

Verkenning krachtige IJsseldijken Krimpenerwaard

Systeemalternatieven op de Hollandsche IJssel



Documenten	Titel	Versie
Hoofddocument	Notitie Systeemalternatieven op de Hollandsche IJssel	28-05-2018, v07

Autorisatie	Naam, functie	Datum, paraaf
Opgesteld	Marcel van Dorst	
	Hans van Zanten	
	Arnold van der Kraan	
Gecontroleerd	Marco Weijland, Technisch manager	
Goedgekeurd	Jasper Tamboer, projectmanager	
Vastgesteld	Wilco Werumeus Buning, ambtelijk opdrachtgever	



Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
Documentgeschiedenis.....	4
1 Inleiding	5
2 Systeembeschrijving.....	6
2.1 Brede blik.....	6
2.2 Functies en systeembeschrijving	7
2.2.1 Watergang Hollandsche IJssel	7
2.2.2 Waterkering en voorlanden	8
2.2.3 Achterland	8
2.2.4 Stormvloedkering Hollandsche IJssel.....	9
3 Systeemalternatieven	10
3.1 Niet kansrijk	10
3.1.1 Compartimentering achterland	10
3.1.2 Waterberging achterland.....	11
3.2 Optimalisatie	11
3.2.1 Verlagen faalkans stormvloedkering.....	11
3.2.2 Aanpassen sluit- en maalpeil.....	13
3.3 Kansrijk	14
3.3.1 Benutten sterkte voorlanden	14
4 Raakvlakken met dijkalternatieven.....	14
4.1 Waterbergingscompensatie.....	14
4.2 Vaargeul	16
5 Aanbevelingen voor het vervolg.....	17
Referenties	18
Bijlage 1 Hoogwater op de Hollandsche IJssel	19

Documentgeschiedenis

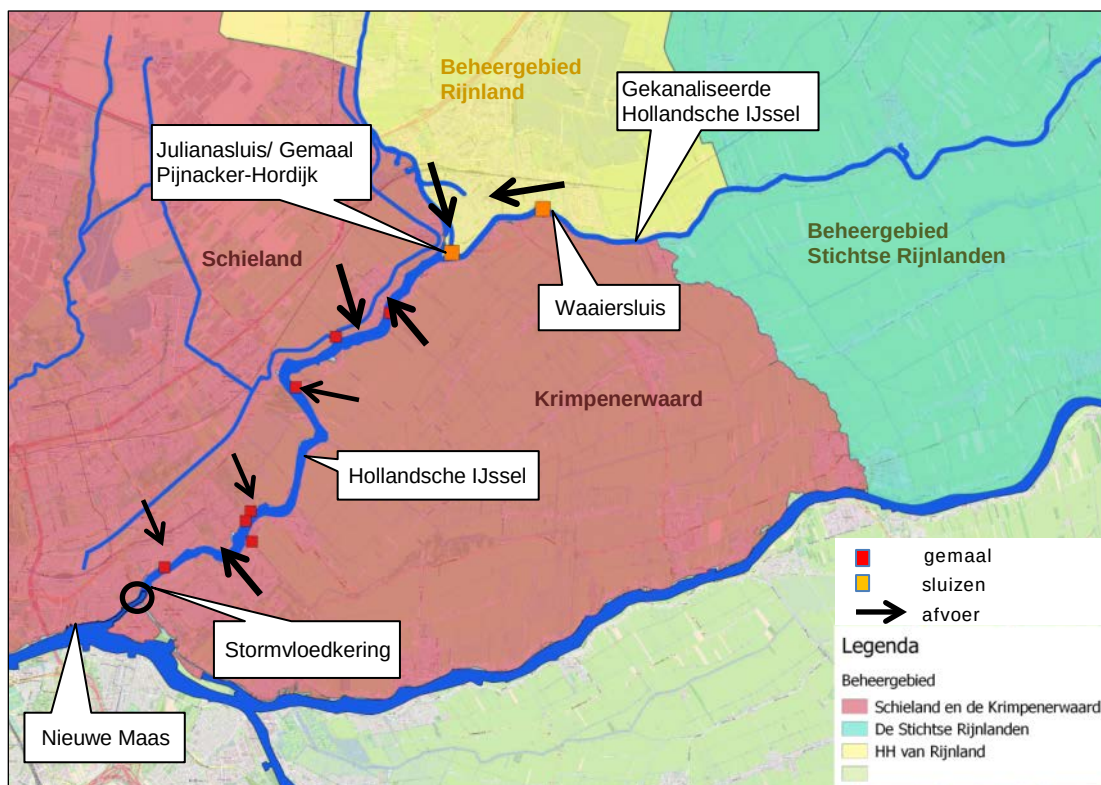
Datum	Status	Beschrijving
10-02-2018	concept	Eerste opzet
5-03-2018	concept v2	Uitgewerkt concept
6-03-2018	concept v3	Aanvullingen
7-03-2018	concept v4	Verbeteringen
12-03-2018	concept v5	aanpassingen na review
12-04-2018	concept v6	eindconcept
28-05-2018	concept v7	aanpassing systeemalternatieven

1 Inleiding

In deze notitie wordt nader ingegaan op het systeem Hollandsche IJssel en de brede blik die daarbij gehanteerd is om te komen tot een voorkeursalternatief. Daarvoor worden de resultaten van die brede blik beschreven en tot welke kansrijke systeemalternatieven dat heeft geleid, en hoe die binnen het voorkeursalternatief worden benut. Daarnaast wordt ingegaan op de raakvlakken met de dijkalternatieven en wordt afgesloten met aanbevelingen voor verdere uitwerking van systeemalternatieven ten behoeve van het voorkeursalternatief.

De dijk en het breed en hoog voorland zijn beschreven in de bijlagen van de clusterrapportages voor de dijkvakken en de voorlanden. Deze notitie heeft betrekking op de systeemalternatieven op de Hollandsche IJssel waarin gekeken is naar de stormvloedkering Hollandsche IJssel (SVK HIJ) en de watergang Hollandsche IJssel (HIJ) en berging in achterland. De beschrijving betreft het benedenstroomse deel tussen SVK HIJ en de Waaiersluis in Gouda. Het bovenstroomse deel wordt aangemerkt als gekanaliseerde Hollandse IJssel en is in beheer bij Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden.

Binnen de verkenningsfase voor dijkversterkingsproject KIJK is met een brede blik gekeken naar het systeem Hollandsche IJssel. De HIJ is een getijderivier met SVK HIJ. Belangrijke functies van de HIJ zijn scheepvaart, natuur, waterberging en waterafvoer. Naast de systeemfuncties van de Hollandsche IJssel is ook gekeken naar de dijk, breed en hoog voorland en het achterland. In de notitie Kansrijke alternatieven [1] is een systeembeschrijving van de HIJ gegeven. Dit is vooral beschreven in algemene zin op basis van bestaande rapporten en berekeningen binnen de dijkversterkingsopgave van het project KIJK. In voorliggende notitie wordt dan ook zoveel mogelijk hiernaar verwezen.



Figuur 1.1: Schets ligging plangebied

2 Systeembeschrijving

2.1 Brede blik

Voor de onderbouwing van de voorkeursalternatieven is een brede blik op de HIJ nodig. De brede blik staat beschreven in de notitie kansrijke alternatieven [1] en omvat naast de dijken ook het achterland, de SVK HIJ, de Watergang Hollandsche IJssel en breed en hoog voorland, zie figuur 2.1.



Figuur 2.1 Brede blik

Volgens de voorkeurstrategie van het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden [2] blijft de Hollandsche IJssel een getijderivier. Dat uitgangspunt is bepalend voor de waterstanden die op kunnen treden op de Hollandsche IJssel. In bijlage 1 van deze notitie is beschreven wat dat betekent voor de hoogwaterstanden op de HIJ en de invloed daarop van de SVK.

