

Haalbaarheid jaarrond onderhoud

Verkenning van methodieken en oplossingsrichtingen voor onderhoudsknop punten bij stormvloedkeringen



Haalbaarheid jaarrond onderhoud

Verkenning van methodieken en oplossingsrichtingen voor onderhoudsknelpunten bij stormvloedkeringen

Auteur(s)

Noor ten Harmsen van der Beek

Madelief Doeleman

Bron afbeelding kافت: <https://beeldbank.rws.nl>, Rijkswaterstaat / Joop van Houdt.
Verificatiesluiting Maeslantkering, 09-11-2007.

Haalbaarheid jaarrond onderhoud

Verkenning van methodieken en oplossingsrichtingen voor onderhoudsknelpunten bij stormvloedkeringen

Opdrachtgever	Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
Contactpersoon	De heer R. Vos
Referenties	KPP-Versterking Onderzoek Waterveiligheid, deelproject 'Jaarrond onderhoud'
Trefwoorden	Stormvloedkeringen, Maeslantkering, Oosterscheldekering, onderhoud, hoogwaterbescherming

Documentgegevens

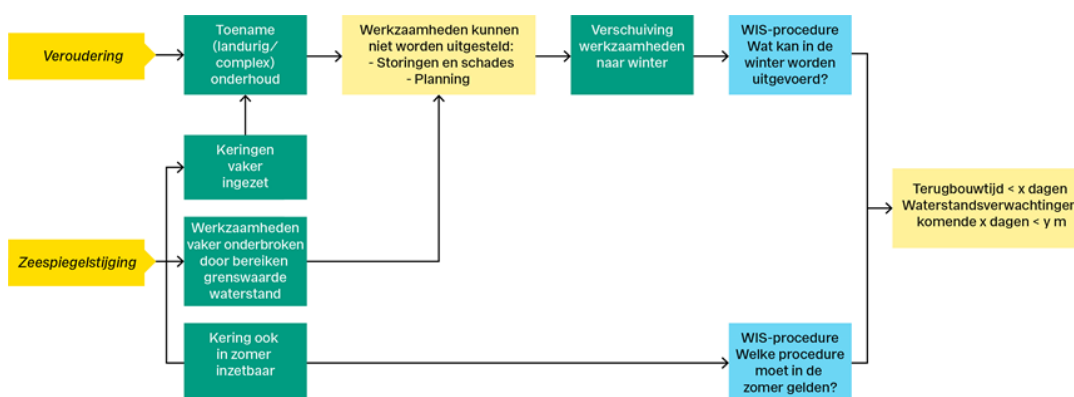
Versie	1.0
Datum	14-12-2022
Projectnummer	11208034-012
Document ID	11208034-012-ZWS-0001
Pagina's	37
Classificatie	
Status	definitief

Auteur(s)

	N.J.M. ten Harmsen van der Beek	M.W. Doeleman

Samenvatting

In de wintermaanden is de kans op een (noordwester-) storm en extreme hoogwaterstanden groter dan tijdens de zomer periode. Met dit uitgangspunt is de onderhoudsfilosofie in Nederland ontstaan dat enkel in het 'onderhoudsseizoen', ofwel de zomer, aan beweegbare stormvloedkeringen (en sommige andere cruciale kunstwerken) mag worden gewerkt. Dit betekent dat binnen enkele maanden ál het onderhoud van dat jaar moet worden uitgevoerd. Door de veroudering van de stormvloedkeringen en de zeespiegelstijging wordt de druk op de onderhoudsplanning nog groter, zie Figuur 1. Daarnaast zijn er signalen vanuit het kennisnetwerk ISTORM dat het stormseizoen in de toekomst, als gevolg van klimaatverandering, langer zou kunnen worden en daarmee het beschikbare onderhoudsseizoen korter.



Figuur 1 Knelpunten voor het onderhoud aan de stormvloedkeringen met in geel de belangrijkste knelpunten, in blauw vragen rondom de procedures, en in wit de oorzaak-gevolg keten. *De WIS (Werken In Stormseizoen)-procedure is een procedure rondom het inplannen en uitvoeren van onderhoud aan een stormvloedkering buiten het onderhoudsseizoen, meer informatie hierover in Paragraaf 2.2.

Vanuit bovenstaande context heeft RWS Deltares in het kader van het KPP (Kennis Primaire Proces) programma 'Versterking Onderzoek Waterveiligheid' (Afgekort: KPP-VOW) gevraagd een uitwerking te maken van de haalbaarheid van onderhoud in een ruimer tijdsinterval dan alleen de zomermaanden, en mogelijk jaarrond. Om de nadere invulling van die opdracht goed aan te laten sluiten op de wensen uit de praktijk zijn rondom de opstart van het onderzoek gesprekken gevoerd met medewerkers van de Oosterschelde- en Maeslantkering die betrokken zijn bij het operationele onderhoud van die keringen. Uit die gesprekken zijn twee hoofdwensen naar voren gekomen. 1) Een methodiek om strategische afwegingen over onderhoud te kunnen maken (hoe) en 2) oplossingsrichtingen voor knelpunten in de huidige werkpraktijk (wat). In andere woorden: hoe gaan we om met het toekomstige onderhoud gegeven de stijgende zeespiegel en een verouderende kering? De focus ligt hierbij op grote onderhoudswerkzaamheden en (het beperken van) de waterveiligheidsrisico's en de risico's voor de constructie zelf.

In deze rapportage is er een eerste opzet voor afwegingsmethodieken rondom onderhoud geschetst. Er is hierbij een opsplitsing gemaakt in groot onderhoud in het algemeen en één specifieke onderhoudswerkzaamheid. Voor beide is een aanpak met methodieken en tools geschetst om tot oplossingsrichtingen te komen.

Ook zijn oplossingsrichtingen voor knelpunten bij grote onderhoudswerkzaamheden aan de stormvloedkeringen verkend. Ook dit is gedaan op de schaal van één groot renovatieproject

tot aan onderhoud in het algemeen. De focus is gelegd op de Maeslantkering als casestudy. Dit rapport is echter bovenal een verkenning van dit onderwerp, waarin mogelijke vervolgrichtingen zijn geïdentificeerd. Hierbij kan gedacht worden aan aanpassingen aan de kering en de rol van het onderhoud in de levenscyclus, aanpassingen aan de planning en uitvoering van het onderhoud en aanpassingen in de procedures (op basis van welke informatie en criteria worden er keuzes gemaakt en hoe is de besluitvormingsketen ingericht).

Aanbevolen wordt om de inhoud van dit rapport in een werksessie met medewerkers van de Maeslantkering nader te toetsen, omdat deze kering als casestudy diende. Sluiten de genoemde punten goed aan bij de problematiek zoals ervaren door de beheerders en waar is vanuit de beheerder verder behoefte aan? Indien dit het geval is, dan kunnen de methodieken en oplossingsrichtingen door middel van werksessies verder worden uitgewerkt. Een eerste stap hierin is het uitwerken van een mogelijk knelpunt volgens de beschreven methode om zo ook de methodieken te testen en aan te kunnen scherpen. Uiteindelijk zouden de ontwikkelde tools en aanpakken mogelijk ook bij andere stormvloedkeringen ingezet kunnen worden.

De eindgebruikers zullen dus de voornaamste rol moeten hebben in de verdere invulling en uitwerking van de afwegingsmethodieken, oplossingsrichtingen en daarbij gebruikte besluitvormingsketen. Indien gewenst zou Deltares daarbij kunnen ondersteunen, vooral in relatie met de vertaling van operationele waterstandsverwachtingen naar beslisinformatie. Daarnaast kan Deltares bijdragen aan de vertaling van hydraulische belastingen naar lokale condities en de daaraan gekoppelde risico's voor de constructie zelf en waterveiligheid in kaart brengen. Ook kan Deltares bijdragen met advies ten bate van het toepassen van de verkregen kennis en methodieken uit de VenR (Vervangings- en Renovatie) opgave en het kennisprogramma Natte Kunstwerken. Evenals dit jaar kan die vervolgstudie in het kader van het programma KPP-VOW worden gedaan.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Introductie	8
1.1	Afbakening opdracht	8
1.2	Projectteam	9
2	Onderhoud aan de stormvloedkeringen	10
2.1	Onderhoud aan de Oosterscheldekering	10
2.2	Onderhoud aan de Maeslantkering	11
2.2.1	Eerste inventarisatie grote onderhoudswerkzaamheden	12
2.2.2	Potentiele knelpunten in het onderhoud	12
3	Voorstel methodiek	15
3.1	Voorstel methodiek onderhoud algemeen	15
3.2	Voorstel methodiek aanpak één groot renovatieproject	17
3.2.1	Het proces	18
3.2.1.1	Afstemmen van het doel: bepaal gewenste uitkomsten	19
3.2.1.2	Stel duidelijke verwachtingen	19
3.2.1.3	Bepaal gespreksregels & identificeer mogelijke uitdagingen	19
3.2.1.4	Brainstorm: knelpunten, risico's en oplossingsrichtingen	19
3.2.1.5	Vervolgstappen	20
3.2.2	Levend document	20
4	Mogelijke oplossingsrichtingen	21
4.1	Aanpassingen aan de kering en de rol van het onderhoud in de levenscyclus	21
4.2	Aanpassingen aan planning en uitvoering van het onderhoud	21
4.3	Aanpassingen aan onderhoudsprocedures	22
4.3.1	Betrouwbaarheid van de informatie	23
4.3.2	Keuze van criteria	23
4.3.3	Besluitvormingsketen	24
5	Afsluiting en aanbevelingen	27
6	Referenties	28
A	Gespreksverslag Oosterscheldekering	29
A.1	Scope project	29
A.2	Andere studies	29
A.3	Huidige praktijk onderhoud	29
A.4	Onderhoudswerkzaamheden	30
A.4.1	Huidige onderhoudswerkzaamheden	30
A.4.2	Toekomstige onderhoudswerkzaamheden	30

A.5	Jaarrond werken	31
A.5.1	Voorbeeld jaarrond werken: Schuifaanslagen	31
A.6	Informatiebehoefte	31
A.7	Andere maatregelen om meer ruimte te maken voor onderhoud	32
A.8	Overig	32
B	Gespreksverslag Maeslantkering	33
B.1	Probleemdefinitie	33
B.2	Achtergrond	34
B.3	Huidige werkpraktijk	34
B.3.1	Werken buiten het onderhoudsseizoen	35
B.4	Voorbeelden langdurige complexe onderhoudswerken die samenhangen met de constructie	35

1 Introductie

In de wintermaanden is de kans op een (noordwester-) storm en extreme hoogwaterstanden groter dan tijdens de zomerperiode. Met dit uitgangspunt is de onderhoudsfilosofie in Nederland ontstaan dat enkel in het 'onderhoudsseizoen', ofwel de zomer, aan beweegbare stormvloedkeringen (en sommige andere kunstwerken) mag worden gewerkt. Dit betekent dat binnen enkele maanden ál het onderhoud van het gehele jaar moet worden uitgevoerd. Door de veroudering van de keringen en de zeespiegelstijging wordt de druk op de onderhoudsplanning vele malen groter. Daarnaast zijn er signalen vanuit het kennisnetwerk ISTORM dat het stormseizoen in de toekomst, als gevolg van klimaatverandering, langer zal worden en daarmee het beschikbare onderhoudsseizoen korter.

Veroudering van de beweegbare stormvloedkeringen kan ervoor zorgen dat onderhoud complexer en uitgebreider wordt. Dit is simpelweg door het samenvallen van onderhoud van verschillende frequenties (jaarlijks, 5-jaarlijks etc.) en omdat het onderhoud met langere herhalingscycli (20+-jaarlijks) doorgaans grotere renovatieprojecten betreft dan het jaarlijks terugkerend onderhoud.

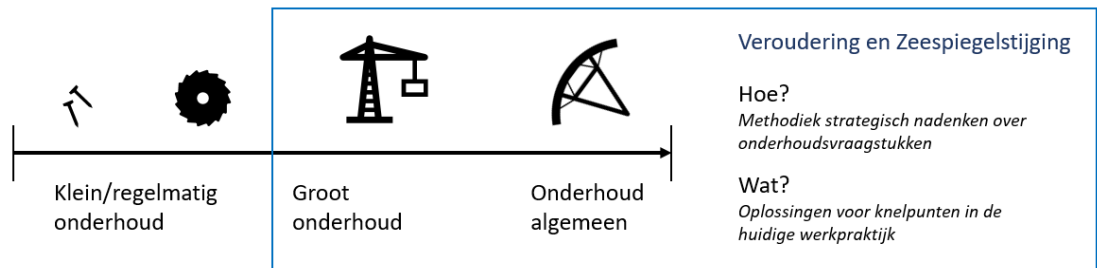
Klimaatverandering, en in het bijzonder zeespiegelstijging, zorgen voor het vaker bereiken van grenzen aan de onderhoudswerkzaamheden en het moeten onderbreken van die activiteiten (Haigh & Trace-Kleeberg, 2022). Ook kan het zorgen voor het mogelijk inzetbaar moeten zijn van de kering buiten het huidige stormseizoen, effectief het stormseizoen daarmee verlengend. Onderhoudswerkzaamheden tijdens extreme situaties kunnen risico's voor de constructie en de waterveiligheid veroorzaken. Zo kon de stuw bij Luik tijdens het Maas-hoogwater in de zomer van 2021 vanwege groot onderhoud slechts 2 van de 6 schuiven openen, wat tot een verlaagde waterafvoer leidde en dus verhoogde waterstanden bovenstrooms en een toename van bijbehorende waterveiligheidsrisico's.

