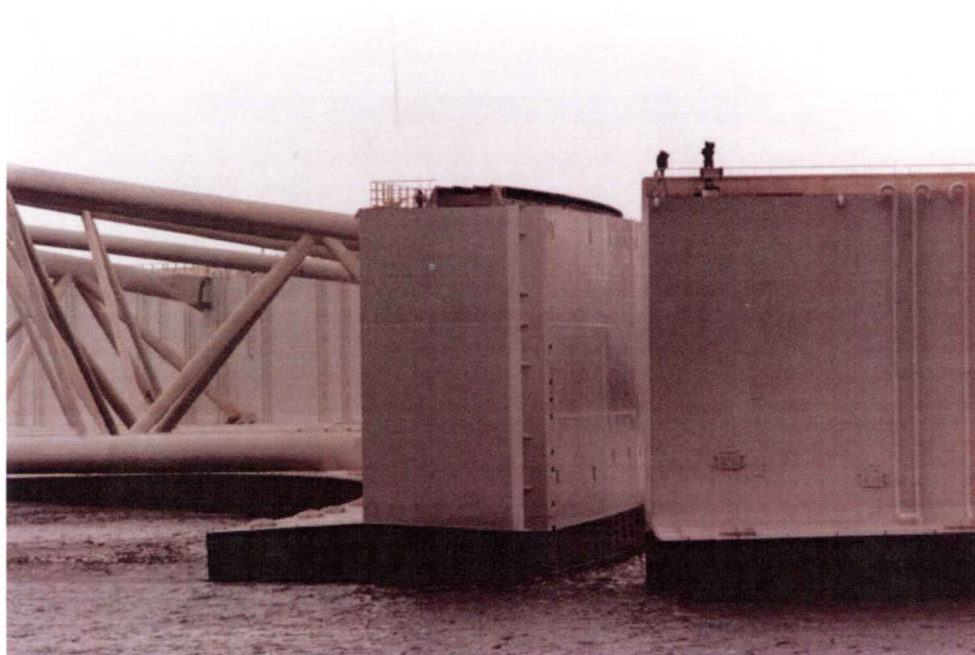




HORVAT & PARTNERS
engineering & management consultants

Second Opinion Faalkans Maeslantkering

*Management Samenvatting
Definitief*



Mevr. ir. B. A. M. Keulen
ir. L. H. M. van Zuilen

Rotterdam, 27 juni 2006
06016-023

In opdracht van: Rijkswaterstaat Zuid-Holland
Contact via: T. Arts en W. de Rijke

Voor akkoord: Prof. ir. E. Horvat

1. Inleiding

In een analyse is door Rijkswaterstaat aangetoond dat na implementatie van de PBO maatregelen de berekende faalkans van de Maeslantkering voor niet sluiten en keren 1/100 per vraag bedraagt. Om zekerder te zijn over de juistheid van de resultaten van de bovenstaande berekening is Horvat & Partners, als een onafhankelijke partij ten aanzien van de onderhavige problematiek, verzocht een second opinion uit te voeren met betrekking tot de gebruikte methodiek ter bepaling en beheersing van de faalkans van de Maeslantkering.

De voornaamste **doelstelling van de second opinion** is het geven van een onafhankelijk oordeel over:

- A. de *gevolgde methodiek ten behoeve van de faalkansbepaling en beheersing* incl. uitgangspunten, aannames en beheerorganisatie.

Hierbij is aandacht besteed aan

- de wijze van bepalen van de momenteel berekende faalkans voor de Maeslantkering
- de voorgenomen maatregelen die nodig zijn om van deze faalkans verzekerd te zijn
- de bedreigingen ten aanzien van de robuustheid van de methodiek, aannames, uitgangspunten en beheerorganisatie in de beheersfase na oktober 2006
- de geschiedenis van de totstandkoming van de methodiek teneinde de context in kaart te brengen van methodiek en de huidige faalkanseis van 1/100 per vraag

- B. *mogelijke maatregelen*, binnen de grenzen van redelijkheid, om de kering, methodiek en beheerorganisatie te verbeteren en daardoor de *faalkans te verkleinen*.

