Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

stowa

HANDREIKING

RISICOGESTUURD BEHEER EN ONDERHOUD VAN WATERKERINGEN

RAPPORT 2018 59

stowa

HANDREIKING

RISICOGESTUURD BEHEER EN ONDERHOUD VAN WATERKERINGEN

RAPPORT 2018 59

ISBN 978.90.5773.819.7

stowa@stowa.nl www.stowa.nl
TEL 033 460 32 00
Stationsplein 89 3818 LE Amersfoort
POSTBUS 2180 3800 CD AMERSFOORT

Publicaties van de STOWA kunt u bestellen op www.stowa.nl

COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

AUTEUR(S) Arjan Haak (Movares)
Douwe Schoonderwaldt (Movares)

BEGELEIDINGSCOMMISSIE
Piet Stouten (STOWA)
Peter Boone (Waterschap Vallei en Veluwe)
Leonard Post (Waterschap Rijn en IJssel)
Oscar van Dam (Hoogheemraadschap Delfland)
Geert Boekema (Waterschap Scheldestromen)
Arjen van Maanen (Rijkswaterstaat)
Dirk Pruimboon (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier)

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau
STOWA STOWA 2018-59
ISBN 978.90.5773.819.7

COPYRIGHT Teksten en figuren uit dit rapport mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.
DISCLAIMER Deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud van dit rapport.

VOORWOORD

TOEZICHTHOUDER

Per 1 januari 2014 is de rol van toezichthouder voor de primaire waterkeringen overgedragen van de provincie naar het Rijk, zodat de kadersteller direct het toezicht houdt op de waterkeringbeheerder. Dit is een wijziging van de Waterwet op basis van het Bestuursakkoord Water. In de praktijk oefent de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) namens het Rijk deze functie uit. De ILT houdt toezicht op de periodieke beoordeling van de primaire waterkeringen en op de wijze waarop de beheerder de Zorgplicht uitvoert. Over beide rapporteert de ILT aan de minister.

ZORGPLICHT

Binnen de Zorgplicht is geregeld dat de beheerder de wettelijke taak heeft om de primaire kering continu en aantoonbaar aan de veiligheidseisen te laten voldoen en het noodzakelijke beheer en onderhoud verzorgt. Om die reden inspecteert de beheerder de waterkeringen regelmatig om te beoordelen of de fysieke toestand van de kering in overeenstemming is met de (ontwerp)eisen. In het geval de fysieke toestand van de kering door bijvoorbeeld technische veroudering of (storm)schade niet meer voldoet aan de (ontwerp)eisen dient de beheerder de nodige onderhouds- en herstelmaatregelen te treffen.

WATERWET IN RELATIE TOT DE ZORGPLICHT

Op grond van de Waterwet heeft de beheerder de opdracht ervoor te zorgen dat de primaire keringen aan de veiligheidseisen voldoen en blijven voldoen. Dit is een algemene instructie en de beheerders hebben de beoordelingsvrijheid om te bepalen op welke wijze invulling wordt gegeven aan deze plicht.

Voor een goede invulling van deze zogenoemde Zorgplicht, zal de waterkeringbeheerder continu inzicht moeten hebben in de feitelijke toestand van de waterkering. Daarvoor zal onder andere inspectie en monitoring van de waterkering nodig zijn, evenals het uitvoeren van onderhoudsmaatregelen. De beheerder maakt voortdurend afwegingen om doelgericht en kostenefficiënt de prestaties op peil te houden en risico's te beheersen.

RISICOGESTUURD

In opdracht van de Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA) heeft een groep van 17 vertegenwoordigers van 11 van de 22 waterschappen en Rijkswaterstaat in zogenaamde 'Werkplaatsen' onderhavige Handreiking ontwikkeld.

Deze Handreiking is bedoeld om waterschappen te helpen bij het praktisch inrichten van risicogestuurd Beheer en Onderhoud van primaire én regionale waterkeringen.

Met deze risicogestuurde aanpak hebben waterschappen naast continu inzicht in de feitelijke toestand van de waterkering, de mogelijkheid maatregelen toe te passen die voorzien in een meerjarig kosteneffectieve risicobeheersing. Daarmee voldoen de waterkeringen efficiënt en toekomstvast aan de veiligheidseisen en geeft een beheerder continue aantoonbaar adequaat invulling aan de Zorgplicht.

FAALMECHANISMEN EN FAALVORMEN

In deze Handreiking wordt onderscheid gemaakt tussen Faalmechanismen en Faalvormen. Daar waar gesproken wordt over Faalmechanismen, worden de mechanismen bedoeld zoals opgenomen binnen o.a. het Wettelijk Beoordelings Instrumentarium (WBI). Dit betreft de aspecten m.b.t. Waterveiligheid van waterkeringen.

Daar waar gesproken wordt over Faalvormen, wordt het falen van geambieerde functies (eisen) bedoeld welke voortvloeien uit de ambities en bedrijfswaarden van een waterschap. Dit betreft andere eisen dan Waterveiligheid en heeft betrekking op zowel Primaire als Regionale en overige waterkeringen.

DE STOWA IN HET KORT

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie.

Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de ‘kennisvragen van morgen’ – de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft – om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoekslijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en het zelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede van alle waterschappen.

De grondbeginselen van STOWA zijn verwoord in onze missie:

Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.

HANDREIKING RISICOGESTUURD BEHEER EN ONDERHOUD VAN WATERKERINGEN

INHOUD

VOORWOORD
DE STOWA IN HET KORT

INLEIDING 1

1 AREAAL IN BEELD 4
1.1 Hiërarchische opdeling waterkering 4
1.2 Indeling in lengterichting 5
1.2.1 Normtrajecten 6
1.2.2 Effectvakken 6
1.2.3 Kansvakken 6
1.2.4 Onderhoudsvakken 7
1.2.5 Inspectievakken 8
1.3 Indeling van het dwarsprofiel 8
1.3.1 Object 9
1.3.2 Element 9
1.3.3 Bouwdeel 10
1.3.4 Materiaalsoort 10
1.4 Informatiemanagement en gegevensbeheer 10
1.5 Objectpaspoort 11
1.6 Resultaat voor de waterkeringbeheerder 11

2 PRESTATIE & RISICO 13
2.1 Prestatie 13
2.1.1 Kernwaarden 14
2.1.2 Juridische verplichtingen 15
2.1.3 Positie van de organisatie in zijn omgeving 15
2.1.4 Grenswaarde prestaties vastleggen 16

	2.2	Risico	17
		2.2.1 FMECA	17
		2.2.2 RAMSSHE€PS	19
		2.2.3 RAMSSHE€PS-matrix	22
	2.3	Gebruik maken van bedrijfswaarden	23
		2.3.1 Bedrijfswaardenmatrix	24
	2.4	Resultaat voor de waterkeringbeheerder	24
3		INSPECTIE & MONITORING	25
	3.1	Inspectie- en monitoringsketen	25
	3.2	Inspecties	26
		3.2.1 WA-inspectie	27
		3.2.2 Toestandsinspectie	27
		3.2.3 Instandhoudingsinspectie	29
		3.2.4 Nader onderzoek	29
	3.3	Inspecteren met NEN2767	30
	3.4	Monitoring	32
	3.5	Incidentele inspectie en monitoring	32
	3.6	Resultaat voor de waterkeringbeheerder	33
4		ONDERHOUDSTRATEGIE	34
	4.1	Kiezen onderhoudstrategie TAO, GAO, SAO	34
		4.1.1 Toestandsafhankelijk onderhoud (TAO)	35
		4.1.2 Gebruiksafhankelijk onderhoud (GAO)	37
		4.1.3 Storingsafhankelijk onderhoud (SAO)	38
		4.1.4 Ontwerp aanpassen, modificatie	39
	4.2	Resultaat voor de waterkeringbeheerder	40
5		MAATREGELEN BEPALEN	41
	5.1	Onderhoudsketen	41
	5.2	Degradatiecurve	42
	5.3	Van strategie naar regime	43
	5.4	Maatregelenbibliotheek	43
	5.5	Preventief onderhoud	44
		5.5.1 Onder behoud van aanspraken	44
		5.5.2 Na toestandsinspectie	44
		5.5.3 Aan de hand van gebruikstijden	45
		5.5.4 Op basis van kalendertijden	46
		5.5.5 Op basis van detectiemeting	46
	5.6	Correctief onderhoud	47
		5.6.1 Na toestandsinspectie	47
		5.6.2 Na WA-inspectie	48
		5.6.3 Na klachten & meldingen derden	48
		5.6.4 Na detectiemeting	49
	5.7	Van onderhoudsregime naar maatregel	50
		5.7.1 Vast cyclisch onderhoud	50
		5.7.2 Variabel onderhoud	50
		5.7.3 Vervanging	51
	5.8	Resultaat voor de waterkeringbeheerder	52

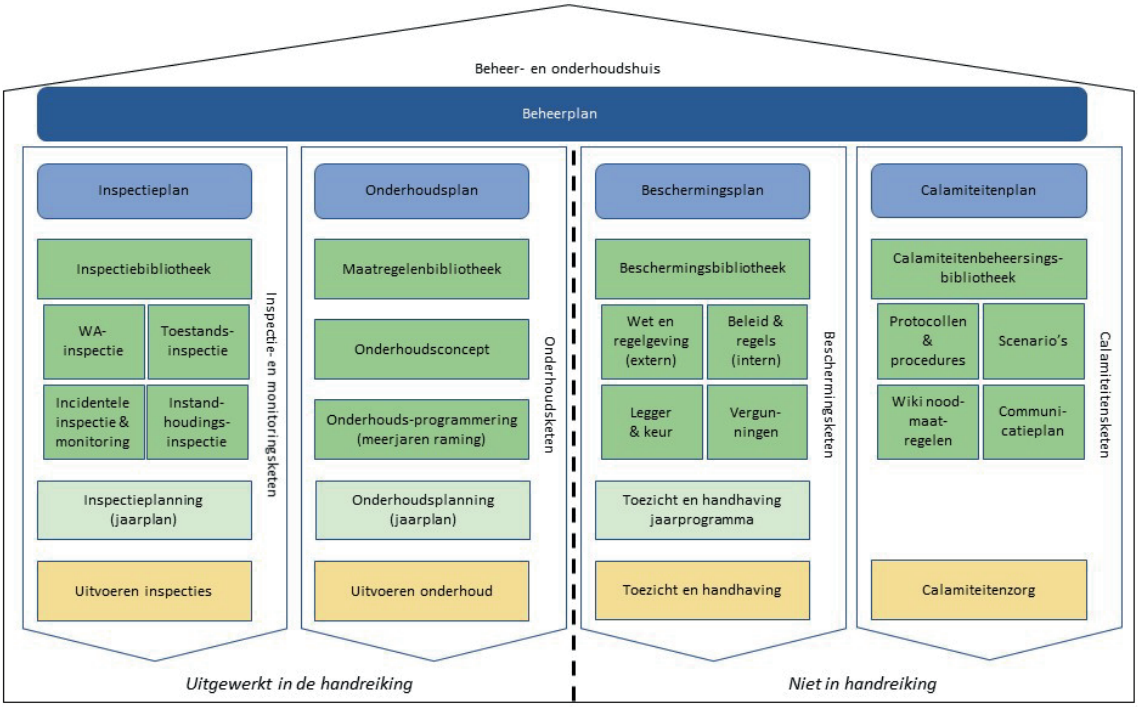
6		ONDERHOUDSCONCEPT	53
	6.1	Inhoud van een OHC	53
	6.2	Van onderhoudsconcept naar instandhoudingsplan	54
	6.3	Resultaat voor de waterkeringbeheerder	55
7		INSPECTIE- EN ONDERHOUDSCYCLUS	56
	7.1	Maatregelen plannen	56
	7.2	Uitvoeren maatregelen	56
	7.3	Analyseren prestaties	56
	7.4	Innoveren en optimaliseren	56
	7.5	Resultaat voor de Waterkeringbeheerder	58
8		DEFINITIES	59
Bijlage 1		Werkplaatsen	63
Bijlage 2		Profielopbouw keringen	64
Bijlage 3		Voorbeeld uitwerking decompositie dijk	65
Bijlage 4		Decompositie toegepast door Waterschap Brabantse Delta	66
Bijlage 5		Object paspoort	68
Bijlage 6		Voorbeeld RAMSSHE€P-matrix RWS	69
Bijlage 7		RAMSSHE€PS matrix	71
Bijlage 8		FMECA bouwdeel teensloot	73
Bijlage 9		Voorbeeld bedrijfswaardenmatrix	74
Bijlage 10		Inspectiekader	75
Bijlage 11		Grafische weergave individuele waarnemingen vanuit toestandsinspectie	76
Bijlage 12		Keuzeboom faalvorm tot onderhoudsregime	77
Bijlage 13		Praktische toepassing van alle stappen	78
Literatuur verwijzingen			92

INLEIDING

In navolging van de op 29 maart 2012 tot stand gekomen Handreiking Inspectie Waterkeringen, heeft de STOWA het initiatief genomen om voor de waterschappen een Handreiking te ontwikkelen voor het risicogestuurd beheren en onderhouden van primaire en regionale waterkeringen. Dit in de overtuiging dat een dergelijke Handreiking waterschappen ondersteunt bij de praktische invulling van de eerder genoemde Zorgplicht.

Het risicogestuurd beheer en onderhoud is in deze Handreiking ondergebracht in het zogenaamde 'Beheer- en onderhoudshuis' zie onderstaande figuur 0-1.
Dit Beheer- en Onderhoudshuis is tijdens de ontwikkeling van deze Handreiking tot stand gekomen. In deze Handreiking zijn de 'Inspectie- en monitoringsketen' en de 'Onderhoudsketen' nader beschreven. De 'Beschermingsketen' en 'Calamiteitenketen' maken geen onderdeel uit van deze Handreiking en worden op een later moment verder uitgewerkt.

FIGUUR 0-1 **BEHEER EN ONDERHOUDSHUIS**



Waterschappen kunnen met deze onderhavige Handreiking hun beheerorganisatie verder professionaliseren en daarmee continue aantoonbaar voldoen aan de veiligheidsnormen van waterkeringen voortkomend vanuit de Zorgplicht.

De Handreiking beschrijft middels een helder stappenplan de wijze waarop invulling gegeven kan worden aan risicogestuurd beheer en onderhoud.

Risicogestuurd beheer en onderhoud geeft de waterkeringbeheerder de volgende resultaten:
- Een inzichtelijk beheerproces;
- Herleidbare onderbouwing van de onderhoudsmaatregelen;

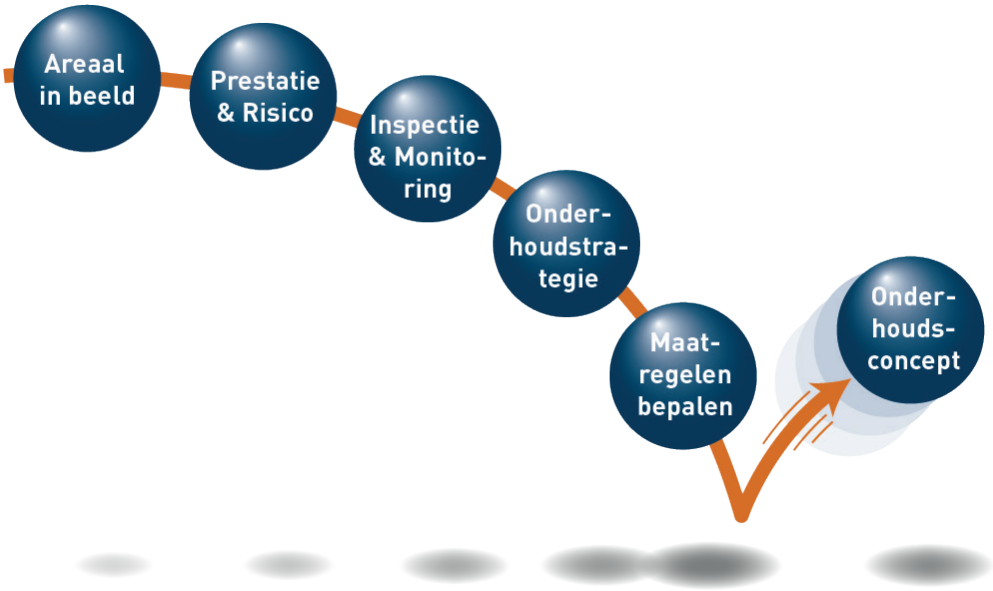
- Mogelijkheid om te sturen op prestaties en risico's;
- Inzicht in de prestaties van het areaal;
- Inzicht in de risico's die de prestaties bedreigen;
- Onderhoud uitvoeren op basis van normdifferentiatie;
- Mogelijkheid om prestatie, risico en kosten tegen elkaar af te wegen;
- Inzicht in effecten van de uitgevoerde onderhoudsmaatregelen;
- Goede start voor een continu verbeterproces.

BOLLENSCHEMA

De Handreiking is gebaseerd op onderstaand 'Bollenschema' welke tijdens de Kennisdag Inspectie Waterkeringen op 7 april 2016 voor het eerst is gepresenteerd en toegelicht. Het bollenschema geeft richting aan de inrichting van een assetmanagement systeem waarin risicogestuurd beheer en onderhoud uitgevoerd wordt.

Na de Kennisdag van 2016 hebben 11 waterschappen zich aangemeld om bij te dragen aan de ontwikkeling van deze Handreiking. Deze bijdrage heeft geleid tot deelname aan werkplaatsen waarin deelproducten en processen ontwikkeld zijn voor de Handreiking.
Meer informatie over de werkplaatsen staat in bijlage 1.

FIGUUR 0-2 BOLLENSCHEMA



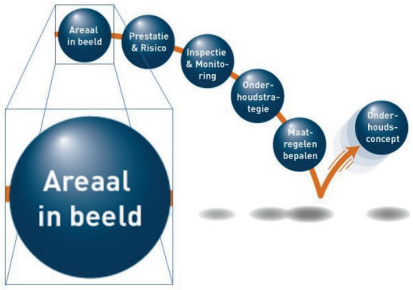
LEESWIJZER

In de Handreiking wordt aan de hand van het bollenschema richting gegeven aan de inrichting en toepassing van risicogestuurd beheer en onderhoud. Hoofdstuk 1 geeft inzicht in de praktische toepassing van de decompositie van een waterkering en hoe het gegevensbeheer en informatiemanagement ingericht kunnen worden. Hoofdstuk 2 geeft invulling aan hoe de prestaties en de bijbehorende bedreigingen opgepakt kunnen worden. Samen met inspectie en monitoring van de waterkering (hoofdstuk 3) is de toestand van de waterkering inzichtelijk. Om de bedreigingen te beheersen is een strategie om in te grijpen wenselijk. In hoofdstuk 4 worden de diverse onderhoudstrategieën naast elkaar gezet en de verschillen inzichtelijk gemaakt. Hierna kunnen bijpassende maatregelen (hoofdstuk 5) opgesteld worden. Op deze wijze is alles verzameld om een onderhoudsconcept op te stellen (hoofdstuk 6). Hoofdstuk 7 maakt inzichtelijk hoe de '6 stappen' passen in de beheer- en onderhoudscyclus. Bij dit hoofd-

stuk hoort ook bijlage 13 waarin alle stappen doorlopen worden en direct praktisch toegepast worden voor een waterkering.

FOTO 0-1 **DIJKVAK BIJ HOOGHEEMRAADSCHAP HOLLANDS NOORDERKWARTIER**

1 AREAAL IN BEELD



Om de waterkeringen risicogestuurd te beheren en onderhouden is het van primair belang om de aard en omvang van het te beheren areaal in beeld te krijgen. Top down, van object naar bouwdeel, wordt het areaal in kaart gebracht en informatie verzameld en geverifieerd. De uitdaging is om de decompositie en de bijbehorende informatie actueel, betrouwbaar en compleet te maken en te houden. De decompositie met bijbehorende informatie staat aan de basis van een inzichtelijk beheerproces met herleidbare onderbouwing van de onderhoudsmaatregelen.

> *Op een eenduidige wijze je areaal kunnen indelen is essentieel.*
> *(Hoogheemraadschap Delfland)*
>
> *Opdeling van het areaal volgens een logische systematiek is nodig om gericht maatregelen te bepalen die risico's beheersbaar maken of weg nemen.*
> *(Waterschap Scheldestromen)*
>
> *Als je niet geheel in beeld hebt wat je hebt, dan kun je nooit geheel in control zijn.*
> *(STOWA-werkgroep)*

1.1 HIËRARCHISCHE OPDELING WATERKERING

Waterkeringen zijn lintvormige objecten die zich niet zomaar eenduidig en consistent op laten delen in praktisch bruikbare beschrijvingen. De Digigids voorziet in een zone-indeling van waterkeringen, maar deze zone-indeling geeft alleen definities weer in de dwarsdoorsnede van de kering. Bij een bovenaanzicht ontstaan hierdoor lange linten van dezelfde zone, bijvoorbeeld de kruin, waarmee het beheer en onderhoud lastig toegespitst kan worden.

Vanuit het oogpunt van beheer en onderhoud is gezocht naar een uniforme en praktisch toepasbare indeling van waterkeringen. Hierbij is rekening gehouden met de uit te voeren taken van inspectie en onderhoud en de informatiebehoefte. In deze Handreiking is er voor gekozen om de zone-indeling uit de Digigids te vertalen naar de decompositie structuur van de NEN2767 (zie §1.3). De NEN2767 levert een duidelijke, uniforme en hiërarchische structuur. Hiernaast is de NEN2767 een inspectienorm. De decompositie sluit aan op de inspectiemethode van zintuigelijk waarnemen van gebreken. De inspectiemethode geeft op objectieve wijze inzicht in de conditie van het areaal.

Om de decompositie uit de Digigids verder te verdiepen is er gekozen om een waterkering eerst in de lengterichting op te knippen in vakken (§1.2), waarna op het laagste niveau conform de NEN2767 het object in beeld wordt gebracht (§1.3). Door de waterkering op deze manier te decomponeren, ontstaat er een systeem waarin alle bouwdelen waaruit de kering bestaat inzichtelijk zijn. In informatiesystemen (§1.4) kan de informatie eenvoudig gekoppeld

worden en ontstaat een paspoort (§1.5). Op basis van deze gegevens kunnen de inspectie- en onderhoudsmaatregelen ingepland worden.

1.2 INDELING IN LENGTERICHTING

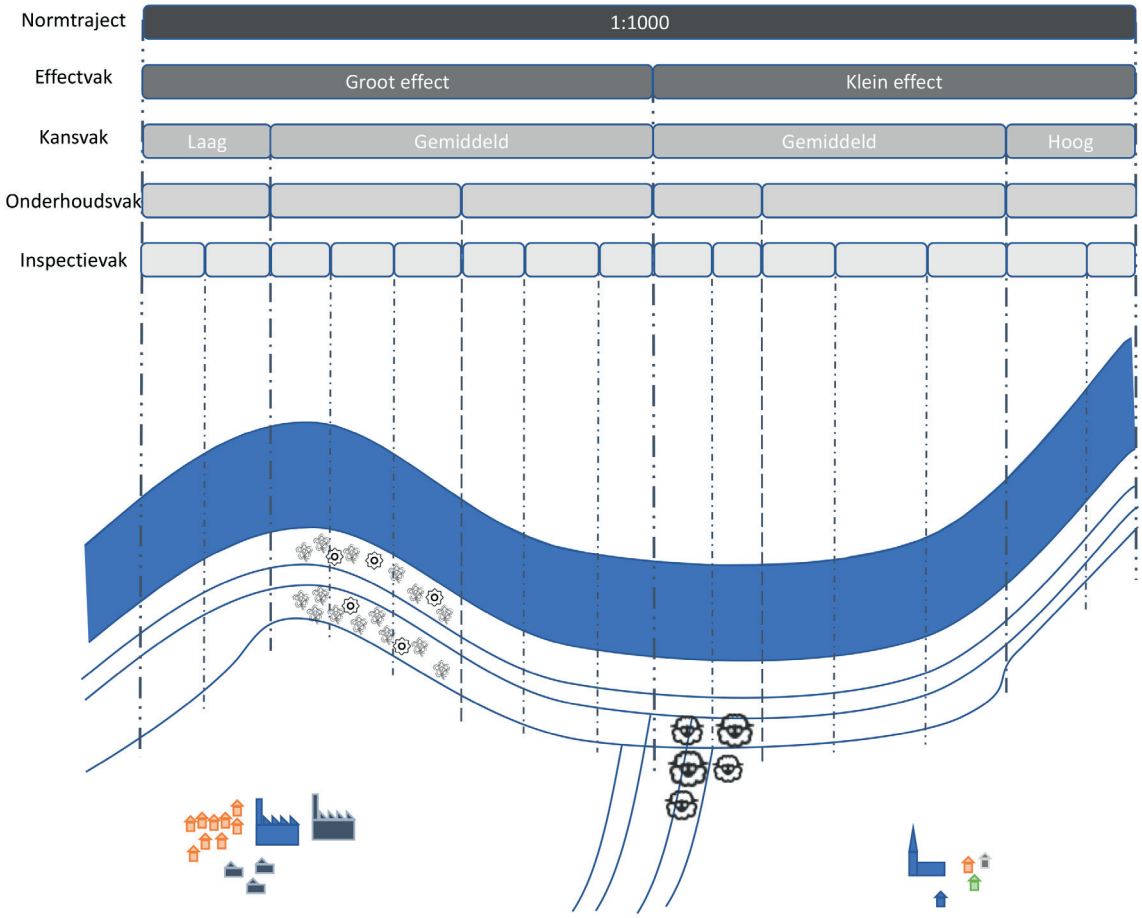
Voor het opdelen van de waterkering in lengterichting is gekozen voor een 'vakindeling' waarbinnen volgens logische stappen de vakken steeds handzamer worden totdat deze praktisch bruikbaar zijn bij beheer en onderhoud. Daarnaast is rekening gehouden met de wens om ze bruikbaar te laten zijn voor managementrapportages over grotere delen van de waterkering.

De opdeling heeft geresulteerd in de volgende vakken:

- Normtraject;
- Effectvakken;
- Kansvakken;
- Onderhoudsvakken;
- Inspectievakken.

De eigenschappen van alle vakken staan in de volgende paragrafen beschreven.

FIGUUR 1-1 VAKINDELING IN LENGTERICHTING



1.2.1 NORMTRAJECTEN

In de Waterwet (2017) zijn voor de primaire keringen nieuwe veiligheidsnormen vastgesteld, gebaseerd op de overstromingskans per dijktraject. Deze wettelijk vastgestelde dijktrajecten staan gelijk aan normtrajecten. Voor primaire waterkeringen zijn de normeisen eenvoudig te achterhalen in: http://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/2018-02-17#BijlageI

De overstromingskansbenadering is niet van toepassing op de regionale keringen. De veiligheidsnorm voor de boezemkaden en de keringen langs regionale rivieren en kanalen wordt vastgelegd als de gemiddelde overschrijdingsfrequentie per jaar (kans van voorkomen van een bepaalde waterstand). Een normtraject van een regionale kering is een fysiek stuk aaneengesloten kering met een (logische) geografische ligging met dezelfde norm.

1.2.2 EFFECTVAKKEN

In de basis is een effectvak een deel van een normtraject waar, bij falen van de waterkering, het beschermde achterland overal dezelfde gevolgen zal ondervinden, ongeacht of het falen aan het begin, midden of einde van het effectvak plaatsvindt.

Voor het indelen van normtrajecten in effectvakken moet onderscheid worden gemaakt in de aard en omvang van het effect op het beschermingsgebied bij bezwijken (functie falen) van de betreffende waterkering.
Deze verschillen in aard en omvang van het effect zijn locatie specifiek waardoor iedere waterkeringbeheerder dit op basis van een eigen risico-inventarisatie en afweging moet uitwerken. Bij de risico-inventarisatie en het bepalen van de effectvakken kan gebruik gemaakt worden van ‘Eindrapportage De veiligheid van Nederland in kaart, april 2016’. Hierin staat onder andere beschreven hoe kansen, effecten en risico’s bepaald kunnen worden.

Het uitwerken van de effecten heeft een directe relatie met stap 2 Risico- en faalkansanalyse en de koppeling daarvan aan de zgn. ‘Bedrijfswaarden’ van een waterschap. Zie hiervoor hoofdstuk 2 van deze Handreiking.

1.2.3 KANSVAKKEN

Binnen een effectvak wordt een verdere onderverdeling naar kansvakken gemaakt. Een kansvak wordt gekenmerkt door de kans op falen van de waterkering en is in grote mate afhankelijk van de samenstelling en afmeting en daarmee dus van het ontwerp van de waterkering.
In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat de kans op bezwijken gelijk is bij een homogene samenstelling van de kering. Daar waar de samenstelling wijzigt, vormt dit dan de begrenzing van een kansvak. Deze manier van indelen van de kansvakken is relatief eenvoudig uit te voeren, maar sluit niet altijd aan op eventueel gewenste normdifferentiatie en prestatie-eis(en) vanuit de wettelijke beoordeling. Deze differentiatie en variatie in prestatie-eis(en) kan tot een andere indeling leiden, omdat er dan meer factoren zoals schematisatie van de bodemopbouw en expositie een rol gaan spelen.
Voor primaire keringen kan een waterschap de indeling in kansvakken ook aan laten sluiten bij de wettelijke beoordeling, maar dit zal voor menig waterschap op dit moment nog niet tot de mogelijkheden behoren. Voor de regionale keringen kunnen waterschappen terugvallen op de indeling van de verplichte toetsing.

Een waterschap geeft zelf invulling aan de kansvakken op basis van eigen kennis van de keringen.

In tweede instantie wordt gekeken naar fysieke onderbrekingen in een homogene samenstelling. Dergelijke onderbrekingen leiden per definitie tot een grens tussen twee kansvakken. Onder fysieke onderbrekingen wordt o.a. verstaan:

- Kruisende (bovengrondse) infrastructuur;
- Waterkerende constructies zoals een coupure, sluis of gemaal.

Wanneer de kans- en effectvakken bekend zijn, kan het risico op functie-falen van een kansvak in kaart gebracht worden. Zo wordt inzichtelijk welke kansvakken het grootste risico vormen voor het achterland en het presteren van de waterkering in gevaar brengen. Indien het risico op falen te groot is, dan is dit input voor eventuele aanpassingen aan de waterkering. Presteren van de waterkering in zijn primaire functie 'Beschermen van het achterland tegen overstroming' kan zo geborgd worden.

1.2.4 ONDERHOUDSVAKKEN

De hiervoor beschreven indeling naar kansvakken, is nog een (te) grove indeling. Binnen een kansvak kan het gebruik of de functie anders ingevuld zijn. Bij ander gebruik of functie horen ook andere onderhoudsmaatregelen. Daar waar de onderhoudsmaatregelen wijzigen door ander gebruik of functie ligt een grens tussen onderhoudsvakken.
Als voorbeeld kan een vak ingericht zijn als 'bloemrijke dijk' en het vak ernaast met een 'gewone' grasbekleding. Hier verandert de functie en bevindt zich een grens tussen twee onderhoudsvakken omdat het onderhoud aan de 'gewone' grasbekleding andere cyclische maatregelen heeft dan een bloemrijke dijk. Hetzelfde geldt voor grasbekledingen waar bij de ene gekozen is voor maaien en bij de andere voor beweiden. Hier zal de grens tussen de onderhoudsvakken ook vaak fysiek zichtbaar zijn door de aanwezigheid van hekwerk.

Omdat het gebruik of de functie moet veranderen binnen een kansvak om een grens te stellen tussen twee onderhoudsvakken, kan het ook voorkomen dat de grenzen van een onderhoudsvak gelijk zijn aan de grenzen van een kansvak.

FOTO 1-1 INDELING IN INSPECTIEVAKKEN IS NOODZAKELIJK OM GOED TE BEOORDELEN

1.2.5 INSPECTIEVAKKEN

Omdat de omvang van de onderhoudsvakken over het algemeen vrij groot zal zijn, is voor een praktische werkwijze bij inspecties een nadere onderverdeling noodzakelijk.
Voor deze nadere onderverdeling is de mate waarin een inspecteur een inspectievak kan overzien leidend. Vanuit de praktijk (pilot inspecties bij Waterschap Rijn en IJssel en Brabantse Delta) is gebleken dat de inspecteur bij inspectievakken van maximaal 200 meter lengte, nog voldoende in staat is de omvang van gebreken te kunnen bepalen. Bij grotere oppervlakken is dit lastig. Het is daarom aan te raden om de lengte van inspectievakken te beperken tot een maximale lengte van 200 meter.

Een minimale lengte van een inspectievak is lastiger te definiëren aangezien de aard en verschijningsvormen van waterkeringen sterk verschillen. Het staat de beheerder vrij om deze minimale lengte zelf vast te stellen. Daarbij moet men wel realiseren dat kleine inspectievakken extra handelingen vragen met betrekking tot het decomponeren en inspecteren waardoor dit extra inspanning met zich mee brengt.