Als startpunt voor de huidige studie binnen het KPP (Kennis Primaire Proces) programma 'Versterking Onderzoek Waterveiligheid' hebben in september en oktober 2022 gesprekken plaatsgevonden met medewerkers van de Oosterschelde- en Maeslantkering. Hieruit zijn twee wensen naar voren gekomen: 1) Een methodiek voor strategische afwegingen over onderhoud (hoe) en 2) oplossingsrichtingen voor knelpunten in de huidige werkpraktijk (wat). In andere woorden: hoe gaan we om met het toekomstige onderhoud gegeven de stijgende zeespiegel en een verouderende kering? De focus ligt hierbij op grote onderhoudswerkzaamheden die samenhangen met optredende gebreken in de constructie en (het beperken van) de waterveiligheidsrisico's en de risico's voor de constructie zelf. Onder de huidige werkpraktijk valt het huidige operationele onderhoudssysteem wat door de keringsbeheerder en de onderhoudsmanager wordt gebruikt om de kering in stand te houden.

1.1 Afbakening opdracht

In dit rapport wordt een opzet gepresenteerd om beide bovengenoemde wensen, een methodiek om strategisch na te denken over onderhoud en oplossingsrichtingen voor knelpunten, te beantwoorden. Dit wordt beschouwd op een schaal van één groot renovatieproject tot aan onderhoud in het algemeen, zie Figuur 1.1. De Maeslantkering is daarbij als casestudy gebruikt. In dit rapport wordt de focus gelegd op instandhouding van de Maeslantkering in de nu geldende situatie, en grote onderhoudswerkzaamheden aan de constructie en daarmee samenhangende waterveiligheidsrisico's en risico's voor de constructie zelf. Daarbij wordt dus uitgegaan van een onveranderde situatie en onveranderde eisen aan de kering, aangenomen geldig te zijn voor de komende, zeg, 50 jaar. Echter, op

lange termijn (2050-2100+) is het belangrijk dat het operationele onderhoud aansluit op een mogelijk vervanging- en renovatieproces en de lange-termijn visie voor de Nederlandse delta onder zeespiegelstijging. In dergelijke lange-termijn plannen is er mogelijk een andere rol voorzien voor de huidige stormvloedkeringen of worden er andere/aanvullende kunstwerken ingezet.



Figuur 1.1 Schematische weergave van de scope van dit rapport

Wij benadrukken dat dit rapport een eerste opzet is voor de beantwoording van het vraagstuk hoe om gegaan zou kunnen worden met onderhoudswerkzaamheden gegeven de zeespiegelstijging en veroudering van stormvloedkeringen. Voor een vervoluitwerking adviseert Deltares om de probleemstelling en scope in dit rapport aan te scherpen in samenspraak met keringbeheerders en andere betrokkenen vanuit Rijkswaterstaat. Daaropvolgend kunnen de 'hoe' en 'wat' vraag nader worden geconcretiseerd en kan een concrete onderhoudscase, waarvan er in Paragraaf 2.2.1 een aantal zijn genoemd, worden uitgewerkt. De in deze studie verkregen resultaten en inzichten vormen een puzzelstuk aanvullend of als alternatief op de al lopende onderzoeken zoals bijvoorbeeld in het Jaarrond Programma en binnen de context van ISTORM.

Vorig jaar is voor dit vraagstuk een verkenning/voorstudie gemaakt, waarbij toen nog vooral is gekeken naar numerieke tools en voorspellingsmethoden ten bate van een beslissysteem (Deltares, 2022). Uit de gesprekken met beheerders rondom de opstart van het vervolgproject dit jaar bleek dat de praktijk vooral baat zal hebben bij een (eerste) uitwerking van de manier waarop strategische onderhoudskeuzes gemaakt kunnen worden en een verkenning van oplossingsrichtingen.

1.2 Projectteam

Het rapport is opgesteld door Noor ten Harmsen van der Beek en Madelief Doeleman (beiden Deltares). Noor is daarnaast deel van het Deltares-team rondom de Vervangings- en Renovatieopgave van de natte kunstwerken. Madelief is golfmodelleur en werkt onder andere aan modellen voor de bepaling van hydraulische belastingen. Yorick Broekema (Deltares) en projectleiders Jacco Groeneweg (Deltares) en Robert Vos (RWS-WVL) zijn nauw betrokken geweest bij het verloop van het project. Hiernaast zijn Peter Vlam (RWS), Peter Oskam (RWS), Jaco van Voorst (RWS), Krijn Saman (RWS), Nick Zegers (RWS) en Jan Verkade (Deltares) bevraagd over het (toekomstig) onderhoud aan de keringen en operationele voorspellingen. Martijn de Jong (Deltares) heeft vanuit ervaring met eerdere adviesprojecten voor stormvloedkeringen voor RWS (onder andere bijdragen vanuit Deltares aan de digitale Acceptatie-testomgeving Maeslantkering) aanvullende input gegeven. Daarnaast heeft hij de huidige rapportage als interne reviewer gecontroleerd.

2 Onderhoud aan de stormvloedkeringen

Als uitgangspunt voor een uit te werken methode wordt in dit hoofdstuk eerst een korte beschrijving gegeven van het onderhoud aan stormvloedkeringen als een bijzonder type waterbouwkundig kunstwerk. In tegenstelling tot bijvoorbeeld een waterkerende sluis wordt een stormvloedkering zeer infrequent ingezet. Bovendien zijn de gevolgen van niet-sluiten of onbeschikbaarheid zeer groot.

De huidige werkpraktijk voor onderhoud en mogelijke toekomstige knelpunten zijn voor de Oosterscheldekering en Maeslantkering binnen de context van de huidige taak in kaart gebracht door middel van twee werksessies/interview-sessies. Voor de Oosterscheldekering waren hierbij aanwezig: Krijn Saman (RWS), Nick Zegers (RWS), Robert Vos (RWS), Noor ten Harmsen van der Beek (Deltares), Madelief Doeleman (Deltares) en Jacco Groeneweg (Deltares). Voor de Maeslantkering is het gesprek gevoerd met: Peter Vlam (RWS), Peter Oskam (RWS), Jaco van Voorst (RWS), Krijn Saman (RWS), Robert Vos (RWS), Martijn de Jong (Deltares), Jacco Groeneweg (Deltares) en Madelief Doeleman (Deltares). De belangrijkste punten hieruit worden hieronder genoemd. De volledige verslagen van beide sessies zijn te vinden in Bijlage A en B.

2.1 Onderhoud aan de Oosterscheldekering

De mogelijkheden voor onderhoud aan stormvloedkeringen worden bepaald door zowel het ontwerp als de benodigde inzetbaarheid. In het geval van de Oosterscheldekering betekent dit flexibiliteit in het onderhoud door de vele schuiven (62 in totaal). Tegelijkertijd moet de Oosterscheldekering inzetbaar zijn voor bescherming tegen stormvloed, als ook inzet in geval van een dijkval, een olielek of ijsgang. Dit betekent dat er ook een beroep op de kering kan worden gedaan buiten het stormseizoen. De kering moet dus altijd in grote mate operationeel zijn.

In de huidige praktijk is er van 1 april tot 1 oktober de mogelijkheid om onderhoud te plegen aan de Oosterscheldekering, mits er aan enkele voorwaarden wordt voldaan. Zo mag er maximaal 3500 m² van de schuiven niet inzetbaar zijn. Ook mag maximaal 1000 m² van de schuiven voor onderhoud gesloten zijn om doorstromingsproblemen te vermijden. Voor korte termijn mag maximaal 2000 m² gesloten zijn. Elke schuif beslaat een oppervlak van 5,9 m x 41,3 m tot aan 11,9 m x 41,3 m (ongeveer 245 – 490 m²).

Buiten het onderhoudsseizoen moeten alle schuiven inzetbaar zijn. Alleen bij storing of overmacht wordt groot en langdurig onderhoud in het stormseizoen toegestaan bij besluit van de HID (hoofdingenieur-directeur). Een voorbeeld van een dergelijke uitzondering is de acute situatie met verslechterde conditie van de schuifaanslagen in het stormseizoen enige jaren geleden waardoor niet alle schuiven operationeel waren. Dit moest direct worden aangepakt, aangezien de kering zonder schade aan de constructie inzetbaar moest zijn. Voor deze werkzaamheden is toen een apart protocol ontwikkeld voor het sluitregime om geen effect op de prestatiepeilen achter de kering en op de waterveiligheid te geven. Dit vereiste maatwerk om de golf-belastingen te minimaliseren, schade aan de kering tot een minimum te beperken en de waterveiligheid te behouden. Naast de onvoorziene situatie met de verslechterde conditie van schuifaanslagen is recent bij de beoordeling van de kering gebleken dat er meer informatie en (hernieuwde) expertise over materiaaleigenschappen benodigd is. Het materiaal van de vakwerkliggers blijkt bijvoorbeeld niet aan de ontwerp-eisen te voldoen. Ten tijde van het opstellen van dit rapport loopt het onderzoek naar de ernst van dit probleem nog.

Kortdurende werkzaamheden van één à twee dagen, die na 8 uur kunnen worden afgebroken, kunnen wel in het stormseizoen plaatsvinden. In het gesprek met de keringbeheerders werd door hen aangegeven dat hiervoor een protocol voor ARBO-gerelateerde risico's geldt en dat er een app beschikbaar is om weer-, waterstands-, en golfcondities te monitoren.

Op dit moment ervaart Rijkswaterstaat PPO (Programma's, Projecten en Onderhoud) nog geen problemen bij het inplannen van het onderhoud voor de Oosterscheldekering. Al het benodigde onderhoud tot 2067 dat bekend is, is in het huidige onderhoudsplan meegenomen. Verder wordt het onderhoud ook gestuurd door inspecties. Mogelijke knelpunten in de onderhoudsplanning zouden kunnen ontstaan door ouderdom, zeespiegelstijging, vermoeiing, onvoldoende betrouwbaarheid sluiten (kans op falen bij inzet-vraag), regelgeving en andere inzetwijzen van de kering.

Meerdere oplossingsrichtingen zijn hiervoor denkbaar. Jaarrond werken is er hier één van maar heeft momenteel niet de voorkeur bij de beheerders van de Oosterscheldekering gezien de flexibiliteit in het onderhoud door het aantal schuiven en doordat er (nog) geen knelpunten verwacht worden. De beheerder sluit echter niet uit dat er in de toekomst door zeespiegelstijging en/of andere inzet van de kering zich problemen kunnen voordoen en oplossingen dienen te worden gezocht. Andere mogelijke oplossingsrichtingen in geval van knelpunten in de huidige werkpraktijk zijn werken buiten kantooruren, onderhoud gegroepeerd per keringsonderdeel, richting eindelevensduur van preventief naar correctief onderhoud gaan of het aanpassen van het sluitcriterium.

2.2 Onderhoud aan de Maeslantkering

De Maeslantkering is door het ontwerp met slechts twee kerende wanden minder flexibel in het onderhoud per keringsdeel dan de Oosterscheldekering. Waar voor de Oosterscheldekering gebruik wordt gemaakt van het prestatiemodel wordt voor beoordeling van de Maeslantkering teruggevallen op het BOI. Daar zit partieel falen niet in, hetgeen licht conservatief is. Anders dan de Oosterscheldekering is de Maeslantkering alleen bedoeld voor dreigende overstromingen door stormvloed. De kering is daarom enkel operationeel in het stormseizoen (buiten de jaarlijkse functioneringssluiting in september, kort voor de start van het stormseizoen in oktober).

Uit de gesprekken met de keringsbeheerders bleek dat de huidige aanpak voor onderhoud aan de Maeslantkering goed inzetbaar is voor kleine en grootschalige werkzaamheden. In het huidige onderhoudsseizoen, van 15 april tot 1 oktober, is de kering niet functioneel. Vanwege de buiten bedrijfstelling kan er continu onderhoud worden uitgevoerd (mits voldaan wordt aan de ARBO voorwaarden). Regelmatig terugkerende onderhoudswerkzaamheden (tweewekelijks tot vijfjaarlijks) voor de vier keringen in beheer bij RWS regio West-Nederland Zuid (Maeslantkering, Hartelkering, Hollandse IJsselkering, Haringvliet-sluisen) zijn opgenomen in een onderhoudsplan. Hierbij zijn soortgelijke werkzaamheden zoveel mogelijk geclusterd. In het onderhoudsplan zijn op die manier alle onderhoudstaken tot 2032, zonder voorziene knelpunten, ingepland buiten het stormseizoen.

Door veroudering van de Maeslantkering en beperkte flexibiliteit in het onderhoud (doordat de kering uit slechts twee kerende wanden bestaat) wordt het inplannen van onderhoud naar verwachting echter steeds complexer en uitdagender. Het 5-jaarlijks, 10-jaarlijks, 15-jaarlijks, 20-jaarlijks etc. onderhoud dient alle uitgevoerd te worden. Hiernaast worden de werkzaamheden zelf complexer, denk hierbij bijvoorbeeld aan onderhoud of vervanging van de damwanden van de landhoofden waarin de droogdokken zijn aangebracht. Een ander aspect is dat door zeespiegelstijging de kering mogelijk vaker zal sluiten, wat mogelijk meer slijtage (en dus extra onderhoud) op kan leveren. Hiernaast kan dit mogelijk ook onderhoudswerkzaamheden beperken indien de sluitingen ook in de zomer plaatsvinden.