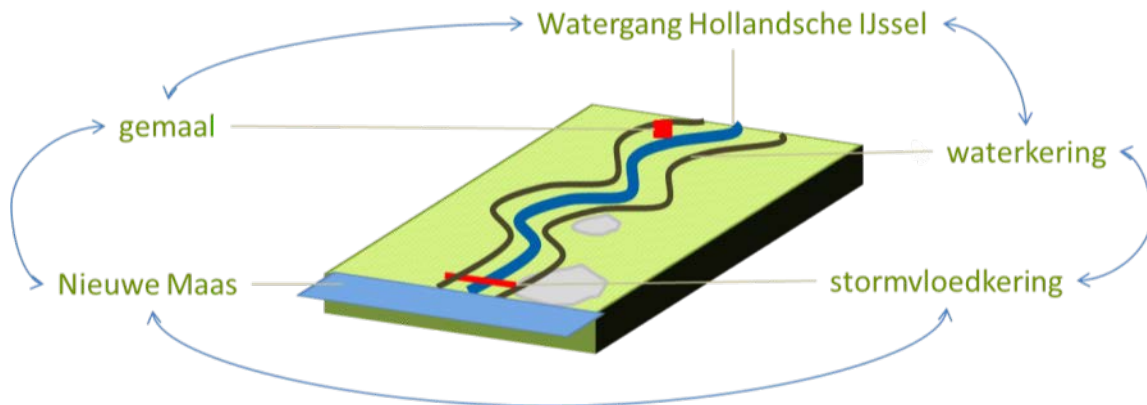
De functies van het systeem bepalen de ontwerpogave voor de dijk via maatgevende waterstanden en golfoploop, maar leggen ook beperkingen op omdat bijvoorbeeld de vaargeul vrij moet blijven en bergingsmogelijkheden niet mogen worden verminderd door buitenwaartse versterking.

Binnen het systeem Hollandsche IJssel bestaat een aantal fysieke objecten die effect op elkaar hebben: watergang, waterkering, achterland en stormvloedkering

- watergang: vaargeul, berging en waterafvoer (par 2.2.1);
- waterkering (incl. voorland): keren water, weg (par 2.2.2);
- achterland: lozen overtollig water uit polder op HIJ en berging (par 2.2.3);
- stormvloedkering: beperken hoge waterstanden op HIJ (par 2.2.4).

Deze objecten zorgen ervoor dat de genoemde functies kunnen plaatsvinden. Een verandering aan een van deze onderdelen heeft invloed op de overige fysieke objecten. In het kader van de waterveiligheid dient hier rekening mee te worden gehouden. De afzonderlijke objecten worden hieronder kort toegelicht in relatie tot de andere objecten en wetten en regels. De waterkering en de voorlanden zijn uitgebreid beschreven in de clusterrapportages [3].

Daarnaast is er vanzelfsprekend een fysieke relatie met de Nieuwe Maas en bovengelegen watergangen de gekanaliseerde Hollandsche IJssel en de Gouwe.



Figuur 2.1 Weergave interactie objecten in systeem Hollandsche IJssel

2.2 Functies en systeembeschrijving

De functies van het systeem Hollandsche IJssel hebben invloed op de versterkingsopgave van de dijk. De scheepvaart maakt gebruik van een vaargeul en heeft baat bij een zoveel mogelijk vrije doorvaart. De Hollandsche IJssel wordt gezien als een uniek zoetwatergetijdesysteem met bijzondere natuurwaarden. De rivier zorgt voor zoetwateraanvoer voor het achterliggend gebied. Bij een teveel aan water in het achterliggend gebied zorgt de rivier voor afvoer, en bij gesloten SVK HIJ voor berging van overtollig regenwater.

2.2.1 Watergang Hollandsche IJssel

De Hollandsche IJssel staat bij Krimpen aan den IJssel in open verbinding met de Nieuwe Maas en functioneert hierdoor als (zoetwater)getijderivier. Stroomopwaarts loopt de rivier door tot de Waaijersluis bij Gouda. Hier stopt de getijde-invloed en gaat de rivier over in de zogenoemde Gekanaliseerde Hollandse IJssel.

De belangrijkste functies van de Hollandsche IJssel zijn vaarweg (beroeps- en recreatievaart) en waterafvoer voor de beheergebieden van HHSK, Rijnland en HDSR. Ook is de rivier van belang voor natuur (habitat voor flora en fauna), wateraanvoer en waterberging bij gesloten SVK HIJ (zie hierna).

Functie: Vaarweg

Het beperken van de functionaliteit van de vaargeul is niet acceptabel en leidt automatisch tot een knock-out voor mogelijke alternatieven m.b.t. dijkversterking.

Functie: Waterafvoer en berging

De Hollandsche IJssel is een belangrijke schakel in de afvoer van overtollig regenwater uit een groot achterliggend gebied van de Hoogheemraadschappen van Rijnland, De Stichtse Rijnlanden en van Schieland en de Krimpenerwaard. De totale bemalingscapaciteit op de Hollandsche IJssel bedraagt circa ca. 5000 m³/min. Onder

dagelijkse omstandigheden bij een geopende SVK HIJ is er een vrije afstroming richting de Nieuwe Maas.

Bij een gesloten SVK HIJ functioneert de Hollandsche IJssel als tijdelijk bergingsgebied. Bij inzet van alle gemalen tegelijk stijgt het peil op de Hollandsche IJssel met circa 10 cm per uur. Bij het bereiken van een peil van NAP + 2,60 m bij Krimpen aan den IJssel wordt een maalstop op de Hollandsche IJssel ingesteld. De bergingscapaciteit op de Hollandsche IJssel wordt vergroot door bij (verwacht) waterbezwaar in de achterliggende gebieden, te sluiten op kentering voorafgaand aan het verwachte hoogwater.

In het Rivierkundig beoordelingskader [4] is opgenomen dat er geen vermindering van het bergend vermogen mag optreden en dat er verplichte compensatie is bij verlies daarvan. Ook is hierin opgenomen wat de afmetingen van de vaargeul minimaal moeten zijn. Met betrekking tot de waterbodemdiepte ontbreekt momenteel nog een vaste maat waar de bodemdiepte niet onder mag komen i.v.m. stabiliteitsproblemen van naastgelegen objecten en daarvan afhankelijke functies.

2.2.2 Waterkering en voorlanden

De dijk langs de Hollandsche IJssel heeft primair een waterkerende functie, en is daarnaast van groot belang voor de ontsluiting van het gebied. Over de gehele lengte van de dijk loopt een weg over de kruin van de dijk en langs grote delen van de dijk is sprake van aanliggende bebouwing voor bewoning en bedrijvigheid. Deze bebouwing ligt zowel buitendijks (op voorlanden) als binnendijks. Samenhangend met de bebouwing liggen langs grote delen van de dijk kabels en leidingen (waterleidingen, data- en elektrakabels, gasleidingen).

In het rivierbed van de Hollandsche IJssel zijn diverse 'voorlanden' aanwezig. Voorland is het buitendijkse terrein tussen de buitenteen van de dijk en de rivier. De voorlanden zijn voor een deel al voor 1900 door de mens aangelegd, ook in de periode tussen 1950 en 1970 zijn verschillende uiterwaarden opgehoogd en als voorland in gebruik genomen. De hoogteligging van de voorlanden verschilt per locatie, evenals de functie. De meest voorkomende functie is verblijf voor bewoners en bedrijven, maar er zijn ook voorlanden met de functie recreatie en/of natuur.

De voorlanden worden ook wel benoemd als 'zellingen'.

Functie: water keren

De waterkering aan de zuidzijde van Hollandsche IJssel valt onder traject 15-3 en is met een overstromingskans (signaalwaarde) van 1:10.000 en ondergrens van 1:3.000 opgenomen in de Waterwet. In de legger van de primaire waterkeringen van HHSK is de ligging van de waterkering opgenomen en de instandhoudingsplicht daarvan zoals in de Keur van HHSK is opgenomen.

Buitenwaartse oplossingen om de dijk te versterken hebben een negatief effect op het bergend vermogen van de Hollandsche IJssel wanneer de SVK HIJ gesloten is.

2.2.3 Achterland

Langs de Hollandsche IJssel staan verschillende gemalen die het water onder normale omstandigheden uit het achterland op de Hollandsche IJssel lozen. De volledige bemalingscapaciteit is ca. 5000 m³/min. Er treedt een maalstop op bij een peil van NAP +2,60 m bij Krimpen aan den IJssel bij een gesloten SVK HIJ. Soms is er de gelegenheid om bij een gesloten kering (tijdens een laagwater) te spuien waardoor de bergingscapaciteit weer toeneemt en (langer of weer) gemalen kan worden.

Vergroting van de bemaling zorgt (net als verlies van berging door dijkverbetering buitenwaarts) dat de maalstop eerder wordt bereikt. Door maar een deel van de complete bemalingscapaciteit van de gemalen in te zetten kan dit moment worden

uitgesteld. Dat is in veel gevallen ook de praktijk. De in het Waterakkoord genoemde afvoeren worden bij gesloten kering gezien als maximaal mogelijke afvoer van de polders naar de Hollandsche IJssel.

Functie: Lozen overtollig water uit polder

In het Waterakkoord is opgenomen welke verdeling van de afvoer wordt gehanteerd voor HHSK, Rijnland en HDSR. Bij verwachting van het bereiken van de maalstop wordt de werkelijke verdeling in overleg bepaald.