1.3 INDELING VAN HET DWARSPROFIEL

Met de decompositie tot en met inspectievakken, zijn waterkeringen ingedeeld in overzichtelijke vakken waarbinnen inspecties en ouderhoud uitgevoerd kunnen worden en op grotere vakken gerapporteerd kan worden. Binnen de inspectievakken is er de behoefte om de waterkering nader te beschrijven. De wens is om op uniforme wijze de waterkering op te bouwen en op basis van deze opbouw gegevens te beheren en inspectie- en onderhoudsmaatregelen risicogestuurd uit te zetten.

Hiervoor is de NEN2767 ‘Conditiemeting gebouwde omgeving’ een geschikte methode. De NEN2767 voorziet in een hiërarchische structuur van object, naar element en bouwdeel. De NEN2767 is algemeen beschikbaar en wordt bij andere objectsoorten, zoals de wegen, bruggen, en nog 22 andere objectsoorten reeds veelvuldig toegepast. Voor waterkeringen heeft de NEN2767 nog geen uitgewerkte decompositie.

Na het opstellen van deze Handreiking zal er vanuit de STOWA een werkgroep gevormd worden die voor waterkeringen een standaard decompositie gaat opstellen. Deze wordt in de NEN2767 opgenomen. Naar verwachting komt de aanvulling in 2019/2020 beschikbaar. De werkgroep gaat de decompositie verder vorm geven op basis van de zone-indeling in de Digigids (bijlage 2). Tot die tijd kan men gebruik maken van het ‘voorbeeld uitwerking decompositie’ van een dijk, dat bijgevoegd is in bijlage 3. De voorbeeld decompositie is opgebouwd op basis van de NEN2767 objectsoort ‘Dijk’. Het is een beperkte weergave van alle mogelijk elementen, bouwdelen en materiaalsoorten. Zolang er nog geen aanvulling op de NEN2767 plaatsgevonden heeft, kan de waterkeringbeheerder naar eigen inzicht de decompositie aanvullen.

Bij de waterschappen Brabantse Delta en Rijn en IJssel is middels een pilot gebleken dat deze ‘voorbeeld uitwerking decompositie’ voldoende uniform en praktisch toepasbaar is om voor alle waterschappen toe te passen.

De gebruikte decompositie van Waterschap Brabantse Delta is in bijlage 4 weergegeven.

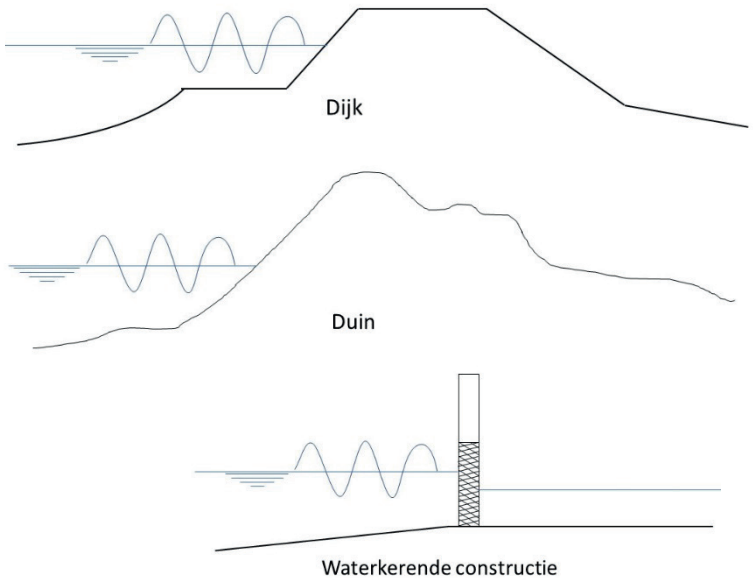
1.3.1 OBJECT

Een object is het hoogste onderdeel van de decompositie. Alle mogelijke bovenliggende lagen zijn het systeem en systeemdelen waarbinnen objecten zich bevinden. Een object is een groot voorwerp met een functie. Bij waterkeringen zijn er drie verschillende objecten te benoemen:

- Dijk
- Duin
- Waterkerende constructie

De objecten hebben al dan niet andere functies en verschillende verschijningsvormen en zijn duidelijk van elkaar te onderscheiden. De NEN2767 beschrijft ook nog andere objecten die in waterkeringen kunnen voorkomen zoals dammen, sluizen, coupures en stormvloedkeringen. Door de NEN 2767 uit te breiden en alle objecten te laten bevatten, kunnen alle verschijningsvormen van waterkeringen dezelfde soort objectdecompositie en de inspectiemethode krijgen.

FIGUUR 1-2 WATERKERINGEN



1.3.2 ELEMENT

Een element laat zich onderscheiden doordat het onderdeel is van een object en een deelfunctie heeft van de overkoepelende functie die het object vervult. Alle aanwezige elementen samen vormen een object. Een element kan binnen een object meermaals voorkomen.

Een element komt in NEN2767 decompositie overeen met de ‘zone’ aanduiding uit de Digigids. Om spraakverwarring te voorkomen is in tabel 1-1 een vertaaltabel opgenomen van ‘Digigids’ naar ‘NEN2767’. Links staat de naamgeving en het voorbeeld uit de Digigids en rechts de corresponderende naamgeving in de NEN2767. Zie dat met een Element in beide methoden iets anders wordt bedoeld.

TABEL 1-1 VERTAALTABEL DIGIGIDS NAAR NEN2767

Voorbeeld	Digigids			NEN2767		Voorbeeld
			Decompositie			
Asfaltbekledingen, Duinen	Elementgroep	1		1	Beheerobject	Dijken, Duinen
Buitenkruin, Kruin	Zone*			2	Element	Buitenkruin, Kruin
Asfaltbekledingen, Duinen	Elementgroep			3	Bouwdeel	Asfaltverharding, Betonverharding
Asfaltbeton, Gras	Element	2		4	Materiaalsoort	Asfaltbeton, Gras
			Schade			
Scheuren, Gaten	Parameter				Gebrek	Scheuren, Gaten
			Beoordeling			
Redelijk, Slecht	Ernst				Ernst	Serieus, Gering
					Intensiteit	Beginstadium, Eindstadium
					Omvang	< 2%, 10% tot 30%

* Zone aanduiding zit niet in de Didigids decompositie, maar wordt wel genoteerd als locatie bij een inspectie

1.3.3 BOUWDEEL

Een bouwdeel is in de hiërarchie het laagste onderdeel dat beschreven wordt. Bouwdelen worden per element beschreven en vormen het laagste decompositie niveau. Bij element 'Buitentalud' zijn in 'voorstel decompositie' de volgende bouwdelen benoemd:

- Bekleding;
- Beplanting;
- Meubilair;
- Verharding;
- Bijzondere constructies.

Bouwdelen komen in de NEN2767 decompositie overeen met de aanduiding 'elementgroep' in de Digigids.

1.3.4 MATERIAALSOORT

Omdat bouwdelen in verschillende verschijningsvormen voorkomen, wordt de materiaalsoort ook beschreven. Deze extra informatie is vaak zeer verhelderend bij het uitvoeren van bureaustudie of bij het vinden van bouwdelen buiten. Voorbeelden van materiaalsoorten zijn hout, beton of staal, of zoals bij bekledingen van waterkeringen gras, asfaltbeton of steenbestorting.
Materiaalsoort komt in de NEN2767 decompositie overeen met de aanduiding 'element' in de Digigids. Element in de NEN2767 en de Digigids betekent dus iets anders.

1.4 INFORMATIEMANAGEMENT EN GEGEVENSBEHEER

Informatiemanagement gaat over de mogelijkheid om alle informatie op te slaan en bereikbaar te hebben voor belanghebbenden. Van belang is om het informatiesysteem zo in te richten dat een **compleet** overzicht van alle onderdelen in het areaal eenvoudig herleidbaar en inzichtelijk is.
Hiervoor worden vaak informatiesystemen ingericht zoals Ultimo, Maximo, Infor, etc. maar een goede kaartenbak kan bij kleine (deel)systemen ook voldoen. Er is in ieder geval geen verplichting om alles te digitaliseren. Vaak zijn binnen de waterschappen al softwareprogramma's beschikbaar om de areaalgegevens in op te slaan. De uitdaging is om deze aan te laten sluiten bij de decompositie uit voorgaande paragrafen. Het is dan ook aan te raden om in eerste instantie niet het gehele systeem in één keer om te bouwen, maar eerst delen

opnieuw in te richten en te ervaren of het nieuwe deel voldoet. Na evaluatie kunnen de volgende stukken ook ingericht worden.

Gegevensbeheer gaat vervolgens over het aanvullen en vernieuwen van de gegevens bij de betreffende objecten, elementen en bouwdelen. Welke stappen moeten doorlopen worden zodat er niet op twee momenten tegelijk aanpassingen gedaan worden in het systeem? Wie bevriest een deel, wie heeft toegang en wijzigingsbevoegdheid? Gegevensbeheer is het proces voor het **betrouwbaar** maken van de gegevens in het informatiesysteem.

> **GEGEVENS ABC**
> Sturingsgegevens zijn alleen wat waard als er informatie uit gehaald kan worden.
> De gegevens dienen daarom aan drie voorwaarden te voldoen. Ze zijn Actueel, Betrouwbaar en Compleet. Ze geven inzicht in de recente situatie, zijn verkregen op een betrouwbare en objectieve wijze en zonder hiaten. Dan zijn gegevens ABC.

1.5 OBJECTPASPOORT

Om gegevens eenduidig en transparant vast te leggen en te gebruiken voor beheer en onderhoudsmaatregelen, is het noodzakelijk om hier een vast patroon in vast te stellen. Per inspectievak wordt een paspoort opgesteld waarin alle statische en dynamische gegevens van het vak geregistreerd zijn.
Statische gegevens zijn de gegevens die in de loop der tijd gelijk blijven ondanks degradatie van het object. Voorbeelden zijn:

- Naam dijk
- Bouwjaar;
- Soort dijk;
- Lengte;
- Locatie;
- Van/tot
- Decompositie van Normtraject tot Bouwdeel.

Dynamische gegevens zijn onderhevig aan verandering door gebruik of natuurlijke degradatie. Voorbeelden hiervan zijn:

- Conditiescore;
- Laatste inspectie;
- Volgende inspectie;
- Cyclisch onderhoud.

De dynamische gegevens moeten **actueel** zijn om van waarde te zijn voor het gebruik bij beheer en onderhoudsmaatregelen. De zorg voor actuele gegevens komt terug in hoofdstuk 3. In bijlage 5 is een voorbeeld van een objectpaspoort toegevoegd.

1.6 RESULTAAT VOOR DE WATERKERINGBEHEERDER

De waterkering beheerder heeft handvatten gekregen om de waterkering in lengterichting in te delen in vakken en het object in te delen naar elementen en bouwdelen. Op deze wijze kunnen alle inspectievakken uniform en transparant ingedeeld worden en is de basis gelegd voor een uniforme wijze van inspecteren en het vastleggen van gegevens.

De opbouw en alle gegevens van een waterkering zijn hierdoor compleet inzichtelijk in het objectpaspoort.
De opdeling van de waterkering kan ingevoerd worden in een informatiesysteem waarna nieuwe gegevens vanuit inspectie- en onderhoudsmaatregelen toegevoegd kunnen worden in het informatiesysteem.
Goed gedocumenteerd en beheerd is dit actuele en betrouwbare informatie.

2

PRESTATIE & RISICO

De waterkeringbeheerder wil een waterkering die veilig is, maar ook goed functioneert in de omgeving waar die staat. Hiertoe moet gedefinieerd worden wat dan veilig en goed functioneren is. Op basis van deze gestelde prestaties kan het onderhoud ingericht en controle over de waterkering gehouden worden. Werkelijk in control zijn betekent dat het areaal voldoet aan de minimale prestaties, omdat je bewuste keuzes maakt, hier planmatig naar handelt en bijstuurt op basis van de resultaten.

Voor primaire waterkeringen geldt uiteraard Waterveiligheid als hoogste prestatie-eis welke periodiek getoetst worden middels het WBI. Echter daarnaast kunnen andere prestatie-eisen aan deze waterkeringen worden gesteld welke tevens bedreigd kunnen worden.
Om de prestaties te bewaken, moet een beheerder de bedreigingen, of risico's en de bijbehorende faalvormen, in beeld hebben. Bedreigingen en risico's gerelateerd aan het WBI, worden gerelateerd aan de daarin opgenomen faalmechanismen.

Zo staat de beheerder gesteld voor bedreigingen en kan snel handelen als een ongewenste gebeurtenis zich voordoet.

> *Als je de belangen en daarmee samenhangende prestaties per onderhoudsvak helder hebt kunnen de risico's tegen elkaar afgewogen worden.*
> *(Waterschap Vallei en Veluwe)*
>
> *Door expliciet prestaties te benoemen kunnen we onderbouwen waarom we maatregelen uitvoeren. Maar ook welke gevolgen het heeft wanneer we een maatregel niet uitvoeren.*
> *(Waterschap Scheldestromen)*
>
> *Zo heb je beter in beeld aan welke normen je wilt voldoen en welke risico's hier een bedreiging op zijn.*
> *(STOWA-werkgroep)*

2.1 PRESTATIE

Het presteren van het areaal is het resultaat van de uitgevoerde inspectie- en onderhoudsmaatregelen in het areaal. De waterkeringbeheerder is verantwoordelijk voor deze maatregelen en daarmee voor het resultaat. Het resultaat moet voldoen aan de minimale prestaties van vooraf bepaalde onderwerpen. Deze onderwerpen kunnen op diverse wijzen invulling krijgen. Een algemeen geaccepteerde en generieke methode is om de aspecten van de 'RAMSHE€P-methode' (§2.2.2) aan te nemen en invulling te geven aan de hand van een contextanalyse. Men kan ook kiezen voor de kernwaarden waar de organisatie voor staat, de 'Bedrijfswaarden' (§2.3).
Om aan te tonen dat de prestaties voldoen aan de minimaal gestelde prestaties, zijn drie onderwerpen noodzakelijk:

- Duidelijke beschrijving van de RAMSHE€P-aspecten of de bedrijfswaarden en bijbehorende prestaties;
- Minimale prestaties waarbij de prestaties nog voldoende zijn;
- De actuele prestaties van het areaal. (hoofdstuk 3)

De prestaties zijn bij voorkeur SMART geformuleerd en daarmee eenvoudig meetbaar, zijn inzichtelijk en kunnen eenvoudig beoordeeld worden. De onafhankelijke prestaties zijn een indicator voor het presteren van objecten, areaaldelen of zelfs het gehele areaal. De prestaties die een areaal moet leveren zijn de uitgangspunten voor de waterkeringbeheerder om het beheer en onderhoud op in te richten.

Voor risicogestuurd beheer en onderhoud is het noodzakelijk om inzicht te hebben in de drie bovenstaande elementen. Dit is input voor de beoordeling van de gevolgen van risico's. Het beoordelen van de gevolgen kan aan de hand van de RAMSHE€P-methode (§2.2.2), of voor waterschappen die reeds met bedrijfswaarden werken met de daaruit voortvloeiende bedrijfswaardenmatrix (§2.3.1).

In deze Handreiking is primair gekozen voor de RAMSHE€P-methode omdat dit een meer gangbare methode is voor de inrichting van risicogestuurd beheer en onderhoud. Voor waterschappen die reeds werken met, of willen werken met bedrijfswaarden en de bedrijfswaardenmatrix is in §2.3 aangeven hoe hiermee gewerkt kan worden.

2.1.1 KERNWAARDEN

Kernwaarden zijn de waarden waar een organisatie voor bestaat. Dit wordt ook omschreven als de bedrijfswaarden. De kernwaarden zijn veelal beschreven in bestuurlijke stukken zoals het bestuursakkoord en het waterbeheerplan en bekend in de organisatie. De kernwaarden geven sturing aan de organisatie. Echter blijkt in praktijk dat de kernwaarden vaak alleen impliciet gebruikt worden bij het nemen van beslissingen. Door kernwaarden vast te leggen en er minimale prestaties van het areaal aan te koppelen, kan de waterkeringbeheerder zijn keuzes en afwegingen onderbouwen. De gemaakte keuzes dragen hierdoor gericht en efficiënt bij aan de kernwaarden van de organisatie. De waterkeringbeheerder kan het areaal voldoende (lees: goed) laten presteren. Een analyse van de kernwaarden geeft input aan de aspecten van de RAMSHE€P-methode.

> **(K)PI**
> (Kritische) Prestatie Indicatoren geven een waarde aan geleverde prestaties van objecten, areaaldelen of zelfs het gehele areaal. Zo kan eenvoudig inzichtelijk gemaakt worden of de geleverde prestatie voldoet aan de eisen van de organisatie. Als alle prestatie indicatoren bij elkaar gezet worden in één overzicht, geeft dit in één oogopslag inzicht in het presteren van het areaal. Zo'n overzicht heet een (K)PI-dashboard. Een voorbeeld van een (K)PI is het aantal klachten per maand dat binnen komt. Dit is een indicator voor het onderhoudsniveau.De kernwaarden zijn een samenstelling van wettelijke verplichtingen die de organisatie moet vervullen en de maatschappelijke taak die de organisatie invult in zijn omgeving.

Door middel van een contextanalyse wordt inzichtelijk waar de organisatie staat en welke functie de organisatie heeft. Een korte analyse geeft het volgende inzicht in de kernwaarden:

- Juridisch (§2.1.2)
  - Voldoen aan wettelijke verplichting vanuit de Waterwet
  - Droge voeten

  - Schoon water
  - Voldoende water
- Positie van de organisatie in zijn omgeving (§2.1.3)
  - Impact op landschap
  - Beleving/bescherming van de natuur
  - Beleving/bescherming van cultuurhistorie
  - Medegebruik
  - Imago van de organisatie

De onderwerpen komen voort uit de functie van de organisatie. Bij het presteren van het areaal spreken we dan ook wel van de mate van functioneren van het areaal. De prestatie wordt dan gemeten aan de hand van functionele eisen en de mate waarin hieraan voldaan wordt.

2.1.2 JURIDISCHE VERPLICHTINGEN

In de Waterwet is geregeld dat de beheerder de taak heeft om de primaire waterkering continu en aantoonbaar aan de veiligheidseisen te laten voldoen en het noodzakelijke beheer en onderhoud te verzorgen (de Zorgplicht). 'Veiligheid vanuit de Zorgplicht' is een kernwaarde van ieder waterschap met primaire waterkeringen. Om hier op te sturen is het van belang om inzicht te hebben in de prestaties die behoren bij de veiligheidseisen. Wanneer presteert een waterkering voldoende, onvoldoende, of juist ver boven de gestelde eisen.

Voor primaire waterkeringen kunnen de prestatie-eisen herleid worden uit de Wettelijke Beoordeling en voor regionale waterkeringen uit de toetsing vanuit provinciale waterverordeningen. Voor zover nog niet een beoordeling conform WBI uitgevoerd wordt, zouden de prestatie-eisen voor de tijdelijke situatie gehaald kunnen worden uit de derde toetsronde.

Duidelijke definities van gradaties van veiligheid geven de mogelijkheid om (objectief) een waterkering te beoordelen en de prestatie vast te stellen. De definities worden vertaald naar functionele eisen. Vanuit de topeis, dat een waterkering het achterland moet beschermen tegen overstromingen, worden onderliggende eisen toegevoegd. Hiermee komt men tot een eisenboom. Het opstellen van een eisenboom kan op diverse manieren. Een algemeen bekende methode is Systems Engineering (voor meer informatie, zie https://www.leidraadse.nl/). Als dit volledig is uitgevoerd, dan zijn de minimale prestaties, of het minimale functioneren bekend. Dit is van belang voor het uitvoeren van de FMECA (volgt in §2.2.1).

2.1.3 POSITIE VAN DE ORGANISATIE IN ZIJN OMGEVING

Een waterschap heeft een maatschappelijke functie, evenals de objecten in het areaal. Waterkeringen en andere objecten hebben op diverse manieren invloed op hun omgeving. Bijvoorbeeld als herkenningspunt, lijnelement in het landschap of als corridor voor flora en fauna.
Het meten van en het sturen op de prestatie van de organisatie binnen zijn omgeving is zeer wenselijk bij het inrichten van risicogestuurd beheer en onderhoud. De afwegingen binnen het areaal tussen de wettelijke kaders en de omgevingsaspecten worden zo objectief afgewogen.

Voor een waterschap is het daarom van belang om zijn eigen positie te kennen en te bepalen hoe goed men wil inspelen op de functies waarop de organisatie met de objecten invloed heeft. Iedere organisatie en haar objecten is uniek en de contextanalyse moet derhalve bij

iedere organisatie expliciet uitgevoerd worden. Een aantal onderwerpen, of aspecten, zijn generiek en voor alle waterkeringbeheerders. Dit zijn de volgende onderwerpen:

- Impact op landschap
- Beleving/bescherming van de natuur
- Beleving/bescherming van cultuurhistorie
- Medegebruik
- Kostenefficiëntie

FOTO 2-1 **BLOEMRIJKE DIJK**

Van deze en eventueel extra onderwerpen moeten SMART omschrijvingen zijn. Dit is van belang om inzicht te krijgen in de prestaties en functies behorende bij de diverse onderwerpen. Hiernaast moet iedere organisatie bepalen bij welke mate van presteren er een (on)voldoende prestatie wordt geleverd.

Wanneer presteert een waterkering voldoende, onvoldoende, of juist ver boven de gestelde prestaties? In §2.1.2 staat de methode beschreven om van topeis af te leiden tot functionele eisen.

2.1.4 GRENSWAARDE PRESTATIES VASTLEGGEN

De decompositie van de topeis naar functionele eisen is niet eenvoudig. Er moeten vele keuzes over het functioneren gemaakt worden. Een waterschap kan hierbij voor iedere functie een eigen norm gaan stellen, maar het is eenvoudiger om algemeen geaccepteerde beoordelingsmethodieken te hanteren en een normniveau aan te wijzen.

De NEN2767 biedt een methode waarbij op uniforme wijze de conditie bepaald en beoordeeld wordt. De mogelijk te behalen conditiescore is ingedeeld in zes schalen, van ‘1’ (Uitstekend) tot ‘6’ (Zeer slecht). Een waterschap kan als kwaliteitsniveau vastleggen dat een bouwdeel bijvoorbeeld minimaal conditiescore ‘4’ (Matig) moeten hebben. In de Handreiking raden we deze methode aan en bouwen hierop voort.
Een andere methode is beschreven in de Digigids. Deze kan ook aangehouden worden met in de eisen opgenomen dat het areaal minimaal ‘Redelijk’ moet presteren.

Bij Waterschap Aa en Maas werkt men met streefbeelden voor zijn beheer en onderhoud van de grasmat. Bij het opstellen van de streefbeelden is reeds een risicoafweging gemaakt. Dit maakt de streefbeelden zeer geschikt om te gebruiken als normniveau. Hiernaast heeft het als voordeel dat alle betrokkenen in het waterschap bekend zijn met de normniveaus.

Ongeacht welke methode gekozen wordt, is het van belang om een grenswaarde van de prestatie vast te leggen. Deze grenswaarde is het normniveau, meer hierover in hoofdstuk 4. Het vastleggen van het normniveau is van essentieel belang voor het beoordelen van de prestaties van het areaal en het risicogestuurd inrichten van het beheer en onderhoud.

2.2 RISICO

Het presteren van het areaal is het resultaat van de uitgevoerde acties in het areaal. Met deze acties denkt men snel aan onderhoudswerkzaamheden of verbetermaatregelen. Maar de uitgevoerde acties kunnen ook een negatieve uitwerking hebben. Voorbeeld hiervan is graafactiviteiten van dieren. Het presteren gaat hierdoor achteruit. Dit is een risico, ook wel 'ongewenste gebeurtenis'.

> **FAALVORM VERSUS FAALMECHANISME IN HET WBI**
> Bij het bepalen van een faalvorm wordt gekeken naar wat er kan gebeuren waardoor een prestatie bedreigd wordt. Hierbij wordt naar alle prestaties gekeken die een waterschap heeft geïdentificeerd. Het beheer en onderhoud wordt zo ingestoken dat deze prestaties bereikt worden. Dit in aanvulling op de faalmechanismen uit het WBI, waar gekeken wordt conform de overstromingskansbenadering, waarbij voldaan moet worden aan de wettelijke verplichting. Hierbij worden aanpassingen gedaan aan de waterkering om de faalkansbegroting te verbeteren. Faalmechanismen hebben directe invloed op de overstromingskans. Een waterkering kan voldoen aan alle geïdentificeerde prestaties, maar er kan toch een faalmechanisme optreden. In deze situatie is er géén faalvorm opgetreden die het presteren bedreigt.

In risicogestuurd beheer en onderhoud wordt een risico gezien als een bedreiging op de vastgestelde minimale prestatie van een object. Als een object niet voldoende presteert en zijn functie onvoldoende uit kan voeren, dan spreekt men van falen. Dit kan breder zijn dan falen zoals beschreven in de WBI. Hetzelfde geldt op element- of bouwdeelniveau. Met de FMECA-methode (§2.2.1) maakt men inzichtelijk wanneer een object faalt (minder goed presteert dan de gestelde minimum prestatie), waardoor het faalt (faalvorm), de feitelijke gevolgen van het falen en de kriticiteit van het falen. De feitelijke gevolgen van het falen worden geprojecteerd op de RAMSHE€P-aspecten (§2.2.2) om de maatschappelijke gevolgen en daarmee de kriticiteit van het falen te bepalen. Daarmee zijn alle stappen van de FMECA-methode doorlopen.

2.2.1 FMECA

FMECA staat voor "Failure Mode Effects & Criticality Analysis" (https://www.iampro-portaal.nl/Import/Instrumenten/FMECA). Het is een stappenplan voor de risicoanalyse en -beoordeling van objecten met bijbehorende elementen en bouwdelen. Deze methode is de algemeen geaccepteerde methode voor het analyseren van functiefalen van objecten of decompositiedelen daarvan.

De FMECA past men toe op bouwdeelniveau (§1.3.2). Om de faalvorm te kunnen bepalen is eerst noodzakelijk om te weten waar de grens ligt waarbij een bouwdeel 'onvoldoende presteert/functioneert' of 'faalt'. Het normniveau van de functie moet duidelijk zijn. Hier zit de koppeling met duidelijk beschrijven van de prestaties.

Als duidelijke grenzen gesteld zijn kan men starten met het uitvoeren van de FMECA conform de volgende stappen:

- Bepalen faalvormen;
- Gevolgen/effecten van het falen bepalen;
- Kriticiteit bepalen (RAMSSHE€P).

De methode is een analyse; daarom zijn er handvaten om de faalvormen, die leiden tot functieverlies, te bepalen. Er zijn drie groepen waarin de faalvormen gezocht kunnen worden:

- Technisch falen;
- Externe invloeden;
- Menselijk handelen.

FOTO 2-2 **FAALVORM DIERLIJKE GRAVERIJ**

Een bouwdeel heeft vaak meerdere functies. Zo heeft grasbekleding de functie om de dijk te beschermen tegen erosie, maar is het ook een biotoop voor flora en fauna en kan het ook nog een landschappelijke functie hebben. Per bouwdeel voert men, per functie, een analyse uit welke oorzaken er zijn van het falen van een bouwdeel. Duidelijke omschrijving van de oorzaken is nuttig bij het bepalen van de onderhoudstrategie en onderhoudsmaatregel. Voor het analyseren van faalvormen kan gebruik gemaakt worden van eigen expertise en de 'Wiki Noodmaatregelen' (http://v-web002.deltares.nl/sterktenoodmaatregelen/index.php/Hoofdpagina).
Het zal duidelijk worden dat bouwdelen vaak invloed hebben op meer dan één functie. Dit is afhankelijk van de gekozen prestaties.

Bijvoorbeeld: Een sloot aan de binnenzijde van de waterkering heeft veiligheids-, landschaps- en natuurfunctie. Hieruit volgen verschillende prestatiegrenzen. Voor de landschapsfunctie zijn streefbeelden beschreven waarin grenzen aangaande het uiterlijk beschreven zijn, terwijl de veiligheidsfunctie grenzen stelt aan het watervoerende vermogen en daarmee het profiel van de sloot. Vanuit de natuurfunctie van de sloot zijn grenzen gesteld aan het minimale zon indringing in het biotoop voor voldoende zuurstof productie en daarmee aan de maximale oppervlakte begroeiing van het wateroppervlak. Bij alle drie de functies zijn andere faalvormen van toepassing die geanalyseerd moeten worden.

Bij geïdentificeerde oorzaken horen ook eigen **gevolgen** of **effecten**. Duidelijke omschrijving van de gevolgen maakt het eenvoudiger om de volgende stap 'Kriticiteit bepalen' uit te voeren en bij het bepalen van de onderhoudstrategie en onderhoudsactiviteit.

Het **bepalen van de kriticiteit** is een combinatie van kans van optreden van de faalvorm vermenigvuldigd met de gevolgen. Immers; 'risico = kans * gevolg'. De kans op falen wordt bepaald vanuit gegevens of vanuit expertise. De gevolgen beoordelen kan op diverse manieren. In deze Handreiking is gekozen om aan de hand van RAMSSHE€P-aspecten (§2.2.2) de gevolgen te beoordelen.

2.2.2 RAMSSHE€PS

Bij het bepalen van de kriticiteit moeten de gevolgen beoordeeld worden om de faalvormen met elkaar te kunnen vergelijken. Er zijn diverse methoden om de gevolgen te beoordelen. Binnen het civiele beheer en onderhoud zijn de methoden RAMS, RAMSHE en RAMSSHE€P (zie ook 'Handreiking prestatiegestuurde risicoanalyses (PRA)', oktober 2016) maatgevend. Waarbij steeds meer aspecten meegenomen worden.
Afhankelijk van de functies van een organisatie en een object wordt de afweging gemaakt tussen de methodes. In deze Handreiking is gekozen om de RAMSSHE€P-methode verder uit te werken.
Vanuit de waterschappen is de behoefte om ook op 'Security' te sturen. Derhalve is een tweede 'S' toegevoegd. Security staat voor beveiliging van objecten of ruimtes en voor beveiliging van elektrische en software systemen.

Daarnaast is vanuit de waterschappen, vooruitlopend op algemene ontwikkelingen, ook de behoefte om op 'Sustainability' te sturen. Derhalve is er een derde 'S' toegevoegd. Sustainability staat voor duurzaamheid, met de betekenis hoe de gevolgen invloed hebben op 'mens en planeet'. Met toevoeging van tweemaal een 'S', leidt dit tot RAMSSHE€PS.

RAMSSHE€PS is een Engelse afkorting van de onderstaande aspecten:

R =	Reliability =	Betrouwbaarheid
A =	Availability =	Beschikbaarheid
M =	Maintainability =	Onderhoudbaarheid
S =	Safety =	Veiligheid
S =	Security =	Beveiliging
H =	Health =	Gezondheid
E =	Environmental =	Leefomgeving
€ =	Economic =	Economisch
P =	Political =	Politiek/Imago
S =	Sustainability =	Duurzaamheid

RAMSHE€P VS. BEDRIJFSWAARDENMATRIX

RAMSHE€P is een algemeen aanvaarde manier om naar de wereld te kijken en gevolgen in te beoordelen. Deze wereld hoeft niet overeen te komen met de wereld zoals een waterschap deze ziet. In een bedrijfswaardenmatrix worden de belangrijkste waarden van het waterschap centraal gesteld. Het is de visie van het waterschap van hoe het naar de wereld wil kijken. Het voordeel van RAMSSHE€P is dat het algemeen geaccepteerd is en geen bestuurlijke goedkeuring behoeft. Iets wat bij een bedrijfswaardenmatrix vaak veel tijd kost. Hiernaast moeten voor een bedrijfswaardenmatrix lastige stappen doorlopen worden. Bij RAMSSHE€P zijn de eerste stappen reeds gedaan.

Het is aan de beheerder en het waterschap om te bepalen of alle of een deel van de RAMSSHE€PS-aspecten in de risicobeoordeling meegenomen worden. Dit zal blijken na de contextanalyse zoals beschreven in §2.1.2 en §2.1.3.

RELIABILITY (BETROUWBAARHEID)

Bij het beoordelen van de gevolgen voor de betrouwbaarheid van een object na het optreden van een faalvorm op bouwdeelniveau, wordt gekeken naar de mate waarin het object nog te vertrouwen is in het uitvoeren van de topfunctie, het keren van het water en voorzien van 'droge voeten' in het achterland. Bij het falen van een weg op de kruin, door een scheur, is de topfunctie beperkt in gevaar. Er wordt dan een lage score gegeven. Bij het afschuiven van het binnentalud van de waterkering is de topfunctie ernstig in gevaar. Deze faalvorm scoort hoog.

