

Dijkversterking KIJK

Maaiveldaling, toekomstige waterhuishouding en bebouwing

1 Inleiding

Vanwege de voortdurende maaiveldaling in de Krimpenerwaard zijn in de toekomst steeds weer peilaanpassingen nodig (verlaging waterpeil) om ongewenste vernatting van landbouwpercelen en/of infrastructuur te voorkomen. Deze peilaanpassingen kunnen een knelpunt gaan vormen voor de bebouwing, bijvoorbeeld vanwege het droogvallen van houten funderingen, of het optreden van ongelijkmatige zettingen. De vraag doet zich voor hoe hiermee in de toekomst kan worden omgegaan. Krijgt de bebouwing een eigen peilvak, is dit niet nodig, of worden andere maatregelen getroffen om negatieve effecten te voorkomen? Op termijn instellen van een eigen waterpeil bij de bebouwing kan gevolgen hebben voor de uitgangspunten die voor de dijkveiligheidsberekeningen voor de langere termijn worden gehanteerd. Ook heeft dit mogelijk invloed op de beoordeling van de maatregelalternatieven voor de dijkversterking (toekomstige herinrichting van het watersysteem kan een kans of beperking vormen).

Deze memo bevat een nadere analyse naar het optreden van maaiveldaling, de mogelijke gevolgen voor de toekomstige waterhuishouding en de wijze waarop het waterschap met deze problematiek wil omgaan. Bij de uitwerking van deze analyse is gebruik gemaakt van de resultaten van het KIJK-onderdeel OM 5.1, Schade- en monitoringsplan. In dit kader is namelijk een onderzoek gedaan naar de staat van de aanwezige bebouwing en de mogelijke schaderisico's. De resultaten van dit onderzoek zijn beschreven in de rapportages:

- Rapport [RA16232c1]IB_KIJK OM5.1, Schademonitoring Belendingenonderzoek-Feitelijke rapportage (10-02-2017)
- Notitie [NT16232b1] IB_KIJK OM5.1, Schademonitoring-Analyse belendingenonderzoek (13-02-2017)

2 Beleid en visie waterschap

In het waterbeheerplan *Mensen met water, waterbeheerplan 2016-2021* (vastgesteld Algemeen Bestuur d.d. 29 juni 2016) is het onderwerp bodemdaling benoemd als belangrijke ontwikkeling voor het waterbeheer. Vooral in de Krimpenerwaard en in de Zuidplaspolder speelt dit onderwerp, waarbij het steeds moeilijker wordt om tegen maatschappelijk aanvaardbare kosten de waterhuishouding voor de huidige functies in stand te houden.

In het waterbeheerplan geeft het waterschap als ambitie aan om via een gebiedsgerichte aanpak van wateropgaven (waaronder bodemdaling) tot oplossingen te komen. Hierbij is als doel benoemd dat het waterschap weet wat de knelpunten zijn ten aanzien van waterkwantiteit, waterkwaliteit en grondwater (doelstelling 14). Dit wordt bijvoorbeeld gerealiseerd door het opstellen van watersysteemmodellen, het opstellen van water- en stoffenbalansen per deelgebied en het uitwerken van watergebiedsplannen per deelgebied. Ook is aangegeven dat er een **Visie bodemdaling** wordt opgesteld.

Algemeen beleid is verder dat in veengebieden wordt uitgegaan van een maximale gemiddelde drooglegging van 0,60 meter per peilvak. Door de drooglegging per peilvak te beperken, blijft de bodemdaling relatief beperkt.

Recent is het onderwerp bodemdaling besproken in een informeel overleg van de Verenigde Vergadering HHSK (24 mei 2017). Daarbij is ondermeer de beleidsstudie *Dalende bodems, stijgende*

kosten van het Planbureau voor de Leefomgeving (2016) behandeld. In aansluiting op dit overleg is binnen het waterschap gestart om te kijken wat er in een Visie bodemdaling uitgewerkt moet gaan worden. De bedoeling is om hiervoor op korte termijn een voorstel uit te werken ter behandeling in het bestuur (verwachting gereed augustus-september 2017).

Vanuit het waterschap is op dit moment het standpunt om een strategie te volgen gericht op een robuust watersysteem. Met instemming van de provincie wordt een relatief terughoudend beleid gevoerd met betrekking tot de drooglegging in het gebied (peilbesluiten), waardoor de bodemdaling redelijk goed beheersbaar is gebleven. De NNN-begrenzing (EHS) in de Krimpenerwaard is mede gebaseerd op de waterkansenkaart van het waterschap, waardoor deze gebieden vooral liggen in de deelgebieden van de Krimpenerwaard die het meest kwetsbaar zijn gebleken voor het optreden van bodemdaling.

Belangrijk onderwerp dat op dit moment speelt in relatie tot bodemdaling is het toepassen van onderwaterdrainage. Het waterschap heeft hier op dit moment geen beleid of regelgeving voor. Daarmee is dit een onderwerp dat mogelijk in aanmerking komt voor uitwerking in de Visie bodemdaling.

Eerdere onderzoeken/besluiten in relatie tot het peilbesluit

In het kader van het peilbesluit voor de Krimpenerwaard heeft het waterschap in een eerder stadium de volgende onderzoeken uitgevoerd naar de mogelijke effecten van peilaanpassing (vanwege opgetreden bodemdaling) op bebouwing en infrastructuur:

- Grondwateronderzoek Gouderak (2013)
- Grondwateronderzoek peilaanpassing Bergambacht (2013)

Beide onderzoeken hebben geresulteerd in een partiele herziening van het peilbesluit voor de Krimpenerwaard.

Bij Gouderak heeft dit geresulteerd in het besluit om in peilvak Middelblok (waarin de bebouwde kern van Gouderak is gelegen) geen peilindexatie toe te passen, in afwachting van de ruimtelijke opgave die de provincie Zuid-Holland binnen dit deelgebied nog moet vaststellen. De belangen van het huidige (agrarisch) grondgebruik (met de wens om de peilen te indexeren aan opgetreden maaiveldddaling) en het stedelijk grondgebruik (bebouwde kern van Gouderak) zijn volgens de toelichting op de partiele herziening van het peilbesluit op termijn strijdig met elkaar. Om beide functies op termijn te faciliteren zou het stedelijk gebied mogelijk geïsoleerd moeten worden van het agrarisch gebied. Vanwege de mogelijke functieveranderingen in het gebied, wordt hier nu niet voor gekozen.

Bij Bergambacht heeft dit geresulteerd in het besluit om de (toekomstige) bebouwing van Bergambacht-zuid waterhuishoudkundig te isoleren van het omliggende agrarische gebied, zodat in het agrarische gebied peilindexatie mogelijk blijft. Op basis van het uitgevoerde onderzoek is geconcludeerd dat peilindexatie een negatief effect zou kunnen hebben op de bebouwing in Bergambacht zuid (bij panden met houten palen of op staal gefundeerde panden). Door de waterhuishoudkundige isolatie kan bij de bebouwing een eigen, vast peilniveau worden aangehouden. Het nieuwe peilvak voor Bergambacht-zuid is aangesloten op het bestaande peilvak voor de bebouwing in Bergambacht-noord (dit gebied was al eerder waterhuishoudkundig geïsoleerd van de omgeving).

Visie stedelijk waterplan K5 (2007)

In de Visie stedelijk Waterplan K5 die in 2007 is opgesteld door betrokken gemeenten uit de Krimpenerwaard en betrokken waterschappen (waaronder HHSK), is ook aandacht geschonken aan waterhuishoudkundige isolatie van de bebouwde kernen. In de visie is aangegeven dat een aantal kernen in de Krimpenerwaard (Stolwijk, Ouderkerk, Gouderak, Berkenwoude en Haastrecht) door verlaging van het waterpeil te maken kan krijgen met ongewenste effecten voor de bebouwing. In dit

verband is voorgesteld om gemeenschappelijke criteria vast te stellen over hoe om te gaan met waterhuishoudkundige isolatie en de kosten-basten-afweging hiervoor. Vastlegging hiervan zou moeten plaatsvinden in een gemeenschappelijk opgesteld document. In de Visie is aangegeven dat voor de kern Stolwijk in 2006 een positieve beslissing is genomen over waterhuishoudkundige isolatie. Voor zover bekend heeft het vaststellen van gemeenschappelijk criteria in de praktijk geen verdere uitwerking gekregen.

