STOWA, Mei 2014

Deze handreiking is mogelijk verouderd. Wij verwijzen u naar de meest recente leidraden en toetsvoorschriften. U kunt deze vinden op
http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/primaire/toetsen/

stowa

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Rijkswaterstaat

BASISINFORMATIE INSPECTIES



HANDREIKING INSPECTIE WATERKERINGEN

VIW 2008 04
RWS WD 2008 011

stowa

BASISINFORMATIE INSPECTIES

VIW 2008 04

ISBN 978.90.5773.399.4

stowa@stowa.nl WWW.stowa.nl
TEL 030 232 11 99 FAX 030 231 79 80
Arthur van Schendelstraat 816
POSTBUS 8090 3503 RB UTRECHT

Publicaties van de STOWA kunt u bestellen bij:
Hageman Fulfilment POSTBUS 1110, 3330 CC Zwijndrecht,
TEL **078 623 05 00** FAX 078 623 05 48 EMAIL info@hageman.nl
onder vermelding van ISBN of STOWA rapportnummer en een afleveradres.

COLOFON

Utrecht, 2008

OPDRACHTGEVERS

RWS Waterdienst	P.J.L. Blommaart .
STOWA	L.R. Wentholt

PROJECTGROEP

Bart van der Roest	Rijkswaterstaat Noordzee (voorzitter)
Harmen Faber	Rijkswaterstaat IJsselmeergebied
Martijn Guichelaar	Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard
Ruud Joosten	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Klaas Klaassens	Provincie Groningen
Hans Knotte	Waterschap Rivierenland
Wim Kornelis	Rijkswaterstaat Oost-Nederland
Randolph Maljaars	Waterschap Zeeuws-Vlaanderen
Ronald van Oort	Rijkswaterstaat Data-ICT-Dienst
Paul Overtoom	Rijkswaterstaat Noord-Holland
Huub Ruber	Rijkswaterstaat Limburg
Marc Bruins Slot	Waterschap Fryslân
Reindert Stellingwerff	Waternet
Libbe Zijlstra	Wetterskip Fryslân

AUTEURS

G.M. Moser	Partner in Water Management B.V.
J.W. Kok	Beleid en Organisatie Mone Sale
F.J.J. Thijs	Infram B.V.

REDACTIE

E. Goddijn	Bodytext
N. Brummer	T&J Assistance

DRUK Kruyt Grafisch Advies Bureau

STOWA rapportnummer VIW 2008-04
RWS rapportnummer RWS WD 2008.011
ISBN 978.5773.399.4

VOORWOORD

Op 7 maart 2008 is de groene versie van de handreiking inspectie waterkeringen gepresenteerd op de jaarlijkse kennisdag van Rijkswaterstaat en STOWA. Deze groene versie van de handreiking bieden de een integraal beeld van inspecties en de context waarin inspecties geplaatst kunnen worden en bestaat uit vier delen:

- VIW 2008-01 STRATEGISCH deel
- VIW 2008-02 OPERATIONEEL deel
- VIW 2008-03 Basisinformatie dijken
- VIW 2008-04 Basisinformatie inspecties

De beide delen basisinformatie zijn bedoeld als achtergrondinformatie over inspectie van waterkeringen en dienen als ondersteuning van de twee hoofdrapporten van de handreiking inspectie waterkeringen. In beide delen basisinformatie is bestaande kennis met betrekking tot dijken en inspecties samengebracht en gebundeld. We bieden daarmee de gebruikers een basis voor een gemeenschappelijk kennisniveau over inspecties. De beoogde gebruiker van deze delen is de medewerker waterkeringbeheer die betrokken is bij de organisatie en uitvoering van inspecties van waterkeringen. De inhoud van beide delen met basisinformatie is ruwweg als volgt onderverdeeld:

- Rapport VIW 2008-03 Basisinformatie dijken bevat algemene beschrijvingen van de constructie, belastingen, faalmechanismen en indicatoren.
- Rapport VIW 2008-04 Basisinformatie inspecties plaatst de werkprocessen inspectie in de algemene bedrijfsvoering van beheerders. Inspecties worden daarbij gepositioneerd in het beheer en benaderd als processen in de administratieve omgeving van de beheerder.

Doelen van de handreiking Inspectie Waterkeringen zijn ondermeer het explicieter en transparanter maken van de processen en daardoor het beter kunnen borgen van de kwaliteit van inspectieresultaten. Hierbij hoort ook het aangeven wat een medewerker zou moeten weten. Deze serie van vier rapporten geven hiervoor de eerste aanzet en naar onze mening voldoende stof om werk te kunnen maken van inspecties en aan de slag te gaan met de organisatie en uitvoering van inspecties. Daar het doel van de groene versie is om ervaring in de praktijk op te doen nodigen wij jullie uit aanvullingen en commentaar aan te geven zodat de blauwe versie een nog waardevoller document zal worden.

Wij wensen jullie succes met de aanpak, waarbij Waterdienst en STOWA het proces om te komen van een groene naar een blauwe versie zullen ondersteunen. Hierover zal worden gecommuniceerd via onze website: http://www.inspectiewaterkeringen.nl

Ludolph Wentholt
STOWA

Peter Blommaart
Waterdienst

SAMENVATTING

De handreiking Inspectie Waterkeringen bestaat uit vier delen, het strategische/tactische deel, het operationele deel en twee basisrapporten met informatie over dijken respectievelijk over inspecties. Dit deel gaat over inspecties. Het biedt de medewerker beheer, die belast is met het organiseren van inspecties en het laten uitvoeren van inspecties van waterkeringen, informatie over inspecties als beheerproces.

Inspecties kunnen opgebouwd worden gedacht uit vier generieke deelprocessen: waarnemen, diagnosticeren, prognosticeren en operationaliseren. Deze processen worden in dit rapport in meer detail beschreven. Daarbij wordt ingegaan op technieken die kunnen worden ingezet als hulpmiddel voor de uitvoering van het proces. De belangrijkste meettechnieken worden globaal geïntroduceerd, daaruit kan inzicht worden verkregen van de potentie van deze technieken voor de organisatie. Het basisdocument biedt ook handvatten om vervolgens voor de potentiële technieken de kennis te verdiepen.

Verder gaat dit rapport in op diagnostische technieken, systemen als modellen en methoden om waarde toe te kennen aan de recente waarnemingen. Het inwinnen van relevante gegevens over de staat van de keringen gebeurt met vooraf gedefinieerde inspectieparameters. Overzichten hiervan zijn opgenomen in het rapport. Vervolgens worden technieken beschreven voor het verwerken van de ingewonnen gegevens en voor het genereren van uitspraken over de actuele en verwachte toekomstige staat van de waterkeringen.

Een belangrijk aandachtspunt bij de organisatie van de uitvoering van de deelprocessen is de aansluiting van deze processen op de algemene informatiehuishouding van de organisatie. Zijn gegevens uniek en specifiek of algemeen en te verbijzonderen tot specifieke informatie? In het laatste geval worden gegevens gebruikt uit een algemene centrale database, die voor meerdere doeleinden ontsloten kan worden. De resultaten van inspecties moeten worden gerapporteerd en vastgelegd. Correctieve operationele acties moeten gekoppeld worden aan de informatiesystemen voor de algemene bedrijfsvoering. De medewerker krijgt informatie aangereikt om deze processen te organiseren. Hiertoe moet hij kunnen communiceren met ICT-medewerkers en notie hebben van informatiebeheer.

Tot slot worden de vier deelprocessen als administratieve processen neergezet. Hierbij wordt een checklist gegeven van aspecten die aan de orde kunnen zijn. Deze checklist is te gebruiken voor het beschrijven van huidige inspecties en het neerzetten van de gewenste inrichting en uitvoering van toekomstige inspecties. Beide leveren belangrijke input voor het inspectieplan.

VIW IN HET KORT

VIW, Verbetering Inspectie Waterkeringen is een gezamenlijk programma van STOWA en RWS Waterdienst. Het programma is in 2004 gestart in opdracht van de staatssecretaris van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Binnen het programma worden in samenwerking met beheerders projecten uitgevoerd die kunnen bijdragen aan de verbetering van inspecties en daarmee aan het borgen van het veiligheidsniveau tegen hoogwater en overstromingen.

De Waterdienst is een nieuwe landelijke dienst van Rijkswaterstaat, die kennis ontwikkelt die nodig is voor de uitvoering van de waterstaattaken. De Waterdienst heeft overzicht over de toestand en het gebruik van het hoofdwatersysteem: het samenhangende stelsel van de grote rivieren, kanalen, meren, kustwater en zee. Vanuit dit overzicht werkt de Waterdienst aan efficiënt en effectief waterbeheer, inclusief waterkeringenbeheer voor de gebruiker, nu en in de toekomst.
De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, kortweg STOWA, is het onderzoeksplatform van Nederlandse waterbeheerders. Deelnemers zijn alle beheerders van grondwater en oppervlaktewater in landelijk en stedelijk gebied, beheerders van installaties voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater en beheerders van waterkeringen. In 2002 waren dat alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringsschappen, de provincies en het Rijk (het Rijksinstituut voor Zoetwaterbeheer en de Dienst Weg- en Waterbouw van Rijkswaterstaat).

De waterbeheerders gebruiken de STOWA voor het realiseren van toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk juridisch en sociaalwetenschappelijk onderzoek dat voor hen van gemeenschappelijk belang is. Onderzoeksprogramma's komen tot stand door te inventariseren welke behoeften bij de deelnemers leven. Onderzoekssuggesties van derden, zoals kennisinstituten en adviesbureaus, zijn van harte welkom. Deze suggesties toetst de STOWA aan de behoeften van de deelnemers.

De STOWA verricht zelf geen onderzoek, maar laat dit uitvoeren door gespecialiseerde instanties. De onderzoeken worden begeleid door begeleidingscommissies. Deze zijn samengesteld uit medewerkers van de deelnemers, zonodig aangevuld met andere deskundigen.
Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n vijf miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: +31 (0)30-2321199.
Ons adres luidt: STOWA, Postbus 8090, 3503 RB Utrecht.
Email: info@inspectiewaterkeringen.nl.
Website: www.inspectiewaterkeringen.nl

BASISINFORMATIE INSPECTIES

INHOUD

VOORWOORD
SAMENVATTING
VIW IN HET KORT

1 INLEIDING 1

2 INSPECTIEPROCES 3
2.1 Inleiding 3
2.2 De Deelprocessen 4
2.2.1 Waarnemen 4
2.2.2 Diagnosticeren 5
2.2.3 Prognosticeren 6
2.2.4 Operationaliseren 7

3 WAARNEMINGSTECHNIEKEN 8
3.1 Inleiding 8
3.2 Basisbegrippen 8
3.3 Traditionele meettechnieken 10
3.4 Geofysische technieken 10
3.5 Meten van geometrisch profiel 13
3.6 Meten van vervormingen 14
3.7 Relevantie meettechnieken 15
3.8 Visuele waarnemingen 15
3.9 Opnemen 17
3.10 Vastleggen 17

4		DIAGNOSTISCHE TECHNIEKEN	19
	4.1	Inleiding	19
	4.2	Gegevens	19
		4.2.1 Gegevens geometrisch profiel	19
		4.2.2 Bekledingen	22
		4.2.3 Grondlichaam	26
	4.3	Criteria voor beoordeling	27
	4.4	Beoordelingstechnieken	30
	4.5	Prognostische technieken	33
		4.5.1 Gegevens	33
		4.5.2 Criteria voor beoordeling	33
		4.5.3 Beoordelingstechnieken	33
5		INFORMATIEZORG	34
	5.1	Inleiding	34
	5.2	Algemene informatiezorg	34
		5.2.1 Soort informatie	34
		5.2.2 Ontwikkelingen	35
		5.2.3 Informatie en beheer	36
	5.3	Informatiearchitectuur IRIS	37
	5.4	BasisGegevens voor inspectie van waterkeringen	39
	5.5	Informatiezorg	41
6		INSPECTIE ALS BEHEERPROCES	43
	6.1	Inleiding	43
	6.2	Standaard procesbeschrijving inspectie	43
		REFERENTIES	50

1

INLEIDING

Dit hoofdstuk geeft de inleiding op de basisinformatie inspecties van waterkeringen.

Doel van dit hoofdstuk is het bieden van basisinformatie voor de medewerker beheer die belast is met de organisatie van inspecties van waterkeringen. Het hoofdstuk geeft achtergrondinformatie voor het opstellen van een inspectieplan.

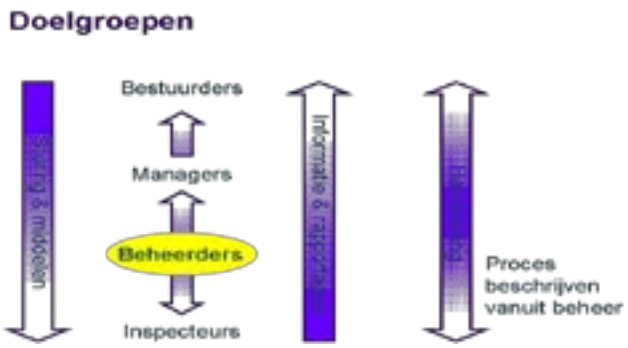
Dit basisrapport is vooral geschreven voor medewerkers van waterkeringbeheerders die belast zijn met het planmatig organiseren van inspecties.

Het basisrapport rapport maakt onderdeel uit van de Handreiking Inspectie Waterkeringen. De handreiking Inspectie Waterkeringen bestaat uit vier delen, het strategische/tactische deel, het operationele deel en twee basisrapporten met informatie over waterkeringen respectievelijk over inspecties. Dit deel geeft basisinformatie over inspecties.

Het operationele deel van de handreiking en beide rapporten met basisinformatie zijn vooral voor medewerkers van waterkeringbeheerders die belast zijn met het planmatig organiseren van inspecties. Het beheren en inspecteren van waterkeringen vraagt algemene inhoudelijke kennis van waterkeringen en kennis van de organisatie van bedrijfsprocessen. De meer technisch inhoudelijke kennis is nodig om de inrichting en uitvoering van inspecties vanuit de rol van beheerder te kunnen vervullen. Tevens moeten deze medewerkers in staat zijn het proces van planvorming rond inrichting en uitvoering van inspecties aan te sturen en de resultaten hieruit te beoordelen naar bereikte doelen. Daarbij wordt van deze medewerkers verwacht dat ze de voorstellen op het planniveau van management en bestuur kunnen brengen. Hiertoe wordt enige algemene kennis over de organisatie en aansturing van bedrijfsprocessen verwacht. Een belangrijk aspect bij het organiseren is informatiebeheer. Informatie is belangrijk voor communicatie en sturing. De doelgroep van medewerkers kunnen naar verwachting projectrapportages, managementrapportages en bestuurrapportages conceptueel kunnen opstellen. In dit rapport wordt over genoemde aspecten belangrijke basisinformatie gegeven die als achtergrondkennis voor de doelgroep van belang kan zijn. De basisrapporten en het operationele deel van de handreiking bieden samen de inhoud voor het maken van een inspectieplan en voor het rapporteren van inspectieresultaten.

Figuur 1.1 geeft de doelgroepen van de handreiking weer. De medewerkers beheer zijn hierin aangegeven als beheerders. Zij zijn het schakelpunt voor management, bestuur en de uitvoerende organisatie van inspecties. De beheerders stellen de plannen op voor management en bestuur en rapporteren over voortgang en resultaten. Ze stellen ook de specificaties op voor de uitvoering van inspecties en hebben daartoe contacten met de veldinspecteurs, de buitendienstmedewerkers die de oren en ogen in het veld zijn van de organisatie.

FIGUUR 1.1 **OVERZICHT DOELGROEPEN VOOR HANDREIKING**



Elke inspectie kan worden beschreven vanuit de beschrijving van de vier algemene deelprocessen, waarnemen, diagnosticeren, prognosticeren en operationaliseren. Elke inspectie staat in dienst van het beheer. Er worden immers actuele gegevens vergaard over de waterkeringen die representatieve informatie over de staat van de waterkering. Hoofdstuk 2 plaatst de 4 generieke deelprocessen in het perspectief van het beheer. Hoofdstuk 3 geeft een inleiding op de diverse technieken die kunnen worden ingezet bij het doen van waarnemingen of het uitvoeren van metingen. Niet alleen de technieken voor het waarnemen komen in dit hoofdstuk aan de orde, maar ook wijzen van vastleggen van waarnemingen. Hoofdstuk 4 gaat nader in op diagnostische technieken. Methoden om op basis van gegevens uitspraken te doen over de actuele staat van de objecten die worden geïnspecteerd. Hiertoe wordt eerst dieper ingegaan op de aard van de gegevens en de eraan te stellen eisen. Vervolgens worden modellen geïntroduceerd die worden ingezet voor het genereren van een uitspraak over de staat van de waterkeringen op basis van de ingevoerde actuele gegevens. Het zijn beoordelingstechnieken ten behoeve van diagnose en prognose. In hoofdstuk 5 wordt nader ingegaan op de aspecten van de informatievoorziening die gerelateerd zijn aan inspecties en voor het informatiebeheer van de organisatie van belang zijn. Tot slot zet hoofdstuk 6 de inspectie als beheerproces neer, dat geordend naar de algemene deelprocessen zich procesmatig laat beschrijven en vandaar uit organiseren.

2

INSPECTIEPROCES

2.1 INLEIDING

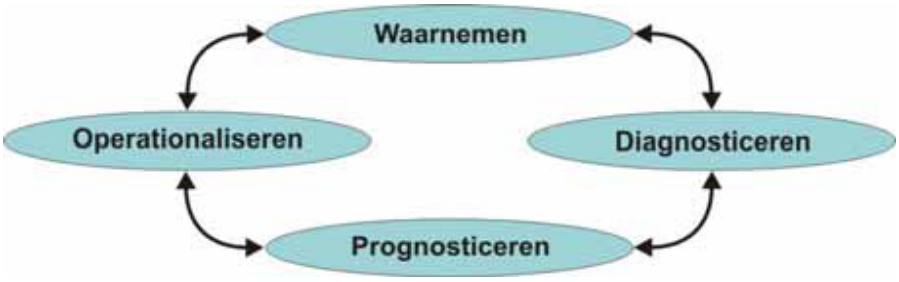
In paragraaf 2.3 van het operationele deel van de handreiking is beschreven wat inspecteren is en wat we in deze handreiking verstaan onder inspectieproces. Deze paragraaf gaat dieper in op de motivatie en achtergronden van de deelprocessen in het inspectieproces.

Inspecteren is meer dan alleen maar kijken. Inspecteren gebeurt altijd met een bepaald vooropgezet doel. Dit wordt toegelicht aan de hand van een gazon, dat er mooi bij moet liggen.

> Beheer en inspectie van een gazon:
> 1. Ligt het gazon er mooi bij? Dit lijkt een simpele vraag, maar achter deze vraag gaan veel criteria schuil. Is het gras niet te lang? Wat is lang? Is het gras wel mooi groen? Hoe groen is mooi groen? Enzovoorts.
>
> 2. Als het gazon er niet mooi bijligt, willen we graag weten waarom. En als het gazon er wel mooi bijligt, willen we graag weten hoe lang het mooi zal blijven.
>
> 3. Vervolgens maken we een inschatting hoe lang het duurt, voordat ingrijpen noodzakelijk of optimaal is. Of we maken een inschatting wanneer het weer wenselijk of nodig is om naar het gras te kijken.
>
> 4. De laatste stap is het nemen van een besluit en het uitvoeren ervan. We besluiten of en wanneer we het gras maaien of bemesten. Of er hoeft niets te gebeuren, want het ligt er mooi bij. Wel moeten we dan bekijken wanneer we weer naar het gras moeten kijken.