Hierbij is initieel bij opdrachtverlening een onderscheid gemaakt om binnen of buiten het huidige concept maatregelen voor te stellen.

Het kernteam heeft in overleg ervoor gekozen om dit aan te passen. In dit rapport is onderscheid gemaakt in maatregelen om de faalkansanalyse te verbeteren en maatregelen om de kering te verbeteren.

Opgemerkt wordt dat de second opinion in een vrij korte tijd is uitgevoerd (april en mei 2006) en daardoor het karakter heeft van een “**sanity check**”.

De werkzaamheden bestaande uit interviews en analyses zijn uitgevoerd door een **kernteam** van medewerkers van Horvat & Partners. Het team bestond uit: *mevr. ir. B.A.M. Keulen*, risicoanaliste met primaire focus op de waterbouwkundige en probabilistische aspecten, *ir. L. H. M. van Zuilen*, voormalig Shell-medewerker met veel ervaring in implementatie van software toepassingen, met faalkans benadering bij procesfaciliteiten (raffinaderijen en gasplants) en met organisatie inrichting voor onderhoud- en beheerorganisaties die gekenmerkt kunnen worden als high reliability organisations onder leiding en eindverantwoordelijkheid van *prof. ir. E. Horvat*. Horvat heeft ervaring (ex-Shell) met het ontwerpen en beheren van “floating of loading facilities” in gebieden met normale en extreme weersomstandigheden. Mede hierdoor heeft hij ervaring in (i) de specifieke aspecten die aan een beweegbare waterkering verbonden zijn, (ii) het bepalen van de randvoorwaarden voor het gedrag (van de Maeslantkering) en (iii) de eisen die gesteld worden aan de opzet en het betrouwbaar functioneren (ook over een lange termijn) van beheerorganisaties en de betrouwbaarheid van de organisatorische afdekking van de maatregelen ten behoeve (semi) alarmfases. Het kernteam is gechallenged door *ir. M.T. van der Meer* (Fugro). Hij heeft in het verleden verschillende veiligheidsstudies uitgevoerd waaronder ook voor kunstwerken.

Naast het kernteam was voorzien in een **expert panel** bestaande uit de meest relevante specialisten in Nederland voor het toetsen of “the state of the art” expertise in voldoende mate is verwerkt (i) bij het bepalen van de faalkans, (ii) bij het in kaart brengen van de

verbetermaatregelen en (iii) bij het selecteren van de meest kansrijke verbetermaatregelen. Dit is gedaan doormiddel van twee consultatie momenten aan het begin en aan het einde van de second opinion activiteiten.

Het expert panel bestond uit: prof. dr. R.M. Cooke (hoogleraar "Toepassingen van de Besliskunde" TUD), prof. dr. ir. A.C. Brombacher (hoogleraar "Quality and Reliability Engineering" TUE), prof. dr. ir. Dekker (hoogleraar "Mathematische Besliskunde" EUR), prof. ir. J. Meek (deeltijdhoogleraar "Offshore Technologie" TUD) en prof. drs. ir. J. K. Vrijling (hoogleraar "Probabilistische Technieken en Waterbouwkundige Kunstwerken" TUD).

In de onderhavige management samenvatting zijn opgenomen de conclusies ten aanzien van de vragen van de doelstelling en de daarbij horende aanbevelingen.

2. Context en uitgangspunten voor second opinion

*Vergelijkingen:
Boeing die eens in de
10 jaar onder extreme
condities moet
opstijgen, maar dat tot
op heden nog niet
deed.*