FOTO 2-3 **PIPING HEEFT INVLOED OP BETROUWBAARHEID**

AVAILABILITY (BESCHIKBAARHEID)

Bij het beoordelen van de gevolgen voor de beschikbaarheid van een object na het optreden van een faalvorm op bouwdeelniveau, wordt gekeken naar de mate waarin het object nog beschikbaar is voor het uitvoeren van de topfunctie, het keren van het water en voorzien van 'droge voeten' in het achterland. Bij beschadiging aan het wegmeubilair is er geen gevolg voor de beschikbaarheid en scoort men een '0'. Maar is een waterkering nog beschikbaar als de scharnieren van een waterkerende constructie falen? Nee, de waterkerende constructie is niet meer beschikbaar en de faalvorm krijgt dan ook de hoogste score.

MAINTAINABILITY (ONDERHOUDBAARHEID)

Bij het beoordelen van de gevolgen voor de onderhoudbaarheid van een object na het optreden van een faalvorm op bouwdeelniveau, wordt gekeken naar de mate waarin het

object nog onderhouden kan worden en overige bouwdelen op niveau gehouden kunnen worden. Dit gevolg scoort maar bij enkele faalvormen en hier dient dan ook tijdens ontwerp rekening mee gehouden te worden. Een hoge score bij 'maintainability' kan aanleiding zijn tot modificatie.

SAFETY (VEILIGHEID)

Bij het beoordelen van de gevolgen voor de veiligheid van een object na het optreden van een faalvorm op bouwdeelniveau, wordt gekeken naar de mate waarin het object nog veilig te gebruiken is en geen slachtoffers zal maken. Het falen van bekleding zal niet direct gevolgen hebben voor de veiligheid van mensen. Kapot wegmeubilair kan onnodig extra ongelukken bezorgen en scoort daardoor. Een afschuiving kan veel slachtoffers bij gebruikers veroorzaken en scoort hoog.

(CYBER)SECURITY (BEVEILIGING)

Bij het beoordelen van de gevolgen voor de (elektrotechnische) beveiliging van een object, wordt gekeken naar ongewenst menselijk handelen dat de veiligheid die geboden moet worden in gevaar brengt. Is een object nog veilig aan te sturen of te bedienen, is een object nog voldoende beschermd, voel je je nog veilig na het optreden van het risico? Bij bedreigingen op dit aspect moet gedacht worden aan risico als vandalisme en inbraak in elektrotechnische- en softwaresystemen.

FOTO 2-4 **INVLOED VAN DISTELS OP DE OMGEVING**

HEALTH (GEZONDHEID)

Bij het beoordelen van de gevolgen voor de gezondheid van mens en dier in de omgeving van een object na het optreden van een faalvorm op bouwdeelniveau, wordt gekeken naar de mate waarin het falen invloed heeft op de gezondheid van mens en dier. Een olielekkage heeft redelijke tot grote gevolgen voor de fauna op de kering en mensen kunnen ook in gevaar komen. Een slechte grasmat heeft geen gevolgen voor de gezondheid van mens en dier en scoort helemaal niet.

ENVIRONMENTAL (OMGEVING)

Bij het beoordelen van de gevolgen voor de omgeving van een object na het optreden van een faalvorm op bouwdeelniveau, wordt gekeken naar de mate waarin het object nog zijn maatschappelijke en landschappelijke functie voor de omgeving kan uitvoeren. Bij het falen van een (fiets)pad op een dijk wordt de recreatieve functie beperkt.

ECONOMIC (ECONOMISCH)

Bij het beoordelen van de economische gevolgen na het optreden van een faalvorm op bouwdeelniveau, wordt gekeken naar de mate waarin de faalvorm voor economische schade heeft gezorgd. Hierbij worden uitgaven voor herstel vanwege het falen buiten beschouwing gelaten. Het falen van wegmeubilair heeft geen directe economische schade als er lokaal geen toeristische functie vervuld wordt. Het falen van de grasmat heeft geen directe economische schade. Het falen van wegen levert economische schade voor de gebruiker die nu niet meer of beperkt gebruik kan maken van de weg.

POLITICS (POLITIEK/IMAGO)

Bij het beoordelen van de politieke gevolgen of het imago van de organisatie na het optreden van een faalvorm op bouwdeelniveau, wordt gekeken naar de mate waarin het politieke orgaan of de organisatie imagoschade oploopt. Bij het falen van een bouwdeel kunnen de feitelijke gevolgen de media halen en leiden tot imagoschade. Bij een afschuiving is de kans op negatieve aandacht groot en mogelijk groots. Dit zal hoog scoren.

SUSTAINABILITY (DUURZAAMHEID)

Bij het beoordelen van de gevolgen voor de duurzaamheid na het optreden van een faalvorm op bouwdeelniveau, wordt gekeken naar de mate waarin de mens en natuur geschaad worden en een duurzaam voortbestaan mogelijk is. Bij het falen van asfaltbekleding komt losliggend asfalt in de omgeving terecht. Dit scoort hoog.

2.2.3 RAMSSHE€PS-MATRIX

De RAMSSHE€PS-aspecten vormen samen de onderwerpen van de RAMSSHE€PS-matrix. In de RAMSSHE€PS-matrix staan alle aspecten met daarbij een onderverdeling van de mate waarin een aspect beïnvloed wordt. In de Handreiking is er voor gekozen om de aspecten in vier gevolgklasse onder te verdelen van weinig tot veel invloed, score 1 tot 4. De kansklasse is opgedeeld in 5 klassen:

1. Verwaarloosbaar
2. Klein
3. Middelmatig
4. Groot
5. Zeker

Om objectiever de kans in te schatten kan de kansklasse verder gedefinieerd worden door een bereik te bepalen per klasse. Het bereik kan bijvoorbeeld opgedeeld worden in klassen met een periode tot falen, bijvoorbeeld:

1. *Het falen wordt binnen 1 jaar verwacht*
2. *Het falen wordt tussen 1 en 3 jaar na nu verwacht*
3. *Het falen wordt tussen 3 en 6 jaar na nu verwacht*
4. *Het falen wordt tussen 6 en 20 jaar na nu verwacht*
5. *Het falen wordt na 20 jaar na nu verwacht*

Door te kiezen voor vier gevolgklasse en vijf kansklasse is de complexiteit bewust laag gehouden. Een waterschap kan zelf kiezen om het aantal gevolgklassen per aspect en het aantal kansklassen aan te passen. Hoe meer klassen, hoe complexer het opstellen van de matrix en hoe preciezer de inschatting moet zijn van de gevolgen.

In bijlage 6 is een voorbeeld RAMSSHE€P-matrix toegevoegd (Rijkswaterstaat). Dit is een richtinggevend voorbeeld en dient aangepast te worden naar de kenmerken van het waterschap dat het gaat gebruiken. In bijlage 7 is een voorbeeld RAMSSHE€PS-matrix toegevoegd die meer aansluit op de waterschappen en waar 'Sustainability' in verwerkt is. De waterkeringbeheerder kan de teksten in de matrix inhoudelijk aanpassen naar aanleiding van de contextanalyse en/of bedrijfswaardenanalyse (§2.1.1). Evenzo worden de schalen in de matrix aangepast naar de risicobereidheid van het waterschap. Dit aanpassen kan door de teksten aan te passen (bijvoorbeeld € 10.000,- naar € 20.000,-), maar ook door een kolom in zijn geheel een trede naar boven of beneden te schuiven en een nieuwe schaal te beschrijven.
Tijdens het gebruik van de matrix of vanwege veranderende perceptie zal herijken van de matrix noodzakelijk zijn en moet de matrix geëvalueerd worden. Het is raadzaam om dit jaarlijks uit te voeren (§7.4).

Door gebruik te maken van de RAMSSHE€PS-matrix kunnen faalvormen beoordeeld worden op kriticiteit. Afhankelijk van de gebruikte rekenmethode wordt de totale risicoscore bepaald. In het onderstaand tabel zijn als voorbeeld de RAMSSHE€PS scores van een fictieve faalvorm weergegeven. Bij het bepalen van de risicoscore is gebruikt gemaakt van de volgende rekenmethode: Faalkans*maximale RAMSSHE€PS score : 4*3=12

TABEL 2-1 FICTIEVE RAMSSH€EPS BEOORDELING

Faalkans	R	A	M	S	S	H	€	E	P	S	Risicoscore
4	0	0	0	1	0	0	3	0	1	2	12

Een andere veel gebruikte rekenmethode is :
Faalkans*som van de RAMSSHE€PS scores : 4*(0+0+0+1+0+0+3+0+1+2)=28
Een gehele FMECA met RAMSSHE€PS-beoordeling voor het bouwdeel teensloot is als voorbeeld in bijlage 8 weergegeven.

Door het invullen van de RAMSSHE€PS-beoordeling van alle bouwdelen ontstaat een overzicht van de ernst van de faalvormen. Met het inzicht in de risicoscore wordt direct duidelijk welke faalvormen het meeste impact hebben. Deze hebben prioriteit bij het beheersen van de risico's. Dit heeft invloed op de wijze van beheer en onderhoud, de inspectie- en onderhoudstrategie (§3.2 & §4.1) en de te nemen maatregelen (hoofdstuk 5).

2.3 GEBRUIK MAKEN VAN BEDRIJFSWAARDEN

In de Handreiking is gekozen om de RAMSSHE€PS-methode aan te reiken als methode om de faalvormen te beoordelen op kriticiteit. Hiernaast is het ook mogelijk om de bedrijfswaarden te gebruiken om de kriticiteit te bepalen, in plaats van de RAMSSHE€PS aspecten. Het gebruik van bedrijfswaarden belichten we in deze paragraaf omdat een aantal waterschappen gebruik maken van bedrijfswaarden en een bedrijfswaardenmatrix.

Voor waterschappen met de ambitie om te werken conform ISO55001: Assetmanagement of een certificering ambiëren, is het werken met bedrijfswaarden en een bedrijfswaardenmatrix noodzakelijk. Voor risicogestuurd beheer en onderhoud, zonder verdere toepassing van de

methode Assetmanagement, conform ISO55001, is het niet noodzakelijk om een gehele bedrijfswaardenmatrix op te stellen.

Het gebruik van de bedrijfswaarden als instrument om de kriticiteit te bepalen geeft de mogelijkheid om afwegingen te maken op basis van de bedrijfswaarden en daarmee te sturen op de bedrijfsdoelstellingen en is daarom veel specifieker dan de RAMSSHE€PS -methode.

2.3.1 BEDRIJFSWAARDENMATRIX

De bedrijfswaarden vormen de basis van de bedrijfswaardenmatrix en worden achterhaald met een contextanalyse, zoals beschreven in §2.1.2 en §2.1.3. Bij de bedrijfswaarden moeten de grenswaarde en diverse beoordelingsniveaus van de prestatie beschreven worden. Het samenvoegen van alle bedrijfswaarden met de beoordelingsniveaus leidt tot een bedrijfswaardenmatrix.
De bedrijfswaardenmatrix wordt binnen de FMECA-methode gebruikt om de gevolgen van een faalvorm te scoren en daarmee de kriticiteit te bepalen. Daarmee is het een substituut voor de RAMSSHE€PS-methode.

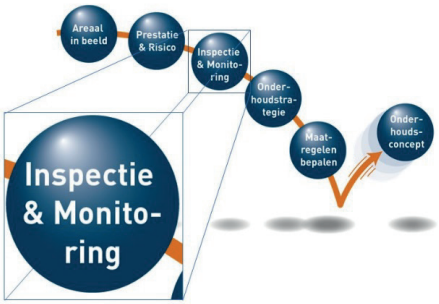
Het maken van een bedrijfswaardenmatrix is een hele uitdaging. Waarden van een waterschap zijn niet altijd rechtstreeks om te zetten naar SMART beschreven onderwerpen. Neem de doelstelling om te voldoen aan de juridische verplichtingen uit de waterwet. Het volstaat niet om een matrix te vullen met voldoet/voldoet niet. De doelstelling moet verfijnd worden tot een niveau waarop meerdere doelstellingen samen de topdoelstelling verwoorden. ‘Droge voeten’, ‘Aantoonbaarheid’, ‘Waterkerende functie’ zijn voorbeelden van doelstellingen voortkomend uit de topdoelstelling. Als op basis van de gehele contextanalyse een overzicht is gecreëerd van de verschillende doelstellingen, moet vervolgens bepaald worden welke doelstellingen meegenomen worden in de matrix en welke afvallen. Vervolgens worden voor alle doelstellingen gradaties en grenswaarden bepaald.
Het zijn veel en lastige stappen en deze worden vaak ook op hogere lagen in de organisatie vastgelegd voordat de bedrijfswaardenmatrix echt gebruikt mag worden. Dit kost veel tijd en inspanning.

Er zijn geen voorwaarden aan de afmeting van een bedrijfswaardenmatrix. Het aantal onderwerpen, gevolgklassen en kansklassen is niet van tevoren vastgelegd en kan per organisatie verschillen. Hou er bij het opstellen van de matrix wel rekening mee dat deze werkbaar moet zijn. Probeer het aantal mogelijkheden, aspecten, klassen en kansen, te beperken om het goed overzichtelijk te kunnen houden. In bijlage 9 staat een voorbeeld bedrijfswaardenmatrix.

2.4 RESULTAAT VOOR DE WATERKERINGBEHEERDER

De belangrijke eerste stappen zijn gezet. Het is inzichtelijk hoe goed het areaal moet presteren om te voldoen aan de wettelijke verplichtingen en om als organisatie goed te functioneren binnen zijn omgeving. Door dit inzicht is het mogelijk gemaakt om te bepalen wanneer een bouwdeel faalt. Dit falen is een ongewenste gebeurtenis, een risico, en heeft negatieve gevolgen voor de organisatie en zijn omgeving. De waterkeringbeheerder heeft inzicht in welke faalvormen de grootste impact hebben op de RAMSSHE€PS-aspecten. Deze hebben prioriteit bij het beheersen van de risico’s. Dit heeft invloed op de wijze van beheer en onderhoud, de inspectie- en onderhoudstrategie en de te nemen maatregelen. Daarmee is de basis gelegd om gericht risicogestuurd de grootste risico’s te beheersen.

3 INSPECTIE & MONITORING



De waterkeringbeheerder moet inzicht hebben in de conditie van het areaal om te kunnen beoordelen of de onderhoudsmaatregelen voldoende zijn geweest om aan de gewenste prestaties te voldoen. Om de conditie inzichtelijk te maken zijn diverse methoden van inspectie en monitoring beschikbaar in de inspectie- en monitoringsketen. Met de resultaten van inspectie en monitoring krijgt de beheerder inzicht in de prestaties en in de bedreigingen. Zodoende kan men tijdig inspectie- en onderhoudsmaatregelen optimaliseren en blijven de areaalprestaties minimaal voldoen aan de gewenste prestaties.

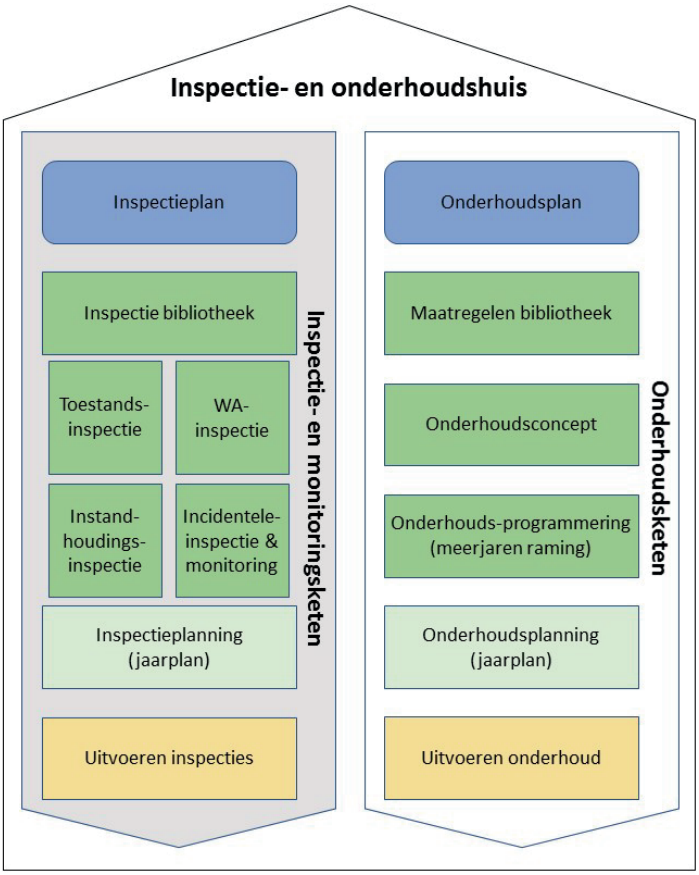
> *Inzicht in de verschillende inspectiesoorten en wat monitoring inhoudt zet aan tot het vorm geven van een 'inspectiestrategie'.*
> *(Waterschap Scheldestromen)*
>
> *Dit hoofdstuk geeft een betere onderbouwing van de inspecties die we nu ook al uitvoeren, en zorgt ervoor dat onze inspecties beter aansluiten bij de gehele systematiek.*
> *(Waterschap Rijn en IJssel)*
>
> *Hier wordt richting gegeven aan het inrichten van een systeem van voorspelbaar onderhoud in tegenstelling tot het huidige 'management by exception'.*
> *(STOWA-werkgroep)*

3.1 INSPECTIE- EN MONITORINGSKETEN

Binnen het Inspectie- en onderhoudshuis zijn twee ketens. Een van de ketens is de 'Inspectie- en monitoringsketen'. Inspectie start met een inspectieplan. Hierin staat beschreven 'hoe' de inspecties ingezet worden. Welke stappen worden doorlopen, wat is er allemaal nodig, wanneer worden planningen opgesteld, waartoe moeten inspecties leiden en wanneer worden analyses en evaluatie uitgevoerd om vervolgens de inspectieplanning te optimaliseren? Antwoorden hierop staan in een inspectieplan.

In dit hoofdstuk geven we inhoud aan de mogelijke vormen van inspectie (§3.2) en monitoring (§3.4) en de mogelijkheid om inspectie- en monitoringsactiviteiten risicogestuurd uit te voeren. Hiernaast wordt er reeds risicogestuurd geïnspecteerd tijdens incidentele inspectie en monitoring (§3.5).

FIGUUR 3-1 INSPECTIE- EN ONDERHOUDSHUIS



3.2 INSPECTIES

Door middel van inspectie krijgt de waterkeringbeheerder inzicht in het presteren van het areaal. Vanuit de inspectieresultaten kan de beheerder beoordelen of dit voldoende is om minimaal te voldoen aan de gewenste prestaties. Tevens geven de resultaten inzicht in de verbetering van de prestaties van de uitgevoerde onderhoudsmaatregelen en wordt verdere degradatie van bouwdelen zichtbaar.

FIGUUR 3-2 SOORTEN INSPECTIE

Er zijn uiteenlopende manieren van inspecteren en doelstellingen die bereikt worden met de diverse inspectiemethoden. Voor het inspecteren van civiele werken en in deze Handreiking specifiek voor waterkeringen worden drie inspectiesoorten onderscheiden:

- WA-inspectie;
- Toestandsinspectie;
- Instandhoudingsinspectie;

Hiernaast kan in een toestandsinspectie 'nader onderzoek' geadviseerd worden om beter inzicht te verschaffen in de toestand (§3.2.4). In bijlage 10 staat een overzicht van diverse inspecties en binnen welke inspectiesoort deze vallen.

3.2.1 WA-INSPECTIE

WA-inspectie is een geplande niet gedetailleerde beperkt gestuurde visuele inspectie van het areaal zonder hulpmiddelen. Zonder hulpmiddelen betekent dat er geen middelen gebruikt worden om een gebrek te achterhalen zoals bijvoorbeeld een hamer, borstel, duimstok, rei, etc. Een tablet, schrijfgerei of fotocamera kunnen wel als hulpmiddel gebruikt worden om de gebreken vast te leggen. Een WA-inspectie dient om de wettelijke aansprakelijkheid van een waterschap te dekken. Door het uitvoeren van een WA-inspectie zal men tijdig calamiteiten en kleine gebreken signaleren om zo de veiligheid van gebruikers te borgen. Daarmee wordt invulling gegeven aan de algemene zorgplicht die de beheerder heeft.

> **MET WA-INSPECTIE WORDT DE AANNEMER NIET GECONTROLEERD**
> Bij een WA-inspectie wordt het presteren van het areaal bekeken en niet het presteren van een aannemer. De uitgevoerde werkzaamheden van een aannemer worden gecontroleerd aan de contractuele eisen. Een WA-inspectie wordt niet ingezet om deze controle uit te voeren.

Het inspecteren van het areaal gebeurt dagelijks door medewerkers in het areaal. De gesignaleerde gebreken worden gemeld via piket/ wachtdienst/ meldingssysteem. Hiernaast kunnen inspecteurs het areaal frequent opnemen. Het levert bevindingen op van bouwdelen en elementen in het areaal die niet voldoen aan de functionele eisen.

Het uitvoeren van de WA-inspectie dekt de waarneembare aansprakelijkheid in het kader van de algemene zorgplicht (Burgerlijk Wetboek boek 6 artikel 174). Tevens kan men met het uitvoeren van de WA-inspectie aantonen dat onderhoudsinspanningen vanuit 'vast cyclisch onderhoud' voldoen aan alle eisen en daarmee aan de gewenste prestatie. Bevindingen moeten dan wel aantoonbaar opgelost worden. Zo wordt ook voldaan aan het continu aantoonbaar voldoen aan de verplichtingen. Bij evaluatie van de onderhoudsconcepten worden door middel van een trendanalyse de bevindingen geanalyseerd en worden zo nodig toekomstige onderhoudsinspanningen aangepast. In hoofstuk 5, 6 en 7 wordt hier verder op ingegaan.

WA-inspectie kan ook risicogestuurd uitgevoerd worden. Een inspecteur let hierbij specifiek op het functioneren/presteren van een risicovol thema.

3.2.2 TOESTANDSINSPECTIE

Een toestandsinspectie is een gedetailleerde visuele inspectie van het areaal, met beperkte hulpmiddelen. De toestandsinspectie heeft als doel om de huidige toestand van het areaal in beeld te krijgen en deze te verifiëren aan de gestelde minimale prestaties en functies van

(onderdelen van) een object. De toestandsinspectie bestaat uit één of meerdere inspecties die gezamenlijk inzicht geven in de toestand van het gehele areaal. De inspecties worden afhankelijk van het onderwerp en object (half)jaarlijks, of een veelvoud hiervan, uitgevoerd. Een toestandsinspectie wordt uitgevoerd door een (ervarings)expert en kan uitgevoerd worden door speciaal opgeleide eigen medewerkers alsmede door extern ingehuurde experts. Van belang is een objectieve blik op het areaal. De toestandsinspectie levert de toestand van bouwdelen, elementen en objecten in het areaal op en bevindingen van bouwdelen en elementen in het areaal die niet voldoen aan de functionele eisen.

Een toestandsinspectie is een momentopname waarmee, vanuit een reeks toestandsinspecties, inzicht in de trends van de toestand van het geïnspecteerde object achterhaald kan worden. Met de toestandsinspectie toont de waterkeringbeheerder aan dat hij in control is voor het functioneren en presteren van het areaal.

Voorbeelden van toestandsinspecties zijn:
- Voorjaarsinspectie;
- Najaarsinspectie;
- Thema inspecties, o.a. naar oeverconstructies;
- Jaarlijkse testsluitingen;
- Grasmonitoring;
- Boom VeiligheidsControle.

Toestandsinspecties kunnen risicogestuurd ingericht worden. Hierbij zijn twee mogelijkheden. Ten eerste kan de inspectiefrequentie van een object aangepast worden naar aanleiding van een update uit de risicoanalyse. Is een object nieuw, dan is de frequentie meestal laag. Zodra de toestand dicht bij het normniveau komt, dan neemt de frequentie toe.

FOTO 3-1 **UITVOERING TOESTANDSINSPECTIE**

Als tweede kan de inhoud van een inspectie aangepast worden. Bij het uitvoeren van een toestandsinspectie kan gericht gekeken worden naar risicovolle bouwdelen, terwijl er minder, tot geen, aandacht uitgaat naar bouwdelen met zeer beperkte risicoscore of waarvan

de toestand de afgelopen jaren heel goed was. Op deze manier haalt men gericht dominante informatie binnen. Deze optimalisatie heeft als voordeel dat het uitvoeren van de inspecties sneller kan en het verwerken van de gegevens wordt sterk verkort. Hiervoor moeten de inspecties intensief voorbereid worden door middel van een bureaustudie. Bij een goede voorbereiding en opvolging van de inspectieorders, leveren de lagere inspectie inspanning en gegevensverwerking ruimschoots meer op dan de extra kosten voor de voorbereiding.

3.2.3 INSTANDHOUDINGSINSPECTIE

Een Instandhoudingsinspectie is een gerichte en planmatig uitgevoerde inspectie voor het selectief verkrijgen van een actueel risicobeeld. De inspectie heeft als doel de onderhoudsprognoses van de onderhoudsmaatregelen (toekomstig groot variabel onderhoud en vervangingen) van een object te valideren en aan te vullen. De uitvoering wordt gedaan door een (ervaringen)expert en kan uitgevoerd worden door speciaal opgeleide eigen medewerkers alsmede door extern ingehuurde experts. Van belang is een objectieve blik op het areaal, voorspellend vermogen van de inspecteur en zijn risicoperceptie. De inspectie wordt uitgevoerd met een lage frequentie van minder dan 1 keer per jaar.

De inspectie levert een actueel beeld op van de risico's en inzicht in toekomstige inspectie- en onderhoudsbehoefte. Daarmee wordt ook inzicht verschaft in de kosten die voorzien zijn voor het in stand houden van het object. Het creëren van een vergezicht met betrekking tot werkzaamheden en kosten gebeurt minimaal voor de WBI toets en derhalve minimaal iedere 12 jaar.

Een instandhoudingsinspectie is op zichzelf al risicogestuurd omdat een risicoactualisatie plaats vindt van bouwdelen die dominant zijn bij het bepalen van aanpassing in de onderhoudsmaatregelen. Bij de inspectie wordt een actueel risicobeeld opgenomen van de bouwdelen die de grootste invloed hebben op het presteren of functioneren van het object onder het normniveau.

Een instandhoudingsinspectie leidt tot een, door de expert opgesteld, meerjarig advies omtrent het economisch optimale en het technisch uiterste moment van uitvoeren van het variabel onderhoud met een kostenindicatie. Op grond van dit advies maakt de waterkeringbeheerder keuzes en stelt het onderhoudsconcept, instandhoudingsplan en het meerjaren onderhoudsplan bij (zie hoofdstuk 6).

Voorbeelden van instandhoudingsinspecties zijn:
- Hoogte inspectie;
- Constructieve inspectie.

3.2.4 NADER ONDERZOEK

Vanuit toestandsinspecties kan naar voren komen dat het inzicht in een bouwdeel te beperkt is om de actuele risico's voldoende in te schatten. De inspecteur kan niet tot een voldoende onderbouwd advies komen voor dit bouwdeel en adviseert om een nader onderzoek uit te voeren naar de actuele risico's van het bouwdeel. De waterkeringbeheerder beoordeelt het advies en laat desgewenst het nader onderzoek uitvoeren. Afhankelijk van het bouwdeel en de oorzaak van het beperkte advies wordt het soort en de diepgang van het nadere onderzoek uitgezet.

Het resultaat van een nader onderzoek moet zijn dat de risico's duidelijk zijn en een goed advies over de instandhouding afgegeven kan worden.

FOTO 3-2 UITVOEREN NADER ONDERZOEK

3.3 INSPECTEREN MET NEN2767

In hoofdstuk 1 is het areaal geheel gedecomponeerd conform de NEN2767 methodiek. In de NEN2767 zit ook een onderdeel dat zich richt op het uitvoeren van inspecties en dan specifiek het beoordelen van de toestand van een bouwdeel. Voor deze Handreiking risicogestuurd beheer en onderhoud is er voor gekozen om de decompositie en de beoordeling van de toestand van een bouwdeel beide in te richten conform de NEN2767.

Bij het uitvoeren van een inspectie is het object geheel gedecomponeerd tot op bouwdeelniveau. Hierdoor kan de inspecteur ook tot op dit niveau zijn oordeel vormen over de toestand. Dit doet de inspecteur binnen ieder inspectievak opnieuw.
Bij de inspectie worden bouwdelen beoordeeld. De beoordeling van de staat van een bouwdeel gebeurt aan de hand van drie parameters:

- Omvang
- Intensiteit
- Ernst

Hierbij bepaalt de inspecteur de waarde voor alle drie de parameters. Via een omrekenmatrix volgt een daaruit voortvloeiende conditiescore.
In tabel 3-1 is de omrekenmatrix conform de NEN 2767 weergegeven.

TABEL 3-1 **OMREKENMATRIX OM DE CONDITIESCORE TE BEPALEN**

		Omvang				
Ernst	**Intensiteit**	**< 2 %**	**2% tot 10 %**	**10 % tot 30 %**	**30 % tot 70 %**	**≥ 70 %**
Gering	Beginstadium	1	1	1	1	2
	Gevorderd stadium	1	1	1	2	3
	Eindstadium	1	1	2	3	4
Serieus	Beginstadium	1	1	1	2	3
	Gevorderd stadium	1	1	2	3	4
	Eindstadium	1	2	3	4	5
Ernstig	Beginstadium	1	1	2	3	4
	Gevorderd stadium	1	2	3	4	5
	Eindstadium	2	3	4	5	6

Score	Omschrijving	Toelichting
1	Uitstekende conditie	Incidentele gebreken
2	Goede conditie	Incidenteel beginnende veroudering
3	Redelijke conditie	Plaatselijk zichtbare veroudering Functievervulling van bouw- en installatiedelen niet in gevaar
4	Matige conditie	Functievervulling van bouw- en installatiedelen incidenteel in gevaar
5	Slechte conditie	De veroudering is onomkeerbaar
6	Zeer slechte conditie	Technisch rijp voor sloop

De omvang wordt bepaald door de hoeveelheid waarin het gebrek voorkomt ten opzichte van de totale hoeveelheid, uitgedrukt in een percentage, van het bouwdeel of het volume van een bouwdeel dat moet worden vervangen om het gebrek op te lossen. Dit is onderverdeeld in de volgende klassen:

1. < 2 %, het gebrek komt incidenteel voor.
2. 2 % tot 10 %, het gebrek komt plaatselijk voor.
3. 10 % tot 30 %, het gebrek komt regelmatig voor.
4. 30 % tot 70 %, het gebrek komt aanzienlijk voor.
5. ≥ 70 %, het gebrek komt algemeen voor.

De intensiteit wordt bepaald door de mate waarin het gebrek zich ontwikkeld heeft. Dit is onderverdeeld in de volgende klassen:

1. Beginstadium, het gebrek is nauwelijks waarneembaar.
2. Gevorderd stadium, het gebrek is duidelijk waarneembaar.
3. Eindstadium, het gebrek is zeer duidelijk waarneembaar en kan niet of nauwelijks toenemen.

De ernst wordt bepaald door de mate van invloed van het gebrek op het functioneren van het bouwdeel.
Dit is onderverdeeld in de volgende klassen:

1. Gering.
2. Serieus.
3. Ernstig.

Indien tijdens de inspectie de omvang en/of de intensiteit niet bepaald kan worden, dan dient nader onderzoek uitgevoerd te worden om de conditie te kunnen bepalen.

In bijlage 11 zijn screenshots zichtbaar van het resultaat van een toestandsinspectie bij Waterschap Brabantse Delta, waarbij de NEN 2767 gebruikt is. Het laat zien hoe individuele waarnemingen grafisch inzichtelijk worden gemaakt.

De veelgebruikte Digigids bevat ook een methode om bevindingen te beoordelen. In de Digigids zijn intensiteit, ernst en omvang samengevoegd naar één score; het inspectieoordeel (goed, redelijk, matig, slecht). Het is derhalve niet mogelijk om een 'omnummertabel' te maken voor Digigids score naar NEN2767 score.
De in hoofdstuk 1.3 genoemde werkgroep heeft ook de opdracht om de Digigids een plek te geven in de NEN2767 en te kijken naar mogelijkheden om scores vanuit de Digigids te vertalen naar de NEN2767 beoordeling.

3.4 MONITORING

Bij risicovolle situaties is het noodzakelijk om continu op de hoogte te zijn van de stand van zaken. Deze informatiebehoefte wordt niet gegenereerd met een geplande inspectie; hiervoor gaat men monitoren.
Monitoring is een methode van inspectie met een zeer hoge frequentie of continue meting met sensoren. Monitoring doet men niet alleen bij risicovolle situaties die ontstaan door kenmerken van de jaargetijden, bijvoorbeeld hoogwater in het voorjaar, droogte in de zomer of na het optreden van risico's zoals een aanvaring van het dijklichaam, maar ook bij bouwdelen waar een sensor continu de werking of andere kenmerken meet. Het gaat hierbij vaak om metingen aan elektrische installaties, maar het kan ook toegepast worden op civiele kunstwerken door het toepassen van rekstrookjes, trillingmeters, etc.