Het beschreven beheer van een gazon kunnen we benaderen vanuit het procesmodel voor inspectie (figuur 2.1).
Stap 1 van het beheer van het gazon komt overeen met de stap ‘waarnemen’ in de inspectiecyclus, stap 2 komt overeen met het ‘diagnosticeren’, stap 3 met ‘prognosticeren’ en stap 4 met ‘operationaliseren’.

FIGUUR 2.1 **INSPECTIE ALS PROCES**



Voor dijken en kaden geldt eigenlijk hetzelfde als voor het gazon. Eerst waarnemen. Dan analyseren wat we waarnemen en op grond daarvan voorspellingen doen. En als laatste het definiëren en uitvoeren van maatregelen, waarbij het aanpassen van de inspectie ook een maatregel kan zijn.
Meestal is er in de praktijk niet sprake van één inspectiesoort, maar van meerdere. Monitoring van de uitvoering van een werk is nagenoeg continu; een inspectiecyclus wordt in korte tijd doorlopen en gaat continu door. Inspectie voor het dagelijkse beheer gebeurt periodiek met grote regelmaat. De toets op de veiligheid (ook een vorm van inspectie) gebeurt eens in de vijf jaar. De verschillende inspecties kunnen gelijktijdig worden uitgevoerd, waarbij informatie uit de ene inspectie te gebruiken is voor een andere. Kenmerkend is nu dat we al deze verschillende soorten inspecties kunnen benaderen en beschrijven vanuit de algemene deelprocessen, waarnemen, diagnosticeren, prognosticeren en operationaliseren.

Inspecties uitvoeren is vooral ook mensenwerk. Voor het verbinden van de stappen in het inspectieproces speelt communicatie een belangrijke rol. Communicatie is informatieoverdracht. Als objecten onderhevig zijn aan verschillende soorten inspecties met verschillende frequenties met uiteindelijk het zelfde einddoel, het borgen van de veiligheid, is het belangrijk de gegevens en informatie die beschikbaar komen uit die inspecties goed te beheren. Gegevens en informatie moeten worden vastgelegd, kunnen worden gecombineerd, moeten dus toegankelijk worden gehouden en kunnen worden gepresenteerd. Hoofdstuk 5 is gewijd aan de informatiezorg rond inspecties en beheer van keringen. De vierdeling van het inspectieproces biedt handvatten om de werkprocessen binnen de verschillende soorten inspecties te combineren en te integreren en zo wenselijk en mogelijk te verbinden met andere bedrijfsprocessen. Het model biedt een kader voor communicatie.

Inspecteren gebeurt met een vooropgezet doel. Dit houdt in dat we vooraf nadenken over het te behalen resultaat. In het procesmodel begint het plannen van een inspectie waar de uitvoering van een inspectie ophoudt, het gebruik van de resultaten. Het plannen van een inspectie eindigt in het procesmodel waar de uitvoering begint, namelijk met het waarnemen. Dit document is vooral opgezet om medewerkers van waterkeringbeheerders die belast zijn met het beheer handvatten te bieden voor de organisatie van de inrichting en uitvoering van inspecties. Bij de behandeling van de deelprocessen is gekozen voor een indeling die aansluit op de volgorde van uitvoering van inspecties.

2.2 DE DEELPROCESSEN

2.2.1 WAARNEMEN

Uit het voorbeeld van het gazon is duidelijk dat alleen kijken naar het gras niet genoeg is. We moeten weten waarom we naar het gras moeten kijken, waar we op moeten letten, hoe we met de informatie moeten omgaan enzovoorts.

Met dijken en kaden is het niet anders. Er moet met verstand naar de dijk of kade gekeken worden. ‘Verstand’ houdt in dat het waarnemen gericht moet zijn op het inwinnen van:
relevante gegevens: de gegevens uit de waarnemingen moeten bijdragen aan de informatiebehoefte.
zinnige gegevens: de gegevens uit de waarnemingen moeten een relatie hebben met faalmechanismen van waterkeringen of andere criteria voor het beheer.
te meten gegevens: de waarnemingen moeten opneembaar zijn. We moeten niet iets willen

meten waarvoor geen techniek beschikbaar is. Beperkingen kunnen van fysieke aard zijn of vanuit de fysica. In het eerste geval kan het meetlichaam niet naar het meetpunt worden gebracht. In het tweede geval schiet het natuurkundige inzicht of de toepassing daarvan te kort om te kunnen waarnemen.

Waarnemen is meten, maar ook signaleren met het oog. Visuele waarnemingen zijn gebonden aan een persoon, die de afwijkingen moet kunnen herkennen en benoemen. Hij gebruikt daarbij zijn eigen referentiekader, dat is ontstaan door opleiding en ervaring. Het visueel waarnemen vatten we in dit document op als een techniek en komt in de paragraaf over waarnemingstechnieken aan de orde.

Er moet met verstand naar de dijk gekeken worden. Dit kunnen we vertalen in: de waarnemer moet voldoende instructies hebben ontvangen om zijn metingen goed uit te kunnen voeren. Wat wordt gevraagd, wat moet hij doen, hoe moet hij het doen, wat wordt vastgelegd en hoe?

Van de opsteller van de instructies verwachten we dat de specificaties voor het waarnemen zijn ontleend aan de specifieke vragen die meegenomen worden in de oordeelsvorming over de staat van waterkeringen. Vragen die gerelateerd zijn aan onder andere het volgende deelproces diagnosticeren.

2.2.2 DIAGNOSTICEREN

In de vorige paragraaf is ingegaan op de inrichting en uitvoering van waarnemingen. Het houdt echter niet op bij het doen van waarnemingen en het vastleggen ervan. De vastgelegde gegevens moeten we gebruiken en deze moeten informatie opleveren over de actuele staat van de waterkeringen.

De actuele staat van de kering is de mate waarin het object nú in staat wordt geacht aan zijn functie-eisen te voldoen. Anders gesteld of er sprake is van falen. Faalmechanismen voor dijken zijn beschreven in hoofdstuk 6 van Basisinformatie dijken. De waarnemingen moeten te relateren zijn aan faalmechanismen. Er moeten dus criteria zijn, waaraan we de waarnemingen kunnen toetsen. De score op de toets geeft dan aan in welke mate de waterkering voldoet aan zijn specifieke functie.
Ook kunnen aan waterkeringen specifieke beheerfuncties zijn toegekend die aanvullende voorwaarden opleveren die ook getoetst moeten kunnen worden.

Falen is niet synoniem aan bezwijken. Bij bezwijken is sprake van verlies van samenhang in de waterkering en zullen er vervormingen optreden. In de aanzet tot bezwijken zijn de vervormingen aanvankelijk klein, geleidelijk worden ze groter en bezwijkt de kering ogenschijnlijk plotseling. De waarnemingen zullen in het voortraject van bezwijken vooral gericht zijn op het meten en vastleggen van vervormingen. In de diagnostische fase moet waarde worden toegekend aan de gemeten vervormingen. Hiertoe wordt de relatie gelegd naar de stabiliteit van de waterkering. De stabiliteit kan met numerieke modellen worden berekend. De modellen simuleren schematisch het gedrag van de kering. Het werken met modellen vraagt specifieke basisgegevens van waterkering, ondergrond en belastingen, en tevens actuele gegevens van de kering.

We kunnen constateren dat de gewenste analyses samenhangen met het doel van de inspecties. Simulatiemodellen om de staat van rivierdijken te bepalen bij reguliere inspecties is te

zwaar geschut. Bij elke inspectietype hoort een inrichting die overeenstemt met het uiteindelijke doel van de inspectie. Een vaak gevolgde werkwijze is eerst globale verkennende inspecties uit te voeren. Uit de verkenning rollen de strekkingen die we nader moeten onderzoeken. Deze worden vervolgens diepgaander geïnspecteerd. Zijn er dan nog twijfels of onzekerheden over de resultaten, dan kunnen we aanvullend gedetailleerdere inspecties uitvoeren. Hierbij zullen de keringen nog verfijnder worden onderworpen aan onderzoek. We werken dus van grof naar fijn, waarbij inrichting en uitvoering van de inspecties steeds geavanceerder worden. Hierin moeten we de afwegingen en keuzes transparant maken en houden.

De primaire waterkeringen worden om de vijf jaar getoetst. Hierbij komen gegevens en informatie vrij die we kunnen gebruiken in het dagelijkse beheer. Het doorrekenen van de stabiliteit van een waterkerend grondlichaam is bijvoorbeeld bewerkelijk. De uitkomst van zo'n berekening moeten we zo kunnen vastleggen dat deze via het beheerregister toegankelijk blijft. Met de uitkomsten kunnen we dan een waarde toekennen aan actuele meetgegevens en het prioriteren van beheeractiviteiten.

Geautomatiseerde diagnostische systemen voor reguliere inspecties worden nog weinig gebruikt. Dit is een zwakke schakel in de transparantie van inspecties. Integrale objectinformatie via luchtfotografie en remote sensing komen sneller, frequenter en goedkoper beschikbaar. Visuele inspecties worden digitaal en leiden tot veel meer gegevens. Om de voordelen hiervan te benutten zal de beheerder zoeken naar geautomatiseerde bewerkingen in de diagnostiek en prognostiek. Hier ligt een belangrijke uitdaging om via analyses van inrichting en uitvoering van inspecties de zwakke schakels te identificeren, verbeteringen te initiëren en resultaten te optimaliseren.

In veel gevallen zullen we voor de bepaling van de actuele toestand van de kering nog kunnen volstaan met het vergelijken van de recentste profielgegevens uit het beheerregister met de minimale eisen volgens de legger.

2.2.3 PROGNOSTICEREN

Nadat de staat van de waterkering is gediagnosticeerd, kan het ook belangrijk zijn te weten hoe die zich in de tijd verder ontwikkelt. De belastingomstandigheden kunnen bijvoorbeeld veranderen en ongunstiger worden, waardoor het toch noodzakelijk is vroegtijdig corrigerende maatregelen uit te voeren. De criteria voor de geprognosticeerde staat van de waterkeringen zullen gerelateerd zijn aan de veiligheid, dus faalmechanismen, of aan het beheer. Het simuleren van de ontwikkeling kan worden uitgevoerd met modellen, ervaringgegevens of empirische relaties. Hiervoor moeten wel voldoende historische basisgegevens beschikbaar zijn. Vastlegging van waarnemingen en langdurig beschikbaar houden van de waarnemingen is noodzakelijk om historische ontwikkelingen überhaupt te kunnen signaleren.

Voor zowel diagnose als prognose worden vaak dezelfde technieken gebruikt. Om te bepalen of de huidige dijk voldoet aan de vereiste veiligheid tegen afschuiven, berekenen we de stabiliteitfactor met de huidige toestand (dwarsprofiel) en de geldende (hydraulische) randvoorwaarden als invoer. Om te bepalen of de dijk over bijvoorbeeld 50 jaar nog voldoet aan de vereiste veiligheid tegen afschuiven wordt op dezelfde wijze de stabiliteitfactor berekend met de verwachte toestand (dwarsprofiel) en de dan geldende (hydraulische) randvoorwaarden als invoer. De berekening blijft hetzelfde, alleen de invoergegevens veranderen.

Bij veel inspecties zal de noodzaak tot prognosticeren niet direct worden ervaren. Dit hangt sterk samen met het inspectiedoel. Als een waterkering elk jaar grondig wordt geïnspecteerd en eventuele corrigerende activiteiten direct worden uitgevoerd, kan de prognostische analyse beperkt blijven. Daar waar de prognose echter relevante toegevoegde waarde kan opleveren voor de staat van de waterkering in relatie tot de gediagnosticeerde staat, zullen we moeten prognosticeren.

Het deelproces prognosticeren is een herkenbaar proces dat onderscheidend binnen het inspectieproces is en toegevoegde waarde kan genereren op beheervoornemens. Een belangrijke doelstelling van de handreiking is de overwegingen die een rol spelen bij het transparanter maken van keuzes en beslissingen. De inrichting en uitvoering van het prognostische proces is afhankelijk van het inspectiedoel en zal dus gemotiveerd moeten kunnen worden uitgewerkt.

2.2.4 OPERATIONALISEREN

Het deelproces operationaliseren vat de resultaten van de inspecties samen in rapportages. De rapportages zijn bedoeld om de communicatie over de resultaten te ondersteunen en mogelijke voornemens tot besluiten te onderbouwen. Zij koppelen de resultaten aan andere bedrijfsvoeringprocessen als planning klein onderhoud, planning groot onderhoud of planning verbeteringswerken. Ook koppelen we in deze fase de resultaten terug bij de medewerkers aan inspecties. Juist omdat uitvoering van inspecties door verschillende organisatieonderdelen worden uitgevoerd is het van belang medewerkers te consulteren, te informeren en te motiveren voor suggesties en verbeteringen. Ook hier geldt dat we moeten vastleggen wat, waar, wanneer, waarvoor en hoe zaken zijn gepland en worden bewaakt.

3

WAARNEMINGSTECHNIEKEN

3.1 INLEIDING

In het vorige hoofdstuk is uiteengezet dat waarnemen de betekenis kan hebben van meten en van met het oog signaleren. Beide vormen van waarnemen komen in deze paragraaf aan de orde. Al eeuwen lang worden waterkeringen visueel geïnspecteerd. Inspecteren was een ambacht waarbij de inspecteur het inspectieproces bij wijze van spreken in een slag uitvoerde. Hij rapporteerde wat er aan de kering gedaan moest worden en de dijkgraaf verordonneerde de voorgestelde maatregelen. De wereld zit nu niet meer zo eenvoudig in elkaar. Van bestuurders verwachten we degelijke voornemens, die voldoen aan de stand van kennis, wetenschap en maatschappelijke verhoudingen. Dit hoofdstuk geeft een inleiding op meten, meettechnieken en visuele waarnemingen. Bij visuele waarnemingen moeten we ernaar streven deze te objectiveren en daarmee de betrouwbaarheid en reproduceerbaarheid van de inspectieresultaten te vergroten. Om richting te geven aan het selecteren van technieken voor het waarnemen moeten we een relatie leggen met het inspectiedoel. De vraag wat de inspectie moet opleveren is leidend bij deze keuze.

3.2 BASISBEGRIPPEN

Deze paragraaf gaat globaal in op meettechnieken voor waarnemingen aan of in waterkeringen. Eerst worden basisbegrippen geïntroduceerd, waarna we de technieken globaal beschrijven. Een uitgebreider overzicht is opgenomen in [1].

Maximaal meetbereik: de maximale waarde van een meetinstrument.

Elk meetsysteem heeft een beperking in het bereik waarover de meting kan worden uitgevoerd.
Voordat we gaan meten, moeten we ons afvragen binnen welk bereik we moeten meten. Dat klinkt triviaal, maar kan in de praktijk lastig blijken. Stel, u wilt enige jaren op een aantal punten aan maaiveld de horizontale deformatie van een kade periodiek inspecteren. Wat is dan de te verwachten vervorming? Kiest u het meetbereik te klein, dan zal de meting bij overschrijding van het meetbereik falen. De neiging is dan vaak om ruim te gaan zitten.

Resolutie: het oplossende vermogen, de kleinst meetbare verandering van de te meten variabele.

De resolutie van een meetsysteem geeft aan hoeveel een bepaalde meetwaarde moet afwijken om überhaupt meetbaar te zijn. Denk aan bijvoorbeeld het sonderen door de grond. Een zandlaagje met een dikte van circa 5 mm in een kleipakket zal door de afmetingen van de conus niet leiden tot een meetbare afwijking in conusweerstand of wrijving. Wordt echter ook de waterspanning gemeten, dan zullen kleine afmetingen van de filter kunnen leiden tot een meetbare afwijking. Met andere woorden, de resolutie van de meting van weerstand en wrijving zijn te laag, terwijl de resolutie van de meting van waterspanning wel voldoet voor detectie van de dunne zandlaag.

In de praktijk wordt de resolutie van meetsystemen bepaald door de zwakste schakel in de hele meetketen. Dit is vrijwel altijd de omzetting van analoog naar digitaal.

Meetfrequentie: het aantal metingen per tijdeenheid dat moet worden uitgevoerd om een fysisch proces waar te nemen en te kunnen volgen.

Theoretisch kunnen we stellen dat de meetfrequentie van een sinusvormig signaal een factor twee hoger moet zijn de hoogste frequentie van dit fenomeen. In de praktijk worden echter beduidend hogere frequenties (factor 3 à 5) aangehouden.

Beschouw het meten van vervormingen van een boezemkade. Normaal gesproken worden deze vervormingen bepaald door seizoensinvloeden en waterstanden. Dit zijn langzame processen en dus volstaat een lage meetfrequentie van bijvoorbeeld eenmaal per dag. Als gevolg van verkeersbelasting kunnen echter gedurende korte tijd veel grotere deformaties optreden. Deze zijn echter niet meetbaar met deze lage meetfrequentie. Willen we deze effecten ook meten, dan moet het meetsysteem veel sneller kunnen meten, bijvoorbeeld eenmaal per minuut. Stel dat er zich ook nog een flinke verkeersdrempel in de weg bevindt, dan kan dat door de klap leiden tot dynamische vervormingen in de ondergrond. Dit zijn effecten in de orde tot 30 trillingen per seconde (30 Hz). De meetfrequentie zal dan moeten liggen bij 100 Hz.

Meetnauwkeurigheid: de nauwkeurigheid waarmee de parameter wordt gemeten.

De nauwkeurigheid van een meetsysteem in de geotechniek wordt bepaald door twee factoren, namelijk:

1. Fouten (systematische en toevallige) in de meting zelf
2. Wijze van installatie

Ad 1. Fouten
Fouten zijn de verschillen tussen de gemeten en werkelijke waarde van een meetgrootheid. De totale fout is de som van systematische en toevallige fouten.

Systematische fouten: fouten die niet veranderen als de meting onder identieke omstandigheden wordt herhaald (bijvoorbeeld afwijkingen in het meetinstrument). Kalibratie van het meetinstrument zorgt voor sterke vermindering van systematische fouten.

Betrouwbaarheid (reproduceerbaarheid): de betrouwbaarheid hangt af van de mate waarin een meetsysteem onder dezelfde omstandigheden in dezelfde situatie dezelfde resultaten geeft.

Toevallige fouten: deze ontstaan door variatie van omstandigheden, omgevingsfactoren, wijze van aflezen et cetera: herhaling van de meting geeft steeds een ander resultaat (niet-lineair gedrag). Door de meting vaak te herhalen onder ongewijzigde omstandigheden kunnen we de toevallige fout door middeling verkleinen.

Aanbieders van technieken zijn geneigd de nauwkeurigheid van het meetsysteem gunstig voor te stellen door te praten over de sensornauwkeurigheid. Voor de gebruiker gaat het om de nauwkeurigheid van de meting van de geotechnische parameter. Deze wordt bepaald door alle fouten in het totale meetcircuit.

Ad 2. Wijze van installatie
Bij het meten in grond mag het gedrag van de grond niet wordt beïnvloed door het aanbrengen van het meetinstrument. Een bekend voorbeeld is het meten van totaaldrukken in de grond. Deze totale druk is de som van de waterspanning en de korrelspanning. De instrumenten die hiervoor te koop zijn worden in een boorgat in de grond geplaatst en het boorgat wordt afgevuld met grond. Door het boorgat en de vulling kan de initiële grondcondities echter zodanig worden verstoord dat de meting minder nauwkeurig is.
Grootte en inrichting van het meetcircuit hebben ook invloed op de storinggevoeligheid van het meetsignaal en dus op de nauwkeurigheid van de meting.

3.3 TRADITIONELE MEETTECHNIEKEN

Onder traditionele meettechnieken voor veldonderzoek aan waterkeringen vallen technieken die gericht zijn op het verkrijgen van gegevens in de verticale bodemkolom van waterkeringen en waarbij het meetlichaam in de waterkering wordt gebracht. Ze leveren meetwaarden voor specifieke punten op. Bij de meting is in die specifieke punten het meetvolume aan grond weggenomen, of is de grond lokaal ter plaatse van het meetvolume verstoord door het ingebrachte meetlichaam. De verstoringen als gevolg van de metingen zijn echter zo gering dat we de keringen waarin gemeten wordt als geheel nog steeds als ongestoord kunnen beschouwen. Traditionele meettechnieken zijn: sonderingen, boringen, vinproeven, terreinonderzoek ter bepaling van vervormingparameters, metingen van waterspanningen, elektrische dichtheidsmeting, pomp- en putproeven en infiltratieproeven.

Een moderne variant voor het uitvoeren van insitu-metingen is die waarbij we gebruikmaken van sensortechnologie. Een sensor is een element dat een of meer ingangsgrootheden en de veranderingen daarvan omzet in bruikbare signalen voor verdere verwerking. Als belangrijkste meetmedium worden glasvezels gebruikt. Hierbij worden de lichteigenschappen van glasvezels gebruikt. Optische glasvezels worden al lang toegepast in de kabels van ultrasnelle telecommunicatienetwerken. Lichtpulsen vervoeren informatie snel over grote afstanden. Gebruik van glasvezelkabel voor meting aan waterkeringen vraagt om zorgvuldig aanbrengen van de glasvezelkabel. De veranderingen die gemeten worden, moeten representatief zijn voor de waterkering en mogen niet het gevolg zijn van de manier waarop de kabels zijn aangebracht in het grondlichaam. Net als bij de traditionele insitu-technieken is ook hier de vraag wat de invloed is van de verstoring in het meetvolume door het plaatsen van het meetlichaam in het meetvolume.

3.4 GEOFYSISCHE TECHNIEKEN

De kracht van geofysische technische voor onderzoek aan waterkeringen schuilt in het goed ruimtelijk kunnen afbakenen van geologische eigenschappen van de ondergrond. Onzekerheden over de ruimtelijke variatie van deze eigenschappen worden ingeperkt. De beperking van geofysische technieken is dat de verkregen informatie minder gedetailleerd is. Het onderscheidend vermogen van de techniek is minder, waardoor kleine variaties in de samenstelling niet worden gedetecteerd. De technieken werken aanvullend op traditionele technieken. Een aparte categorie geofysische technieken vormen de remotesensingtechnieken. Technieken waarbij de waarnemingen worden gedaan vanuit de lucht bij voorbeeld per vliegtuig, helikopter of satelliet. Onderscheiden worden laseraltimetrie, interferonmetrische synthetic aperture radar (InSAR), passieve microradiometrie en actieve elektromagnetische metingen.

Vanuit de fysica kunnen we de beschikbare geofysische technieken in een aantal groepen verdelen. Twee onderscheidende principes die direct van invloed zijn op de toepasbaarheid zijn het gebruikte type veld en de fysische aard van de meetgrootheid. De technieken die met een zogenaamd propagerend veld werken, produceren een impuls die zich als een golffront in de grond voortplant, en deze meten de reflecties of verstoringen van dat golffront. Deze technieken heten ook wel puls-echo-technieken; in de 'bovenwereld' is de navigatieradar op schepen en vliegtuigen een bekend voorbeeld. De zogenaamde niet propagerende velden produceren geen golffront en meten een overall eigenschap van de ondergrond.

Direct met het onderscheid naar propagerende en niet propagerende velden hangt het toepassingsdomein samen. Bij verkenning van de ondergrond gaat het steeds om twee aspecten: de geometrie, dus de ruimtelijke verdeling van elementen in de ondergrond enerzijds, en de eigenschappen (kwalitatief) of parameterwaarden (kwantitatief) die op die elementen van toepassing zijn anderzijds. Puls-echo-technieken zijn naar hun aard afbeeldingtechnieken. Hoewel de golflengte veel en veel groter is, is bij deze technieken beeldvorming mogelijk die conceptueel vergelijkbaar is met een optisch lenzensysteem. Puls-echotechnieken zijn in principe geschikt om de geometrie van de ondergrond in kaart te brengen. Zij reageren op veranderingen van eigenschappen, dus op grenzen tussen grondlagen of tussen grond en objecten.

De niet-propagerende technieken meten alleen een overall eigenschap van een relatief groot volume grond. Een belangrijke beperking van deze technieken is de niet-uniciteit of equivalentie: (heel) verschillende situaties in de ondergrond kunnen aanleiding geven tot vrijwel niet te onderscheiden meetuitkomsten. Een verdere onderverdeling van de niet-propagerende technieken is die in passieve en actieve technieken: passieve technieken meten een 'spontaan' aanwezige eigenschap, terwijl actieve technieken de respons op een aangebrachte stimulus meten.

Een tweede onderscheid in de verschillende technieken is de aard van het fysische veld. In principe kennen we hiervoor twee varianten: de metingen die in wisselwerking staan met de mechanische eigenschappen (dus: trillingen, akoestiek, seismiek) en de metingen die met elektrische of elektromagnetische velden werken.

Een belangrijk aspect van de puls-echo-technieken is de golflengte (of: de frequentie). Voor grondradar ligt het bruikbare golflengtegebied tussen 10 cm en 10 meter (frequenties tussen 3 GHz - 30 MHz). Die bruikbare bandbreedte wordt door twee randvoorwaarden ingeperkt. De detecteerbaarheid van objecten, en in het algemeen het oplossende vermogen (de mogelijkheid om details in het beeld te kunnen onderscheiden) hangen direct samen met de golflengte. Die resolutie is in de orde van een halve golflengte. Dit maakt dat voor golflengten van meer dan ongeveer 10 meter in de geotechniek geen toepassingen zijn.

Aan de andere, hoogfrequente, kant van het spectrum wordt de toepasbaarheid beperkt door de demping. In vele gevallen heeft de penetratie de grootte van één golflengte; afhankelijk van het medium kan dit in bijzondere gevallen oplopen tot ongeveer 10 golflengtes. Gunstige media zijn droog zand, schoon (zoet!) water, asfalt en (ongewapend) beton. Ongunstig zijn klei en zout (grond)water.

Tabel 3.4 bevat een overzicht van verschillende meettechnieken.

TABEL 3.4 **OVERZICHT VAN DE VERSCHILLENDE MEETTECHNIEKEN UIT [1]**

Type veld eigenschappen	**niet-propagerend**			**propagerend**		
resolutie en nauwkeurigheid	sterk afnemend met diepte			weinig afnemend met diepte		
detecteerbaarheid	grote contrasten op grote schaal			kleine en grote contrasten op kleine schaal		
uniciteit	niet aanwezig			equivalentie alleen op zeer gedetailleerde schaal		
techniek	GRAV	MAGN	GE	EM	GPR	HRS
Resolutie ondiep. 0-5 m.	+	+	+	+	++	op land geen signaal
resolutie matig diep 5-20 m.	0	0	0	0	soms penetratie +	op land soms signaal +
resolutie diep. 20-50 m.	-	-	-	-	in het algemeen geen penetratie+	
bodemparameter die de respons bepaalt	dichtheid	magnetische permeabiliteit	elektrische geleiding	elektrische geleiding	permittiviteit	elastische impedantie
gemeten fysische grootheid	gravitatie	magnetisch veld	schijnbare geleiding	amplitude EM-veld	amplitude EM-veld tegen de tijd	deeltjessnelheid of druk tegen de tijd
geofysische gegevens uit eindresultaat	dichtheidsverdeling	verdeling van magnetisatie	elektrische geleidingsverdeling	elektrische geleidingsverdeling	looptijd, snelheid (diepte) en radar-stratigrafische kenmerken en absorptie, permittiviteit	looptijd, snelheid (diepte) en seismo-stratigrafische kenmerken, elastische impedantie
storende effecten bij geologische interpretatie		metalen voorwerpen	kabels, leidingen laterale variaties (met name nabij elektroden)	kabels, leidingen laterale variaties (met name bij antennes)	FM radiozenders, geleidende objecten op of nabij het maaiveld	kleinschalige lokale fenomenen met impedantiecontrasten

Legenda: GRAV gravimetrie, MAGN magnetometrie, GE geo-elektrisch methode, EM elektromagnetische inductie, GRP grondradar, HRS hoge resolutie seismiek

3.5 METEN VAN GEOMETRISCH PROFIEL

Metingen in de grond zijn bijna altijd zeer lokale waarnemingen, waarvan sommige variatie in de tijd weergeven. Aan het oppervlak kunnen we - zeker met remotesensingtechnieken - grotere oppervlakken tegelijk beschouwen. Dit biedt de mogelijkheid ruimtelijke variatiepatronen te herkennen en, afhankelijk van de opnamefrequentie, variatie in de loop van de tijd na te gaan.

Waarnemingen aan het oppervlak kunnen we uitvoeren met visuele inspecties in het terrein en met remote sensing. Inspecties in het terrein kunnen een groot scala van aspecten van de waterkering tegelijk beslaan, soms heel gedetailleerd.

Remote sensing waarnemingen zijn slechts een beperkte, door de sensoren en overige hulpmiddelen bepaalde set verschijnselen. De mate van detaillering is in veel gevallen geringer dan dat van de terreinwaarnemingen. De remote sensing waarnemingen zijn echter zeer precies omschreven en kunnen in bepaalde gevallen zo gecombineerd worden, dat deze eenduidige aanwijzingen voor bepaalde processen en omstandigheden geven. De met remote sensing via LIDAR (Light Detection And Ranging) haalbare nauwkeurigheid van vervorming over afstanden van meer dan enige meters is bijvoorbeeld beter dan dat van visuele terreinwaarnemingen, maar het waarnemen van scheurpatronen is met airborne technieken nog niet goed mogelijk. INSAR-metingen (Interferiometrie met SAR: Synthetic Aperture Radar) van vervorming zijn veel nauwkeuriger dan visuele waarnemingen en zijn breed inzetbaar. Visuele waarnemingen hebben een signalerende functie en geven kwalitatieve informatie. Remote sensing waarnemingen geven meer kwantitatieve informatie. Beide soorten waarnemingen vullen elkaar aan en vormen een goede combinatie voor betrouwbare en nauwkeurige informatie.

Remotesensingtechnieken voor landgebruik en vochthuishouding zijn vooral zichtbaar licht fotografie en infraroodopnamen (near en far) om inzicht te krijgen in temperatuur- en vegetatievariatie.

Remote sensing voor het meten van vervorming van het grondoppervlak is vooral INSAR. De methode moet worden toegepast vanaf een vliegtuig. LIDAR-metingen, met laser, kunnen vanwege de benodigde resolutie in de mate (centimeterschaal) en plaats van vervorming (< 1-3 m2) bijdragen aan de bepaling van de geometrie van de waterkeringen. Beide meettechnieken kunnen voldoende nauwkeurige metingen opleveren voor het vastleggen van vervormingen. Uit waarnemingen op twee verschillende tijdstippen kunnen vervormingveranderingen in de tijd worden afgeleid.

Het evalueren van de remotesensingmetingen vraagt goed inzicht in de omstandigheden en processen die bij het mogelijk falen van waterkeringen belangrijk zijn. Er zijn immers slechts bepaalde specifieke verschijnselen en veranderingen zichtbaar, die op veel manieren gecombineerd kunnen worden, maar waarvan de relatie tot mogelijk falen zelden direct is.

3.6 METEN VAN VERVORMINGEN

Vervormingen zijn algemeen voor grondlichamen die in contact staan met de atmosfeer en grond- en buitenwater. Regelmatige weers- en seizoensveranderingen veroorzaken veranderingen van centimeters. Bij veendijken en veenondergrond zelfs meer dan een decimeter. Niet alleen de grootte van vervormingen is belangrijk, maar ook de snelheid waarmee de vervormingen veranderen.

Systematische veranderingen van waterpeil en grondwaterpeil veroorzaken veranderingen van centimeters tot soms veel meer dan een decimeter. Deze veranderingen zijn echter alleen onder speciale omstandigheden direct relevant voor het functioneren van de kering. Het veranderen van de grond- en/of buitenwaterstand kan in bepaalde gevallen leiden tot te grote ondermijning van de sterkte of tot toename van belasting. Vervormingen van centimeters tot een paar decimeter zijn over afstanden van meerdere meters vaak lastig te zien of te herkennen, maar kunnen we instrumenteel goed vaststellen. Hetzelfde geldt voor de systematische vervormingen, die vaak optreden bij naderende calamiteiten in waterkeringen en die als indicator gebruikt kunnen worden.

Met conventioneel landmeten kunnen we de oppervlaktevervorming zeer nauwkeurig vaststellen. Althans, als het meetnet daarop is ingesteld. De metingen zijn namelijk puntmetingen. Het vaststellen van relevante vervorming is daarom helemaal afhankelijk van het inzicht bij het inrichten van de meetopstelling. De vervormingpatronen over het talud en kruin varieren bij naderend falen in de strekking van de kering meestal op 5 tot 20 m afstanden. Er is dus een dicht net van waarnemingen nodig om met deze techniek sterker deformerende secties te signaleren.

Glasvezelkabels, parallel gelegd aan de strekking van de kering, kunnen deformaties in centimeters tot decimeters signaleren. De locatie van de bemeten sectie in het dwarsprofiel van de kering is van belang voor het duiden van het resultaat van de meting. Om de relevantie van de lokale verplaatsing van de kabel vast te stellen is moeten we nader onderzoek doen naar de mate, aard en locatie van de vervorming. De meting is permanent en kan daardoor een belangrijke signaleringsfunctie hebben, vooral als er geen verhoogde waakzaamheid is.
Inclinometers geven de horizontale vervorming in een verticaal profiel voor een punt op de kering. Ze geven daarmee inzicht in de aard van de vervorming, die voor de analyse van groot belang is. Het zeer lokale karakter van de waarneming beperkt de toepasbaarheid ervan tot het verschaffen van aanvullende informatie over bijvoorbeeld zeer verdachte locaties, dan wel het vaststellen van het patroon van regelmatig optredende vervormingen.

Met LIDAR (afstandsmeting met laser) kunnen we vervormingpatronen zeer gedetailleerd vaststellen. LIDAR-opstellingen op vaste punten op de grond zijn alleen een optie bij lokale problemen, vanwege de kosten. LIDAR-metingen vanuit een vliegtuig of helikopter worden regelmatig uitgevoerd, onder meer voor het beheer van waterkeringen. Ze bedekken grote arealen met een hoge dichtheid (quasi-continu), maar met aanmerkelijk minder nauwkeurigheid.

Tot slot kunnen we stellen dat voor analyses voor ‘early warning’ en calamiteitbeheersing het ruimtelijke patroon van vervormingen en het verloop ervan in de tijd minstens even belangrijk zijn als de vervormingen zelf.

3.7 RELEVANTIE MEETTECHNIEKEN

Als remotesensingwaarnemingen worden gebruikt om processen en mechanismen te achterhalen die het functioneren van een waterkering (kunnen) aantasten, hebben deze in de meeste gevallen pas betekenis als de faalprocessen en -mechanismen van een waterkering op zijn minst globaal bekend zijn. De meeste waarnemingen kunnen alleen in dit kader geëvalueerd worden.

Naast deze waarnemingen is minimaal enige informatie nodig over de opbouw van de waterkering en de ondergrond. Samen met informatie over de grondwaterstijghoogten kunnen we tot een adequate analyse komen van de processen die gaande zijn. Pas wanneer falen onafwendbaar nabij is, kunnen visuele en remote sensing waarnemingen de relevante processen direct waarnemen. Voor elke evaluatie is het nodig gegevens over buitenwaterstanden beschikbaar te hebben.

Waarnemingen aan de vochttoestand en waarnemingen van vervormingen, voor beide vooral de veranderingen daarin, zijn voor het beoordelen van de standzekerheid van een waterkering van groot belang.

Vegetatie en watergehalte zijn belangrijke indicatoren voor de vochttoestand en veranderingen daarin. Remote sensing infrarood, mits in voldoende detail (airborne), geeft informatie over deze aspecten. Bovendien kunnen we met thermisch infrarood de temperatuur van oppervlaktewater bepalen, wat weer nadere informatie kan geven over bijvoorbeeld excessieve kwel. Terreinwaarnemingen zijn relevant om lokale verschijnselen vast te stellen, zoals uittredend water en plasvorming.

Directe visuele waarneming van relevante vervorming is erg lastig en vergt in ieder geval referenties, zoals zichtlijnen. Indicaties van vervormingen, zoals het ontstaan van plassen bij de teen en het ontstaan van scheuren in een bepaald patroon, zijn betrouwbaarder.
Instrumentele meting in het terrein van vervorming is meestal lokaal (kruinlijn of dwarsprofiel op willekeurige locaties) en kan slechts indirect bijdragen aan ‘early warning’. Glasvezelmeetsystemen kunnen een rol vervullen in een waarschuwingssysteem.

Via remote sensing kunnen we al enige tijd vervormingen waarnemen. Met LIDAR kunnen we grove vervormingen en vervormingpatronen in ruimtelijk detail vaststellen. Deze informatie kan, samen met andere informatie, bijdragen aan het bepalen van zwakke schakels bij het onderhoud van de kering. Met airborne-INSAR kunnen centimetervervormingen met een grote ruimtelijke resolutie (1-3 m2) onafhankelijk van de weersgesteldheid rechtstreeks worden bepaald, wat voor analyses vanwege ‘early warning’ en voor onderhoudstrategie noodzakelijk is.

3.8 VISUELE WAARNEMINGEN

Waarnemen met het oog vraagt een geoefend oog. Belangrijk is dat er een referentiekader is van waaruit de waarnemingen kunnen plaatsvinden. In veel gevallen worden vooral afwijkingen gesignaleerd. Hierbij wordt een beroep gedaan op het geheugen. Daartoe is lokale gebiedskennis een vereiste. Niet alleen het signaleren van afwijkingen is belangrijk, ook het duiden van deze waarnemingen. Visuele waarnemingen zijn gebonden aan de persoon en per definitie niet objectief. De subjectiviteit kan worden geobjectiveerd door de waarnemers te trainen in het herkennen en benoemen van de soort waarnemingen. Met een referentiekader

kunnen zij dit oefenen en gebruiken bij veldinspecties. Sommige waterkeringbeheerders hebben al zo'n kader ontwikkeld in de vorm van een schadecatalogus of zij zijn daarmee bezig. Een landelijk databestand met genormeerde beelden is nog niet beschikbaar. Wel bestaat er een gids met schadebeelden bij hoogwater, voor bijzondere omstandigheden, dus die afwijkend zijn voor de normale beheeromstandigheden.

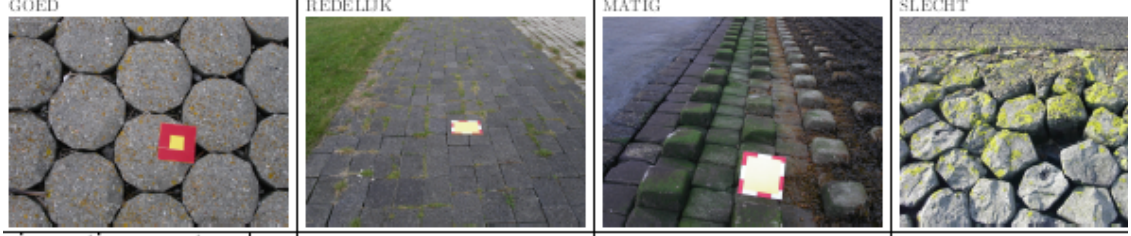
Een aanzet tot de ontwikkeling van een gids voor het duiden van visuele waarnemingen is gerapporteerd in [2]. In het rapport is de haalbaarheid onderzocht van een landelijk overzicht in de vorm van een gids. Deze gids ordent de basiselementen van waterkeringen en kent een staat van beheer toe aan de elementen. Met staat bedoelen we het kwaliteitsniveau van het element voor het beheer. Er zijn vier niveaus: goed, redelijk, matig en slecht. De kwaliteitsniveaus zijn toegekend door een landelijk team van deskundigen. Hierbij werden foto's van de onderdelen voorgelegd en beoordeeld. In figuur 3.8.1 is een voorbeeld gegeven van het resultaat.

De haalbaarheid van een landelijke gids is in het rapport bevestigd en ook de behoefte aan zo'n overzicht. De gids biedt de veldinspecteur een referentiekader voor zijn waarnemingen. Ook helpt de gids de inspecteur om de kwaliteit van een element van een waterkering objectiever te duiden. De gids is vooral bedoeld om de veldinspecteur vooraf te laten oefenen in het waarnemen en het duiden van de kwaliteit van de elementen van de waterkeringen. Deze gids biedt een methodiek die bijdraagt aan de reproduceerbaarheid van visuele inspecties. Er liggen plannen om de gids samen met waarnemers of veldinspecteurs op te bouwen in een website-omgeving tot een DigiGids.

Visuele waarnemingen kennen verder de beperking dat de context waarbinnen afwijkingen worden gesignaleerd moeilijk volledig is vast te leggen. De waarnemer wordt in principe uitgedaagd naar kunnen gegevens te verzamelen over de waarneming. Ook hiervoor geldt dat enige uniformering en standaardisering gewenst is om vooral de interpretatieslag naar de betekenis van de signaleringen eenduidiger te kunnen maken. De beperkingen die gelden voor het vastleggen van visuele waarnemingen worden grotendeels weggenomen als de situatie op foto digitaal wordt vastgelegd. Hoewel ook hiervoor geldt dat een foto een vertekend beeld kan geven. De foto biedt slechts een detail. De context met de omgeving blijft belangrijk.

FIGUUR 3.8.1 **VOORBEELDBLAD UIT AANZET GROENE GIDS VOOR ZEEDIJKEN [2]**

type	zone	element
Zeedijken	Buitentalud	Zuilen en blokken (steenbekleding)



inspectieparameter	2.11	3.7	3.2	1.14
gebarsten of gebroken stenen			x	
losse of gekantte stenen				
openingen tussen de stenen	x	x	x	x
verzakkingen of opbollingen		x	x	x
uitspoeling (van wasgrind)				
aantal foto's op CD-rom	3	7	15	2

Fotoblad nr. 1-6

De verwachting is dat het fotografisch opnemen van situaties voor beheerdoeleinden onafwendbaar is. Hiervoor zijn eisen en voorwaarden nodig. Tevens ontstaat een groter aanbod van gegevens die vastgelegd, opgeslagen en bewerkt moeten worden. Dit vraagt om standaardisering en automatisering.

3.9 OPNEMEN

Veel meetsystemen werken met analoge signalen. Elektronische schakelingen verwerken deze signalen. In complexe situaties heeft digitale signaalverwerking de voorkeur. Digitale verwerking heeft als voordelen de perfecte opslag van een digitaal signaal en de mogelijkheid niet-lineaire bewerkingen uit te voeren. Veel sensorsignalen worden in een vroeg stadium van verwerking omgezet naar het digitale domein. Het meten en verwerken van meetsignalen is een vak apart. Voor de gebruiker van de signalen zijn de eisen belangrijk die hij kan stellen aan de metingen in relatie tot de verschijnselen waarover hij informatie wil vergaren.

3.10 VASTLEGGEN

Het vastleggen van meetgegevens gebeurt bij voorkeur in een systeem dat gekoppeld is aan een geografisch informatiesysteem. Het werk van watersysteembeheerders is immers in hoge mate geografisch gericht. In Nederland wordt al ruim 25 jaar gewerkt met GIS. GIS is een afkorting voor Geografisch Informatie Systeem en staat voor een scala aan functionaliteiten voor bewerkingen met als kern ruimtelijke gegevens. Geografische informatiesystemen zijn geautomatiseerde systemen voor het opnemen, vastleggen, tonen, beheren, opvragen, integreren, analyseren, presenteren en uitvoeren van ruimtelijke gegevens. Het opnemen in de betekenis van waarnemen is in de vorige paragraaf behandeld. De gegevens moeten in deze fase gestructureerd worden vastgelegd. Er zijn verschillende standaarden voor het vastleggen van geo-informatie. De meest recente ontwikkeling is opslag van geo-informatie in databases. Veel waterkeringbeheerders maken gebruik van het GIS-pakket IRIS (voorheen INTWIS), ook een geodatabase waarbij zowel de geometrie als de administratieve gegevens in een database worden opgeslagen.

Veel veldinspecties worden nog ingericht met kaartmateriaal en de waarnemingen worden vastgelegd in logboeken. De vastgelegde waarnemingen kunnen bij terugkomst op kantoor worden verwerkt tot rapportages. De toegankelijkheid van de basiswaarnemingen blijft bij deze wijze van vastleggen beperkt. Daarnaast verloopt de omzetting van de gegevens naar beheerinformatie in de rapportage onvoldoende transparant. Kwaliteitsborging van de rapportages is daarbij lastig. Een belangrijke verbetering van de inspecties kunnen we verkrijgen als we waarnemingen eenduidig definiëren, vastleggen en toegankelijk maken voor verdere bewerkingen. Daartoe is door STOWA/RWS het project DigiSpectie opgezet dat tot doel heeft de functionele eisen voor digitale vastlegging van visuele waarnemingen te verbijzonderen. Naast deze eisen is een model opgezet dat kan worden getest in de praktijk. De ervaringen zullen medio 2008 worden gerapporteerd. In [3] is de handleiding van het model uitgebracht. Digispectie is erop gericht in het veld, ter plaatse van de waarneming, een aantal (standaard)aspecten vast te leggen en wel zodanig dat de volgende deelprocessen in het inspectieproces, diagnosticeren, prognosticeren en operationaliseren eenduidig en reproduceerbaar kunnen worden gevoed met gegevens. Voor deze verdere gegevensverwerking uit visuele waarnemingen streven we naar automatisering.

Het model draait op een pda en heeft GPS. De gebruiker van het model wordt menugestuurd door de volgende stappen geleid: stap 1: benoem type kering, stap 2: benoem zone, stap 3: benoem element, stap 4: benoem kwaliteit element en stap 5: benoem inspectieparameter. Tevens kan er een digitale opname aan worden gekoppeld. Een overzicht van de velden met gegevens in Digispectie is weergegeven in tabel 3.5.

Kijk voor meer informatie in de handleiding DigiSpectie.

TABEL 3.5 **VELDEN MET GEREGISTREERDE GEGEVENS IN DIGISPECTIE [3]**

Veld	Type	Lengte	Omschrijving
OBSINSPEC	Tekst	50	Naam van de inspecteur
OBSDATUM	Datum	8	Datum opname
OBSTIJD	Tekst	20	Tijdstip opname
PROJECT	Tekst	20	Projectnummer
GPSPUNT	Tekst	5	Punt opgenomen met GPS (T = ja, F = nee)
RDX	Float	20.2	X coordinaat
RDY	Float	20.2	Y coordinaat
PDOP	Float	5.2	Position Of Dispersal (indicatie kwaliteit GPS meting)
INSIDENT	Tekst	20	Uniek ID nummer (apparaat-datum-volgnummer)
INSTYPE	Tekst	50	Type schouw
INSOMST	Tekst	50	Weersomstandigheden
INSVAK	Tekst	50	Dijkvak ID
INSKERING	Tekst	50	Type kering
INSZONE	Tekst	50	Zone opnamepunt
INSELEMENT	Tekst	50	Element opnamepunt
INSPARAM	Tekst	50	Omschrijving opgenomen parameter
INSOORD	Tekst	10	Beoordeling (goed, redelijk, matig, slecht)
INSACTIE	Tekst	50	Te ondernemen actie n.a.v. inspectie
MEMO_	Tekst	254	Overige opmerkingen
IMAGE_	Tekst	50	Verwijzing naar foto

4

DIAGNOSTISCHE TECHNIEKEN

4.1 INLEIDING

De gegevens die nodig zijn om in het deelproces diagnosticeren tot een uitspraak te komen over de actuele staat van de kering hebben verschillende bronnen. De gegevens uit de legger zijn statisch en zullen alleen van waarde veranderen als de ontwerpeisen worden verscherpt of verhoogd. Om te kunnen beoordelen of keringen geheel of op onderdelen voldoen aan de functionele eisen hebben we ook actuele gegevens nodig. In het vorige hoofdstuk is ingegaan op de verschillende meettechnieken die kunnen worden ingezet voor het verzamelen van actuele gegevens. Welke gegevens gemeten moeten worden hangt af van de gegevens die in de diagnostische fase nodig zijn om tot oordeelsvorming te komen. Voor het analyseren en beoordelen van het gedrag van dijken worden bijvoorbeeld simulatiemodellen gebruikt. Deze modellen moeten wel voldoende gegevens bevatten om betrouwbare simulaties te kunnen doen. Veel gegevens zijn generiek, daarom begint dit hoofdstuk met een algemene opsomming van relevante gegevens van waterkeringen. Gegevens zijn relevant als ze in de beoordeling van belang zijn. In paragraaf 4.3 wordt nader ingegaan op de criteria voor het beoordelen van keringen. Om te kunnen beoordelen zijn veelal eerst nog bewerkingen nodig van de gegevens. Paragraaf 4.4 gaat vooral in op beoordelingstechnieken, technieken die worden ingezet om gegevens om te zetten naar grootheden waar waarden voor de actuele staat van de keringen aan kunnen worden toegekend. Paragraaf 4.5 gaat meer specifiek in op prognostische technieken.

4.2 GEGEVENS

4.2.1 GEGEVENS GEOMETRISCH PROFIEL

Voor het geometrische profiel zijn de volgende kenmerken belangrijk:

- kruinhoogte van de kering;
- de x-, y-, z- coördinaten van het profiel van de kering (kruinbreedte, taludhellingen, tonrondte van het talud, hoogte/breedte van stortbermen, et cetera).

De kenmerken kunnen voor de inspecties worden gecontroleerd en vastgelegd.

De beheerder is echter vooral geïnteresseerd in maatveranderingen van deze kenmerken. Veranderingen in het geometrische profiel kunnen optreden door:

- zetting van de ondergrond;
- klink van het dijklichaam;
- verzakking en verschuivingen, bijvoorbeeld door instabiliteit van de ondergrond, door *piping* of aardgaswinning.

Hoogteveranderingen van een dijk zijn met het oog moeilijk waar te nemen. Daarom zullen we hoogtemetingen ter controle moeten uitvoeren. Lokale verzakkingen van voldoende omvang zijn nog wel met het oog waar te nemen.

TABEL 4.2.1 INSPECTIEPARAMETERS PROFIELEN VAN WATERKERINGEN EN ASPECTEN HIERVAN UIT [4]

Inspectieparameter	Significante eenheid	Nauwkeurigheid	Inspectiefrequentie	Ruimtelijke spreiding	Toelichting
Profiel van de waterkering (inclusief kruinhoogte)	in centimeters	Z-coördinaat: + 0-5; X- en Y-coördinaat: 0-10 cm.	Standaard: 5 jaarlijks; bij nieuwe waterkeringen gevoelig voor zetting: jaarlijks tot elke paar maanden	Zeer divers. Van 10 – 500 m.	Hoogte, breedte, lengte
Plaatsvinden van zettingen en verzakkingen	in millimeters en in centimeters	Z-coördinaat: + 0-5; X- en Y-coördinaat: 0-10 cm.	Standaard: 5 jaarlijks; bij nieuwe waterkeringen gevoelig voor zetting: jaarlijks tot elke paar maanden	Afhankelijk van de ondergrond. Verschil in zettingen moeten duidelijk worden: 20 – 100 m.	Verschil in hoogte door de tijd.
Hoogte stortberm voor de waterkering	in decimeters	Z-coördinaat: + 10-20 cm.	Standaard: jaarlijks afhankelijk van de situatie eerder of later.	Elke 100 m. Soms dichterbij tot 50 m. (bij bijzonderheden)	De lage betrouwbaarheid wordt geaccepteerd omdat door de hoeveelheid op verschillende hoogte aanwezige stortstenen groot is.
Samenstelling grond/ opbouw grondlagen	in centimeters	Afwijking van laboratorium analyses	Eenmalig bij aanleg	Gebiedsdekkend	De in het laboratorium gebruikte foutmarges worden geaccepteerd
Grondwaterstanden in de kering	in centimeters	+ 5-10 cm.	Afhankelijk van het gebied. Soms meerdere malen per dag voor een aantal dagen (getijde). Bij hoogwater.	Afhankelijk van de ondergrond en van het doel.	De grondwaterstand wordt als indicatief gezien. Vaak via peilbuizen.
opbouw vooroever	in tientallen m3	+ 5-10 cm.	Jaarlijks in het kader van kustmetingen en na storm.	10-100 m langs de kust. Elke meter in het dwarsprofiel haaks op de kust	Verloop van de vooroever
Aanwezigheid niet-waterkerende objecten		Moet aanwezige objecten weergeven.	2 tot 4 keer per jaar.	Gebiedsdekkend: alle objecten.	Huizen, bomen, tuinen, hekken, et cetera. Werkelijke situatie moet bekend zijn. Veranderingen hierin zijn wenselijk om te monitoren en in te grijpen als deze illegaal zijn (handhaving).

Hoogtemetingen worden met verschillende frequenties uitgevoerd. Direct na aanleg van de dijk is de frequentie hoog, om zetting en klink te kunnen volgen en controleren. De frequentie kan omlaag als er nog maar weinig zetting en klink plaatsvindt. Voor primaire waterkeringen is de frequentie uiteindelijk minimaal eens per vijf jaar. Voor regionale waterkeringen is deze norm voor inspectie van de hoogte nog niet vastgesteld.

Inspectiegrootheden en belangrijke aspecten van profielen van kunstmatige waterkeringen staan weergegeven in tabel 4.2.1 en zijn overgenomen uit [4].

Bij duinen moeten jaarlijks profielmetingen worden uitgevoerd. Duinen vormen samen met het strand de kering tegen zeewater. Ze vormen een flexibel en dynamisch verdedigingssysteem dat voortdurend aan veranderingen onderhevig is en daarom goed geïnspecteerd moet worden.

De staat van de natuurlijke waterkering wordt aan de hand van de volgende kenmerken of parameters beoordeeld:

- het aantal kubieke meters zand in het duinprofiel;
- kans op 'achterloopsheid' van een duinenrij;
- aanwezigheid van stuifgaten;
- mate van erosie van de kustlijn;
- standzekerheid van de strandhoofden;
- kwaliteit van het aanwezige helmgras (gras houdt het zand van de duin vast).

Meestal worden visuele inspecties uitgevoerd. Voor hoogtebepalingen, de inspectie van vooroevers en duinen worden technische hulpmiddelen ingezet. Tabel 4.2.2 uit [4] geeft de parameters en aspecten weer die belangrijk zijn voor inspecties van duinen.

TABEL 4.2.2 INSPECTIEPARAMETERS DUINEN EN ASPECTEN HIERVAN UIT [4]

Inspectieparameter	Significante eenheid	Nauwkeurigheid	Inspectie-frequentie	Ruimtelijke spreiding	Toelichting
Hoeveelheid zand in duin	Enkele tientallen m3	x, y z-coördinaat: ±5-10 cm	Standaard: Jaarlijks, m.b.v. Jarkus.	elke 200 - 250 m een raai.	De x, y en z-coördinaten zijn voor de berekening van de inhoud van belang. Voor de inhoudsberekening van een duin geeft de nauwkeurigheid hiervan een afwijking van ± enkele m3. Driedimensionale beelden zijn welkom.
Aanwezigheid van stuifgaten	m3	x, y, z-coördinaat:	Jaarlijks, bij een dynamisch duinbeheer 2 - 3 maal per jaar.	Gebiedsdekkend	Ondermijnende kale plekken in duinenrij.
Kwaliteit van het helmgras	Lengtedichtheid	+ 5 cm. sprietjes per m2	Jaarlijks.	Gebiedsdekkend	Gezondheid van de planten, kleur en sterkte, seizoensafhankelijk. Geen betrouw- of nauwkeurigheid voor aan te geven.
Erosie van de kustlijn (vooroever)	Enkele tientallen m3	z-coördinaat: ± 5-10 cm.	Jaarlijks	Langs de kust elke 10 - 100 m. Dwarsprofiel vervolgens elke meter.	Metingen door peilingen onder water.
Achterloopsheid van duinenrijen	Mm/dag en m2	Onbekend	Jaarlijks, bij een dynamisch duinbeheer 2-3 maal per jaar.	Gebiedsdekkend	Lage plekken in duinenrij. Bij storm kan de zee over de eerste rij heen gaan en zo tussen de eerste en tweede duinenrij terecht komen.
Standzekerheid van de strandhoofden	Onbekend	Onbekend	Tweemaal per jaar. Voor en na het stormseizoen.	Elk strandhoofd	Strandhoofden zorgen voor bescherming van de kustlijn. Moeilijk te inspecteren omdat ze grotendeels onder water liggen.

4.2.2 BEKLEDINGEN

De taluds van zee- en meerdijken zijn bekleed om bescherming te bieden tegen beschadigingen en erosie. Er zijn drie groepen van bekledingsoorten onderscheiden: gras, stenen bekledingen (ook beton en met beton ingegoten glooiingen vallen hieronder) en asfalt of met asfalt ingegoten glooiingen. Per bekledingstype worden de volgende kenmerken onderscheiden:

- Gras;
- bedekkinggraad van de grasmat (kale plekken, geslotenheid grasmat);
- kwaliteit (onder meer polvorming, kleur, soortenrijkdom);
- doorworteling van de grasmat;
- beweiding van de grasmat.

Knaagdieren kunnen de oorzaak zijn of worden voor beschadigingen van de grasmat. Dit geldt ook voor aanwezigheid van houtopslag, (grof) zwerfvuil en ander vegetatiesoorten. Vroegtijdig signaleren is daarom belangrijk.

Parameters en aspecten die van belang zijn voor inspectie van grasbekledingen zijn samengevat in tabel 4.2.3 uit [4].

TABEL 4.2.3 INSPECTIEPARAMETERS GRASBEKLEDING EN ASPECTEN HIERVAN UIT [4]

Inspectieparameter	Significante eenheid	Nauwkeurigheid	Inspectiefrequentie	Ruimtelijke spreiding	Toelichting
Scheuren (niet genoemd in gesprekken, maar uit [5])	Lengte en breedte scheur: in centimeters.	Onbekend: ± 0 - 5 cm?	Variërend van elke paar maanden tot jaarlijks.	Gebiedsdekkend	Scheuren door bijvoorbeeld aanhoudende droogte. Lastig waar te nemen omdat scheuren bedekt kunnen zijn door het gras.
Gesloten grasmat	In procenten (bedekkings-graad).	Bv. 20 cm open grond per m2. Plekken van 2 á 30 cm dienen te worden gedetecteerd.	Variërend van elke paar maanden tot jaarlijks. Na hoogwater.	Gebiedsdekkend, grote stukken.	Grote kale plekken. Inspectie gaat met grote stukken. Open ruimtes tussen gras? Kun je de grond zien? Zou het weg kunnen spoelen? Visuele inspecties. Gaat op gevoel.
Kwaliteit grasmat (bijvoorbeeld hoogwaterschade), polvorming, ongezond gras)	Onbekend. Zie toelichting.	Lastig te concretiseren. Wordt uitgevoerd door experts. Monitoren van hele areaal en doen van steekproeven.	Variërend van elke paar maanden tot jaarlijks. Na hoogwater.	Gebiedsdekkend	Verstikking door lang hoogwater. Pollen in het gras die kale plekken rondom de pol veroorzaken. Gezondheid en vitaliteit van het gras.
Soortenrijkdom	Aantal soorten gewas per oppervlakte eenheid (m2)	Onbekend	Veelal vijfjaarlijks.	Gebiedsdekkend	Verschillende soorten kruiden en grassen aanwezig in de grasmat. De significante eenheid
Aanwezigheid van mollen, konijnen, muskus- en beverratten	Onbekend. Zie toelichting.	Onbekend. Zie toelichting.	Variërend van dagelijks tot (meer)maandelijks.	Gebiedsdekkend	Deze knaagdieren graven in de grasmat. Bij hoogwater erodeert een deel weg. Schade is het gevolg. De significante eenheid en nauwkeurigheid is niet te omschrijven, omdat de aanwezigheid hiervan al waargenomen moet worden.
Doorworteling	Veel dikke en dunne wortels in bovenste grondlaag (zie LTV)	Volgens methode LTV.	Wanneer het noodzakelijk is om de doorworteling te bepalen, gebeurt dit vijfjaarlijks in het kader van de LTV.	Bovenste 20 cm van de grasmat, 4 steekproeven in vakken van 5- 5 meter (gehele dijk in deze vakken indelen)	Geeft sterkte en veerkracht aan de grasmat . Mate van voorkomen van dunne en dikke wortels in de laag van maaiveld tot 0,15 m-mv (zie LTV).
Beheervorm	Bemesting en \afvoer gras	10 m2	Wekelijks tot (meer)maandelijks	Gebiedsdekkend	Runderen veroorzaken schade aan de grasmat. Schapen niet. Ook in het kader van handhaving is dit belangrijk.

STENEN BEKLEDING

- holle ruimtes en geulvorming onder de bekleding;
- ontbrekende stenen uit de bekleding;
- verzakkingen, dan wel omhoogkomen van stenen, kammen en afschuiven van de bekleding.

Parameters en aspecten die van belang zijn voor inspectie van stenen bekledingen zijn samengevat in tabel 4.2.4 uit [4].

TABEL 4.2.4 INSPECTIEPARAMETERS STENEN BEKLEDING EN ASPECTEN HIERVAN UIT [4]

Inspectieparameter	Significante eenheid	Nauwkeurigheid	Inspectiefrequentie	Ruimtelijke spreiding	Toelichting
Holle ruimtes en geulvorming onder stenen	in centimeters	Verzakking vanaf 2 cm.	Variërend van twee wekelijks tot jaarlijks. Na iedere calamiteit.	Gebiedsdekkend	Holle ruimte onder de stenen ondermijnen de bekleding. Erosie vindt plaats onder de stenen waardoor het dijklichaam wordt ondermijnd. Wens: vanaf 2 cm diepte waarnemen. Wordt vaak duidelijk door het meezakken van het basalt. Dit gebeurt echter niet altijd.
Verzakken, kammen en afschuiven bekleding	in centimeters	± 0 - 5 cm.	Variërend van twee wekelijks tot jaarlijks tot vijfjaarlijks. Na iedere calamiteit.	Gebiedsdekkend	Verzakken, kammen en afschuiven zijn vaak met het oog waar te nemen. Behalve als het erg langzaam gaat.
Ontbreken van zetstenen	in centimeters	X-, Y- en Z-coördinaten: ± 0 - 5 / 10 cm. Elke steen.	Variërend van tweewekelijks tot jaarlijks. Na iedere calamiteit.	Gebiedsdekkend	Stenen die uit de glooiing zijn verwijderd. Elke steen dient gedetecteerd te worden, aangezien anders snel meerdere stenen weg kunnen slaan.
Aanwezigheid van houtopslag en andere vegetatie	Aanwezigheid hiervan.	Aanwezigheid hiervan.	Variërend van twee wekelijks tot jaarlijks. Na iedere calamiteit.	Gebiedsdekkend	Aanwezigheid is vaak voldoende om te verwijderen. Houtopslag kan bekledingen ondermijnen en voor erosie zorgen bij hoogwater.
Tonrondte bekleding	in centimeters	± 0 - 5 cm.	Variërend van twee wekelijks tot jaarlijks. Na iedere calamiteit.	Gebiedsdekkend	De vorm van de bekleding (bol). Staat in verband met verzakken, kammen en afschuiven van de bekleding.
Bekledingsvlakken	Exacte grens van het ene naar het andere vlak.	Exacte grens (lastig als verschillende zuillengtes elkaar afwisselen.	Eenmalige meting.	Gebiedsdekkend	De grens tussen bekledingsvlakken.

ASFALT

Belangrijke kenmerken voor de kwaliteit van asfalt zijn:

- scheurvorming in beton of asfalt;
- optreden van rafeling;
- optreden van 'stripping';
- dikte van het asfalt;
- stijfheid van het asfalt.

De taludbekledingen worden door de beheerders regelmatig geïnspecteerd. Zij controleren extra tijdens en na hoogwater en stormen. Dit gebeurt voornamelijk door visuele waarnemingen.

Parameters en aspecten die van belang zijn voor inspectie van asfaltbekledingen zijn samengevat in tabel 4.2.5 uit [4].

TABEL 4.2.5 INSPECTIEPARAMETERS ASFALTBEKLEDING EN ASPECTEN HIERVAN UIT [6]

Inspectieparameter	Significante eenheid	Nauwkeurigheid	Inspectiefrequentie	Ruimtelijke spreiding	Toelichting
Dikte	In centimeters.	Onbekend	Variërend van dagelijks tot (meer)maandelijks.	Puntmetingen. Willekeurig verspreid.	De dikte bepaalt onder andere de sterkte van de asfaltlaag. De puntmetingen worden verspreid over de bekleding. Er is geen vaste verdeling voor het aantal puntmetingen.
Scheurvorming en rafeling	Diepte, lengte en breedte scheur: in centimeters?	Onbekend	Variërend van elke paar maanden tot jaarlijks.	Alle scheuren en rafels.	Door scheurvorming en rafeling kan erosie optreden en kunnen er gaten onder de bekleding komen. Deze gaten worden snel duidelijk omdat het asfalt meezakt. Plantengroei kan in scheuren voorkomen.
Gaten onder de bekleding	In centimeters.	Onbekend	Variërend van elke paar maanden tot jaarlijks. Na hoogwater.	Gebiedsdekkend	Door holle ruimtes zakt het asfalt en kan scheurvorming optreden. Gaten worden meestal vrij snel duidelijk omdat het asfalt meezakt. Wens: waarnemen vanaf diepte van 2 cm.
Stripping (afbrokkelen bovenste laag. Dikte wordt dunner)	In centimeters.	Onbekend	Veelal vijfjaarlijks.	Gebiedsdekkend	Het proces dat de bovenste laag van het asfalt loslaat.
Stijfheid	Zoals wordt vereist in laboratorium-metingen	Zoals wordt vereist in laboratorium-metingen	Veelal vijfjaarlijks in het kader van de LTV.	Puntmetingen. Willekeurig verspreid.	De stijfheid geeft aan in hoeverre de asfaltlaag golfklappen kan opvangen. De puntmetingen worden verspreid over de bekleding. Er is geen vaste verdeling voor het aantal puntmetingen.

4.2.3 GRONDLICHAAM

Voor de sterktebepaling van de waterkering spelen de volgende kenmerken mee:

- grondopbouw van het dijklichaam (in grote mate van detail);
- opbouw van de ondiepe en diepe ondergrond onder de kering en in de omgeving hiervan;
- opbouw van de vooroever;
- aanwezigheid van niet waterkerende objecten in, op, aan en bij de waterkering (kabels, leidingen, gebouwen, et cetera).

De opbouw van het dijklichaam zal in de loop van de tijd niet of nauwelijks veranderen, maar voornamelijk compacter worden. Activiteiten van buitenstaanders kunnen leiden tot verstoringen en veranderingen in de opbouw van de waterkering. Hierbij kunnen we denken aan (illegale) graafwerkzaamheden in het dijklichaam voor bijvoorbeeld de aanleg van kabels, leidingen of kelders.

De beheerinspanning is vooral gericht op het vastleggen en duurzaam toegankelijk houden van gegevens over dijklichaam en ondergrond, kabels, leidingen en andere keringvreemde elementen. Van oudere dijken zijn vaak geen gedetailleerde gegevens over de opbouw en samenstelling bekend.

GRONDWATER / WATERSPANNING

Het aanwezige water in een waterkerend grondlichaam heeft grote invloed op de sterkte en stabiliteit van de kering en is daarom een belangrijke parameter waarop de beheerder zijn aandacht richt. Van belang zijn:

- De ligging van het freatische vlak in het dijklichaam en veranderingen hierin;
- Waterspanning/stijghoogtes in waterkering en ondergrond en veranderingen hierin. Vooral ter plaatse van laagovergangen;
- Grondwaterstroming door de verschillende bodemlagen en veranderingen hierin;
- Bodemvocht (capillaire en funiculaire zone boven het freatische vlak) en veranderingen hierin.

In tegenstelling tot de statische grondopbouw van de waterkering, zijn vochtgehaltes en waterspanningen in de grond in en rond keringen vaak aan veranderingen onderhevig. Dit geldt in mindere mate voor regionale waterkeringen. Over het algemeen verandert het grondwaterpeil in bijvoorbeeld boezemkades niet zeer snel door de weinig veranderende randvoorwaarden. Het boezempeil fluctueert immers weinig. Wel kunnen in combinatie met extreem langdurige neerslag of verdroging kritieke situaties ontstaan als gevolg van de veranderde vochttoestand of waterspanningen.
Bij rivierdijken kan de stand van het buitenwater relatief snel (ten opzichte van het grondwater) toenemen en vrij snel weer dalen.
Zee- en meerdijken hebben vaak te maken met zeer kortstondige perioden van hoog water. Hierbij hebben factoren als gemiddelde binnen- en gemiddelde buitenwaterstand, golven en golfslag een rol in de beïnvloeding van de grondwatertoestand.
Parameters en aspecten die van belang zijn voor inspectie van grondwater zijn samengevat in tabel 4.2.6 uit [4].

TABEL 4.2.6 INSPECTIEPARAMETERS GRONDWATER UIT [4]

Inspectieparameter	Significante eenheid	Nauwkeurigheid	Inspectiefrequentie	Ruimtelijke spreiding	Toelichting
Vochtgehalte (veenkaden)	Vochtgehalte (%)	%	Variërend van dagelijks tot maandelijks	Puntmeting	Alleen als daartoe aanleiding bestaat bijvoorbeeld door extreme droogte
Grondwaterstand in dijk	m t.o.v. NAP	5 cm.	Variërend van dagelijks tot maandelijks	Puntmeting	Bij veranderende en extreem hoge rivierwaterstanden tenminste dagelijks i.v.m. mogelijke verweking
Stijghoogte 1e watervoerend pakket	m t.o.v. NAP	10 cm.	Variërend van dagelijks tot maandelijks	Puntmeting	Bij veranderende en extreem hoge rivierwaterstanden tenminste dagelijks i.v.m. mogelijk opdrijven

Een overzicht van geregistreerde gegevens in de datavelden van DIgiSpectie is weergegeven in tabel 4.2.7. Een gedetailleerd overzicht van parameters die kunnen is opgenomen in de handleiding [3].

4.3 CRITERIA VOOR BEOORDELING

De criteria voor beoordeling van waterkeringen kunnen we ontlenen aan de functionele eisen die aan keringen worden gesteld. Voor primaire waterkeringen zijn het Voorschrift Toetsen op Veiligheid [5] en de Hydraulische Randvoorwaarden 2001 [6] de instrumenten voor het uitvoeren van de toetsing. Beide zijn uitgebracht door het ministerie van Verkeer en Waterstaat en vastgesteld door de staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat. Het Voorschrift Toetsen op Veiligheid is afgestemd op de geldende TAW-ontwerpleidraden en bevat in aanvulling daarop afkeurcriteria en interventieniveaus. Slechts in uitzonderingsgevallen wordt nieuwe kennis via het Voorschrift Toetsen op Veiligheid operationeel gemaakt. Het Voorschrift Toetsen op Veiligheid en de Hydraulische Randvoorwaarden 2001 voor het toetsen van primaire waterkeringen staan naast de TAW-leidraden en -technische rapporten. Een overzicht van de samenhang is gegeven in figuur 4.3.1.

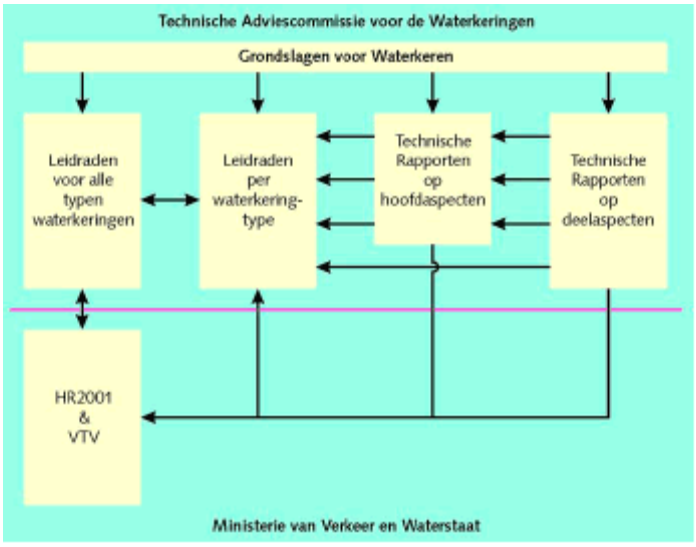
De TAW-leidraden per waterkeringtype of watersysteem vormen elk een afgerond geheel. Alle relevante aspecten van de waterkeringzorg worden per waterkeringtype of per watersysteem behandeld. De leidraden voor het ontwerpen van waterkeringen gaan in de functie ‘veiligheid’ zowel in op de keuzen en criteria als op de wijze van dimensioneren. Bij andere functies gaan de leidraden meer globaal in op relevante aspecten. Naast het ontwerp komen ook aspecten als beheer en uitvoering aan de orde.

De TAW stelt een concept leidraad vast, waarna deze formeel door de minister van Verkeer en Waterstaat wordt vastgesteld (artikel 5 van de Wet). In aanvulling op de leidraden legt de TAW kennis over een bepaald mechanisme, materiaal of constructie- onderdeel in technische rapporten vast. De TAW of een van haar werkgroepen stellen technische rapporten vast. Een overzicht van de samenhang is opgenomen in figuur 4.3.1. Een volgende onderverdeling van publicaties naar soort en thema wordt gehanteerd.

Soorten publicaties:

- Grondslagen voor waterkeren
- Voor alle typen waterkeringen
- Per waterkeringtype
- Op hoofdaspecten
- Op deelaspecten
- Onderzoeksrapporten

FIGUUR 4.3.1 **SAMENHANG VTV EN HR IN RELATIE TOT TAW-PUBLICATIES**



Overgenomen uit het Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2004 (VTV)

Thema's:

- Veiligheidsfilosofie
- Zandige kust
- Dijken
- Boezemkaden
- Kunstwerken en bijzondere constructies
- Bekleding
- Belasting
- Grondmechanische aspecten – water in de grond
- Grondmechanische aspecten – grondgedrag
- Stochastiek / probabilisme
- Overstromingsrisico's
- Omgevingsaspecten / LNC-waarden
- Overige

Opmerking: In principe is de meest recente kennis leidend, zoals vastgelegd in leidraden en technische rapporten.

Een overzicht van publicaties en de status ervan is gegeven in de tabel 4.3.2

TABEL 4.3.2 **OVERZICHT EN STATUS VAN PUBLICATIES**

Grondslagen voor waterkeren		Technische Rapporten op hoofdaspecten per thema		Technische Rapporten op deelaspecten per thema	
Grondslagen voor waterkeren	1998	Zandige kust		Kunstwerken	
		Leidraad voor de beoordeling van de veiligheid van duinen als waterkering	1984	Leidraad voor constructie en beheer van vloeistofleidingen in en nabij waterkeringen	1971
		Basisrapport zandige kust	1995	Leidraad voor constructie en beheer van gasleidingen in en nabij waterkeringen	1973
Leidraden voor alle typen waterkeringen		Dijken		Leidraad voor ontwerp, beheer en onderhoud van constructies en voorwerpen in, op en nabij waterkeringen	1976
		Basisrapport zee- en meerdijken	1999	Technisch rapport taludsteen en dijkbekleding in waterkeringen	2004
		Technisch rapport waterkerende grondconstructies	2001		
		Boezemkaden			
Leidraden per waterkeringtype		Technisch rapport voor het toetsen van boezemkaden	1993	Bekleding	
		Bekleding		Leidraad voor toepassing van asfalt in de waterbouw (nu als bijlage bij het Technisch rapport asfalt voor waterkeren)	1984
Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken		Leidraad bezwaarthedrik dijk- en oeverbekledingen. Deel I en II	1988	Leidraad cementbetonnen dijkbekledingen (CUR 119; niet meer leverbaar)	1984
– Deel 1: bovenrivierengebied	1985			Technisch rapport klei voor dijken	1996
– Deel 2: benedenrivierengebied + appendices	1989			Technisch rapport erosiebestendigheid van grasland als dijkbekleding	1998
Handreikingen commissie Boerlijn				Grasmat als dijkbekleding	1999
– Handreiking visie-ontwikkeling	1994			Technisch rapport asfalt voor waterkeren	2002
– Handreiking inventarisatie en waardering LNC-aspecten	1994			Technisch rapport steenzettingen	2003
– Handreiking beleidsanalyse	1994			Bekleding	
– Handreiking constructief ontwerpen + bijlagen	1994			Technisch rapport golfoploop en golfoverslag bij dijken	2002
– Handreiking rivierdijk ontwerpen	1994				
Leidraad zee- en meerdijken	1999			Grondmechanische aspecten - water in de grond	
Leidraad zandige kust	2002			Technisch rapport zandmeevoerende wellen	1999
Leidraad kunstwerken	2003			Technisch rapport waterspanningen bij dijken	2004
				Grondmechanische aspecten - grondopbouw	
				Leidraad bij bodemonderzoek in en nabij waterkeringen	1988
				Technisch rapport geotechnische classificatie van veen	1994
				Onderzoeksrapport voor de bepaling van de actuele sterkte van rivierdijken	1996

Uit het overzicht kunnen we opmaken dat de criteria voor beoordeling van de staat vaak pas na intensieve complexe bewerkingen tot expliciete waarden leiden waarmee we kunnen toetsen. Het toetsen van de functionele eisen conform de Voorschriften Toetsen Veiligheid is overigens op te vatten als een zeer gedetailleerde inspectie. De specifieke eisen en criteria uit de VTV lijken echter ver van het gebruik in het dagelijkse beheer te liggen. Of de beschikbaarheid, bruikbaarheid en toegankelijkheid van de resultaten uit de toetsing voor verder gebruik in het beheer en dus ook voor minder gedetailleerde inspecties worden verbeterd is onduidelijk. Aanzetten daartoe zijn nog niet waargenomen. De belangrijkste oorzaak hiervan kan juist de complexiteit zijn.

Mogelijk samenhangend met de complexiteit is het gevolg dat ontwikkelingen op het gebied van meettechnieken binnen inspecties of het beheer van waterkeringen vaak worden gestuurd door de aangeboden technieken en minder door de vraagzijde waarbij de specifieke functionele eisen zijn geformuleerd waaraan meettechnieken moeten voldoen.

Vanuit andere functies van waterkeringen, zoals natuur en recreatie of landschapbeheer, kunnen we andere criteria voor toetsing toevoegen. Transparantie in het beheer wordt bepaald door expliciete toetscriteria, die zijn gerelateerd aan alle functionele eisen en waarop de waterkeringen bij inspecties kunnen worden doorgelicht.

Binnen het project 'Prioriteren Schadebeelden' [7] wordt de mogelijkheid onderzocht om de gegevens over waterkeringen verkregen uit visuele waarnemingen en vastgelegd met DigiSpectie te combineren met overige beschikbare informatie over de waterkering. Hierbij maken we gebruik van digitale schadebeelden die zijn verzameld tijdens opnames bij reguliere inspecties onder normale omstandigheden. De overige informatie zal vooral worden verkregen uit toetsingsrapportages. In eerste instantie is de aanpak gericht op het koppelen van beeldinformatie aan mogelijke faalmechanismen en de sterkte van de kering voor die faalmechanismen. Hieruit kan de ernst worden afgeleid die prioriteit geeft aan beheeracties. De opzet is zo gekozen dat geautomatiseerde verwerking kan plaatsvinden.

4.4 BEOORDELINGSTECHNIEKEN

De eenvoudigste vorm van beoordelen is de actuele waarde van een grootheid te vergelijken met de gewenste waarde voor die grootheid. De grootheid staat in relatie tot een faalmechanisme of een andere eis of criterium. In principe kunnen we bewerkingen hiervoor volledig automatiseren.

Vaak zullen we echter de actuele waarden van inspectieparameters moeten transformeren. Veel inspectieparameters hebben geen eenduidige deterministische relatie met criteria waarop we kunnen toetsen. Hiertoe moeten we transformatieslagen maken. Dit vraagt expertise waarbij impliciete kennis wordt ingezet. De uitdaging is hier te zorgen voor standaardisatie van de transformaties, zodat processen reproduceerbaar zijn. Hierbij wordt gekwalificeerd naar bijvoorbeeld goed, redelijk, matig of slecht. Zoals eerder is opgemerkt moet de inrichting van een diagnostisch proces binnen een inspectie in verhouding staan tot het inspectiedoel.

Een werkwijze waarbij strekkingen van waterkeringen worden geselecteerd op de mate waarin onderzoek naar de staat moet worden geïntensiveerd, is uit kostenoverwegingen zeer aantrekkelijk en kan ook nog effectief zijn. Van belang is de overwegingen en werkwijzen zo vast te leggen dat we reproduceerbare uitkomsten krijgen.

Hierna introduceren we twee technieken die het gebrek aan gegevens voor modelsimulaties compenseren, waardoor wel gerekend kan worden. We kunnen onderscheid maken tussen twee soorten diagnostische technieken: technieken die uitgaan van deterministische ondergrondmodellen en technieken die uitgaan van probabilistische ondergrondmodellen.

De Rationele Risicoanalyse Dijken (RRD) is een techniek van GeoDelft: RRD is een schaalbaar model, dat uitgaat van probabilistische grondmodellen. Als maar weinig gegevens bekend zijn of als de ondergrond zeer heterogeen is, is deze techniek goed bruikbaar.

De kern van deze methode is dat een geoloog op basis van bestaand grondonderzoek en geologische informatie voor een groot aantal locaties (waarvan dwarsdoorsneden van de kering bekend zijn) vaststelt welke typen van de bodemopbouw mogelijk (probable) zijn. Ook wordt de kans van voorkomen geschat. Vervolgens berekent de computer van elke combinatie de stabiliteit en de faalkans. Op de risicovolle plaatsen die uit de resultaten komen, kunnen we in een later stadium vervolgonderzoeken plannen. In figuur 4.4.1 is de uitkomst van een dergelijke aanpak gepresenteerd in termen van faalkansen. Rood geeft aan dat de kans op falen groot is, groen klein.

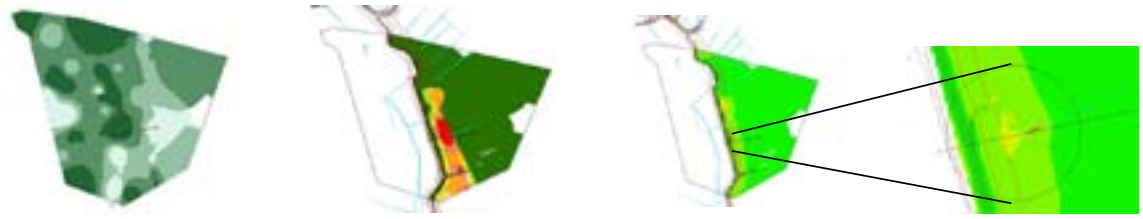
FIGUUR 4.4.1 FAALKANSEN OP BASIS VAN DE RRD-METHODE



Als er meer gegevens beschikbaar zijn, kan worden gewerkt met een deterministisch model. Een goed voorbeeld hiervan is de FAST4DMAP methode die is ontwikkeld door Fugro. Zijn lokaal veel gegevens beschikbaar, of is er aanleiding deze te gaan verzamelen, dan kan met een gedetailleerd model van de ondergrond en gedetailleerde gegevens van de bovengrond een nauwkeurig model worden gemaakt. Hierdoor kan men concretere uitspraken doen over de sterkte van de waterkering. Bijvoorbeeld: waar liggen in het tracé van de waterkeringen de zwakste plekken, wat zijn onderliggende oorzaken en in welke omstandigheden (bijvoorbeeld bij welke buitenwaterstand) of bij welke ingrepen (bijvoorbeeld graafpartijen in voorland) zijn er risico- volle- locaties. In figuur 4.4.2 zijn de resultaten van enkele analyses opgenomen. Rode gebieden zijn risicovol, groene weinig risicovol.

Beide methoden hebben gemeen dat ze het werkproces voor het bepalen van de standzekerheid van waterkeringen sterk automatiseren. Bij FAST4DMAP is de hechte integratie met laseraltimetriemetingen een pluspunt en bij de RRD-methode het feit dat er krachtige modellen aan zijn te koppelen.

FIGUUR 4.4.2 OUTPUT FAST4DMAP VOORBEELD VAN DE UITKOMST VAN DE FAST4DMAP METHODE: HET CONCREET AANWIJZEN VAN ZWAKKE PLEKKEN



grid volumieke massa | Opdrijven / opbarsten | piping | detail piping

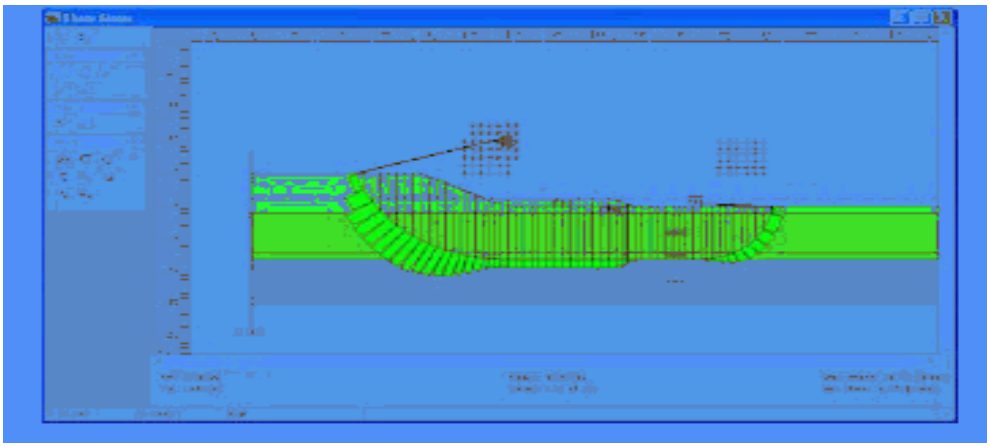
Fugro en GeoDelft werken samen om het automatiseringsdeel te versnellen én samen in te vullen, zodat er niet twee verschillende systemen komen.

Om inzicht te krijgen in het gedrag van waterkeringen wordt onder ander gebruik gemaakt van geohydrologische modellen. Hierin kunnen we de relatie tussen bodemopbouw en grondwaterstroming simuleren onder normale omstandigheden en tijdens extreme omstandigheden. Met behulp van mechanicamodellen zal de relatie tussen enerzijds bodemopbouw en waterspanningen en anderzijds vervormingen en stabiliteit van de dijk kunnen worden onderzocht in genoemde omstandigheden. De bekendste modellen zijn:

MSeep: Grondwaterstromingsmodel voor stationaire situaties. Hiermee kan de ligging van de freatische lijn in de dijk, en de waterspanningen in de grondlagen onder de dijk, worden berekend. Een vrij nieuwe toevoeging is een Piping-module, waarmee ook de kans op piping is te voorspellen (met de zogenaamde 'regel van Sellmeijer'). Verder kunnen we voorspellen of het waarschijnlijk is dat de toplaag afgedrukt zal worden door de waterspanning in de dijk.

MStab: Berekent de macrostabiliteit van dijken met het analytische momentenevenwicht. Met de combinatie van het model en metingen van vervormingen en scheuren kunnen we een diagnose stellen over het mechanisme en mogelijk effectieve maatregelen.

FIGUUR 4.4.3 **BEPALING STABILITEITFACTOR MACRO-STABILITEIT BIJ OPDRIJFSITUATIES (MSTAB, GEODELFT)**



MSettle: Berekent de verwachte zetting van grondlichamen, bijvoorbeeld de autonome maaivelddaling maar vooral de zetting en consolidatie door het aanleggen van een nieuwe dijk, aanberming et cetera. Hiermee kunnen we de diagnose stellen of bepaalde observaties voldoen aan de verwachtingen of deze overschrijden. Dit is relevant voor onderhoud en minder voor calamiteitenbestrijding.

Deze modellen in de M-Serie worden standaard gebruikt in de GWW-sector en zijn ontwikkeld door GeoDelft. Ze zijn allemaal in batch te draaien voor bijvoorbeeld complete dijkringen (waarbij het programma MGeobase het gegevensbeheer kan verzorgen). Samen met STOWA en vier waterschappen is een project gestart, gericht op een snelle inzet van het instrumentarium bij dreigende calamiteiten.

4.5 PROGNOSTISCHE TECHNIEKEN

4.5.1 GEGEVENS

De gegevens die voor prognostische technieken nodig zijn, zijn dezelfde als die zijn opgesomd in de vorige paragraaf over diagnostiek. In de prognostiek zijn mogelijke veranderingen in belastingen, omstandigheden en de staat als functie van de tijd aan de orde. In het prognostische deelproces gaat het om het genereren van relevante toegevoegde informatie over verwachte ontwikkelingen in de gediagnosticeerde staat van waterkeringen. De extra gegevens die hiervoor worden gevraagd, zijn tijdreeksen van belasting, van omstandigheden en van parameters.

4.5.2 CRITERIA VOOR BEOORDELING

In dit deelproces wordt toegevoegde informatie gegenereerd voor de gediagnosticeerde staat. De beoordeling van de geprognosticeerde staat kan op basis van dezelfde eisen als die gelden voor de diagnostiek.

4.5.3 BEOORDELINGSTECHNIEKEN

Voor de beoordeling kunnen we gebruikmaken van relaties die zijn afgeleid uit analyses van historische reeksen. Dit kunnen empirische verbanden zijn waarin bijvoorbeeld een expliciete relatie met de tijd is gelegd. Door gebruik te maken van die relaties kunnen we uitspraken doen over de mate waarin aan de functionele eisen zal kunnen worden voldaan.
Een andere mogelijkheid is gebruik te maken van simulatiemodellen, waarin de tijd als onafhankelijke variabele is gemodelleerd. De hiervoor gebruikte modellen zijn in paragraaf 4.4 beschreven.

5
INFORMATIEZORG

5.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk worden belangrijke aspecten over de organisatie van de informatiehuishouding geïntroduceerd. Inspecties zijn onderdeel van de bedrijfsvoering. Van belang is dat de specifieke informatiesystemen voor inspecties aansluiten op en zoveel mogelijk gebruikmaken van algemene informatiesystemen voor de algemene bedrijfsvoering. In paragraaf 5.2 wordt ingegaan op de algemene informatiezorg en ontwikkelingen daarbij. In paragraaf 5.3 wordt in meer detail ingegaan op de wijze waarop de architectuur van algemene informatiesystemen voor de bedrijfsvoering van waterschappen wordt opgebouwd. RWS zal voor het beheer van waterkeringen zeer waarschijnlijk kiezen voor IRIS (Integraal Resultaatgericht Informatie Systeem), het informatiesysteem dat specifiek wordt opgezet voor de kerntaken van waterschappen. Het inwinnen van data, het vastleggen van gegevens, het analyseren van informatie en het rapporteren van de inspectieresultaten zijn processen die opgenomen moeten worden in de informatiehuishouding van de waterkeringbeheerder. Paragraaf 5.4 geeft een overzicht van gegevens waarover de beheerder moet beschikken om het beheer waar inspecties deel vanuit maken naar behoren te kunnen vervullen. Dit hoofdstuk biedt een inleiding op de informatiehuishouding waar de medewerker beheer mee zal worden geconfronteerd als hij inspecties moet opzetten. Het biedt handvatten voor het organiseren van de afstemming tussen de opstellers van het inspectieplan en medewerkers die belast zijn met de informatiezorg in de organisatie.

5.2 ALGEMENE INFORMATIEZORG

5.2.1 SOORT INFORMATIE

Informatiebehoefte, informatiezorg en informatiehuishouding zijn elkaar overlappende termen die duiden op het geheel van inwinnen, beheren en gebruik van data, gegevens, informatie en afgeleide informatieproducten die op een of andere manier, in een of andere vorm of samenstelling binnen de organisatie in een bepaald proces of processen worden gebruikt.

Voor een waterschap is informatiebeheer een wettelijke taak. De waterschapswet en de provinciale verordening verplichten de waterschapsorganisatie tot bijhouden van bepaalde informatie.

Deze informatie is in te delen in vier soorten:

1. Wettelijk verplichte informatie die het waterschap moet onderhouden (keur, reglement, leggers), min of meer statisch;
2. Juridische informatie: informatie over (geplande) aanpassingen aan het systeem (bijvoorbeeld waarvoor vergunning is verleend) en periodieke of conditionele staat van de waterstaatskundige werken of systemen (waterpeilen, vorm en conditie van dijken en watergangen). Deze informatie wordt via een formeel juridische procedure getoetst en vastgelegd, dynamisch, enkelvoudig (besluiten staan op zichzelf);

3. Operationele informatie: informatie die nodig is om de operationele bedrijfsvoering mogelijk te maken waardoor het systeem als geheel functioneert (het onderhouden van pompen, bestekken voor het onderhouden van watergangen of gemalen et cetera).
4. Zoals in elk bedrijf is er behoefte aan stuurinformatie en managementinformatie om de bedrijfsvoering van de primaire processen te kunnen monitoren en bijsturen.

Ad 2. Van de juridische informatie is het belangrijk op te merken dat ook historische informatie belangrijk is. Keurvergunningen welke in het verleden zijn verleend (of geweigerd), besluiten die in het verleden zijn genomen en geheel of gedeeltelijk nog van kracht zijn. Maar ook oude situatieschetsen, gegevens over maaiveldhoogten, grondsamenstelling of oude kunstwerken kunnen van belang zijn. Zo zijn bepaalde oude waterstaatswerken van historisch belang, zoals de nieuwe Hollandse waterlinie.

Om een nieuw besluit te nemen, waar al een besluit van kracht is, zal van de oude situatie, de aangepaste werkelijke situatie (door verschillende vergunningen is het besluit operationeel werkbaar gehouden). Veel historische gegevens zijn ondergebracht in het streekarchief en kunnen daar nog worden opgezocht. De output van het primaire proces, besluitvorming op basis van informatievoorziening, is dus ook input in datzelfde proces.

Kort samengevat zijn informatie en besluiten gebaseerd op primaire informatie het belangrijkste product van waterschappen en RWS-directies. Informatieconversie en besluitvorming zijn het primaire productieproces.

5.2.2 ONTWIKKELINGEN

(Basis)informatie is de brandstof voor elk werkproces met als kenmerk dat deze brandstof in het proces wordt verrijkt: in elke volgende stap van het proces wordt informatie toegevoegd, ontstaat nieuwe informatie, er ontstaat informatiecumulatie: historische informatie en informatie uit voorgaande inspectiecycli behoren hiertoe en blijven van waarde.

De informatiezorg binnen het waterbeheer inclusief het waterkeringenbeheer is een constant aandachtspunt en wordt regelmatig onderzocht. In rapporten en onderzoeken krijgt informatiebehoefte direct of indirect aandacht in daartoe opgerichte (beheer) organisaties of samenwerkingsverbanden. We kunnen de volgende ontwikkelingen signaleren:

- Waterschapsorganisaties zijn overheidsorganisaties en hebben primair een administratieve functie. Het vastleggen van officiële informatie speelt dus een belangrijke rol. Bij waterschappen (en RWS afdelingen) komt daar nog bij dat er een uitvoeringsgerichte taakstelling bij komt: zo moet de waterkeringenbeheerder vastleggen hoe hoog waterkeringen minimaal moet zijn, de waterkering daarop toetsen en de bijbehorende informatie administratief vastleggen in leggers, beheerregisters en rapportages.
- De meeste waterschappen beschikken over intern uitgevoerde studies naar de informatiehuishouding en de organisatie van de grote hoeveelheden informatie binnen de organisatie. Door fusies is het vaak een hele klus om ‘dezelfde informatie’ van de verschillende organisaties te stroomlijnen tot een uniforme dataset. Vaak is dit alleen al uit administratief oogpunt onmogelijk. Het samenvoegen van twee leggers kan eigenlijk alleen maar door een nieuwe legger te maken.

5.2.3 INFORMATIE EN BEHEER

Een aantal aspecten van informatie en informatiegebruik zijn belangrijk om op te merken, vooral in relatie tot de meerwaarde van informatie ingewonnen met waarnemingstechnieken als bijvoorbeeld remote sensing:

1. Administratieve (niet meetbare) informatie. Een overheidsorganisatie heeft een administratieve functie, dat betekent dat bepaalde gegevens moeten worden vastgelegd omdat dat zo wettelijk is geregeld, bijvoorbeeld in legger en beheerregister. Een deel van die gegevens zijn niet waar te nemen, bijvoorbeeld de toetshoogte van waterkeringen of administratieve grenzen, zoals keurzones. Hoogtedata worden pas informatie nadat ze zijn gerelateerd aan locaties (ligging waterkering) en administratieve data uit de legger (keur of legger hoogte). De werkelijke hoogte uit de meting in relatie tot de minimale gewenste hoogte uit de keur of legger geeft aan of een kering op hoogte is.

2. Een deel van de meetbare informatie moet worden beperkt om de gegevensset beheersbaar te houden, bijvoorbeeld in het beheerregister. Een gebiedsdekkende luchtfoto is te zien als een visueel beheerregister van alle zichtbare objecten op een bepaald moment, ook van de objecten die niet in de database zijn ingevoerd.

   Informatie die in een systeem zit en/of overdraagbaar is wordt expliciete informatie genoemd. Hiermee is er een directe relatie met dat deel van de informatiebehoefte dat tastbaar kan worden gemaakt. Veel informatie en kennis zijn echter impliciet: het zit in de mensen of zelfs in systemen. Informatie kunnen we op verschillende manieren interpreteren, er op een verschillende manier betekenis aan geven. Gebiedskennis, ervaring en expertise, impliciete kennis dus, kunnen allemaal bijdragen aan een andere vertaling van data, gegevens en informatie: niet alle gegevens kunnen in een systeem.

   Betekenisgeving achteraf is een belangrijk voordeel van integrale meettechnieken als remotesensing waarbij de dataset beschikbaar blijft. De interpretatie van deze informatie kan bijvoorbeeld op basis van visuele waarnemingen van een bepaalde gebeurtenis in het veld totaal anders worden en zo bijdragen aan een belangrijk deelproces: de diagnose.

   Welke informatie beschikbaar moet zijn, kan bijna als een vaste behoefte worden gezien. Deze is min of meer statisch: de informatiebehoefte verandert in wezen niet (of veel minder) in relatie tot de ontwikkelingen op het gebied van HOE die informatie in te winnen, HOE de informatie te verwerken en HOE de informatie te presenteren. Het HOE is echter zowel technisch als organisatorisch sterk in beweging.

   Toepassingen van technieken voor waarnemen, diagnosticeren en prognosticeren bieden mogelijkheden met nog meer detail, sneller, betrouwbaarder en kosteneffectiever in de informatiebehoefte te kunnen voorzien. Hierbij speelt ook de ontwikkeling dat specifieke informatie uit algemene informatie kan worden afgeleid. Een dergelijke een ontwikkeling doet zich voor bij het Actueel Hoogtebestand Nederland. Uit gebiedsdekkende data voor hoogteliggingen kunnen de specifieke hoogten van waterkeringen worden afgeleid. Het is dus aanbevelingswaardig om vooraf goed na te denken over de vraag of de specifieke informatiebehoefte voor inspecties van waterkeringen mogelijk afgedekt kan worden met algemeen beschikbare informatie. Bovendien is het belangrijk daarbij de landelijke ontwikkelingen en mogelijke ontwikkelingen binnen de Europese Unie te betrekken.

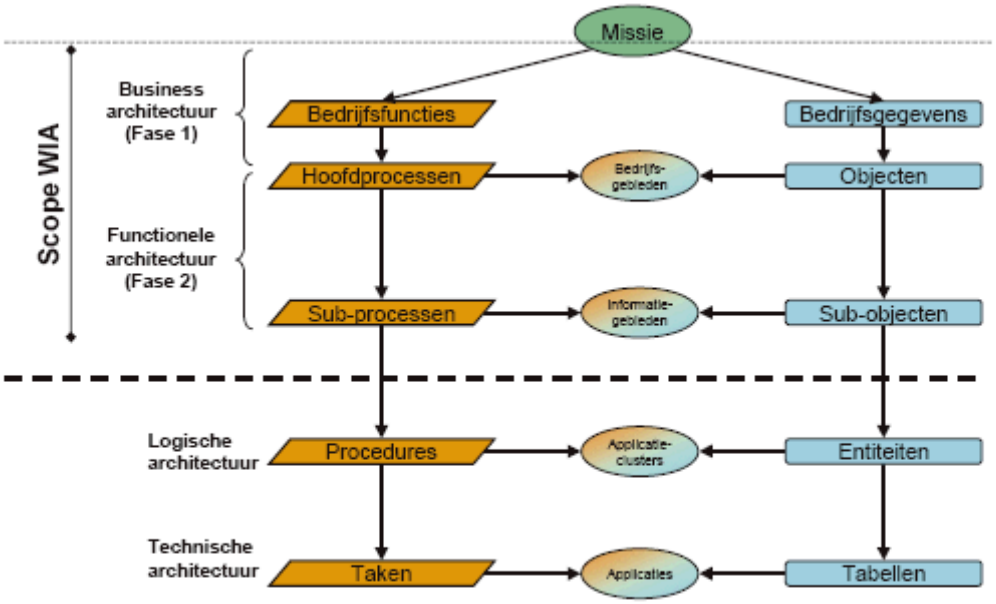
In de volgende paragraaf wordt ingegaan op belangrijke kenmerken van de architectuur van informatiesystemen die gebruikt worden bij de bedrijfsvoering van waterschappen.

5.3 INFORMATIEARCHITECTUUR IRIS

De gelijksoortigheid van informatie in de bedrijfsvoering is voor waterschappen aanleiding geweest de informatiehuishouding op uniforme wijze vorm te geven. Hiertoe is de WaterschapsInformatieArchitectuur (WIA) opgezet die door Het Waterschapshuis wordt beheerd en ontwikkeld namens het collectief van aangesloten waterschappen. Veel informatie is geografisch georiënteerd, een belangrijke reden om een basisinformatiesysteem op te zetten dat gekoppeld is aan een geografisch informatiesysteem. IRIS (Integraal Resultaatgericht Informatie Systeem) is dit informatiesysteem dat vooral is gericht op de verwerking van geografische informatie. Productie van kaartmateriaal kan plaatsvinden vanuit verschillende bronnen. Om als waterschappen onderling en met andere overheden tot uitwisseling te komen, is het gebruik van één systeem ook van groot belang. Omdat geografische informatie voor vrijwel alle bedrijfsprocessen relevant is, is IRIS een belangrijk systeem binnen Het Waterschapshuis. Ook de regie van het beheer en onderhoud berust bij Het Waterschapshuis.

In essentie gaat het opstellen van een informatiearchitectuur om het in kaart brengen van de relatie tussen (huidige of gewenste) bedrijfsprocessen en de informatiecomponenten (gegevens) die belangrijk zijn om die processen goed te laten verlopen. Navolgende figuur 5.3.1 verbeeldt de methodiek uitgaande van IRIS voor WIA.

FIGUUR 5.3.1 BASIS METHODIEK WIA VOOR IRIS UIT [8]



De architectuurmethodiek onderscheidt twee aspecten, die beide zijn uitgewerkt:

Processen, de bedrijfsfuncties die binnen het waterschap uitgevoerd worden om de missie te volgen;

Informatie, de kennis die nodig is voor de uitvoering van de processen en de kennis die voortgebracht wordt door de uitvoering van de processen.

WIA IRIS komt voort uit de behoefte processen te standaardiseren volgens een uniforme structuur (van één architect). Daarnaast is er behoefte de ontwikkeling van software die wordt ingezet voor ondersteuning van de werkprocessen gezamenlijk in projecten aan te besteden en voor gezamenlijk gebruik te gaan beheren.

Standaardisatie van informatieonderdelen (entiteiten) en het logische verband tussen gestandaardiseerde entiteiten (logisch model) wordt afgedekt door de IDsW: de Informatie Desk Standaarden Water.

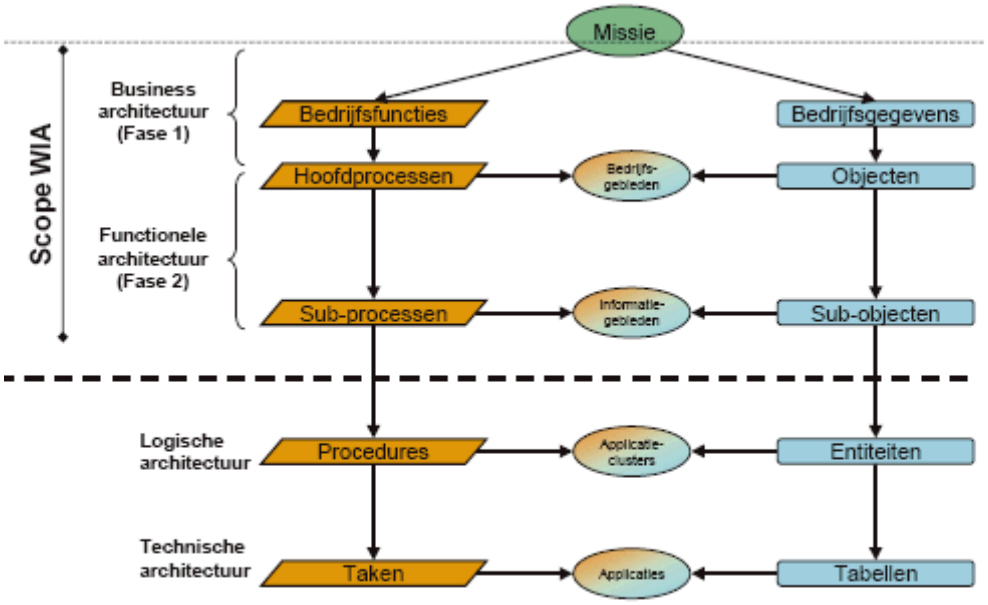
Uitgaande van de missie van de waterschappen worden beide sporen 'van grof naar fijn' uitgewerkt. De methodiek voorziet in een uitwerking van een viertal niveaus, waarbij op elk niveau de relatie tussen de processenkant en de gegevenskant expliciet wordt gemaakt. De scope van WIA bestrijkt de eerste twee niveaus (de Business Architectuur en de Functionele Architectuur). IDsW zit op de laagste twee niveaus.

IRIS heeft onder andere de volgende componenten:
- Database
- Formulieren voor ontsluiting van administratieve gegevens
- Module voor opslaan en ontsluiten van geometrie in de database
- Module voor visualisatie, gegevensbeheer, analyse et etera van de geometrische gegevens
- Module voor webontsluiting
- Module voor digitale veldtoepassingen
- Module voor rapporteren van gegevens
- Module voor genereren van brieven op basis van gegevens in de database
- Functionaliteit voor specifieke exports, onder andere naar CAD, toetsingspakketten voor keringen, rekenmodellen
- Module primaire keringen: voor primaire keringen, legger en beheerregister
- Module boezemwaterkeringen: voor boezemwaterkeringen, legger, beheerregister, inspectie en onderhoud

Het beheermodel van WIA is weergegeven in figuur 5.3.2. In de feitelijke beheerorganisatie zijn drie lagen te onderscheiden, te weten:
- de strategische laag (vertegenwoordigers van waterschappen): de 'eigenaar' van WIA die het beheer en de ontwikkeling van WIA op hoofdlijnen stuurt op basis van een strategische visie;
- de tactische laag (bestaande uit proceseigenaren en informatiemanagers van waterschappen) die de strategische visie concretiseert en op basis daarvan het dagelijks beheer stuurt;
- de operationele laag die de dagelijkse beheeractiviteiten uitvoert. Dit kan worden ingevuld door vertegenwoordigers van de waterschappen, maar ook door een ter zake kundige marktpartij.

De beheerorganisatie heeft directe relaties met de beheerders van de Lokale Informatie Architecturen van de waterschappen, en met een achterban van proceseigenaren en informatieanalisten van de waterschappen.

FIGUUR 5.3.2 **BEHEERMODEL WIA**



5.4 BASISGEGEVENS VOOR INSPECTIE VAN WATERKERINGEN

Het verzamelen van gegevens over de waterkeringen en de verwerking van deze gegevens zijn normale werkprocessen van de waterkeringbeheerder. De gegevens die tijdens een inspectie worden verzameld zijn afhankelijk van het doel van de inspectie. Het verzamelen van gegevens loopt uiteen van visuele waarnemingen tot metingen met technische apparatuur. De waarnemingen tijdens een inspectie worden vastgelegd op een informatiedrager. Daarbij kan het gaan om het noteren van waarnemingen en meetwaarden op papieren formulieren, of om het verwerken van deze gegevens in een geautomatiseerd systeem (bijvoorbeeld invoeren in een palmtop of gegevens uitlezen in een computer).

De volgende gegevenssoorten zijn voor waterkeringen en inspecties onder andere belangrijk: (zie tabel 5.4.1).

TABEL 5.4.1 **GEGEVENSSOORTEN VOOR WATERKERINGEN EN INSPECTIES**

Document / Systeem	Informatie
Legger	Geeft aan waarin een waterkering wat betreft vorm, afmeting en constructie moet voldoen. Bevat tevens de lengteprofielen en dwarsprofielen, afmetingen en omschrijvingen van de dijkvakken en kunstwerken, en onderhoudsplichtigen.
Technisch Beheerregister	Bevat de actuele toestand van de waterkering (veelal zoals waargenomen tijdens de toetsing op veiligheid). Veranderingen worden in het beheerregister opgenomen. Het register bevat actuele gegevens over onder meer lengte- en dwarsprofielen, afmetingen, vorm, constructie, vreemde elementen, grondgebruik, onderhoudssituatie.
Overzichtskaart	Ligging van de waterkeringen
GIS	Geografische informatie over de waterkeringen. Bijvoorbeeld: ligging, eigendomssituatie, medegebruik.
Rapportage Veiligheidstoetsing	Toestand van de waterkering en beoordeling
Inspectierapport	Inspectieresultaten en adviezen
Beheerplan Nat	Areaalbeschrijving, functie-eisen
Beheerplan Waterkeringen	Areaalbeschrijving, functie-eisen, beleidsregels
Instandhoudingplannen / B&O plannen	Onderhoud- en inspectieplanning
Kadaster	Ligging waterkeringen en beperkingen
Bestemmingsplan	Ligging waterkeringen en beperkingen
DISK (RWS)	Data Informatie Systeem Kunstwerken. Bevat algemene gegevens over kunstwerken, en gegevens over inspectie: wat inspecteren en inspectieresultaten
TISBO (RWS)	Technisch Informatie Systeem Beheer en Onderhoud. Systeem om instandhoudingplannen in op te nemen.
RMD	Registratie van meldingen van derden

Specifieke gegevens bij inspecties hebben betrekking op waarnemingen die afgeleid zijn van de informatiebehoefte. Deze informatiebehoefte is onder te verdelen in informatie naar object, aspect, omstandigheid en administratieve kenmerken.

De tabel 5.4.2 hieronder geeft een samenvattend overzicht van de verschillende informatie-aspecten.

TABEL 5.4.2 **VERSCHILLENDE INFORMATIEASPECTEN BIJ OBJECTEN**

Object	Aspect	Omstandigheid	Administratief
Duinen	OP (oppervlakte, buitenkant)	*Statisch = gepland*	Theoretisch (legger/ beheerregister)
Zeeweringen		Normaal	
Rivier/meerdijken	IN (constructie, kabels en leidingen)	Speciaal (droogte)	Werkelijk (waarneming/ meting)
Boezemkeringen		(groot) Onderhoud	Waarneembaar
Kaden en oevers	ONDER (ondergrond, bodem)	*Dynamisch*	Niet waarneembaar
Kunstwerken		(dreigende) calamiteit (hoogwater)	

Elk type object, elk aspect van dat object en onder invloed van de verschillende statische of dynamische omstandigheden stelt specifieke eisen aan de waarneming.

Genoemde gegevens moeten opgenomen en vastgelegd worden in informatiesystemen.

Om locale informatiesystemen aan te kunnen sluiten op WIA moeten de basisgegevens op uniforme wijze zijn georganiseerd. Systemen moeten daarom IDsW-proof zijn.

Standaarden IsDW

Standaardisatie van informatieonderdelen (entiteiten) en het logische verband tussen gestandaardiseerde entiteiten (logisch model) wordt afgedekt door de IDsW. Op het niveau van het definiëren van gegevens, de relaties tussen gegevens en eisen aan het inwinnen van gegevens, hebben we te maken met IDsW.

IDsW onderscheidt de volgende soorten standaarden:
- Technische standaarden: deze standaarden worden vaak (inter)nationaal vastgesteld.
- IDsW is in de regel niet betrokken bij de ontwikkeling van dit soort standaarden maar publiceert ze wel.
- Semantische standaarden: standaarden die een beschrijving geven van de informatie en de onderlinge relaties tussen informatie elementen (modellen). Voorbeelden van semantische modellen zijn het Logisch Model Aquo, het InformatieModel Water en het Uitwissel Model Aquo.

Om semantische modellen goed te laten werken zijn zogenaamde domeintabellen en begripsdefinities noodzakelijk; ook deze vormen een onderdeel van de Aquo standaard.

Richtlijnen en methodieken: in deze documenten wordt beschreven hoe een bepaald (onderdeel van het) werkproces het beste ingericht kan worden. Veel methodieken worden (inter)nationaal vastgesteld, maar vaak worden ze ook door een bepaalde sector ontwikkeld. Een voorbeeld van een methodiek is de leidraad Monitoring. Deze leidraad is gericht op het verzamelen van aan water gerelateerde gegevens.
Voor meer informatie over standaarden, zie www.idsw.nl

Er is een overzicht gegeven van relevante gegevens die een relatie hebben met inspecties. De behoefte aan beschikbaarheid en toegankelijkheid van gegevens voor inspecties moet worden afgedekt en dus worden georganiseerd. In de volgende subparagraaf gaan we hier nader op in.

5.5 INFORMATIEZORG

We moeten onderkennen dat de informatiezorg is afgeleid van de informatiebehoefte. De informatiebehoefte van waterkeringbeheer is grotendeels generiek. Inspecties genereren nieuwe basisgegevens en leveren nieuwe informatie op. Vastlegging, beschikbaarheid, toegankelijkheid van deze informatie moet goed zijn georganiseerd. Dit is een belangrijk aandachtspunt voor in het inspectieplan. Tegelijkertijd is het van collectief belang krachten te bundelen en standaarden te leveren voor de informatiezorg. In het inspectieplan kan worden aangegeven hoe de eigen organisatie anticipeert op de ontwikkeling van standaarden en of het daartoe een actieve bijdrage levert. Uitgangspunt is ten slotte dat resultaten van inspecties op zijn minst reproduceerbaar zouden moeten zijn. Daartoe is standaardisatie noodzakelijk. Deze is

alleen goed mogelijk binnen samenwerkingsverbanden van waterkeringbeheerders. De informatie uit inspecties krijgt pas intrinsieke waarde als het proces van waarnemen, diagnosticeren, prognosticeren en operationaliseren in grote mate is gestandaardiseerd. Dit houdt in dat de informatie die in het proces wordt gegenereerd overdraagbaar, uitwisselbaar, vergelijkbaar, verifieerbaar en toekomstvast wordt.
Aanbevolen wordt de informatiezorg rond inspecties van waterkeringen collectief te regelen en vooral bij te dragen aan initiatieven binnen samenwerkingsverbanden.

6

INSPECTIE ALS BEHEERPROCES

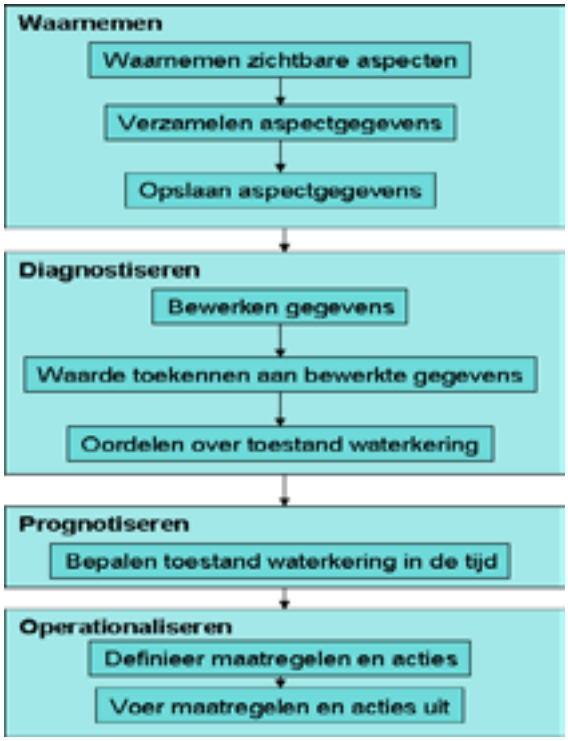
6.1 INLEIDING

In hoofdstuk 2 zijn de kenmerken van het inspectieproces beschreven. In dit hoofdstuk wordt in administratieve zin uitwerking gegeven aan het inspectieproces en wordt de basis gelegd voor een systematische beschrijving van de elementen in een administratieve context. Hiermee kunnen verbindingen worden gemaakt naar andere administratieve processen die deel uitmaken van de informatiehuishouding van de organisatie.

6.2 STANDAARD PROCESBESCHRIJVING INSPECTIE

Iedere inspectie, groot, klein, planmatig of incidenteel kan worden herleid tot de volgende vier deelprocessen bestaan: waarnemen, diagnosticeren, prognosticeren en operationaliseren. In figuur 6.2.1 is het inspectieproces geschematiseerd weergegeven.

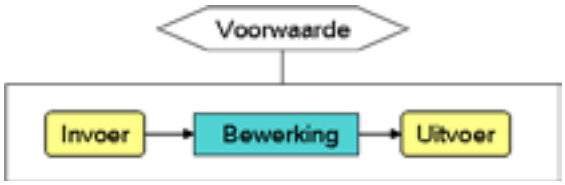
FIGUUR 6.2.1 **INSPECTIEPROCES IN DEELPROCESSEN EN SUBPROCESSEN [9]**



Het begrip zichtbare aspecten in het deelproces waarnemen heeft niet alleen betrekking op aspecten die met het oog zijn waar te nemen. Aspecten kunnen ook met behulp van meettechnieken zichtbaar worden gemaakt. Bijvoorbeeld de temperatuur van een waterstroom als kwel kan niet direct met het oog worden waargenomen, maar is via meting wel zichtbaar te maken.

Werkprocessen ontstaan niet spontaan, maar worden ontleend aan bedrijfdoelen en moeten worden georganiseerd en dus ook gestart. Het initiatief daartoe zal bij voorkeur dus planmatig zijn ingebed. Elk proces, kan hoe klein ook, wordt weergegeven volgens het schema in figuur 6.2.2. Een proces is een behandelingswijze, een omzetting of transformatie. De input rechts in het schema wordt bewerkt en omgezet in output. Aan input, bewerking en output kunnen vooraf voorwaarden worden gesteld. Deze voorwaarden kunnen betrekking hebben op de inrichting van het proces (gereedschap waarmee handeling kan worden uitgevoerd) en de uitvoering (wie uitvoeringsbevoegd is, hoe resultaten worden vastgelegd en waar deze resultaten aan moeten voldoen). Het proces start met de invoer, die aan voorwaarden is gebonden. Via een bewerking die ook aan vooraf gestelde voorwaarden moet voldoen, wordt uitvoer gegenereerd. De uitvoer wordt volgens vooraf opgestelde voorwaarden opgeleverd. Activiteiten en processen zijn gepland en gestructureerd.

FIGUUR 6.2.2 **BEGINSEL VAN VOORWAARDELIJKHEID VOOR ELK BASISPROCES**



Een stroomschema van het voorwaardelijke inspectieproces is weergegeven in figuur 6.2.3. Het startpunt van een reguliere inspectie zal zijn opgenomen in een inspectieplan. Het verloop van invoer en uitvoer is via de lijnen naar de gele blokken weergegeven. In de middenkolom vinden de acties en transformaties plaats. De voorwaarden daarbij zijn rechts in het overzicht aangegeven.

FIGUUR 6.2.3 **STROOMSCHEMA GENERIEK INSPECTIEPROCES [10]**



De deelprocessen zijn uitgewerkt in tabelvorm, zie tabel 6.2.4 tot en met 6.2.7 uit [10]

TABEL6.2.4 **WAARNEMEN**

Processtap	Beschrijving	Checklist
Invoer	Inspectieplanning uit het inspectieplan.	o Aanwezigheid vastgesteld inspectieplan o Instructies voor het waarnemen (wat, waar, wanneer en hoe) o Veiligheidsvoorschriften
Bewerking	Conform de actieplanning uit het inspectieplan zichtbare aspecten van de waterkering objectief en concreet waarnemen, aspectgegevens verzamelen en vastleggen. Daarnaast is er bij de waarneming oog voor bijzondere details die mogelijk relevant kunnen zijn voor de status van de waterkering. Het waarnemen, verzamelen en het vastleggen van de aspectgegevens verloopt zoveel mogelijk volgens een vast stramien (alle aspecten worden afgevinkt). Vooraf is helder aangegeven wat normale en wat afwijkende situaties kunnen zijn.	o Vastgestelde werkwijze van uitvoering waarnemingen. o Eenduidige, gestructureerde en liefst geautomatiseerde werkwijze voor opnemen en vastleggen van de waarnemingen
Uitvoer	Informatie over de feitelijke (onderhoud- en beheer) toestand (afwijkingen en normaal) van de waterkering is gestructureerd en uniform vastgelegd in een informatiesysteem en voor zover relevant (=structureel/langdurig afwijkende situatie) opgenomen in het beheerregister.	o Vastgestelde procedure voor bewerkingen van data tot standaardgegevens o Vastgestelde overdrachtsprocedure van gegevens
Voorwaarde:	Het uitvoerende personeel is goed opgeleid (kennis van waterbouw, waterkeringen en faalmechanismen), heeft kennis van het gebied en de ondergrond, ze beschikt over alle (hulp)middelen om tot een objectieve waarneming en vastlegging te komen en ze heeft kennis van het vervolg van haar taken. Ervaringen worden uitgewisseld en vastgelegd (betreft zowel inhoud als proces). Er is bekendheid met de mogelijkheden om externe specialisten in te zetten. Er is ruimte om twijfel en/of opmerkingen vast te leggen.	o Opleiding personeel is goed. o Personeel beschikt over voldoende hulpmiddelen. o Personeel heeft kennis van het inspectieproces o Ervaringen worden uitgewisseld. o Er is bekendheid om andere (dan visuele) technieken in te zetten. o Ruimte voor opmerkingen/twijfel

TABEL 6.2.5 DIAGNOSTICEREN

Processtap	Beschrijving	Checklist
Invoer	Informatie over de feitelijke beheer- en onderhoudstoestand (afwijkingen en normaal) van de waterkering wordt gestructureerd aangeleverd en is afkomstig uit een daartoe geëigend informatiesysteem.	o Gestructureerde aanlevering van gegevens o Werkinstructies voor het diagnosticeren o Beheerregister is: o Actueel o Toegankelijk o Afgestemd op behoefte
Bewerking	Objectief analyseren van de informatie, met als doel een waardeoordeel te krijgen over de toestand van de waterkering. De verkregen informatie wordt, eventueel na een bewerkingsslag, vergeleken met vastgestelde technische normen. Deze technische normen zijn een vertaling van de veiligheidseisen en overige functionele eisen, potentiële gevolgschade en het onderdeel van de waterkering. Bij twijfel over de uitkomst van een diagnose, kunnen specialisten worden ingeschakeld. Een en ander kan ook leiden tot inzet van speciale technieken waarmee aanvullende informatie over de staat van de waterkering kan worden ingewonnen, waardoor een betrouwbaardere diagnose kan worden gesteld.	o Vastgestelde werkwijze en methodiek voor het bepalen van de staat van de kering. o Vastgestelde eenduidige normering/waardering o Vastlegging verwerking
Uitvoer	Toestand van de waterkering, in vooraf bepaalde classificatie. Overzicht van uit te voeren klein onderhoud. Resultaten worden vastgelegd in het geschikte informatiesysteem. Algemene terugkoppeling naar waarnemer.	o Vastgestelde classificatie en definitie van opvolging. o Gestructureerde vastlegging in informatiesysteem
Voorwaarde:	Personeel beschikt over goede areaalinformatie (gegevens over gebruik, ondergrond en opbouw van de waterkering), een volledig beheerregister (onder andere overzicht van uitgevoerde en uit te voeren onderhoudsmaatregelen) en heeft goede kennis van de processen die relevant zijn voor de beoordeling van de waterkeringen. Er is bekendheid met de mogelijkheden om externe specialisten in te zetten.	o Personeel kan beschikken/beschikt over goede areaalinformatie. o Idem volledig beheerregister. o Idem goede waterbouwkennis.

TABEL 6.2.6 **PROGNOSTICEREN**

Processtap	Beschrijving	Checklist
Invoer	Waardering van de vastgelegde toestand van de waterkering, in vooraf bepaalde classificatie.	o Resultaten diagnose gestructureerd vastgelegd, toegankelijk, en reproduceerbaar. o Werkinstructies o Personeel dient te kunnen beschikken over historische gegevens.
Bewerking	Prognose is wenselijk en nodig om een uitspraak te krijgen over hoe een afwijkende staat van de kering zich in de tijd kan ontwikkelen. Op basis van kennis over geschiedenis of historische ontwikkeling van aan de orde zijnde fenomenen, kennis van faal- en verouderingsprocessen uitspraak doen over de verwachte ontwikkeling. Antwoord is nodig op de volgende 3 vragen: • Functioneel: wanneer komt de veiligheid in het geding? • Technisch: wanneer moet vanuit bedrijfseconomisch oogpunt onderhoud worden gepleegd? • Overig: wanneer moet vanuit overige belangen (esthetiek, veiligheid gebruikers, recreatie, et cetera) onderhoud worden gepleegd?	o Vastgestelde werkwijze en methodiek voor het prognosticeren. o Beschikken over actuele onderhoudsplanning.
Uitvoer	Toestand van de waterkering in de tijd. Mogelijke maatregelen en aandachtspunten voor volgende inspecties: • Er moeten ter stond maatregelen worden getroffen om verdere ongewenste ontwikkelingen te voorkomen; • Geen maatregelen vereist, ontwikkeling via reguliere inspecties volgen; • Binnen 5 jaar maatregelen uitvoeren in het kader van groot onderhoud -> opnemen in meerjarenplanning groot onderhoud. • Over meer dan 1 jaar maatregelen uitvoeren in het kader van klein onderhoud -> opnemen als aandachtspunt voor volgende inspectie.	o Vastlegging van prognose in beheersregister. o Terugkoppeling naar inspectieplanning
Voorwaarde:	Personeel beschikt over goede areaalinformatie (gegevens over gebruik, ondergrond en opbouw van de waterkering), een volledig beheerregister (onder andere overzicht van uitgevoerde en uit te voeren onderhoudsmaatregelen) en over goede kennis van de relevante processen en mechanismen. Ze beschikt over historische data en is bekend met het bedrijfseconomisch optimaliseren van onderhoud. Ze is ook bekend met de mogelijkheden om voor aanvullend onderzoek externe specialisten in te zetten.	o Personeel beschikt over goede areaalinformatie. o Idem volledig beheerregister. o Idem goede waterbouwkennis.

TABEL 6.2.7 **OPERATIONALISEREN**

Processtap	Beschrijving	Checklist
Invoer	Gesignaleerde behoefte in de tijd aan maatregelen: klein/groot onderhoud, verbeter- en/of beheermaatregelen.	o De resultaten van de analyses uit de vorige stappen. o Werkinstructies waaronder wijze van prioriteren acties
Bewerking	Vanuit de vorige deelprocessen is (mogelijk) geconstateerd dat de kering niet voldoet aan de functionele en/of technische eisen. Om de kering te laten voldoen dienen er vervolgacties gedefinieerd. In dit deelproces vindt de indeling naar klein onderhoud, groot onderhoud verbetermaatregelen of beheermaatregelen plaats. De definitieve bepaling van de maatregelen (vorm, wijze van uitvoering, planning, kosten, et cetera) vindt plaats in het proces onderhoud. De bewerking bestaat uit het benoemen en indelen van de vervolgacties en dit kenbaar maken aan de uitvoerders van de processen Onderhoud, Handhaving of overige.	o Vastgestelde werkwijze o Overzichten van maatregelen en acties o Overdracht van informatie over maatregelen en acties o Vastlegging resultaten overdracht o Bewaking afspraken acties en maatregelen o Aafsluiten van cyclus
Uitvoer	Behoefte aan maatregelen gekoppeld aan de processen Onderhoud, Handhaving en Beheer.	o Standaardrapportages o Informatie voor bedrijfsvoering
Voorwaarde:	Kennis van en specificaties uit overige werkprocessen .	o Koppeling naar andere bedrijfsprocessen o Terugkoppeling vanuit overige processen

De volgende punten gelden voor het gehele inspectieproces:

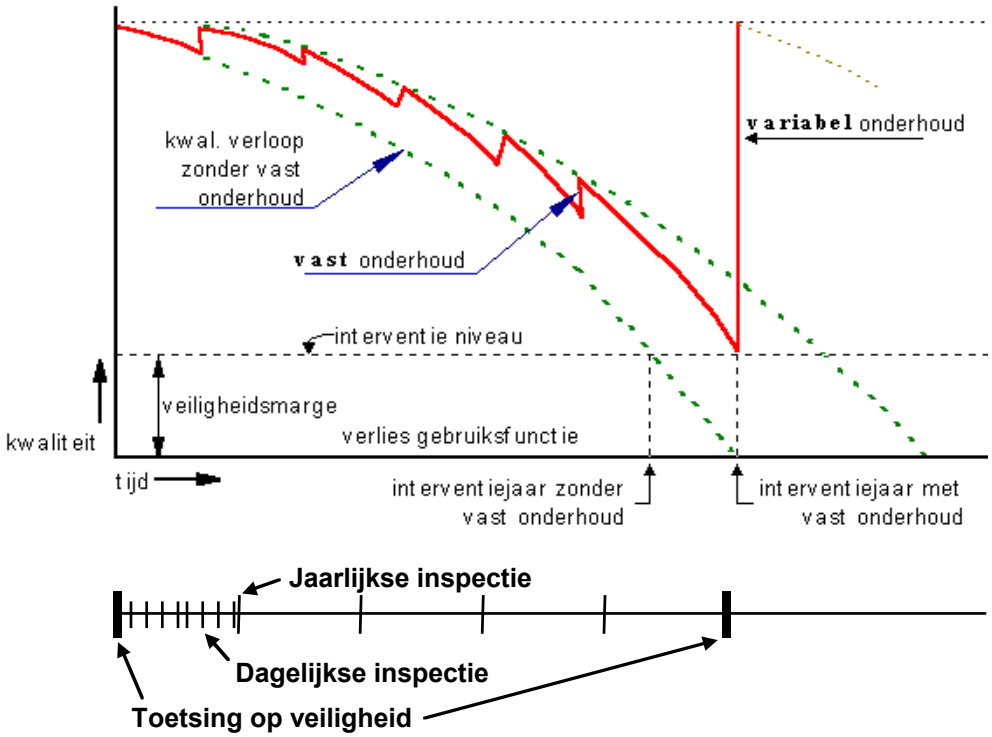
TABEL 6.2.8 **ALGEMENE AANDACHTSPUNTEN**

Checklist
o Coördinatie inspecties is geregeld
o Beheer instrumenten is geregeld
o Verantwoordelijkheden zijn vastgelegd
o Communicatielijnen zijn bekend, overleggen voor afstemming en coördinatie zijn gepland
o Personeel kent eigen positie in het inspectieproces en heeft kennis van de inspectiedoelen
o Budgetten voor inrichting en uitvoering zijn toegewezen

Inspecties hebben een generieke procesopbouw waarvan in figuur 6.2.3 een overzicht is gegeven. De tabellen geven een overzicht van onderdelen. De gepresenteerde tabellen zijn indicatief en geven handvatten voor nadere beschrijving van inspecties. Elke inspectie hoort bij te dragen aan het ultieme doel: het minimaal waarborgen van het vastgestelde veiligheidsniveau.

In figuur 6.2.9 zijn verschillende soorten inspecties op kwalitatieve wijze in een ideale levenscyclus van een waterkering geplaatst. Het prestatievermogen van de kering is op relatieve wijze als kwaliteit uitgezet als functie van de tijd. Op tijdstip T=0 is de kwaliteit op aanlegniveau. De rode lijn geeft het verloop van de kwaliteit in de tijd aan. Het prestatievermogen van de kering neemt in de tijd af. Door kleine onderhoudsactiviteiten die zijn geïnitieerd vanuit dagelijkse inspecties wordt de kwaliteit van de kering regelmatig weer op een wat hoger niveau gebracht. Jaarlijkse, intensieve, visuele inspecties leiden via onderhoudswerken tot een grotere opwaardering van de kwaliteit. De verplichte toetsing om de vijf jaar leidt tot verbeteringswerken waarbij het prestatievermogen fors toeneemt. In de meeste gevallen zal de kwaliteit van de waterkering overigens niet in vijf jaar teruglopen tot het interventieniveau. In de figuur is het interventieniveau overigens gelijk aan het normniveau.

FIGUUR 6.2.9 RELATIE INSPECTIE EN ONDERHOUD IN EEN 'IDEALE' LEVENSCYCLUS VAN EEN OBJECT



Figuur 6.2.9 illustreert dat inspecties zijn gericht op het waarborgen van het normniveau van de waterkeringen. Het normniveau is stabiel verondersteld. In principe kan de norm periodiek, bijvoorbeeld eens in de 25 jaar, geactualiseerd worden.

De volgende soorten inspecties kunnen zoal worden onderscheiden:
- Dagelijkse inspecties
- Inspecties naar aanleiding van meldingen
- Periodieke inspecties zoals voorjaar- en/of najaarinspectie
- Inspectie onder bijzondere omstandigheden (hoogwater, extreme neerslag, droogte)
- Inspecties in calamiteuze situaties

Inspecties zijn te verdelen naar het moment waarop ze worden uitgevoerd. Het moment kan gepland zijn en periodiek worden herhaald. Dat zijn de reguliere inspecties. Inspecties kunnen zijn opgehangen aan bijzondere gebeurtenissen. Tot slot kunnen inspecties verschillen in diepgang. De diepgang kan vooraf zijn bepaald en gerelateerd zijn of worden aan de status van keringen. Regionale waterkeringen hebben regionale functies met een beschermd belang van een andere orde dan primaire waterkeringen. Tevens kan bij twijfels of onzekerheid over de actuele staat van een kering de diepgang van een vervolginspectie worden vergroot. De handreiking is opgezet voor reguliere inspecties, voor beheer in normale omstandigheden.
In het inspectieplan worden de inspecties uitgewerkt. Het inspectieplan vormt hiermee een belangrijke schakel in het beheer. Het inspectieplan geeft inzicht in de organisatie en uitvoering van inspecties en geeft een overzicht van alle activiteiten die hiervoor zijn gepland. In het operationele deel van de deze handreiking is het stappenplan voor het opstellen van het inspectieplan opgenomen.

REFERENTIES

[1] Inspectie van waterkeringen, een overzicht van meettechnieken
STOWA rapport 2006 10 / DWW rapport 2006 60
Juli 2006

[2] Grip op kwaliteit visuele waarnemingen, verbetering inspectie waterkeringen
STOWA VIW 2007 01 / RWS Wd 2007 008
Oktober 2007

[3] Digispectie Handleiding, installatie en gebruik Digispectie
STOWA 2007 08 / DWW 2007 018
Juni 2007

[4] Informatiebehoefteninventarisatie waterkeringbeheer/ dijkdeformatie
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Meetkundige Dienst
Januari 2003

[5] De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland
Voorschrift Toetsen op Veiligheid voor de tweede toetsronde 2001 – 2006 (VTV)
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Januari 2004

[6] Hydraulisch Randvoorwaardenboek 2001 voor het toetsen van primaire waterkeringen
Directoraat-generaal Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ
Dienst weg- en waterbouwkunde
Januari 2002

[7] Verbetering Inspectie Waterkeringen, Prioriteren schadebeelden
Concept
2008

[8] Waterschap Informatie Architectuur, een brug naar de toekomst, eindrapportage Deel 1
Unie van Waterschappen en STOWA
Maart 2006

[9] Verbetering Inspectie Waterkeringen, stroomlijning van inrichting en uitvoering van inspecties
STOWA rapport 2005 30 / DWW rapport 2005 068
Oktober 2005.

[10] Beschrijving standaard inspectieproces, verbetering inspectie waterkeringen
STOWA VIW 2008 09 / RWS WD 2008 013
Januari 2008