Het tijdelijk (extra) bergen van water in het achterland heeft een positief effect op het totaal bergend vermogen van de Hollandsche IJssel en achterland wanneer de SVK HIJ gesloten is.

2.2.4 Stormvloedkering Hollandsche IJssel

Bij Krimpen aan den IJssel bevindt zich een SVK HIJ in de Hollandsche IJssel. Naast de SVK HIJ ligt een sluis zodat schepen die in normale omstandigheden niet onder de opgetrokken schuiven door kunnen varen, toch de kering kunnen passeren. Bij hoogwater functioneert de sluis als schutsluis.

De SVK is aangelegd in het kader van de Deltawerken en is bedoeld om de Hollandsche IJssel bij verwacht hoog water te kunnen afsluiten van de Nieuwe Maas. De SVK HIJ bestaat uit twee stalen schuiven van meer dan 80 meter breed en 12 meter hoog. De eerste schuif werd in 1958 in gebruik genomen, de tweede in 1979. In normale omstandigheden zijn deze schuiven opgetrokken, bij verwacht hoogwater worden deze neergelaten zodat de Hollandsche IJssel beschermd blijft van het buitenwater.

De criteria voor sluiting van de SVK HIJ zijn vastgelegd in het Waterakkoord Hollandsche IJssel en Lek uit 2005 [5]. Betrokken partijen bij het Waterakkoord zijn Rijkswaterstaat, Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard, Hoogheemraadschap van Rijnland en Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. In de praktijk wordt de kering soms ook gesloten als nog niet aan deze criteria wordt voldaan, maar er wel dreigende wateroverlast is voorzien. Zo'n sluiting kan plaatsvinden op initiatief van Rijkswaterstaat, maar ook op verzoek van één van de betrokken regionale waterbeheerders bij het Waterakkoord. De frequentie van sluiting van de SVK HIJ bedraagt gemiddeld zo'n 3 keer per jaar.

In het Waterakkoord Hollandsche IJssel en Lek zijn de criteria voor sluiting van de SVK HIJ bij Krimpen aan den IJssel vastgelegd. Samengevat geeft dit de volgende uitgangspunten voor sluiting:

- Als bij storm bij Hoek van Holland een waterpeil wordt verwacht tussen NAP + 2,0 m en NAP + 3,0 m, en het waterbezwaar op de Rijnlandse boezem minder dan 100 m³/s bedraagt, dan wordt de SVK HIJ gesloten bij een keerpeil van NAP + 2,25 m
- Als bij storm bij Hoek van Holland een waterpeil wordt verwacht tussen NAP + 2,0 m en NAP + 3,0 m, en het waterbezwaar op de Rijnlandse boezem meer dan 100 m³/s bedraagt, dan wordt de SVK HIJ gesloten op de laagwaterkentering voorafgaande aan de stormvloed.
- Wanneer de verwachting is dat het waterpeil bij Hoek van Holland het niveau van NAP + 3,0 m gaat overschrijden, dan wordt de SVK HIJ gesloten tijdens de laagwaterkentering voorafgaande aan de stormvloedstand

Functie: Beperken hoogwater Hollandsche IJssel

De primaire functie van de SVK HIJ is het beperken van hoog water op de Hollandsche IJssel bij hoog water op de Nieuwe Maas. Hiervoor bestaat binnen het waterakkoord n een sluitprotocol.

Faalkans SVK HIJ

De SVK HIJ kan falen wanneer deze gesloten zou moeten worden. Er zijn en worden maatregelen uitgevoerd om de faalkans van de SVK HIJ op een niveau van 1 keer per 200 sluitingen te brengen. Als de SVK HIJ faalt wordt het hoogwaterpeil op de Hollandsche IJssel bepaald door het waterpeil op de Nieuwe Maas. De waterstand kan dan ruim boven het maalpeil van NAP + 2,60 m uitkomen. Rekening moet worden gehouden met waterstanden tot circa NAP + 3,50 m. Dit wordt de waterstand bij norm (WBN, voorheen MHW / Maatgevend Hoogwater) genoemd. Scheefstand in de rivier zorgt dan nog voor lokale verschillen tot ca 0,1 m. Het niet sluiten van de SVK HIJ heeft dus een grote invloed op peil van de HIJ en daarmee op de waterkering. Het verschil in het waterpeil tussen wel en niet falen van de SVK kan oplopen tot circa 1 m. Na het jaar 2050 wordt uitgegaan dat de faalkans verder verlaagd wordt naar 1 keer per 500 sluitingen, zie ook notitie Ontwerpkaders en uitgangspunten [6].

3 Systeemalternatieven

In de notitie kansrijke alternatieven zijn systeemalternatieven beoordeeld op kansrijkheid. Hierin wordt vermeld welke alternatieven uit de brede blik kansrijk zijn, welke afvallen en welke alternatieven worden gezien als maatwerkoplossing voor lokale knelpunten. Figuur 3.1 geeft daarvan een overzicht.

SYSTEEMALTERNATIEVEN (S)		
Verlagen faalkans	X	Optimalisatie
Verlagen sluitpeil	X	Optimalisatie
Aanpassen maalstoppeil	X	Optimalisatie
Benutten voorlanden	X	Kansrijk
ALTERNATIEVEN ACHTERLAND (A)		
Compartimentering achterland	X	Niet kansrijk
Waterberging achterland	X	Niet kansrijk

Figuur 3.1 overzicht kansrijke systeemalternatieven

Bij de beoordeling van de systeemalternatieven is beschouwd of dit de veiligheidsopgave oplost of verkleint.

De alternatieven met betrekking tot de objecten Voorland, Hollandsche IJssel, SVK HIJ en Achterland zijn beschouwd op kansrijkheid. Deze alternatieven noemen we de systeemalternatieven omdat deze dijkvakoverstijgend zijn.

Het op termijn verlagen van de faalkans van de SVK HIJ kan nog bijdragen aan het verlengen van de levensduur van het voorkeursalternatief. Bergingsverlies op de Hollandsche IJssel door buitenwaartse versterking kan mogelijk worden gecompenseerd door waterberging in het achterland. Daarmee zijn dat aanvullingen op de kansrijke systeemalternatieven.

3.1 Niet kansrijk

3.1.1 Compartimentering achterland

Dit onderdeel is beschreven in de notitie Kosten en baten van een compartimenteringsdijk rond Krimpen aan de IJssel, bijlage 5 van de notitie kansrijke alternatieven [1]. Maatregelen in het achterland kunnen overstromingsschade voorkomen of beperken. Voorbeelden van dergelijke maatregelen zijn het aanleggen van compartimenteringsdijken of bergingsgebieden.

In de memo over de compartimentering wordt gesteld dat de N210 aan de zuidzijde van Krimpen aan de IJssel in samenwerking met een dijk aan de oostzijde van Krimpen het stedelijke gebied van Krimpen kan beschermen tijdens overstromingen. De benodigde dijkhoogte van deze versterkte polderkade is NAP -0,5 m. Dit is tegelijkertijd ook de meest logische plek voor compartimentering rondom Krimpen aan den IJssel omdat daar de reductie van schade en slachtoffers het grootst is met de kleinst mogelijke compartimentering.

In de genoemde memo zijn de aanlegkosten van een compartimenteringsdijk aan de oostzijde van Krimpen bepaald. De N210 aan de zuidzijde voldoet nog grotendeels aan de vereiste hoogte. Er is een inschatting gemaakt van de verwachte kosten en baten van deze maatregel. Er zijn twee varianten uitgewerkt. Het verschil tussen twee varianten zit o.a. in maken van het grondlichaam, aansluitingen, vergraven sloten, aanpassen N210 en aanpassen kunstwerken.

De kosten en baten voor de compartimenteringsdijk zijn met grove aannamen bepaald. Op basis van aanlegkosten alleen is een compartimenteringsdijk geen kansrijk alternatief. De minimale kosten € 7,75 miljoen liggen niet ver onder de maximale besparing van € 9,3 miljoen voor KIJK en de restopgave. De verwachting is dat met bijkomende kosten zoals verwervingskosten en beheer- en onderhoudskosten de uiteindelijke kosten boven de baten uitkomen.

3.1.2 Waterberging achterland

Eén van de mogelijke maatregelen die in eerder stadium is benoemd om bij te dragen aan het oplossen van de veiligheidsopgave voor KIJK, is het realiseren van waterberging in het achterland. De gedachte bij deze maatregel is dat hiermee een verlaging van de waterstand op de Hollandsche IJssel is te realiseren in situaties met hoogwater. Dit kan dan zorgen voor een verlaging van de hydraulische belasting (HBN voor faalmechanisme overloop/overslag en WBN voor overige faalmechanismen) die in de faalkansberekeningen als uitgangspunt wordt gehanteerd. Als met een lagere hydraulische belasting gerekend kan worden, dan kan dit mogelijk bijdragen aan beperking van de veiligheidsopgave.