Continumonitoring wordt ook ingezet als dit goedkoper is dan frequent inspecteren en het falen te risicovol is om alleen onderhoud te plegen op basis van storingsmeldingen.

3.5 INCIDENTELE INSPECTIE EN MONITORING

De waterschappen kennen de grote risicovolle situaties en hebben calamiteitenscenario's uitgewerkt en calamiteitenplannen klaarliggen om deze situaties te lijf te gaan. Onderdeel van de calamiteitenplannen is om een waterkering te inspecteren of om over te gaan tot monitoring om de situatie beter in beeld te krijgen. Voorbeelden van deze handeling zijn:

- Droogte inspectie;
- Hoogwater inspectie;
- Hoogfrequente meting peilbuizen.

FOTO 3-3 DIJKWACHT BIJ HOOG WATER

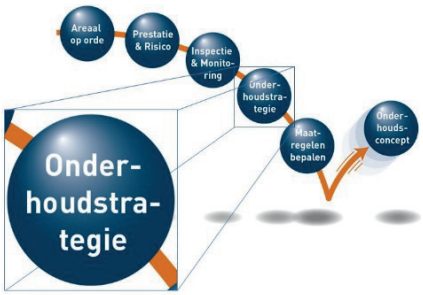
Bron: Hoogheemraadschap Delfland

Deze inspecties zijn er voor grote risicovolle situaties die mogelijk tot calamiteiten leiden. Ze worden risicogestuurd ingezet en er worden op basis van de bevindingen direct maatregelen getroffen om een calamiteit te voorkomen. Incidentele inspectie en monitoring en daaruit voortvloeiende maatregelen zijn het resultaat van risicogestuurd inspecteren. De incidentele inspectie en monitoring worden dan ingezet als beheersmaatregel.
Incidentele inspectie en monitoring leveren over het algemeen geen (structurele) bijdrage aan het risicogestuurd uitvoeren van beheer en onderhoud op de lange termijn. De in te zetten beheersmaatregelen zijn vaak last-minute maatregelen om tijdelijk de kans op falen te verkleinen of de gevolgen te beperken. Bijvoorbeeld het plaatsen van zandzakken of het evacueren van bewoners.

3.6 RESULTAAT VOOR DE WATERKERINGBEHEERDER

Naast de theoretische risico-inventarisatie in hoofdstuk 2 heeft de waterkeringbeheerder nu ook inzicht in de werkelijke actuele toestand van het areaal en de bijbehorende risico's. Het is duidelijk waar het areaal (on)voldoende presteert om aan het normniveau te voldoen. Tevens komen er frequent gegevens binnen die inzicht geven of de gekozen onderhoudsmaatregelen voldoende zijn om het areaal te laten presteren. Er kan gestuurd worden in de meerjarenplanning en de waterkeringbeheerder kan aantonen dat het areaal al dan niet voldoende presteert en functioneert.

4 ONDERHOUDSTRATEGIE



Inzicht in de staat van het areaal, de gewenste prestaties en de bedreigingen bieden een basis om het onderhoud in te richten. De beheerder wil de onderhoudsmaatregelen kosteneffi-ciënt uitvoeren. Hiervoor is het noodzakelijk om te bepalen welke onderhoudstrategie het beste past bij de geïnventariseerde bedreigingen en de inspecteerbaarheid van bouwdelen. De onderhoudstrategie moet bijdragen aan het kosteneffectief behouden en verbeteren van de prestatie van bouwdelen in het areaal.

> *De keuze welk type onderhoud uitgevoerd wordt heeft weer gevolgen voor de inspectiestrategie voor dat onderdeel. Beiden, inspectie en onderhoud, zijn met elkaar verbonden.*
> *(Waterschap Scheldestromen)*
>
> *Onbewust pas je een onderhoudstrategie vaak al toe, maar het is goed om te begrijpen waarom je een keuze maakt voor een bepaalde strategie, aangezien deze gekoppeld is aan de wijze en frequentie van inspecties.*
> *(Hoogheemraadschap Delfland)*

4.1 KIEZEN ONDERHOUDSTRATEGIE TAO, GAO, SAO

Onderhoudstrategie is de manier waarop het onderhoud op het bouwdeel initieel ingezet gaat worden. Er zijn een aantal onderhoudstrategieën met elk hun eigen kenmerken. Hetzelfde geldt voor objecten, elementen en bouwdelen, ze hebben allemaal hun eigen kenmerken. Op basis van de kenmerken van de bouwdelen wordt een passende onderhoudstrategie toegepast. We kennen drie onderhoudstrategieën:

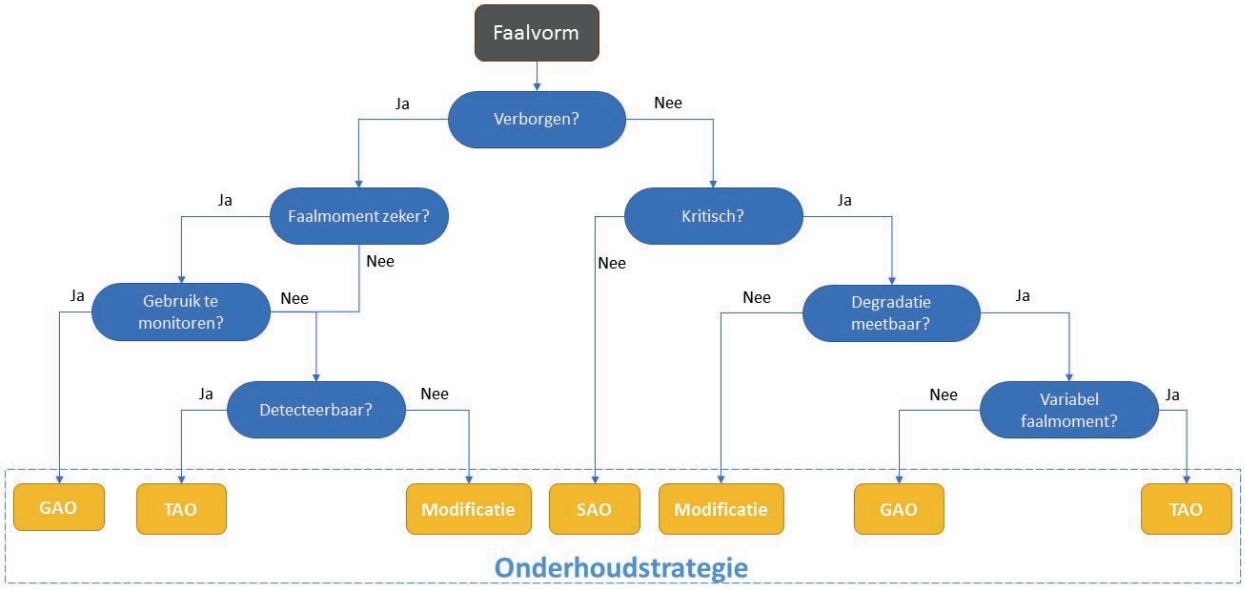
- Toestandsafhankelijk onderhoud (TAO)
- Gebruiksafhankelijk onderhoud (GAO)
- Storingsafhankelijk onderhoud (SAO)

Mocht blijken dat geen van deze onderhoudstrategieën leidt tot voldoende presteren, dan kan men ook nog kiezen voor ‘modificatie’, ook wel ‘ontwerp aanpassen’.

> **ONDERHOUD VAN PALEN MET VERKEERSBORD**
> Palen kunnen scheef gaan staan. Het bijhouden hoe schuin de paal staat, 3 of 4 graden uit het lood, bij een inspectie is niet interessant. Er is geen algemene regel volgens welke degradatiecurve een paal schuin gaat staan. Het onderhoud wordt derhalve uitgevoerd conform SAO. Als de scheefstand te groot blijkt in een (WA)inspectie, wordt dit hersteld. Het bord op de paal daarentegen verliest in de loop der tijd wel zijn reflectiewaarde. Het verloop hiervan is te volgen en redelijk voorspelbaar. Hiervoor wordt het onderhoud conform TAO uitgevoerd. Binnen een element kan per bouwdeel dus een andere onderhoudsstrategie gevolgd worden.

Bij een waterkering zou het vreemd zijn om alle bekleding iedere 10 jaar te vervangen (GAO) omdat een deel niet meer voldoende functioneert. Het is logischer om de toestand te inspecteren en bij (bijna) onvoldoende presteren lokaal te herstellen (TAO). Voor het kiezen van de juiste onderhoudstrategie kan de determinatietabel in figuur 4-1 gevolgd worden. De strategie wordt per bouwdeel vastgesteld.

FIGUUR 4-1 ONDERHOUDSTRATEGIE BEPALEN

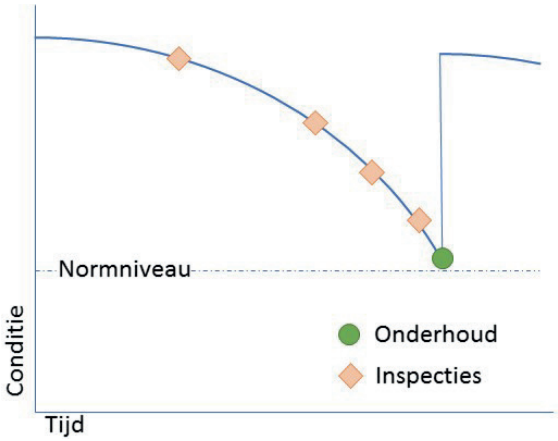


4.1.1 TOESTANDSAFHANKELIJK ONDERHOUD (TAO)

Onderhoud uitvoeren als vanuit inspectie naar voren komt dat de prestatie of het functioneren het normniveau nadert en het effect bij falen groot is. Het volgen van deze strategie heet 'toestandsafhankelijk onderhoud' ook wel TAO.

Bij TAO is het noodzakelijk om het degradatieverloop goed te volgen door middel van inspecties. Het is dan mogelijk om het onderhoud uit te voeren voordat het normniveau gepasseerd is. In dit geval worden vanuit TAO dan 'preventieve maatregelen' ingepland. Deze worden uitgevoerd nog voordat het object, element of bouwdeel faalt. Indien het falen een laag risico heeft, kan men er ook voor kiezen om vanuit inspectie pas onderhoud uit te voeren na het passeren van het normniveau. Dit is dan 'correctief onderhoud'.

FIGUUR 4-2 TAO DEGRADATIECURVE



De meeste bouwdelen van een waterkering vallen onder TAO. Om het degradatieverloop van deze bouwdelen goed inzichtelijk te hebben, moeten de bouwdelen frequent geïnspecteerd worden, (half)jaarlijks. Bij voorspelbaar degradatiegedrag kan de frequentie aangepast worden naar aanleiding van de bekende conditie. Hoe dichter de conditie het normniveau nadert, hoe hoger de inspectiefrequentie. Hiermee ontstaat een risicogestuurde inspectieplanning waarin risicovolle bouwdelen frequenter geïnspecteerd worden dan andere bouwdelen.

FOTO 4-1 **TOESTAND VAN ASFALT KAN GOED BEOORDEELD WORDEN**

Het onderhoud van asfalt(bekleding) is geschikt voor TAO. Degradatieverloop en degradatiebeelden zijn bekend, waardoor bij signalering van degradatiebeelden nabij het normniveau onderhoud ingepland kan worden.

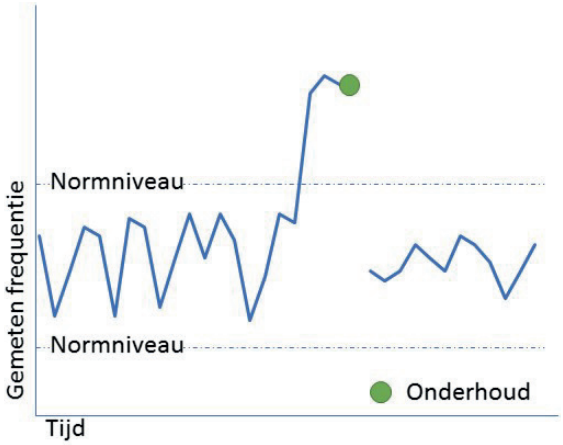
Naast het (half)jaarlijks uitvoeren van inspecties kan TAO ook uitgevoerd worden op basis van detectiemetingen. Hierbij wordt de inspectie uitgevoerd door detectieapparatuur die hoogfrequent metingen uitvoert. Dit wordt veelal toegepast als een bouwdeel verborgen (niet zichtbaar) is, maar wel karakteristieken vertoont die gemeten kunnen worden en die degradatie van een bouwdeel of element kenmerken. Het onderhoud bestaat dan uit preventieve maatregelen op basis van de detectiemeting. Dit geldt bijvoorbeeld voor de toename van trillingsfrequentie bij de slijtage van een verborgen lager.

Hierbij zijn er nog twee situaties waarin detectiemetingen aantrekkelijk zijn.

Als een bouwdeel niet voorspelbaar faalt en snel ingrijpen wenselijk is. Dit geldt bijvoorbeeld voor pompen en diverse andere elektrische installaties. Dit is aantrekkelijk omdat er automatische meldingen binnen komen van niet/beperkt functioneren.

Als tweede kan het continu monitoren van bouwdelen een financieel aantrekkelijk alternatief zijn voor het inwinnen van degradatiegegevens/de actuele toestand vanuit inspecties. Vanuit hoogfrequente metingen kan de toestand op afstand bepaald worden. Het optimale onderhoudsmoment kan dan nog beter ingeschat worden. Dit is TAO met detectie.

FIGUUR 4-3 TAO OBV DETECTIE

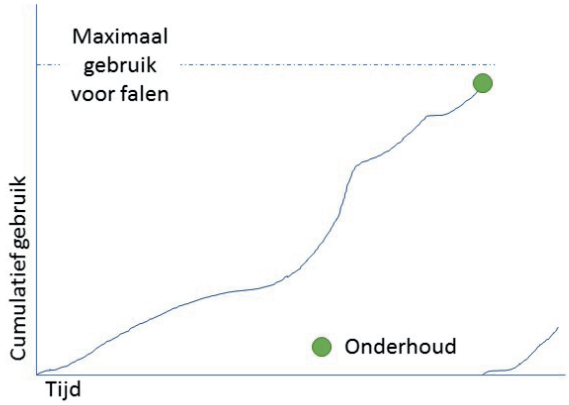


4.1.2 GEBRUIKSAFHANKELIJK ONDERHOUD (GAO)

Onderhoud uitvoeren als het bouwdeel een vooraf vastgesteld aantal gebruikscycli of gebruiksuren doorlopen heeft en het effect van falen groot is. Het volgen van deze strategie heet 'gebruiksafhankelijk onderhoud' ook wel GAO. Bij GAO is het van belang om zekerheid te hebben over de voorspelbaarheid van het moment van falen, waarbij bekend is na welk gebruik het bouwdeel faalt. Tevens is het noodzakelijk om het gebruik te kunnen meten en bij te houden. Bij het bereiken van het vooraf gestelde maximaal gebruik wordt door middel van een preventieve maatregel het onderhoud uitgevoerd voordat het bouwdeel faalt.

Het onderhouden van de grasmat is geschikt voor GAO. Het is bekend hoe snel het gras groeit bij algemene kenmerken zoals hoeveelheid zon en neerslag. Hierdoor kunnen we goed inschatten met welke tussenpozen het gras gemaaid moet worden.

FIGUUR 4-4 GAO CUMULATIEF GEBRUIK



Lagers van een gemaal zijn geschikt voor GAO. De lagers slijten bij ieder gebruik en er is bekend na hoeveel rotaties of draaiuren de lagers vervangen moeten worden om de bedrijfsze-

kerheid van het gemaal te garanderen. Bij het bereiken van ongeveer 95% van het totaalaantal draaiuren wordt het vervangen van de lagers ingepland.

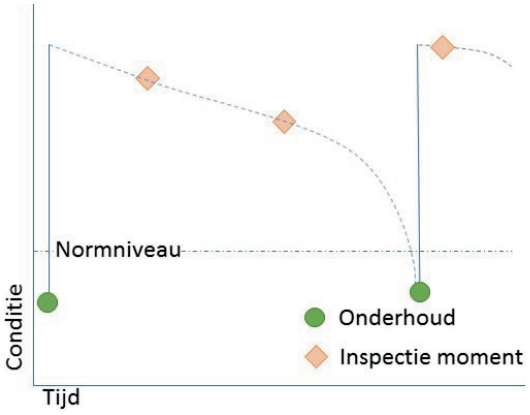
Ook openbare verlichting is geschikt voor GAO. Van lampen is het bekend hoeveel branduren deze mee gaan. Na ongeveer 95% van het aantal branduren worden alle lampen vervangen in een remplace.

Nota bene: Bij het uitvoeren van onderhoud 'onder behoud van aanspraken op de garantie' (§5.5.1), wordt door de leverancier/fabrikant vaak GAO voorgeschreven, echter hoeft GAO in deze gevallen niet per se de meest aangewezen onderhoudstrategie te zijn. Het is aan de beheerder om te beslissen of het voorgeschreven onderhoudsregime en daarmee de garantie prevaleert ten opzichte van de kostenefficiëntie van de logische onderhoudstrategie op basis van faalvorm.

4.1.3 STORINGSAFHANKELIJK ONDERHOUD (SAO)

Onderhoud uitvoeren als een bouwdeel reeds gefaald heeft en het effect van het falen een klein effect heeft op het functioneren van het bouwdeel en het moment van falen niet/moeilijk voorspelbaar is. Het volgen van deze strategie heet 'storingsafhankelijk onderhoud'. Bij SAO is het van belang dat de reserveonderdelen, bijvoorbeeld grond, klei of stortsteen (snel genoeg) beschikbaar zijn en de maatregel eenvoudig te treffen is, zodat de functievermindering binnen afzienbare tijd kan worden verholpen. Het uitvoeren van onderhoud na het signaleren van overschrijden van het normniveau is 'correctief onderhoud'.

FIGUUR 4 5 SAO FICTIEVE CURVE



Om SAO uit te voeren moeten er bevindingen binnen komen van bouwdelen die falen. Deze bevindingen komen voort uit:

- De WA-inspectie;
- Toestandsinspecties;
- Meldingen van gebruikers.

Maatregelen voortkomend uit SAO worden meegenomen in de dagelijkse onderhoudsmaatregelen. Een werkploeg kan in het areaal adequaat de bevinding verhelpen. Dit is niet altijd kosteneffectief en heeft mede als gevolg dat de veiligheid van het areaal onvoldoende continu aangetoond kan worden. Om te voldoen aan de Zorgplicht is het zorg om SAO als onderhoudstrategie te beperken.

FOTO 4-2 SAO WANT: NIET VERBORGEN EN NIET KRITISCH VOOR DE FUNCTIE

Het herstellen van een (klein) spoelgat (erosieafslag) en zonnebrand in basaltbekleding is geschikt voor SAO. De herstelmaatregelen zijn snel te organiseren, het falen heeft beperkt invloed op het functioneren van het bouwdeel en het is van tevoren zeer moeilijk om aan te geven waar een spoelgat gaat ontstaan. Preventief onderhoud is in deze vrijwel onmogelijk. Bij herhaaldelijk terugkeren van een spoelgat moet modificatie in overweging genomen worden.
SAO is ook van toepassing op bouwdelen die niet degraderen zoals van tevoren aangenomen. Zo kunnen bouwdelen bijvoorbeeld falen als gevolg van vandalisme (graffiti, brandstichting), falen ruim voor de reguliere 100% van de gebruikstijd of rijsporen door plaatselijke overbelasting.

4.1.4 ONTWERP AANPASSEN, MODIFICATIE

Aanpassen van het ontwerp of uitvoering is vanuit het oogpunt van beheer en onderhoud geen onderhoudsmethode, maar een noodgreep bij bestaande objecten om het mogelijk te maken het bouwdeel te onderhouden conform een strategie waarmee wel zicht is op het moment van falen. Het is een noodgreep omdat de waterkeringbeheerder kosten moet maken die zich niet direct terugbetalen. Wel krijgt de beheerder er aantoonbaarheid en controle voor terug. Een waterkeringbeheerder zal deze stap alleen overwegen indien het effect van falen groot is, het moment van falen onzeker is en de conditie van het bouwdeel slecht/niet te bepalen is. Het is van belang dat bij het ontwerpen van aanpassingen aan een waterkering of bij het ontwerpen van een nieuwe waterkering er aandacht is voor de onderhoudstrategie. Het ontwerp moet zodanig zijn dat er geen herontwerp of modificatie noodzakelijk is tijdens de levensduur.

> Modificatie moet niet verward worden met vervanging vanuit een toestandsinspectie. Bij vervanging ontstaat direct meerwaarde vanuit de investering. Bij vervanging is het tevens mogelijk om direct het ontwerp aan te passen zodat het onderhoud in de toekomst met een kosteneffectieve strategie uitgevoerd kan worden. Een vervangingsmoment kan wel een goed moment zijn om modificatie door te voeren.

Bij het uitwerken van een waterkeringontwerp zitten diverse veiligheidscoëfficiënten in de berekeningen om de kans van falen zo sterk te reduceren dat het risico op falen klein is. Maar met veranderingen van omgevingsfactoren, zoals het klimaat, kunnen uitgangspunten veranderen. Bij klimaatverandering bijvoorbeeld: de maatgevende waterstanden en de frequentie van hoogwaterstanden. Het risico neemt hiermee toe. Omdat de faalvormen niet zichtbaar en niet meetbaar zijn, kan de waterkering falen zonder waarschuwing. Zoals in figuur 4-1

aangegeven, is herontwerp of modificatie dan noodzakelijk geworden. In dit geval is er geen sprake van degradatie maar van veranderende omstandigheden die leiden tot ingrijpen van de waterkeringbeheerder. Na modificatie is het risico weer laag en kan de onderhoudstrategie SAO weer aangenomen worden.
Het aanpassen van een constructie is vaak een kostbare aangelegenheid, waar vaak onvoldoende financiële middelen beschikbaar zijn om de constructieve aanpassingen toe te passen.

FOTO 4-3 AFSCHUIVING DOOR ONZICHTBAAR FALEN

Bij aanpassen van het ontwerp moet rekening gehouden worden met lagere cyclische onderhoudskosten omdat na herontwerp het bouwdeel risicogestuurd onderhouden kan worden. Hierdoor schuift het 'break even point' naar voren en kan het aantrekkelijk worden de investering te doen met lagere onderhoudsuitgaven in het vooruitzicht en aantoonbare controle.

Bouwdelen met onderhoudstrategie 'Modificatie', worden meestal niet direct aangepakt. Falen wordt op basis van SAO verhopen. Door middel van storingsanalyses worden de oorzaken in beeld gebracht en kunnen weloverwogen keuzes gemaakt worden over hoe en wanneer in te grijpen.

Vanuit een storingsanalyse kan blijken dat een spoelgat vaak terugkeert. Als uit oorzaakanalyse duidelijk wordt dat de oorzaak terugkerend is, kan doelgericht een oplossing bedacht worden. Mogelijke aanpassing is bijvoorbeeld het aanbrengen van een spoelgoot.

4.2 RESULTAAT VOOR DE WATERKERINGBEHEERDER

Het onderhoud wordt afhankelijk van de karakteristieken van de bouwdelen. Hierdoor kan de waterkeringbeheerder gerichter onderhoudsmaatregelen uitvoeren en het presteren van het areaal onder controle krijgen en houden. Een groot deel van de onderhoudsmaatregelen verandert van correctief 'brandjes blussen' naar preventief ingrijpen. De waterkeringbeheerder heeft inzicht in welk soort onderhoud uitgevoerd moet worden om aantoonbaar het areaal te laten voldoen aan de gestelde prestaties. En door duidelijke keuzes en een risicogestuurde aanpak verlagen de cyclische onderhoudskosten.

5 MAATREGELEN BEPALEN

De waterkeringbeheerder is alleen daadwerkelijk in control voor zijn areaal als de juiste onderhoudsmaatregelen aantoonbaar uitgevoerd worden. Op basis van de strategie bepaalt de beheerder een passend onderhoudsregime. Moeten bijpassende onderhoudsmaatregelen preventief of juist correctief ingezet worden en op basis van welke informatie? Het is essentieel om dit te beantwoorden om kostenefficiënt onderhoudsmaatregelen te bepalen en in control te zijn voor het areaal.

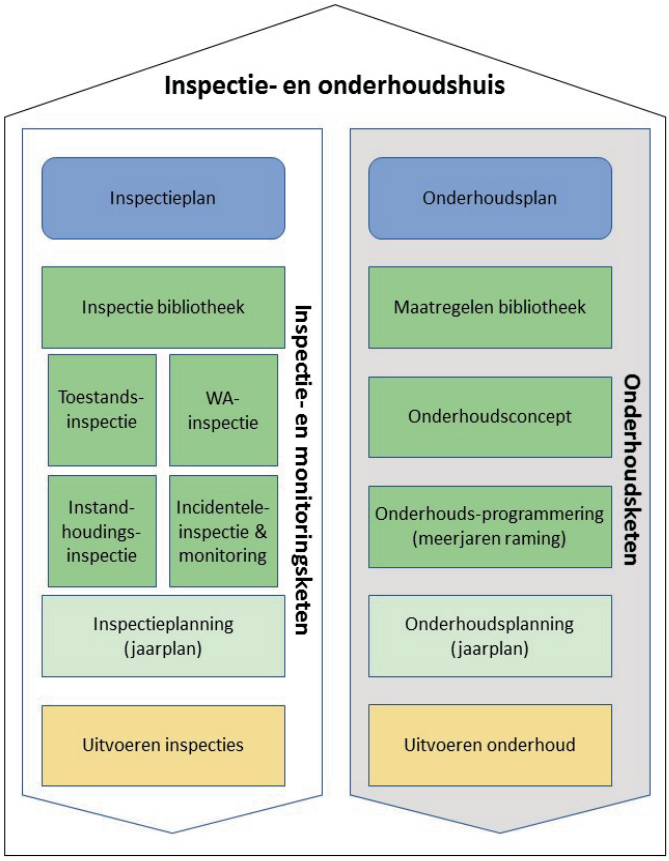
> *Door te begrijpen waar een onderhoudsmaatregel kan worden geplaatst en waarom die maatregel moet worden uitgevoerd (risicogestuurd) kom je mogelijk wel tot andere keuzes dan voorheen. Keuzes die meer gericht zijn op het beheersen van de risico's, kosten en prestaties.*
> *(Hoogheemraadschap Delfland)*
>
> *Een meer gestandaardiseerde vorm van onderhoudsmaatregelen maakt het mogelijk om sneller te handelen en de effectiviteit van de maatregel in de loop van de jaren te bepalen. Vastlegging van de maatregel maakt het mogelijk om beter bij te sturen.*
> *(Waterschap Rijn en IJssel)*
>
> *Omdat je van tevoren onderhoudsmaatregelen bepaalt, kun je sneller en uniformer handelen in gelijke situaties.*
> *(STOWA-werkgroep)*

5.1 ONDERHOUDSKETEN

De onderhoudsketen van het 'Inspectie- en onderhoudshuis' start met het opstellen van een onderhoudsplan. Hierin staat beschreven 'hoe' het onderhoud ingezet wordt. Welke stappen worden doorlopen, wat is er allemaal nodig, wanneer worden planningen opgesteld, waartoe moet het onderhoud leiden en wanneer worden analyses en evaluatie uitgevoerd om vervolgens het onderhoud te optimaliseren? Antwoorden hierop staan in een onderhoudsplan. Hier staat ook genoteerd dat er risicogestuurd gewerkt wordt en er staat bijvoorbeeld een verwijzing naar deze Handreiking voor extra invulling van de te doorlopen stappen.

Het bepalen van de onderhoudsmaatregelen is de laatste stap naar het opstellen van een onderhoudsconcept (hoofdstuk 6). Bij het bepalen van de onderhoudsmaatregelen kan de beheerder gebruik maken van de onderhoudsmaatregelen die standaard toegepast worden (maatregelenbibliotheek, §5.4) en van de 'Wiki Noodmaatregelen', die opgesteld zijn door Deltares. Tevens kan de Handreiking Grasbekleding worden gebruikt voor schadebeelden aan grasbekleding en probleemsoorten.

FIGUUR 5-1 INSPECTIE- EN ONDERHOUDSHUIS

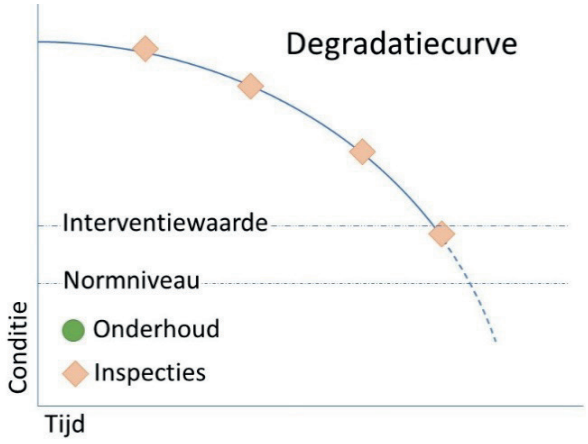


5.2 DEGRADATIECURVE

Een degradatiecurve is een theoretische en neergaande vloeiende lijn waarlangs de conditie van een bouwdeel zich in de tijd beweegt. Bij de meeste bouwdelen is er in de loop van tijd sprake van afname van de prestatie (vegetatie kan zich positief ontwikkelen). Derhalve wordt er gesproken van een 'degradatiecurve'.

Er is niet één degradatiecurve die past bij alle bouwdelen in het areaal. De verschillen hierin hebben bij het bepalen van de onderhoudstrategie reeds geleid tot verschillende onderhoudstrategieën. In figuur 5-2 staat een degradatiecurve die opgesteld is aan de hand van conditiescores bij inspecties. Dit is een karakteristieke degradatiecurve van een bouwdeel dat visueel waarneembaar is.

FIGUUR 5-2 DEGRADATIECURVE

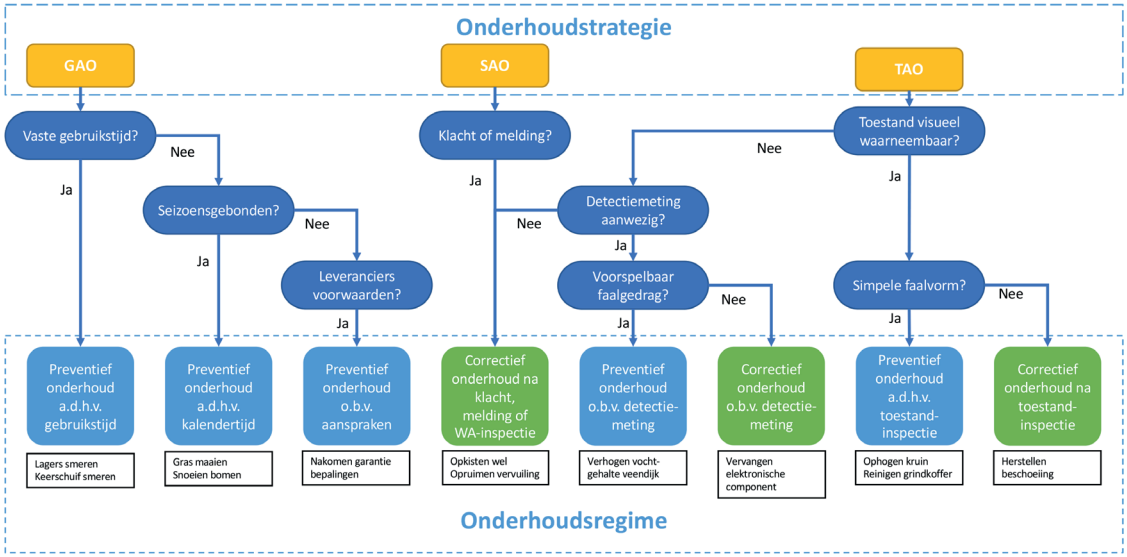


In de grafiek staat het normniveau, de minimumprestatie om te voldoen aan de prestatie-eisen, en de interventiewaarde. De interventiewaarde is de conditiewaarde die de beheerder ingesteld heeft. Deze waarde geeft de grens aan waarboven geen extra onderhoud noodzakelijk geacht wordt. Indien de conditie onder de interventiewaarde zakt, wordt het uitvoeren van onderhoudsmaatregelen gewenst en de onderhoudsmaatregel ingepland, om te voorkomen dat het bouwdeel niet meer voldoet aan de minimum prestatie-eisen.

