

Advies

Hoe omgaan met toekomstverwachtingen bij het ontwerpen van waterkeringen?

Brief nummer 19-10 gedateerd 9 december 2019

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Directoraat-generaal Water en Bodem
T.a.v. de heer drs. P.R. Heij
Postbus 20901
2500 EX Den Haag

Geachte heer Heij,

In de huidige ontwerppraktijk bij het versterken van waterkeringen wordt uitgegaan van klimaatscenario's van het KNMI (KNMI'14, en voor rivieren KNMI'06). Bij het ontwerpen van waterkeringen wordt aanbevolen het scenario te gebruiken dat past bij een wereldwijde temperatuurstijging van ongeveer 4 graden in 2100 (aangeduid met W of W+). De ontwikkeling van het klimaat is echter onzeker en daarom ontwikkelt het KNMI ook meerdere scenario's om deze onzekerheid te duiden.

De centrale vraag die in dit ongevraagd advies van het ENW aan de orde komt, luidt als volgt: hoe kunnen we bij het ontwerp van waterkeringen verstandig omgaan met klimaatscenario's?

Een mogelijk perspectief in dit vraagstuk is de maatschappelijk-economische invalshoek: wat lijkt het meest verstandig als we dit benaderen vanuit het efficiënt benutten van middelen (belastinggeld)? Dit perspectief van maatschappelijke kosten en baten is ook gebruikt bij het opstellen van de huidige normen. Dit ENW-advies is hierop gebaseerd. In het maatschappelijk debat zijn vanzelfsprekend ook andere invalshoeken van belang, zoals de overlast voor bewoners als onverhoopt eerder versterkt moet worden dan verwacht of het "voorzorgsprincipe". In het ontwerpproces worden de verschillende invalshoeken tegen elkaar afgewogen om een gebalanceerd ontwerp te verkrijgen.

Het advies van ENW is weergegeven in deze brief, in de bijlage zijn de toelichting en argumentatie opgenomen. Wij hopen u naar tevredenheid van advies te hebben voorzien.

Twee opmerkingen vooraf zijn belangrijk:

1. In de praktijk gaat het bij ontwerpen om projecten met geheel verschillende omvang of voorziene levensduur, van kustsuppleties tot aanleg van stormvloedkeringen. Algemene ontwerpregels zijn daarom moeilijk te geven.
2. De toekomst blijft altijd onzeker. Er bestaat dus niet één goede of zekere toekomstverwachting. Niettemin moeten er nu beslissingen worden genomen op basis van de beste huidige inzichten over



3. de bandbreedte van toekomstverwachtingen. De kernvraag is vooral hoe je omgaat met deze onzekerheden.

Kosten en Baten

In een Maatschappelijke Kosten-Baten Analyse worden de investeringskosten van versterkingsmaatregelen en de bereikte reductie van het overstromingsrisico beschouwd. Veelal wordt gezocht naar die maatregelen waarbij op de lange termijn de investeringskosten plus het restrisico minimaal zijn. Door de veranderingen in het systeem (bijvoorbeeld klimaatverandering maar ook economische groei) neemt het risico toe en ontstaat een “zaagtand”-patroon: op gezette tijden moet weer geïnvesteerd worden in maatregelen die het risico beperken. De economisch optimale ontwerplevensduur van een versterking is sterk afhankelijk van de verhouding tussen de vaste en de variabele kosten van een maatregel. Hierin zijn de vaste kosten onder andere de mobilisatiekosten, die niet afhankelijk zijn van de omvang van de maatregel. De variabele kosten daarentegen zijn wel afhankelijk van de omvang. Bij gerichte zandsuppleties (met relatief lage vaste kosten) is het optimaal om relatief frequent te versterken - afhankelijk van de suppletiebehoefte - bijvoorbeeld elke vijf jaar. Bij dijkversterkingen (met relatief grote vaste kosten) is het optimaal om minder vaak te versterken, bijvoorbeeld elke 35 of 50 jaar. Voor stabiliteitsschermen en kunstwerken (met relatief nog veel hogere vaste kosten) is veelal een nog langere ontwerplevensduur optimaal, bijvoorbeeld 75 tot zelfs meer dan 100 jaar.

In de praktijk worden primaire waterkeringen zodanig ontworpen dat zij - naar verwachting - gedurende een bepaalde periode (de ontwerplevensduur) aan de normen uit de Waterwet zullen voldoen. Bij het bepalen van de dimensies en de sterkte van waterkeringen spelen klimaatverandering (en mogelijk andere tijdsafhankelijke processen, zoals zetting) een belangrijke rol. Zo is de zeespiegelstijging van invloed op de dijkhoogte en -sterkte die nodig zijn om gedurende een periode van bijvoorbeeld 50 jaar aan de norm te kunnen voldoen.

Het tempo van de klimaatverandering is onzeker. Daarom zijn door het KNMI meerdere scenario's gemaakt die zicht geven op mogelijke toekomstige ontwikkelingen. Volgens de website van het KNMI geven “de klimaatscenario's aan welke klimaatveranderingen in Nederland in de toekomst plausibel zijn. De KNMI'14-klimaatscenario's laten een beeld zien van hogere temperaturen, een sneller stijgende zeespiegel, nattere winters, hevigere buien en kans op drogere zomers”. Dit roept direct de vraag op met welk tempo van klimaatverandering, dus met welk klimaatscenario, bij investeringsbeslissingen rekening moet worden gehouden. Immers, bij te licht ontwerpen zal de levensduur van de maatregel worden verkort. Bij te zwaar ontwerpen (bijvoorbeeld door een conservatief klimaatscenario te hanteren) wordt een langere levensduur bereikt dan voorzien en worden dus onnodige kosten gemaakt

Uit berekeningen (zie de bijlage bij dit advies) blijkt dat het economisch gezien beter kan zijn als bij het ontwerpen van maatregelen niet standaard wordt uitgegaan van het hoogste scenario. Andere scenario's, en dan met name het scenario dat het dichtst bij het middentempo ligt, zijn vaak verstandiger dan het meest extreme scenario. Dit is anders dan de huidige praktijk, zoals blijkt uit het volgende citaat uit het Ontwerpinstrumentarium OI2014v4 (februari 2017): “Voor elke ontwerplevensduur kan worden uitgegaan van het W+ klimaatscenario”, en dat “een ontwerp weliswaar op “einde levensduur” aan de eis van W+ zou moeten voldoen, maar adaptief kan worden aangelegd op een middenscenario (G of G+), mits het dijkontwerp uitbreidbaar is”.