Daarbovenop kan onderhoud worden onderbroken als de ARBO waterstandsgrens¹ vaker wordt bereikt in de zomer.

Om de druk op de onderhoudsplanning te verlichten en meer flexibiliteit in het onderhoud te hebben is de WIS (Werken In het Stormseizoen) procedure opgesteld voor de Maeslantkering. Via de WIS procedure kunnen onderhoudswerken die normaliter enkel in de zomer worden uitgevoerd ook in het stormseizoen worden ingepland. Dit gaat om simpele, kleinere werkzaamheden die om planningstechnische redenen niet meer in het onderhoudsseizoen passen. Werkzaamheden in het stormseizoen hebben per definitie een negatieve uitwerking op de faalkans (faalkansverhogend). Door middel van de WIS procedure wordt de invloed op de faalkans verkleind en indien de risico's als te groot worden beoordeeld wordt besloten het onderhoud niet uit te voeren. Concreet vertaalt zich dat in de voorwaarde dat de kering ten alle tijden binnen drie dagen weer tot zijn complete operationele status teruggebracht moet kunnen zijn worden.

In het gesprek heeft de beheerder van de Maeslantkering aangegeven behoefte te hebben aan ondersteuning hoe er bij grote onderhoudswerkzaamheden gestructureerd omgegaan kan worden met knelpunten. Een algemene leidraad zou daarbij mogelijk een hulpmiddel kunnen zijn. Dit wordt verder uitgewerkt in Hoofdstuk 3.

Gelijk aan de Oosterscheldekering zijn er meerdere mogelijke oplossingsrichtingen voor knelpunten. Er kan worden gedacht aan het combineren van werkzaamheden, het verruimen van de werktijden of het opknippen van langdurige werkzaamheden. Ook kan het beschikbaar maken en inzetten van grotere reserveonderdelen mogelijkheden bieden om het onderhoud te versnellen. Het zou ook kunnen dat er op langere termijn, met een kortere voorziene resterende restlevensduur van de gehele kering, andere eisen aan onderhoud en vervanging van onderdelen zullen worden gesteld. Verdere verkenning en uitwerking van oplossingsrichtingen wordt beschreven in Hoofdstuk 4.

2.2.1 Eerste inventarisatie grote onderhoudswerkzaamheden

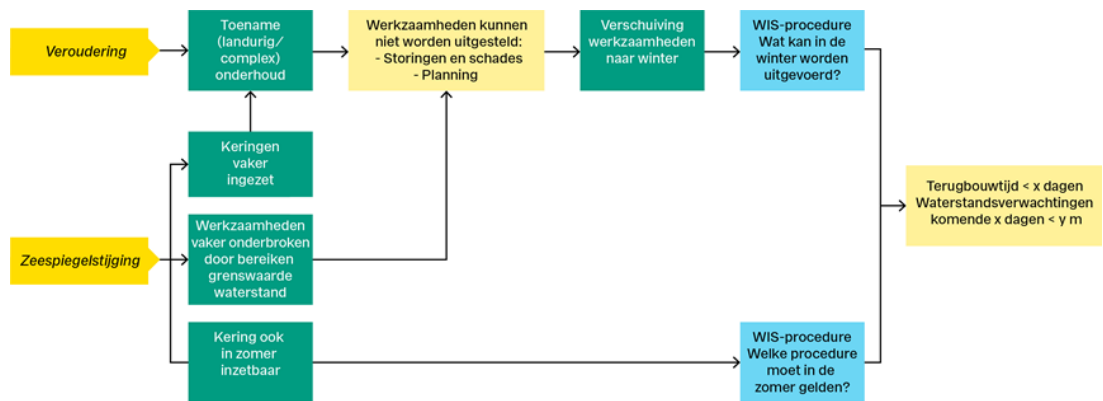
Uit het eerder genoemde gesprek over onderhoud aan de Maeslantkering is voor de huidige studie een eerste inventarisatie gemaakt van grote onderhoudswerkzaamheden die mogelijk/naar verwachting op termijn relevant zullen worden. Dit is niet bedoeld als complete lijst en er is hier ook geen ordening in de complexiteit aangebracht.

- Vervanging van de pads van het bolscharnier
- Vervanging van de damwanden
- Vervanging van de dokdeuren
- Onderhoud aan de verticale rolwagens
- Conserveringswerkzaamheden van het staal
- Onderhoud aan ballaststelsel en bijbehorende pompen en kleppen
- Aanpassingen aan de software en het besturingssysteem

2.2.2 Potentiele knelpunten in het onderhoud

De belangrijkste potentiele knelpunten komen voort uit veroudering van de kering en zeespiegelstijging (zie Figuur 2.1). Beide processen zorgen mogelijk voor een knelpunt in de planning van werkzaamheden wanneer die taken niet tot een volgend onderhoudsseizoen kunnen worden uitgesteld en een terugbouwtijd van meer dan drie dagen hebben. Het uitstellen van onderhoud is in principe niet mogelijk als de faalkans van de kering bij het uitstellen van onderhoud groter is dan in geval van het direct uitvoeren. Op termijn kan dit voor sommige situaties leiden tot het moeten maken van de 'minst slechte keuze'.

¹ In deze situatie is het niet meer mogelijk om binnen de geldende ARBO-eisen aan de werkomgeving onderhoud te plegen vanwege een te hoge waterstand.



Figuur 2.1 Knelpunten voor het onderhoud aan de stormvloedkeringen met in geel de belangrijkste knelpunten, in blauw vragen rondom de procedures, en in wit de oorzaak-gevolg keten.

Veroudering zorgt voornamelijk voor een toename van het (complexe) onderhoud. Complexere werkzaamheden hebben mogelijk vaker een langere doorlooptijd waardoor uitloop in het stormseizoen misschien onvermijdelijk zal worden. De volle planning zorgt er in de huidige situatie al voor dat werkzaamheden (deels) in het stormseizoen worden opgepakt. Daarnaast zorgt het verouderen van de kering mogelijk voor het vaker optreden van storingen en schades en herstel daarvan in het stormseizoen. Voor deze werkzaamheden in het stormseizoen geldt nu de WIS (Werken In het Stormseizoen)-procedure met daarin als eis dat alle werkzaamheden binnen drie dagen moeten worden teruggebouwd.

Zeespiegelstijging heeft een aantal effecten. Ten eerste wordt de kering vaker ingezet met daardoor mogelijk een toename in het benodigde onderhoud. Ten tweede worden werkzaamheden in het onderhoudsseizoen mogelijk vaker onderbroken door een (verwachting van een) te hoge waterstand. Dit zorgt voor een grotere druk op de onderhoudsplanning en mogelijk een verschuiving van meer werkzaamheden naar de winter. Daarnaast zou dit ook kunnen betekenen dat de kering ook in de zomer inzetbaar moet zijn. Dit zou kunnen betekenen dat de WIS-procedure (of een vergelijkbare procedure) met de bijbehorende terugbouwtijd van drie dagen ook in de zomer zal moeten gaan gelden.

Deze WIS-procedure is in gebruik om ervoor te zorgen dat de kering op tijd weer inzetbaar gemaakt kan worden. Uit de gesprekken met keringbeheerders blijkt dat in de toekomst het mogelijk lastig kan gaan worden om werkzaamheden zo vorm te geven dat de kering binnen drie dagen teruggebouwd kan zijn naar zijn volledige operationele toestand. Dit geldt met name voor grotere en complexere werkzaamheden. Daarnaast beschrijft de WIS-procedure dat de waterstandsverwachtingen voor de komende drie dagen lager dan een bepaalde waarde moeten blijven om de veiligheid van werknemers te waarborgen (ARBO-wetgeving). Mogelijk zijn deze criteria aan te passen op een manier die het onderhoud aan en de betrouwbare inzetbaarheid van de kering en veiligheid van werknemers niet vermindert.

Verder is het mogelijk dat er in de toekomst een zeker risico moet worden geaccepteerd, zoals bijvoorbeeld in een noodsituatie waar de integriteit van de kering acuut in het geding is. Ook in een dergelijke situatie moeten de risico's voor de werknemers, de constructie en de waterveiligheid zo goed mogelijk worden beheerst. Vroegtijdig een dergelijke situatie uitdenken geeft mogelijkheden hierop te anticiperen en een zo goed mogelijke oplossing te vinden zonder de druk van een acute situatie.

Tot slot zijn er nog kennisvragen die het plannen van het onderhoud bemoeilijken. Hierbij kan gedacht worden aan de onbekende restlevensduur van bepaalde onderdelen. Dit moet bekend

zijn voordat de tijdige vervanging ervan ingepland kan worden. Onderzoek is benodigd indien men dit nauwkeuriger vast zal willen stellen.

3 Voorstel methodiek

Door zeespiegelstijging en veroudering van stormvloedkeringen zal in de toekomst mogelijk een verandering plaats moeten gaan vinden in de huidige werkwijze wat betreft het inplannen en uitvoeren van grote onderhoudswerkzaamheden aan de constructie. In dit hoofdstuk wordt de wens voor een methodiek voor strategische afwegingen over onderhoud, de 'hoe' vraag, uitgewerkt. Hierbij wordt een splitsing gemaakt tussen onderhoud in zijn algemeenheid en één type renovatieproject. De 'wat' vraag staat in het volgende hoofdstuk uitgewerkt.

Er wordt opgemerkt dat er bij de stormvloedkeringen zoals de Oosterschelde- en Maeslantkering zorgvuldig wordt nagedacht over onderhoudsvraagstukken met eigen methodieken en werkwijzen. De voorgestelde methodes in dit hoofdstuk zijn opgesteld met enige afstand van de dagelijkse praktijk en kunnen mogelijk als aanvulling of alternatief worden gebruikt en zijn dus niet beoogd als directe vervanging van de eigen methodieken en werkwijzen.

3.1 Voorstel methodiek onderhoud algemeen

Uit de gesprekken met medewerkers betrokken bij het onderhoud van de Maeslantkering is een overzicht van de mogelijke knelpunten betreffende groot onderhoud volgens de huidige werkwijze gedestilleerd (zie Hoofdstuk 2). De hoofdlijn hierin is de mogelijke verschuiving van onderhoud naar het stormseizoen door een toename in werkzaamheden en mogelijke verkorting van onderhoudsvensters in de zomer. Hiernaast zou in de meest extreme situatie zoals bij extreme zeespiegelstijging en/of een veranderd klimaat de kering mogelijk ook in de zomer inzetbaar moeten zijn.

Het vertrekpunt om strategische afwegingen te maken over groot onderhoud in het algemeen zijn de bestaande, hierboven geschetste knelpunten. Dit kan aanleiding geven om (opnieuw) te kijken naar een gedeeld toekomstbeeld, ofwel visie van de kering. Hoe wordt er naar het onderhoud gekeken, welke keuzes zijn daarin mogelijk en wat betekenen deze keuzes? Welke ruimte is er om gebruik te maken van de onderhoudsperiode om onderdelen te verbeteren (win-win) en niet alleen 1-op-1 te vervangen? Het is noodzakelijk vast te stellen wat de vaste, onveranderbare randvoorwaarden en keuzemogelijkheden zijn. Denk bij dit eerste aan de in 2017 sterk aangepaste Waterwet, de omgevingscondities (waterstanden, golven, luchtdruk) met bijbehorende (IPCC) scenario's en de omgeving, het achterland. Onder keuzemogelijkheden vallen onder andere de huidige planningsmethodiek, (het verlengen of verkorten van) de technische en/of functionele levensduur, (ARBO-)procedures, wie er beslist en hoe er beslist wordt.