5.3 VAN STRATEGIE NAAR REGIME

Bij het bepalen van de onderhoudstrategie is rekening gehouden met diverse kenmerken van een bouwdeel (zie §4.1). Voortvloeiend uit de gekozen strategie blijft een beperkt aantal onderhoudsregimes over. Een onderhoudsregime is de gekozen tactiek en geeft richting/regels wanneer onderhoudsmaatregelen uit te voeren. In figuur 5-3 is een keuzeboom weergegeven hoe er vanuit de gekozen strategie een bijpassend regime bepaald kan worden. Hieruit blijkt dat er twee tactieken zijn, preventief en correctief onderhoud, die op meerdere manieren aan de interventiemomenten komen. In bijlage 12 staat een keuzeboom van faalvorm tot het bijpassende onderhoudsregime.

FIGUUR 5-3 ONDERHOUDSTRATEGIE NAAR ONDERHOUDSREGIME



5.4 MAATREGELENBIBLIOTHEEK

Door stap 1 tot en met 5 van het Bollenschema te doorlopen bepaalt men de maatregelen die bijdragen aan de prestatie en de risico's wegnemen. Dit doet men voor ieder onderhoudsvak met bijbehorend onderhoudsconcept. Het is echter inefficiënt om alle stappen geheel te doorlopen per onderhoudsvak. Een bouwdeel heeft immers vaak dezelfde functie, interventieniveau en dezelfde faalvormen. Hierdoor heeft het ook dezelfde onderhoudstrategie, onderhoudsregime en onderhoudsmaatregel. Alleen de RAMSSHE€PS analyse is verschillend en zorgt voor een ander risicoprofiel en andere keuzes van in te zetten onderhoudsmaatregelen. Overige stappen kunnen derhalve meermaals gebruikt worden en terugkeren in ieder onderhoudsvak. Deze uitgewerkte stappen worden in een centrale maatregelenbibliotheek opgeslagen. Bij wijziging in de decompositie of prestatie-eisen wordt de maatregelenbibliotheek bijgewerkt.

5.5 PREVENTIEF ONDERHOUD

De waterkeringbeheerder heeft als doelstelling om het areaal zodanig te laten presteren dat het continu voldoet aan de prestatie-eisen. Om daar zeker van te zijn moet al het onderhoud uitgevoerd worden voordat de normwaarde overschreden wordt. Dit is preventief onderhoud. Preventief onderhoud kan bestaan uit onderhoudsmaatregelen die degradatie vertragen (bijvoorbeeld schoonmaken van conservering) en uit onderhoudsmaatregelen die de conditie kunnen verhogen naar een hoger conditieniveau (bijvoorbeeld opnieuw aanbrengen van conservering en het maaien van gras). Het is aan de waterkeringbeheerder om het preventief onderhoud in te plannen en de kostenafweging te maken tussen onderhoudsmaatregel en toegevoegde waarde.

De beheerder heeft vijf manieren om preventief onderhoud in te plannen:

- Onder behoud van aanspraken;
- Na toestandsinspectie;
- Aan de hand van gebruikstijd;
- Op basis van kalendertijd;
- Op basis van detectiemeting.

5.5.1 ONDER BEHOUD VAN AANSPRAKEN

Bij het opleveren van nieuwe objecten, elementen of bouwdelen kan een garantie meegeleverd worden. Bij de garantie horen garantiebepalingen van de producent, waar de beheerder zich aan moet houden; anders vervalt iedere aanspraak op de garantie. In de garantiebepalingen staat welke onderhoudsinspanning minimaal geleverd moet worden. Deze inspanning zorgt er meestal voor dat onderhoudsmaatregelen uitgevoerd worden voordat de interventiewaarde gepasseerd is. Hier wordt dan gesproken van preventief onderhoud onder behoud van aanspraken. Dit onderhoud wordt meegenomen in het ‘vast cyclisch onderhoud’.

> **NET ALS BIJ EEN AUTO**
> Het volgen van het onderhoudsboekje van een auto is een voorbeeld van onderhoud onder behoud van aanspraken. Om de 30.000 kilometer olie verversen of ieder jaar (preventief onderhoud/GAO) en de banden maandelijks op spanning houden (preventief /TAO). Zonder de aanspraken en met een optimaal inzicht in degradatie zou het onderhoud aan je auto er heel anders uit zien.

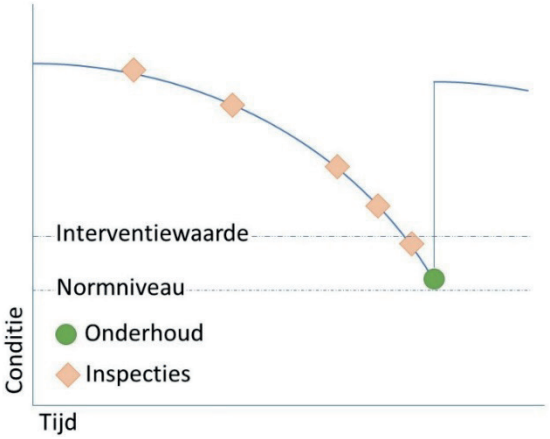
Preventief onderhoud onder behoud van aanspraken wordt meestal toegepast op de volgende bouwdelen: elektrotechnische en werktuigbouwkundige installaties

5.5.2 NA TOESTANDSINSPECTIE

Bij het uitvoeren van toestandsinspecties krijgt men inzicht in de actuele staat van het bouwdeel. Door de staat van het bouwdeel meerdere jaren na elkaar grafisch in beeld te brengen wordt de degradatiecurve inzichtelijk. Hierdoor wordt het duidelijk of en wanneer onderhoudsmaatregelen toegepast moeten worden. Dit kan doordat de conditie reeds onder de interventiewaarde is gezakt, dan wel door de curve te extrapoleren in de tijd. De beheerder kan, op basis van de toestand, tijdig een onderhoudsmaatregel inplannen zodat het bouwdeel niet zal degraderen tot onder het normniveau. Er is dan sprake van preventief onderhoud na toestandsinspectie. De daaruit voortvloeiende onderhoudsmaatregelen worden meegenomen in het ‘variabel onderhoud’. Indien herhaaldelijk onderhoud uitgevoerd moet worden na falen van een risicovol bouwdeel moet de waterkeringbeheerder de inspectiefrequentie verhogen om correctief onderhoud na toestandsinspectie te voorkomen. Zo wordt door

aanpassing van de inspectiefrequentie de onderhoudsinspanning aangepast naar het gewenste onderhoudsregime.

FIGUUR 5-4 ONDERHOUDSMOMENT BIJ PREVENTIEF ONDERHOUD NA TOESTANDSINSPECTIE



Preventief onderhoud na toestandsinspectie wordt meestal toegepast op de volgende bouwdelen: Stenen bekleding, grindkoffers, asfalt, wegmeubilair, beschoeiingen en bij het op hoogte brengen van kruinhoogte.

FOTO 5-1 PREVENTIEF OPHOGEN EN VERVOLGENS INZAAIEN

5.5.3 AAN DE HAND VAN GEBRUIKSTIJDEN

Diverse bouwdelen slijten bij ieder gebruik en hebben een voorspelbaar degradatiegedrag. Zo wordt het mogelijk om in te schatten wanneer de interventiewaarde en het normniveau bereikt worden. Bij het openen en sluiten van een keerschuif slijt de schuif. Het is bekend hoe vaak een keerschuif gebruikt kan worden voordat deze faalt.

De beheerder kan aan de hand van de gebruikskarakteristieken het onderhoud aan de keerschuif preventief inplannen.

Bij bouwdelen waar het gebruik te tellen is en bij een bekend maximum gebruik faalt, is preventief onderhoud aan de hand van gebruikstijden toe te passen.

FIGUUR 5-5 ONDERHOUDSMOMENT A.D.H.V. GEBRUIKSTIJDEN

Preventief onderhoud op basis van gebruikstijden wordt meestal toegepast op de volgende bouwdelen: bewegende mechanische bouwdelen zoals keerschuif, lagers en verlichting.

5.5.4 OP BASIS VAN KALENDERTIJDEN

Niet alle bouwdelen degraderen het hele jaar door met dezelfde snelheid. Indien dit te koppelen is aan de invloeden van seizoensveranderingen kan een onderhoudsregime bepaald worden op basis van kalendertijden. Vegetatie groeit onder invloed van de temperatuur, zonuren en hoeveelheid neerslag. In de maanden april tot oktober zijn deze voorwaarden voldoende aanwezig om functioneel falen te veroorzaken. Het gras groeit. De groei van het gras is redelijk te voorspellen. Er kan derhalve preventief onderhoud op basis van kalendertijen ingepland worden.

FOTO 5-2 MAAIEN IS SEIZOENSGEBONDEN

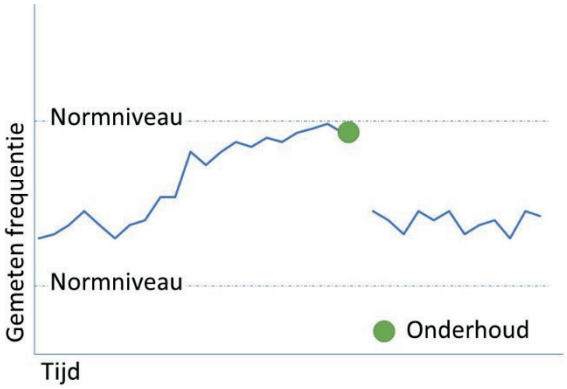
Preventief onderhoud op basis van kalendertijden wordt meestal toegepast op de volgende bouwdelen: Grasmatten, bomen en struiken.

5.5.5 OP BASIS VAN DETECTIEMETING

Indien het falen van een bouwdeel gemeten kan worden met sensoren, kan de toestand van het bouwdeel gemeten worden door middel van detectiemeting. In de praktijk blijkt de praktische toepasbaarheid niet zo eenvoudig en soms ook kostbaar. Vaak wordt een detectiemeting toegepast bij bouwdelen die niet visueel te inspecteren zijn, maar wel karakteristieken vertonen die meetbaar zijn en een indicator zijn van (naderend) falen van een bouwdeel. Het afschuiven van een veendijk ontstaat door het uitdrogen van de dijk. Hierdoor neemt de waterspanning af en kan de dijk afglijden. Met sensoren kan bijgehouden worden wat het

vochtgehalte van de dijk is. Indien deze waarde te laag (richting normniveau) wordt, kan de beheerder onderhoudsmaatregelen treffen om het vochtgehalte te herstellen/verbeteren.

FIGUUR 5-6 PREVENTIEF ONDERHOUD O.B.V. DETECTIEMETING



Een detectiemeting kan continu of met een hoge frequentie gegevens verzamelen. Hiermee krijgt de beheerder goed inzicht in het gedrag van de toestand van het bouwdeel en kan preventief onderhoud uitvoeren.
Preventief onderhoud op basis van detectiemetingen wordt meestal toegepast op de volgende bouwdelen: elektrotechnische installaties en werktuigbouwkundige installaties.

5.6 CORRECTIEF ONDERHOUD

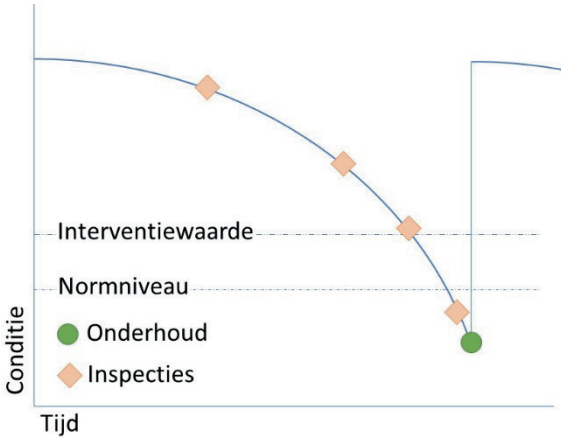
Het onderhoud wordt correctief uitgevoerd als een bouwdeel niet risicovol is, waardoor de inspectiefrequentie onvoldoende is om preventief te handelen, als er sprake is van 'random falen' of als derden een melding of klacht hebben over het areaal. Als professioneel beheerder is het onwenselijk om correctief onderhoud uit te voeren. Correctief onderhoud is namelijk het gevolg van niet geheel in control (kunnen) zijn. Dit brengt een continu risico en ondermijnt de functies van het areaal. Er zijn vier verschillende achtergronden van correctief onderhoud:

- Correctief onderhoud na toestandsinspectie;
- Correctief onderhoud na WA-inspectie;
- Correctief onderhoud na klachten & meldingen derden;
- Correctief onderhoud na detectiemeting.

5.6.1 NA TOESTANDSINSPECTIE

Bij het uitvoeren van toestandsinspecties krijgt men inzicht in de actuele staat van het bouwdeel. Naast de mogelijkheid om preventief onderhoud in te plannen, kunnen bouwdelen ook falen en bij een toestandsinspectie opgemerkt worden. Voor deze bouwdelen wordt vervolgens onderhoud ingepland, zodat deze weer functioneel voldoen. Onderhoud uitvoeren nadat het bouwdeel faalt kan bij ieder bouwdeel voorkomen. Voor risicovolle bouwdelen is dit niet wenselijk. Voor minder risicovolle bouwdelen is het geen probleem dat ze falen en pas bij een (half)jaarlijkse inspectie aan het licht komen.

FIGUUR 5-7 CORRECTIEF ONDERHOUD NA TOESTANDSINSPECTIE



Correctief onderhoud na toestandsinspectie wordt meestal toegepast op de volgende bouwdelen: Meubilair, grasbekleding, oevers en oeverconstructies en bebording.

5.6.2 NA WA-INSPECTIE

Een WA-inspectie dient om de wettelijke aansprakelijkheid van een waterschap te dekken. Door het uitvoeren van een WA-inspectie zal men tijdig calamiteiten signaleren, kleine gebreken tijdig signaleren en de veiligheid van gebruikers te borgen. Met een WA-inspectie wordt het hele areaal algemeen beschouwd en worden plots falende bouwdelen in beeld gebracht. Aan de hand van een risico-inventarisatie wordt bepaald wanneer correctief onderhoud uitgevoerd gaat worden.

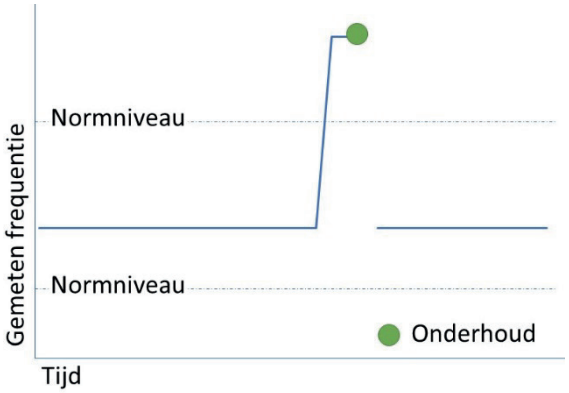
Correctief onderhoud na WA-inspectie wordt liefst zo min mogelijk uitgevoerd, maar is vaak noodzakelijk na extreme weeromstandigheden. Er zijn geen bouwdelen die typisch onderhouden worden na WA-inspectie. Mocht dit wel het geval zijn, dan moet de inspectiefrequentie verhoogd worden.

5.6.3 NA KLACHTEN & MELDINGEN DERDEN

FOTO 5-3 NOODMAATREGEL NA MELDING

Onderhoud naar aanleiding van klachten en meldingen van derden is niet wenselijk. Meldingen, maar met name klachten hebben een negatief effect op het imago en dat is meestal onwenselijk. Meldingen en klachten zijn in de praktijk een aanvulling op de WA-inspecties en worden op dezelfde manier behandeld. Omdat het onwenselijk is om klachten en meldingen te ontvangen, zijn er geen specifieke bouwdelen waar bij het opstellen van het onderhoudsregime de gekozen wordt voor 'correctief onderhoud na klachten en meldingen'. Na het ontvangen van meldingen of klachten worden wel correctieve maatregelen ingezet om deze te verhelpen. In de praktijk komt deze methode wel voor in de vorm van noodmaatregelen bij onverwacht falen.

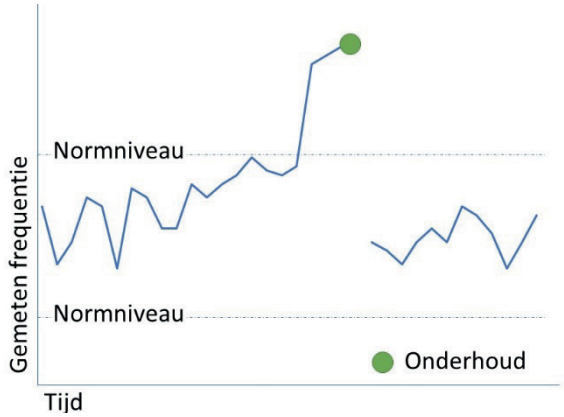
FIGUUR 5-8 CORRECTIEF ONDERHOUD NA DETECTIEMETING



5.6.4 NA DETECTIEMETING

Indien het falen van een bouwdeel gemeten kan worden met sensoren, kan de toestand van het bouwdeel gemeten worden door middel van detectiemeting. Een detectiemeting kan continu of met een hoge frequentie gegevens verzamelen. Hiermee krijgt de beheerder goed inzicht in het gedrag van de toestand van het bouwdeel en kan preventief onderhoud uitvoeren. Echter zijn er ook bouwdelen die plots falen zonder eerst 'slechter' te presteren. Hier kan geen trendlijn uitgezet worden, maar is er sprake van 'random falen'. Bij eenvoudige 'Voldoet'/'Voldoet niet' sensoren is dit bijvoorbeeld het geval. In dit geval wordt dan correctief onderhoud toegepast.

FIGUUR 5-9 CORRECTIEF ONDERHOUD NA DETECTIEMETING



5.7 VAN ONDERHOUDSREGIME NAAR MAATREGEL

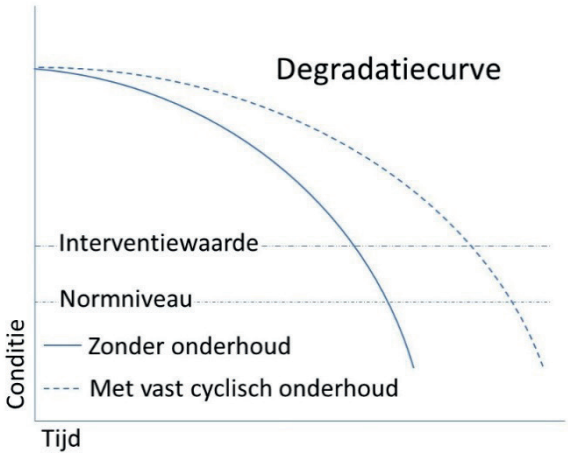
Het onderhoudsregime geeft invulling aan de strategie. Hoe en met welke frequentie wordt de toestand bepaald en wanneer wordt ingegrepen. Maar het zegt nog niets over de in te zetten onderhoudsmaatregel. De onderhoudsmaatregel is afhankelijk van het bouwdeel, het gestelde normniveau en de faalvorm. Per bouwdeel en faalvorm kan de beheerder een onderhoudsmaatregel definiëren, zowel preventief als correctief en de frequentie bepalen. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van de maatregelenbibliotheek (§5.4).

Preventief onderhoud kan men inplannen. Preventief onderhoud bestaat grotendeels uit 'vast cyclische onderhoudsmaatregelen' aangevuld met 'variabel onderhoud' voortkomend uit toestandsinspecties.
De werkzaamheden worden verder aangevuld met correctieve onderhoudsmaatregelen voortkomend uit overschrijding van het normniveau. Deze werkzaamheden worden meestal meegenomen in het dagelijkse vast cyclische onderhoud en zijn niet lang van tevoren in te plannen.
Hiernaast zijn er vervangingen. Dit is in te plannen en wordt ook gezien als onderhoud, maar wordt niet per definitie preventief of correctief ingezet.

5.7.1 VAST CYCLISCH ONDERHOUD

De dagelijkse onderhoudsmaatregelen worden gevuld met onderhoudsmaatregelen die preventief ingepland zijn en met enige regelmaat terugkeren. Deze onderhoudsmaatregelen vormen de basis van het onderhoud en het behoud van de prestaties van het areaal. Tevens worden er maatregelen uitgevoerd die de degradatie vertragen. De dagelijks vaste onderhoudsmaatregelen komen voort uit degradatie die voorspelbaar is, waarbij de degradatiecurve jaarlijks of meermaals per jaar onder het normniveau komt. Het gaat om faalvormen die ontstaan onder invloed van het klimaat (groei van vegetatie), gebruik (straatmeubilair) en mechanische slijtage.
Omdat de werkzaamheden frequent terugkeren wordt gesproken van vast cyclisch onderhoud. Vast cyclisch onderhoud is **stabiel in de kosten en staat vast in de tijd**.
Dit is onder andere van toepassing op het onderhoud van het gras, schoonmaak meubilair, opruimen zwerfvuil, legen prullenbakken, snoei vegetatie en smeren van scharnieren en lagers.

FIGUUR 5-10 VERSCHUIVING DEGRADATIECURVE



5.7.2 VARIABEL ONDERHOUD

Variabel onderhoud wordt onderverdeeld in klein en groot variabel. Klein variabel onderhoud is veelal van toepassing op correctief onderhoud voortkomend vanuit WA-inspectie, klachten,

meldingen, detectiemetingen en in beperkte mate vanuit toestandsinspecties. De daaruit voortkomende onderhoudsmaatregelen worden meegenomen in het dagelijks onderhoud. De werkzaamheden **zijn variabel van aard, in tijd en in kosten**. Dit is bijvoorbeeld het geval bij ruimen kadavers, opruimen gedumpt grofvuil, herstel spoelgaten en herstel (fauna)rasters.

Groot variabel onderhoud komt voort uit toestandsinspecties en (trend)analyses van geregistreerde bevindingen in het areaal. De daaruit voortkomende onderhoudsmaatregelen zijn variabel in omvang, tijd en kosten. Duidelijk is wel dat de werkzaamheden niet mee kunnen met het dagelijks onderhoud. De onderhoudsmaatregelen kunnen als apart project op de markt gezet worden of door de zittende aannemer uitgevoerd worden.
De onderhoudsmaatregelen komen voort uit de toestandsinspectie en worden preventief ingepland. Omdat de degradatie (redelijk) voorspelbaar is, kan een groot deel van de onderhoudsmaatregelen in de tijd uitgezet worden. Door goede analyse van de toestandsinspecties kan in een meerjaren onderhoudsplan een planning en raming voor het groot onderhoud van de komende vijf jaar gemaakt worden.
Voorbeelden van groot variabel onderhoud zijn het vervangen van een toplaag asfalt, op hoogte brengen zuilen/blokken, aanvullen splitvulling in voegnaden, ophogen van grondlichaam en aanbrengen conserveringsmiddelen op straatmeubilair.

5.7.3 VERVANGING

Het vervangen van een bouwdeel of element is kostbaar, maar soms noodzakelijk om de functie van de waterkering op termijn te kunnen borgen. Vervangingen komen voort vanuit instandhoudingsinspecties, veranderende normen en veranderende omgeving. In instandhoudingsinspecties wordt gericht gekeken naar risico's die de levensduur van een object beïnvloeden. Hieruit volgt een instandhoudingsplanning waarin mogelijk ook vervanging opgenomen is. De planning voor de komende vijf jaar is hierin gedetailleerd meegenomen. Vervangingen verder in de toekomst zijn alleen als prognose beschreven. Vervangingen worden hiermee **(semi) vast in tijd en kosten**.
Vervanging is van toepassing bij elementen/bouwdelen die door onderhoud niet meer beter gaan presteren. Voorbeelden hiervan zijn, het vervangen van bebording, vervangen verlichting, vervangen asfalt constructies en vervanging van gedeformeerde damwanden.

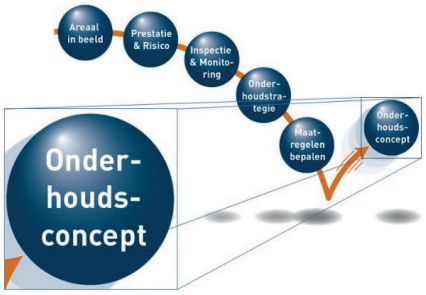
FOTO 5-4 **VERVANGING BESCHOEIING**

5.8 RESULTAAT VOOR DE WATERKERINGBEHEERDER

Het onderhoudsregime is vastgelegd en de waterkeringbeheerder heeft passende onderhoudsmaatregelen vastgesteld, die afgestemd zijn op zowel de onderhoudstrategie als het onderhoudsregime. Per bouwdeel is bekend welke onderhoudsmaatregelen hoe vaak ondernomen moeten worden om het areaal in control te hebben en professioneel te beheren. Met het uitvoeren van de onderhoudsmaatregelen start het doorlopen van de eerste PDCA-cyclus op het areaal.

De waterkeringbeheerder heeft duidelijke afwegingskaders gebruikt om het onderhoud in te richten. Aan de hand van controle van het areaal, door middel van diverse soorten inspecties, worden de gekozen onderhoudsmaatregelen en frequenties geverifieerd en kunnen verbeterd en aangepast worden om het presteren van het areaal kostenefficiënt te verhogen.

6 ONDERHOUDSCONCEPT



De prestatie van het areaal is nog niet geborgd na het doorlopen van de eerste vijf stappen van het Bollenschema. De eerste vijf stappen zijn noodzakelijke voorbereidingen op het risicogestuurd inrichten van een onderhoudsconcept (OHC). Een onderhoudsconcept is de eerste stap naar het werkelijk beheren en onderhouden van het areaal en is de basisinrichting van een onderhoud- en inspectieplanning van een object. De waterkeringbeheerder voegt met onderhoudsconcepten alle voorbereidingen op de beheercyclus samen en kan starten met risicogestuurd beheer en onderhoud en het op peil houden van de areaalprestaties.

> *De meerwaarde van het onderhoudsconcept is dat je op basis van voorgaande keuzes inzichtelijk maakt hoe je een specifiek onderdeel van de waterkering onderhoudt en waarom. Je laat zien dat je het onderhoud op herleidbare en onderbouwde eisen hebt afgestemd.*
> *(Waterschap Rijn en IJssel)*
>
> *Het onderhoudsconcept slaat de brug tussen de bedrijfsdoelen, het beleid en de uitvoering. Het beschrijft het areaal, de prestatie-eisen en risico's, de toestand en wat ervoor nodig is om de eisen te halen. Dit maakt de zorgplichtstap "zeg wat je doet" erg duidelijk.*
> *(Waterschap Vallei en Veluwe)*

6.1 INHOUD VAN EEN OHC

In hoofdstuk 1 tot en met 5 zijn alle inhoudelijke stappen doorlopen om per onderhoudsvak een OHC op te stellen. In deze hoofdstukken zijn bouwdelen en zelfs faalvormen altijd apart bekeken. In een onderhoudsconcept worden de onderhoudsmaatregelen zo veel mogelijk samengevoegd. Van iedere faalvorm wordt de samenhang met zijn omgeving bekeken. Eerst met andere faalvormen, vervolgens met andere bouwdelen binnen het element en zo mogelijk ook tussen elementen in het object. Hier ontstaat mogelijke synergie.
Het resultaat is een overzicht van de decompositie van een waterkering met op basis hiervan een FMECA, een RAMSSHE€PS, onderhoudstrategie, onderhoudsregime, en onderhoudsmaatregelen.

De volgende onderdelen zitten in een OHC:

- Paspoortgegevens (bouwjaar, naam, locatie);
- Decompositie van het object;
- Discipline (bij waterkeringen altijd "civiel");
- Huidige en gewenste conditie- en verzorgingsscore;
- FMECA;
- RAMSSHE€PS-analyse;
- Onderhoudstrategie;
- Inspectiefrequentie;
- Onderhoudsregime;

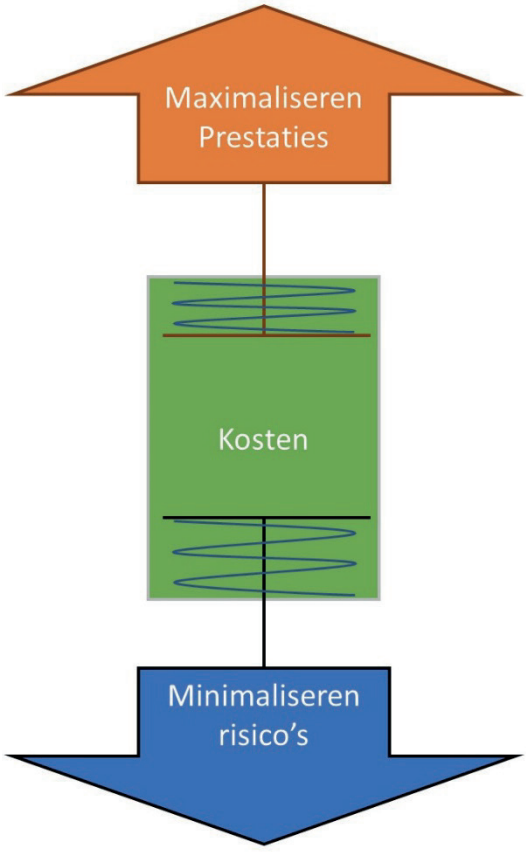
- Onderhoudsmaatregelen;
- Onderhoudsfrequentie.

Het OHC is opgebouwd uit statische en dynamische informatie. De dynamische informatie bestaat uit de conditiescore van een bouwdeel en de voortvloeiende kansklasse in de RAMSSHE€PS. Overige informatie is statisch en verandert alleen bij een aanpassing van de decompositie. Hierna worden alle stappen weer doorlopen, bijvoorbeeld voor een nieuw bouwdeel in het areaal.

6.2 VAN ONDERHOUDSCONCEPT NAAR INSTANDHOUDINGSPLAN

Het OHC is een concept omdat het alle onderhoudsmaatregelen bevat die theoretisch uitgevoerd kunnen worden om het areaal optimaal te laten presteren. In de praktijk heeft een beheerder te maken met het krachtenveld tussen kosten, risico en prestatie. Het OHC uitvoeren minimaliseert de risico's, maximaliseert de prestaties, bij maximale kosten. Vanwege de hoge kosten is het vaak niet realistisch om het OHC uit te voeren.

FIGUUR 6-1 KRACHTENVELD TUSSEN PRESTATIES, KOSTEN EN RISICO'S



De vervolgstap is het maken van een Instandhoudingsplan (IHP). Een IHP is een verzameling van alle onderhoudsmaatregelen die werkelijk uitgevoerd gaan worden in de komende jaren en met een doorkijk naar de langere termijn. Hierbij zijn alle onderhoudsmaatregelen in praktische clusters samengevoegd. Bijvoorbeeld een normtraject of alle keringen van een polder. Het verschil tussen alle mogelijke onderhoudsmaatregelen en de werkelijk te voeren onderhoudsmaatregelen wordt gemaakt door de afweging te maken welke onderhoudsmaatregelen binnen budget het meeste bijdragen aan de prestaties en aan het reduceren van de risico's. Hierbij wordt op twee manieren geprioriteerd. Welke risico's zijn het grootst en welke maatregelen dragen het meest kostenefficiënt bij aan het reduceren van de risico's. Deze afweging wordt per onderhoudsvak en op basis van recente conditiescores gemaakt. Het OHC geldt hierbij als basis.

In het IHP staat wat en wanneer de waterkeringbeheerder werkelijk uit gaat voeren met zijn beperkte middelen en bestaat uit onderhoudsprogramma's en losse onderhoudsactiviteiten. Het is de basis voor de planning van onderhoudswerkzaamheden voor cyclisch, (deel van) klein variabel en groot variabel onderhoud. De waterkeringbeheerder zet de onderhoudsmaatregelen uit het IHP over naar een jaarplanning waarin de maatregelen op maand-, week- of zelfs dagniveau vastgelegd worden. Dit is ook zeer afhankelijk van de mate van uitbesteden van werkzaamheden aan de markt.

Het IHP wordt jaarlijks geëvalueerd en aangepast naar aanleiding van de bevindingen. De bevindingen komen uit inspecties, uitgevoerd gepland onderhoud en trendanalyses van correctief onderhoud na klachten, meldingen en WA-inspecties.

Bij jaarlijkse evaluatie van OHC en IHP, beoordeelt de waterkeringbeheerder of de gestelde inspectie- en onderhoudsmaatregelen nog kostenefficiënt zijn om het bouwdeel boven het normniveau te onderhouden. Mocht dit niet het geval zijn, dan kan groot onderhoud of vervanging van het bouwdeel de juiste aanpassing zijn in het IHP. Met deze inzichten wordt het onderhoud voor de komende 5 jaar geprognotiseerd.
In aanvulling op het OHC zit in het IHP ook:

- Recente vervangingsjaar;
- Theoretische levensduur;
- Eerstvolgende verwacht groot onderhoud;
- Eerstvolgende verwachte vervanging;
- Reserveonderdelen aanwezig (indien van toepassing);
- Stremmingen bij uitvoering van onderhoud;
- Verwijzing naar specifieke documenten en verwijzing naar plannen van derden (bijvoorbeeld plan van gemeenten om weg te verbeteren).

6.3 RESULTAAT VOOR DE WATERKERINGBEHEERDER

Van papier, naar buiten. Alle stappen van het Bollenschema zijn doorlopen om risicogestuurd beheer en onderhoud uit te gaan voeren. Van de maximaal mogelijke maatregelen OHC is op basis van bijdrage aan de prestatie, reductie van de risico's en het beschikbare budget een IHP gemaakt per normtraject of alle keringen van een polder. Op basis hiervan kan (door de aannemer) een jaarplanning gemaakt worden en kunnen de werkploegen met orders naar buiten. De inspecteurs kunnen gericht inspecties uitvoeren en de juiste bouwdelen inspecteren. Alles staat klaar, het echte werk kan nu beginnen. Ook een doorkijk naar de komende jaren kan worden opgesteld, waarmee programma's, cyclisch onderhoud, (deel van) klein variabel onderhoud en groot onderhoud inzichtelijk gemaakt wordt.

De beheerder kan na een jaar de balans op maken en heeft de benodigde werkzaamheden in beeld om het areaal te laten voldoen aan de normen en is in control voor het presteren van de waterkeringen.

7

INSPECTIE- EN ONDERHOUDSCYCLUS

De 6 beschreven stappen van het Bollenschema staan niet op zichzelf. Ze vormen de aanloop naar de beheer- en onderhoudscyclus en daarmee de PDCA-cyclus. De aanloop naar blijvend presteren van het areaal. Na de 6 stappen gaat de uitvoering pas echt beginnen. In bijlage 13 zijn alle stappen praktisch toegepast. Hiermee krijgt het theoretische verhaal een praktische uitwerking.

7.1 MAATREGELEN PLANNEN

Op basis van het OHC en het daaruit voortvloeiende IHP maakt de beheerder de planning voor de inspectie en onderhoudsmaatregelen voor het komende jaar in de jaarplanning.
De jaarplanning krijgt jaarlijks een update, waarin de aanpassingen vanuit 'Innoveren en optimaliseren' (§7.4) meegenomen zijn.

7.2 UITVOEREN MAATREGELEN

De inspecteurs en werkploegen voeren de ingeplande maatregelen in de loop van het jaar uit conform de jaarplanning. De werkzaamheden worden vastgelegd in registraties. Eventuele onverwachte maatregelen worden ook opgepakt en uitgevoerd.

7.3 ANALYSEREN PRESTATIES

Aan de hand van de uitgevoerde inspecties, binnengekomen klachten, meldingen en bevindingen uit WA-inspecties voert de waterkeringbeheerder analyses uit.

Vanuit inspecties wordt bepaald of, waar en in welke mate het areaal voldoet aan de gestelde normen en prestaties. Voldoet het areaal, waar moet volgend jaar (beter) op gestuurd worden, zijn er nog nieuwe risico's inzichtelijk geworden, waar moet de strategie of het regime aangepast worden? Alle conclusies worden in de volgende stap 'Innoveren en optimaliseren' verwerkt in het OHC en IHP.

Hiernaast worden trendanalyses uitgevoerd op de WA-inspecties, klachten en meldingen. Zijn er lijnen te ontdekken en zijn deze (negatieve) lijnen te doorbreken met een aanpassing in het IHP/OHC? Antwoorden op deze vragen en conclusies worden ook verwerkt in de volgende stap 'Innoveren en optimaliseren'.

7.4 INNOVEREN EN OPTIMALISEREN

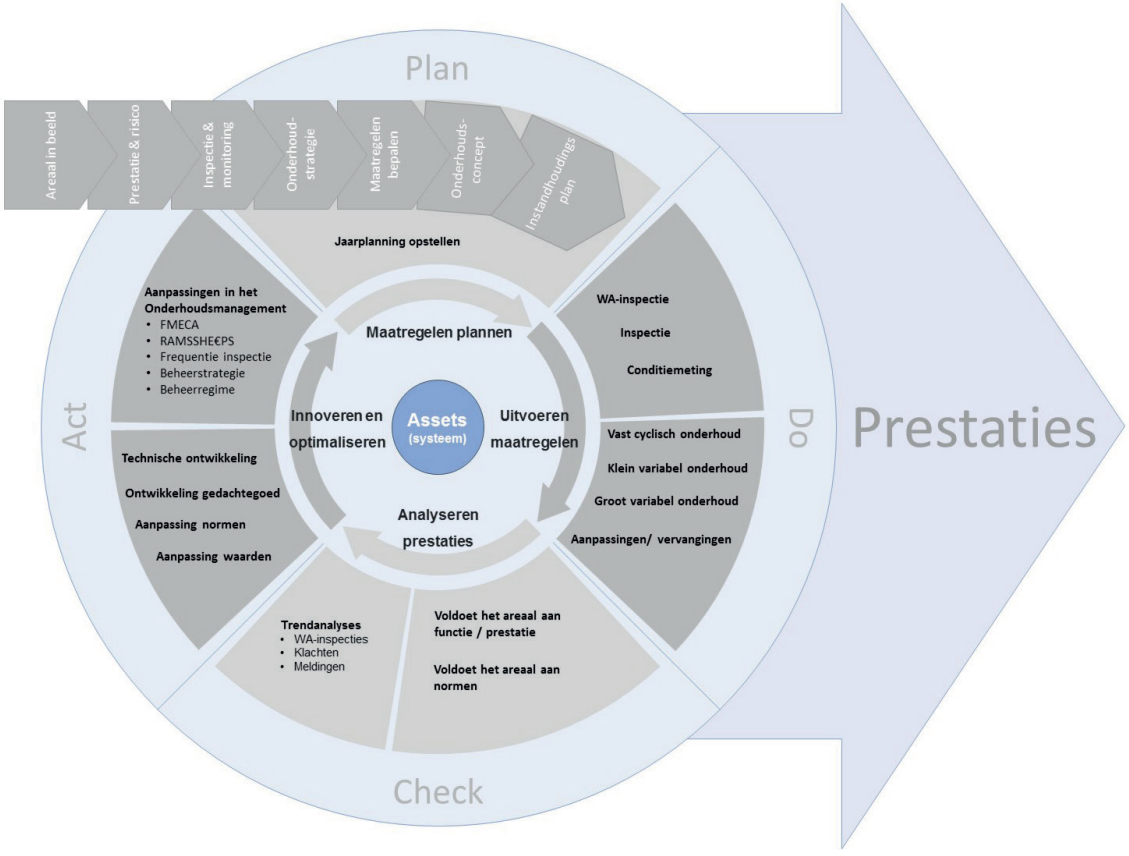
Reageren op de wereld om je heen en de staat van je eigen areaal.
De wereld verandert, de organisatie moet daarin mee. Als waterkeringbeheerder moet je nagaan welke veranderingen er plaats hebben gevonden die invloed hebben op de sturings-

mechanismen die gebruikt worden om het areaal te laten presteren. In §2.1.1 is uiteengezet waar de bedrijfswaarden uit bestaan: juridische en omgevingscomponenten. Zijn deze componenten veranderd, zijn er normen aangepast, is de positie van de organisatie in zijn omgeving veranderd? Veranderingen hebben invloed op de bedrijfswaarden en de bijbehorende matrix. Kun je nog sturen op dezelfde waarden en normen of moet je bijsturen om het presteren van het areaal aan te laten sluiten bij de nieuwe waarden? Eventuele aanpassingen worden nu uitgevoerd. Ook als je niet met een bedrijfswaardenmatrix werkt, maar met een RAMSSHE€PS-matrix, is het mogelijk om de matrix aan te passen naar de 'nieuwe' veranderde wereld.

Het gedachtegoed binnen de organisatie kan in een jaar ook verder ontwikkeld zijn. Zo kan bij waterschappen een nieuw bestuur zijn gekozen, dat een nieuw (coalitie)akkoord wil gaan uitvoeren. Het systeem van risicogestuurd beheer en onderhoud kan dan doorontwikkeld worden. Een organisatie kan bijvoorbeeld klaar zijn voor het toepassen van ISO55001: Assetmanagement, in de gehele keten. Daaruit voortvloeiende aanpassingen verwerkt de beheerder in de plannen.
Hiernaast zijn er technische ontwikkelingen. Aanpassingen in inspectiemethode en uitvoeringsmethode kunnen een behoorlijke impact hebben op frequentie, maatregelen en kostenefficiëntie.

Alle aanpassingen vanuit bovenstaande elementen en voorgestelde aanpassingen vanuit 'Analyseren prestaties' worden verwerkt in de diverse onderdelen van het onderhoudsmanagement.

FIGUUR 7-1 INSPECTIE- EN ONDERHOUDSCYCLUS



7.5 RESULTAAT VOOR DE WATERKERINGBEHEERDER

De waterkeringbeheerder is niet klaar na het doorlopen van stap 1 tot en met 6 van het Bollenschema. Het echte werk start dan pas. Door de inspectie- en onderhoudscyclus te doorlopen krijgen het OHC en IHP jaarlijks een update. Deze PDCA cyclus zorgt er voor dat de inspecties en het onderhoud aansluiten bij de veranderende omgeving.

Stap 1 tot en met 6 zijn de basis waarmee de waterkeringbeheerder de prestaties van het areaal steeds beter kan laten aansluiten op de gewenste prestaties. De waterkeringbeheerder kan nu met een toekomstbeeld aan de slag en het onderhoud en inspecties risicogestuurd inrichten.

8

DEFINITIES

Bedrijfswaarden	Deze onderwerpen zijn de kernwaarden waar de organisatie voor staat, de bedrijfswaarden.
Bedrijfswaardenmatrix	Een afwegingsmatrix waar alle bedrijfswaarden in beschreven staan met meerdere te onderscheiden gevolgklassen en hiernaast ook beschreven kansklassen. De risicoscore van een risico kan hiermee bepaald worden.
Beheer	Alle activiteiten (technisch, administratief, financieel, juridisch etc.) om een object in overeenstemming te houden of te brengen met actuele doelen van de beheerder.
Beheersmaatregel	Een activiteit om het risico op falen te beheersen. Kan onderhoud, noodmaatregel, maar ook inspectie zijn.
Bouwdeel	Een bouwdeel is in de hiërarchie het laagste onderdeel dat beschreven wordt. Bouwdelen worden per elementen beschreven en vormen de echte herkenbare bouwstenen.
Calamiteit	Onvoorziene gebeurtenis door externe factor die de functie in gevaar brengt en grote gevolgen kan hebben.
Conditiescore	Score die aangeeft welke staat een bouwdeel heeft.
Contextanalyse	Een onderzoek naar de interne en externe onderwerpen van een organisatie die relevant zijn voor haar doelstellingen en strategische richting en die het vermogen hebben de beoogde resultaten te beïnvloeden.
Correctief onderhoud	Onderhoud dat uitgevoerd wordt na dat een bouwdeel faalt.
Cyclisch onderhoud	In een vast patroon terugkerend onderhoud.
Decompositie	Uiteenzetting van de opbouw van een object.
Degradatiecurve	Een fictieve en neergaande vloeiende lijn waarlangs de conditie van een bouwdeel zich in de tijd beweegt.
Effectvak	Een deel van een normtraject waarbij het effect van falen van de waterkering in het gehele vak gelijke economische en sociale gevolgschade heeft.
Element	Een element laat zich onderscheiden doordat het onderdeel is van een object en een deelfunctie heeft van de overkoepelende functie die het object vervult.
Faalkans	De kans dat een faalvorm optreedt, meestal weergegeven in een aantal jaren tot aan falen.
Faalmechanisme	De manier waarop een waterkering kan falen gerelateerd aan de overstromingskansbenadering vanuit het Wettelijk Beoordelings Instrumentarium.
Faalvorm	De manier waarop een bouwdeel kan falen gerelateerd aan prestatie-eisen vanuit de bedrijfswaarden.

Falen	Het niet meer voldoen aan de minimale prestatie-eis.
FMECA	Failure Mode Effects & Criticality Analysis. Een methodiek voor het bepalen van faalvormen en het beoordelen van de kriticiteit van de gevolgen bij optreden van de faalvorm.
Gebruiksafhankelijk onderhoud (GAO)	Onderhoud uitvoeren als het bouwdeel een vooraf vastgesteld aantal gebruikscycli of gebruiksuren doorlopen heeft en het effect van falen groot is.
Gegevensbeheer	Het ontsluiten, aanvullen en vernieuwen van de gegevens bij de betreffende objecten, elementen en bouwdelen.
Gevolgklasse	Het bereik (boven- en onderwaarde) van een gevolg bij optreden van een risico. Met de gevolgklasse kan de risicoanalyse kwalitatief beoordeeld worden
Informatiemanagement	De mogelijkheid om informatie op te slaan en bereikbaar te hebben voor belanghebbenden.
Inspectiemaatregel	Een inspectie activiteit om het risico op falen inzichtelijk te maken.
Inspectieplan	Plan waarin staat beschreven 'hoe' de inspecties ingezet worden. Welke stappen worden doorlopen, wat is er allemaal nodig, wanneer worden planningen opgesteld, waartoe moeten inspecties leiden en wanneer worden analyses en evaluatie uitgevoerd om vervolgens de inspecties te optimaliseren.
Inspectievak	Een deel van een onderhoudsvak op basis waarvan de inspecties ingedeeld worden. Een inspectievak heeft een maximale lengte van 200 meter.
Instandhoudings-inspectie	Een gerichte en planmatig uitgevoerde inspectie voor het selectief verkrijgen van een actueel risicobeeld. De inspectie heeft als doel de onderhoudsprognoses van de onderhoudsmaatregelen (toekomstig variabel onderhoud en vervangingen) van een object te valideren en aan te vullen.
Instandhoudingsplan (IHP)	Het plan waarin alle onderhoudswerkzaamheden voor de komende jaren in staan die werkelijk ingepland staan en uitgevoerd worden, met een doorkijk naar de onderhoudswerkzaamheden op de langere termijn.
Interventiewaarde	Een door de beheerder ingestelde prestatiewaarde, die functioneert als signaalwaarde waaronder het uitvoeren van extra onderhoud wenselijk is om de conditie weer boven de interventiewaarde te krijgen en te voorkomen dat het normniveau overschreden wordt.
ISO55001: Assetmanagement	De internationale organisatie standaard voor Assetmanagement.
Kans	De mogelijkheid dat een risico optreedt, meestal weergegeven in procenten.
Kansklasse	Het bereik (boven- en onderwaarde) van de kans van optreden van een risico. Met de kansklasse kan de risicoanalyse kwalitatief beoordeeld worden.
Kansvak	Een deel van een effectvak waarbinnen de kans op falen gelijk is.
Kritische Prestatie Indicator (KPI)	Een onderwerp dat gescoord kan worden en inzicht geeft in het presteren van de organisatie op haar organisatiedoelen.
Maatregelenbibliotheek	Overzicht van alle unieke bouwdelen in het areaal, met bijbehorende functies, faalvorm, onderhoudstrategie, onderhoudsregime en onderhoudsmaatregel. Waarbij de RAMSSHE€PS analyse ontbreekt. Per onderhoudsvak kunnen de relevante bouwdelen overgenomen worden in een OHC.

Monitoren	Een hoogfrequente inspectie bij risicovolle situaties.
NEN2767	De norm voor het uitvoeren van conditiemetingen. Het instrument voor objectief en uniform meten van de fysieke kwaliteit van het areaal en het decomponeren van het areaal.
Normniveau	Minimale prestatie-eis en prestatiewaarde waaraan een bouwdeel moet voldoen om niet te falen.
Normtraject	In de Waterwet (2017) zijn voor de primaire keringen nieuwe veiligheidsnormen opgesteld, gebaseerd op de overstromingskans per dijktraject. Deze wettelijk vastgestelde dijktrajecten staan gelijk aan de normtrajecten.
Object	Het hoogste onderdeel van de decompositie. Alle mogelijke bovenliggende lagen zijn het systeem en systeemdelen waarbinnen objecten zich bevinden.
Objectpaspoort	Overzicht van alle statische en dynamische kenmerken van een object.
Onderhoudsconcept (OHC)	Het totaal aan statische en dynamische informatie van een onderhoudsvak met alle onderhoudsmaatregelen om alle risico's te beheersen en het object optimaal te laten presteren.
Onderhoudsmaatregel	Een onderhoudsactiviteit om het risico op falen te beheersen.
Onderhoudsplan	Een plan waarin staat hoe het onderhoud aangepakt wordt, welke stappen doorlopen worden, wat er allemaal nodig is en wanneer analyses en evaluatie uitgevoerd worden om vervolgens het IHP en OHC te optimaliseren
Onderhoudsregime	Geheel van voorschriften en hulpmiddelen waarmee gewerkt wordt voor het inplannen en uitvoeren van onderhoudsmaatregelen.
Onderhoudstrategie	De manier waarop het onderhoud op het bouwdeel ingezet gaat worden.
Onderhoudsvak	Een deel van een kansvak waarbinnen het gebruik of de functie gelijk is en dezelfde onderhoudsmaatregelen uitgevoerd worden.
Prestatie	De mate van functioneren van een object als resultaat van uitgevoerde acties.
Preventief onderhoud	Onderhoud dat uitgevoerd wordt voor dat een bouwdeel faalt.
RAMSSHE€PS	Een methodiek voor het beoordelen van de gevolgen van een risico, waarmee de kriticiteit bepaald wordt.
Risico	Een ongewenste gebeurtenis die een negatief effect heeft op de prestatie van een object.
Risico gestuurd beheer en onderhoud	Beheer van objecten waarbij alle inspectie- en onderhoudstaken ingericht zijn om de bedreigingen op het presteren kostenefficiënt te beheersen.
Storingsafhankelijk onderhoud (SAO)	Onderhoud uitvoeren als een bouwdeel reeds gefaald heeft en het effect van het falen een klein effect heeft op het functioneren van het object en het moment van falen niet/moeilijk voorspelbaar is.
Toestandsafhankelijk onderhoud (TAO)	Onderhoud uitvoeren als vanuit inspectie naar voren komt dat de prestatie of het functioneren het normniveau nadert en het effect bij falen groot is.

Toestandsinspectie	Een gedetailleerde visuele inspectie van het areaal, met beperkte hulpmiddelen. De toestandsinspectie heeft als doel om de huidige toestand van het areaal in beeld te krijgen en deze te verifiëren aan de gestelde minimale prestaties en functies van (onderdelen van) een object.
Vast onderhoud	Basis onderhoudsinspanningen met een repeterend karakter.
WA-inspectie	Een niet gedetailleerde, beperkt gestuurde visuele inspectie van het areaal zonder hulpmiddelen. Een WA-inspectie heeft als doel om de organisatie te beschermen tegen claims voortkomende uit de wettelijke aansprakelijkheid van eigenaren. De WA-inspectie wordt tevens gebruikt om calamiteiten te signaleren, het voorkomen van ongevallen en de gebruikersveiligheid te garanderen.

BIJLAGE 1

WERKPLAATSEN

De ontwikkeling van de Handreiking is vormgegeven middels zogenaamde Werkplaatsen, een beproefd concept vanuit de STOWA.
Hierbij zijn drie werkplaatsen ingericht:

- Werkplaats I: Decompositie en Conditie bepalen
- Werkplaats II: Risicoanalyse en Onderhoudstrategie
- Werkplaats III: Maatregelen bepalen en Onderhoudsconcept

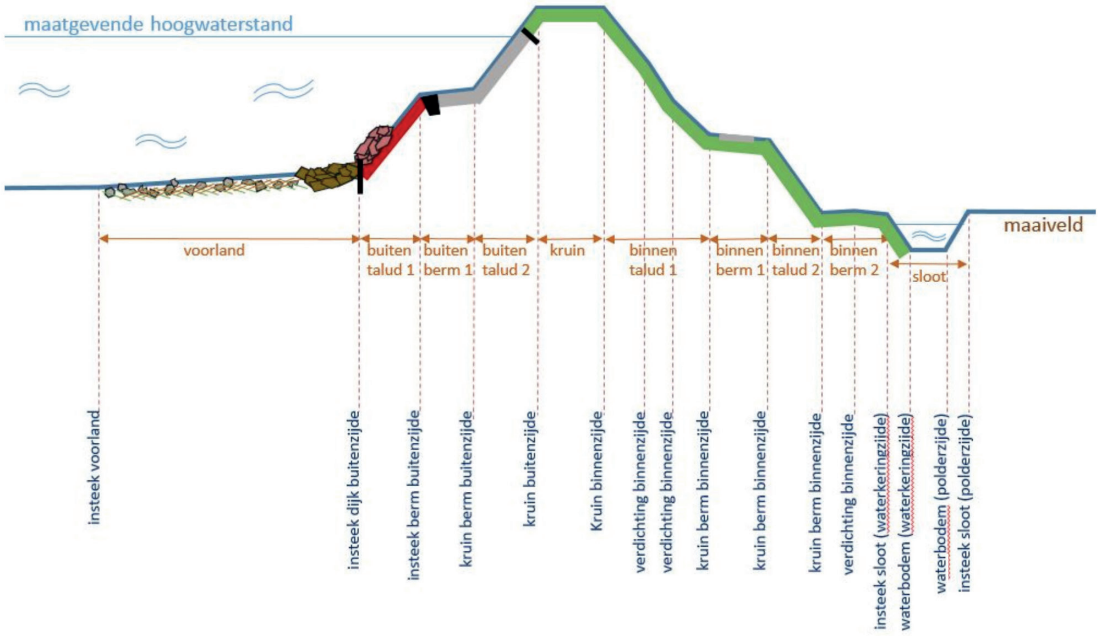
Per werkplaats zijn in de periode augustus 2016 tot en met juni 2017 deelproducten en processen ontwikkeld die in deze Handreiking samen zijn gebracht tot een set praktische hulpmiddelen en tips. Het bollenschema dat tijdens de kennisdag gepresenteerd is, heeft tijdens de werkplaatsen een verbeterde invulling gekregen. Hierdoor sluiten benamingen van de bollen beter aan bij de werkprocessen van de waterkeringbeheerders. Derhalve komen de namen van de werkplaatsen niet meer overeen met het bollenschema in het figuur.

De deelproducten en processen vormen samen Handreikingen voor waterkeringbeheerders die middels risicogestuurd beheer en onderhoud aantoonbaar, reproduceerbaar en herleidbaar hun areaal willen beheren.

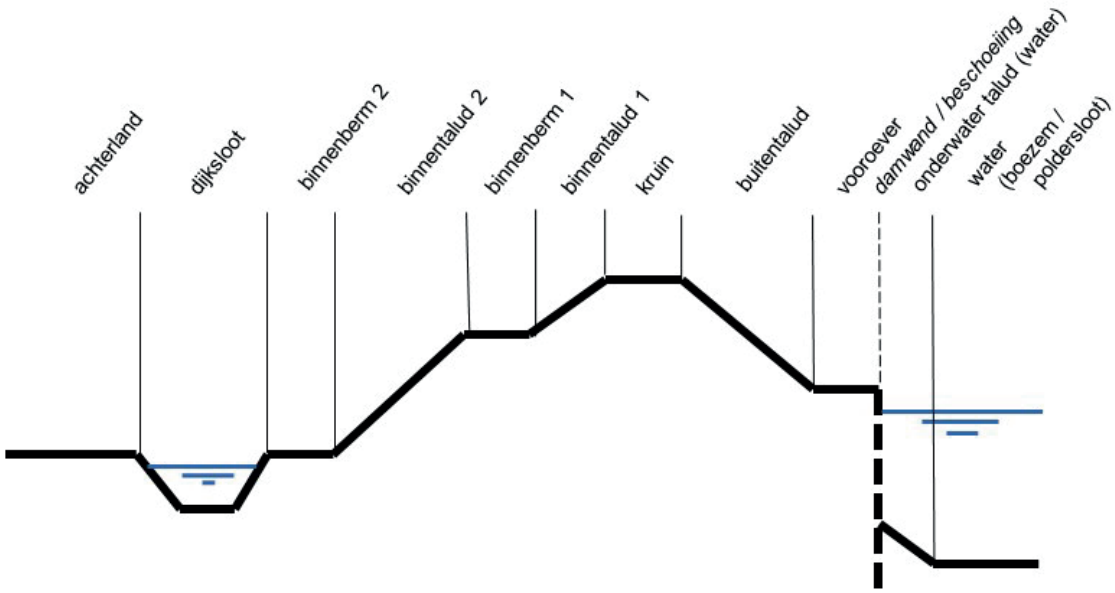
BIJLAGE 2

PROFIELOPBOUW KERINGEN

MOGELIJKE PROFIELOPBOUW (ZONES) PRIMAIRE KERINGEN VANUIT DE DIGIGIDS

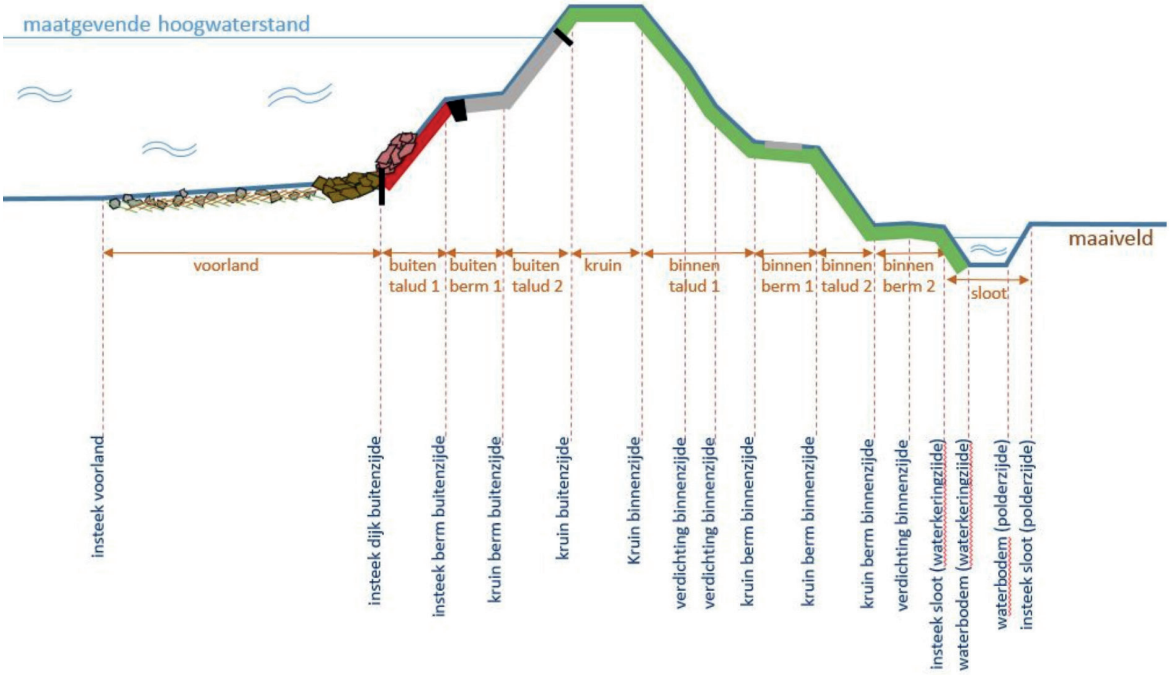


MOGELIJKE PROFIELOPBOUW (ZONES) REGIONALE KERING



BIJLAGE 3

VOORBEELD UITWERKING DECOMPOSITIE DIJK



Inspectievak nr:	xxx e001 k01 o01 i01		
Object	**Element**	**Bouwdeel**	**Materiaalsoort**
Dijk	Voorland	Bekleding	Steenbestorting
	Buitentalud 1	Bekleding	Asfaltbeton
		Bekleding	Steenbestorting
	Buitenberm 1	Bekleding	Blokken
	Buitentalud 2	Bekleding	Blokken
		Bekleding	Gras
	Kruin	Bekleding	Gras
	Binnentalud 1	Bekleding	Gras
	Binnenberm 1	Bekleding	Gras
	Verharding wegtype 4 (licht belast)	Betonverharding	Dicht asfaltbeton
		Markering	Thermoplast
	Binnentalud 2	Bekleding	Gras
	Binnenberm 2	Bekleding	Gras
	Sloot	Beschoeiing	Hout
		Bodem (waterbodem)	Bagger

BIJLAGE 4

DECOMPOSITIE TOEGEPAST DOOR WATERSCHAP BRABANTSE DELTA

AssetOmschr1	ObjectLongField	Field
Buitendijk West BW1	**Binnentalud**	Asfalt - Op- en afrit
		Gras - Beschermlaag
		Grond - Grondlichaam
	Buitentalud	Gras - Beschermlaag
	Onderhoudsstrook	Gras - Beschermlaag
Buitendijk West BW10	**Binnentalud**	Gras - Beschermlaag
	Kruin	Gras - Beschermlaag
	Onderhoudsstrook	Gras - Beschermlaag
Buitendijk West BW11	**Binnentalud**	Gras - Beschermlaag
		Grond - Grondlichaam
	Buitentalud	Gras - Beschermlaag
	Kruin	Gras - Beschermlaag
	Onderhoudsstrook	Gras - Beschermlaag
Buitendijk West BW12	**Binnentalud**	Alle materiaal soorten - Op- en afrit
		Gras - Beschermlaag
	Buitentalud	Asfalt - Op- en afrit
		Elementen - Op- en afrit
		Gras - Beschermlaag
	Onderhoudsstrook	Gras - Beschermlaag
Buitendijk West BW3	**Gestrekte oever**	Gras - Begroeiing-Plasberm
Buitendijk West BW5	**Binnentalud**	Asfalt - Op- en afrit
		Gras - Beschermlaag
	Buitentalud	Grond - Grondlichaam
	Onderhoudsstrook	Gras - Beschermlaag
Buitendijk West BW6	**Binnentalud**	Alle materiaal soorten - Grondlichaam
		Alle materiaal soorten - Op- en afrit
	Buitentalud	Asfalt - Op- en afrit
		Grond - Grondlichaam
	Kruin	Gras - Beschermlaag
	Onderhoudsstrook	Gras - Beschermlaag

AssetOmschr1	ObjectLongField	Field
Buitendijk West BW7	**Binnentalud**	Alle materiaal soorten - Op- en afrit
		Grond - Grondlichaam
	Buitentalud	Gras - Beschermlaag
	Kruin	Gras - Beschermlaag
	Onderhoudsstrook	Gras - Beschermlaag
Buitendijk West BW8	**Binnentalud**	Grond - Grondlichaam
	Buitentalud	Asfalt - Op- en afrit
		Gras - Beschermlaag
	Kruin	Gras - Beschermlaag
	Onderhoudsstrook	Gras - Beschermlaag
Buitendijk West BW9	**Binnentalud**	Grond - Grondlichaam
	Buitentalud	Gras - Beschermlaag
	Kruin	Gras - Beschermlaag
	Onderhoudsstrook	Gras - Beschermlaag

BIJLAGE 5

OBJECTPASPOORT

OBJECTPASPOORT		
Administratief		
Code object	48-1	
Naam object	Spijksedijk	
Ligging object - straatnaam	Ameidsedam Spijk	
Ligging object - gemeente	Spijk	
Type waterkering	Primaire kering	
Lengte object [m]	600	
Oppervlak object [m2]	PM	
Eigenaar	Waterschap Rijn en Ijssel	
Beheerder 1	Waterschap Rijn en Ijssel (dijk, kwelsloot met grindkoffer)	
Beheerder 2	Gemeente Zevenaar (weg)	
Onderhoudsplichtige 1	Waterschap Rijn en Ijssel (dijk, kwelsloot met grindkoffer)	
Onderhoudsplichtige 2	Gemeente Zevenaar (weg)	
Vergunningsplichte	nvt	
Pachter	nvt	
Functie(s)	waterkering, weg, grindkoffer tbv waterspanningverlaging	
Opmerking	HWBP-project in 2023	
Decompositie		
Normtraject	48-1	1:30.000 (signaleringswaarde)
Effectvak	EV-48-1-2	
Kansvak	KV-48-4-1	
Onderhoudsvak	OV-48-1-12	
Inspectievak	IV-48-1-20	
ELEMENTEN	***BOUWDELEN***	***MATERIAAL***
Element-oever	waterbodem	nvt
Element-vooroever	grasbekleding	gras
Element-buitentalud	grasbekleding	gras
Element-kruin	weg	asfalt
Element-binnentalud	grasbekleding, trap	gras, betonelementen
Element-berm	nvt	nvt
Element-dijksloot	talud dijkzijde, bodem en talud landzijde	grind
Element-achterland	grasbekleding	gras
Opmerking	binnentalud onderbroken door afrit van openbare weg, wegberm kant+1m onderdeel van weg	
Onderhoud		
OH-strategie	grindkoffer	TAO
	weg: gemeente	-
	taludbekleding	TAO
Opmerking	prestatie-eis gras obv WBI	
I&O-HUIS	***OMSCHRIJVING***	***FREQUENTIE***
WA-inspectie	schadebeelden en WA	maandelijks
Toestandsinspectie	visuele inspectie (obv Digigids)	1x/jr (voorjaar)
Incidentele inspectie	hoogwater inspectie obv protocol	> 13.00m +NAP Lobith
Instandhoudingsinspectie	grasbekleding 2017 WBI	-
Onderhoudsmaatregelen	gras: maaischema	eind mei
	weg: gemeente	-
	grindkoffer: vrijhouden beplanting	1x/jr mei/juni
Prestatie-eis	gras vooroever	geen
	gras buitentalud	>gesloten met kleine open plekken
	gras binnentalud	>gesloten met kleine open plekken
	grind	handhaven opbouw en profiel
Uitvoering	gras	WRIJ
	weg	gemeente Zevenaar
	grindkoffer	WRIJ
Opmerking	grasbekleding, jakobskruiskruid >1ex/10m2: aangepast maaitijdstip en maaisel niet als hooi afzetten	

BIJLAGE 6

VOORBEELD RAMSSHE€P-MATRIX RWS

	Gevolgklasse			
	1	2	3	4
	Verwaarloosbaar	**Beperkt**	**Groot**	**Ernstig**
R	Aantasting van functie van element maar niet van primaire functies van object	Aantasting van primaire functies van object maar niet van netwerk	Aantasting van één van de volgende netwerkfuncties: 1. Wegverkeer 2. Scheepvaart 3. Waterhuishouding	Aantasting van twee of meer van de volgende netwerkfuncties: 1. Wegverkeer 2. Scheepvaart 3. Waterhuishouding
A	Zeer kortdurende hinder voor primaire functies van object; Geen hinder voor netwerk	Hinder voor netwerk is korter dan ondergrens voor alle functiecategorieën: 1. Wegverkeer 2. Scheepvaart 3. Waterhuishouding	Hinder voor netwerk is korter dan bovengrens in alle functiecategorieën, maar langer dan ondergrens in één of meer van de functiecategorieën: 1. Wegverkeer 2. Scheepvaart 3. Waterhuishouding	Hinder voor netwerk is langer dan bovengrens in één of meer van de functiecategorieën: 1. Wegverkeer 2. Scheepvaart 3. Waterhuishouding
M	Lokaal herstel, eenvoudig uitvoerbaar	Herstel met extra inspanning (bijvoorbeeld door speciaal gereedschap, of wachten op reservedelen)	Herstel met veel inspanning (bijvoorbeeld door het forceren van toegang voor uitvoeren onderhoud of wachten op speciaal te fabriceren reserve delen of vergunningen)	Herstel weegt niet meer op tegen de economische levensduur van het object; andersoortige maatregelen zijn noodzakelijk (bijv. grootscheepse vervanging)
S	Het falen leidt direct of indirect tot ongelukken met niet-blijvend letsel zonder verzuim bij één of meer personen	Het falen leidt direct of indirect tot ongelukken met niet-blijvend letsel met medische assistentie/ ziekenhuis opname bij één of meer personen	Het falen leidt direct of indirect tot ongelukken met blijvend letsel bij één persoon	Het falen leidt direct of indirect tot ongelukken met: - blijvend letsel bij meer personen, of - fataal letsel bij één of meer personen
Se	Ongewenst menselijk handelen mogelijk met kleine gevolgen zoals graffiti	Ongewenst menselijk handelen mogelijk met beperkte gevolgen zoals toegang tot een onbelangrijke ruimte	Ongewenst menselijk handelen mogelijk met grote gevolgen zoals digitale/fysieke toegang tot vertrouwelijke informatie	Ongewenst menselijk handelen mogelijk met ernstige gevolgen zoals digitale/fysieke toegang tot de (nood-)besturing van het object
H	Op termijn gezondheidshinder bij één of meer personen	Op termijn tijdelijke gezondheidsschade bij één of meer personen	Op termijn blijvende gezondheidsschade bij één persoon	Op termijn: - blijvende gezondheidsschade bij meer personen - fatale gezondheidsschade bij één of meer personen
E	Verwaarloosbare gevolgen voor flora en fauna	Beperkte gevolgen voor flora en/ of fauna; geen maatregel nodig, het lost vanzelf op	Grote gevolgen voor flora en/ of fauna; maatregelen nodig om erger te voorkomen	Ernstige, langdurige gevolgen voor flora en fauna; grootscheepse maatregelen noodzakelijk
€	Gevolgkosten tussen € 100,- en € 10.000,-	Gevolgkosten tussen € 10.000,- en € 100.000,-	Gevolgkosten tussen € 100.000,- en € 500.000,-	Gevolgkosten > € 500.000,-
P	Klachten	Imagoverlies lokaal	Imagoverlies regionaal	Imagoverlies landelijk

Kansklasse		Omschrijving (indien faalkans toeneemt in de tijd)	Omschrijving (indien faalkans constant is in de tijd)
1	**Verwaarloosbaar**	Het falen wordt niet in de komende 20 jaar verwacht	Falen komt gemiddeld minder vaak dan eens per 20 jaar voor
2	**Klein**	Het falen wordt tussen 6 en 20 jaar na nu verwacht	Falen komt gemiddeld eens per 20 jaar of vaker voor, maar minder vaak dan eens per 6 jaar
3	**Middelmatig**	Het falen wordt tussen 2 en 6 jaar na nu verwacht	Falen komt gemiddeld eens per 6 jaar of vaker voor, maar minder vaak dan eens per 2 jaar
4	**Groot**	Het falen wordt tussen 6 maanden en 2 jaar na nu verwacht	Falen komt gemiddeld eens per 2 jaar of vaker voor, maar minder vaak dan eens per 6 maanden
5	**Zeker**	Het falen is al gebeurd of wordt in de komende 6 maanden verwacht	Falen komt gemiddeld eens per 6 maanden of vaker voor

BIJLAGE 7

RAMSSHE€PS MATRIX

		Gevolgklasse		
	1	2	3	4
	Verwaarloosbaar	**Beperkt**	**Groot**	**Ernstig**
R	Aantasting van functie van element maar niet van primaire functies van object	Aantasting van primaire functies van object maar niet van netwerk	Aantasting van één van de volgende netwerkfuncties: 1. Wegverkeer 2. Scheepvaart 3. Waterhuishouding	Aantasting van twee of meer van de volgende netwerkfuncties: 1. Wegverkeer 2. Scheepvaart 3. Waterhuishouding
A	Zeer kortdurende hinder voor primaire functies van object <24 uur; Geen hinder voor netwerk	Kortdurende hinder voor primaire functies van object <72 uur; Hinder voor het netwerk functiecategorieën: 1. Wegverkeer <72 uur 2. Scheepvaart <24 uur 3. Waterhuishouding < 72 uur	Grote hinder voor primaire functie object < 1 week Hinder voor netwerk functiecategorieën: 1. Wegverkeer < 1 week 2. Scheepvaart < 4 dagen 3. Waterhuishouding < 1 week	Grote hinder voor primaire functie object > 1 week Hinder voor netwerk functiecategorieën: 1. Wegverkeer > 1 week 2. Scheepvaart > 4 dagen 3. Waterhuishouding > 1 week
M	Lokaal herstel, eenvoudig uitvoerbaar	Herstel met extra inspanning (bijvoorbeeld door speciaal gereedschap, of wachten op reservedelen)	Herstel met veel inspanning (bijvoorbeeld door het forceren van toegang voor uitvoeren onderhoud of wachten op speciaal te fabriceren reserve delen of vergunningen)	Herstel weegt niet meer op tegen de economische levensduur van het object; andersoortige maatregelen zijn noodzakelijk (bijv. grootscheepse vervanging)
S	Het falen leidt direct of indirect tot ongelukken met niet-blijvend letsel zonder verzuim bij één of meer personen	Het falen leidt direct of indirect tot ongelukken met niet-blijvend letsel met medische assistentie/ ziekenhuis opname bij één of meer personen	Het falen leidt direct of indirect tot ongelukken met blijvend letsel bij één persoon	Het falen leidt direct of indirect tot ongelukken met: - blijvend letsel bij meer personen, of - fataal letsel bij één of meer personen
Se	Ongewenst menselijk handelen mogelijk met kleine gevolgen zoals graffiti	Ongewenst menselijk handelen mogelijk met beperkte gevolgen zoals toegang tot een onbelangrijke ruimte	Ongewenst menselijk handelen mogelijk met grote gevolgen zoals digitale/fysieke toegang tot vertrouwelijke informatie	Ongewenst menselijk handelen mogelijk met ernstige gevolgen zoals digitale/fysieke toegang tot de (nood-)besturing van het object
H	Op termijn gezondheidshinder bij één of meer personen	Op termijn tijdelijke gezond-heidsschade bij één of meer personen	Op termijn blijvende gezondheidsschade bij één persoon	Op termijn: - blijvende gezondheidsschade bij meer personen - fatale gezondheidsschade bij één of meer personen
E	Verwaarloosbare gevolgen voor medegebruikers of omwonenden	Beperkte gevolgen voor medegebruikers of omwonenden	Grote gevolgen voor mede-gebruikers of omwonenden. Beperkte gevolgen voor verdere omgeving.	Ernstige gevolgen voor medegebruikers of omwonenden en verdere omgeving.
€	Gevolgkosten tussen € 100,- en € 10.000,-	Gevolgkosten tussen € 10.000,- en € 100.000,-	Gevolgkosten tussen € 100.000,- en € 500.000,-	Gevolgkosten > € 500.000,-
P	Klachten	Imagoverlies lokaal. Halen lokale media	Imagoverlies regionaal. Halen regionale media	Imagoverlies landelijk. Halen landelijke media
Su	Verwaarloosbare gevolgen voor natuur en duurzaam gebruik. Geen maatregel noodzakelijk.	Beperkte gevolgen voor natuur en duurzaam gebruik. Eenvoudige maatregel wenselijk.	Grote gevolgen voor natuur en duurzaam gebruik. Maatregelen nodig om erger te voorkomen	Ernstige, langdurige gevolgen voor de natuur en duurzaam gebruik. Grootscheepse maatregelen noodzakelijk

Kansklasse		**Omschrijving** *(indien faalkans toeneemt in de tijd)*	**Omschrijving** ***(indien faalkans constant is in de tijd)***
1	**Verwaarloosbaar**	Het falen wordt niet in de komende 20 jaar verwacht	Falen komt gemiddeld minder vaak dan eens per 20 jaar voor
2	**Klein**	Het falen wordt tussen 6 en 20 jaar na nu verwacht	Falen komt gemiddeld eens per 20 jaar of vaker voor, maar minder vaak dan eens per 6 jaar
3	**Middelmatig**	Het falen wordt tussen 2 en 6 jaar na nu verwacht	Falen komt gemiddeld eens per 6 jaar of vaker voor, maar minder vaak dan eens per 2 jaar
4	**Groot**	Het falen wordt tussen 6 maanden en 2 jaar na nu verwacht	Falen komt gemiddeld eens per 2 jaar of vaker voor, maar minder vaak dan eens per 6 maanden
5	**Zeker**	Het falen is al gebeurd of wordt in de komende 6 maanden verwacht	Falen komt gemiddeld eens per 6 maanden of vaker voor

BIJLAGE 8

FMECA BOUWDEEL TEENSLOOT

Functie bouwdeel	Wanneer is er functieverlies	Welke faalvormen zijn er	Normniveau	Bron document interventie-waarde	Uitgave jaar gerelateerde richtlijn/ norm/eis	Oorzaak	Effect op RAMSSHE€P	Faal-kans	R	A	M	S	S	H	E	€	P	Risico score
									Betrouwbaarheid									
										Beschikbaarheid								
											Onderhoudbaarheid							
												Veiligheid						
													Bevestiging					
														Gezondheid (volksgezondheid)				
															Omgeving (effect op netwerken)			
																Euro (technische kosten)		
																	Politiek	
																		Faalkans x maximale gevolgscore
Af/doorvoeren van water	Af/ doorvoeren van water is niet meer mogelijk	Voerend oppervlak te klein	Waterdiepte in de legger	Keur	2017	Aanwas bagger	Het watersysteem kan overtollig water onvoldoende afvoeren.	2	2	0	0	0	0	0	2	0	2	4
Tegendruk bieden	Tegendruk bieden is niet meer mogelijk	Onvoldoende water in de teensloot	Waterpeil in het peilbesluit	Peilbesluit	2015	Weersomstandig-heden, aanhoudende droogte	Beperkte tegendruk levert instabiliteit in de dijk; dit beperkt de betrouwbaarheid, veiligheid en beschikbaarheid en verzorgt politieke schade	1	1	2	0	2	0	0	0	0	2	2

BIJLAGE 9

VOORBEELD BEDRIJFSWAARDENMATRIX

Veiligheid/Arbo	Imago	Schoon water ecologie en chemie	Bedrijfszekerheid	Droge Voeten	Gevolgschade	Impact	Standtijd = X (1 / Faalkans)					
							1	2	3	4	5	6
Geen effect - Nihil effect	Geen effect - Nihil effect	Geen effect - Nihil effect	Geen effect - Nihil effect	Geen effect - Nihil effect	Geen kosten - Nihil	1	0	0	0	0	0	0
pleister ongemak, irritatie	enkele klacht	tijdelijke lokale achteruitgang waterkwaliteitsdoelen	een storing zonder effect op de bedrijfszekerheid	peil treedt net buiten vastgestelde grens van +/- 5 cm norm	< € 1.000	2	1	2	3	4	5	10
Inschakeling BHV'er of doktersbehandeling zonder verzuim	meerdere klachten	Waterkwaliteitsdoelen ecologie en chemie worden niet gehaald	een storing die mogelijk kan leiden tot een "productie onderbreking"	peil treedt buiten vastgestelde grens zonder inundatie	€ 1.000 - € 10.000	3	2	3	4	5	12	40
doktersbehandeling kortdurend verzuim	geringe aantasting imago, geen media	Achteruitgang waterkwaliteit KRW-lichamen en overige watergangen	een storing die leidt tot een "productie onderbreking", echter deze kan binnen 4 uur worden verholpen	Peil treedt buiten vastgestelde inundatie norm, gras- en glastuinbouw	€ 10.000 - € 100.000	4	3	4	5	14	36	41
Doktersbehandeling langdurig verzuim en/of ziekenhuisopname	aantasting imago, aandacht lokale media	Chloridepieken, Blauwalgenbloei, stank en drijfvuil	een storing die leidt tot een "productie onderbreking", echter deze kan binnen 24 uur worden verholpen	Peil treedt buiten vastgestelde inundatie norm stedelijke infra	€ 100.000 - € 1.000.000	5	4	5	16	33	37	42
handicap of overlijden 1 persoon	ernstige aantasting van het imago, aandacht nationale media	Botulisme, zuurstofloosheid en vissterfte.	een storing die leidt tot een "productie onderbreking", echter deze kan binnen 48 uur worden verholpen	Overstroming/dijkdoorbraak met grote economische schade	€ 1.000.000 - € 10.000.000	6	5	18	30	34	38	43
overlijden meerder personen	langdurige ernstige aantasting van het imago, aandacht internationale media	Chemische verontreiniging met landurige consequenties	een storing die leidt tot een "productie onderbreking", echter deze kan niet binnen 48 uur worden verholpen	Overstroming/dijkdoorbraak met meerdere doden mensen tot gevolg	> € 10.000.000	7	20	30	32	35	39	44

Standtijd = X (1 / Faalkans)	
1	X > 100 jr.
2	25 jr. ≤ X 100 jr.
3	10 jr. ≤ X 25 jr.
4	1 jr. ≤ X 10 jr.
5	0.1 jr. ≤ X 1 jr.
6	X < 0.1 jr.

BEDRIJFSWAARDENMATRIX ZOALS DEZE GEBRUIKT WORDT BIJ HOOGHEEMRAADSCHAP DELFLAND (2017).

BIJLAGE 10

INSPECTIEKADER

Om objecten efficiënt en effectief te kunnen onderhouden gebruikt RWS het “Inspectiehuis” dat is vastgelegd in het Inspectiekader RWS. Dit “Inspectiekader” beschrijft drie soorten inspecties, elk met zijn eigen doel en diepgang.

De principes uit het inspectiehuis zijn toepasbaar voor waterschappen.

De drie soorten inspecties zijn gericht op:

1. Wettelijke aansprakelijkheid. Bij waterschappen gebeurt dit met meldingen via piket/wachtdienst/meldingsysteem. Dit systeem werkt niet goed in dunbevolkte gebieden. In deze gebieden worden de risico’s ingeschat en vervolgens bepaald of hier extra actie op ondernomen moet worden;
2. Huidige stand van zaken van de onderdelen binnen het beheer gebied = toestandsinspectie. Dit gebeurt vaak 1 of 2 keer per jaar.
3. Voorspellende inspectie of instandhoudinginspectie. Dit gebeurt minder dan 1x/jaar.

Er wordt bij de Waterschappen reeds gebruik gemaakt van diverse inspecties. Bij de diverse inspecties is aangegeven welke van de bovenstaande functies wordt ingevuld.

	1	2	3
Ongeplande inspectie (dijkbeheerder rijdt ergens langs en ziet iets)	x		
Voorjaarsinspectie		x	
Najaarsinspectie		x	
Hoogte inspectie			x
Constructieve inspectie			x
Calamiteiteninspectie (o.a. droogte-inspectie)	x	x	
Thema-inspecties (verschillende thema’s, zoals steenglooiingen)		x	
Kabels & Leidingen inspectie = schouw (voldoet het onderdeel aan de vergunningseis, functioneel testen)		x	
Jaarlijkse testsluiting (functioneel testen afsluiters en coupures)		x	
Weginspectie		x	
VTA / BVC Boomveiligheidscontrole		x	
Grasmatmonitoring		x	

BIJLAGE 11

GRAFISCHE WEERGAVE INDIVIDUELE WAARNEMINGEN VANUIT TOESTANDSINSPECTIE

RAPPORTAGE VAN INDIVIDUELE WAARNEMINGEN (FOTO'S) MET SCORES VAN EEN INSPECTIEVAK.

Hieronder staan de geinspecteerde bouwdelen van het element met de worst case score per bouwdeel. (Bouwdelen met een zwart scoreveld konden niet geinspecteerd worden.)

Bouwdeel	Score
Beschermlaag	5

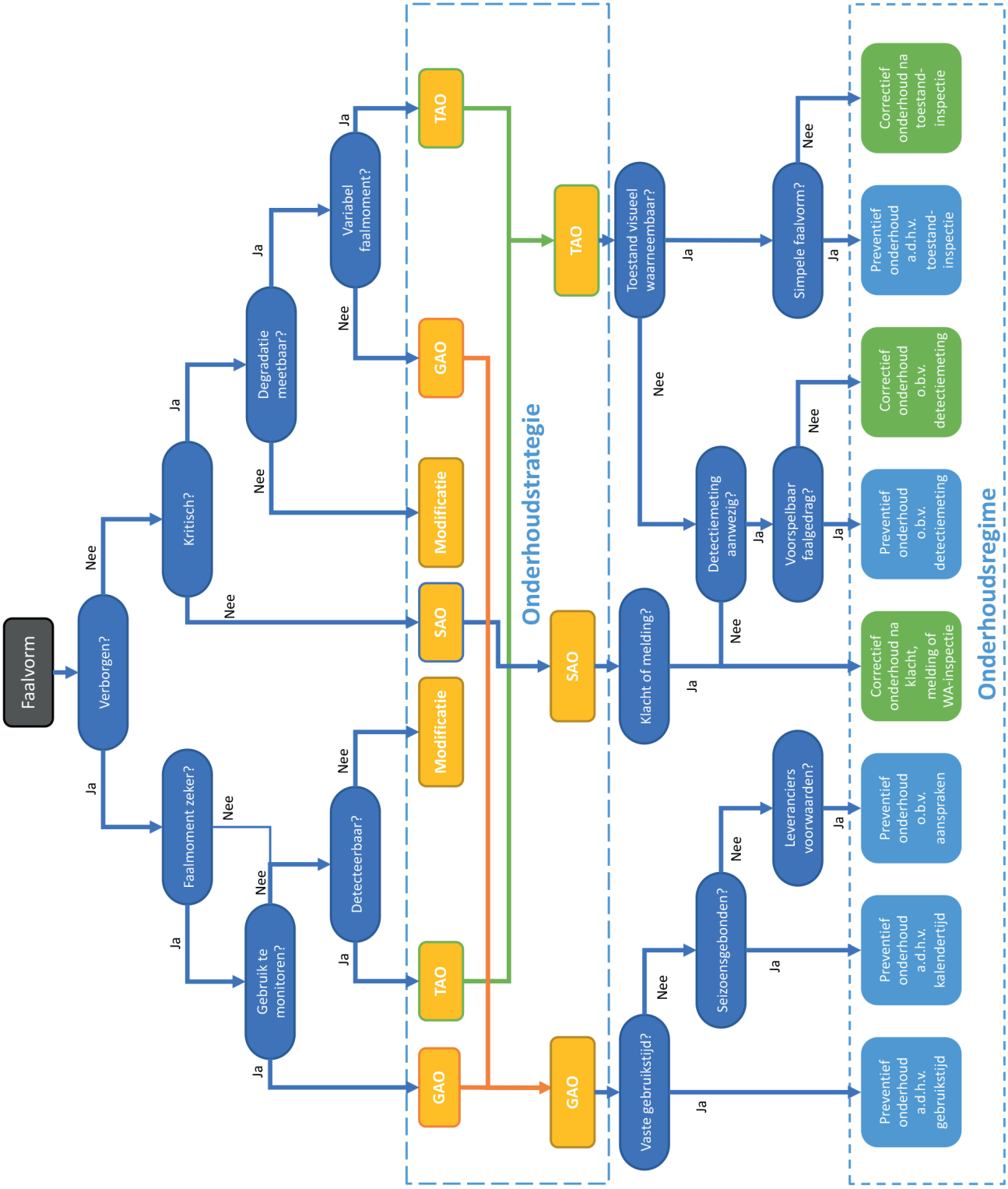
Op de volgende bladzijde(n) staan de detailgegevens, voor zover aanwezig, van de bouwdelen waarbij één of meer waarnemingen zijn gedaan met een score gelijk of hoger dan 0.

Bouwdeel	Waarde	Score	Inspectie- punt	Ernst	Intensiteit	Omvang	Beoordeeld	h.h. gebrek	Toelichting
Beschermlaag		5	Kieren (m) 178259	ernstig	Gevorderd	Algemeen (>70%)	200	200	
		4	Vergraving (m³) 178258	ernstig	Gevorderd	Aanzienlijk (30%-70%)	200	208	

MEERDERE INDIVIDUELE WAARNEMINGEN MET SCORES LANGS EEN DIJKTRAJECT (PUNTEN) MET ONDERSTAAND EEN VERTALING VAN INDIVIDUELE WAARNEMINGEN O.B.V. SLECHTSTE SCORE NAAR MEERDERE INSPECTIEVAKKEN (LIJNEN)

BIJLAGE 12

KEUZEBOOM FAALVORM TOT ONDERHOUDSREGIME



BIJLAGE 13

PRAKTISCHE TOEPASSING VAN ALLE STAPPEN

Deze bijlage is een praktische beschrijving van alle stappen die in de Handreiking beschreven staan. Aan de hand van een voorbeeld zijn de theoretische stappen inzichtelijk gemaakt. Het voorbeeld is ter illustratie en niet normatief.

AREAAL IN BEELD

Als voorbeeld nemen we een fictieve waterkering waar een deel van de decompositie als voorbeeld uitgewerkt is.

Normtraject nr:	xxx
Effectvak nr:	xxx e001
Kansvak nr:	xxx e001 k01
Onderhoudsvak nr:	xxx e001 k01 o01
Inspectievak nr:	xxx e001 k01 o01 i01

Herken de hiërarchie en de herleidbaarheid op ieder niveau. Een dergelijke boomstructuur is wenselijk voor registraties buiten en het samenvoegen van vakken voor rapportages en plannen.
Als profielopbouw nemen we een primaire waterkering uit bijlage 2.

Inspectievak nr:	xxx e001 k01 o01 i01		
Object	**Element**	**Bouwdeel**	**Materiaalsoort**
Dijk	Voorland	Bekleding	Steenbestorting
	Buitentalud 1	Bekleding	Asfaltbeton
		Bekleding	Steenbestorting
	Buitenberm 1	Bekleding	Blokken
	Buitentalud 2	Bekleding	Steen bekleding Blokken
		Bekleding	Gras
	Kruin	Bekleding	Gras
	Binnentalud 1	Bekleding	Gras
	Binnenberm 1	Bekleding	Gras
	Verharding wegtype 4 (licht belast)	Betonverharding	Dicht asfaltbeton
		Markering	Thermoplast
	Binnentalud 2	Bekleding	Gras
	Binnenberm 2	Bekleding	Gras
	Sloot	Beschoeiing	Hout
		Bodem (waterbodem)	Bagger

Deze decompositie is een voorbeeld zoals deze op basis van de NEN2767 ingevuld kan worden. De elementen ‘Verharding wegtype 4 (licht belast)’ en ‘Sloot’ zitten in de NEN2767. ‘Binnentalud’ en ‘Buitentalud’ staan ook in de NEN2767, maar zijn niet genummerd. Met een

berm is het dus niet mogelijk om onderscheid te maken tussen de bovenste en onderste. Om onderscheid te kunnen maken is daarom gekozen voor de benaming zoals in bovenstaande decompositie weergegeven. Bij 'Binnenberm' en 'Buitenberm' geldt dat in de NEN2767 alleen gesproken wordt over 'Berm'. 'Kruin' bestaat als element, maar heeft alleen de volgende bouwdelen: Armatuur, Opsluitband, Toplaag, Hek, Mast en Paal. Waar voor de consistentie 'Bekleding' op zijn plaats zou zijn. Daarom is in de voorbeeld decompositie gekozen voor 'Bekleding'.
De statische gegevens van de kering zijn nu bekend, de basis van het objectpaspoort is gevuld.

Zodra de decompositie door de NEN2767 commissie is vastgelegd, is het aan te raden deze decompositie te volgen.
Voor de eenvoud gaan we er vanuit dat deze doorsnede over het hele inspectievak doorloopt. Er zijn dus geen bankjes of prullenbakken.
Het statische gedeelte van het objectpaspoort is al bijna compleet. Er ontbreken nog een aantal vaste gegevens, ´Bouwjaar´ tot en met ´Cyclisch onderhoud´, die we fictief invullen. Tevens voegen we de conditiescore vanuit de toestandsinspectie van oktober 2017 toe.

Normtraject nr:	xxx	Norm	1:10.000
Effectvak nr:	xxx e001		
Kansvak nr:	xxx e001 k01		
Onderhoudsvak nr:	xxx e001 k01 o01		
Inspectievak nr:	xxx e001 k01 o01 i01		
Bouwjaar	17^{e} eeuw		
Soort Dijk	Primaire kering met zandkern		
Lengte	190 meter		
Locatie	Oost Nederland, Linker oever		
Van/tot	10.200 -10.390		
Hoogte kruin tov NAP	+13,90		
Laatste inspectie	Oktober 2017		
Volgende inspectie	Maart 2018		
Cyclisch (dagelijks) onderhoud	Grasmaaien drie wekelijks van mei tot oktober 3 keer per jaar bloemrijke dijk maaien Riet snijden, jaarlijks, 15% over laten staan. Split bijvullen, april en november Steenslag vegen		

Object	Element	Bouwdeel	Materiaalsoort	Conditiescore
Dijk	Voorland	Bekleding	Steenbestorting	2
	Buitentalud 1	Bekleding	Asfaltbeton	3
		Bekleding	Steenbestorting	2
	Buitenberm 1	Bekleding	Blokken	2
	Buitentalud 2	Bekleding	Steen bekleding Blokken	3
		Bekleding	Gras	2
	Kruin	Bekleding	Gras	3
	Binnentalud 1	Bekleding	Gras	3
	Binnenberm 1	Bekleding	Gras	2
	Verharding wegtype 4 (licht belast)	Betonverharding	Dicht asfaltbeton	4
		Markering	Thermoplast	2
	Binnentalud 2	Bekleding	Gras	2
	Binnenberm 2	Bekleding	Gras	2
	Sloot	Beschoeiing	Hout	4
		Bodem (waterbodem)	Bagger	4

PRESTATIES BEPALEN

Het is een waterkering, de functie zit reeds in de naam, maar tot welke afvoerhoeveelheid dient deze waterkering het water ook werkelijk te keren? Dit is vastgelegd in de norm-frequentie. Voor primaire waterkeringen zijn de normeisen eenvoudig te achterhalen in: http://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/2018-02-17#BijlageI

We nemen een waterkering in het Oosten van Nederland. Daar moet een waterkering zo opgebouwd zijn dat de overstromingskans maar eens in de 10.000 jaar is.

Dit is de juridische verplichting van de waterkeringbeheerder. Om deze overstromingskans te bereiken moet de waterkeringbeheerder onder andere de kruinhoogte in combinatie met de configuratie zodanig afstemmen dat het water gekeerd kan worden.

Als bijbehorende prestatie kan gekozen worden voor ‘Erosiebestendigheid’

We kiezen de volgende indeling van de gevolgklassen van het aspect ‘Erosiebestendigheid’:

0. Het risico heeft geen invloed op dit gevolg
1. Goede dekking en bescherming van het buitentalud
2. Redelijke dekking en bescherming van het buitentalud
3. Matige dekking en bescherming van het buitentalud
4. Slechte dekking en bescherming van het buitentalud

Nota Bene: dit is een fictieve indeling en niet per definitie passend bij de norm.

In dit voorbeeld stellen we dat een bloemrijke dijk beheerd wordt. Dit is een functie die niet noodzakelijk is, maar waar de organisatie een bijdrage wil leveren binnen zijn maatschappelijke functie. Men wil deze bijdrage graag goed en blijvend leveren. Het is daarom belangrijk om het beheer aan te passen naar de functie.

We stellen de volgende schalen in waarop we de gevolgen kunnen beoordelen:

1. Het risico heeft geen invloed op dit gevolg
2. Soorten rijkdom voldoende, bloemen dekking voldoende.
3. Beperkte soorten rijkdom, beperkte onderbreking bloemen dekking
4. Zeer beperkte soorten rijkdom, periode zonder bloemen, grote onderbreking in bloemen dekking
5. Vrijwel geen bloemen aanwezig.

Voor het voorbeeld houden we het in deze bijlage bij deze twee prestaties.

Er zijn ook zijn ook andersoortige prestaties te benoemen waar de organisatie aan wil voldoen. Bijvoorbeeld de prestatie 'Gebruik door derden moet fysiek veilig in een veilige omgeving plaats kunnen vinden'. Dit kan vertaald worden naar een schone omgeving waar de bouwdelen veilig te gebruiken zijn en deze de gebruikers niet in gevaar brengen tijdens gebruik. Het moet dus schoon zijn en bouwdelen moeten in een minimale conditie verkeren om het gebruik door derden veilig plaats te kunnen laten vinden. Hierbij kunnen de volgende schalen kunnen opgesteld worden:

1. Verwaarloosbare vervuiling, conditiescore bouwdeel = 2
2. Beperkte vervuiling, conditiescore bouwdeel = 3
3. Grote vervuiling, conditiescore bouwdeel = 4
4. Ernstige vervuiling, conditiescore bouwdeel =5 of 6

In dit voorbeeld is een 6 puntsverdeling van de conditiescore NEN2767 ingedeeld naar 4 schalen. Door middel van het ijken van de gevolgklasse kan dezelfde schaal er ook als volgt uit zien:

1. Verwaarloosbare vervuiling, conditiescore bouwdeel = 3
2. Beperkte vervuiling, conditiescore bouwdeel = 4
3. Grote vervuiling, conditiescore bouwdeel = 5
4. Ernstige vervuiling, conditiescore bouwdeel = 6

De gehele schaal is 1 trede naar boven gezet. Het effect hiervan is dat er zwakker gestuurd wordt op de conditiescore. Er wordt immers minder snel een hoge gevolgscore vastgesteld.

RISICO

Om het risico te bepalen gebruiken we de FMECA methode. Hiervoor moet de faalvorm inclusief oorzaak, de gevolgen en de kriticiteit bepaald worden.
We gaan op basis van de prestaties bepalen hoe en wanneer een bouwdeel faalt.
Omdat het bouwdeel (teen)sloot reeds is uitgewerkt in de Handreiking, beschouwen we in dit voorbeeld bouwdeel 'Buitentalud 2'. De inventarisatie van de faalvorm is alleen gedaan op basis van de eerste twee prestaties die eerder genoemd zijn. De gevolgen worden gescoord conform de eerder genoemde klasse-indeling.

Het is goed om te weten dat bij andere prestaties, de functie van een element mogelijk kan veranderen. Andere functies leiden mogelijk ook tot andere faalvormen.