1. De Maeslantkering is een belangrijke schakel in de verdediging tegen hoog water voor het gebied Rotterdam, Dordrecht. Het betreft een unieke "one of a kind" constructie die vooral bijzonder is door zijn zeer lage gebruiksfrequentie en het feit dat deze onder kritische omstandigheden moet functioneren (met andere woorden "fail-to-safe-shutdown" is niet acceptabel). Dit heeft invloed op de wijze van beheer en onderhoud en op de wijze van faalkansbepaling. Ondermeer is hierdoor de referentiebasis beperkt. Dit bemoeilijkt het in kaart brengen van de faalgevoeligheid van een aantal componenten, common cause failure (CCF)¹ en het integrale gedrag van de kering zelf.
2. De kering werd in mei 1997 opgeleverd met een theoretische faalkans van 1/1000 per vraag. Achteraf bleek dit te optimistisch te zijn. Na de analyse van NRG (2003), die uitkwam op circa 1/10 per vraag, zijn de "Uitgangspunten Europoort Keringen, 2003" geformuleerd. Belangrijkste punten hierin waren:
 - (i) mens als hersteller een plaats geven²,
 - (ii) maatgevende waterstand op 3.6m bij Rotterdam aanhouden (ipv recente aanpassing naar 3.4m) waarbij een kans op de topgebeurtenis "niet sluiten" van 1/100 (in plaats van de initieel gestelde 1/1000) per vraag voldoet,
 - (iii) topgebeurtenis "niet openen"³ aanpassen tot "hydraulisch niet openen"⁴.

Volgens de huidige inzichten (eind 2005), gebaseerd op de "Uitgangspunten Europoort Keringen, 2003", is de faalkans van de kering, volgens RWS, 1/100 per vraag voor niet sluiten mits de nog uitstaande acties van het probabilistische beheer en onderhoud (de 6 PBO acties) invulling krijgen. Dit is gepland voor begin stormseizoen 2006 en de verantwoordelijkheid hiervoor ligt bij de Taskforce Europoortkeringen.

De opzet van deze PBO acties is geanalyseerd in het kader van deze second opinion. Het praktische invulling geven aan deze opzet is momenteel in volle gang, maar is in het kader van de second opinion niet getoetst.

3. De vereiste PBO maatregelen zijn op basis van de uitgevoerde faalkansanalyse bepaald. Hierbij zijn de "Uitgangspunt 2003" gehanteerd als doelstelling. Dit hield ondermeer in dat het doel werd tenminste te voldoen aan de faalkans 1/100 per vraag.
4. De kering is nog nooit operationeel ingezet bij een stormvraag. Sinds 1997 zijn er functioneringssluitingen uitgevoerd. In 2002 betrof dit een gesimuleerde sluiting (vanwege problemen met het bolscharnier). De overige sluitingen waren "echte" sluitingen bij redelijk normaal weer. Bij de eerste vier proefsluitingen zijn problemen opgetreden, maar uiteindelijk zijn alle succesvol geweest. Bij de functioneringssluitingen waarbij problemen optraden is de mens als hersteller ingezet, hoewel formeel niet voorzien.

¹ CCF is falen veroorzaakt door een gemeenschappelijke oorzaak. Hierbij kan gedacht worden aan het falen van meerdere pompen door bijvoorbeeld een fabricagefout.

² De mens in zijn rol van "hersteller" en als deskundig beheerder en onderhouder speelt in dit concept een zeer belangrijke rol.

³ Hierbij geldt hetzelfde als voor de "topgebeurtenis" niet sluiten en keren. Met het aanhouden van een MHV van 3,60m kan de faalkans hiervoor verhoogd worden van 1/10.000 naar 1/1000.

⁴ Hydraulisch openen houdt in dat de kering als open beschouwd wordt voor de faalkans als de deuren enkele meters zijn opgedreven en nog niet ingevaren. Hiervoor is gekozen omdat een dergelijke opening voldoende is om te voorkomen dat de kering bezwijkt door negatief verval en acceptabel lijkt voor de scheepvaart.

5. Om inzicht te geven in de verschillende bijdragen in de faalkansanalyse is ter illustratie het volgende overzicht opgenomen van de zogenaamde MK2 faalkansboom (kans op niet sluiten of keren).

Bijdragen onderdelen – MK2 eind 2005:

	<i>Eindkans faalkansanalyse</i>	<i>Procentuele bijdrage</i>	<i>Eindkans met herstelacties</i>	<i>Procentuele bijdrage</i>	<i>Aantal Cutsets</i>
Ballaststelsel	5,94E-03	14,42%	1,14E-03	11,72%	6
Besturingssysteem	1,08E-02	26,13%	2,50E-03	25,72%	139
Bolscharnier	2,20E-03	5,34%	4,22E-04	4,35%	234
BOS + Buiten BOS	1,16E-02	28,27%	2,67E-04	2,74%	159
Combinatie Mechanisme (CCF)	2,14E-03	5,20%	7,18E-04	7,39%	188
Energievoorziening	1,30E-05	0,03%	1,30E-05	0,13%	3
Externe gebeurtenis	8,08E-04	1,96%	7,55E-04	7,77%	15
Fysiek bezwijken ??	5,93E-04	1,44%	3,83E-04	3,94%	2
Locomobiel	3,16E-03	7,68%	2,78E-03	28,65%	168
Parkeerdok	3,04E-03	7,38%	5,81E-04	5,98%	52

Bovenstaand overzicht sluit op 0,0097 (rekening houdend met herstelacties). Dit geldt voor de eerste 1000 cutsets⁵. De overige cutsets dragen ook nog beperkt bij, zodat de faalkans in de analyse van RWS sluit op 0,01 per vraag.

⁵ Cutset is een deelverzameling binnen de faalkansanalyse.

3. Conclusies

A. Faalkansanalyse en berekende faalkans

De in het kader van deze second opinion beoordeelde faalkansanalyse (opgezet om de 1/100 faalkans per vraag aan te tonen en de basiseisen voor het probabilistische beheer en onderhoud (PBO) te specificeren) kan worden geclassificeerd als (i) goed in aanpak alsmede (ii) voldoende volledig en betrouwbaar ingevuld.

Uiteraard kunnen momenteel en in de toekomst verbeteringen in de analyse worden aangebracht, maar deze kunnen worden geclassificeerd als nastreven "best available".

Een uitzondering moet worden gemaakt voor het feit dat nog onvoldoende rekening lijkt te zijn gehouden met het aspect dat in geval van een "1/10 jaar" storm de condities, waaronder gefunctioneerd moet worden, behoorlijk afwijkend kunnen zijn.

Daarnaast zou in de toekomst meer aandacht moeten uitgaan naar het in kaart brengen van de totale keten (van hydraulische voorspellingen tot en met beschikbaarheid van reservedelen en effecten op het achterland bij (gedeeltelijk) falen).

Het kernteam heeft wel de indruk dat de berekende faalkans eerder aan de pessimistische dan aan de optimistische kant is, aannemende dat de verificatietest (zie B) geen verassingen oplevert, aangezien de insteek is geweest komen tot een "verantwoordbare" onderbouwing.

B. Belang testen

De robuustheid van de kering is nog niet voldoende getoetst, omdat de kering tot op heden nog niet integraal getest werd onder realistische stormcondities.

Het kernteam acht het van belang alsnog een eenmalige *verificatietest* uit te voeren op het integrale gedrag van de kering tijdens condities die zoveel mogelijk lijken op reële stormsituaties (test tijdens zo zwaar mogelijke storm)⁶. Dit heeft als voordeel dat de operationele organisatie ook getest wordt en latente fouten aan het licht kunnen komen.

Het kan zijn dat hierdoor de berekende faalkans initieel verslechtert, maar het inzicht in de werking van de kering wordt hierdoor vergroot, waardoor verbeteringen beter mogelijk zijn.

Daarnaast zou Horvat en Partners willen pleiten voor regelmatige *deeltesten*⁷ onder op stormsituatie lijkende condities om meer data te verzamelen en de organisatie alert te houden. Deze deeltesten kunnen de jaarlijkse functioneringsluiting aan de start van het stormseizoen niet vervangen.

De integrale test en (deel) testen onder stormcondities zijn een belangrijke bron voor het opsporen van eventuele onvolkomenheden, voor het vinden van verbeteringen voor zowel de kering als voor de organisatie en voor het verkrijgen van realistischere data.

Tot slot wordt opgemerkt dat het deeltesten met risico's gepaard gaat in verband met de stap "deels afzinken" en aanvaarrisico's. Het kernteam is van mening dat dit beheersbare risico's zijn en dat de risico's opwegen tegen de extra kennis die

⁶ Afzonderlijk testen van de deuren zou ook al kunnen voldoen.

⁷ Ten aanzien van de deeltesten wordt opgemerkt dat hierbij het volgende overwogen is: (i) testen dok en dokdeuren kunnen zonder belemmering uitgevoerd worden, (ii) uitvoeren deeltesten voor beide kanten op een afzonderlijk tijdstip, (iii) deels invaren bijvoorbeeld 2 à 5 meter, (iv) deels afzinken en weer leegpompen (afhankelijk van analyse van risico's op potentiële schades).

Tijdens de test zou het Havenbedrijf bescherming moeten geven volgens de procedure die voor begeleiding van de scheepvaart is voorzien bij obstakels in de Waterweg.

Hierbij kan gedacht worden aan een frequentie van tweemaal per stormseizoen.

verkregen wordt en de mogelijkheden die daarmee geopend worden om te blijven verbeteren. Bovendien zou nagegaan moeten worden of het voorgestelde testprogramma niet in conflict is met het aantal sluitingen zoals voorzien was bij de bouw van de kering.

C. Evenwicht praktijk en theorie

De faalkansanalyse dient een ondersteunend instrument te zijn om de faalkans in te schatten en te analyseren welke onderdelen (inclusief de organisatie) het meest kritisch zijn en derhalve de meeste aandacht behoeven bij ontwerp, beheer en onderhoud. Het daadwerkelijke beheer en onderhoud, hetgeen primair bepalend is voor de verantwoordelijkheden en sturing ten aanzien van de kering, dient echter leidend te zijn. Van belang is wel dat beheer en onderhoud vanuit (faal)kansdenken wordt ingevuld.

De daadwerkelijke invulling van beheer en onderhoud (*praktijk*) lijkt in het verleden niet evenredig veel aandacht te hebben gekregen als de faalkansanalyse (*theorie*). In de toekomst moet de nadruk liggen op een hoogwaardige beheer en onderhoud en bijbehorende organisatie die ondersteund wordt door de faalkansanalyse. De verificatietest op het integrale gedrag en (deel) testen onder stormcondities⁸ kunnen een bijdrage vormen om theorie en praktijk in balans te houden.

In het verleden lijkt regelmatig gewacht te zijn met implementatie van maatregelen totdat deze onderbouwd konden worden door berekeningen. In principe mag de faalkansberekening slechts ondersteunend zijn en geen vertragende factor vormen op het adequaat reageren op signalen.

D. Eisen aan de beheer en onderhoudorganisatie

De kering is een tamelijk complexe technische constructie die slechts zelden gebruikt zal worden maar wel een zeer hoge betrouwbaarheid onder extreme condities dient te hebben. Bovendien zal het noodzakelijk zijn om regelmatige aanpassingen en vervangingen door te voeren ondermeer door het noodzakelijk zijn van vervangen van onderdelen tijdens de beoogde levensduur van 100 jaar.

De beheer- en onderhoudorganisatie dient hierop afgestemd te zijn. Dit vereist:

- Een organisatie van uitzonderlijk hoge kwaliteit en met voldoende eigen kennis en kunde zowel ten aanzien van praktische taken als ten aanzien van doorvertaling naar faalkansen (voor nu en in de toekomst).
- Een organisatie die volledig georiënteerd is op availability en reliability en optimaal gebruik maakt van de ondersteuning van de faalkansmanager.
- Een benadering van de markt die past bij voorgaande. Dit zal betekenen dat het principe "markt tenzij" slechts beperkt toepasbaar is. Daarnaast is vereist dat sleutelposities worden ingevuld door RWS'ers (in verband met verantwoordelijkheid en verzekeren eigen kennis en kunde).
- Een organisatie met een dynamiek die lager is dan de dynamiek van het object. Dit betekent hier dat een organisatie circa vijf jaar moet aanblijven en dat steeds een ruime overdrachtsperiode in acht wordt gehouden.
- Een organisatie die de hele keten van basisaannamen, ontwerpachtergronden, beheer, onderhoud, aanpassingen, uitvoering, reserve- en vervangingsdelen beheerst.

⁸ Voorbereid en uitgevoerd onder leiding van de operationele organisatie voor het sluiten.

Vergelijking:
- De faalkansanalyse is de thermometer.
- De kering is de patiënt.
Aandacht dient primair uit te gaan naar de patiënt.

- Een organisatie die duidelijk gedefinieerde doelen heeft.
Bijvoorbeeld, is het doel een faalkans van 0.01 en kan dus economisch geoptimaliseerd worden als de faalkans kleiner is, of is het doel om (bij redelijke kosten) de faalkans zoveel mogelijk kleiner te maken dan 0.01.

Tot slot wordt opgemerkt dat alle geïnterviewden en de experts *de organisatie van de kering* als het grootste risico hebben benoemd. Een mening die door het kernteam gedeeld wordt. Het kernteam komt derhalve tot de aanbeveling dat het duurzaam borgen van een hoog beheer- en onderhoudsniveau maximale aandacht en energie behoeft.

*Intermezzo: In de opdracht werd gevraagd om onderscheid te maken in mogelijkheden om **binnen** het huidige concept van kering, methodiek en beheerorganisatie de faalkans van 10^2 te verkleinen en in mogelijkheden voor maatregelen om **buiten** het huidige concept van kering⁹, methodiek en beheerorganisatie de faalkans van 10^2 te verkleinen (doel: faalkans van 10^3 te benaderen). In deze rapportage is gekozen in onderscheid tussen mogelijkheden die de faalkansanalyse verbeteren en mogelijkheden die de kering beter kunnen maken.*

E. Mogelijkheden om de faalkansanalyse te verfijnen/verbeteren

Dit betreft maatregelen die mogelijk zijn om de faalkansanalyse “rekenkundig” te verfijnen/verbeteren¹⁰ en ter toetsing van de indruk dat de eind 2005 berekende faalkans van 1/100 eerder aan de pessimistische dan optimistische kant is. Deze maatregelen zijn naar mening van het kernteam te vinden in:

- Kritische heranalyse (door een combinatie van insiders en outsiders) van data die in relatie staan met (voorzichtige) aannamen en door het verbeteren van faaldata die veel voorkomen. Gedacht wordt aan componenten die veel voorkomen en aangenomen kansen voor CCF, menselijk falen en software.
- Opstellen van een database waarin alle aannamen (ook onder stresscondities) goed toegankelijk en transparant zijn vastgelegd en beleggen dat deze regelmatig gecheckt en geactualiseerd worden.
Bijvoorbeeld minimaal één keer in de vijf jaar alle aannamen checken in dezelfde frequentie als aangehouden in de Wet op de Waterkeringen.
- Analyse van de resultaten van de in conclusie B genoemde integrale verificatietest en deelttesten (onder stormcondities) die extra informatie zullen leveren voor verbetering van de faalkansanalyse (zowel faalmechanismen als data) om de robuustheid hiervan te verhogen.

F. Mogelijkheden om de kering te verbeteren

Dit betreft maatregelen die mogelijk zijn om de Maeslantkering daadwerkelijk te verbeteren (en daarmee de faalkans te verlagen). Deze zijn naar mening van het kernteam te vinden in:

- De in conclusie B genoemde integrale verificatietest en deelttesten (onder stormcondities) zullen, naast extra informatie voor verbetering van de faalkansanalyse, **vooral** een bijdrage leveren aan het opsporen van eventuele latente fouten en het alert houden van de organisatie en daarmee een bijdrage leveren aan het daadwerkelijk verbeteren van de betrouwbaarheid van de kering.
- Eerder starten van de sluitprocedure van de kering (bijvoorbeeld 24 uur voor naderen storm). Dit heeft een overwegend positief effect op de faalkans bij definitieve sluiting doordat (i) een groot deel van de componenten noodzakelijk voor sluiting tevoren getest zijn en (ii) er meer tijd is om eventueel geconstateerde fouten te herstellen (bovendien kan dit plaatsvinden

⁹ Niet uitgaande van het bouwen van een nieuwe kering, maar wellicht wel van additionele constructieve maatregelen.

¹⁰ De kering wordt fysiek niet “beter”, maar de kennis over de toestand van de kering verbeterd.

Vergelijking:
Mogelijkheden om de thermometer te verfijnen / beter te maken.

Vergelijking:
Mogelijkheden om de patiënt fitter / gezonder te maken.

voordat de storm maximale hevigheid bereikt en mogelijk correctieve acties belemmert). Hiermee wordt het resterende risico voor niet-sluiten verder gereduceerd.

- Uitvoeren van een uitgebreide brainstorm om onafhankelijke back-ups en eventueel zelfs herontwerpen te bedenken.
Een uitgebreide brainstorm met zowel "insiders" als "outsiders" van de kering zou hierbij vorm moeten krijgen. De eerste inspanningen zouden hierbij gericht moeten zijn op (i) de locomobielen en (ii) BES, aangezien deze de grootste bijdrage leveren. Daarnaast zou de aandacht uit moeten gaan naar de energievoorziening en met name de noodenergievoorziening.

Kwantificeren kosten en effecten

Het kwantificeren van het effect van de onder E en F genoemde maatregelen, die naar onze verwachting een grotere betrouwbaarheid van de faalkansanalyse en naar alle waarschijnlijkheid ook een uiteindelijke verlaging van de faalkans zou kunnen opleveren, is nuttig. Dit heeft echter alleen nut als:

- a. De resultaten van de verificatietest en de deeltesten van komend stormseizoen bekend zijn.
Hierin zijn dan tevens de effecten meegenomen van de implementatie van de PBO acties en de jaarlijkse functioneringsluiting aan het begin van het stormseizoen.
- b. Het bestaande RWS model hiervoor gebruikt wordt.
Dit zou eventueel kunnen plaatsvinden in een samenwerkingsverband tussen de RWS betrokkenen en de leden van het kernteam.
Opgeperkt wordt dat de wijzigingen op veel punten in het huidige faalkansmodel ingrijpen en dat derhalve de medewerking van RWS vereist is.

Kort gezegd komt het erop neer dat de effecten van de in dit rapport genoemde maatregelen nog niet bekend zijn, waardoor kwantificering op dit moment niet mogelijk is.

Ten aanzien van de *kosten* kan opgemerkt worden dat de kosten voor de testen relatief beperkt zullen zijn in vergelijking met de grote bijdrage die hierdoor verkregen wordt aan kennis over de realistische faalkans. De kosten voor hardware zullen per onderdeel (in overleg met de desbetreffende specialisten) bepaald dienen te worden.

4. Aanbevelingen

Opgemerkt wordt dat onderstaande aanbevelingen niet in volgorde van belangrijkheid staan, maar de volgorde van de conclusies wordt aangehouden.

Tevens wordt opgemerkt dat onderstaand niet alle aanbevelingen zijn opgenomen.

Zo zijn de aanbevelingen opgenomen in conclusies niet herhaald.

De “normale” tekst betreft de aanbeveling. *De cursieve tekst is een mogelijke invulling die het kernteam ziet.*

- a. Faalkansanalyse en bijbehorende aannamen doorlichten op het aspect bijzondere condities door “1/10 jaar” storm.
*De indruk bestaat dat bijvoorbeeld bij de energievoorziening hiermee onvoldoende rekening is gehouden. De kans op stroomuitval zal onder zeer zware stormcondities groter zijn dan onder reguliere condities.
Het kernteam acht een gehele doorlichting zoals deze plaatsgevonden heeft voor “brand” wenselijk.*
- b. Blijven zoeken naar een betere beschrijving van de werkelijkheid door modellen, met andere woorden verbeteren model / betere modellen zoeken.
*In dit kader lijkt het wenselijk te zoeken naar een niveau/detaillering van faalkansanalyse dat aansluit bij het niveau van gemeten/beschikbare data. De betrouwbaarheid/realiteit van de faalkansberekening zou hierdoor kunnen toenemen. Voor de faalkansberekening in het kader van de wet op de waterkering zou een minder gedetailleerd model kunnen voldoen. Voor de faalkans voor beheer en onderhoud zal altijd een faalkansanalyse noodzakelijk zijn die, naar alle waarschijnlijkheid meer gedetailleerd is, aangezien deze moet aansluiten op het beheer en onderhoud.
Daarnaast is het wellicht wenselijk meer de keten in kaart te brengen. Gedacht kan worden aan het falen van Buitenbos en mogelijkheden om dit falen op te vangen.*
- c. Vormgeven van een duurzame PBO organisatie die voldoende kennis en kunde heeft zowel ten aanzien van praktijk als theorie, zodat zij zelfstandig met voldoende kennis van de actuele omstandigheden het PBO vorm kan geven.
Het ontwikkelen van een organisatie met de vereiste stabiele kwaliteit vergt aanzienlijke tijd en voortdurende aandacht.
*Hierbij zou het doel moeten zijn om tot een keten georiënteerde organisatie te komen volledig gericht op availability en reliability. Met andere woorden een organisatie die de gehele keten van basis aannamen, ontwerpparameters (incl. achtergronden), object, beheerorganisatie, aannemer tot aan leverancier incl. consequenties voor faalkans in kaart heeft en beheerst.
Het oefenen van de organisatie (bijvoorbeeld door testen en trainingen, evt. met een simulator) dient een belangrijke plaats in te nemen.*
- d. Vormgeven van een organisatie die het evenwicht tussen theorie en praktijk behoudt.
Het kernteam ziet als belangrijke bijdragen en ondersteuning hierin
 - *Het vormgeven van regelmatige (deel)testen (onder bijna stormcondities)*
 - *De rol van de faalkansmanager beter vormgeven als ondersteuner van het proces, maar ook als kritisch oog over de gehele levensduur van de kering.*
 - *Een rol geven aan externe toetsing (vreemde ogen dwingen).*
 - *De Wet op de waterkering inzetten als instrument voor borging. Met andere woorden de Provincie een rol geven als vrager en/of uitvoerder van onafhankelijk toezicht.*

Bijlage

Separaat is de onderhavige bijlage met twee bevindingen opgesteld op verzoek van de opdrachtgever om deze bevindingen op te nemen in de conclusies. Dit verzoek kwam voort uit het feit dat de verbonden risico's door de geïnterviewden als hoog worden ingeschat. De belangrijkste punten uit deze bevindingen over de organisatie zijn opgenomen in conclusie D, die op basis van de management reactie nog is uitgebreid. Het verder uitbreiden van deze conclusie is naar mening van Horvat & Partners onevenwichtig ten aanzien van de andere conclusies. Derhalve is gekozen om een bijlage op te nemen bij de management samenvatting om tegemoet te komen aan dit punt in de management reactie.

1. Ten aanzien van de **beheer en onderhoudorganisatie** wordt het volgende opgemerkt:
 - Bij de Maeslantkering kan nog niet gesproken worden van een "high reliability organisation". Hieraan wordt momenteel wel gewerkt, maar de vraag is hoe lang het duurt om deze op te bouwen en of de daarvoor benodigde hands-on kennis en ervaring voldoende beschikbaar is.
 - De organisatievorm waarvoor gekozen is, is afgeleid van vanuit de centrale sturing van RWS en niet vanuit de eisen die gesteld worden vanuit dit object met een hoog risicoprofiel. Voor een installatie die van cruciaal belang is voor de veiligheid zou dit eigenlijk andersom moeten zijn (betrouwbare functionering leidend, de daarvoor optimale organisatie volgt).
 - De meeste kennisdragers over de kering zijn (langdurige) inhuur. Dit kan een risico zijn.
 - Alle geïnterviewden en de experts noemen de organisatie als het grootste risico. Door bovenstaande overwegingen komt het kernteam tot de aanbeveling dat het duurzaam borgen van een hoog beheer- en onderhoudsniveau maximale aandacht en energie behoeft.
2. Vanuit verschillende hoeken is aangegeven dat er meer behoefte is aan **opleiding en training** om de mensen vertrouwd te maken met hun taken (bijvoorbeeld met simulator). Daarnaast is aangegeven dat het inrichten van een soort dienst/eenheid/kenniscentrum voor alle keringen wellicht kan bijdragen aan een hoger (duurzaam) gekwalificeerde organisatie.

Het kernteam acht meer aandacht voor trainingen evt. ondersteund door een simulator van groot belang om de kering naar een hoger niveau te tillen. Hieraan zal mede voldaan worden door het gebruik maken van reguliere (deel)testen onder bijna stormcondities.

Daarnaast kan een kenniscentrum een bijdrage leveren, mits niet in de valkuil gestapt wordt, dat het evenwicht tussen praktijk en theorie teveel richting theorie gaat. Deugdelijke kennis en kunde over het systeem en het (praktisch) kunnen ingrijpen hierop blijft van cruciaal belang.