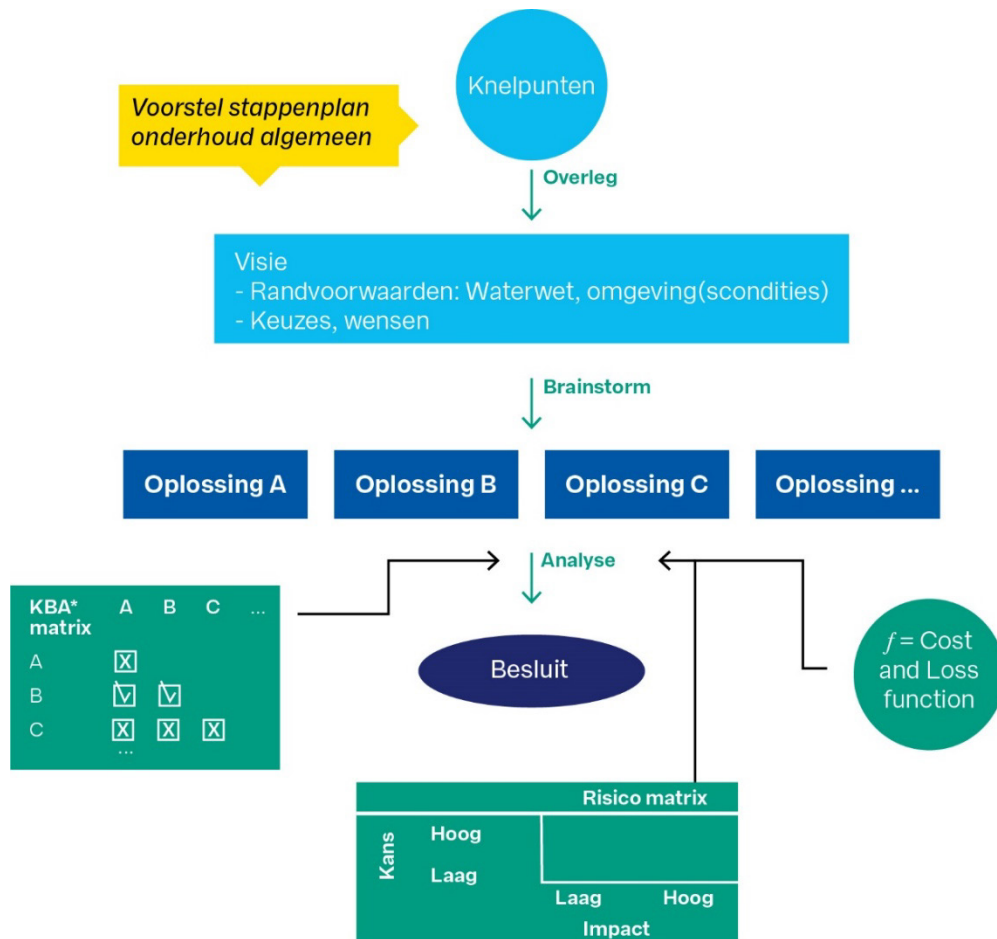
Gegeven de visie en de knelpunten kan nagedacht worden over mogelijke concrete oplossingen. Een voorbeeld van een dergelijke oplossing zou kunnen zijn het beschouwen en aanpassen van huidige procedures (eisen voor de uitvoering van werkzaamheden). Hierbij is het voor elke oplossingsrichting van belang de risico's voor de constructie zelf, de waterveiligheidsrisico's en de kosten-en-baten in kaart te brengen en te zekeren dat die altijd binnen de vastgestelde grenzen blijven vallen. Door eerst op zoek te gaan naar alle oplossingen kan hierna een weloverwogen keuze worden genomen. Hiernaast biedt dit de mogelijkheid om combinaties van maatregelen in acht te nemen. In plaats van het inzetten op één oplossing kan het in sommige gevallen mogelijk effectiever zijn om voor een combinatie te kiezen. Dit maakt het tevens mogelijk om zicht te krijgen op de adaptiviteit, de aanpasbaarheid, van de oplossingen. Dit is relevant om mee te kunnen bewegen met

verschillende scenario's voor bijvoorbeeld de verwachte ontwikkelingen van omgevingscondities.

Tools om een keuze te kunnen maken zijn bijvoorbeeld een kosten-en-baten analyse (KBA), een Cost and Loss function, en een risicomatrix. De eerste twee modellen zijn monetaire evaluatiemethoden waarbij kosten een hoofdrol spelen. In de KBA worden kosten en baten afgewogen zodat de oplossing met de grootste meerwaarde kan worden gevonden. In de Cost and Loss function kunnen kosten van maatregelen of oplossingen afgewogen tegen vermeden schades. Hierbij wordt de kans op voorkomen van bijvoorbeeld overschrijding van 1.70 m+NAP meegenomen. Een risicomatrix wordt gebruikt om visueel inzicht te krijgen in de impact, denk hierbij bijvoorbeeld aan kleine materiele schade tot aan overstroming van het achterland, en de kans van voorkomen behorend bij de oplossingen. Deze methode wordt voornamelijk gebruikt in het kader van risicomanagement en biedt een handvat voor risicomitigatie. Met deze tools kan gemakkelijker een beslissing worden gemaakt om wel of niet een oplossing te implementeren, bijvoorbeeld bij de aanpassing van procedures, of uit te voeren, bijvoorbeeld een aanpassing aan de constructie zelf.

Naast de benoemde tools kunnen ook andere modellen worden ingezet om oplossingen te kwantificeren indien deze beter bij de randvoorwaarden en/of wensen passen. Hierbij kan onder andere worden gedacht aan tools om de extra risico's voor de constructie goed in beeld te brengen. Hieronder vallen bijvoorbeeld berekeningen voor de vervalbelastingen en golfklappen, en de impact daarvan op de constructie². De informatie uit deze tools kan worden meegenomen in de te maken afweging, zoals bijvoorbeeld in de risicomatrix.

² In een SPA-opdracht voor de Oosterscheldekering (PL bij Deltares: Martijn de Jong, contactpersoon bij RWS: Jan Anker) is een nieuwe rekentool aangemaakt voor het afschatten van de horizontale en verticale golfkrachten op de schuiven inclusief reflectie van golven en transmissie bij (gedeeltelijk) geopende schuiven. Indien gewenst zou die tool uitgebreid kunnen worden voor het afschatten van horizontale krachten op andere (verticale) constructiedelen (i.e. Sainflou).



Figuur 3.1 Voorstel stappenplan voor strategische keuzes over onderhoud aan stormvloedkeringen in het algemeen.

3.2 Voorstel methodiek aanpak één groot renovatieproject

25-Jaarlyks onderhoud heeft doorgaans een langere doorlooptijd en/of kan lastiger uitgevoerd worden dan het onderhoud wat frequenter uitgevoerd wordt. Hiernaast kan het samenvallen van onderhoudstaken met verschillende uitvoeringsfrequenties leiden tot knelpunten in de planning, zie Hoofdstuk 2. In deze paragraaf wordt daarom een methodiek, leidraad, gepresenteerd die zou kunnen ondersteunen in het strategisch uitdenken van oplossingen voor knelpunten bij een groot renovatieproject.

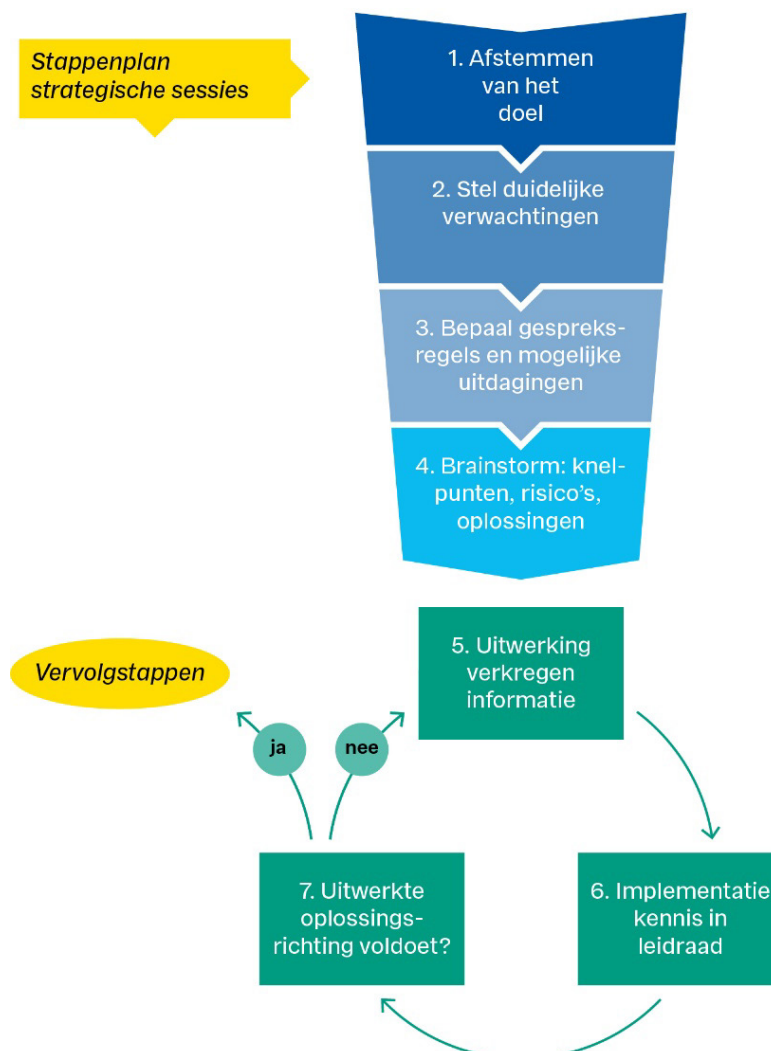
De leidraad bestaat uit een meer vaststaand procesmatig en dynamisch ('levend') deel. Het procesmatige deel beschrijft een opzet voor de invulling, het proces, van strategische sessies. Hieronder vallen inhoudelijke elementen die besproken dienen te worden, zoals randvoorwaarden, effect op de constructie zelf, waterveiligheidsrisico's etc. Hiernaast wordt ook de manier van documentatie en andere praktische zaken beschreven. Opgemerkt moet worden dat na gebruik van de leidraad verbeteringen en inzichten kunnen toegevoegd. De verwachting is dat na inzet voor een aantal vraagstukken dit deel van de leidraad consolideert. Het dynamisch deel vat de geleerde lessen en kennis per beschouwd onderhoudsvraagstuk samen. Dit gedeelte van de leidraad is dus 'levend' en zal de laatste inzichten en de rode draad bevatten. Zo wordt de verkregen kennis geborgd en kan dit ook bij andere onderhoudsvraagstukken en/of stormvloedkeringen worden gebruikt. Beide hoofdonderdelen van de leidraad worden in de volgende paragrafen afzonderlijk beschreven.

De leidraad is grotendeels generiek, met name de eerste drie stappen. Een duidelijke link met complex onderhoud aan stormvloedkeringen is terug te vinden vanaf stap 4. In deze stappen wordt aandacht besteed aan de risico's voor de constructie en de waterveiligheid. Hiernaast beschrijft de leidraad een iteratieve cirkel met experts om een oplossingsrichting te verkennen en vast te stellen. Een belangrijk onderdeel hiervan is vastlegging van verkregen en opnieuw toepasbare kennis.

3.2.1 Het proces

Deze paragraaf beschrijft de praktische uitwerking, het procesmatig deel van de leidraad. Figuur 3.2 geeft de stappen weer van de strategische sessie (blauw) en het vervolg (groen). Uitwerking per stap is weergegeven in de bij het nummer behorende subparagraaf. De vervolgstappen zijn gebundeld in Subparagraaf 3.2.1.5.

Voorafgaand aan de strategische sessie zal volgens de hier aangemaakte leidraad de basis van het te bespreken project in kaart worden gebracht. Met behulp van deze informatie zal de voorzitter in overleg met de keringsbeheerder en de onderhoudsmanager de benodigde expertise vaststellen. Basisinformatie zal op voorhand met de deelnemers worden gedeeld zodat tijdens de sessie effectief ingezoomd kan worden op het probleem en de potentiële oplossingen. De voorzitter is verantwoordelijk voor het (laten) vastleggen van de sessie en het (laten) updaten van het levend document.



Figuur 3.2 Stappenplan voor een strategische sessie in blauw en de vervolgstappen in groen.

3.2.1.1 Afstemmen van het doel: bepaal gewenste uitkomsten

Voor een effectieve sessie dient vooraf het doel te worden gedefinieerd. Dit doel beschrijft onder andere de gewenste uitkomsten. Dit biedt een handvat om het afdwalen van discussies te voorkomen en deze halt te kunnen roepen.

Het doel voor een groot renovatieproject bij de Maeslantkering zou als volgt kunnen zijn:
De sessie heeft als doel om strategische afwegingen en keuzes te maken voor concrete oplossingen voor renovatieproject X dat een knelpunt oplevert in de huidige onderhoudsaanpak. Hierbij is het van belang risico's voor de waterveiligheid en de constructie zelf in kaart te brengen.

Hierbij wordt opgemerkt dat op voorhand de waterveiligheidsrisico's voor bijvoorbeeld het onvermijdbaar gedeeltelijk of verlaat en/of vertraagd sluiten van de Maeslantkering zouden kunnen worden uitgewerkt.

3.2.1.2 Stel duidelijke verwachtingen

Een volgende stap is om de verwachtingen van de sessie af te stemmen. Dit zijn simpelweg details passend bij het gedefinieerde doel. Dit zou samen met het doel bij de start van de sessie gepresenteerd kunnen worden. Een voorbeeld van de verwachtingen is hieronder geschetst. De vragen worden tijdens de sessie beantwoord of zijn al (gedeeltelijk) bekend en vooraf gedeeld.

Het uitgangspunt is dat de Maeslantkering wordt beschouwd in de nu geldende situatie. Tijdens de sessie wordt één groot renovatieproject beschouwd.

- *Waarom dient het onderhoud uitgevoerd te worden, ofwel wat als het niet (op korte termijn) uitgevoerd wordt?*
- *Wat zijn raakvlakken met andere (lopende) projecten en kunnen we hier kennis van hergebruiken? Met welke extra risico's moet rekening worden gehouden?*
- *Hiernaast dienen de (oorzaken van de) mogelijke knelpunten en de risico's voor de waterveiligheid en de constructie zelf te worden verzameld. Kunnen de knelpunten in de sessie worden samengebracht? Welke oplossingen zijn hiervoor denkbaar?*
- *Welke open vragen blijven er over? Kan er een prioritering in de oplossingen worden bepaald? Welke informatie zou mogelijk ingezet kunnen worden, en door wie kan die beschikbaar worden gemaakt, om risico's in uitvoering en verwachtingen in omgevingscondities te verkleinen?*

3.2.1.3 Bepaal gespreksregels & identificeer mogelijke uitdagingen

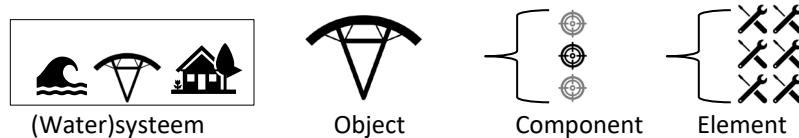
Voor een goed lopende sessie is het van belang om kort gespreksregels af te stemmen en elke deelnemer aan te moedigen deel te nemen en actief inbreng te hebben. Om zicht te houden op de beschikbare tijd kan tevens een tijdslimiet aan discussies worden gekoppeld. Voor het (be)houden van een open gesprek worden belemmeringen op voorhand uit de lucht gehaald. Denk hierbij bijvoorbeeld aan bepaalde gevoeligheden rondom het te beschouwen renovatieproject.