Voor het inschatten van de kans zijn er twee keuzes. Ten eerste kan dit geheel theoretisch op basis van bijvoorbeeld de levensduur, of de verwachting van een expert hoe vaak een faalvorm voor komt (expert judgement). Hiermee krijgt men inzicht in de kriticiteit zonder de toestand van het bouwdeel te weten. Dit is nuttig om te bepalen hoe kritisch een object is en of er op basis van TAO of SAO onderhoud gepleegd moet worden. Dit geeft een goede inschatting voor het cyclische onderhoud en het meerjarige cyclische onderhoud.
In de praktijk zien we dat de faalkans een samenspel is tussen toestand en gemiddelde levensduur en worden maatregelen ingezet omdat een bouwdeel (bijna) faalt of einde levensduur is. Dit geeft input aan de werkelijke planning van het meerjarige cyclische onderhoud. De conditiescore geeft dus aan in hoeverre einde levensduur in zicht is. In dit voorbeeld beoordelen we de kriticiteit éénmalig en worden de meerjarige cyclische onderhoudsmaatregelen bepaald op basis van de expert judgement.
Een andere manier is om, na uitvoeren van inspectie, de kans iedere keer opnieuw te bepalen

op basis van de nieuwe conditiescore. Deze methode is minder gebruikelijk, maar levert zeer vergelijkbare resultaten. Het is niet bekend of deze resultaten beter of slechter zijn.

Wij gebruiken expert judgement bij het beoordelen van de kans van de faalvorm. De kansklasse hebben we op volgende wijze ingedeeld:

1. Verwaarloosbaar
2. Klein
3. Middelmatig
4. Groot
5. Zeker

Voor de eenvoud hebben we geen kwantificering aan de klasse gehangen. De beoordeling zal dus geheel kwalitatief uitgevoerd worden. In de eigen organisatie kan ook gekozen worden voor een kwantitatieve benadering met exacte grenzen.

In dit voorbeeld bepalen we de risicoscore als volgt:
Som van de gevolgen * kans = risicoscore

We noemen een risico “kritisch” als de risicoscore ≥ 10. Dit is met rood aangegeven en “niet-kritisch” ≤ 9 met groen.
In de volgende tabel zijn de faalvormen, oorzaken en gevolgen inzichtelijk gemaakt. Tevens is de kriticiteit beoordeeld. Dit is gedaan op basis van de prestaties en de opgestelde schalen voor het beoordelen van de kans en gevolgen. De prestaties vervangen hier de RAMSSHE€PS aspecten zoals deze in de Handreiking benoemd zijn.

Materiaal	Functie bouwdeel	Wanneer is er functieverlies	Welke faalvormen zijn er?	Oorzaak	Gevolgen	Kans (K)	Erosie (E)	Bloemrijke dijk (B)	Risico score K* (E+B)
Gras	Beschermen van de kleilaag tegen erosie, bloemrijke dijk	Verminderd beschermen van de kleilaag, onvoldoende bloemrijke dijk	Graverij	Aanwezigheid, gravend ongedierte, dier en mens	Bloot leggen van onderliggende (zand)laag, directe erosie mogelijk, onderbreking bloemenveld	3	2	1	9
			Kale plekken	Langdurige afdekking of begrazing door vee, erosieafslag	Onvoldoende wortels die de klei vasthouden, vestiging ongewenste soorten, onderbreking bloemenveld	4	3	2	20
			Onderbroken zoden	Ongewenste vegetatiesoorten voorkomen zodevorming, scheuren of sporen doorsnijden de zode	Onvoldoende wortels die de klei vasthouden, extra erosie door microreliëf, vestiging ongewenste soorten, onderbreking bloemenveld	4	3	1	16
			Onvoldoende vorming wortelpakket	Onvoldoende of te intensieve maai- of weidegangen	Onvoldoende wortels die de klei vasthouden	4	2	0	8
			Ruigte en houtopslag	Onvoldoende maai- of weidegangen	Onvoldoende wortels die de klei vasthouden	4	3	0	12
			Rijspoor	Te zware belasting met een voertuig, natte plekken, schapenpaadjes	Bloot leggen van kleilaag, directe erosie mogelijk, extra erosie door microreliëf doorbreking biotoop, onderbreking bloemenveld	2	2	2	8
			Onderbroken bloemenveld	Verzuring bodem Verschaling bodem	Periode zonder bloemen	2	0	3	6
			Afnemen soortenrijkdom	Maaien voordat de bloemen zaad hebben kunnen zetten.	Periode zonder bloemen	4	0	3	12
Blokken	Beschermen van de kleilaag tegen erosie	Verminderd beschermen van de kleilaag	Gaten	Materiaaltransport door de toplaag bij golfslag	Instabiliteit van blokken, beperkte dekking onderlaag	3	2	2	12
			Gekamde stenen	Onderlaag glijdt af	Instabiliteit van blokken	2	3	2	10
			Ruigte en houtopslag	Niet weghalen houtopslag	Instabiliteit van blokken, aantasting onderlaag	4	2	0	8
			Uitspoeling split	Golfslag	Instabiliteit van blokken	4	3	0	12
			Verzakking	Materiaaltransport door de toplaag bij golfslag, onderloopsheid scherm,	Instabiliteit van blokken, beperkte dekking onderlaag	2	3	2	10
			Opbolling	Afschuiving onderlaag	Instabiliteit van blokken	2	3	2	10

INSPECTIE & MONITORING EN ONDERHOUDSTRATEGIE

Op basis van de risicoscores en het inzicht in de faalvormen, kunnen we aan de hand van de determinatietabel (§4.1) bepalen welke onderhoudstrategie toegepast moet worden bij een faalvorm. Alle faalvormen zijn zichtbaar en in de risicoscore is duidelijk geworden of een faalvorm al dan niet kritisch is (rood of groen). Hierdoor kunnen we bepalen welke onderhoudstrategie (TAO, GAO of SAO) bij welke faalvorm past.

Uiteindelijk zal een toestandsinspectie gaan gelden voor een heel bouwdeel. Er zullen een aantal dominante faalvormen zijn die de inspanningen en de frequenties het sterkst beïnvloeden. Er zijn bouwdelen waar zowel kritische als niet kritische faalvormen voorkomen. De onderhoudstrategie zal dan TAO worden, naar de meest dominante faalvorm. Daar waar de onderhoudsstrategie SAO staat omdat de faalvorm niet kritisch is, wordt de faalvorm wel beoordeeld tijdens een toestandsinspectie. Als voorbeeld wordt ‘Ruigte en houtopslag’ daarom in de praktijk meegenomen in de toestandsinspectie. Deze faalvorm gaat mee met de dominante faalvormen op dit bouwdeel.

We hebben gekeken naar de mogelijkheid voor monitoring, maar zien bij de bouwdelen steenbekleding en grasbekleding binnen het voorbeeld hier geen toepassingen voor.

MAATREGELEN BEPALEN

Het bepalen van de maatregelen gaat in een tweetraps raket. Vanuit de faalvorm volgt een onderhoudstrategie (reeds uitgevoerd) en een onderhoudsregime. Het onderhoudsregime kan bepaald worden met de keuzeboom uit bijlage 12. Op basis van dit onderhoudsregime wordt een maatregel opgesteld. Deze maatregel is nog erg theoretisch en sluit niet altijd aan bij de realiteit. De oorzaak wordt dan wel weggenomen, maar de maatregel is in praktijk niet (eenvoudig) uit te voeren. Hier komt dan ook de tweede stap. De maatregel benoemen die in de praktijk toegepast wordt.

Binnen dit voorbeeld wordt het herstellen van faalvormen in de steenbekleding samengevoegd en allemaal onder de noemer ‘herstellen blokkenbekleding’ onderhouden. Lokaal kan een faalvorm al goed zichtbaar zijn, maar het normniveau in het inspectievak nog niet bereikt zijn. De beheerder heeft een bredere blik en krijgt vanuit inspectie inzicht in de toestand. Als de faalvormen op meerdere plekken voor komen en de toestand te ver verslechterd is, worden alle onderhoudsactiviteiten in 1 keer opgelost onder de noemer ‘herstellen blokkenbekleding’. Deze activiteit is op basis van expert judgement iedere 5 jaar terugkerend. Op basis van de toestandsinspectie wordt bepaald wanneer de onderhoudsactiviteiten werkelijk uitgevoerd worden.

De theoretisch bepaalde maatregel per faalvorm kan in de maatregelenbibliotheek worden opgenomen en wordt benut als een bouwdeel plotseling faalt. Een calamiteitenploeg kan zo de juiste maatregel inzetten zodra de oorzaak achterhaald is. De maatregelen die in de praktijk toegepast worden vormen de basis voor het cyclische onderhoud met dagelijkse werkzaamheden tot meerjaren cycli voor het vervangen van de blokken.
Indien in de tabel bij de frequentie dagdagelijks staat, betekent dit niet dat deze activiteiten dagelijks gepland zijn. Bij het aantreffen van een faalvorm, die conform SAO onderhouden wordt, wordt de herstelmaatregel met de dagdagelijkse activiteiten meegenomen. Evenzo wordt een faalvorm niet dagelijks beoordeeld in een WA-inspectie. Een WA-inspectie wordt wel dagelijks uitgevoerd op de verschillende waterkeringen van het waterschap.

Naast het bepalen van de onderhoudsmaatregel hoort hier ook het bepalen van de inspectie en de frequentie hiervan. Inspectie en onderhoud is immers een samenspel van maatregelen om het areaal op orde te houden.
De frequentie van de toestandsinspectie wordt bepaald door de kans van optreden. Hoe hoger de kans van optreden, hoe hoger de inspectiefrequentie. Hierdoor staan verderop in het OHC verschillende frequenties van dezelfde inspectiesoort.

De maatregelen zijn beschreven, maar kunnen nu nog op een willekeurig inspectievak geplaatst worden. Wel wordt al duidelijk welk vast cyclisch onderhoud, variabel onderhoud en vervanging er plaats moet vinden. Door de uitkomsten van een toestandsinspectie toe te voegen, kunnen de maatregelen in een later stadium in het IHP doorontwikkeld worden naar werkelijk uit te voeren maatregelen met tijdsplanning.

De benadering is nog geheel theoretisch, waarbij nu de inspectiefrequentie per faalvorm wordt bepaald. Dit leidt ertoe dat de steenbekleding halfjaarlijks wordt beoordeeld op uitspoelen van split en twee jaarlijks op verzakkingen. In de praktijk zal halfjaarlijks een inspectie steenbekleding uitgevoerd worden waarbij naar alle faalvormen gekeken wordt. In het IHP komt dit straks tot uiting.

Risicogestuurd kan de frequentie van de toestandsinspecties aangepast worden. Indien in het inspectievak de steenbekleding recent vervangen is en er geen meldingen binnen zijn gekomen, is het aannemelijk dat de toestand van de steenbekleding voldoende is. De toestandsinspectie steenbekleding kan dan een jaar of zelfs 2 jaar overgeslagen worden in het betreffende inspectievak. Het uitspoelen van split kan dan in de risicogestuurde WA-inspectie beoordeeld worden. Deze afweging wordt gemaakt op basis van bureaustudie. Indien de bureaustudie goed uitgevoerd wordt, verkleint de inspectie-inspanning sterk. Hierdoor nemen de kosten af.

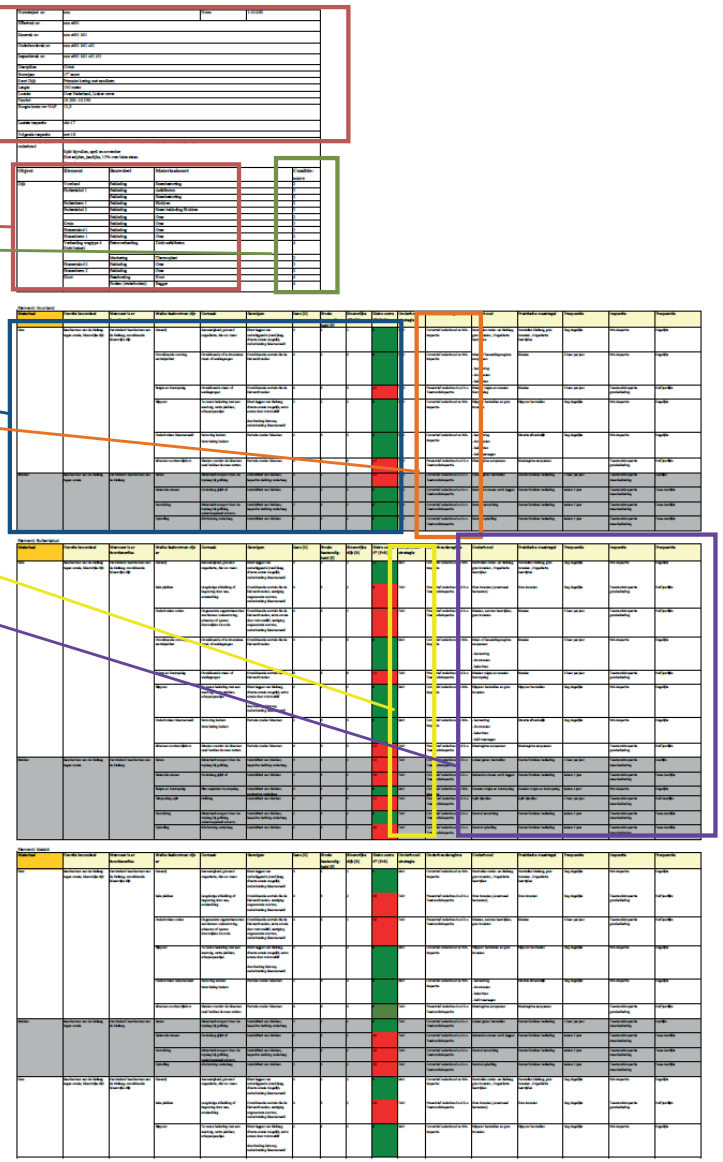
In onderstaande tabel zijn de volgende stappen toegevoegd:
- Bepalen onderhoudstrategie
- Bepalen onderhoudsregime
- Bepalen van maatregelen en frequentie

Materiaal	Functie bouwdeel	Wanneer is er functieverlies	Welke faalvormen zijn er	Risico score K* (E+B)	Onderhoudstrategie	Onderhoudsregime	Onderhoud	Praktische maatregel	Frequentie	Inspectie	Frequentie
Gras	Beschermen van de kleilaag tegen erosie, bloemrijke dijk	Verminderd beschermen van de kleilaag, onvoldoende bloemrijke dijk	Graverij	9	SAO	Correctief onderhoud na WA-inspectie	Herstellen onder- en kleilaag, gras inzaaien , Ongedierte bestrijden	Herstellen kleilaag, gras inzaaien , Ongedierte bestrijden	Dag dagelijks	WA-inspectie	Dagelijks
			Kale plekken	20	TAO	Preventief onderhoud a.d.h.v. Toestandsinspectie	Gras inzaaien, (eventueel bemesten)	Gras inzaaien	Dag dagelijks	Toestandsinspectie grasbekleding	Half jaarlijks
			Onderbroken zoden	16	TAO	Preventief onderhoud a.d.h.v. Toestandsinspectie	Maaien, soorten bestrijden, gras inzaaien	Maaien	3 keer per jaar	Toestandsinspectie grasbekleding	Half jaarlijks
			Onvoldoende vorming wortelpakket	8	SAO	Correctief onderhoud na WA-inspectie	Maai- of beweidingsregime aanpassen - bemesting - doorzaaien - beluchten	Maaien	3 keer per jaar	WA-inspectie	Dagelijks
			Ruigte en houtopslag	12	TAO	Preventief onderhoud a.d.h.v. Toestandsinspectie	Maaien ruigte en snoeien houtopslag	Maaien	3 keer per jaar	Toestandsinspectie grasbekleding	Half jaarlijks
			Rijspoor	8	SAO	Correctief onderhoud na WA-inspectie	Rijspoor herstellen en gras inzaaien.	Rijspoor herstellen	Dag dagelijks	WA-inspectie	Dagelijks
			Onderbroken bloemenveld	6	SAO	Correctief onderhoud na WA-inspectie	- bemesting - doorzaaien - beluchten - kalk toevoegen	Situatie afhankelijk	Dag dagelijks	WA-inspectie	Dagelijks
			Afnemen soortenrijkdom	12	TAO	Preventief onderhoud a.d.h.v. Toestandsinspectie	Maairegime aanpassen	Maairegime aanpassen		Toestandsinspectie grasbekleding	Half jaarlijks
Blokken	Beschermen van de kleilaag tegen erosie	Verminderd beschermen van de kleilaag	Gaten	12	TAO	Correctief onderhoud a.d.h.v. Toestandsinspectie	Lokaal gaten herstellen	Herstel blokken bekleding	2 keer per jaar	Toestandsinspectie steenbekleding	Jaarlijks
			Gekamde stenen	10	TAO	Correctief onderhoud a.d.h.v. Toestandsinspectie	Gekamde stenen recht leggen	Herstel blokken bekleding	Iedere 5 jaar	Toestandsinspectie steenbekleding	Twee Jaarlijks
			Ruigte en houtopslag	8	SAO	Correctief onderhoud na WA-inspectie	Snoeien ruigte en houtopslag	Snoeien ruigte en houtopslag	iedere 2 jaar	WA-inspectie	Dagelijks
			Uitspoeling split	12	TAO	Preventief onderhoud a.d.h.v. Toestandsinspectie	Split bijvullen	Split bijvullen	2 keer per jaar	Toestandsinspectie steenbekleding	Half Jaarlijks
			Verzakking	10	TAO	Correctief onderhoud a.d.h.v. Toestandsinspectie	Herstel verzakking	Herstel blokken bekleding	Iedere 5 jaar	Toestandsinspectie steenbekleding	Twee Jaarlijks
			Opbolling	10	TAO	Correctief onderhoud a.d.h.v. Toestandsinspectie	Herstel opbolling	Herstel blokken bekleding	Iedere 5 jaar	Toestandsinspectie steenbekleding	Twee Jaarlijks

ONDERHOUDSCONCEPT

Het onderhoudsconcept bestaat uit het bundelen van alle voorgaande stappen:

Stap 1. Statische paspoort gegevens
Stap 2. Conditiescores
Stap 3. FMECA
Stap 4. Onderhoudstrategie bepalen
Stap 5. Onderhoudsregime bepalen
Stap 6. Maatregelen bepalen



Het OHC geeft inzicht in alle onderhoudsmaatregelen die uitgevoerd kunnen worden. Er heeft alleen nog geen vertaling van de theorie naar de praktijk plaatsgevonden.

De vertaling van het OHC naar een IHP vindt plaats aan de hand van de toestand van het areaal. Hierbij wordt op bouwdeelniveau, of zelfs elementniveau (bijvoorbeeld bij steenbekleding) gekeken naar de mogelijkheden om maatregelen te clusteren en gezamenlijk uit te voeren.
Daar waar een OHC per inspectievak opgesteld is, kan het clusteren van maatregelen vaak over meerdere inspectievakken plaats vinden. Een lijnelement als grasbekleding stopt niet omdat er een nieuw inspectievak gedefinieerd is. Een IHP kan derhalve maatregelen bevatten van meerdere onderhoudsvakken.
In de volgende tabel is een OHC uitgewerkt waarin alleen de verdieping van het element 'Buitentalud 2' meegenomen is.

Normtraject nr:	xxx	Norm	1:10.000
Effectvak nr:	xxx e001		
Kansvak nr:	xxx e001 k01		
Onderhoudsvak nr:	xxx e001 k01 o01		
Inspectievak nr:	xxx e001 k01 o01 i01		
Discipiline	Civiel		
Bouwjaar	17e eeuw		
Soort Dijk	Primaire kering met zandkern		
Lengte	190 meter		
Locatie	Oost Nederland, Linker oever		
Van/tot	10.200 -10.390		
Hoogte kruin tov NAP	+13,90		
Laatste inspectie	Oktober 2017		
Volgende inspectie	Maart 2018		
Cyclisch (dagelijks) onderhoud	Grasmaaien drie wekelijks van mei tot oktober, 3 keer per jaar bloemrijke dijk maaien Split bijvullen, april en november Riet snijden, jaarlijks, 15% over laten staan. Steenslag vegen		

Object	Element	Bouwdeel	Materiaalsoort	Conditiescore
Dijk	Voorland	Bekleding	Steenbestorting	2
	Buitentalud 1	Bekleding	Asfaltbeton	3
		Bekleding	Steenbestorting	2
	Buitenberm 1	Bekleding	Blokken	2
	Buitentalud 2	Bekleding	Steen bekleding Blokken	3
		Bekleding	Gras	2
	Kruin	Bekleding	Gras	3
	Binnentalud 1	Bekleding	Gras	3
	Binnenberm 1	Bekleding	Gras	2
	Verharding wegtype 4 (licht belast)	Betonverharding	Dicht asfaltbeton	4
		Markering	Thermoplast	2
	Binnentalud 2	Bekleding	Gras	2
	Binnenberm 2	Bekleding	Gras	2
	Sloot	Beschoeiing	Hout	4
		Bodem (waterbodem)	Bagger	4

DIEPGANG IN ELEMENT: BUITENTALUD 2, BOUWDEEL BEKLEDING

Materiaal	Functie bouwdeel	Wanneer is er functieverlies	Welke faalvormen zijn er	Oorzaak	Gevolgen	Kans (K)	Erosie bestendigheid (E)	Bloemrijke dijk (B)	Risico score K* (E+B)	Onderhoudstrategie	Onderhoudsregime	Onderhoud	Praktische maatregel	Frequentie	Inspectie	Frequentie
Gras	Beschermen van de kleilaag tegen erosie, bloemrijke dijk	Verminderd beschermen van de kleilaag, onvoldoende bloemrijke dijk	Graverij	Aanwezigheid, gravend ongedierte, dier en mens	Bloot leggen van onderliggende (zand) laag, directe erosie mogelijk, onderbreking bloemenveld	3	2	1	9	SAO	Correctief onderhoud na WA- inspectie	Herstellen onder- en kleilaag, gras inzaaien , Ongedierte bestrijden	Herstellen kleilaag, gras inzaaien , Ongedierte bestrijden	Dag dagelijks	WA-inspectie	Dagelijks
			Kale plekken	Langdurige afdekking of begrazing door vee, erosieafslag	Onvoldoende wortels die de klei vasthouden, vestiging ongewenste soorten, onderbreking bloemenveld	4	3	2	20	TAO	Preventief onderhoud a.d.h.v. Toestandsinspectie	Gras inzaaien, (eventueel bemesten)	Gras inzaaien	Dag dagelijks	Toestandsinspectie grasbekleding	Half jaarlijks
			Onderbroken zoden	Ongewenste vegetatiesoorten voorkomen zodevorming, scheuren of sporen doorsnijden de zode	Onvoldoende wortels die de klei vasthouden, extra erosie door microreliëf, vestiging ongewenste soorten, onderbreking bloemenveld	4	3	1	16	TAO	Preventief onderhoud a.d.h.v. Toestandsinspectie	Maaien, soorten bestrijden, gras inzaaien	Maaien	3 keer per jaar	Toestandsinspectie grasbekleding	Half jaarlijks
			Onvoldoende vorming wortelpakket	Onvoldoende of te intensieve maai- of weidegangen	Onvoldoende wortels die de klei vasthouden	4	2	0	8	SAO	Correctief onderhoud na WA- inspectie	Maai- of beweidingsregime aanpassen - bemesting - doorzaaien - beluchten	Maaien	3 keer per jaar	WA-inspectie	Dagelijks
			Ruigte en houtopslag	Onvoldoende maai- of weidegangen	Onvoldoende wortels die de klei vasthouden	4	3	0	12	TAO	Preventief onderhoud a.d.h.v. Toestandsinspectie	Maaien ruigte en snoeien houtopslag	Maaien	3 keer per jaar	Toestandsinspectie grasbekleding	Half jaarlijks
			Rijspoor	Te zware belasting met een voertuig, natte plekken, schapenpaadjes	Bloot leggen van kleilaag, directe erosie mogelijk, extra erosie door microreliëf doorbreking biotoop, onderbreking bloemenveld	2	2	2	8	SAO	Correctief onderhoud na WA- inspectie	Rijspoor herstellen en gras inzaaien.	Rijspoor herstellen	Dag dagelijks	WA-inspectie	Dagelijks
			Onderbroken bloemenveld	Verzuring bodem Verschaling bodem	Periode zonder bloemen	2	0	3	6	SAO	Correctief onderhoud na WA- inspectie	- bemesting - doorzaaien - beluchten - kalk toevoegen	Situatie afhankelijk	Dag dagelijks	WA-inspectie	Dagelijks
			Afnemen soortenrijkdom	Maaien voordat de bloemen zaad hebben kunnen zetten.	Periode zonder bloemen	4	0	3	12	TAO	Preventief onderhoud a.d.h.v. Toestandsinspectie	Maairegime aanpassen	Maairegime aanpassen		Toestandsinspectie grasbekleding	Half jaarlijks
Blokken	Beschermen van de kleilaag tegen erosie	Verminderd beschermen van de kleilaag	Gaten	Materiaaltransport door de toplaag bij golfslag	Instabiliteit van blokken, beperkte dekking onderlaag	3	2	2	12	TAO	Correctief onderhoud a.d.h.v. Toestandsinspectie	Lokaal gaten herstellen	Herstel blokken bekleding	2 keer per jaar	Toestandsinspectie steenbekleding	Jaarlijks
			Gekamde stenen	Onderlaag glijdt af	Instabiliteit van blokken	2	3	2	10	TAO	Correctief onderhoud a.d.h.v. Toestandsinspectie	Gekamde stenen recht leggen	Herstel blokken bekleding	Iedere 5 jaar	Toestandsinspectie steenbekleding	Twee Jaarlijks
			Ruigte en houtopslag	Niet weghalen houtopslag	Instabiliteit van blokken, aantasting onderlaag	4	2	0	8	SAO	Correctief onderhoud na WA- inspectie	Snoeien ruigte en houtopslag	Snoeien ruigte en houtopslag	iedere 2 jaar	WA-inspectie	Dagelijks
			Uitspoeling split	Golfslag	Instabiliteit van blokken	4	3	0	12	TAO	Preventief onderhoud a.d.h.v. Toestandsinspectie	Split bijvullen	Split bijvullen	2 keer per jaar	Toestandsinspectie steenbekleding	Half-Jaarlijks
			Verzakking	Materiaaltransport door de toplaag bij golfslag, onderloopsheid scherm,	Instabiliteit van blokken, beperkte dekking onderlaag	2	3	2	10	TAO	Correctief onderhoud a.d.h.v. Toestandsinspectie	Herstel verzakking	Herstel blokken bekleding	Iedere 5 jaar	Toestandsinspectie steenbekleding	Twee Jaarlijks
			Opbolling	Afschuiving onderlaag	Instabiliteit van blokken	2	3	2	10	TAO	Correctief onderhoud a.d.h.v. Toestandsinspectie	Herstel opbolling	Herstel blokken bekleding	Iedere 5 jaar	Toestandsinspectie steenbekleding	Twee Jaarlijks

IHP

In de Handreiking hebben we niet stilgestaan bij hoe een IHP werkelijk tot stand komt. Dit komt mede doordat er geen vast format is voor een IHP. Voor dit beperkte voorbeeld voldoet het onderstaande tabel als IHP.

Om van het OHC tot een IHP te komen hebben we een aantal stappen gezet. We hebben de decompositie genomen en daarna per jaar de onderhoudsactiviteiten ingepland. Dit zijn de planbare activiteiten die op basis van de risico-analyse en de toestand naar voren zijn gekomen. Hierbij is een afweging gemaakt tussen risico, kosten en prestatie. Het IHP maakt duidelijk welke maatregelen het komende jaar uitgevoerd gaan worden en geeft inzicht in de maatregelen van jaar 2 -5.

Door jaarlijkse evaluatie, nieuwe gegevens vanuit inspecties en analyses van meldingen, kunnen de maatregelen aangepast worden voor het komende jaar. Bij voorkeur staan de maatregelen uitgezet in de tijd. Uitgangspunt is dat eind 2017 met de gegevens uit de laatste inspectie (alles is in dezelfde maand geïnspecteerd) het IHP een update krijgt en de werkzaamheden voor 2018 tot 2022 in kaart gebracht worden.

TI = TOESTANDSINSPECTIE WA-I = WA-INSPECTIE

Object	Element	Bouwdeel	Materiaalsoort	2018	2019	2020	2021	2022
Dijk	Voorland	Bekleding	Steenbestorting		TI		TI	
	Buitentalud 1	Bekleding	Asfaltbeton	TI maart	TI	TI	TI	Vervanging
		Bekleding	Steenbestorting		TI		TI	
	Buitenberm 1	Bekleding	Blokken		TI		TI	
	Buitentalud 2	Bekleding	Steen bekleding Blokken	TI, maart en oktober	TI, maart en oktober	TI, maart en oktober	TI, maart en oktober Herstel blokken bekleding	TI, maart en oktober
		Bekleding	Gras	TI, april en september: WA-I: drie keer maaien	TI, april en september	TI, april en september	TI, april en september	TI, april en september
	Kruin	Bekleding	Gras	TI, april: WA-I: drie wekelijks maaien mei tot oktober Herstel grasbekleding	TI, Kruinhoogte inspectie	TI	TI	TI, Kruinhoogte inspectie
	Binnentalud 1	Bekleding	Gras	TI, april: WA-I: drie wekelijks maaien mei tot oktober	TI	TI	TI	TI
	Binnenberm 1	Bekleding	Gras	TI, april: WA-I: drie wekelijks maaien mei tot oktober	TI	TI	TI	TI
	Verharding wegtype 4 (licht belast)	Betonverharding	Dicht asfaltbeton	Vervangen toplaag, oktober Vegen steenslag, maart		TI		TI
		Markering	Thermoplast	Vervangen markering, oktober		TI		TI
	Binnentalud 2	Bekleding	Gras	TI, april: WA-I: drie wekelijks maaien mei tot oktober	TI	TI	TI	TI
	Binnenberm 2	Bekleding	Gras	TI, april: WA-I: drie wekelijks maaien mei tot oktober	TI	TI	TI	TI
	Sloot	Beschoeiing	Hout	TI, juni	Vervanging		TI	
		Bodem (waterbodem)	Bagger	Peilen, juni Riet snijden: April	Baggeren			Peilen

Voor het overzicht zijn de vast cyclische activiteiten als gras maaien en WA-inspectie alleen in het eerste jaar uitgezet.

Wat zien we terug in dit voorbeeld:

- De bouwdelen met een conditiescore '2' hebben een lagere inspectiefrequentie; hierbij is ook rekening gehouden met de verwachte levensduur;
- Grasbekleding met conditiescore '3' heeft een preventieve maatregel gekregen (Element kruin);
- Conditiescore '4' leidt tot vervanging. Hierbij zijn de beschoeiing en het baggeren in hetzelfde jaar gepland om hinder voor de omgeving te beperken;
- Na vervanging is de frequentie van toestandsinspectie laag;
- Asfaltbeton verharding met conditiescore '3' wordt alvast een vervanging ingepland , vooruitlopend op degradatie naar conditiescore '4', de inspectiefrequentie wordt jaarlijks om degradatie goed bij te kunnen houden;
- In element buitentalud 2 is de inspectiefrequentie voor gras- en steenbekleding op 2 maal per jaar gesteld. De hoogste frequentie uit het OHC.
- Drie keer maaien van het buitentalud 2 is lager dan de maaifrequenties op de overige elementen met grasbekleding waar geen bloemrijke dijk is.

In dit voorbeeld is alleen gewerkt met één inspectievak. In de praktijk kunnen meerdere inspectievakken samengevoegd worden, in ieder geval tot een onderhoudsvak maar waarschijnlijk voor meerdere onderhoudsvakken en worden de maatregelen op dit niveau beschreven. Hierdoor kan noodzakelijk onderhoud in diverse inspectie- en onderhoudsvakken gebundeld worden en kunnen onderhoudsprogramma's opgezet worden.
Een IHP is dynamisch en wordt jaarlijks vernieuwd. Dit gebeurt door middel van het doorlopen van de onderhoud- en inspectiecyclus. Door het uitvoeren van onderhoud verbetert de toestand, waar tegelijk ook degradatie plaatsvindt van alle bouwdelen. Dit wordt inzichtelijk in toestandsinspecties. Uitkomsten van de toestandsinspecties hebben gevolgen voor de geplande onderhoudsactiviteiten van het volgende jaar. Het uitvoeren van alle stappen maakt het mogelijk om aantoonbaar en transparant te voldoen aan de zorgplicht. De controle, of voldaan wordt aan de zorgplicht, kan tegelijk met het updaten van het IHP uitgevoerd worden. Eventuele onvolkomenheden en verbeteringen kunnen dan direct doorgevoerd worden.

LITERATUUR VERWIJZINGEN

1 'Eindrapportage De veiligheid van Nederland in kaart, april 2016' Ministerie van Milieu en Infrastructuur, https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2015/01/16/eindrapportage-vnk-de-veiligheid-van-nederland-in-kaart

2 'Handreiking prestatiegestuurde risicoanalyses (PRA)', Rijkswaterstaat , oktober 2016 https://www.leidraadse.nl/assets/files/latestversion/Downloads/RWS/RAMS/1_Handreiking_PRA/LeidraadPRA_vigerend.pdf