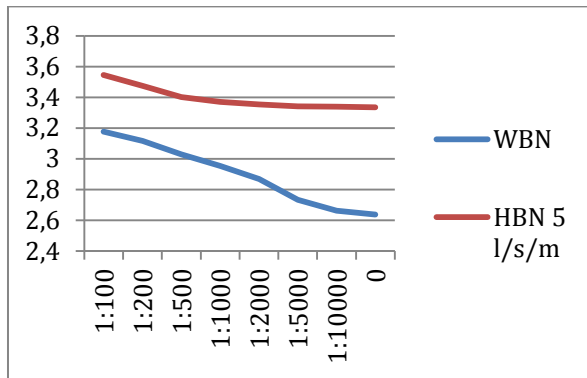
In de memo effectieve maatregel waterberging [7] is toegelicht dat met introductie van de nieuwe veiligheidsnormering en het hierbij behorende ontwerpinstrumentarium, de maatregel waterberging in het achterland niet kan bijdragen aan het verminderen van de veiligheidsopgave voor KIJK. Voor de meeste faalmechanismen wordt de hydraulische belasting (HBN/WBN) namelijk vooral bepaald door het optreden van een situatie met een falende SVK HIJ. Voor deze situaties is inzet van een waterberging in het achterland niet effectief, omdat er dan voortdurend watertoevoer vanuit de Nieuwe Maas zal plaatsvinden. De capaciteit van een waterberging zal nooit voldoende zijn om al dit water op te vangen en te zorgen voor een verlaging van het maatgevende waterpeil.

3.2 Optimalisatie

3.2.1 Verlagen faalkans stormvloedkering

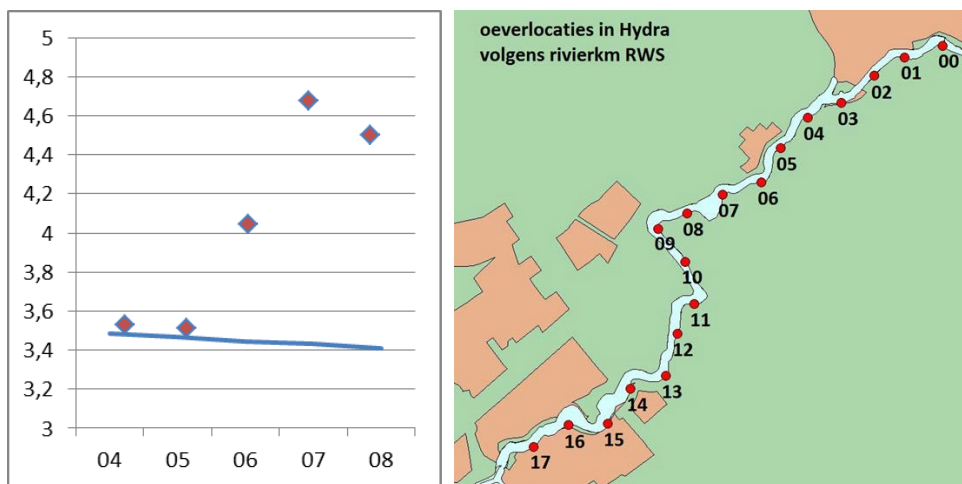
De waterstanden die voor KIJK zijn bepaald worden hoofdzakelijk bepaald door een falende SVK HIJ bij de huidige faalkans van 1 keer per 200 sluitingen. Bij een zeer kleine faalkans van bijvoorbeeld 1:10.000 wordt de situatie benadert zonder faalkans. De kans op extreme waterstanden boven NAP + 3,0 m op de HIJ is dan zeer klein. De binnenwaterstand en daarmee de benodigde dijkhoogte is dan grotendeels te reguleren, en wordt alleen nog begrensd door eisen vanuit het regionale waterbeheer (bemalingsmogelijkheden).

Figuur 3.1 geeft een indicatie van de optimalisatie in benodigde dijkhoogte als alleen de faalkans van de SVK HIJ wordt verkleind.



Figuur 3.1 Voorbeeld invloed verlagings faalkans op WBN en HBN

De werkelijke winst verschilt per locatie, zie figuur 3.2. Dit wordt bepaald door het hydraulisch belastingniveau, waterstand en golfoploop (HBN). Km 06 in figuur 3.2 komt overeen met figuur 3.1. Op locaties met weinig golfoploop zoals de dijken met voorlanden, km 04 in figuur 3.2, of dijkvakken die meer oostelijk zijn georiënteerd is de winst in hoogte vergelijkbaar met de daling van de waterstand. De golven komen dan nauwelijks bij de dijk. Voor dijkvakken met grote strijk lengte (open water) georiënteerd op het westen, km 07 in figuur 3.2, is de winst juist minder dan in figuur 3.1 wordt geschat. Dat kan teruglopen tot nagenoeg 0. Dat kan dan wel weer beïnvloed worden door juist bij extreme windsituaties met veel golfoploop een lager maalpeil aan te houden, zie paragraaf 3.2.



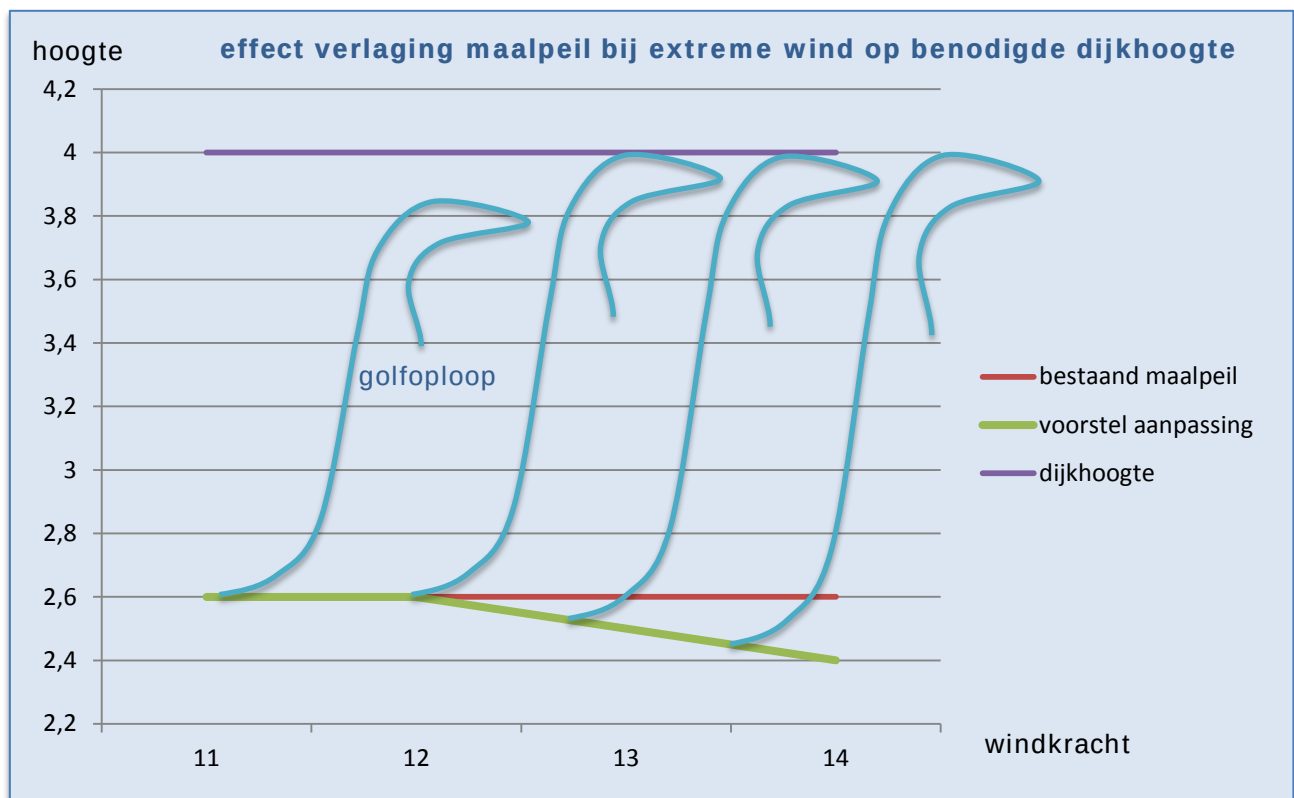
Figuur 3.2 Voorbeeld variatie in WBN (punten) en HBN (lijn)

Volgens de voorkeursstrategie van het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden blijft de Hollandsche IJssel voorlopig een getijderivier met SVK HIJ. Op de langere termijn na 2070 komt aan de orde of de SVK HIJ vervangen moet worden waarmee dat kansen biedt om de waterveiligheid te vergroten. Op de middellange termijn, verwacht na 2030, is een verlagings van de faalkans van de SVK HIJ nog een mogelijkheid. Rijkswaterstaat start in 2018 een onderzoek naar de mogelijkheid om de faalkans per sluitvraag te verlagen.

De maatregel is daarmee niet kansrijk voor de dijkversterking, maar kan wel bijdragen aan het verlagen van de maatgevende waterstanden in de toekomst. Door stijgende waterstanden en zetting van de dijk betekent dat vooral een verlenging van de levensduur.

3.2.2 Aanpassen sluit- en maalpeil

Verlagen van het maalpeil op de Hollandsche IJssel heeft in de maatgevende hoogwaterscenario's nagenoeg geen effect op de benodigde dijkhoogte en zorgt voor verlies van berging op de Hollandsche IJssel. Het is daarmee geen kansrijke systeemalternatief. Er is echter een uitzonderingssituatie waarin het tijdelijk verlagen van het maalpeil¹ wel bijdraagt aan de benodigde dijkhoogte op een aantal locaties met een grote golfoploop in maatgevende omstandigheden. Dat is het geval als de piek van een uiterst extreem stormveld samenvalt met het maximaal maalpeil. Dit is beschreven in de notitie Hoogwater Hollandse IJssel, invloed van de werking van de SVK HIJ, bijlage 4 van de notitie kansrijke alternatieven [1]. Opgemerkt wordt dat de analyse in de notitie Hoogwater Hollandse IJssel is gedaan bij een overslagdebiet van 1 l/s/m. De verwachte hoogtewinst kan dan tot circa 0,3 meter bedragen. Voor KIJK is als uitgangspunt een overslagdebiet van 5 l/s/m aangehouden. In dat geval reduceert de hoogtewinst tot circa 0,15 m, zie kader. Als een overslagdebiet van 10 l/s/m wordt aangehouden, wat bij damwanden een technisch haalbaar uitgangspunt lijkt, dan is het effect van een lager maalpeil bij extreme wind nog kleiner tot naar verwachting enkele centimeters. Er wordt dan meer water over de dijk toegestaan waardoor de wind dan minder bepalend is voor de dijkhoogte en de invloed van de falende SVK toeneemt.



Aanpassen van alleen het sluitpeil heeft geen direct effect op de benodigde dijkhoogte, maar het kan wel ingezet worden om te zorgen dat de piek van het stormveld niet samenvalt met het maximaal maalpeil. Het aanpassen van het maalpeil in uitzonderlijke omstandigheden (windkracht 12 op de Hollandsche IJssel) is als maatregel eenvoudig in te zetten en daarmee kansrijk.

¹ Waterstand = stilwaterstand, golven niet meegerekend
Maalpeil = is de waterstand waarop maalstop wordt ingezet
Sluitpeil = is peil bij inzetten van sluiting SVK

Verlaging van het maalpeil in deze bijzondere situatie betekend een verlies van berging op de HIJ. Echter de kans van voorkomen is dermate klein, in de orde van ééns per 2000 jaar, dat de negatieve effecten van eerder stoppen met bemalen voor het achterland van de omliggende waterschappen acceptabel zijn.

Het aanpassen van het sluit/maalregime (geen aanpassing faalkans SVK HIJ) heeft voor KIJK overigens geen effect op de maatgevende waterstand, want die blijft gedomineerd door een falende SVK HIJ.

3.3 Kansrijk

3.3.1 Benutten sterkte voorlanden

Door de sterkte van het voorland te benutten kunnen dijkversterkingsmaatregelen achterwege blijven of fors worden beperkt. Dit is uitgewerkt in de clusterrapportage Voorlanden, bijlage 15 van het eindrapport.

4 Raakvlakken met dijkalternatieven

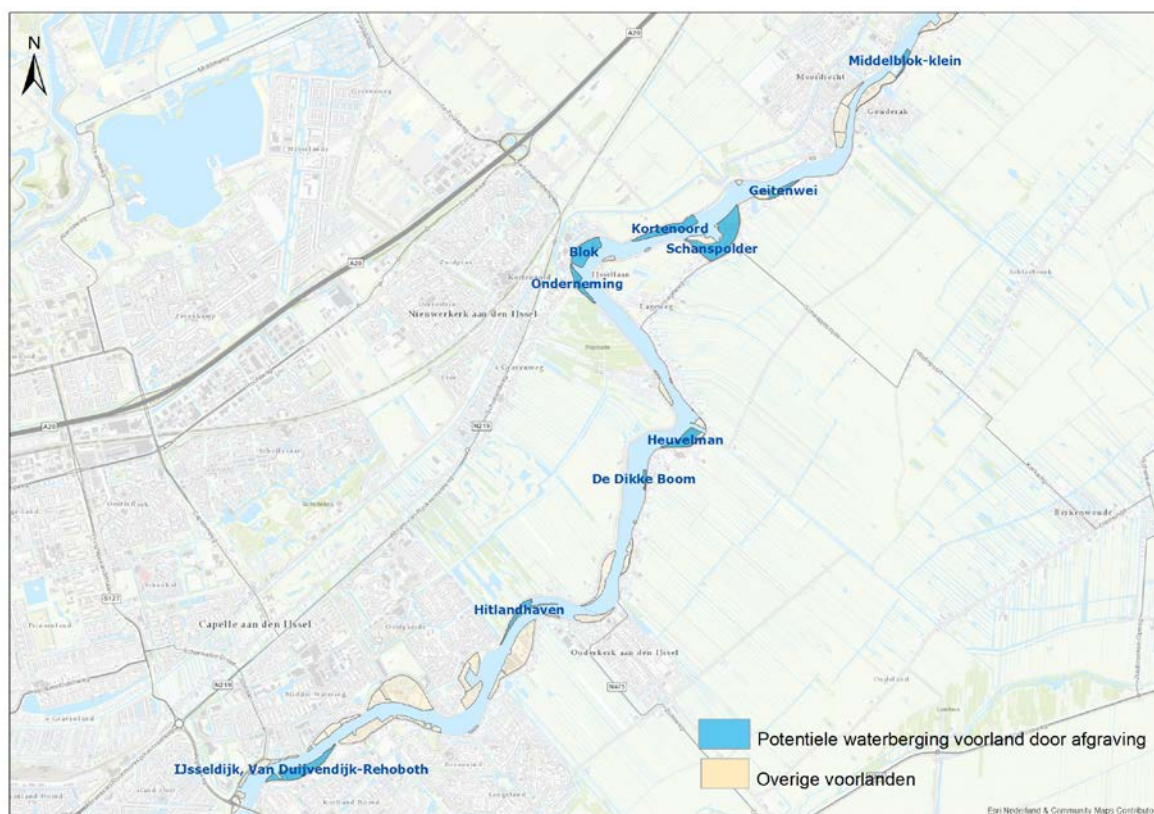
Maatregelen binnen het systeem HIJ hebben gevolgen voor de dijkalternatieven, maar dit geldt ook omgekeerd. In dit hoofdstuk worden de gevolgen die de dijkalternatieven hebben op het systeem beschreven op het gebied van waterberging en vaargeul.

4.1 Waterbergingscompensatie

Zoals in paragraaf 2.2.1 aangegeven moet een eventuele afname van bergend vermogen verplicht gecompenseerd worden. Eén van de mogelijke maatregelen is compensatie van bergend vermogen binnen het Hollandsche IJssel zelf. Gedacht wordt aan het verlagen van voorlanden om daarmee de afname aan bergend vermogen te compenseren.

Voorlanden, ook wel zellingen genaamd, zijn buitendijks gelegen terreinen tussen de dijk en de rivier die veelal kunstmatig zijn aangelegd met slib, puin, zand maar ook stads- en/of bedrijfsafval of zelfs chemische afval.

In het kader van project KIJK is een verkenning gedaan naar de aanwezige voorlanden tussen Krimpen aan den IJssel en Gouda aan beide zijden van de Hollandsche IJssel. In figuur 4.1 zijn de potentiële voorlanden weergegeven. Potentiële voorlanden zijn voorlanden die een substantiële bijdrage kunnen leveren in de compensatie van bergend vermogen. Diverse hooggelegen voorlanden met een groot oppervlak zijn hiervoor buiten beschouwing gelaten vanwege de bestaande inrichting, zoals de zuivering Groenendijk, buitendijkse woonwijken en relatief nieuw ingerichte bedrijventerreinen.



Figuur 4.1 Potentiele locaties waterberging voorland

Per locatie is een indicatieve berekening gemaakt wat de bijdrage aan waterberging is bij afgraving / verlaging van het voorland. Dit resulteert in het onderstaande overzicht, tabel 4.1.

Nr.	Omschrijving locatie	Oppervlakte m ²	Aanwezige hoogte gemiddeld (m t.o.v. NAP)	Hoogte- verlaging m	Waterberging (m ³)	Inschatting verontreiniging
1	Middelblok Klein	6.000	2,7	1,50	9.000	Matige verontreiniging
2	Kortenoord	45.000	3,2	1,90	85.500	Reële kans op verontreiniging
3	Blok	49.000	3,5	1,90	93.100	Matige verontreiniging
4	Onderneming	10.000	3,1	1,90	19.000	Matige verontreiniging
5	Heuvelman	30.000	2,7	1,50	45.000	Reële kans op verontreiniging
6	De Dikke Boom	4.000	2,4	1,20	4.800	Matige verontreiniging
7	Hitlandhaven / Jachthaven Nieuwerkerk	20.000	2,2	1,00	20.000	Matige verontreiniging
8	Van Duijvendijk	55.000	2,6	1,40	77.000	Reële kans op verontreiniging
9	Geitenwei	9.000	2,7	1,50	13.500	Zwaar vervuild
10	Schanspolder	100.000	3,5	1,90	190.000	Zwaar vervuild
		328.000			556.900	
Let op! Waterberging bepaald vanaf een hoogte van 1,2 m +NAP (GHW)						

Tabel 4.1 potentiële bijdrage voorlandverlaging in waterberging HIJ

Verder is op basis van de historie van de voorlanden een inschatting gemaakt of en in welke mate de voorlanden verontreinigd zijn. Dit is een aspect waar zeker rekening mee gehouden moet worden in de planuitwerkingsfase. Naast de mogelijke verontreinigingen in de zellingen/voorlanden zijn een aantal planologische ontwikkelingen waar rekening mee moet worden gehouden. Bij de zelling 'Onderneming' is de gemeente Zuidplas in samenwerking met een projectontwikkelaar voornemens om een 66 tal woningen te realiseren. Voor Zelling Kortenoord zijn plannen om de bestaande industrie/bedrijven te vervangen door een containerterminal.

De compensatie van bergend vermogen binnen de Hollandsche IJssel is mogelijk, waarbij wordt opgemerkt dat dit binnen de planperiode moeilijk realiseerbaar wordt geacht en

alleen tegen hoge kosten uitvoerbaar is vanwege de bestaande inrichting en de te verwachten verontreinigingen die moeten worden afgevoerd.

Compensatie van berging in het achterland is ook nog een mogelijkheid. Dit geldt alleen voor de compensatie voor het verlies aan bergingscapaciteit op de HIJ.

Het aanpassen van het maalpeil in uitzonderlijke omstandigheden (windkracht 12 op de HIJ) betekent ook verlies van berging. Echter dit komt zo zelden voor, minder dan 1:2000 per jaar, dat er geen compensatie nodig is voor bergingsverlies voor een eerdere maalstop bij windkracht 12. In het project Slim watermanagement HIJ kan deze eerdere maalstop worden afgestemd met de deelnemers aan het waterakkoord en worden geformaliseerd. Binnen dijkversterkingsproject KIJK heeft dit aspect geen invloed op de versterkingsmaatregelen.

4.2 Vaargeul

Zoals aangegeven in paragraaf 2.2.1 is een van de belangrijkste functies van de Hollandsche IJssel beroeps- en recreatievaart. Het beperken van de vaargeul is niet acceptabel en leidt automatisch tot een knock-out voor mogelijke alternatieven m.b.t. dijkversterking. Daarnaast staat ook in de MER [8] vermeld dat de HIJ vanaf de Julianasluis in Gouda tot aan de monding in de Nieuwe Maas niet voldoet aan de normen die voortkomen uit de stromingstheorie (Marin, 2015). Dit betreft het vaarwegprofiel (breedte en diepte) van de beschikbare vaargeul in relatie tot de vaarwegklasse en de verkeersintensiteit. Zo wordt in het interim rapport 'Gewenst Rivierprofiel' uit 1988, het BPRW 2010-2015 en ook in het recente 'Vaargeulen in de Regio West-Nederland Zuid' uit 2013 op grond van de stromingstheorie een vaarwegbreedte geadviseerd van 106 m. Op veel plaatsen is de HIJ echter smaller dan 106 m.

5 Aanbevelingen voor het vervolg

In het proces van ontwerpen en beoordelen van kansrijke alternatieven zijn de volgende aanbevelingen geformuleerd die relevant zijn voor de onderbouwing en selectie van het voorkeursalternatief.

SVK HIJ: faalkans optimalisatie wordt niet meegenomen in de berekeningen voor nieuwe hydraulische randvoorwaarden (HR) en hydraulisch belastingsniveau (HBN). Dit levert namelijk onvoldoende resultaat op in benodigde hoogte en stabiliteit. Echter op de langere termijn (na 2030) kan een lagere faalkans wel bijdragen aan de verlenging van de levensduur van de dijkoplossingen. Voor 2050 is al rekening gehouden met de verlaging van de faalkans naar 1:500 per keer. Mogelijkheden om een lagere faalkans te realiseren worden onderzocht door RWS.

Door het slim benutten van de huidige SVK HIJ, namelijk door het eerder sluiten in combinatie met een lagere maalstop in zeer bijzondere situaties, kan er op enkele kritieke locaties een minder grote versterkingsopgave voor de dijk worden bereikt. Er is bij de betrokken organisaties ambtelijk draagvlak aanwezig om het Waterakkoord hierop aan te passen. Het sluitregime SVK HIJ slimmer gebruiken en het hanteren van een flexibel maalregime zal worden meegenomen in de berekeningen van de nieuwe HR en HBN. In het proces tot besluitvorming op het VKA wordt gewerkt aan een concreet voorstel in het Waterakkoord of draaiboek SVK HIJ.

Voor het alternatief breed en hoog voorland is aangetoond dat dit kansrijk is. Hiervoor worden geen andere kansrijke alternatieven uitgewerkt. Voor hoog en breed voorland zal alleen het effect op hoogte beschouwd worden in vervolg van het project. Voor de juridische, beleidsmatige en beheersmatige haalbaarheid en borging worden de resultaten en voorstellen van de project overstijgende verkenning Voorlanden afgewacht.

Achterland, compartimentering en berging leveren onvoldoende bijdragen aan het verminderen van de veiligheidsopgave en zullen daarom niet verder worden beschouwd of uitgewerkt in het project. Echter waterberging als maatwerkoplossing, in te zetten bij gevolgbepierking in combinatie met een hoger overslagdebiet, is onderdeel van de planuitwerkingsfase.

Referenties

- [1] Notitie kansrijke alternatieven, Krachtige IJsseldijken Krimpenerwaard, Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard, juni 2017
- [2] Voorkeurstrategie Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden, september 2014
- [3] Clusterrapportages dijkvakken en voorlanden, bijlage 15 en 17
- [4] Rivierkundig Beoordelingskader voor ingrepen in de Grote Rivieren, 23 januari 2017
- [5] Waterakkoord Hollandsche IJssel en Lek, 2005
- [6] Notitie ontwerp-kaders en uitgangspunten, Krachtige IJsseldijken Krimpenerwaard, Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard, bijlage 12
- [7] Notitie mogelijke alternatieven, Krachtige IJsseldijken Krimpenerwaard, Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard, 9 februari 2017
- [8] Milieueffectrapportage 1e fase (MER), bijlage 3

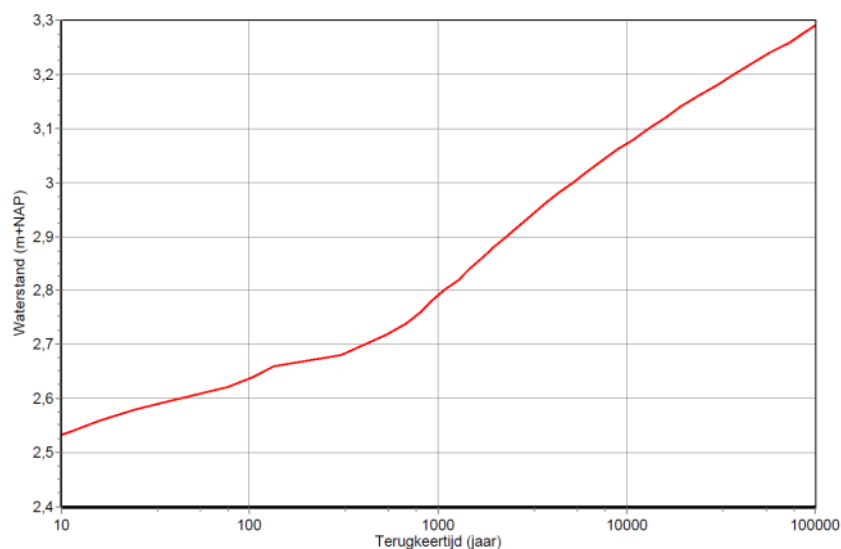
Bijlage 1 Hoogwater op de Hollandsche IJssel

De hoogte van de waterstand bij norm (WBN, voorheen MHW) en de mate van golfoploop op de dijk zijn vanuit het systeem Hollandsche IJssel belangrijke ontwerprandvoorwaarden voor de dijkversterking. Figuur 1 geeft een overzicht van de bepalende factoren voor hoogwater. Meest bepalende factor hierin is hoogwater op zee. Hoge rivierafvoeren alleen zijn niet bepalend, maar in combinatie met een gesloten Europaotkering (Maeslantkering en Hartelkering) geeft dat extra opzet bij de SVK HIJ. Wind zorgt voor windgolven op de HIJ, maar ook voor scheefstand op de Hollandse IJssel.



Figuur 1: overzicht Hollandsche IJssel

De maatgevende waterstanden worden berekend met het programma Hydra-NL. Dit programma rekent waterstanden en golfoploop uit met een kans van voorkomen, zie figuur 2. In de notitie Hoogwater Hollandse IJssel, invloed van de werking van de stormvloedkering Hollandse IJssel [A] is meer in detail ingegaan op de berekeningswijze van Hydra-NL.



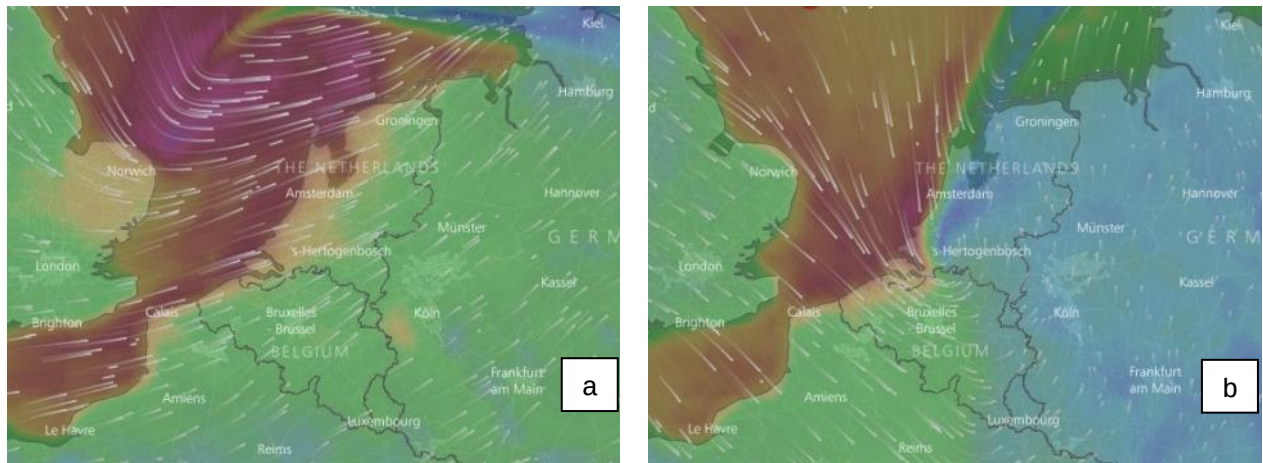
Figuur 2: voorbeeld verloop waterstand met kans van voorkomen op de Hollandsche IJssel

De maatgevende waterstanden en HBN zijn uitgewerkt in de notitie Hydraulische ontwerprandvoorwaarden Kijk [B]

Toelichting bepalende factoren

Hoge waterstanden op de zee langs de kust bij Hoek van Holland is een combinatie van opstuwing op de Noordzee en het getij. Een verhoging van de waterstand door de wind wordt stormopzet genoemd.

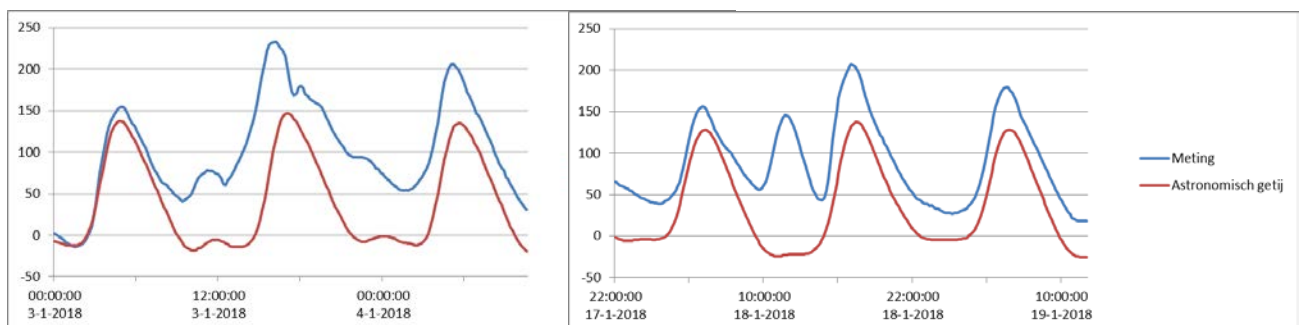
Bij noordwestenstorm wordt de opstuwing nog eens extra versterkt door de trechter bij het Kanaal. In figuur 3 zijn 2 plaatjes opgenomen van stormvelden op de Noordzee. Het windveld bij a. is sterker, maar het windveld bij b. zorgde voor hogere waterstanden bij Hoek van Holland.



Figuur 3: Voorbeeld stormvelden op de Noordzee

Op de Hollandsche IJssel is het omgekeerd. Juist storm vanuit west tot zuidwest zorgt voor extra opstuwing op de Hollandsche IJssel en kan daarbij een grote scheefstand veroorzaken tussen Krimpen en Gouda, waarbij het water bij Gouda meer dan 0,5 m hoger kan staan.

Naast de windopzet speelt het getij een belangrijke rol, omdat de windopzet bovenop het getij plaatsvindt. In figuur 4 zijn 2 plaatjes gegeven van recente stormen, waarbij de storm van 3 januari zorgde voor sluiting van de SVK HIJ en de veel felle storm van 18 januari niet. Tijdens de storm van 18 januari bedroeg de maximale stormopzet circa 1,7 meter, bijna het dubbele van de opzet op 3 januari, maar dat viel samen met laagtij.



Figuur 4: Getij en stormopzet

De waterstanden die uiteindelijk met een kans van voorkomen met HydraNL worden bepaald zijn resultanten van de kans dat bepaalde omstandigheden tegelijkertijd optreden. Dat zijn dus combinaties van factoren die voor een zelfde waterstand zorgen, maar het zijn niet altijd dezelfde factoren die de maximale golfoploop bepalen.

Andere factoren hebben een minder grote rol, maar dragen wel bij aan de maximaal optredende waterstanden. Voor de Nieuwe Maas bij de monding van de Hollandsche

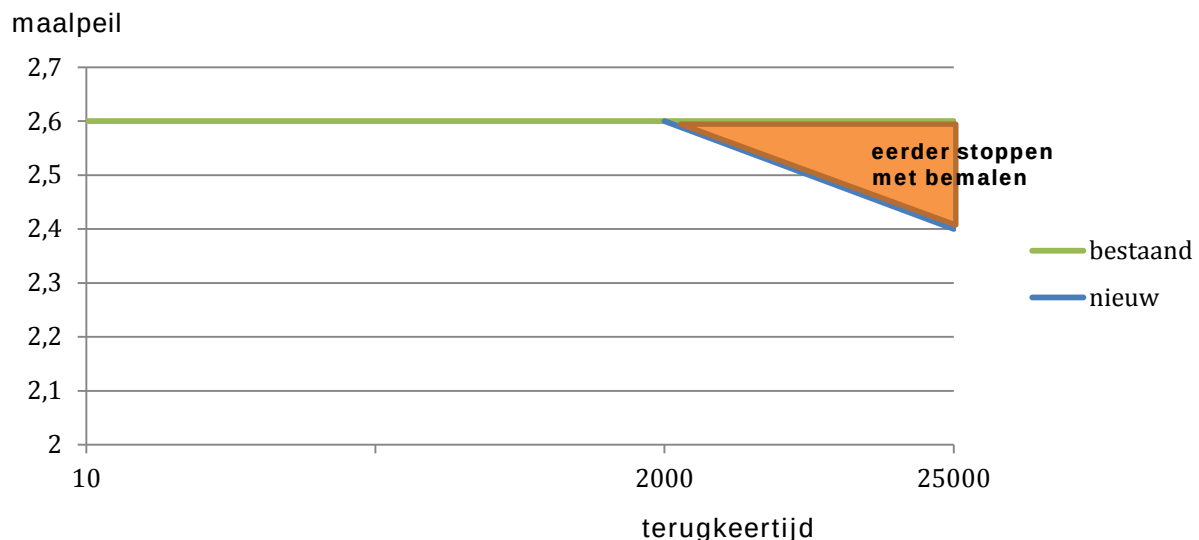
IJssel zorgt de waterafvoer van de grote rivieren voor extra opzet als de Europoortkering (Maeslantkering en Hartelkering) gesloten is. Als de waterstand oploopt tot aan de waterstand bij norm is de kans op sluiting zeer groot, zodat er ook van uit moet worden gegaan dat de waterstand op de Hollandsche IJssel langere tijd hoog staat. Daarbij wordt uitgegaan van een stormduur van 32 uur.

Voor de Hollandsche IJssel zorgt de aanvoer vanuit de polders (uitmalen) voor toenemende waterstanden op de Hollandsche IJssel zelf. Ook hiervoor geldt dat bij normsituaties er vanuit moet worden gegaan dat de Hollandsche IJsselkering langdurig dichtstaat. Het maalpeil geldt dan als maximaal peil. Wind kan dan nog zorgen voor scheefstand op de Hollandsche IJssel en golfoploop en golfoverslag bij de dijk. In de notitie Hoogwater Hollandse IJssel, invloed van de werking van de stormvloedkering Hollandse IJssel [A] is geconcludeerd dat met de huidige faalkans van de SVK de maatgevende waterstand met golfoploop optreedt bij een gesloten SVK, op locaties waar windopzet en golfoploop een grote bijdrage hebben. In dat geval is de bijdrage gesloten SVK HIJ op de benodigde dijkhoogte nog relatief groot. Dat is als volgt te verklaren: de kans dat de kering gesloten is als het nodig is, is nog steeds vele malen groter dan de kans dat deze faalt. De kans dat het dan extreem hard waait is dan eveneens een stuk groter.

Verlaging maalpeil

Bij een faalkans van 1:200 keer van de SVKHIJ volgt uit de berekeningen van HydraNL dat op dijkstrekkingen met hoge golfoploop, de gesloten SVKHIJ grotendeels de benodigde dijkhoogte bepaald. De berekende maatgevende wind is bij gesloten SVKHIJ een stuk hoger dan bij een falende SVKHIJ. Bij een terugkeertijd van 1:2000 per jaar is de wind bij gesloten SVK vergelijkbaar met de wind bij falende SVK met een terugkeertijd van 1:25.000 per jaar. Dat is windkracht 12 op de Hollandse IJssel. Als dat het geval is zou eerder (en tijdelijk) moeten worden gestopt met bemalen totdat de storm over zijn hoogtepunt heen is. Tot windkracht 12 zou in dat geval langer doorgemalen kunnen worden.

In grafiek ziet dat er uit, zoals in onderstaand figuur is weergegeven.



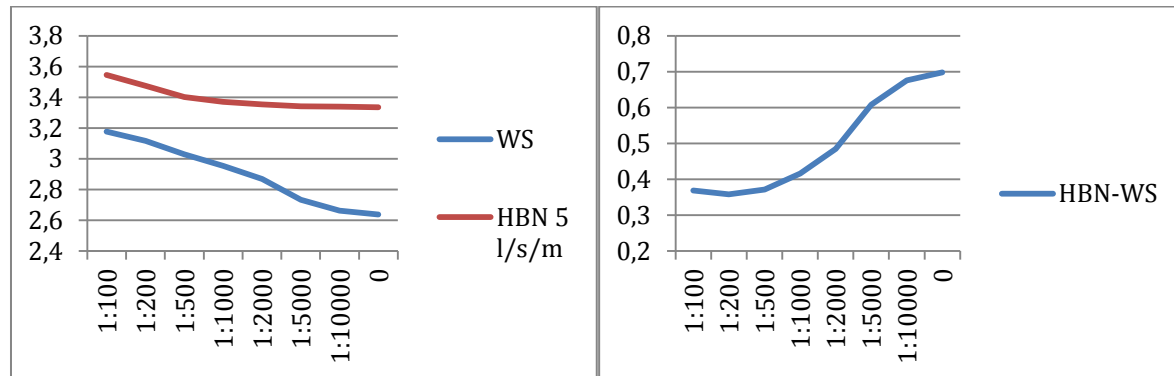
Falen stormvloedkeringen

De Europoortkering kent een faalkans van 1 per 100 keer en voor de SVK HIJ wordt uitgegaan van een faalkans 1 per 200 keer. De kans dat beide keringen tegelijkertijd falen is klein omdat beiden nagenoeg onafhankelijk van elkaar functioneren.

De waterstanden die voor KIIJK zijn berekend worden hoofdzakelijk bepaald door een falende SVK HIJ bij de huidige faalkans van 1 keer per 200 sluitingen. Een faalkans 1:10.0000 benaderd de situatie zonder faalkans. De kans dat falen dan samenvalt met

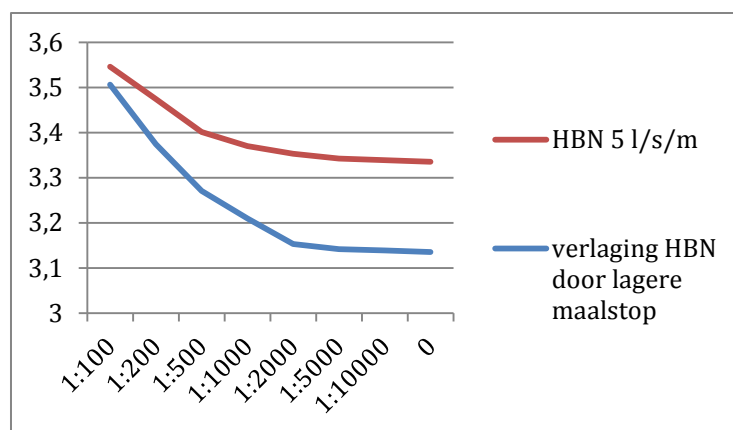
een extreme situatie in de buitenwaterstand is nagenoeg verwaarloosbaar. De binnenwaterstand en daarmee de benodigde dijkhoogte is grotendeels reguleerbaar, en wordt alleen nog begrenst door eisen vanuit waterbeheer (bemalingsmogelijkheden).

In een voorbeeld is dit nader uitgewerkt.



Figuur 5: Waterstand en HBN bij een overslagdebiet van 5 l/s/m met een kans van voorkomen 1:25.000 jaar bij verschillende faalkansen van de SVK HIJ.

De grafieken in figuur 5 geven de berekende waterstand (WS) en de benodigde dijkhoogte door golfoploop (HBN) aan. Door verlaging van de faalkans SVK HIJ nemen de waterstand en het HBN af, maar de waterstand daalt veel sneller dan het HBN. Het verschil tussen beide loopt op, zie tweede figuur. Deze waterstanden en HBN worden echter berekend bij een volledig gevulde Hollandse IJssel tot aan het maalpeil van NAP + 2,60 m. Als de SVK HIJ dicht is, geeft een verlaging van de waterstand (maalpeil) een zelfde verlaging van het HBN. Hoe groter de kans dat de SVK HIJ niet faalt hoe groter dat effect is. De bijbehorende waarden zijn nog niet met de huidige waterstandsmodellen te bepalen, maar illustratief is het effect aangegeven in figuur 6.



Figuur 6: Potentiele verlaging dijktafelhoogte door lagere maalstop bij afnemende faalkans SVK.

Als een lagere maalstop vaker wordt ingezet dan daalt het HBN het meest bij lagere faalkansen van de SVK HIJ. De mogelijke negatieve gevolgen voor waterbeheer vanuit de omliggende waterschappen nemen dan echter toe.

Bij de waterstanden en HBN's wordt nog opgemerkt dat deze exclusief onzekerheidsmarge van 0,3 m zijn berekend. Deze onzekerheidsmarge moet hierbij opgeteld worden volgens het ontwerpinstrumentarium van het hoogwaterbeschermingsprogramma (OI2014v4).

Referenties

- [A] Notitie Hoogwater Hollandse IJssel, invloed van de werking van de stormvloedkering Hollandse IJssel
- [B] Bijlage 1 van de Notitie ontwerpkaders en uitgangspunten, Krachtige IJsseldijken Krimpenerwaard, Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard