussenzandlagen, etc.) voldoende in kaart is gebracht; Onderzoeksstrategie (fasering en technieken); Uitvoering volgens NEN6740.
	Boringen	Uitvoering conform NEN5119 / 5104.
	Sonderingen	Uitvoering conform NEN5140.
	Geo-elektrisch onderzoek	Uitvoering conform vigerende norm.
	Overig onderzoek	Uitvoering conform vigerende norm
	Laboratoriumonderzoek	Voldoende aantal proeven voor betrouwbare statistische afleiding van rekenwaarden; Uitvoering conform vigerende normen (bijv. NEN5106 / 5110 / 5111 / 5112 / 5113 / 5117 / 5118 / 5123 / 5124).
Waterspanningen / freatische lijn	Afleiding op basis van lokale waarnemingen (peilbuizen, metingen); Uitvoering conform NEN5120.	

Onderdeel	Aspect	Indicator Positieve waardering voor:
Inhoud	Geometrie	Intensiteit dusdanig dat lokale variaties bekend zijn; Nauwkeurigheid passend bij kering (meetmethode, lengte ingemeten profielen); Uitvoering conform gangbare normen.
	Bekledingen	Lokale inventarisatie, inspectie en beoordeling van de kwaliteit.
	Waterkerende kunstwerken	Lokale inventarisatie, inspectie en beoordeling van de kwaliteit.
	Niet-waterkerende objecten	Lokale inventarisatie, inspectie en beoordeling van de kwaliteit.
Inhoud Toetsing	Adviseur	Gebiedskennis; Referentieprojecten; Relevant Curricula Vitae; Ervaring met toetsingen; Gebruik kwaliteitssysteem Gebruik software (geaccepteerde pakketten); Passende bedrijfsfilosofie.
	Toets	Aanpak volgens LTVRW
	Schematisatie	Gebruik lokale informatie over bodemopbouw en ontstaansgeschiedenis van de kering; Gebruik van lokale kennis omtrent gedrag / functioneren van de kering tijdens belastingsituatie in het verleden. Gebruik inzichten gevoeligheidsanalyse (bij onderzoek algemeen) om benodigde nauwkeurigheid van de schematisering vast te stellen
	Indeling in vakken	Gebruikte lokale informatie; Toegepaste argumenten.
	Selectie maatgevende profielen	Gebruikte lokale informatie; Toegepaste argumenten.
	Bodemopbouw en grondparameters	Onderbouwing overwegingen; Gevoeligheidsanalyse.
	Waterspanningen / freatische lijn	Onderbouwing overwegingen; Gevoeligheidsanalyse.
Rapportage	Rapport	Inzichtelijke weergave van: beschikbare grondgegevens, waterspanningen, hydraulische randvoorwaarden, beschrijving (geotechnische) schematisering van profiel, motivatie dijkvakindeling, toelichting bij toetsresultaat (inclusief redenen bij "geen oordeel") en beheerdersoordeel, verbeteringsmaatregelen, ervaringen met toetsing.
	Tabellen	Weergave resultaat van toetsing per faalmechanisme en per dijkvak.
	Kaarten	Weergave toetsresultaat, maatgevende belastingsituatie, kritieke faalmechanisme, norm per dijkvak.
	Tekeningen	Situatietekening, geotechnisch lengteprofiel, dwarsprofielen.
	Overig	Bijlagen met grondonderzoek; Overzicht (grond-) waterstanden; In- en uitvoer van berekeningen (digitaal).



Literatuur



[LTVRW 2007]

Leidraad toetsen op Veiligheid van regionale waterkeringen, InterProvinciaal Overleg en Unie van Waterschappen, 2007

[LTVRW-B 2006]

Leidraad toetsen op Veiligheid van regionale waterkeringen - katern Boezemkaden, Provincie Utrecht 2006

[TRWG 2001]

Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies, TAW, juni 2001

[TRV 1996]

Technisch Rapport Geotechnische Classificatie van Veen, TAW, juni 1996

[TRAS 2007]

Technisch Rapport Actuele Sterkte van Dijken (in wording), ENW, 2007 (verwachting)

[TRW 2004]

Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken, TAW, september 2004

[VTV 2006]

De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland - Voorschrift Toetsen op Veiligheid voor de derde toetsronde 2006 – 2011 (VTV), Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007

[TRZW 1999]

Technisch Rapport Zandmeevoerende Wellen, TAW, 1999

[TRS 2003]

Technisch Rapport Steenzettingen, TAW, 2003

[CUR 162 1993]

Handboek Construeren met grond. Grondconstructies op en in weinig draagkrachtige en sterk samendrukbare ondergrond, CUR-rapport 162, 1993

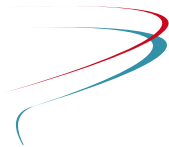
[LK 2003]

Leidraad Kunstwerken, TAW, 2003

[TRAW 2002]

Technisch Rapport Asphalt voor Waterkeren, TAW, 2002





COLOFON

Utrecht, september 2007

UITGAVE STOWA, Utrecht

RAPPORT

Kwaliteitsindicatoren veiligheidstoetsing

PROJECTUITVOERING

ir. I.M. Hergarden - DHV

ir. H. van Hemert - STOWA

ir. J.W.H. Vrolijk - provincie Utrecht

BEGELEIDINGSCOMMISSIE / KLANKBORDGROEP

R. Taffijn	Hoogheemraadschap Schieland en Krimpenerwaard
R. Joosten	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
A. Drenkelford	Hoogheemraadschap van Delfland
C. Woltering	Hoogheemraadschap van Delfland
J. Stoop	Hoogheemraadschap van Rijnland
H. Everaars	Waterschap Zeeuwse Eilanden
J. Kaihatu	Waterschap Zuiderzeeland
M. Hollebek	Waterschap Hollandse Delta
H. Kool	Waterschap Hollandse Delta
K. Heijn	Waternet
P. Neijenhuis	Waterschap Vallei en Eem
S. Schalkx	Waterschap Groot Salland
S. van den Berg	Waterschap Rivierenland
E. Hamerslag	Waterschap Rivierenland
W. de Vries	Wetterskip Fryslan
L. Zijlstra	Wetterskip Fryslan
C. van Ackooij	Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden
L. Vendrik	Waterschap Brabantse Delta
M. Steenbergen	Provincie Noord-Holland
J. Eikelenboom	Provincie Noord-Holland
R.T. Mulder	Provincie Zuid-Holland
J.W.H. Vrolijk	Provincie Utrecht

DRUK & VORMGEVING

Grafisch Centrum - provincie Utrecht

FOTO'S

beschikbaar gesteld door: STOWA, DHV, H.N.van Hemert,
HHS Schieland en Krimpenerwaard, WS Fryslân

STOWA

rapportnummer ORK 2007-01

ISBN 978.90.5773.368.0

Deze uitgave is onderdeel van het ontwikkelingsprogramma "Regionale Waterkeringen".