Centraal advies van het ENW

Op grond van economische argumenten adviseert het ENW om niet standaard uit te gaan van het hoogste van de beschikbare klimaatscenario's, maar om standaard het scenario te gebruiken dat het dichtst bij het



middentempo komt, in (1) de bepaling van de optimale ontwerplevensduur en (2) ontwerpverificaties uitgaande van deze ontwerplevensduur.

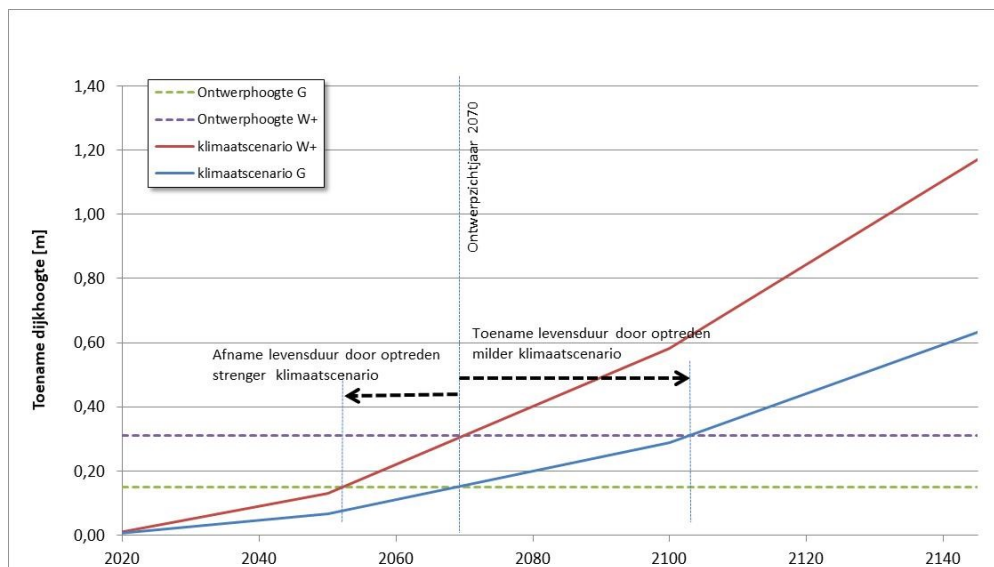
Wel kan per geval op basis van de effecten besloten worden welk scenario gehanteerd wordt of beargumenteerd worden afgeweken van een van de beschikbare scenario's, waarbij aspecten als uitbreidbaarheid van het ontwerp meegewogen kunnen worden.

Illustratie

In figuur 1 is een illustratie opgenomen hoe de ontwerplevensduur verandert bij de realisatie van een ander klimaatscenario dan bij het ontwerpen werd gebruikt.

Laten we aannemen dat het nu het beste lijkt om een ontwerp te maken dat tot circa 2070 mee kan gaan. De optimale omvang van de verhoging hangt dan af van de nu onbekende stijging van het belastingniveau. Als we in het ontwerp kiezen voor een hoog scenario, is er een grote kans dat het meevalt en dat de levensduur (veel) langer kan worden dan gepland (in het voorbeeld in figuur 1 is dat circa 40 jaar). Dit wordt geïllustreerd door de bovenste horizontale streepjeslijn met pijl naar rechts.

Ook bij de middelste horizontale streepjeslijnen weten we natuurlijk nu nog niet of er een meevaller (levensduur wordt langer) dan wel een tegenvaller (er moet al voor 2070 een nieuwe verhoging/versterking plaatsvinden) zal optreden. Wel is het waarschijnlijk dat zowel de mogelijke mee-, als de mogelijke tegenvallers relatief klein zullen zijn ten opzichte van de totale kosten die behoren bij de verhoging die achteraf gezien optimaal zou zijn geweest en dat de mee- en tegenvallers naar verwachting op de lange termijn tegen elkaar wegvallen. Overigens zijn in figuur 1 slechts twee klimaatscenario's geschetst en wordt alleen over dijkhoogte gesproken om het principe helder te schetsen.



Figuur 1. De feitelijke levensduur van een versterking is afhankelijk van welk klimaatscenario werkelijkheid wordt. Op de x-as staat het jaartal waarbij aangenomen is dat de versterking rond 2070 plaatsvindt met een geplande levensduur van 50 jaar, en op de y-as staat de toename in dijkhoogte bij 2 klimaatscenario's W+ en G.



Samenhang met andere onzekerheden

Naast onzekerheden in het klimaat spelen bij het ontwerpen van een waterkering ook andere onzekerheden die in het ontwerp sterk bepalend zijn, zoals het kritieke overslagdebiet. Het is van belang om de onzekerheden in de ontwerpkeuzes in samenhang te bekijken en deze niet onafhankelijk van elkaar te beschouwen (dus ook niet door voor elke onzekerheid een conservatieve waarde te kiezen).

Uiteraard kan de optimale ontwerplevensduur voor verschillende onderdelen van een waterkering verschillend zijn. Zo kan het optimaal zijn om bij de bepaling van de vereiste sterkte van een stabiliteitsscherp uit te gaan van een ontwerplevensduur van 100 jaar, maar bij de bepaling van de kerende hoogte van de dijk van een ontwerplevensduur van 50 jaar en ervoor te zorgen dat de kering in hoogte uitbreidbaar is. Omdat een besparing op een dijkhoogte of ontwerpwaterstand van enkele centimeters van weinig praktische betekenis is, wordt geadviseerd om uit te gaan van een beperkt aantal, herkenbare, ontwerplevensduren zoals 5, 25, 50, 75 of 100 jaar.

Soms wordt de optimale ontwerplevensduur van een waterkerend object niet zozeer bepaald door de waterkerende functie, maar door een andere functie. Bij een nieuwe schutsluis is de optimale levensduur van de fundering vanuit het oogpunt van waterveiligheid wellicht 200 jaar of meer, maar wordt de ontwerplevensduur van de sluis als geheel beperkt tot 100 jaar vanwege bijvoorbeeld de verwachte ontwikkeling van de scheepvaart. In dergelijke gevallen is het wenselijk om de kans klein te houden dat een normoverschrijding vanuit waterveiligheid vroegtijdig aanleiding geeft tot een vervangingsopgave of een grote ingreep. Dit kan worden voorkomen door bij het ontwerp van deze waterkerende objecten uit te gaan van een bovengemiddeld tempo van klimaatverandering. Daarbij kan eventueel ook nog onderscheid worden gemaakt in onderdelen die alleen tegen relatief hoge kosten zijn te vervangen (bijvoorbeeld de fundering) en onderdelen waarbij dat relatief goedkoper kan (bijvoorbeeld het staal in een kunstwerk).

In beleidsstudies worden soms zeer extreme klimaatscenario's onderzocht om de houdbaarheid van verschillende strategieën te onderzoeken. Het ENW ondersteunt deze verkenningen en geeft er de voorkeur aan om daarbij uit te gaan van meerdere ontwerp oplossingen. Deze verkenningen betekenen vooralsnog niet dat de extreme scenario's het beste uitgangspunt zijn bij het ontwerpen van waterkeringen.

Samenvattend

1. Het ENW adviseert om standaard het scenario te gebruiken dat het dichtst bij het middentempo komt en dus niet standaard uit te gaan van het hoogste van de beschikbare klimaatscenario's. Beschouw vervolgens de klimaatonzekerheid ook in samenhang met andere onzekerheden (en kies niet voor elke onzekerheid afzonderlijk een veilige of conservatieve waarde).
2. Naast het ontwerpen op basis van de beschikbare scenario's is het verstandig om alvast een door-kijk te maken naar wat de volgende versterking zou kunnen zijn. Zo kunnen aspecten als aanpas-baarheid van de kering en het reserveren van ruimte voor eventuele volgende ingrepen een plek krijgen in de afweging.
3. Als vroegtijdige normoverschrijding zeer ongewenst is dan wel aanpasbaarheid erg lastig is (bij-voorbeeld bij kunstwerken, zoals sluisen) is beschouwing van een ongunstig klimaatscenario altijd aan te raden om de kans klein te houden dat er vanwege een normoverschrijding/waterveiligheid een kostbare ingreep nodig is binnen de beoogde levensduur.



Hoogachtend,

Dr.ir. G.M. van den Top
Voorzitter van het Expertise Netwerk Waterveiligheid



Bijlage 1 Toelichting

1. Aanleiding voor dit advies

Signalen over de huidige ontwerppraktijk lijken er op te wijzen dat de manier waarop daarin wordt omgegaan met toekomstverwachtingen op gespannen voet staat met een economisch optimale investeringsstrategie en met duidelijke, zij het wat algemeen geformuleerde, richtlijnen vanuit het beleid. Deze notitie probeert daarin meer duidelijkheid te scheppen en te komen tot beter toepasbare vuistregels voor de ontwerppraktijk. De conclusies en aanbevelingen zijn samengevat in het ENW-advies: "Hoe om te gaan met toekomstverwachtingen bij het ontwerpen van waterkeringen". Deze notitie geeft de achtergrond en argumentatie voor deze aanbevelingen.

Twee waarschuwingen vooraf zijn belangrijk:

- In de praktijk gaat het bij ontwerpen om projecten met geheel verschillende omvang of voorziene levensduur. Algemene ontwerpregels zijn daarom hoe dan ook moeilijk te geven.
- De toekomst blijft altijd onzeker. Mede in combinatie met de verschillende ontwerphorizons kan niet zonder meer worden gesproken van één goede toekomstverwachting. Niettemin moeten er nu beslissingen worden genomen op basis van de beste huidige inzichten en het huidige beleid.

De notitie begint in paragraaf 2 met een uitleg van de economisch optimale strategie; gevolgd in paragraaf 3 door een uitleg op welke variabelen toekomstverwachtingen invloed hebben. Voor een deel is dat op de normen, voor een ander deel is dat op het ontwerp, gegeven de normen. Maar lang niet alle ontwerpen hebben echt met toekomstverwachtingen te maken en paragraaf 4 geeft daarvan een aantal voorbeelden. In paragraaf 5 komt dan de hoofdvraag aan de orde: hoe om te gaan met toekomstverwachtingen bij de ontwerpen waarvoor dat wel belangrijk is. De conclusies staan samengevat in paragraaf 6.

2. Economisch optimale strategie

Bij het opstellen van een optimale strategie om Nederland te beschermen tegen overstromingen is onder meer gebruik gemaakt van een economisch model dat de meest efficiënte oplossing geeft voor de investeringsstrategie van een dijkkring (Eijgenraam (2005), Kind (2011)). Dit model gebruikt data over de huidige situatie (zoals overstromingskans en potentiële schade) en houdt rekening met verandering in het watersysteem (= de overstromingskans stijgt in de tijd), met economische groei (= de schade bij een overstroming stijgt in de tijd) en met het feit dat het steeds duurder wordt om met nieuwe of verdergaande maatregelen dezelfde relatieve daling van de overstromingskans te krijgen (= investeringskosten stijgen met de hoogte van de dijk).

Het model rekent in eerste instantie een optimale investeringsstrategie uit. Deze strategie komt erop neer dat we de verwachte schade (= risico = kans x gevolg) binnen een optimale bandbreedte moeten houden. Raakt door klimaatverandering en economische groei de verwachte schade de bovenkant van deze band, dan wordt er in het model onmiddellijk geïnvesteerd en wel zoveel dat de verwachte schade teruggaat naar de onderkant van de band. Dit is precies wat we al honderden jaren doen: af en toe de dijken flink versterken/ophogen en daartussen het dijkvak wel onderhouden maar verder met rust laten.

Ook de numerieke uitkomsten van de modellen sporen goed met de bestaande praktijk. Dit geldt onder meer voor de relatieve omvang van een optimale 'algemene', dus niet heel specifieke, verbeteractie. Door zulke acties verbetert de overstromingskans meestal (maar niet altijd) met een factor 10 of meer ten opzichte van de optimale bovengrens voor de verwachte schade. Dit zorgt er tevens voor dat we lange tijd ook ingedekt zijn



voor tegenvallers die bij het ontwerpen niet in beeld waren, zonder daarvoor een aparte opslag 'onvoorzien' in het ontwerp op te nemen (Epema e.a. (2011)).

Beleidsmatig is het echter onhandig om uit te gaan van verwachte schadebedragen per jaar. Daarom worden de optimale schadebanden altijd direct omgerekend naar optimale banden voor overstromingskansen. In de Waterwet gelden vanaf 1 januari 2017 daarom grensnormen voor de overstromingskansen per dijktraject.

In de praktijk verloopt er echter een behoorlijke tijd tussen het constateren van een probleem (grotere kans op hoogwater door hoogwaters in 1993 en 1995) en de voltooiing van de daaruit volgende investeringen (eind 2015 bij voltooiing van Ruimte voor de Rivier). Daarom staat er tegenwoordig in de Waterwet niet alleen een grensnorm, maar ook een lagere signaleringsnorm. De signaleringsnorm is zo gekozen dat hij enerzijds een zeer stabiel verloop binnen de optimale band voor de overstromingskans aangeeft, maar tevens zorgt voor een 'besteltijd' van 15 tot 25 jaar. Meestal is de grensnorm een kansklasse hoger vastgesteld dan de signaleringsnorm¹⁺²

3. Hoe beïnvloeden toekomstverwachtingen theoretisch gezien de normen?

De optimale investeringsstrategie houdt in dat de verwachte schade binnen een optimale schadeband wordt gehouden. De optimale strategie wordt dan volledig gekarakteriseerd door de antwoorden op de drie volgende vragen:

1. waar ligt de schadeband (of hoe hoog is gemiddeld genomen de verwachte schade per jaar)?
2. hoe breed is de band (of hoeveel moeten we investeren in één keer)?
3. hoe snel stijgt de verwachte schade door de band van beneden naar boven (of hoeveel tijd zit er tussen twee investeringen, of hoe vaak moeten we per eeuw investeren)?

Rekenen met meer toekomstige stijging van de verwachte schade (door verandering watersysteem en/of economische groei) dan in een standaardberekening heeft een beetje invloed op het antwoord op de tweede vraag: de band wordt dan wat wijder; maar dat gebeurt zowel aan de onderkant (gaat omlaag) als de bovenkant (gaat omhoog). Het gevolg is dat de signaleringsnorm niet verandert, want de daaraan ten grondslag liggende middenkans is een gemiddelde van de boven- en onderzijde van de band, zie appendix A.³

De in het model berekende bovengrens voor de verwachte schade wordt dus wel iets hoger. Dit heeft echter geen invloed op de wettelijke grensnorm, want die is meestal een klasse hoger gekozen dan de klasse van de signaleringsnorm en dit klasse verschil is aan de hoge kant. Ook met een veel hoger, maar voorstelbaar, groeitempo van de schade dan in de standaardberekeningen blijft het modelmatig verschil ruim binnen het relatieve verschil tussen twee normklassen.

Omdat het groeitempo van de verwachte schade geen invloed heeft op het antwoord op de eerste vraag en slechts beperkt op dat van de tweede vraag, moet het grootste deel van het effect van een hoger tempo dus tot uitdrukking komen in het antwoord op de derde vraag. Inderdaad blijkt uit gevoeligheidsanalyses dat het tempo van investeren sterk wordt beïnvloed door het groeitempo van de verwachte schade: hoe hoger het groeitempo, hoe sneller we opnieuw moeten investeren. De optimale levensduur van een dijkversterking is in

¹ Deze verhouding spoort ruwweg met de uitkomsten van de optimalisatiemodellen, die voor normale dijkverhogingen langs de hele dijkkring meestal een factor wat groter dan 2,5 laten zien tussen de bovengrens van de band en de middenkans, welke laatste ten grondslag ligt aan de signaleringswaarde. In bijlage A staat de afleiding van de middenkans en hoe deze is berekend om te komen tot voorstellen voor de getallen per dijktraject in de Waterwet.

² Voor een klein aantal dijkkringen geldt dat beide normen in dezelfde klasse terecht zijn gekomen. Dat maakt geen verschil bij de behandeling van klimaatverandering, maar wel bij die van economische groei, zie voetnoot 5.

³ Een rekenkundig voorbeeld is te vinden in de KBA WV21, Tabel 6.1, variant 4a. In deze variant is het W+ scenario vervangen door het G+ scenario en het effect is +3% op de middenkansen. Hoofdboodschap is duidelijk: klimaatverandering heeft geen effect op de signaleringsnorm geformuleerd als kans.



economische modellen dus allesbehalve een constante! Tot zover de normen die betrekking zouden hebben op verwachte schadebedragen (risico) in de huidige situatie.

Maar de normen in de Waterwet hebben betrekking op overstromingskansen en zijn uitgerekend voor het jaar 2050. De kansnorm volgt uit de risiconorm door deling met de potentiële schade (toepassen van de definitie van risico). Het gemiddelde van de jaarlijks verwachte schade is constant tussen twee investeringsmomenten en verandert ook niet veel na een nieuwe investering. Maar de potentiële schade bij een overstroming stijgt jaarlijks met de economische groei. Het veronderstelde tempo van de economische groei heeft dus wel invloed op de signaleringsnorm voor de overstromingskans in 2050: deze daalt jaarlijks even hard als het tempo van de economische groei. Voor de normberekening is gemiddeld 1,9% economische groei per jaar gebruikt en er is op dit moment geen reden om daarvan af te wijken.

Een tweede reden van afwijking van de economische norm kan zijn dat de wettelijke normen mede zijn gebaseerd op het groepsrisico, d.w.z. de kans dat een grote groep mensen bij een ongeval (in dit geval overstroming van een of meer dijkringen door dezelfde gebeurtenis) komt te overlijden. Om deze reden is voor sommige dichtbevolkte dijkkringgebieden de signaleringsnorm een veiligheidsklasse hoger vastgesteld dan volgt uit de berekende middenkans in de economische optimalisatie. Het is niet waarschijnlijk dat de economisch optimale kans op overzienbare termijn zo sterk daalt dat dit argument in de overzienbare toekomst niet meer zou gelden. Deze vaste relatieve ophoging van de veiligheidsnorm heeft dan geen invloed voor de wijze waarop we het beste kunnen omgaan met toekomstverwachtingen.

Dat ligt in principe anders voor die dijkringen waar de grensnorm is gebaseerd op het LIR, het Lokaal Individueel Risico. Dit is de kans per jaar dat iemand binnen een dijkkring overlijdt door een overstroming, rekening houdend met de plaatselijke mogelijkheden voor evacuatie. Daar het niet te verwachten is dat de grenswaarde voor het LIR (namelijk 10⁻⁵) in de overzienbare toekomst gaat veranderen, is het denkbaar dat in de loop der tijd de voortdurend dalende economisch optimale kansen lager worden dan die welke volgen uit het LIR. Deze complicatie wordt hier alleen genoemd, maar er wordt in het vervolg verder geen rekening mee gehouden.

In het vervolg van het memo wordt er dus vanuit gegaan dat de wettelijke normen zijn afgeleid uit een economische optimalisatie. Dit uitgangspunt maakt het mogelijk om aan te geven wat de beste manier is om rekening te houden met toekomstverwachtingen bij ontwerpen, gegeven de huidige kansnormen in de Waterwet.

Conclusies zijn dat toekomstige veranderingen in het watersysteem (bijvoorbeeld door klimaatverandering) alleen doorwerken in de omrekening van kansnormen naar eisen aan de kwaliteit van waterkeringen in de toekomst en dat toekomstige kansnormen (bijvoorbeeld na 2050) even hard dalen als de economische groei.

4. Wanneer spelen toekomstverwachtingen geen rol bij ontwerpen?

Voordat de hoofdvraag wordt behandeld, is het wellicht handig om eerst situaties te benoemen waarin toekomstverwachtingen juist niet of nauwelijks een rol spelen bij het ontwerpen. Het zijn situaties waarin de omvang van de voorgenomen actie

1. bij voorbaat is begrensd; of
2. zo klein is dat de actie relatief snel herhaald moet worden.

Voorbeelden van de eerste soort acties zijn:

- Het verwijderen van een hoogte-eiland in een rivierbed.
- De diepte van zomerbedverdieping door invloeden op grondwaterstand, stabilisatie stroombed, e.d.



- Dijkversterking die wordt beperkt door bestaande bebouwing, e.d.
- Een kleine ingreep die voorlopig een (groot) deel van het veiligheidsprobleem oplost.

De laatste twee voorbeelden kunnen ook meer algemeen worden geformuleerd: namelijk gevallen waarin de investeringskosten ineens een grote sprong omhoog maken bij een kleine vergroting van de omvang van de actie.

Bij al deze voorbeelden is er meestal geen andere efficiënte keuze – gelet op de vaste kosten bij de actie – dan het maximale te doen wat gegeven de lokale omstandigheden mogelijk of efficiënt is. De verandering van de overstromingskans die volgt uit de actie, is dan een gegeven. Is deze daling nu genoeg voor de volgende toetsronde, dan kan er voorlopig mee worden volstaan. Is de voorziene daling onvoldoende om de huidige wettelijke signaleringsnorm te halen, dan is vermoedelijk nog een andere actie nodig. Want uitbreiding van de onderhavige actie is zinloos, stuit op andere grote bezwaren of is veel duurder dan andere acties.

Het standaardvoorbeeld van de tweede soort acties zijn zandsuppleties langs de kust. Vanzelfsprekend is het onwenselijk om jaarlijks op een plaats terug te komen. Maar de uit bedrijfseconomische redenen volgende terugkeertijd is zo kort, dat het goed mogelijk is om zandsuppleties flexibel aan te passen aan de huidige behoefte. De situatie langs de zandige kust is bovendien nergens zo kritisch dat direct grote veiligheidsproblemen ontstaan na een fikse storm.

5. Hoe om te gaan met toekomstverwachtingen bij ontwerpen?

Uit de vorige paragraaf volgt al dat er bij ontwerpen alleen een 'probleem' met toekomstverwachtingen ontstaat als:

- de omvang van de actie vrij kan worden gekozen; en
- de voorziene levensduur van de actie loopt tot na 2050.

Vanwege hun verschillende invloed behandelen we de twee soorten toekomstverwachtingen apart.

Economische groei

De kansnormen in de Waterwet zijn berekend op basis van verwachtingen over de toestand in 2050. Voor ontwerplevensduren die uiterlijk in 2050 eindigen, is er dus geen reden voor aanpassing. Loopt de verwachte levensduur van een actie echter door tot na 2050, dan is de eerste vraag, wat de voor het horizonjaar geldende kansnormen zullen zijn. In het Nationaal Waterplan 2009-2015 staat daarover het volgende (p.77):

“Het kabinet kijkt vervolgens (d.w.z. na de eerste vaststelling in 2017) iedere twaalf jaar of de normen nog voldoen om goed aan te blijven sluiten bij voorziene ruimtelijke en economische ontwikkelingen en klimaatverandering.”

Op zeker moment kunnen de bestaande kansnormen dus worden herzien.

Uit paragraaf 3 bleek dat economische groei de meest bepalende grootheid is voor de verandering van kansnormen. Voorlopig is 1,9% per jaar daarvoor nog steeds een redelijk getal. Een kleine verandering valt gemiddeld binnen de klassegrenzen. Maar als de gecumuleerde verandering een factor 1,75 of meer bedraagt, verschuift een dijkkring die precies op het gemiddelde van een klasse zat, over de rand naar de



volgende klasse. Dat is na 30 jaar economische groei met 1,9% per jaar.⁴ Voor investeringen met een levensduur die eindigt voor 2080, kunnen dan het beste de huidige wettelijke normen als uitgangspunt worden genomen bij het ontwerpen.⁵

Maar voor investeringsacties met een levensduur voorbij 2080 moet serieus worden overwogen om uit te gaan van kansnormen die een klasse strenger zijn dan nu in de Waterwet staan. Dat geldt dus bijvoorbeeld voor alle nieuwe, grote constructies (Noordzeesluis IJmuiden, constructies in de Afsluitdijk). Vanzelfsprekend geldt dit advies niet voor die onderdelen van deze constructies die al voor 2080 worden vervangen of aangepast.

Met name voor grote constructies kan bovendien gelden dat niet het waterkerend vermogen, maar eerder andere functies bepalend zijn bij de keuze van de ontwerplevensduur. In die gevallen is het extra belangrijk om erop te letten dat eisen vanuit de hoogwaterbescherming niet leiden tot levensduurverkorting.

Veranderingen in het watersysteem (klimaatscenario's)

Kortheidshalve vatten we alle veranderingen in het watersysteem even samen onder de noemer klimaatverandering, hoewel een aantal oorzaken, zoals bodemdaling, daar niets mee te maken heeft. Zoals beschreven in paragraaf 3 heeft klimaatverandering vooral invloed op de lengte van de periode tussen twee investeringen en daarmee dus vaak op de gewenste levensduur van het voorgenomen project. Maar in de praktijk is voor de omvang van een project de verhouding tussen de vaste en de variabele kosten van groter belang. Hoe groter die verhouding (= hoe groter relatief de vaste kosten) hoe groter de optimale omvang van een project. Deze technische aspecten van het project zijn vaak al zo bepalend voor de optimale fysieke omvang dat overwegingen over de levensduur eigenlijk niet zo relevant zijn. Het is economisch gezien niet erg als achteraf de levensduur wat tegenvalt bij heel snelle klimaatverandering of juist meevalt bij langzame klimaatverandering.

Dit blijkt ook uit diverse studies die nagaan wat het economisch gevolg is van het (achteraf gezien) 'verkeerd' inschatten van klimaatverandering.⁶ Uit die simulaties blijkt dat vooraf uitgaan van de gemiddelde snelheid van klimaatverandering het goedkoopste is.⁷ Hoewel deze studies nog niet de vraag beantwoorden hoe we dan aan het 'goede gemiddelde' komen, maken ze wel duidelijk dat het zeker niet optimaal is om nu standaard uit te gaan van een scenario dat, vergeleken met de andere beschikbare klimaatscenario's, nogal hoog of juist laag is. Laat staan dat het economisch verstandig zou zijn om uit te gaan van een extreem hoog scenario. Het efficiënte antwoord op een hoog klimaatscenario is: 'vaker investeren', niet zozeer de omvang van iedere investering vergroten, zie de eerdere uitleg in paragraaf 3.

Belangrijk is ook zich goed bewust te zijn van het karakter van de klimaatscenario's van het KNMI. Deze zijn gemaakt als plausibele, zoveel mogelijk intern consistente toekomstbeelden, zonder dat aan een dergelijk toekomstbeeld een kans wordt verbonden. Het is dus onjuist om op basis van de inhoud van een scenario het

⁴ Voor een sprong van twee klassen is bij 1,9%/jaar een periode van meer dan 90 jaar nodig na 2050. Dit zou nog relevant kunnen zijn voor constructies met een ontwerplevensduur van 150 jaar of langer. Denk bijvoorbeeld aan delen van de Oosterscheldekering met een ontwerplevensduur van 200 jaar.

⁵ Uitzonderingen hierop zijn de dijktrajecten met nu afgerond één klasse voor beide normen. Voor die dijktrajecten is het voor de signaleringsnorm al kort na 2050 mogelijk dat deze verschuift naar de hogere veiligheidsklasse, terwijl dat tijdstip voor de grensnorm juist duidelijk later zal liggen dan 2080.

⁶ Zie de onzekerheidsstudie in Vrijling en Van Beurden (1990), de 'what-if' simulaties aan het einde van hfdst 5 in Eijgenraam (2005), de simulaties in hfdst 3 van het proefschrift van Van der Pol, dat ook is gepubliceerd als Van der Pol e.a. (2014), of de master-scriptie Rijnen (2016).

⁷ Deze conclusie lijkt wellicht triviaal maar is dat allerminst. Hij geldt bijvoorbeeld niet voor de niveaus, d.w.z. de dijkhoogtes. We stemmen de dijkhoogte niet af op de gemiddelde waterstand, zelfs niet op het gemiddelde van de hoogste waterstanden per jaar. Dan zouden we immers gemiddeld iedere twee jaar een overstroming hebben.



ene scenario te kiezen boven het andere. Anderzijds is een ontwerper tot op zekere hoogte gedwongen om een veranderingstempo te kiezen, omdat er anders geen omrekening kan plaatsvinden van de normen naar de vereiste kwaliteiten van de waterkering.

Richtlijnen vanuit het beleid

Hoewel simulaties met economische modellen duidelijk suggereren dat het hanteren van een midden klimaatscenario bij ontwerpen een goede aanpak is, kiest het beleid voor een iets subtielere en voorzichtiger aanpak. Die aanpak sluit aan bij de redenering hierboven dat de belangrijkste determinant van de omvang (en daarmee de 'flexibiliteit') van een project de verhouding is tussen vaste en variabele kosten. In de 3e Kustnota worden op basis daarvan projecten ruwweg ingedeeld in drie levensduurklassen. Het NWP 2009-2015 (p.27, 28) formuleert het wat algemener door projecten te onderscheiden naar hun mate van flexibiliteit. Projecten zijn flexibeler naarmate ze later makkelijker zijn aan te passen, dan wel frequenter herhaald worden. In beide nota's wordt dan de keuze van het klimaatscenario bij het ontwerpen afhankelijk gemaakt van de verwachte levensduur c.q. flexibiliteit van het project.⁸ In het geval er drie klimaatscenario's zijn, moet volgens de 3de Kustnota bij projecten met een korte levensduur, zoals zandsuppleties, het laagste klimaatscenario worden gehanteerd, bij projecten met een levensduur in de orde van 50 jaar, zoals dijkversterkingen, het midden scenario en voor constructies met een levensduur in de orde van 100 jaar of meer dan wel voor ruimtelijke reserveringen zou het hoge klimaatscenario moeten worden gehanteerd.⁹ De wat algemenere formuleringen in het NWP 2009-2015 gebruiken in wezen dezelfde redenering en komen praktisch gesproken op hetzelfde neer.

Complicatie

Tot slot moet er nog kort aandacht worden besteed aan een complicatie bij het spreken over onzekerheden met betrekking tot de toekomst.

Voor een deel betreffen deze onzekerheden toekomstige toestanden, zoals de omvang van de potentiële schade of de hoogte van de zeespiegel. Zulke toestands-grootheden zijn meestal goed te monitoren en dus ook de veranderingen daarin. Omdat er bijna geen onzekerheid is over de toestands-grootheden in de uitgangssituatie en ook het recente veranderingstempo goed bekend is, begrenst dit al sterk de mogelijke omvang van deze toestands-grootheden in de overzienbare toekomst. Dit draagt bij aan de betrouwbaarheid van de scenario's, zoals die over economische groei.

Anders ligt dit bij onzekerheden over (toekomstige) kansverdelingen, zoals stormvloed langs de kust of hoogwatergolven en neerslagpatronen. In dit type gevallen zijn ook de huidige kansverdelingen niet goed bekend, laat staan dat veranderingen daarin goed te monitoren zijn. Daar in al deze gevallen het juist de extreme waarden zijn die van belang zijn, kan een verandering daarin heel onverwacht en met grote tussenpozen komen.

⁸ Er zijn echter geen studies bekend die deze aanbeveling empirisch kunnen ondersteunen. Het zou dus een goed idee zijn om de onzekerheidsstudie van Vrijling & Van Beurden (1990) te herhalen met een model inclusief economische groei en investeringskosten mede afhankelijk van de hoogte van de dijk. De toevoeging zou dan bestaan uit het gebruik van drie investeringsfuncties (i.p.v. één) die verschillen in het relatieve aandeel van de vaste kosten: weinig, gemiddeld en veel, resulterend in levensduren in een midden klimaat scenario van ong. 10, 50 en 100 jaar. Replicatie van het onderzoek zou dan kunnen uitwijzen dat het niet in alle gevallen het goedkoopste is om uit te gaan van het midden scenario, maar dat andere ex ante combinaties gemiddeld goedkoper zijn.

⁹ Hetzelfde advies volgt uit een andere redenering die vooral geldt voor grote constructies waarbij een andere functie dan hoogwaterbescherming bij het ontwerp bepalend is bij de keuze van de ontwerplevensduur. In deze gevallen voorkomt uitgaan van een hoog klimaatscenario bij het ontwerp dat in de toekomst toch hoogwaterbescherming het eerste grote knelpunt wordt.



De onzekerheid van het tweede type zou binnen de overstromingskans-benadering net zo behandeld kunnen/moeten worden als een willekeurige andere kennisonzekerheid die moeilijk reduceerbaar is. Dit betekent dat we deze onzekerheid zouden moeten 'uitintegreren' bij het bepalen van bijvoorbeeld de kansverdeling van de waterstand op de rivier.

Vermoedelijk is een waterstandverdeling waarin de onzekerheid is uitgeïntegreerd, aardig vergelijkbaar met de waterstandverdeling van een 'gemiddeld klimaatscenario', omdat het KNMI bij een gemiddeld scenario een voorzichtige (d.w.z. niet lage) schatting van het klimaateffect presenteert.

6. Conclusies en aanbevelingen

In het advies "Hoe om te gaan met toekomstverwachtingen bij het ontwerpen van waterkeringen" geeft het ENW aan hoe in de ontwerppraktijk beter rekening kan worden gehouden met bovenstaande overwegingen en met de duidelijke, zij het wat algemeen geformuleerde, richtlijnen vanuit het beleid. De belangrijkste aanbevelingen zijn:

1. Het ENW adviseert om standaard het scenario te gebruiken dat het dichtst bij het middentempo komt en dus niet standaard uit te gaan van het hoogste van de beschikbare klimaatscenario's. Beschouw vervolgens de klimaatonzekerheid ook in samenhang met andere onzekerheden (en kies niet voor elke onzekerheid afzonderlijk een veilige of conservatieve waarde).
2. Naast het ontwerpen op basis van de beschikbare scenario's is het verstandig om alvast een door-
kijk te maken wat de volgende versterking zou kunnen zijn. Zo kunnen aspecten als aanpasbaar-
heid van de kering, en het reserveren van ruimte voor eventuele volgende ingrepen een plek krijgen in de
afweging.
3. Voor projecten (of onderdelen daarvan) waarbij voor 2080 geen herhaling plaatsvindt, moet serieus
worden overwogen of bij het ontwerpen moet worden uitgegaan van normen die een klasse scherper
zijn dan nu in de Waterwet staan.
4. Als vroegtijdige normoverschrijding zeer ongewenst is en/of aanpasbaarheid erg lastig is (bijvoor-
beeld bij kunstwerken zoals sluizen), is beschouwing van een ongunstig klimaatscenario altijd aan te
raden om de kans klein te houden dat er vanwege een normoverschrijding/waterveiligheid een
kostbare ingreep nodig is binnen de beoogde levensduur.



Literatuur

Deelprogramma Veiligheid. 2014. Technisch-inhoudelijke uitwerking DPV 2.0. Concept, 6 januari 2014.

Eijgenraam, C.J.J. 2005. Veiligheid tegen overstromen. Kosten-batenanalyse voor Ruimte voor de Rivier, deel I. CPB Document 82, Centraal Planbureau, Den Haag. Ook opgenomen in de box publicaties over de PKB Ruimte voor de Rivier deel 1.

Epema, Ir. W.G., Prof.drs.ir. J.K. Vrijling, Dr.ir. M. Kok, Ir. E.O.F. Calle, Ing. B. de Bruin, Ir. T. de Haan, Ir. T. Schweckendiek, en Ir. B. Maaskant. 2011. De beschermingsnorm in waterveiligheid: relatie tussen overstromingskans en normoverschrijdingskans. Expertise Netwerk Waterveiligheid, rapport, Lelystad.

Kind, J. 2011. Kosten-Baten Analyse voor Waterveiligheid in de 21-ste eeuw. Deltares rapport 1204144-006-ZWS-0012, Deltares, Delft.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat. 2000. 3e Kustnota Traditie, Trends en Toekomst. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, en Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. 2009. Nationaal Waterplan 2009 - 2015. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

Pol, T.D. van der, E.C. van Ierland, en H.P. Weikard. 2014. Optimal dike investments under uncertainty and learning about increasing water levels. *Journal of Flood Risk Management* 7(4): 308-318.

Rijnen, K.M.F. 2016. The Influence of Sea Level Rise Uncertainties on Flood Defence Design Considerations. Master-scriptie, Technische Universiteit Delft, Delft.

Vrijling, Prof.drs.ir. J.K., en ir. I.J.C.A. van Beurden. 1990. Sealevel Risk: A Probabilistic Design Problem. In: *Coastal Defences, Proceedings of the International Conference on Coastal Engineering*, Chapter 87.



Appendix A. Economische achtergrond van de signaleringsnorm en daaruit volgende invloeden van toekomstverwachtingen

Personen met een beperkt tijdbudget, of die niet geïnteresseerd zijn in de afleiding van de signaleringsnorm, kunnen het eerste deel overslaan en direct beginnen met het tweede deel Conclusies, dat de beweringen aan het einde van paragraaf 4 illustreert aan de hand van de uiteindelijke formules.

Afleiding van het economisch optimale beschermingsniveau

Voor het bepalen van de signaleringsnorm voor dijktrajecten vanuit het perspectief van economische doelmatigheid is gebruik gemaakt van een directe schattingsmethode. Deze directe schattingsmethode geeft in bijna alle gevallen een goede benadering van de indicator die in de KBA WV21 (Kind (2011)) is berekend als voorstel voor een nieuwe toetsnorm, namelijk de middenkans. Het voordeel van de directe schattingsmethode is dat het resultaat snel en eenvoudig is te berekenen uit weinig data zonder dat opnieuw een complete optimalisatie met het gehele model moet worden uitgevoerd.

Zoals bekend leidt de optimale investeringsstrategie voor preventie van overstromingen tot een optimaal interval voor de jaarlijks verwachte schade (= risico = kans x gevolg). Op basis van dit interval is S_t^{midden} gedefinieerd als het logaritmisch gemiddelde van de boven- en ondergrens van dit interval, d.w.z. de verwachte schade direct voor en na de eerstvolgende investering na tijdstip t :

$$(1) \quad S_t^{midden} \equiv \frac{s_k - S_k}{\ln(s_k) - \ln(S_k)}, \text{ voor } t \in [t_{k-1}, t_k) \text{ en } k = 1, 2, \dots$$

In (1) is t_k het k -de optimale moment van investeren (met $t_0 \equiv 0$), S_k is de verwachte schade onmiddellijk voorafgaand aan investeren op tijdstip t_k en s_k is de verwachte schade onmiddellijk na investeren op tijdstip t_k . In de berekening zit dus geen besteltijd of productietijd van de investeringsactie.

Formule (1) kan ook anders worden opgeschreven. Op een optimaal moment van investeren moet voldaan zijn aan de eerste orde voorwaarde bij differentiatie naar de tijd, die gelijk blijkt te zijn aan de voorwaarde van het zogenaamde eerstejaarsrendement. Dit betekent dat de onmiddellijke verbetering van de jaarlijkse verwachte schade als gevolg van de investering – d.i. de teller van (1) – op het optimale investeringsmoment groter of gelijk moet zijn aan de investeringskosten omgerekend naar een jaarlijks bedrag:

$$(2) \quad S_t^{midden} \equiv \frac{s_k - S_k}{\ln(s_k) - \ln(S_k)} = \frac{\delta I(u_k)}{\ln(s_k) - \ln(S_k)}$$

Hierbij is δ de disconteringsvoet en $I(u_k)$ zijn de investeringskosten van de optimale versterkingsactie u_k . De noemer geeft de verbetering zelf weer, d.w.z. de actie vermenigvuldigd met twee parameters:

$$(3) \quad S_t^{midden} \equiv \frac{s_k - S_k}{\ln(s_k) - \ln(S_k)} = \frac{\delta I(u_k)}{(\alpha - \zeta)u_k}$$

α is de parameter van de exponentiële kansverdeling van de waterstand, waarbij $1/\alpha$ de zogenaamde nepereringshoogte is (= dijkversterking die de overstromingskans met een factor e doet dalen), en ζ is de toename van de schade door versterking van de waterkering (een hogere dijk of hogere buitenwaterstand kan leiden tot een hogere waterdiepte en dus een grotere schade in het achterliggende gebied). Formule (3) is



exact voor een optimale investering voor 1 traject. Als er meer dan 1 traject per dijkkring(deel) is, dan is de u_k in de noemer een gewogen gemiddelde van de u_k 's van alle trajecten.

Om te komen tot de middenkans in jaar t (P_t^{midden}) wordt het gemiddelde van de verwachte overstromingsschade (S_t^{midden}) gedeeld door de potentiële schade bij overstromen in dat jaar (V_t):

$$(4) \quad P_t^{midden} \equiv \frac{S_t^{midden}}{V_t}, \quad \text{voor } t \geq 0$$

Deze formule is niets anders dan de bekende definitieformule voor verwachte schade (risico) als kans maal gevolg: $S_t = P_t V_t$.

De combinatie van de formules (3) en (4) maakt duidelijk dat de middenkans, afgezien van twee technisch gegeven parameters, alleen afhankelijk is van (i) de disconteringsvoet δ , (ii) de schade bij overstromen V_t , en (iii) de gemiddelde kosten van een optimale veiligheidsverbetering $I(u_k)/u_k$. Naarmate investeringen duurder zijn, wordt het optimale niveau van de verwachte schade (en daarmee de economisch optimale overstromingskans) groter.

De directe schattingsmethode is een van de mogelijke benaderingen van de formules (3) en (4). Deze

benadering is gebaseerd op de ervaring dat de gemiddelde investeringskosten $I(u_k)/u_k$ vrijwel constant

zijn voor alle acties met omvang u in de buurt van de optimale waarde u_k . Empirische resultaten voor rivierdijken met globale investeringsfuncties laten verder zien dat de optimale dijkverhoging daar ongeveer

gelijk is aan of iets groter is dan de decimeringshoogte h_{10} (= dijkverhoging waardoor de overstromingskans een factor 10 kleiner wordt). We kunnen dus zonder bezwaar de gemiddelde investeringskosten benaderen

met $I(h_{10})/h_{10}$. Verder volgt uit de definitie van de decimeringshoogte dat: $\alpha h_{10} = \ln(10)$. Als we tot slot

veronderstellen dat $\zeta \approx 0,1\alpha$ (de waarde van deze parameter is over het algemeen klein), dan kunnen we de middenkans benaderen door:

$$(5) \quad P_t^{midden} \equiv \frac{S_t^{midden}}{V_t} \approx \frac{\delta I(h_{10})}{0,9\alpha h_{10} V_t} = \frac{\delta I(h_{10})}{0,9 \ln(10) V_t}, \quad \text{voor } t \geq 0$$

In formule (5) representeert $I(h_{10})$ de investeringskosten van een decimeringshoogte h_{10} .

Benaderingsformule (5) heeft als voordeel dat er, met uitzondering van de door het kabinet vastgestelde disconteringsvoet, geen enkele modelparameter of uitkomst in voorkomt. Voor een discontovoet van 5,5%, waarmee de KBA WV21 is uitgerekend, is $\delta / 0,9 \ln(10)$ gelijk aan 1/38.

De coëfficiënt die in de berekeningen is gebruikt, is echter niet alleen afgeleid zoals hierboven, maar ook empirisch geschat op basis van de uitkomsten uit de KBA WV21 berekend met het model OptimaliseRing voor alle dijkkringen, die meestal bestaan uit meer trajecten. Het empirisch geschatte verband is (zie DPV (2014), bijlage H):

$$(6) \quad \frac{1}{P_{2050}^{midden}} = a \frac{V_{2050}}{I(h_{10})}, \quad \text{met } a = 38.$$

Dit verband kan ook als volgt worden geschreven:

$$(7) \quad P_{2050}^{midden} = \frac{1}{38} \frac{I(h_{10})}{V_{2050}}.$$

De schatting bevestigt dat het rechterlid van formule (7) voor, op drie na, alle dijkkringen een zeer goede benadering geeft van de voor 2050 berekende middenkansen in de KBA WV21. Afronding van deze kans



naar de dichtstbijzijnde waarde in het schema 1, 3, 10, ... levert dan de economisch optimale waarde voor de signaleringsnorm. Deze is daarna eventueel aangescherpt op basis van het LIR of het groepsrisico. De grensnormen zijn dan een klasse minder scherp gekozen dan de signaleringsnorm. Dit geeft inderdaad een redelijke benadering van de orde van grootte van S_k , de optimale bovengrens in de modeluitkomsten.

Conclusies ten aanzien van de toekomstverwachtingen

Uit de exacte formule (3):

$$(3) \quad S_t^{midden} = \frac{\delta}{(\alpha - \zeta)} \frac{I(u_k)}{u_k},$$

volgt dat invloed van toekomstverwachtingen op S_t^{midden} uitsluitend kan plaatsvinden via de gemiddelde kosten $I(u_k)/u_k$. Maar daar deze gemiddelde kosten vrijwel constant zijn voor waarden van u die niet al te veel van u_k afwijken (dat zijn eigenlijk alle praktisch relevante waarden voor u), blijkt uit formule (3) dat S_t^{midden} praktisch gesproken onafhankelijk is van toekomstverwachtingen. Dit is een van de grote voordelen van het baseren van de signaleringsnorm op dit begrip, omdat de toekomst altijd onzeker is en blijft.

Bij het maken van de stap naar de middenkans in jaar t (P_t^{midden}) in formule (4) gaat deze eigenschap gedeeltelijk verloren:

$$(4) \quad P_t^{midden} \equiv \frac{S_t^{midden}}{V_t}, \quad \text{voor } t \geq 0$$

De teller is niet specifiek voor het jaar t , maar de noemer is dat wel, want de potentiële schade bij overstromen V_t verandert ieder jaar door de economische groei, inclusief bevolkingsgroei. De middenkans daalt dus ieder jaar met het tempo van de economische groei. Maar nog steeds is de middenkans, en dus de daarvan afgeleide signaleringsnorm, praktisch onafhankelijk van de verandering van het watersysteem, waaronder de invloed van klimaatveranderingen.