3 Analyse risico's bebouwing en toekomstige bodemdaling en peilaanpassing

3.1 Risico-analyse op basis van KIJK-Belendingenonderzoek

Op basis van de resultaten van het Belendingenonderzoek van KIJK-onderdeel 5.1, is een eerste risico-inschatting gedaan naar de mogelijke gevolgen van verdergaande bodemdaling en peilaanpassing (ter compensatie van opgetreden bodemdaling) voor de bebouwing. Daarbij zijn de volgende potentiële risico's in beschouwing genomen:

1. Optreden van ongelijkmatige bodemdaling ter plaatse van bebouwing, waardoor schade aan bebouwing kan plaatsvinden.
2. Peilaanpassing (verlagen waterpeil) ter compensatie van opgetreden bodemdaling, waardoor houten palen van de bebouwingsfundering droog komen te staan.

Ad 1) Bebouwing en risico's ongelijkmatige bodemdaling/grondvervormingen.

Vooraf wanneer sprake is van ongelijkmatige bodemdaling, kunnen grondvervormingen tot schade aan bebouwing leiden. Als gekeken wordt naar het funderingstype, dan geldt in algemene zin dat bebouwing met een fundering op staal het meest gevoelig is voor eventuele grondvervormingen. Omdat in het belendingenonderzoek per pand het funderingstype is bepaald, is na te gaan bij welke panden dit speelt.

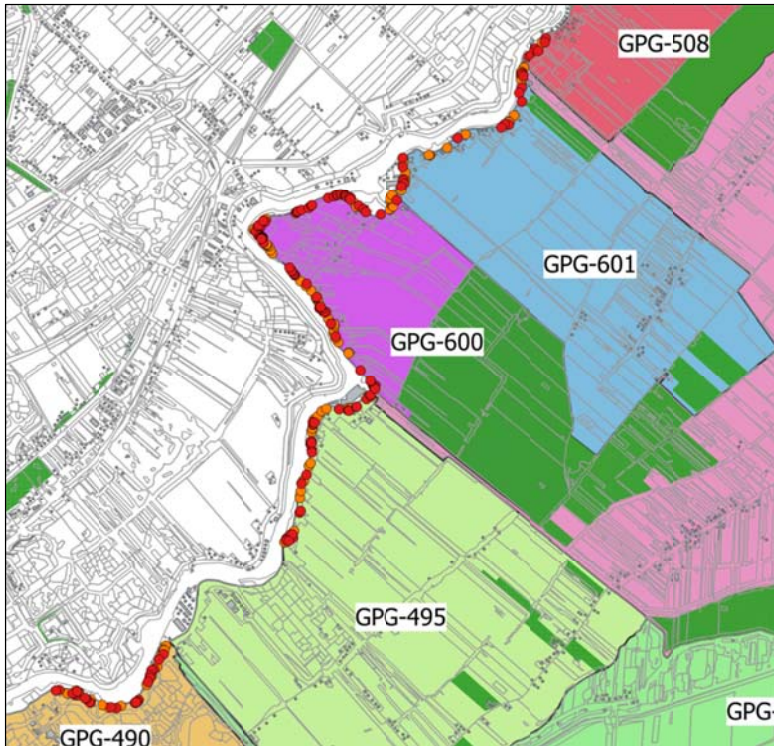
Bij het belendingenonderzoek is per pand ook een beoordeling van de staat gegeven. Voor panden die beoordeeld zijn als 'gevoelig' is voor deze memo aangenomen dat dit risicopanden zijn voor grondvervormingen. Het gaat om monumentale panden en om panden waar in de huidige situatie al scheurvorming is waargenomen, of waar een relatief grote zetting heeft plaatsgevonden.

De ligging van de panden die volgens voorgaande uitgangspunten als risicogevoelig voor grondvervorming zijn beoordeeld, zijn weergegeven in figuur 1. Het gaat daarbij om de volgende aantallen panden:

Tabel 1: Panden risicogevoelig voor grondvervorming

Selectie	Aantal
Panden met fundering op staal binnendijks, niet 'gevoelig'	115
Panden met fundering op staal binnendijks, 'gevoelig'	33
Panden binnendijks met staat van het pand 'gevoelig' en geen fundering op staal	109
TOTAAL	257

Op basis van voorgaande analyse hebben in totaal 257 panden een verhoogd risicoprofiel voor grondvervormingen. Dit is ruim 30% van het totaal aantal panden (797). Deze panden liggen verspreid over het gehele KIJK-traject.



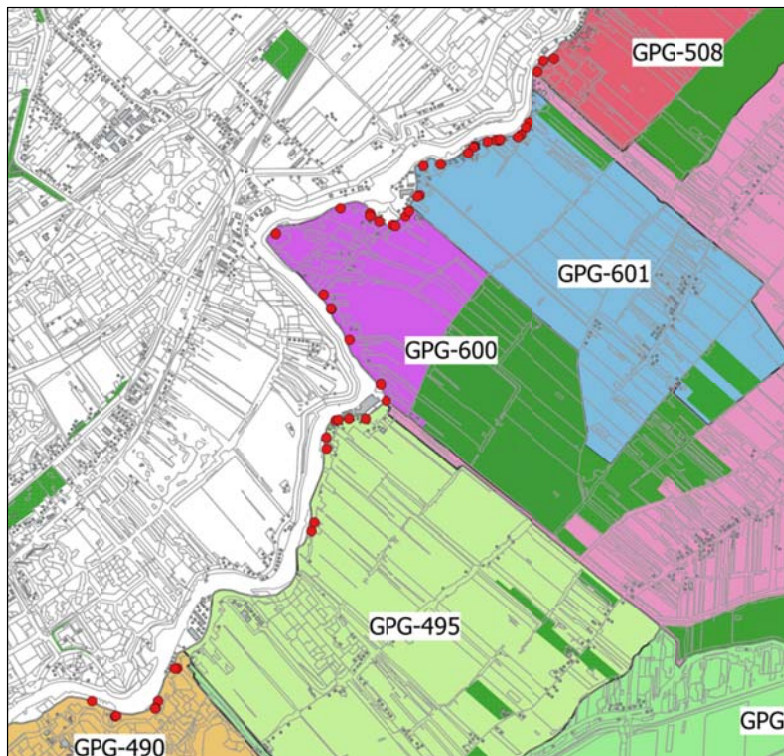
Figuur 1 Panden binnendijs die op basis van fundering of staat van het pand als gevoelig zijn beoordeeld voor grondvervorming

Bij doorgaande bodemdaling blijven zich grondvervormingen voordoen, wat risico's op schade met zich meebrengt. Indien vanwege de opgetreden bodemdaling, een peilaanpassing plaatsvindt, dan blijft het proces van bodemdaling zich voortzetten en zal het hoogteverschil tussen de dijk en de polder verder toenemen. Bij peilaanpassing vraagt dit altijd aandacht voor de mogelijke effecten ten aanzien van bebouwing. Voorgaande analyse geeft een indicatie van ligging van de panden die in de huidige situatie het meest gevoelig zijn hiervoor.

Ad 2) Bebouwing en risico's op droogval houten palen.

Als panden op houten palen zijn gefundeerd geeft dit risico's op schade als de houten fundering (gedeeltelijk) 'droog valt'. Dit is een effect wat kan optreden als een peilaanpassing wordt doorgevoerd ter compensatie van opgetreden maaiveld daling.

In figuur 2 is een overzicht gegeven van de woningen die volgens het belendingenonderzoek een fundering van houten palen hebben en binnendijs zijn gelegen. In totaal zijn dit 50 van de 797 onderzochte panden (circa 6%). Voor verschillende van deze panden geldt dat deze in de nabijheid van bestaande watergangen liggen.



Figuur 2 Panden met fundering van houten palen binnendijks

3.2 Grondwateronderzoek Gouderak (2013)

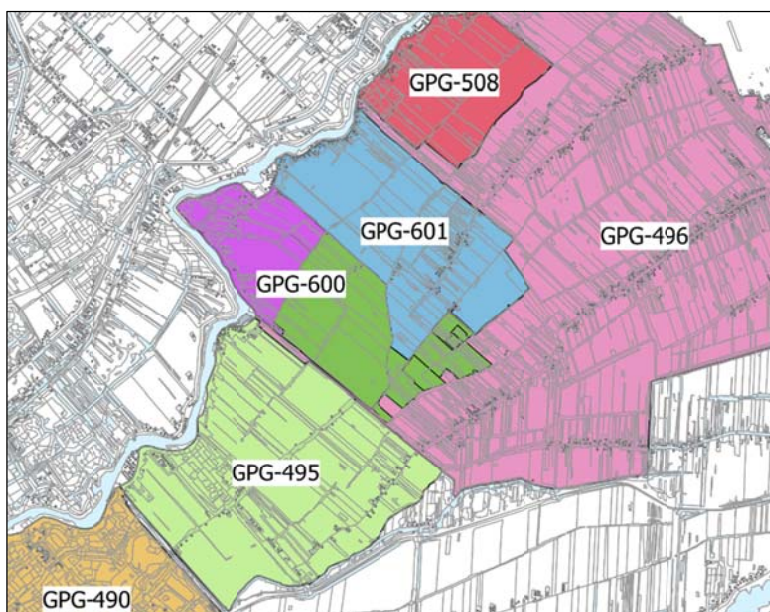
Bij het Grondwateronderzoek Gouderak is nader onderzoek gedaan naar de mogelijke effecten van peilaanpassing voor de gehele bebouwde kern van Gouderak. Uit dit onderzoek komt naar voren dat in de bebouwde kern van Gouderak de volgende typen funderingen voorkomen:

- Houten paalfundering
- Houten paalfundering met betonplanger
- Fundering op staal
- Betonpaalfundering
- Paalfundering materiaal onbekend.

Op basis van een nadere analyse van de gebiedskenmerken en het functioneren van het watersysteem (o.a. aan de hand van meetgegevens peilbuizen) is de conclusie van het onderzoek dat er in Gouderak een aantal panden is, waarbij de grondwatersituatie ten opzichte van de fundering momenteel kritiek is. De peilindexatie waar het onderzoek over gaat (peilverlaging met 0,06 meter) is echter nog dermate beperkt van omvang, dat dit naar verwachting niet zal leiden tot een toename van de schade. Bij doorgaande verlaging zijn op termijn mogelijk wel negatieve effecten te verwachten.

3.3 Peilvakken en ontwikkelingen bodemdaling

Aan de polderzijde van het KIJK-traject liggen in totaal verschillende vijf peilvakken, die in belangrijke mate het waterpeil in het binnendijkse gebied bepalen. Zie figuur 3 en tabel 2.



Figuur 3 Peilvakken KJK-traject die in belangrijke mate het waterpeil in het binnendijkse gebied bepalen.

Peilvak GPG-490 ligt bij de bebouwde kern van Krimpen aan den IJssel en wordt in deze memo niet verder beschouwd. Binnen dit peilvak is namelijk geen sprake van een agrarische functie. Peilaanpassing voor handhaving van de agrarische drooglegging, is bij dit peilvak daarom niet aan de orde. Het peilbeheer kan in dit peilvak optimaal worden afgestemd op het bebouwde gebied.

Tabel 2: Peilvakken langs KJK-traject die in belangrijke mate waterpeil in binnendijkse gebied bepalen

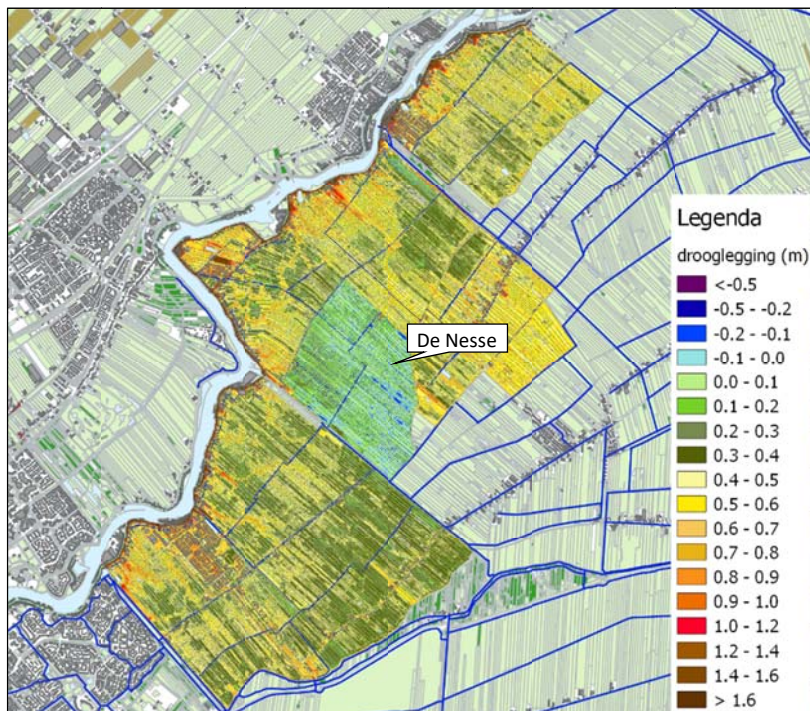
	Peil 2016 (mNAP)	Peil 2020 (mNAP)	Peil-aanpassing (m)	Drooglegging PB 2011 (meter)	Indicatieve drooglegging volgens AHN3-5 meter en peil 2016 (meter)(*)
GPG490	-2,07 tot -2,02	-2,07 tot -2,02	0,00	0,57	
GPG495	-2,31 tot -2,26	-2,33 tot -2,28	0,02	0,52	0,53
GPG600	-2,65 tot -2,60	-2,68 tot -2,63	0,03	0,54	0,55
GPG601	-2,65 tot -2,60	-2,69 tot -2,64	0,04	0,57	0,57
GPG508	-2,53 tot -2,48	ntb	ntb	0,55	0,58

(*)Ter bepaling van de indicatieve drooglegging is de drooglegging van het gehele peilvak meegerekend, er is geen correctie gedaan voor eventuele peilafwijkingen of de inmiddels vastgestelde peilbesluittoeziening voor de natuurgebieden de Nesse, Berkenwoudse Driehoek en Oudeland Zuid.

De berekende indicatieve drooglegging per peilvak op basis van de peilen 2016 uit het peilbesluit en de maaiveldhoogte volgens AHN3 sluit goed aan op de gemiddelde drooglegging per peilvak zoals opgenomen in het peilbesluit. Op basis van het peilbesluit is voor 2020 in de betreffende peilvakken voorzien in een peilaanpassing van 0,02 tot 0,04 meter.

Figuur 4 geeft de indicatieve drooglegging per peilvak vlakdekkend weer. In peilvak GPG600 liggen de laagste delen met de minste drooglegging in een deelgebied waarvoor inmiddels een aangepast peilbesluit is vastgesteld (peilbesluit Natuurgebied de Nesse). In peilvak GPG495 is de gemiddelde drooglegging het kleinst, de laagste delen van het peilvak liggen aan de zuid-/oostzijde van het peilvak. Dit gebied behoort grotendeels tot de gebieden die door de provincie Zuid-Holland zijn begrensd als waardevol weidevogelgebied.

Voorgaande analyse geeft aan dat voor handhaving van de droogleggingen uit het peilbesluit, peilaanpassing nodig zal zijn, conform het peilbesluit. Dit betekent dat in peilvak GPG601 de grootste peilaanpassing zal plaatsvinden (met 0,04 meter). Dit gebied heeft in de huidige situatie overigens wel de grootste gemiddelde drooglegging van de peilvakken waarvoor een peilaanpassing is voorzien.



Figuur 4 Indicatieve drooglegging peilvakken KIJK-traject op basis van Peil 2016 en AHN3-5 meter.

In onderstaande tabel is per peilvak een uitsplitsing gemaakt van de woningen die volgens het belendingen-onderzoek een fundering hebben van houten palen (en bij peilaanpassing risico van droogval) of die het meeste risico hebben op schade hebben door grondvervormingen. Uit dit overzicht is af te leiden dat in peilvak GPG601, het peilvak waarin de grootste peilaanpassing is voorzien, de meeste woningen liggen met een fundering van houten palen.

Thema	GPG490	GPG495	GPG600	GPG601	GPG496	GPG508	Totaal
Meeste risico op schade door grondvervorming	43	56	114	24	9	11	257
Fundering houten palen	8	8	15	16	0	3	50

4 Conclusie

Langs het gehele KIJK-traject liggen panden die bij verdergaande bodemdaling en peilaanpassing potentieel risico-gevoelig zijn voor schade door verzakking of droogval van houten funderingen. In totaal is circa 40% van de geïnventariseerde panden als risicogevoelig beoordeeld. Dit vraagt aandacht voor een toekomstvisie.

Bij het Grondwateronderzoek Gouderak is nader onderzoek gedaan naar de mogelijke risico's van peilaanpassing voor de kern van Gouderak. Voor Ouderkerk a/d IJssel en Gouderak zijn dergelijke onderzoeken niet bekend.

Op basis van de huidige uitgangspunten zal ook op termijn peilaanpassing moeten plaatsvinden om de agrarische drooglegging in stand te houden. De omvang van deze peilaanpassingen zal per keer

relatief beperkt zijn, maar risico op schade is op voorhand niet volledig uit te sluiten. Op langere termijn loopt de totale peilaanpassing verder op tot circa 0,04 tot 0,10 meter per 10 jaar, uitgaande van doorgaande bodemdaling en peilaanpassing voor handhaving agrarische drooglegging.

Op dit moment is niet duidelijk hoe het waterschap hier op langere termijn mee wil omgaan. Door autonome ontwikkelingen kunnen zich ook veranderingen voordoen in de staat van de bebouwing en de wijze van fundering. De risico's op schade kunnen hiermee ook veranderen.

Wanneer voor de bebouwing langs de verschillende dijktrajecten een eigen peil wordt ingesteld, dan is hier geen peilaanpassing meer nodig ter compensatie van de opgetreden. De bebouwing kan dan een eigen, vast peil krijgen. Indien voor de langere termijn geen rekening hoeft te worden gehouden met verdere peilaanpassing, dan is dit gunstig voor de dijkveiligheidsberekeningen voor de langere termijn. De 'levensduur' van de dijk zal toenemen.

Veiligheidsopgave KIJK en waterberging in het achterland.

1 Inleiding

Eén van de mogelijke maatregelen die benoemd is om bij te dragen aan het oplossen van de veiligheidsopgave voor KIJK, is het realiseren van waterberging in het achterland. In deze memo is nader uitgewerkt/toegelicht wat die bijdrage zou kunnen zijn en wat de effectiviteit van die maatregel dan is.

Voor de beoordeling van deze maatregel is het belangrijk om eerst inzicht te hebben in de wijze waarop de veiligheidsopgave wordt bepaald en wat dit betekent voor de situatie van de Hollandse IJssel. Deze memo begint daarom met een meer algemene toelichting op deze punten. Vervolgens wordt ingegaan op de betekenis die deze maatregel zou kunnen hebben voor beperking van de veiligheidsopgave.

Concreet is de opbouw van deze memo als volgt:

Paragraaf 2 geeft een algemene toelichting op de toetsing en beoordeling van waterkeringen in Nederland. Kernbegrippen hierbij zijn: veiligheidsnormering faalmechanismen, hydraulische belasting.

Paragraaf 3 gaat in op de veiligheidsopgave voor KIJK en de gevolgen van invoering van de nieuwe veiligheidsnormering.

Paragraaf 4 beschrijft de belangrijkste invloeden die het functioneren van de Hollandsche IJssel bepalen en geeft aan wat mogelijke systeemmaatregelen zijn. Realisatie van waterberging in het achterland behoort potentieel ook tot de mogelijke systeemmaatregelen.

Paragraaf 5 gaat in op eerder uitgevoerde analyses over het functioneren van de Hollandsche IJssel en betekenis hiervan voor de maatgevende hydraulische belasting. In samenhang hiermee worden conclusies getrokken over de mogelijke effectiviteit van inzet van waterberging in achterland ter beperking van de veiligheidsopgave.

Paragraaf 6 ten slotte beschrijft de algemene conclusies van deze memo.

2 Toetsing en beoordeling van waterkeringen

De primaire waterkeringen in Nederland wordt getoetst/beoordeeld op basis van wettelijk vastgestelde veiligheidsnormen en uitgangspunten. De eerste keer dat deze normen wettelijk werden vastgelegd, was in de Wet op de Waterkering die in 1996 van kracht werd. Met ingang van 2009 is deze wet opgegaan in de Waterwet.

Belangrijke ontwikkeling is dat per 1 januari 2017 een nieuwe veiligheidsnormering van kracht is geworden. In samenhang hiermee zijn ook de uitgangspunten en rekenregels voor de toetsing van de primaire waterkeringen in Nederland (gedeeltelijk) aangepast. De voorschriften voor de nieuwe toetsing zijn vastgelegd in de 'Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017'. Dit wordt ook wel aangeduid als het Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium (WBI-2017). Behalve de wettelijke voorschriften bestaat het WBI-2017 ook uit diverse software-pakketten, handleidingen, richtlijnen, en overige toelichtende (achtergrond)rapporten.

Belangrijk verschil tussen de oude en de nieuwe veiligheidsnormering is dat in de oude normering werd uitgegaan van het voldoen aan een bepaalde overschrijdingskans, terwijl in de nieuwe normering wordt uitgegaan van het voldoen aan een bepaalde overstromingskans. Bij deze overstromingskans

wordt onderscheid gemaakt in een *signaleringswaarde* en een *ondergrens*. Als niet wordt voldaan aan de *signaleringswaarde*, dan geeft dit aan dat er voorbereidingen getroffen moeten worden om een waterkering te gaan versterken. Als niet wordt voldaan aan de *ondergrens*, dan voldoet een waterkering niet aan het minimale beschermingsniveau dat voor deze waterkering van toepassing is en zijn maatregelen noodzakelijk. De *ondergrens* is aan te merken als de maximaal toegestane overstromingskans voor een waterkering.

Tabel 1 Verschil tussen oude en nieuwe veiligheidsnormering

Oude veiligheidsnormering (voor 1-1-2017)	Veiligheidsnorm uitgedrukt in: <i>Overschrijdingskans</i>
Nieuwe veiligheidsnormering (na 1-1-2017)	Veiligheidsnorm uitgedrukt in: <i>Overstromingskans</i> , met onderscheid in: <ul style="list-style-type: none"> ▪ signaleringswaarde ▪ ondergrens

Faalmechanismen (toetssporen)

De toetsing en beoordeling van waterkeringen vindt plaats aan de hand van zogenoemde *faalmechanismen*. Een faalmechanisme beschrijft onder welke omstandigheden een bepaald aspect van de waterkering niet meer voldoet en bezwijkt ('faalt'). Bij de faalmechanismen wordt onderscheid gemaakt in faalmechanismen die betrekking hebben op de *hoogte* van de waterkering en op de *stabiliteit* (sterkte) van de waterkering. Zie bijgaand kader voor enkele voorbeelden van onderscheiden faalmechanismen.

Voorbeelden van mogelijke faalmechanismen die bij een waterkering getoetst worden.

Hoogte:

- Overloop of golfoverslag: bij een te lage kruin kan door overloop of golfoverslag te veel water in de polder komen, of kunnen kruin en binnentalud door erosie of verweking worden aangetast, mogelijk leidend tot doorbraak.

Stabiliteit:

- Heave: optreden van drijfzand ter plaatse van verticaal uittredend grondwater (heave);
- Macrostabiliteit binnenwaarts: optreden van binnenwaartse, diepe afschuiving;
- Macrostabiliteit buitenwaarts: optreden van buitenwaartse diepe afschuiving, bijvoorbeeld bij lage buitenwaterstand
- Microstabiliteit: uitspoelen van dijkmateriaal of het opdrukken van de kleibekleding op het binnentalud door een hoge grondwaterstand in de dijk;
- Piping: interne erosie van materiaal uit een watervoerende zandlaag die aan de bovenzijde is begrensd door een cohesieve laag, ten gevolge van een sterke kwelstroom;
- Instabiliteit bekleding: aantasting van de bekleding op het buitentalud onder hydraulische belasting;
- Instabiliteit voorland: grootschalige deformatie van het voorland door afschuiving of zettingsvloeiing;

In het WBI 2017 zijn de mogelijke faalmechanismen opgenomen in zogenoemde 'Toetssporen'. De meeste toetssporen bestaan uit een eenvoudige toets, een gedetailleerde toets en een toets op maat. Per faalmechanisme (toetsspoor) is vastgelegd op welke wijze de toetsing moet plaatsvinden. Dit wordt ondersteund met diverse software, en gebiedsspecifieke uitgangspunten ten aanzien van het functioneren van het betreffende watersysteem.

In samenhang met de invoering van de nieuwe veiligheidsnormering, wordt bij de toetsing van waterkeringen steeds meer gebruik gemaakt van statistische rekentechnieken.

Hydraulische belasting als uitgangspunt voor berekeningen

Belangrijk uitgangspunt voor de toetsing per faalmechanisme is de *hydraulische belasting* waarmee gerekend moet worden. Met de *hydraulische belasting* wordt de waterstand (of het waterstandsverloop) op een bepaalde locatie bedoeld, eventueel in combinatie met de golfcondities die hierbij van toepassing zijn. Zo bestaat de hydraulische belasting bij het faalmechanisme *Overloop en golfoverslag* uit een combinatie van *waterstand* en *golfhoogte* bij een bepaald *overslagdebiet*. Dit wordt het Hydraulisch Belasting Niveau genoemd (HBN). Bij de meeste andere faalmechanismen, bestaat de hydraulische belasting alleen uit een bepaalde *waterstand*, de zogenoemde Waterstand bij Norm (WBN) ("stilwaterstand", in het verleden benoemd als Maatgevend Hoogste Waterstand).

Als bij doorrekening van een faalmechanisme blijkt dat niet aan de vereiste veiligheid wordt voldaan, dan zijn maatregelen nodig om de dijkveiligheid te waarborgen. Dit kan door uitvoering van dijkversterkingsmaatregelen (bijvoorbeeld verhoging van de waterkering en/of versterking van de stabiliteit van de waterkering), maar het is ook denkbaar dat 'systeemgerichte' maatregelen mogelijk zijn, die gericht zijn op het beperken van de hydraulische belasting voor een waterkering. Doel is dan het verlagen van de maatgevende waterstand en/of het beperken van de golfhoogte. Wanneer in de faalkansberekeningen met een lagere hydraulische belasting gerekend mag worden, dan zal eerder aan de vereiste veiligheid worden voldaan en zijn dijkversterkingsmaatregelen niet of minder nodig.

3. Veiligheidsopgave KIJK-traject

Bij de eerdere toetsingen die voor het KIJK-traject zijn uitgevoerd, is vastgesteld dat het KIJK-traject niet voldoet aan de vereiste veiligheid, zowel niet op basis van de oude als de nieuwe veiligheidsnormering.

- **Derde landelijke toetsronde 2010-2011** (*oude veiligheidsnormering*): bij deze toetsing is het gehele KIJK-traject afgekeurd voor het faalmechanisme Macrostabiel Binnewaarts. De andere faalmechanismen werden beoordeeld als 'Voldoet aan de norm' of 'Niet beoordeeld'. Zie rapportage 'Toetsverslag primaire waterkeringen, toetsing 2010, dijkkring 14 en dijkkring 15' (HHSK, 8 september 2010).
- **Consequentie-analyse 2016** (*nieuwe veiligheidsnormering*): vooruitlopend op de nieuwe veiligheidsnormering die per 1 januari 2017 van kracht is geworden, is in 2016 een Consequentieanalyse uitgevoerd, waarbij de dijkveiligheid aan de hand van de nieuwe normering is beoordeeld voor het 'zichtjaar' 2035. Daarbij is gebruik gemaakt van het tijdelijke Ontwerp Instrumentarium 2014 (OI2014v3). Zie rapportage 'Consequentieanalyse Dijkversterking Krachtige IJsseldijken Krimpenerwaard' (RHDHV, mei 2016). Uit deze toetsing komt naar voren dat het KIJK-traject ook niet voldoet bij toepassing van de nieuwe veiligheidsnormering. De faalmechanismen Overloop en overslag, Macrostabiel binnewaarts en Macrostabiel buitenwaarts zijn als onvoldoende beoordeeld en ook de sterkte van de grasbekleding voldoet niet aan de eisen.

De invoering van de nieuwe veiligheidsnormering heeft er voor gezorgd dat ook het faalmechanisme Overloop en golfoverslag (Hoogte) een opgave is geworden voor de dijkveiligheid. Dit hangt samen met de gewijzigde veiligheidsnormen en de uitgangspunten die gelden voor bepaling van de hydraulische belasting.

Veranderingen in veiligheidsnormering en uitgangspunten bepaling hydraulische belasting

De veranderingen in veiligheidsnormering en uitgangspunten voor bepaling van de hydraulische belasting zijn toegelicht in de tabellen 1 en 2.

In tabel 1 is eerst een overzicht gegeven van de oude en de nieuwe veiligheidsnormering voor de Hollandsche IJssel. Hieruit is af te lezen dat de veiligheidsnorm is veranderd van een overschrijdingskans van 1:2000 jaar, naar een overstromingskans van 1:10.000 jaar (signaalwaarde) tot maximaal 1:3000 jaar (ondergrens).

Tabel 1 Overzicht oude en nieuwe veiligheidsnormering KIJK-traject

Oude veiligheidsnormering (voor 1 januari 2017)		
dijkkringgebied 15:	Overschrijdingskans, gemiddeld per jaar	1:2.000
Nieuwe veiligheidsnormering (na 1 januari 2017)		
Dijktraject 15.3	Overstromingskans, signaalwaarde	1:10.000
	Overstromingskans, ondergrens (maximaal toelaatbare kans)	1:3.000

In samenhang met de nieuwe veiligheidsnormering zijn ook de uitgangspunten voor bepaling van de hydraulische belasting veranderd. Bij de oude normering werd namelijk voor alle faalmechanismen uitgegaan van een hydraulische belasting (waterstand) die hoort bij de vastgestelde overschrijdingskans voor die waterkering. Voor het KIJK-traject betekent dit dat bij alle faalmechanismen werd uitgegaan van een overschrijdingskans van 1/2000 jaar.

Met de nieuwe veiligheidsnormering is dit veranderd. Voor het faalmechanisme *Overloop en golfoverslag* (hoogte) betekent dit dat de hydraulische belasting afgeleid moet worden van de maximaal toelaatbare overstromingskans (zie veiligheidsnorm), de zogenoemde 'faalkansruimte' en het zogenoemde 'lengte-effect'. Zie bijgaand kader voor een nadere toelichting hierop. Voor de Hollandsche IJssel heeft dit tot gevolg dat bij dit faalmechanisme moet worden uitgegaan van een hydraulische belasting met een overschrijdingsfrequentie van 1/25.000 jaar.

Nieuwe veiligheidsnormering en bepaling overschrijdingskans hydraulische belasting faalmechanisme overloop en golfoverslag (hoogte)

De overschrijdingskans voor de hydraulische belasting die als uitgangspunt geldt voor de beoordeling van het faalmechanisme *Overloop en golfoverslag* (hoogte), wordt in de nieuwe veiligheidsnormering als volgt bepaald:

$$P_{eis,i} = \frac{P_{norm} \cdot \omega}{N}$$

$P_{eis,i}$: Overschrijdingskans hydraulische belasting voor het faalmechanisme overloop/golfoverslag

P_{norm} : Maximaal Toelaatbare Overstromingskans voor betreffende dijktraject (=vastgestelde 'ondergrens', voor KIJK is dit 1:3000 jaar)

ω : Faalkansruimte voor golfoverslag (vastgesteld op 0,24)

N : Maat voor het lengte-effect. Hiervoor zijn referentie waarden vastgesteld in de *Schematiseringshandleiding grasbekleding, WBI 2017* (2016). Deze waarden variëren van 1 tot 3; voor het KIJK-traject is een waarde 2 vastgesteld.

Uitgewerkt voor KIJK is deze formule: $P_{eis} = [(1/3.000) * 0,24]/2 = 0,00004 = 1/25.000$

Voor de overige faalmechanismen geldt dat de overschrijdingsfrequentie getalsmatig gelijk is aan de Maximaal Toelaatbare Overstromingskans voor de waterkering (de vastgestelde 'ondergrens'). Dit betekent voor het KIIJK-traject dat bij de overige faalmechanismen wordt uitgegaan van een hydraulische belasting (maatgevende hoogwaterstand) met een overschrijdingsfrequentie van 1/3000 jaar.

In tabel 2 zijn de overschrijdingsfrequenties voor de hydraulische belasting volgens de oude en nieuwe veiligheidsnormering naast elkaar gezet. Dit geeft aan dat de normering voor het faalmechanisme *Overloop en golfoverslag* (hoogte) duidelijk strenger is geworden met invoering van de nieuwe veiligheidsnormering.

Tabel 3 Overzicht uitgangspunten hydraulische belasting KIIJK-traject bij oude en nieuwe normering)

Faalmechanisme	Hydraulische belasting	Overschrijdingsfrequentie	
		Oude normering	Nieuwe normering
Overloop/golfoverslag	Hydraulische Belasting Niveau (HBN) (waterstand en golfhoogte, bij bepaald overslagdebiet)	1:2000 jaar	1:25.000 jaar
Overige faalmechanismen	Maatgevende Hoogwaterstand (stilwaterstand)	1:2000 jaar	1:3.000 jaar

4. Hydraulische belasting en functioneren Hollandsche IJssel

Het bepalen van de hydraulische belasting bij een waterkering gebeurt met behulp van statistische software (HYDRA-NL) die door Rijkswaterstaat beschikbaar wordt gesteld. In deze software is relevante gebiedsinformatie opgenomen over het functioneren van het watersysteem en de invloeden die daarbij een rol spelen. Ook voor de Hollandse IJssel is zo'n HYDRA-model beschikbaar. Meer achtergrondinformatie over het afleiden van de hydraulische randvoorwaarden voor de Hollandse IJssel is beschreven in de rapportage *Werkwijzer bepaling hydraulische ontwerprandvoorwaarden Aanvulling OI2014, versie 4* (Deltares, 2016).

Voor het optreden van hoogwater op de Hollandsche IJssel zijn de volgende invloeden van belang:

- Waterstand op zee. Een hoge zeewaterstand beïnvloedt de waterstand op de Nieuwe Maas, en daarmee de waterstand op de Hollandse IJssel
- Waterafvoer van de grote rivieren. Hoge rivierafvoeren beïnvloeden de waterstand op de Nieuwe Maas en daarmee de waterstand op de Hollandse IJssel
- Stormvloedkering Krimpen a/d IJssel (Algerakering). Deze kering maakt het mogelijk om de Hollandse IJssel af te sluiten van de Nieuwe Maas en het overige buitenwater. Hiermee kan hoog water op de Hollandse IJssel worden tegengaan, omdat de invloed van het buitenwater wordt afgesloten. Voor het functioneren van deze kering wordt in principe uitgegaan van een sluitpeil van 2,25 mNAP (afpraak Waterakkoord Hollandse IJssel).

Als de stormvloedkering onverhoops niet werkt, dan werkt ook de afsluiting van de Hollandse IJssel niet. In de kansberekeningen voor het optreden van een bepaalde waterstand, wordt voor de faalkans van de stormvloedkering voor de korte termijn uitgegaan van 1:200 jaar. Er wordt nog onderzocht of een verkleining van de faalkans voor de langere termijn naar 1:500 of 1:1000 mogelijk is, maar hier is nog geen duidelijkheid over.

- De Hollandse IJssel heeft een belangrijke functie voor de waterafvoer van de aan- en achterliggende polders. Bij gesloten stormvloedkering is deze afvoerfunctie niet meer mogelijk en gaat de Hollandsche IJssel als een 'waterbak' functioneren. Om te voorkomen dat het waterpeil in de Hollandse IJssel in die situatie te hoog wordt, is in het Waterakkoord Hollandse IJssel een

maalstoppeil afgesproken van 2,60 mNAP. Als de waterstand dit niveau heeft bereikt op de Hollandse IJssel, dan dient de waterafvoer naar de Hollandse IJssel te worden gestopt.

- Invloed Europoortkering (Maeslandkering, Hartelkering). In het watersysteem van het buitenwater bevinden zich nog twee keringen, namelijk de Maeslandkering en de Hartelkering. Het al dan niet gesloten zijn van deze keringen, is van invloed op de waterstand in het buitenwater.
- Wind. Afhankelijk van windsterkte en windrichting zorgt de wind in meer of mindere mate voor scheefstand op de Hollandse IJssel en in meer of minder mate voor windgolven (invloed op golfhoogte)

In het HYDRA-model voor de Hollandsche IJssel zijn deze verschillende invloeden verwerkt, zodat hiermee statistische analyses zijn uit te voeren naar de optredende waterstanden en bijbehorende golfcondities met een bepaalde herhalingsstijd. Hiermee is dan de *hydraulische belasting* af te leiden, die als uitgangspunt geldt voor toetsing van de verschillende faalmechanismen.

Maatregelen gericht op vermindering hydraulische belasting (systeemmaatregelen)

Als bij een waterkering niet wordt voldaan aan de gestelde veiligheidsnormen kunnen dijkversterkingsmaatregelen worden ingezet, maar ook meer *systeemgerichte maatregelen* (zie ook paragraaf 2 van deze memo). De *systeemmaatregelen* zijn gericht op het verlagen van de maatgevende waterstanden/windinvloeden, wat resulteert in een lagere hydraulische belasting voor de waterkering.

Op basis van de beschreven invloeden voor het optreden van hoogwater op de Hollandsche IJssel, zijn voor de Hollandsche IJssel de volgende *systeemmaatregelen* denkbaar:

- Verlagen sluitpeil Algerakering, zodat Hollandsche IJssel eerder wordt afgesloten van hoogwater in de omgeving;
- Realiseren van waterberging in achterland zodat water in het achterland kan worden vastgehouden en het maalstoppeil kan worden verlaagd;
- Realiseren van waterberging in het achterland zodat overtollig water vanuit de Hollandse IJssel in het achterland kan worden geborgen (actief verlagen waterpeil Hollandse IJssel).
- Verlagen faalkans Algerakering.
- Aanleggen voorlanden/eilanden/golfbrekers of windschermen voor beperken golfaanval op de waterkering

5. Nadere analyse hydraulische belasting Hollandse IJssel

Bij de planvorming voor KIJK zijn met het beschikbare modelinstrumentarium verschillende berekeningen en analyses uitgevoerd, die meer inzicht hebben gegeven over het functioneren van de Hollandsche IJssel en het optreden van hoogwater. Belangrijke rapportages in dit kader zijn:

- Overstromingsanalyse Hollandsche IJssel (Hydrologic, 2016).
- Memo Hoogwater Hollandse IJssel, invloed op de werking van de stormvloedkering Hollandse IJssel (HHSK, 2017)

Uit deze rapportages zijn ondermeer de volgende conclusies af te leiden.

Overstromingsanalyse Hollandsche IJssel (Hydrologic, 2016).

- Bij een dijkdoorbraak met falende stormvloedkering, zal een groot deel van de Krimpenerwaard in meer of mindere mate inunderen. Dit komt doordat er in deze situatie voortdurend watertoevoer uit de Nieuwe Maas kan plaatsvinden. Hieruit is af te leiden dat actieve verlaging van het waterpeil op de Hollandsche IJssel door inzet van een waterberging in het achterland, in deze situatie geen effectieve maatregel is. De capaciteit van een dergelijke berging zal altijd te klein zijn om een

substantieel effect op de waterstand te hebben. Dit vanwege de voortdurend watertoevoer uit de Nieuwe Maas. De waterstand op de Hollandsche IJssel blijft dan in belangrijke mate bepaald door de waterstand op de Nieuwe Maas.

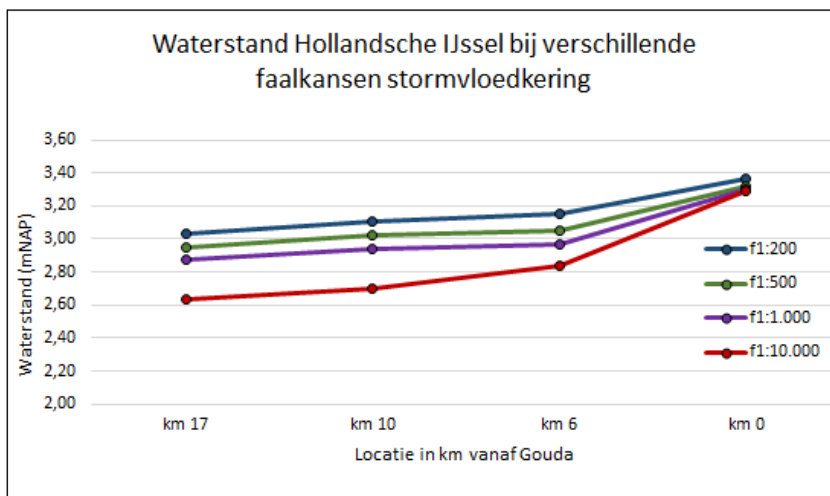
- Bij een dijkdoorbraak waarbij de stormvloedkering niet faalt, is de oppervlakte en de omvang van de inundatie aanmerkelijk minder dan met falende stormvloedkering. In dit geval is de Hollandse IJssel een 'afgesloten bak' water die geleidelijk leegloopt in de lagere delen van de Krimpenerwaard. Uitgaande van een wateroppervlakte van de Hollandse IJssel van circa 200 tot 250 hectare, is voor een actieve verlaging van het waterpeil op de Hollandse IJssel met 0,1 meter, een waterberging benodigd van 200.000 tot 250.000 m³.

Memo Hoogwater Hollandsche IJssel, invloed op de werking van de stormvloedkering Hollandsche IJssel (HHSK, 2017)

- De faalkans van de stormvloedkering heeft een belangrijke invloed op maatgevende hoogwaterstand voor de Hollandsche IJssel. Dit blijkt uit modelberekeningen die zijn uitgevoerd met het beschikbare HYDRA-model. Deze invloed speelt vooral in de nabijheid van de stormvloedkering, richting Gouda wordt dit effect minder. Tabel 4 en figuur 1 geven dit weer voor een aantal locaties. Bij verlaging van de faalkans van 1:200 naar 1:500 is het effect op de berekende maatgevende waterstand relatief beperkt (maximaal circa 0,10 meter). Het voorgaande betekent dat verlaging van het waterpeil door realisatie van een waterberging in het achterland weinig effectief is om de veiligheidsopgave te beperken. De maatgevende hoogwaterstand waarmee gerekend moet worden, wordt namelijk in belangrijke mate bepaald door de situatie met falende stormvloedkering. Realisatie van een waterberging in het achterland, is voor deze situatie weinig effectief (zie conclusies bij Overstromingsanalyse Hollandsche IJssel).

Tabel 4 Hoogwaterstand Hollandsche IJssel bij verschillende faalkansen stormvloedkering

Locatie	Hoogwaterstand (mNAP)				Verschil (m) f200-f500	Verschil (m) f200-f10000
	Faalkans					
	1:200	1:500	1:1000	1:10000		
Km0 (Gouda)	3,36	3,32	3,30	3,29	-0,04	-0,07
Km6	3,15	3,05	2,97	2,84	-0,10	-0,31
Km10	3,11	3,02	2,94	2,70	-0,09	-0,41
Km17 (Krimpen)	3,03	2,95	2,87	2,63	-0,08	-0,40



Figuur 1: Waterstand Hollandsche IJssel bij verschillende faalkansen stormvloedkering

- Verlaging van het sluitpeil van de Stormvloedkering heeft een relatief klein effect op de Maatgevende Hoogwaterstand. Volgens de uitgevoerde analyses is het effect hiervan maximaal 0,01 meter bij Krimpen en 0,17 meter bij Gouda. Zie tabel 5.

Tabel 5 Hoogwaterstand Hollandsche IJssel bij verschillende sluitpeilen stormvloedkering

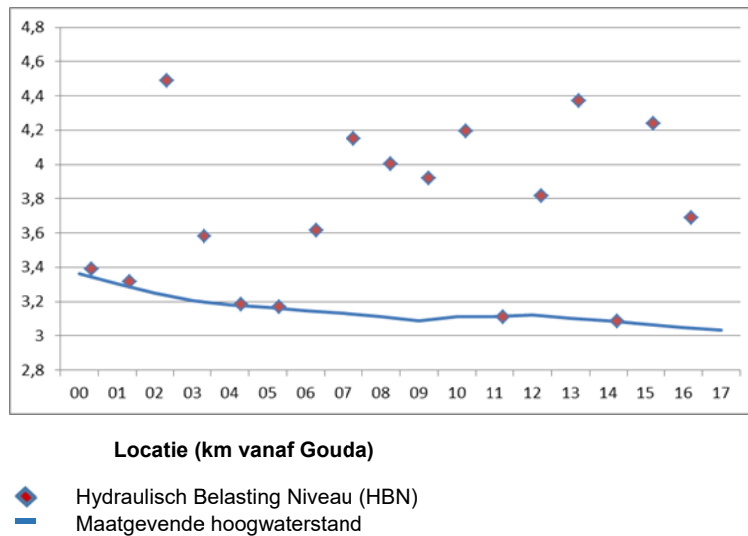
Locatie	Maatgevende Hoogwaterstand (mNAP)				Maximaal Verschil (m)
	Sluitpeil 2,25 mNAP	Sluitpeil 2,00 mNAP	Sluitpeil 1,80 mNAP	Sluitpeil 1,45 mNAP	
Km0 (Gouda)	3,36	3,19	3,19	3,19	-0,17
Km6	3,15	3,11	3,11	3,11	-0,04
Km10	3,11	3,08	3,08	3,08	-0,03
Km17 (Krimpen)	3,03	3,02	3,02	3,02	-0,01

- Indien verlaging van de faalkans van de stormvloedkering (van 1:200 naar 1:500) wordt gecombineerd met een verlaging van het sluitpeil (van 2,25 mNAP naar 1,45 mNAP), dan is het effect op de maatgevende hoogwaterstand maximaal ca. 0,10 tot 0,26 meter. Zie tabel 6.

Tabel 6 Hoogwaterstand Hollandsche IJssel afhankelijk van faalkans/sluitpeil stormvloedkering

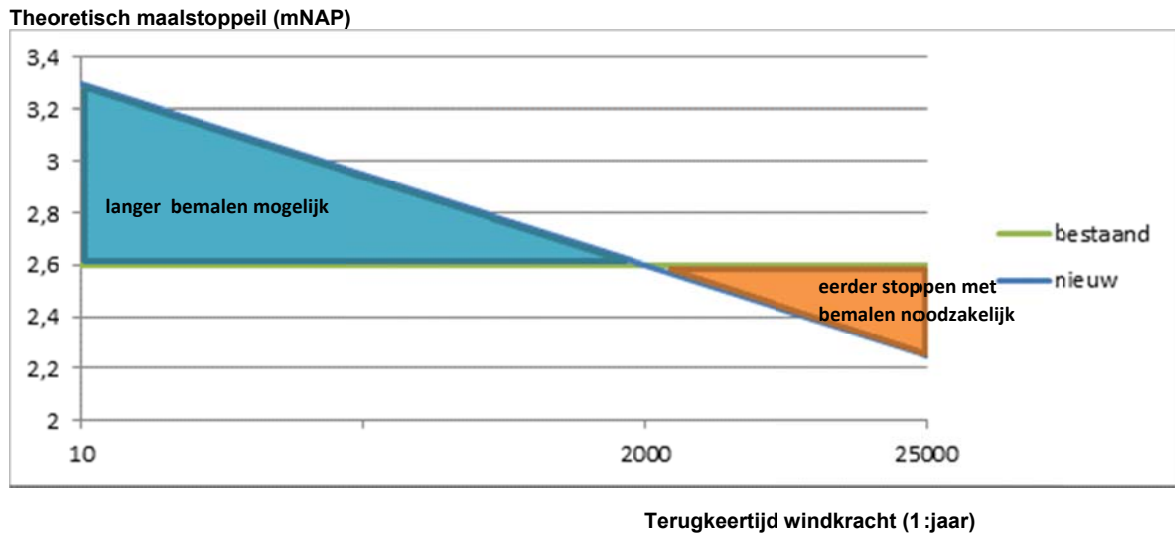
Locatie	Maatgevende Hoogwaterstand		Verschil (m)
	Faalkans SVK 1:200 Sluitpeil 2,25 mNAP	Faalkans SVK 1:500 Sluitpeil 1,45 mNAP	
Km0 (Gouda)	3,36	3,10	-0,26
Km6	3,15	3,03	-0,12
Km10	3,11	3,00	-0,11
Km17 (Krimpen)	3,03	2,93	-0,10

- De hydraulische belasting die maatgevend is voor het faalmechanisme *Overloop en golfoverslag* (HBN: Hydraulisch Belasting Niveau) hangt in belangrijke mate samen met de invloed van de wind. Dit blijkt uit bijgaande grafiek, waarin de berekende HBN voor verschillende locaties langs de Hollandsche IJssel is weergegeven, samen met de berekende maatgevende hoogwaterstand. Hieruit blijkt dat het HBN in hoogte wisselt per locatie langs de Hollandsche IJssel en dat de maatgevende waterstand oploopt van Krimpen a/d IJssel naar Gouda. Op een aantal locaties is het HBN (vrijwel) gelijk aan de maatgevende waterstand, dit zijn de meer beschutte locaties met weinig windinvloed. Op andere locaties ligt het HBN duidelijk hoger dan de maatgevende waterstand (tot meer dan 1 meter), dit zijn de locaties met een relatief grote strijklengte, waardoor de windinvloed hier groot is.



Figuur 2: Hydraulisch belasting niveau (HBN) en verloop maatgevende hoogwaterstand langs Hollandsche IJssel

- Uit nadere analyse van het maatgevende HBN per locatie, is duidelijk geworden dat het HBN op een aantal locaties is bepaald door de situatie met een gesloten stormvloedkering en de daarbij optredende windinvloed. In de situatie met een gesloten stormvloedkering worden weliswaar lagere waterstanden berekend, maar de aangenomen windinvloed is bij deze situatie groter (bij gesloten stormvloedkering wordt gerekend met een wind van circa 38 m/s, bij falende stormvloedkering met een wind van circa 32 m/s). Op de betreffende locaties heeft de grotere windkracht bij lagere waterstand (gesloten stormvloedkering) dus meer invloed dan de lagere windkracht bij hogere waterstand (falende stormvloedkering).
- Voor de locaties waar het HBN wordt bepaald door de situatie met een gesloten stormvloedkering (zie voorgaand punt) geldt dat het HBN alleen hoger komt te liggen dan bij falende stormvloedkering, in situaties waarbij sprake is van windkracht 12 of meer op de Hollandsche IJssel. Dit is een situatie met een terugkeertijd van 1:2000 jaar of kleiner (bijvoorbeeld 1:10000). Als de windkracht bij gesloten stormvloedkering lager is dan windkracht 12, dan ligt het HBN lager dan bij een falende stormvloedkering.
 Voorgaande analyse geeft potentieel ruimte om het HBN voor alle locaties langs de Hollandsche IJssel af te stemmen op het HBN dat maatgevend is voor een falende stormvloedkering. Hiervoor is dan wel aanpassing het Waterakkoord voor de Hollandsche IJssel nodig. Voor situaties met gesloten stormvloedkering en windkracht 12 of hoger (terugkeertijd 1:2000 of kleiner) zou dit betekenen dat de bemaling eerder gestopt moet worden dan het vastgestelde maalstoppeil van 2,60 mNAP. Bij windkracht 12 of minder (terugkeertijd 1:2000 of groter) zou dit juist ruimte geven om wat langer door te malen dan het maalstoppeil van 2,60 mNAP. Dit principe is weergegeven in figuur 3. Voor de locaties waarbij het HBN met gesloten stormvloedkering eigenlijk maatgevend is, geeft dit een HBN-verlaging van 0 tot 0,30 meter.
 Ter referentie: de herhalingsstijd van het huidige maalstoppeil van -2,60 mNAP ligt op circa 1:80 jaar. Toepassing van voorgaande uitgangspunten ligt dus duidelijk buiten deze herhalingsstijd.



Figuur 3: Maalstoppeil Hollandsche IJssel gebaseerd op Hydraulische Belastingniveau (HBN) bij falende stormvloedkering

Voor de locaties waarbij het HBN met gesloten stormvloedkering eigenlijk maatgevend is, is met voorgaande aanpassing een HBN-verlaging te realiseren van 0 tot 0,30 meter.

Eerder stoppen met de bemaling betekent wel dat er ten opzichte van de huidige situatie (met maalstoppeil van 2,60 mNAP) eerder wateroverlast in het achterland kan gaan optreden. Om dit zoveel mogelijk te voorkomen, is een optie om extra waterbergingscapaciteit te realiseren in het achterland.

Of langer doorgaan met de bemaling in de praktijk mogelijk is, moet ook worden afgewogen met andere belangen dan alleen de dijkveiligheid (bijvoorbeeld optreden wateroverlast door inundatie voorlanden).

6. Conclusie inzet waterberging in relatie tot veiligheidsopgave

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 (systeemgerichte maatregel). 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 deze memo is toegelicht dat met introductie van de nieuwe veiligheidsnormering en het hierbij behorende ontwerpinstrumentarium, de maatregel *waterberging in het achterland* maar beperkt 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 stormvloedkering. 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.

Voor het faalmechanisme *Overloop en golfoverslag* kan waterberging in het achterland eventueel wel bijdragen aan beperking van de veiligheidsopgave voor KIJK. Op een aantal locaties is de maatgevende dijkhoogte namelijk potentieel met circa 0 tot 0,30 meter te verlagen, door hier het HBN bij falende stormvloedkering maatgevend te laten zijn, in plaats van het HBN bij gesloten stormvloedkering.

Hiervoor zal dan wel een aanpassing van het Waterakkoord voor de Hollandsche IJssel moeten plaatsvinden, waarbij het vaste maalstoppeil van 2,60 mNAP wordt aangepast naar een flexibel maalstoppeil, afhankelijk van de windsterkte. Voor de situaties waarbij dan een lager maalstoppeil wordt aangehouden dan het huidige maalstoppeil van 2,60 mNAP (dit is het geval bij windkracht 12 of meer), kan realisatie van waterberging in het achterland bijdragen aan beperking van de mogelijk negatieve effecten van het eerder stoppen van de bemaling van polders. Hierbij is wel op te merken dat de terugkeertijd van deze gebeurtenis 1:2000 jaar of kleiner is, en dit valt ruim buiten de normen die in het reguliere beleid voor het optreden van wateroverlast worden aangehouden (strengste normen gaan uit van gebeurtenissen met herhalingstijd van 1:100 jaar).

Eerder stoppen van de bemaling op de Hollandsche IJssel heeft raakvlakken met alle achterliggende polders, en heeft dus ook betrekking op alle andere waterschappen die bij het Waterakkoord voor de Hollandsche IJssel betrokken zijn. Waterberging in het achterland is hiermee een maatregel die ook in andere gebieden dan alleen de Krimpenerwaard aan de orde kan zijn.