3.2.1.4 Brainstorm: knelpunten, risico's en oplossingsrichtingen

Deze laatste stap in het stappenplan van de strategische sessie is tevens het grootste onderdeel. De voorgaande bouwstenen hebben als doel om deze daadwerkelijke brainstorm goed te laten verlopen.

In de brainstorm wordt nagedacht over 1) hoe het onderhoudsvraagstuk tot een knelpunt in de huidige situatie leidt, 2) welke risico's vastzitten aan het onderhoudswerk en 3) wat mogelijke oplossingen zijn.

Bij de eerste vraag is het van belang alle aspecten in beeld te brengen die leiden tot een knelpunt. Is het de doorlooptijd, het niet in kunnen passen in de huidige planning, beschikbaarheid van onderdelen en personeel of de constructie zelf? Een mogelijke methode om dit laatste in beeld te brengen is een systeemanalyse, zie Figuur 3.3. Hierbij wordt het renovatieproject van systeem- tot aan elementniveau uitgewerkt. Per element wordt vervolgens vastgesteld of dit gelinkt is aan het knelpunt en waarom. Deze structuur kan vervolgens ook gebruikt worden om de overkoepelende risico's op de waterveiligheid en de constructie zelf te kunnen analyseren omdat dit duidelijk verbanden tot aan het gehele systeem in beeld brengt.



Figuur 3.3 Schematische weergave van een systeem analyse.

Voor het bepalen van de risico's op de waterveiligheid, de faalkans en kans op niet-sluiten, dient nagedacht te worden over de (verminderde) functie van de kering. Ook moeten de risico's voor de constructie (constructief, betrouwbaarheid sluiten en hoogte) zelf worden meegenomen. Wat is het risico bij verlaat sluiten doordat er nog afgebouwd moet worden, als slechts één deur gebruikt kan worden of als een sluiting alsnog door moet gaan ook al is het onderhoud nog niet klaar en/of afgebouwd?

Voor de brainstorm over oplossingen is er volledige vrijheid in ideeën. Achteraf wordt gekeken naar de haalbaarheid en worden de ideeën geprioriteerd. Brainstormmethoden zijn onder andere:

- Teleportstorming: het probleem oplossen vanuit een andere invalshoek;
- Mind mapping: alle associaties rondom het probleem opschrijven en daarna verbanden leggen;
- Overbrug het gat: alle stappen opschrijven om van punt A naar punt B te komen.

Uit de brainstormsessie kunnen meerdere open vragen overblijven. Deze worden genoteerd en zullen, indien relevant, samen met de lijst met potentiële oplossingen nader onderzocht worden.

3.2.1.5 Vervolgstappen

De vervolgstappen omvatten het uitwerken van de verkregen informatie, de implementatie van de kennis in de leidraad en de beslissing of de uitgewerkte oplossingsrichting voldoet. Uit de strategische sessie zijn meerdere oplossingsrichtingen naar voren gekomen. Deze zijn geprioriteerd met mogelijk nog een aantal open vragen. Bij de verwerking van de verkregen informatie worden de open vragen beantwoord om de prioritering van de verschillende oplossingen scherp te krijgen. Op basis hiervan wordt de meest succesvolle of worden de twee meest succesvolle opties uitgewerkt. Hierop volgt de implementatie van de verkregen kennis in het procesmatige deel en het levende deel (project-specifieke informatie). Denk hierbij aan een evaluatie van het tot nu toe doorlopen proces van het betreffende renovatieproject. Nadat de meest succesvolle optie(s) is uitgewerkt wordt besloten of deze uitgevoerd of geïmplementeerd kan worden.

3.2.2 Levend document

Het levend document is onderdeel van de leidraad en wordt na elk beschouwd groot renovatieproject aangevuld. Denk hierbij aan de kennisvragen die zijn uitgezocht of andere generieke inzichten die mogelijk ook voor andere projecten relevant zijn. Door het document te updaten zal kennis geborgd worden en kan dit mogelijk ook laagdrempelig worden hergebruikt.

4 Mogelijke oplossingsrichtingen

In dit hoofdstuk wordt een eerste uitwerking van verschillende oplossingsrichtingen voor knelpunten in de huidige werkpraktijk gepresenteerd. Dit sluit aan bij de 'wat' vraag. Er zijn drie mogelijke oplossingsrichtingen denkbaar. Aanpassingen kunnen worden gedaan aan (i) de kering en de rol van het onderhoud in de levenscyclus, (ii) de planning en uitvoering van het onderhoud en (iii) de procedures rondom het onderhoud. Deze oplossingen zijn voor een deel op het onderhoudsvraagstuk in het algemeen toepasbaar, voor een ander deel zullen de oplossingsrichtingen alleen op een specifieke werkzaamheid van toepassing zijn. In de volgende paragrafen zullen die drie verschillende oplossingsrichtingen afzonderlijk nader worden beschreven.

Afhankelijk van de kering en de onderhoudswerkzaamheid zal een bepaalde oplossingsrichting meer potentieel kunnen hebben. Zo heeft de Oosterscheldekering meer herhalende elementen en zullen aanpassingen aan de uitvoering van het onderhoud, zoals het opknippen van een onderhoudstaak, in meer gevallen mogelijk zijn dan bij de Maeslantkering.

De inhoud van dit hoofdstuk vormt een uitwerking van gesprekken met betrokkenen uit de onderhoudspraktijk van de Oosterscheldekering en de Maeslantkering en experts van Deltares en heeft betrekking op de case study Maeslantkering.

4.1 Aanpassingen aan de kering en de rol van het onderhoud in de levenscyclus

Mogelijk kunnen aanpassingen de kering robuuster maken, waardoor werkzaamheden langer doorgang kunnen vinden. Een voorbeeld is dat door het 20 cm ophogen van de dokdeur langer kan worden doorgewerkt. Dit kan om aanpassingen aan de kering gaan, maar ook om aanpassingen aan onderdelen van de kering. Bij het op tijd signaleren van deze kansen kan hierop al geanticipeerd worden tijdens reguliere onderhoudswerkzaamheden.

Een andere aanpassing aan de kering zou kunnen zijn het waar mogelijk standaardiseren van onderdelen, hoewel de mogelijkheden hiervoor beperkt zullen zijn in aanvulling op reeds geïmplementeerde standaardiseringen. Dit biedt bijvoorbeeld de mogelijkheid om een dokdeur reserve te hebben staan die aan beide kanten geïnstalleerd kan worden. Tevens hoeven minder onderdelen op voorraad te liggen en onderhouden te worden als deze multi-inzetbaar zijn. Het inzetbaar klaar hebben liggen van onderdelen kan voor een versnelling van de uitvoering van het onderhoud zorgen.

Ook zouden mogelijke oplossingsrichtingen kunnen liggen in hoe er wordt omgegaan met onderhoud van de kering richting eindelevensduur. Hoe verandert de onderhoudsvraag richting eindelevensduur? En hoe kan je (adaptief) omgaan met een kortere restlevensduur? Een vraag om groot onderhoud kan mogelijk ook zorgen voor een versnelling van een vervanging- en renovatietraject. Dit is echter iets wat pas op zeer lange termijn zal gaan spelen.

4.2 Aanpassingen aan planning en uitvoering van het onderhoud

Mogelijke aanpassingen aan de onderhoudsuitvoering zullen sterk door de dagelijkse onderhoudspraktijk gestuurd worden. De dagelijkse beheerders van de keringen hebben hier dan ook het meest directe beeld van. Vanuit de context van de huidige studie bezien verwachten wij dat optimalisatiekansen liggen bij de planning, de voorbereiding van het onderhoud en bij het benutten van leerkansen.

De oplossingsrichtingen rondom de uitvoering van het onderhoud zijn voornamelijk gelinkt aan de planning van werkzaamheden. Waar mogelijk kan hierbij kan gedacht worden aan het parallel werken aan verschillende werkzaamheden en het verruimen van werktijden. Ook kan gedacht worden aan het opknippen van werkzaamheden met een lange doorlooptijd. Dit is met name een oplossing voor herhalende werkzaamheden, zoals bijvoorbeeld bij het vervangen van de damwanden van de landhoofden of het vervangen van de pompen in de ballasttanks. In het laatste geval kan bijvoorbeeld er voor worden gekozen om een kleiner aantal pompen tegelijk te vervangen om zo een kortere doorlooptijd van de voor dat stormseizoen geplande werkzaamheden te bewerkstelligen. Daarnaast kan voor voldoende kort durende onderhoudstaken gebruik gemaakt worden van laagrisico-perioden in het stormseizoen, zoals tijdens doortijd.

Mogelijk zijn er ook opties in het meer strategisch inplannen van de werkzaamheden op lange termijn. Hierbij kan worden gedacht aan restlevensduuronderzoek en monitoring. Is het onderhoud nodig of kan dit uitgesteld worden indien blijkt dat de restlevensduur langer is dan vooraf ingeschat? Op lange termijn, meer richting einde levensduur van de kering, kan ook gedacht worden aan een verandering van preventief naar correctief onderhoud, indien dat vanuit de faalkanseisen acceptabel zou zijn.

Verder kan worden gedacht aan het verkleinen van risico's door goed gebruik te maken van de inzichten uit eerdere ervaringen. Het eventueel opgedeeld uitvoeren van werkzaamheden verspreid over meerdere jaren maakt het ook mogelijk om te leren van de werkzaamheden aan dezelfde onderdelen in de eerdere jaren (bijvoorbeeld het lopende onderhoudsproject voor de bewegingswerken van de OSK, waarbij in eerste instantie wordt gewerkt aan zes bewegingswerken en daarna pas aan de andere). Daarnaast zou de situatie waarin het onderhoud uitgevoerd gaat worden vooraf gesimuleerd kunnen worden in een digital twin van de kering.

4.3 Aanpassingen aan onderhoudsprocedures

Bij zowel de Oosterscheldekering als de Maeslantkering zijn er procedures om er voor te zorgen dat de kering tijdens onderhoud in het stormseizoen snel inzetbaar kan zijn. In deze protocollen zit een eis aan de (maximale) terugbouwtijd en een eis aan de waterstandsverwachting als signaal van een mogelijke aankomende sluit-vraag. Deze eisen moeten er voor zorgen dat in geval van een verwacht extreem hoogwater de kering op tijd weer operationeel gemaakt kan worden. De procedures rondom het onderhoud zijn erop gericht om de risico's voor de werknemer, constructie en waterveiligheid zo beheersbaar mogelijk te houden. Mogelijk kunnen deze procedures nog verder geoptimaliseerd worden, zonder daarbij veiligheid voor personeel en constructie negatief te beïnvloeden.

In de toekomst moeten de keringen mogelijk ook inzetbaar zijn tijdens (een deel van) het huidige onderhoudsseizoen. Mogelijk dat in de zomer andere criteria voor terugbouwtijd aangehouden kunnen worden, aangezien de kans op voorkomen van extreme hoogwaterstanden lager zal zijn. Mogelijk kunnen daarbij ook seizoens- en lange-termijnverwachtingen worden meegenomen. Daarnaast kan ook gezocht worden naar welke werkzaamheden op een acceptabele wijze in de winter kunnen plaatsvinden. Dit laatste wordt al door de beheerders onderzocht binnen de kaders van de huidige WIS procedure.

In deze paragraaf worden in de volgende subsecties in aanvulling nog enkele aandachtspunten bij het opstellen en evalueren van onderhoudsprocedures genoemd. Ook kunnen deze aandachtspunten worden gebruikt om huidige protocollen te evalueren en waar mogelijk te optimaliseren. Achtereenvolgens wordt er in dit hoofdstuk gekeken naar de betrouwbaarheid van de informatie, de keuze van criteria en de bijbehorende besluitvormingsketen. Opgemerkt wordt dat naast de onderhoudsprocedures ook gekeken kan worden naar het operationeel

gebruik van de kering, zoals bijvoorbeeld de criteria voor het sluitpeil. Versoepeling hiervan zorgt voor minder sluitingen (minder slijtage en dus minder onderhoud?) en vermindert het aantal onderbrekingen in het onderhoud, maar vraagt wel investeringen in de waterveiligheid achter de kering.

4.3.1 Betrouwbaarheid van de informatie

Keuzes in de procedure voor het inplannen van onderhoudswerkzaamheden worden gestuurd door feitelijke informatie (data). Het is van belang de betrouwbaarheid van deze informatie mee te nemen in het vaststellen van de procedure. Kan de terugbouwtijd bijvoorbeeld langer zijn met betrouwbaardere voorspellingen? Hoe groot zijn de onzekerheden en waar zitten deze in de invoer, modelketen, en resultaat (operationele voorspellingen) die worden gebruikt in de huidige werkpraktijk?

In de huidige procedure is een kans op een bepaalde waterstandsverwachting gedefinieerd en worden maatregelen genomen wanneer deze kans een bepaalde waarde overschrijdt. Het is van belang om te kijken hoe deze kans berekend wordt. Hierbij moet gekeken worden naar de validatie van de statistische betrouwbaarheid van de modelketen voor dergelijke kansen voor verschillende verwachtingsvensters.

Daarnaast is het nuttig te kijken naar welke processen van belang zijn, hoe deze in de modelketen zijn meegenomen, in hoeverre de modellen door experts met de hand worden bijgesteld voor specifieke processen en welke onzekerheden in de verwachtingen dat introduceert. Zo kunnen lokale fenomenen zoals polar lows, seiches, buistoten en windvlagen mogelijk al voor een waterstandsverschil van enkele tientallen centimeters zorgen.

4.3.2 Keuze van criteria

De grenzen in de huidige protocollen bestaan uit meerdere delen: de terugbouwtijd, de gekozen hydraulische randvoorwaarden (bijvoorbeeld de grenswaterstand) en het verwachtingsvenster en mate van betrouwbaarheid waarmee een grenswaarde wordt overschreden. Betrekkelijk restrictieve grenzen zijn conservatief in relatie tot veiligheid en betrouwbaarheid maar kunnen het onderhoud blokkeren met als uiteindelijk risico een lagere prestatie van het kunstwerk. Dit leidt ook mogelijk tot hogere kosten voor het onderhoudswerk zelf. Te ruime grenzen geven echter ook duidelijk risico's. In de toekomst zou mogelijk in sommige gevallen gekozen moeten worden voor de 'minst slechte keuze' en is een ideale oplossing/aanpak niet meer beschikbaar. Scenario-analyses zouden hier mogelijk inzicht in kunnen geven.

Omdat de kering bij een verwachte hoge waterstand op tijd weer inzetbaar moet kunnen zijn is de terugbouwtijd in de huidige WIS-procedure drie dagen. Betrokkenen geven aan dat deze terugbouwtijd een belangrijk knelpunt kan vormen. De vraag is bij welke grens aan de terugbouwtijd de knelpunten minder optreden. Hoeveel meer langdurig onderhoud, wat mogelijk meer terugbouwtijd vergt, kan doorgang vinden bij bijvoorbeeld het haalbaar maken van een terugbouwtijd van vijf dagen door uit te gaan van een geschikt meebewegend verwachtingsvenster? Of kan er juist rekening worden gehouden met een kortere terugbouwtijd door aanpassingen aan het afbouwen of het verkleinen van de onzekerheidsmarges die daarin worden meegenomen? Daarbij is het natuurlijk op de eerste plaats van belang dat de gekozen terugbouwtijd de risico's voldoende beperkt.

De waterstandsgrens zal gebaseerd zijn op eisen vanuit de Waterwet, omgeving, werkomstandigheden en/of constructie. Indien dit nog niet wordt gedaan zou gedacht kunnen worden aan het meer in detail specificeren van die waterstandseisen en mogelijk (meer) differentiëren van relevante eisen voor verschillende soorten werkzaamheden. Mogelijk dat door aanpassingen aan de kering het onderhoud langer kan doorgaan (zie bijvoorbeeld het

eerdere voorbeeld van het verhogen van de dokdeur). Ook kunnen extra veiligheidsprocedures of meer inzicht in hydraulische belastingen op de constructie en bijvoorbeeld de inzet van hulpmiddelen die snel in positie zouden kunnen komen, zoals drijvend materieel in geval van werkzaamheden nabij het water, mogelijk ervoor zorgen dat het werk langer doorgang kan vinden.

Ten derde is er de periode die gebruikt wordt om naar de waterstandsverwachtingen te kijken. Die is op dit moment gelijk aan de gekozen terugbouwtijd. Mogelijk kunnen verwachtingen verder vooruit worden meegenomen in de keuze tot wel of niet (partieel) terugbouwen. Dit kan ervoor zorgen dat het werk minder vaak moet worden afgebroken en met meer zekerheid ingepland kan worden. Hier wordt in Paragraaf 4.3.3 verder op in gegaan.

Tot slot is er de mate van onzekerheid in de voorspelde waterstand. Deze onzekerheid wordt groter naarmate het verwachtingsvenster langer wordt, hetgeen geïllustreerd wordt in Figuur 4.1. Mogelijk dat voor verschillende verwachtingsvensters verschillende eisen aan de kans op overschrijden van de grenswaterstand (afhankelijk van de werkzaamheid 1.70m+NAP of 2.30m+NAP in de huidige WIS-procedure) kan worden gesteld. De keuze hiervan is bepalend voor hoe restrictief de eis aan het onderhoud is. Hiervoor zijn twee aandachtspunten: de herleidbaarheid van de keuze voor een bepaalde kans en met hoeveel zekerheid een dergelijke kans afgeven kan worden (zie hiervoor Paragraaf 4.3.1). Een manier om de keuze voor een dergelijke kans herleidbaar te maken is via een zogenaamd 'cost-loss' functie (zie ook Paragraaf 3.1), waar je een maatregel neemt als de kans groter of gelijk is dan de kosten gedeeld door het verschil van de verliezen tussen beide opties (wel of niet het werk uitvoeren). Dit kan op basis van kosten, maar er kan ook gekeken worden welke andere aspecten hierin moeten worden meegewogen.

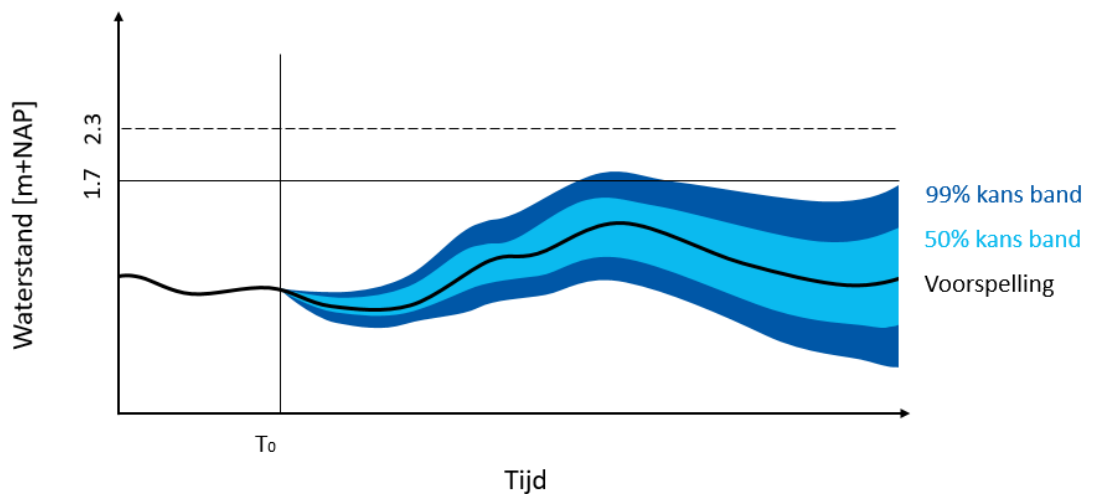
4.3.3 Besluitvormingsketen

Tot slot kunnen er keuzes worden gemaakt in de vormgeving van de procedures. Hier kan bijvoorbeeld gekozen worden voor een binair proces (onderhoud gaat wel of niet door), maar ook voor een progressieve (of adaptieve) besluitvormingsketen. Hierbij hoort ook de vastlegging van een dergelijke procedure.

Een progressieve besluitvormingsketen neemt verschillende grenzen mee in de besluitvorming en kan tijdsafhankelijk zijn. Een voorbeeld van een grens is een kans op voorkomen van een bepaalde waterstand in de komende, bijvoorbeeld, drie dagen. Hiernaast kunnen verschillende typen, van kleine tot ingrijpende beslissingen worden opgenomen. Onder kleine maatregelen vallen voorzorgsmaatregelen zoals het inlichten van de aannemer om alvast voorbereidingen te gaan treffen voor het afbouwen, gedeeltelijk afbouwen, en het inzetten van extra personeel waar mogelijk.

Een andere voorzorgsmaatregel ligt bij het WMCN. De huidige verwachtingen komen vanuit het WMCN. Het WMCN monitort het hele jaar, maar is pas in (stormvloed-)zitting vanaf het voorwaarschuwingsspeil van 2.0m+NAP bij Hoek van Holland. Het in zitting gaan van het WMCN is een opschaling van de situatie. Alle experts in operationele dienst komen dan samen om intensief de situatie te monitoren, de verwachtingen bij te stellen en waarschuwingen af te geven. Dat is dus later dan de verwachte waterstand van 1.70m+NAP die in de huidige WIS-procedure is opgenomen. Mogelijk kan bij zeer cruciale onderhoudswerkzaamheden iemand al eerder vanuit het WMCN extra ondersteuning bieden bij de waterstandsverwachtingen, daarbij gebruik makend van de tools vanuit het WMCN. Deze voorzorgsmaatregelen maken het wellicht mogelijk dat het onderhoud langer, of in meer gevallen, door kan gaan. Mochten de verwachtingen naar beneden worden bijgesteld, kunnen deze maatregelen weer afgebouwd worden.

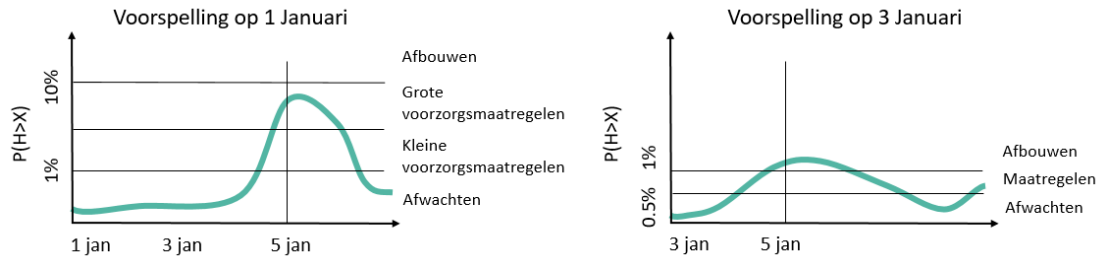
In een dergelijke progressieve aanpak zou het bijvoorbeeld ook mogelijk kunnen zijn om te werken met meerdere verwachtingsvensters met daarbij verschillende eisen aan de zekerheid van de voorspelling, met andere woorden toestaan van een grotere kans op het overschrijden van de grenswaterstand wanneer verder vooruit in de tijd gekeken wordt. Hierbij zou ook nog gedifferentieerd kunnen worden naar verschillende onderhoudstaken. Figuur 4.1 laat zien dat de bandbreedte van de voorspelde waterstand over bijvoorbeeld 10 dagen groter is dan over 3 dagen. In plaats van het toestaan van een grotere overschrijdingskans van de grenswaterstand zou ook de grenswaterstand om op te schalen naar voorzorgsmaatregelen vergroot kunnen worden, naar bijvoorbeeld 2.0m+NAP. Op kortere termijn is er meer zekerheid over de verwachting en ligt de grens dichterbij de voorspelde maximale waterstand. Omdat er bij langere verwachtingen verder vooruit wordt gekeken, kunnen meer langdurige onderhoudswerken doorgang vinden. Dit is een voorbeeld van een progressieve aanpak waar beslissingen dus kunnen afhangen van het tijdsbestek en de kans op een bepaalde waterstand.



Figuur 4.1 Onzekerheidsbanden rondom een waterstandsverwachting

Figuur 4.2 illustreert een aanvullend voorbeeld van een progressieve aanpak waarbij er op twee momenten beslissingen worden genomen, 5 dagen en 3 dagen voorafgaand aan de hoogwatergebeurtenis. Opgemerkt wordt dat voorspellingen continu kunnen worden beschouwd, maar voor dit voorbeeld worden twee specifieke momenten eruit gepikt. Het linker plaatje geeft de kans op overschrijding van een waterstand van groter dan X meter weer. Duidelijk te zien is dat de kans op een waterstand groter dan X meter klein is in de komende 4 dagen maar dat deze significant toeneemt over 5 dagen. Aan deze kansen kunnen beslissingscriteria worden gehangen. In dit geval zou dit betekenen dat er grote voorzorgsmaatregelen moeten worden genomen.

Het volgende beslismoment in dit voorbeeld is op 3 januari, weergegeven in het rechter plaatje in Figuur 4.2. Omdat het tijdsbestek tot de hoogwatergebeurtenis op dit moment in het voorbeeld inmiddels is afgenomen, kunnen de besliscriteria en de beslissingen veranderen. Te zien is dat voor een overschrijdingskans van 1% kleine voorzorgsmaatregelen moeten worden genomen (5 dagen vooruit) of afgebouwd moet worden (3 dagen vooruit). In dit voorbeeld wordt 3 dagen voor de hoogwatergebeurtenis besloten om af te bouwen. Merk op dat dit gemakkelijker en veiliger plaats kan vinden doordat er in de twee dagen hiervoor al voorzorgsmaatregelen zijn getroffen op basis van de voorspelde informatie.



Figuur 4.2 Het meenemen van kansen in een progressieve besluitvormingsketen

Het is van belang om de gehele procedure goed vast te leggen, onder andere: wie neemt de beslissing en op basis van welke informatie. Het uitstellen van onderhoud is in principe niet mogelijk als de faalkans van de kering bij het uitstellen van onderhoud groter is dan het direct uitvoeren (inclusief risico's gelinkt aan dat uitvoeren). Dit moet op een goede, herleidbare manier worden aangetoond. De manier waarop deze risico's worden bekeken kan onderdeel zijn van de procedures die de besluitvorming ondersteunen.

5 Afsluiting en aanbevelingen

In deze rapportage zijn verschillende aspecten rondom oplossingsrichtingen voor knelpunten in onderhoud aan de stormvloedkeringen verkend. De focus ligt hierbij op grote onderhoudswerkzaamheden en (het beperken van) de waterveiligheidsrisico's en de risico's voor de constructie zelf. Er is een eerste opzet voor methodiek rondom onderhoud (onderhoud in het algemeen of een specifieke langdurige en/of complexe onderhoudsactiviteit) geschetst die mogelijk als aanvulling op of als alternatief voor de huidige methodes kan dienen. Daarnaast is een aantal mogelijke oplossingsrichtingen geschetst. Dit rapport is echter bovenal een verkenning van dit onderwerp, waarin mogelijke vervolgrichtingen zijn geïdentificeerd. Uit de interviews met beheerders van de Oosterscheldekering en de Maeslantkering bleek onder andere dat de wensen hierin per kering kunnen verschillen. Dit ligt aan de hoeveelheid knelpunten in de huidige situatie, en het specifieke keringsontwerp (en -type) en de verwachte inzetfrequentie van de kering.

Aanbevolen wordt om de inhoud van dit rapport in een werksessie met medewerkers van de Maeslantkering te toetsen. Sluiten de genoemde punten aan bij de problematiek zoals ervaren door de beheerders en waar is vanuit de beheerder behoefte aan? Indien dit het geval is, dan kunnen de methodieken en oplossingsrichtingen door middel van werksessies worden toegepast op de voorbeelden van groot onderhoud genoemd in Bijlage B.4. Dit is een iteratief proces omdat de toepassing leerpunten naar boven brengt die mogelijk aanpassingen vergen aan de in dit rapport geschetste methodieken en oplossingsrichtingen.

Deltares kan, indien door RWS gewenst, ondersteunen bij de uitwerking van afwegingsmethodieken, oplossingsrichtingen en daarbij gebruikte besluitvormingsketen in combinatie met operationele waterstandsverwachtingen. De omgang met de onzekerheden in de modelvoorspellingen kan de besluitvormingsketen beïnvloeden. Bijvoorbeeld, door verder in de toekomst te kijken kunnen eerder voorzorgsmaatregelen worden genomen en kunnen onderhoudswerken langer doorgang vinden. Hiernaast kan de verkregen kennis uit de VenR (Vervangings- en Renovatie) opgave en het kennisprogramma Natte Kunstwerken toegepast worden. Binnen deze projecten wordt door Deltares, Rijkswaterstaat en de andere partners een raamwerk opgezet dat raakt aan de onderhoudsvraagstukken in dit project. Als laatste kunnen hydraulische belastingen naar lokale condities, bijvoorbeeld krachten en stroomsnelheden, bij de constructie worden vertaald en risico's voor de constructie zelf en waterveiligheid in kaart worden gebracht. Zie hiervoor bijvoorbeeld ook Deltares (2022).

In Deltares (2022) zijn de bouwstenen voor een beslissysteem geschetst. Uit de gesprekken met beheerders dit jaar bleek dat er meer behoefte is aan een verkenning van de manier waarop keuzes gemaakt kunnen worden en een verkenning van oplossingsrichtingen. De gedachtegang achter de bouwstenen blijft echter staan en zou op termijn alsnog door RWS overwogen kunnen worden. Daarnaast worden in die eerdere rapportage mogelijke richtingen genoemd waarop Deltares het ontwikkelen en inzetten van een dergelijk systeem zou kunnen ondersteunen.

6 Referenties

Deltares (2022). Open en gesloten stormseizoen bouwstenen voor een beslissysteem, memo. 3 Februari 2022, document-referentie: 11206793-012.

Task Force Fact-finding hoogwater 2021 (2021). Hoogwater 2021: Feiten en Duiding. ENW: Expertisenetwerk Waterveiligheid. https://www.enwinfo.nl/publish/pages/183541/211102_enw_hoogwater_2021-dv-def.pdf

Haigh, I. and Trace-Kleeberg, S. (2022). Challenges facing Storm Surge Barriers in a changing climate [Powerpoint Slides]. I-STORM.

A Gespreksverslag Oosterscheldekering

Datum: 7 september 2022

Deelnemers: Krijn Saman (RWS), Nick Zegers (RWS), Robert Vos (RWS), Jacco Groeneweg (Deltares), Madelief Doeleman (Deltares), Noor ten Harmsen van der Beek (Deltares)

Onderstaand staan alle besproken punten opgehaald uit het interview in het kader van de Oosterscheldekering.

A.1 Scope project

- MLK is in dit kader van groot belang, en wordt uitgewerkt als pilot. De informatie over de OSK wordt ter informatie/inspiratie gebruikt.
- Focus op lange termijn en complexe en daarmee langdurige werkzaamheden
- Risico's voor waterveiligheid en constructie zelf
- Dus o.a. golfkrachten die groter worden
- Het verschil met de studie binnen ISTORM door Ivan Haigh en Sunke Trace-Kleeberg van Universiteit van Southampton is dat die zich op dit moment meer richt op hydraulische randvoorwaarden met o.a. de beschikbaarheid van getijdensters, randvoorwaarden/externe factoren, weerpatronen op lange termijn en vooral ARBO-gerelateerde risico's. Dus (nog) niet naar waterveiligheid en impact op constructie en gerelateerd onderhoudswerk.

A.2 Andere studies

- Lijst uit presentatie is redelijk volledig, verder gerelateerd:
- Spoor 1 – Johan van den Boogaard
 - MLK toepassing beslissysteem Krijn + risicoprotocol Johan (vooral gericht op ARBO werkzaamheden)
 - Verschillende projecten, waaronder 4 PhD's bij de TUD/TNO
- ISTORM – Marc Walraven
- Rijkskeringen-project – nog in opstartfase
- Kernteam keringen met daarin keringsmanagers
- Programmatische aanpak OSK

A.3 Huidige praktijk onderhoud

- Onderhoudsseizoen OSK: 1 april – 1 oktober, MLK: 15 april – 1 oktober
 - Niet twee schuiven naast elkaar geblokkeerd
 - <1000 m² schuifoppervlak mag voor onderhoud gesloten zijn in de zomer om doorstromingsproblemen te vermijden. Tot 2000 m² mag voor korte termijn gesloten worden
 - <3500 m² schuifoppervlak mag niet inzetbaar zijn in geval van onderhoud algemeen
- Stormseizoen: OSK en MLK
 - OSK: alle schuiven moeten inzetbaar zijn. In principe geen onderhoud in stormseizoen
 - Bij storing of overmacht worden onderhoudswerkzaamheden toegestaan (is voor OSK één keer gebeurd, zie Par 5.1)

- Protocol voor ARBO-risico's van kleine werkzaamheden (1 à 2 dagen), die in stormseizoen kunnen plaatsvinden, zolang ze na 8 uur kunnen worden afgebroken
- App van Krijn om naar weer-, waterstand-, en golfcondities te kijken
- Inzet OSK alleen voor
 - Hoofdfunctie: bescherming tegen stormvloed
 - Nevenfuncties:
 - Inzet in geval dijkval (kan ook in de zomer/onderhoudsperiode optreden)
 - Olie (gedeeltelijk sluiten vanwege drijvende olie, kan ook in de zomer/onderhoudsperiode optreden)
 - IJsgang
- MLK: mag in zomer/onderhoudsperiode volledig niet-operationeel zijn
- PPO is verantwoordelijk voor de planning. Op dit moment is er bij de OSK nog geen probleem met het inplannen van het onderhoud. Zie ook Paragraaf A.7 met suggesties om meer ruimte te maken voor onderhoud
- Bij OSK grote mate van flexibiliteit door vele schuiven, elke schuif heeft in de basis hetzelfde onderhoud nodig
- Werkzaamheden worden zoveel mogelijk gecombineerd, zoals bijv. het aanpakken van de vakwerkliggers en het conserveren

A.4 Onderhoudswerkzaamheden

- Duur en frequentie
 - Nu bezig met schuiven conserveren, dat heeft een frequentie van ongeveer 30 jaar, maar het onderhoud kan voor de hele kering wel 15 jaar duren, dus veel onderhoudswerkzaamheden zijn continu
- Inzetbaarheid
 - Bij conserveringswerken wordt een constructie rondom het werk gebouwd, de schuif kan dan niet snel worden ingezet
 - Andere werken kunnen wel snel worden ingezet
- Waterveiligheid: niet operationeel zijn van een of enkele schuiven vormt niet meteen een gevaar tav waterveiligheid. Dit is echt anders dan bij MLK.

A.4.1 Huidige onderhoudswerkzaamheden

- Jaarlijks: peilmeetstations, bodem conserveren, bodembescherming surveyen en steen bijstorten
- Andere voorbeelden van werkzaamheden:
 - Schuiven conserveren
 - Schuifaanslagen
 - Vakwerkliggers
 - Groot onderhoud beton
- Zie ook:
 - Faalkansrapportage
 - Onderhoudsinformatie IHP (instandhoudingsplan): hier staat o.a. werkzaamheden en frequentie in (en geeft antwoorden op een aantal door ons gestelde vragen)

A.4.2 Toekomstige onderhoudswerkzaamheden

- Lastig te voorspellen, alles wat nu bekend is zit in het huidige onderhoud meegenomen. Verder is het onderhoud ook inspectie-gestuurd.
- Door regelgeving (zoals rondom asbest, chroom-6, ARBO) kunnen er ook dingen in het onderhoud veranderen
- Betrouwbaarheid sluiten kan een rol gaan spelen

- Bijv. de hydraulische cilinders, hoeveel kan je per jaar verwisselen?
- Hierbij bepaalt de logistiek en de constructie (zware kranen) ook de duur van het werk
- Ouderdom: bijv. zoutindringing beton, eigenlijk voor 200 jaar ontworpen, mogelijk korter
 - Richting eindelevensduur krijg je een kostenpiek voor het onderhoud, misschien ga je dan van preventief onderhoud naar correctief onderhoud
 - Mogelijk ga je op een gegeven moment een ander type schuif gebruiken, dat vraagt ook weer ander onderhoud
- ZSS
 - Verkeerskokers waar apparatuur in staat, onderhoud lastig ivm de weg
 - Vermoeiing
 - Meer sluiten voor ZSS is niet direct een probleem
 - Nu al worden alle operationele schuiven (uitgezonderd die die dat niet kunnen vanwege onderhoud) elke 14 dagen 1.5 m gesloten (in stormseizoen alleen een visuele inspectie), 4 keer per jaar helemaal en gemiddeld circa 1 keer per jaar voor een storm, dus er is in die zin ruimte voor ZSS qua slijtage/vermoeiing door vaker sluiten als meer stormsluitingen worden uitgewisseld met minder testsluitingen.
- Vermoeiing gaat mogelijk meer een rol spelen, bijv. golfklappen op de vakwerkliggers
 - Golfimpact wordt bijgehouden door ANSYS simulaties, gaat om dagelijkse golven maar ook golfklappen in stormen. Dit geeft vermoeiing op de lussen
 - Bij de beoordeling kwamen de schuiven er minder goed uit dan verwacht. Hier zit wel veel conservatisme in.
 - Hier wordt restlevensduuronderzoek voor gedaan door RWS en TNO

A.5 Jaarrond werken

- Er zijn ook laagrisico-perioden in het stormseizoen, zoals tijdens doortij. Afhankelijk van de duur van de werkzaamheden kan dit een optie zijn.
- Waterveiligheid in het onderhoudsseizoen
 - In het ontwerp zijn maar 57 schuiven nodig voor waterveiligheid
 - Waterstandsverwachtingen en golfcondities spelen ook mee, ook voor het uitvoeren van het werk zelf

A.5.1 Voorbeeld jaarrond werken: Schuifaanslagen

- Door 'storing'/onvolkomenheid van de schuifaanslagen is er bij de OSK al in het stormseizoen gewerkt
- Protocol hierbij (niet vastgelegd in rapportages):
 - Vervroegen van open- en sluitmoment via beslissysteem tot een optimaal open-sluitmoment om het risico voor golfdalbelasting te minimaliseren
 - Op een manier gedaan dat er geen effect was op de waterstand achter de kering, dus geen effect op de waterveiligheid

A.6 Informatiebehoefte

- Op dit moment minder urgent voor OSK, maar wordt wel urgenter
- Beslisregels en tooling zijn er, dat is door de schuifaanslagen concreter geworden en wordt voor de MLK verder ontwikkeld
- Goed als dit project zich richt op de constructie zelf
- In principe neemt de keringmanager de beslissing.
- Verantwoordelijkheid van de beslissing bij groot onderhoud buiten het onderhoudsseizoen moet hoger in de organisatie liggen (niet alleen op basis van de

uitkomst van een beslissysteem worden genomen, dit vormt de basis voor een advies), de beslissing ligt bij de HID. In het voorbeeld van de schuifaanslagen werd hiervoor jaarlijks toestemming aangevraagd.

A.7 Andere maatregelen om meer ruimte te maken voor onderhoud

- Werken buiten kantooruren 40 vs 168 uur per week
- Locatiegericht onderhoud
 - Is het mogelijk om het onderhoud meer per locatie te groeperen? Kan je meteen alle werkzaamheden op 1 locatie doen?
 - Bijv. in onderhoudsseizoen 4 schuiven eruit en meteen alles onderhouden voordat het stormseizoen begint
 - Dit geeft mogelijk wel grote verschillen in de schuiven door het grote tijdsverschil (meerdere jaren) tussen start en eindpunt
- Richting eindelevensduur van preventief naar correctief onderhoud
- Sluitregime aanpassen, flexibel sluitregime
 - Huidige sluitregime 1-2-1
 - (wordt deels uitgewerkt voor waterveiligheid door KP ZSS en studie van Eric van Santen (voor ecologie), effect op B&O wordt nog niet naar gekeken)

A.8 Overig

- Ruimtelijke oriëntatie-hoek van de drie afzonderlijke sluitgaten (ten opzichte van noord) heeft misschien ook effect op hoeveel onderhoud er nodig is
- In hoeverre kan je de kering aanpassen aan ZSS? Kan de kering worden opgehoogd en/of kunnen aan de zee kant de golven gereduceerd worden?
- Hoe om te gaan met verkorting levensduur door ZSS? Vervangen van de OSK is complex.
- Functionele levensduur speelt ook een belangrijke rol in de restlevensduur. Hoeveel wil je straks nog gaan sluiten? Mogelijk dat een flexibel sluitcriterium of het meenemen van kansen op bepaalde hydraulische belastingniveaus hier nog een verschil kan maken. Bijvoorbeeld niet sluiten bij +3 m+NAP als er geen golven zijn omdat er dan minder risico is voor de dijken in het achterland.

B Gespreksverslag Maeslantkering

Datum: 3 oktober 2022

Deelnemers: Peter Vlam (RWS), Peter Oskam (RWS), Jaco van Voorst (RWS), Krijn Saman (RWS), Robert Vos (RWS), Martijn de Jong (Deltares), Jacco Groeneweg (Deltares), Madelief Doeleman (Deltares)

B.1 Probleemdefinitie

Het bestaande beslissing(ondersteunend) systeem is inzetbaar/goed werkend voor kleine en grootschalige werkzaamheden. Kenmerkend voor deze grootschalige werkzaamheden is dat deze binnen vier dagen gestopt kunnen worden. Na het stoppen van de werkzaamheden (binnen deze vier dagen) is de kering volledig operationeel inzetbaar. In de huidige werkpraktijk wordt 7 dagen vooruitgekeken naar de weersverwachting. Taken met een terugbouwtijd van meer dan 4 dagen zijn niet binnen dat venster uitvoerbaar. Werkzaamheden aan de kerende wand stoppen als 1.70m+NAP wordt overschreden. Bij overschrijding van deze waterstand zal de kerende wand gaan opdrijven. Vanwege persoonlijke veiligheid mag er dan dus niet gewerkt worden en wordt er ontruimd. Hierbij dient ook apparatuur te worden verwijderd omdat door de beweging hieraan mogelijk ernstige schade kan ontstaan. Grenzen van 2.30 en 2.60 m+NAP zijn naast de persoonlijke veiligheid en 'integriteit' van de kering ook gelinkt aan de waterveiligheid.

Binnen het Deltares project wordt gekeken naar grootschalige werkzaamheden (met een terugbouwtijd van meer dan vier dagen) en de impact hiervan op de waterveiligheid en de constructie zelf. Door een veranderd klimaat, met name met het oog op zeespiegelstijging, en de nu al volle planning in het zomerseizoen kunnen grootschalige werkzaamheden in de toekomst wellicht niet meer alleen in het zomerseizoen worden uitgevoerd.

Er wordt gesproken over een wens voor een afwegingsmatrix: als het onderhoudsseizoen korter wordt, wat dan? Het onderzoek van Universiteit van Southampton (Ivan Haigh en Sunke Trace-Kleeberg) wordt aangehaald: er komt een toename van het aantal overschrijdingen van 1.70m+NAP. Merk op: het onderzoek van Southampton en Deltares hebben hetzelfde uitgangspunt, dat wil zeggen, beide richten zich op de toekomst met forse zeespiegelstijging, maar zijn verder complementair. Er wordt opgemerkt dat de zeespiegelstijging niet fors hoeft te zijn, wel zal dit de problemen aan de constructie het best in beeld brengen. Hiernaast is het van belang werkzaamheden in beeld te brengen die mogelijk nu al veiligheidsrisico's met zich meebrengen, wat nog urgenter is.

De studie van Ivan Haigh en Sunke Trace-Kleeberg van de Universiteit van Southampton richt zich met name op de veranderingen in de hydraulische belastingen op de keringen (frequenter sluiten met stijgende zeespiegel), waarbij Deltares met name kijkt naar de consequenties daarvan op de constructie en de waterveiligheid. Vooralsnog probeert Deltares vooral in beeld te brengen welke type werkzaamheden daarbij relevant zijn en hoe dat samengebracht kan worden in een beslissingsondersteunend systeem. Welke vorm dit moet krijgen is vooralsnog niet duidelijk. Het is niet noodzakelijk een numeriek rekenmodel, maar het kan ook een soort leidraad zijn. Het overleg heeft overigens duidelijk gemaakt dat de behoefte meer neigt naar het laatste.

Het korter worden van het zomerseizoen gaat geleidelijk tot aan 2060, maar slijtage wordt mogelijk groter als gevolg van frequenter sluiten in de winter. Er wordt opgemerkt dat dit nog steeds in de zomer aangepakt kan worden. Hiernaast zou je kunnen kijken naar een vorm hoe complexe en langdurige werkzaamheden, van bijvoorbeeld 3 weken, zodanig ingericht kan worden dat je ten alle tijden 4 dagen terugbouwtijd in acht kunt nemen.

Onderhoudsvraagstukken zijn maatwerk, er is geen beslismodel nodig, eerder een werkgroep met maatwerk-oplossingen. Het is nuttiger om per issue/kering met een brainstorm-/klankbordgroep bijvoorbeeld een discussiesessie te organiseren. Er wordt momenteel weinig tijd genomen om strategisch na te denken over de problemen die kunnen gaan spelen op de langere termijn. Wanneer dit wel gebeurt wordt niet vastgelegd. Er is een duidelijke wens om een strategische sessie te houden waar onder andere groot onderhoud (vraagstukken/knelpunten) en de constructie zelf kan worden bediscussieerd en waar conclusies worden vastgelegd. Van belang is hoe zoiets georganiseerd kan worden en welke opties er zijn om veiligheidsrisico's te mitigeren. Mogelijk zou een 'draaiboek' als beslisondersteunend systeem kunnen worden opgesteld. Hierbij zou een organisatie als Deltares kunnen faciliteren, bijdragen aan denkkraft, verslaglegging etc. Uit de opsomming van complexe onderhoudswerken (zie Hoofdstuk 4) zou mogelijk een structuur kunnen worden gedestilleerd waaruit lessen worden geleerd om vervolgens een (algemeen) stappenplan (met geïdentificeerde aandachtspunten) op te kunnen stellen.

Voorbeeld: in plaats van het onderhouden van de dokdeur in de winter omdat dit niet in het huidige onderhoudsseizoen past, kan er over andere slimme oplossingen worden nagedacht. Zo zou een deur bedacht kunnen worden die aan beide kanten van de kering ingezet zou kunnen worden (de dokdeuren zijn gespiegeld). Dan heb je aan 1 reservedeur genoeg die je in korte termijn met de dokdeur in onderhoud kunt omwisselen. Hierbij dient te worden opgemerkt dat een dergelijke reserve dokdeur tijd scheelt en druk wegneemt bij andere onderhoudswerkzaamheden die ook uitgevoerd dienen te worden. Echter, een extra deur is zeer kostbaar en een volledige kosten-baten analyse zou hierbij dus noodzakelijk zijn.

Het instandhoudingsplan van de Maeslantkering en de Hartelkering is tot 2097 in het onderhoudsplan opgenomen. Stel je dezelfde of andere eisen bij onderhoud/vervanging later in de horizon van 100 jaar? Tegen die tijd is de verwachte restlevensduur korter. Iets uitstellen kan nuttig zijn, want dan weet je beter wat zeespiegelstijging doet. Maar misschien ben je dan te laat. Misschien wordt er een andere constructie (sluis) geplaatst, wat doet dat met het onderhoudsplan? Deze beslissing wordt niet voor 2050 genomen.

B.2 Achtergrond

Johan vd Boogaard coördineert het gehele project Jaarrond Werken en niet alleen 'ARBO'. Financiering Deltares project gaat vanuit KPP-VOW (Kennis Primaire Proces – Versterking Onderzoek Waterveiligheid), niet vanuit het Jaarrond Werken project.

De studie van de universiteit van Southampton gaat over de huidige App en het huidige protocol. Die worden nu gevalideerd met recente ECMWF data. Vervolgens wil men vooral naar 10 jaar vooruit gaan kijken.

B.3 Huidige werkpraktijk

In overeenstemming met aannemers wordt al gewerkt op basis van continue verwachtingsvensters van 3 dagen. Dat is al inclusief complexe en langlopende onderhoudstaken. Langlopende werkzaamheden worden gehouden aan 4 dagen terugbouwtijd, zie boven. Meer informatie en de criteria worden in de app uitgelegd.

De basisplanning is gebaseerd op kantooruren. Er wordt gezocht naar mogelijkheden om werkzaamheden te combineren. Hiernaast kan de mogelijkheid om 24/7 te werken onderzocht worden.

Huidige systeem is bedoeld voor kleine taken in combinatie met de app voor weersverwachting gevalideerd op basis van ECMWF wind en de hydrodynamische modellen DCsMvs5 die bij het WMCN operationeel draaien.

Taken in onderhoudsplan tweewekelijks tot 5-jaarlijks voor alle 4 de keringen in beheer bij RWS-WNZ. Deze werkzaamheden gaan altijd door, is altijd goedkeuring voor. Calamiteiten kunnen ook in de winter opgepakt worden ten behoeve van functioneel herstel: nood breekt

wet. App helpt taken ook in stormseizoen inplannen als het niet in de zomer kan, dit is echter geen normale gang van zaken.

Alle onderhoudstaken tot 2032 zijn ingepland in de zomer, zonder problemen/knelpunten. Wel financieringsissues, maar contouren staan er. Soortgelijke taken zijn geclusterd ten behoeve van efficiëntie van uitvoering en begeleiding vanuit RWS → interval soortgelijke onderdelen op elkaar afstemmen.

Het integrale onderhoudsplan Maeslantkering is lastig zomaar te delen wegens marktwerking. Partieel falen zit niet in prestatie model ter beoordeling van de Maeslantkering. Er is marge in de faalruimte.

Alleen de minister mag afwijken van het sluiten van de Maeslantkering bij 3 m+NAP. In Zeeland mag de HID dat beslissen?

B.3.1 Werken buiten het onderhoudsseizoen

In het stormseizoen vinden de volgende reguliere taken plaats:

1. Maandelijkse functionele testen van onderdelen
2. Reparatie van storingen en afwijkingen (bliksem, brand, schuifaanslagen OSK) → snel op anticiperen, anders geen werkende kering, waterveiligheidsimplicaties inzichtelijk maken;

Deze taken worden volgens een werkinstructie (WI) uitgevoerd. Deze WI zijn er op gericht om Latent Human Errors (LHE) te voorkomen. Het nalaten van deze activiteiten zal de faalkans onder druk zetten.

Via de WIS (werken in het stormseizoen) procedure worden werkzaamheden uitgevoerd die normaal alleen in de zomer uitgevoerd worden maar, om planning technische redenen, nu in het stormseizoen uitgevoerd moeten worden. De WIS kijkt met name naar terugbouw tijd en kansen op grote schades waardoor de kering niet inzetbaar is. Deze werkzaamheden zijn – vanwege uitvoering tijdens het stormseizoen – per definitie negatief voor de faalkans. De mate van invloed op de faalkans wordt door de WIS procedure verkleind en als de risico's te groot zijn worden de werkzaamheden niet uitgevoerd.

B.4 Voorbeelden langdurige complexe onderhoudswerken die samenhangen met de constructie

Type onderhoud	Duur	Frequentie	Inzetbaarheid	Notities
Bolscharnier 2030				Pads + rubber afdichting + conserveringssysteem; Nieuw conserveringssysteem want oude niet meer leverbaar; Wrijvingswaarde icm pads dient eerst nog vastgesteld te worden; Bij vervanging 60 cm opvijzelen; Er uitgehaalde pads testen op levensduur.
Damwanden 2048			Afhankelijk van locatie	Door afroesting risico op plooiing naar buiten, bij laagwater buiten en hoger grondwaterstand. Lastige plek dan dokdeur niet te sluiten, of impact op geleidatoren; Gehele vervanging duurt zeker langer dan 1 onderhoudsseizoen, of opknippen werkzaamheden in delen.

Dokdeur	3 mnd	1/10 jaar	0	Grote impact op overall onderhoudsplannen; Gebruik van spare parts? (vervangende deur); Tot nu toe 10 jaar niet mogelijk gebleken om te verlengen gezien type van schade/slijtage (wiellagers). Tot nu toe in de zomer, kan dat op termijn als de zeespiegel verder stijgt?
----------------	----------	-----------	---	---

Naast deze drie onderhoudswerkzaamheden die meer in detail zijn besproken zijn ook de volgende langdurige en complexe onderhoudswerken genoemd: onderhoud aan de verticale rolwagens, conserveringswerkzaamheden (van de deuren en/of kerende wand?), onderhoud aan het ballastsysteem en het besturingsysteem. Er wordt opgemerkt dat er redelijk wat uitdagende werkzaamheden aan zitten te komen.

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl