

Een stormvloedkering bij Gouda

Een alternatief voor dijkverbetering?

Definitief

Grontmij Nederland B.V.
De Bilt, 29 juli 2010

Verantwoording

Titel : Een stormvloedkering bij Gouda

Subtitel : Een alternatief voor dijkverbetering?

Projectnummer : 232568

Referentienummer : T&M-1023394-AvdO/hh

Revisie : D

Datum : 29 juli 2010

Auteur(s) : ir. P.C. Jansen, dr. ir. G.T. Raadgever, A.O van den Ouden Msc.

E-mail adres : Waterbouw@grontmij.nl

Gecontroleerd door : drs. C. Kruyt

Paraaf gecontroleerd : 

Goedgekeurd door : ir. J. Steenbergen-Kajabová

Paraaf goedgekeurd : 

Contact : De Holle Bilt 22
3732 HM De Bilt
Postbus 203
3730 AE De Bilt
T +31 30 220 74 44
F +31 30 220 02 94
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Leeswijzer	5
2	Ontwerp stormvloedkering	6
2.1	Locatie stormvloedkering Krimpen	6
2.2	Locatie extra stormvloedkering Gouda	6
2.3	Ontwerputgangspunten	7
2.4	Faalmechanisme.....	7
2.5	Kosten	8
2.6	Conclusie	8
3	Effecten van een stormvloedkering	9
3.1	Invloed van stormvloedkering op benodigde dijkverbetering.....	9
3.1.1	Uitgangspunt.....	9
3.1.2	Invloed op benodigde verhoging dijk	9
3.1.3	Invloed op benodigde versterking stabiliteit dijk	10
3.1.4	Invloed op kunstwerken	11
3.1.5	Invloed op Niet Waterkerende Objecten (NWO's).....	11
3.2	Waterhuishouding	11
3.2.1	Maalstop.....	11
3.2.2	Compensatie komberging	12
3.3	Scheepvaart.....	12
3.4	Conclusie	13
4	Conclusie	14
5	Referenties.....	16

Bijlage 1: Dijkvakken IJsseldijken tbv toetsing

Bijlage 2: Raming hoogwaterkering Gouda

Bijlage 3: Beschouwing stabiliteitsfactoren met en zonder stormvloedkering

Bijlage 4: Indicatief ontwerp zonder en met stormvloedkering

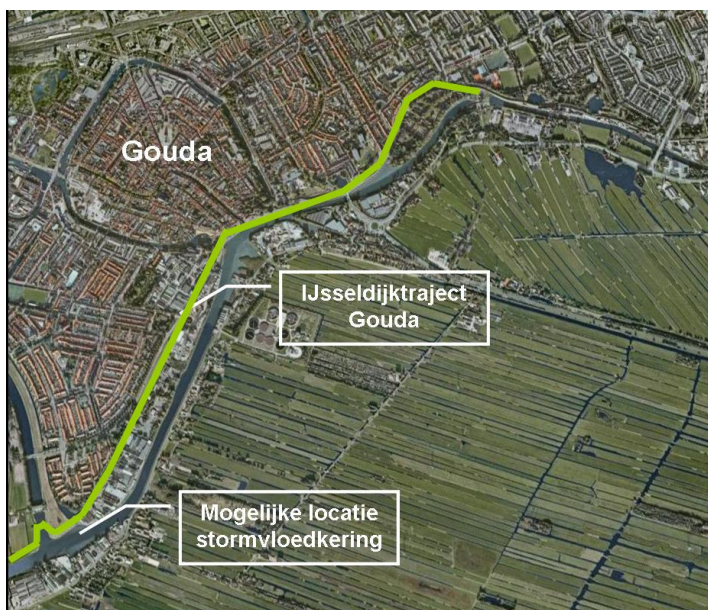
1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In 2003 en in 2009 heeft de periodieke toetsing van de IJsseldijk (Goejanverwelledijk en Schielands Hoge Zeedijk) in Gouda volgens de Waterwet (voorheen Wet op de waterkering) uitgewezen dat de waterkering niet voldoet aan de wettelijke normen (Hydraulische Randvoorwaarden 2001). De waterkering heeft onvoldoende kerende hoogte en voldoet niet aan de normen met betrekking tot binnenwaartse en buitenwaartse stabiliteit [[5]]. Ook de Niet Waterkerende Objecten die zich in de IJsseldijk bevinden voldoen in belangrijke mate niet aan de geldende veiligheidseisen. De toetsingen zijn uitgevoerd voor een situatie waarbij de dijk vanaf de buitenzijde wordt belast door het water dat hier tijdens extreme omstandigheden (maatgevend hoogwater) tegen aan kan staan. Het maatgevend hoogwater (toetspeil) van dit dijkvak ligt tussen +3.1 m NAP (westelijk gedeelte dijkvak) en + 3.4 m NAP (oostelijk gedeelte dijkvak) conform de Hydraulische Randvoorwaarden 2006 [3].

Een mogelijkheid om aan de wettelijke eisen te voldoen is het versterken en verhogen van de IJsseldijk over het hele traject. Ten behoeve van de alternatievenafweging in de Milieu Effect Rapportage (MER) van het project verbetering IJsseldijk Gouda, geeft het voorliggende rapport een nadere toelichting op een mogelijk alternatieve oplossing: de aanleg van een extra stormvloedkering bij Gouda.

Tijdens het klankbordoverleg van 26 november 2008 is deze oplossing aangedragen als mogelijk alternatief voor de dijkversterking. Het betreft een nieuw aan te brengen stormvloedkering ongeveer ter plaatse van dijkhectometer 8, zoals weergegeven in Figuur 1-1. Een stormvloedkering is erop gericht om dicht te gaan bij een verwacht extreem hoogwater. De gedachte is dat daarmee de achterliggende dijken minder belast worden door dit hoogwater. Daarmee kan de aanleg van een extra stormvloedkering mogelijk voorkomen dat ingrijpende werkzaamheden aan de achterliggende dijken nodig zijn.



Figuur 1-1: Situatie dijktracé en mogelijke stormvloedkering

Bij het ontwerp van een oplossing voor de dijkverbetering moet rekening gehouden worden met toekomstige ontwikkelingen, zoals zeespiegelstijging en bodemdaling. Voor dijken wordt rekening gehouden met een ontwerplevensduur van 50 jaar en voor kunstwerken, zoals de stormvloedkering, met een ontwerplevensduur van 100 jaar. Voor bijhorende uitgangspunten, belastingen, ontwerp- en aanleghoogten verwijzen we naar het rapport Indicatieve ontwerphoogte IJsseldijk te Gouda [6].

1.2 Leeswijzer

Om de geschiktheid van het alternatief van de aanleg van een stormvloedkering te kunnen beoordelen worden de voor- en nadelen in deze rapportage uiteengezet. In hoofdstuk 2 wordt de stormvloedkering op hoofdlijnen ontworpen. Dit maakt een inschatting mogelijk van de kosten en de effecten van de stormvloedkering. In hoofdstuk 3 worden de effecten van de stormvloedkering op de benodigde dijkverbetering, de waterhuishouding en de scheepvaart beschreven. Tot slot wordt in hoofdstuk 4 het alternatief van de aanleg van een stormvloedkering afgewogen tegen het alternatief van dijkversterking en dijkverhoging zonder stormvloedkering.

2 Ontwerp stormvloedkering

Om een goede afweging te maken tussen de stormvloedkering en de dijkverbetering wordt in dit hoofdstuk kort ingegaan op een haalbaar ontwerp voor de stormvloedkering.

2.1 Locatie stormvloedkering Krimpen

De Hollandsche IJssel wordt in geval van extreem hoogwater verdedigd door de stormvloedkering bij Krimpen. Bij een verwachte waterstand van NAP+2.25 sluit de stormvloedkering bij Krimpen. Daarmee biedt de stormvloedkering aan de achterliggende polders tot aan Rotterdam, Gouda, Den Haag en Leiden bescherming tegen overstroming. In 1958 is de stormvloedkering bij Krimpen het eerst gerealiseerde onderdeel van de Deltawerken dat is opgeleverd. Zou men in de vijftiger jaren van de vorige eeuw het waterkerend vermogen van de dijken langs de Hollandsche IJssel aan de Deltastand willen aanpassen, dan zouden de dijken ingrijpend moeten worden verzaamd en de kruin van de dijken aanmerkelijk moeten worden verhoogd. In aanmerking nemende de samenstelling van de ondergrond en de ervaringen die men in die tijd had met zakkingen van de dijken, heeft men er toen voor gekozen een stormvloedkering te maken. De overwegingen om bij Krimpen een stormvloedkering aan te leggen zijn om een zo groot mogelijk gebied te beschermen tegen extreem hoogwater, voldoende mogelijkheden voor lozingen van stedelijk afvalwater van Gouda op de Hollandsche IJssel te realiseren, getijbeweging op de Hollandsche IJssel zo min mogelijk te verstoren en scheepvaart zo min mogelijk hinder te laten ondervinden. Men heeft toen voor een locatie gekozen zo dicht mogelijk aan de monding van de Hollandsche IJssel [7].

2.2 Locatie extra stormvloedkering Gouda

Langs of in de oevers van de Hollandsche IJssel voor Gouda is maar beperkte fysieke ruimte aanwezig om een stormvloedkering te bouwen zonder ruimtelijke ingrepen te moeten treffen. Er zijn door de klankbordgroep (KBG) twee alternatieve locaties voor de stormvloedkering voorgesteld. Eén gecombineerd met de brug die over de Hollandsche IJssel komt als onderdeel van de N207 en één verder bovenstrooms door het aanleggen van een sluis bij de Haastrechtse brug. In figuur 2-1 zijn deze weergegeven als locatie 1 en 3.



Figuur 2-1: Locaties stormvloedkering

Locatie 1 lijkt op het eerste gezicht aantrekkelijk vanwege de gecombineerde aanleg. Echter, als de stormvloedkering op die locatie wordt aangelegd, kan het gemaal Gouda – het boezemgemaal voor de Gouwe – het water niet meer goed uitmalen. Als een storm voorbij trekt waarbij een maatgevend hoogwater wordt verwacht, wordt de stormvloedkering gesloten. Tussen de stormvloedkering en de Waaiersluis ontstaat als het ware een badkuip. Het waterpeil in deze badkuip kan gedurende twee tot drie uur nog blijven doorstijgen totdat het water zo hoog staat dat er een maalstop (zie paragraaf 3.2). wordt afgekondigd. Dit is bij een waterpeil van NAP+2,60m. Vervolgens kan de stormvloedkering als de storm voorbij trekt, gedurende 12 tot 35 uur gesloten blijven. Dit betekent dat er gedurende een lange periode geen water uit de polders kan worden gemaal. De achterliggende polders die gedurende lange tijd geen water kunnen uitmalen zullen veel hinder en schade ondervinden. Locatie 1 wordt daarom niet nader beschouwd als een geschikte locatie. Locatie 3 bij de Haastrechtse brug wordt ook niet als geschikt beschouwd. Een stormvloedkering op deze locatie lost weinig op als het gaat om beperking van hoogwater bij Gouda. Omdat de Haastrechtse brug zich verder bovenstrooms bevindt zal driekwart van het tracé nog steeds het maatgevend hoogwater (MHW) moeten kunnen keren. Door opstuwing vóór de sluis zal bovendien het MHW bij Gouda plaatselijk verder toenemen.

Vanwege de ongeschiktheid van de aangedragen locaties stellen we een alternatieve locatie voor, net stroomopwaarts van de keersluis bij gemaal Gouda. In figuur 2-1 is dit aangegeven als locatie 2. Een stormvloedkering op deze locatie biedt voor het grootste deel van de IJsseldijk bescherming tegen hoogwater. Hier is de Hollandsche IJssel echter circa 90 m breed, hetgeen een grote breedte is om te overbruggen (voor de beeldvorming: de stormvloedkering in Capelle aan de IJssel is circa 80 m breed). De breedte zal daarom door een combinatie van een stormvloedkering en een grondlichaam in het rivierprofiel moeten worden overbrugd.

De sluis verder stroomopwaarts achter het industrieterrein nabij Compaxo situeren blijkt geen goede optie. Hier neemt de breedte van de Hollandse IJssel snel af tot circa 35 m. Het indicatieve ontwerp van de kering in bijlage 3 welke is afgestemd op locatie 2, heeft een breedte van 52 m. De relatief ruime doorvaartbreedtes van 2 x 20 m waarborgen en ongestremde doorvaart zonder dat schepen moeten afremmen om de kering te passeren. De doorvaartbreedtes zouden versmald moeten worden tot circa 11,5 meter waardoor schepen van CEMT klasse Va er vrijwel niet meer door kunnen.

2.3 Ontwerputgangspunten

Voor een indicatie van de kosten van de stormvloedkering is een schetsontwerp gemaakt en een bijbehorende kostenraming opgesteld. Het ontwerp van de stormvloedkering is eenvoudig: een sluis waarvan de deuren onder normale omstandigheden open staan.

De volgende uitgangspunten zijn voor het opstellen van het schetsontwerp gehanteerd:

1. Scheepvaartklasse Va.
2. Tijverskil: 1,71m.
3. Geen hoogtebeperkingen in verband met bruine vloot.
4. Stormvloedkering in 2 fasen bouwen in verband met niet stremmen Hollandsche IJssel.
5. Twee doorvaartopeningen in verband met de haalbaarheid van een dergelijk conventioneel ontwerp (dus geen sectordeuren of iets dergelijks) en in verband met de afwikkeling van de scheepvaart.
6. Dubbele kering in verband met faalkans.
7. Ontwerphoogte conform [6].

In bijlage 2 is het schetsontwerp weergegeven.

2.4 Faalmechanisme

Voor elke constructie moet volgens de ontwerpleidraden rekening worden gehouden met een zogenoemde faalkans. Mogelijke oorzaken van falen zijn dat de kering bezwijkt door erosie, vervorming, mechanisch of constructief falen van de kering of door menselijk falen zoals een aanvaring door scheepvaart. Het niet tijdig sluiten is een faalmechanisme dat alleen relevant is bij afsluitbare keringen en niet bij permanente keringen zoals dijken. Het risico op niet-sluiten van een stormvloedkering moet zorgvuldig worden beheerst. Dit kan bijvoorbeeld worden ge-

daan door de stormvloedkering uit te voeren als een dubbele kering, door extra maatregelen en procedures op te stellen en door de stormvloedkering regelmatig te testen.

2.5 Kosten

Uit de kostenraming (bijlage 2.2) valt op te maken dat de kostprijs voor het aanleggen van een extra stormvloedkering bij Gouda circa 50 miljoen euro bedraagt. Het betreft hier alleen de investeringskosten voor aanleg. Daarbovenop komen nog de kosten voor exploitatie en onderhoud van de stormvloedkering. Bovendien moeten er sowieso nog kosten worden gemaakt om de stabiliteit van de IJsseldijk te verbeteren (zie paragraaf 3.1). Ter vergelijking: de kosten voor het alternatief dijkverbetering inclusief ophoging bedragen op basis van ervaringscijfers circa 8 miljoen euro per kilometer (wat overeenkomt met circa 28 miljoen euro voor het tracé van de dijkverbetering).

2.6 Conclusie

De meest voor de hand liggende locatie voor een extra stormvloedkering is iets oostelijk van de keersluis van het gemaal, ter hoogte van het begin van het industriegebied bij Croda. Een stormvloedkering moet worden uitgevoerd met dubbele keermiddelen. Om tijdens de aanleg de scheepvaart niet te hinderen zijn twee doorvaartopeningen nodig. De aanlegkosten van een stormvloedkering zijn circa 50 miljoen euro. Daarbovenop komen nog jaarlijkse kosten voor exploitatie en onderhoud. Ter vergelijking: de investeringskosten voor het alternatief dijkverbetering bedragen circa 28 miljoen euro.

3 Effecten van een stormvloedkering

3.1 Invloed van stormvloedkering op benodigde dijkverbetering

3.1.1 Uitgangspunt

De Goejanvervelledijk en Schielands Hoge Zeedijk moeten worden versterkt en verhoogd vanuit de veiligheidsnormen. Door de aanleg van een extra stormvloedkering hoeven de dijken minder hoog te worden aangelegd dan zonder extra stormvloedkering. Er dient echter altijd rekening te worden gehouden met een kans dat de extra stormvloedkering faalt (bijvoorbeeld doordat de stormvloedkering niet goed sluit). Volgens de ontwerpleidraden voor dijken en kunstwerken moet de faalkans zich laten vertalen in extra benodigde hoogte.

Bij de verbetering van de Goejanvervelledijk en Schielands Hoge Zeedijk (tussen de eventueel nieuw aan te leggen stormvloedkering en de Waaiersluis) moet niet alleen rekening worden gehouden met hoge waterstanden vanuit de Hollandsche IJssel, maar ook met hoge waterstanden ten gevolge van een overstroming van dijkkring 15 (Lopiker- en Krimpenerwaard) vanaf de Lek. Dijkkring 15 heeft een lagere overschrijdingsnorm voor extreem hoogwater (1/2.000) dan dijkkring 14 (1/10.000) en zal eerder falen in geval van extreem hoogwater.

In het geval van falen van dijkkring 15, kunnen de dijken die dijkkring 14 beschermen ook te maken krijgen met hoge waterstanden. Volgens de Hydraulische Randvoorwaarden moet de waterkering van dijkkring 14 ten oosten van de Waaiersluis in verband met de kans op overstroming vanuit dijkkring 15 worden ontworpen om een waterstand van + 3.2 m NAP te keren [[1]]. De dijk ten zuiden van de gekanaliseerde Hollandsche IJssel is namelijk onvoldoende hoog en sterk om het water te keren.

3.1.2 Invloed op benodigde verhoging dijk

Door de aanleg van een extra stormvloedkering bij Gouda hoeven de achterliggende dijken niet te worden opgehoogd. Door tijdige sluiting van de kering worden de achterliggende dijken namelijk ontlast. Wanneer de huidige dijkhoogte gehandhaafd zou blijven door aanleg van een stormvloedkering, dan zal het sluitingsregime van de extra stormvloedkering zodanig moeten worden ingesteld dat geen hogere waterstanden kunnen optreden dan de 'oude' ontwerpwaterstanden, waartegen de huidige dijk bestand is. Omdat de stormvloedkering zelf ook een faalkans heeft dient hier nog wel een extra toeslag voor verdisconteerd te worden in de ontwerp-hoogte van de dijk.

Daarnaast moet ook rekening worden gehouden met toekomstige ontwikkelingen. Als de IJsseldijken achter de stormvloedkering niet worden opgehoogd, zullen ze door bodemdaling in de komende 50 jaar ruim een halve meter zakken ten opzichte van NAP (en ruim een meter in de komende eeuw)¹.

Het ontwerppeil ten behoeve van het dijkontwerp met aanwezigheid van een stormvloedkering zal uitgaand van het maalstoppeil van NAP+ 2,60 m, lager zijn. Globaal kan op basis van de ontwerpwaarden van de huidige aanleghoogte [6] zoals toeslag robuust ontwerpen (0,30 m), waakhoogte (0,50 m) en bodemdaling (0,55 m) een globale schatting gemaakt worden

¹ Uit kruinhoogtemetingen die door het Hoogheemraadschap van Rijnland zijn uitgevoerd tussen 2000 en 2008, blijkt dat een gemiddelde daling t.o.v. NAP van 1,1 cm/jaar optreedt.

(NAP +3,95 m). De toeslag voor het falen van de nieuwe stormvloedkering moet hier nog in worden verdisconteerd. Hieruit blijkt dat de huidige dijk in combinatie met een nieuwe stormvloedkering op dezelfde kruinhoogte kan worden gehandhaafd.

3.1.3 Invloed op benodigde versterking stabiliteit dijk

De aanleg van een extra kering lost de geconstateerde problemen met betrekking tot de stabiliteit van de dijk niet op. Dit komt doordat ook bij sluiting van de extra stormvloedkering het talud aan beide zijden van de dijk instabiel is. De mate waarin een dijk stabiel is wordt uitgedrukt in een stabiliteitsfactor. Dit is een berekende maat die de verhouding tussen de dijksterkte en de belasting van rivierwater tegen de dijk aangeeft. Voor een aantal locaties is de stabiliteit beschouwd. De wettelijk vereiste stabiliteitsfactoren worden niet bereikt (zie tabel B3.1 en tabel B3.2 in Bijlage 3). Daar waar de stabiliteitsfactoren groter dan 1 moeten zijn, blijken voor alle berekende trajecten de stabiliteitsfactoren veel kleiner te zijn. Zelfs onder normale condities (condities zonder maatgevende hoogwateromstandigheden) blijken de stabiliteitsfactoren niet aan de wettelijk vereisten te voldoen. Dit kan ernstige gevolgen hebben voor het afschuiven van dijktraluds.

Voor drie dijkvakken zijn tevens een aantal indicatieve stabiliteitsberekeningen uitgevoerd voor de situatie zonder en met stormvloedkering om aantoonbaar te maken hoeveel kleigrond aangevuld zou moeten worden bij het huidige toetspeil en bij het waterpeil dat maximaal achter de stormvloedkering kan optreden. Voor de situatie **zonder** stormvloedkering wordt de dijk belast met het toetspeil dat ligt tussen NAP +3,10 m en NAP +3,40 m. Voor de situatie **met** stormvloedkering wordt de dijk belast met een waterpeil van NAP +2,60 m. Dit is het maalstoppeil dat onafhankelijk van een storm kan optreden achter de stormvloedkering en daarmee als maatgevend peil wordt beschouwd. Voor de stabiliteitsberekeningen is het uitgangspunt geweest om door middel van taludverflauwing of een steunberm de dijk zodanig vorm te geven dat deze aan de gestelde stabiliteitseisen voldoet. Deze worden uitgedrukt in zogenaamde stabiliteitsfactoren welke voor het binnentalud minimaal 1,18 dient te zijn, en voor het buitentalud minimaal 1,11. Bijlage 4 geeft de resultaten van de berekeningen voor een aantal dwarsprofielen van de dijkvakken (zie hiervoor bijlage 1) weer. Het betreft een snede op de Schielands Hoge Zeedijk (OHIJ-03, binnentalud), de Veerstal (OHIJ-05, buitentalud), Goejanverwelledijk (OHIJ-06, binnentalud) en de Goejanverwelledijk (OHIJ-07, binnentalud). Voor elk dwarsprofiel zijn twee figuren weergegeven voor de situatie zonder en met stormvloedkering. De verschillen door de lager te keren waterstand ultiem zich in minder hoeveelheid aan te brengen grond. De duidelijkste verschillen zijn zichtbaar voor de Schielands Hoge Zeedijk en de Goejanverwelledijk achter de begraafplaats. Toch blijft het noodzakelijk om grond aan te brengen omdat in de huidige situatie de instabiliteit grotendeels wordt veroorzaakt door het eigen gewicht van de dijk en niet door een toename van verzadiging gedurende een hoge waterstand. De circa 0,5 m lagere maatgevende waterstand lost in deze weinig op als het gaat om beperking van de dijkversterkende maatregel.

In Figuur 3-1 is een verzakking van de Goejanverwelledijk weergegeven, die in 2008 is opgetreden. Instabiliteit van de dijk kan er echter ook toe leiden dat bij hoogwater de hele dijk bezwijkt en het achterliggende gebied onderloopt. Om dit te voorkomen, zijn ook bij aanleg van een extra stormvloedkering maatregelen ter versterking van de dijk onvermijdelijk. De kosten van de extra kering komen dan bovenop de kosten van het aanpassen van de dijk.



Figuur 3-1: Verzakking ten gevolge van instabiliteit Goejanverwelledijk

3.1.4 Invloed op kunstwerken

Een verlaging van het maatgevende waterpeil heeft ook gevolgen voor de kunstwerken langs dit gedeelte van de Hollandse IJssel. In 2003 en 2008 zijn deze kunstwerken getoetst op veiligheid. Alleen voor de IJsselkade, die is afgekeurd op stabiliteit, heeft de aanleg van een nieuwe stormvloedkering mogelijk een positief effect. Of het verschil voldoende groot is om het betreffende kunstwerk bij een lagere waterstand goed te keuren kan alleen met een nieuwe toets worden vastgesteld.

3.1.5 Invloed op Niet Waterkerende Objecten (NWO's)

Onder NWO's worden de objecten op en in een dijk verstaan die geen waterkerende functie hebben zoals bomen en kabels en leidingen.

Door een verlaging van de maatgevende waterstand zal het beoordelingsprofiel voor de NWO's – het theoretisch profiel dat bepaalt of een object wel of niet aan de eisen van de toetsing voldoet – op de kruin zakken. Het verlagen van de waterstand heeft een positief effect op de toetsing van de niet waterkerende objecten. Dit geldt alleen voor objecten (kabels en leidingen) die zich op of rond de kruin bevinden.

3.2 Waterhuishouding

3.2.1 Maalstop

Achter de Waaiersluis ligt de gekanaliseerde Hollandse IJssel. Gemalen vanuit de Lopikerwaard en de Polder Stein 'lozen' op deze Hollandse IJssel. Door een extra stormvloedkering aan te leggen krijgen deze gemalen eerder te maken met een zogenaamde maalstop. Dit komt omdat – door een extra kering te plaatsen – het waterbekken waarop de gemalen lozen sterk wordt verkleind. Dit heeft als gevolg dat de gemalen enige tijd na sluiting van de kering het water niet meer mogen lozen op de Hollandse IJssel. De Hoogheemraadschappen Rijnland, en Schieland en Krimpenerwaard zullen in hun poldergebieden met een wateroverlast te maken krijgen.

In 2005 is overigens het gemaal de Waaier in werking getreden om het overtollige water uit de polders tussen Nieuwegein en Gouda ook tijdens hoogwater vanuit de gekanaliseerde Hollandse IJssel op de Hollandse IJssel te kunnen lozen. Dit bevestigt temeer de noodzaak om geen beperkingen op te leggen aan de komberging.

Onder de aanname dat de stormvloedkering bij laagwaterkentering sluit (bij een laag peil op de Hollandse IJssel), is er voldoende buffer in de komberging achter de stormvloedkering om de gemalen nog gedurende 9 uur te laten uitmalen². De maatgevende stormduur is volgens de

² Stel: de kering wordt vóór de storm gesloten bij laagwaterkentering met een peil van NAP + 0,5 m. Het toelaatbaar peil achter de stormvloedkering wordt aangehouden op het huidige maalstoppeil van NAP + 2,6 m waardoor er een waterstandstijging van 2,1 m mag optreden. Over het oppervlak van ca. 17 hectare achter de kering is dat een kombergend volume van 357.000 m³. Volgens de peilbeheerder van het HHR lozen de gemalen (Gemaal Mallegatsluis, Stolk-wijkersluis, Hanepraai, en de Waaier waarbij gemalen Kort Haarlem en Willens in de toekomst ook worden ingezet voor

Leidraad Zee- en Meerdijken [10] echter 35 uur. Een mogelijke ontwerpoplossing voor het probleem is om in de stormvloedkering schuiven te plaatsen voor die situatie dat de binnenwaterstand hoger is geworden dan de buitenwaterstand. Dit kan optreden wanneer de kering gesloten blijft tussen twee opeenvolgend hoogwater periodes tijdens een storm en wanneer tijdelijk een 'laagwater' optreedt. Of dit mogelijk is hangt weer af van het sluitingsregime bij Krimpen. Wanneer bij Krimpen de kering gesloten blijft dan geeft de maalstop in ieder geval problemen.

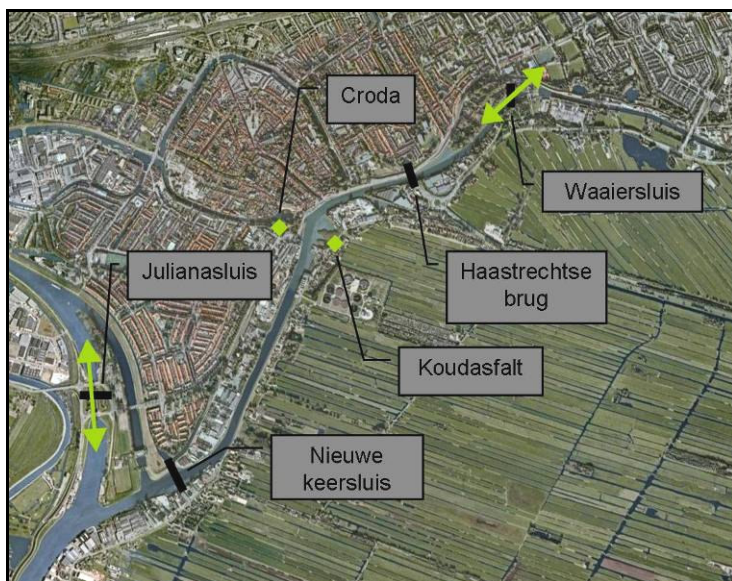
In de toekomst zal door zeespiegelstijging en bodemdaling de komberging op de Hollandsche IJssel afnemen. Rekeninghoudend met de uitmaalcapaciteit van de gemalen zal, zonder ophoging over 50 jaar een maalstop al 4,7 uur na sluiting van de stormvloedkering optreden.

3.2.2 Compensatie komberging

Een ander effect van de aanleg van de stormvloedkering (grondlichaam en sluizen) is dat de komberging van de Hollandsche IJssel afneemt. Het verlies aan bergend volume zal elders moeten worden gecompenseerd.

3.3 Scheepvaart

Een nieuwe stormvloedkering in de Hollandsche IJssel levert hinder op voor het scheepvaartverkeer. Op het stuk van de Hollandsche IJssel ten oosten van de Julianasluis vinden verschillende vormen van scheepvaart plaats: beroepsvaart voor de bevoorrading van bedrijven in Gouda, charterscheperen die Gouda aandoen en recreatievaart in de richting van Gouda of op doorvaart vanaf en naar de gekanaliseerde Hollandsche IJssel. De Hollandsche IJssel is tot de Haastrechtse brug bevaarbaar voor type Va (Groot Rijnschip, éénbaksduwstel) en ten oosten daarvan slechts voor type I (Spits). Het aantal scheepvaartpassages kan globaal worden bepaald op basis van het aantal scheepvaartpassages door de Waaiersluis en het aantal scheepvaartpassages van en naar de grote bedrijven op het traject Julianasluis - Waaiersluis (zie Figuur 3-2 en Tabel 3.1).



Figuur 3-2: Ligging nieuwe stormvloedkering ten opzichte van belangrijkste sluizen en bruggen

Tabel 3.1: Scheepvaartintensiteit in 2002 [[4]]

Telpunt	Binnenschepen, zeeschepen en overige beroepsvaart (aantal)	Vervoerd tonnage	Pleziervaart (aantal)	Totaal (aantal)
88. Waaiersluis	384	40.000	8.650	9.034

uitmaling op de H-IJ) tijdens maatgevende condities in totaal 11 m³/s op de Hollandsche IJssel. Na 9 uur is het waterpeil gestegen tot NAP + 2,6 m.

Uit tellingen ter hoogte van de Waaiersluis is gebleken dat de beroepsvaart die de Waaiersluis passeren, beperkt is tot minder dan 400 passages per jaar. Ter hoogte van de nieuwe stormvloedkering wordt daarbovenop rekening gehouden met de scheepvaart van en naar de bedrijven Croda en Koudasfalt. Uit navraag blijkt dat deze bedrijven zorgen voor circa 650 scheepbewegingen per jaar ter hoogte van de nieuw aan te leggen stormvloedkering (zie Tabel 3.2).

Tabel 3.2 Aantal scheepvaartpassages van en naar grote bedrijven

Bedrijf	Aantal scheepspassages per jaar (som heen en terug)	Vervoerd tonnage	Afmetingen schip (m, l*b*h)
Croda	Ca. 520 (dagelijks op werkdagen)		Ca. 55-110 * 11,5 * 4-7
Koudasfalt	Ca. 130 (verspreid, meest maart-december)	Ca. 130.000	Ca. 110-120 * 11-12

Recreatievaart vindt met name plaats in de periode tussen half april en half oktober, wanneer de Waaiersluis geopend is. Aangenomen wordt dat de scheepvaartintensiteit ter hoogte van de mogelijk aan te leggen stormvloedkering dan ongeveer gelijk is aan de intensiteit ter hoogte van de Waaiersluis. Er wordt rekening gehouden met circa 8.650 scheepspassages per jaar, ofwel gemiddeld 50 passages per dag. De inschatting is dat op mooie zomerdagen de intensiteit aanmerkelijk groter is dan het gemiddelde. De pleziervaart bestaat voornamelijk uit jachten met een lengte van minder dan 20 m.

Over het algemeen geeft een stormvloedkering een vernauwing van het rivierprofiel. De kans bestaat dat schepen ter hoogte van de stormvloedkering op elkaar moeten wachten en dat er dus vertragingen optreden. Voor de dubbele doorvaartopening in de ontworpen stormvloedkering (zie bijlage 2.1) geldt deze vertraging in veel mindere mate omdat de doorvaartopening voldoende groot is. De dubbele opening zorgt voor een goede verkeersafwikkeling en biedt de mogelijkheid om stremmingen, beperkingen, hinder en vertragingen in de scheepvaart tijdens de aanleg of het onderhoud van de stormvloedkering grotendeels te voorkomen. Gezien de beperkte omvang van de beroepsvaart op het traject en een dubbele doorvaartopening wordt verwacht dat vertragingen en schade na aanleg van een extra stormvloedkering beperkt zijn.

Bij extreem hoogwater is er geen scheepvaart mogelijk op de Hollandsche IJssel. Wanneer de nieuwe stormvloedkering bij Gouda echter wordt gesloten op het moment dat er nog wel scheepvaart mogelijk is op de Hollandsche IJssel, kunnen de bedrijven in Gouda gedurende de sluitingsperiode niet meer over het water worden bereikt. We gaan er van uit dat de extra stormvloedkering enkele malen per jaar sluit³. Dit heeft een negatief effect op de bedrijven die voor af- en aanlevering van de scheepvaart afhankelijk zijn.

3.4 Conclusie

De aanleg van een extra kering lost de geconstateerde problemen met betrekking tot de stabiliteit van de dijk niet op. Dit komt doordat ook bij sluiting van de extra stormvloedkering het talud aan beide zijden van de dijk instabiel is. Op de Hollandse IJssel tussen de Waaiersluis en de voorziene extra stormvloedkering, lozen diverse gemalen overtollig water uit de achterliggende polders. Ingeval de extra stormvloedkering wordt gesloten voor een verwacht extreem hoogwater kunnen de gemalen nog 9 uur water (zie voetnoot bij paragraaf 3.2.1) uitmalen voordat een maalstop van kracht wordt. Aangezien de ontwerpwaarde voor de stormduur maar liefst 35 uur is, ondervinden de achterliggende polders tijdens een sluiting van de stormvloedkering extra wateroverlast omdat deze niet bemaald kunnen worden. Gezien de beperkte omvang van de beroepsvaart op het traject en een dubbele doorvaartopening bij de extra stormvloedkering, wordt verwacht dat vertragingen en economische schade na aanleg van een extra stormvloedkering beperkt zijn.

³ Voor deze indicatie van de sluitingsfrequentie van de stormvloedkering zijn we uitgegaan van de sluitingsfrequentie van de stormvloedkering bij Krimpen a/d IJssel gedurende de afgelopen 50 jaar. In de afgelopen 50 jaar is de stormvloedkering bij Krimpen a/d IJssel ca 200 keer gesloten.

4 Conclusie

Het onderzoek is erop gericht te bepalen of een extra kering bij Gouda een reëel alternatief is voor het oplossen van het waterveiligheidsprobleem bij Gouda.

In Tabel 4.1 is een overzicht gegeven van de mate waarin de aanleg van een stormvloedkering een gunstig dan wel ongunstig effect heeft op de relevante afwegingscriteria ten opzichte van een dijkverbetering zonder extra stormvloedkering. Er zijn geen gewichten toegekend aan de criteria.

Tabel 4.1: Effect van stormvloedkering t.o.v. dijkverbetering

Criterium	Score ¹
Zelfstandige oplossing voor veiligheidsprobleem	—
Kosten	—
Benodigde dijkhoogte	+
Stabiliteit	0
Kunstwerken	0/+
NWO's	0/+
Waterhuishouding	—
Scheepvaart	—

¹ + = positief, - = negatief, 0 = geen effect

Het positieve effect van een extra kering is dat de waterkering waarschijnlijk niet hoeft te worden opgehoogd ten opzichte van een dijkverbetering zonder extra kering. Het stabiliteitsprobleem wordt echter niet opgelost en de kering zal dus nog steeds versterkt moeten worden. Voor de toetsing van één kunstwerk en sommige NWO's heeft de maatregel van de stormvloedkering ook een positief effect.

Negatieve effecten van een extra kering ten opzichte van het alternatief zonder kering is dat deze oplossing:

- Geen zelfstandige oplossing is voor het veiligheidsprobleem. Er moeten sowieso aanvullende maatregelen op de huidige waterkering getroffen worden om het stabiliteitsprobleem op te lossen. Kortom een extra kering lost het voorliggende probleem niet op.
- Hogere kosten met zich meebrengt dan een dijkversterking (zonder kering). De kosten van de stormvloedkering (€50 miljoen) zijn namelijk circa 2 keer zo hoog als de kosten van een dijkversterking en dijkverhoging (€28 miljoen). De kosten van de dijkversterking die alsnog gedaan moet worden i.v.m. stabiliteit zijn hier nog niet in meegenomen.
- Nadelig is ten opzichte van de waterhuishouding (komberging), omdat een maalstop eerder van kracht wordt.
- Nadelig is ten opzichte van de scheepvaart vanwege de sluiting van de kering bij hoogwater.

Op basis van de resultaten van het onderzoek is de aanleg van een stormvloedkering geen kansrijk alternatief. Met name doordat het alternatief maar beperkt het probleem oplost en daarnaast circa 2 keer zo duur is als de dijkverbetering zonder extra kering. Daarom wordt de stormvloedkering bij Gouda niet als optie in de alternatievenafweging van het MER opgenomen.

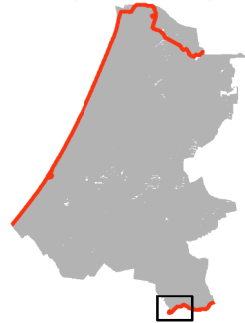
5 Referenties

- [1] Slootjes, N, Hoffman, T. (2008). Hydraulische Randvoorwaarden voor categorie c-keringen. Achtergrondrapport Gekanaliseerde Hollandsche IJssel (dijkkring 14), HKV lijn in water, in opdracht van het Ministerie van Verkeer & Waterstaat.
- [2] Bastiaan Kuijper, B., Slootjes, N. (2008). Hydraulische Randvoorwaarden voor categorie c-keringen. Achtergrondrapport Hollandsche IJssel (dijkkring 14 en 15), HKV lijn in water, in opdracht van het Ministerie van Verkeer & Waterstaat.
- [3] Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2007). Hydraulische randvoorwaarden voor primaire keringen voor de derde toetsronde 2006-2011.
- [4] Rijkswaterstaat (AVV), CBS (2003). Nederland en de scheepvaart op de binnenwateren.
- [5] Grontmij (2010), Toetsing Primaire Keringen, referentienummer: I&M 1015330-HE/lk.
- [6] Grontmij (2009), Indicatieve ontwerphoogte IJsseldijk te Gouda, I&M-1009847-CB.
- [7] Grontmij (3-9-2009), Memo indicatieve aanleghoogte IJsseldijk.
- [8] Ir. M. de Bruijn, De stormvloedkering in de Hollandsche IJssel. De Ingenieur, No 15 (1958).
- [9] TAW (1999), Leidraad voor het ontwerpen van Zee- en Meerdijken.

Bijlage 1

Dijkvakken IJsseldijken tbv toetsing

Beheersgebied HHRS Rijnland



RL-027
Zomerpeil: -0,7 m
Winterpeil: -0,7 m

WW-36
Zomerpeil: -1,9 m
Winterpeil: -1,9 m

WW-37
Zomerpeil: -1,95 m
Winterpeil: -1,95 m

WW-34
Zomerpeil: -2,3 m
Winterpeil: -2,3 m

Legenda

- Kadevakken OHIJ
- Kadevakken GJVWD
- Dijkpalen
- Primaire kering
- Dijkkring 14
- Peilgebieden



Grontmij Nederland bv

De Holle Bilt 22
Postbus 203
3730 AE De Bilt
Telefoon (030) 220 79 11
Telefax (030) 220 50 84
www.grontmij.nl

In opdracht van:



Hoogheemraadschap van
Rijnland

Project

Toetsing NWO's Primaire Waterkeringen

Onderdeel

Indeling dijkvakken IJsseldijken Gouda

Kaartnr.

10

Formaat

A3

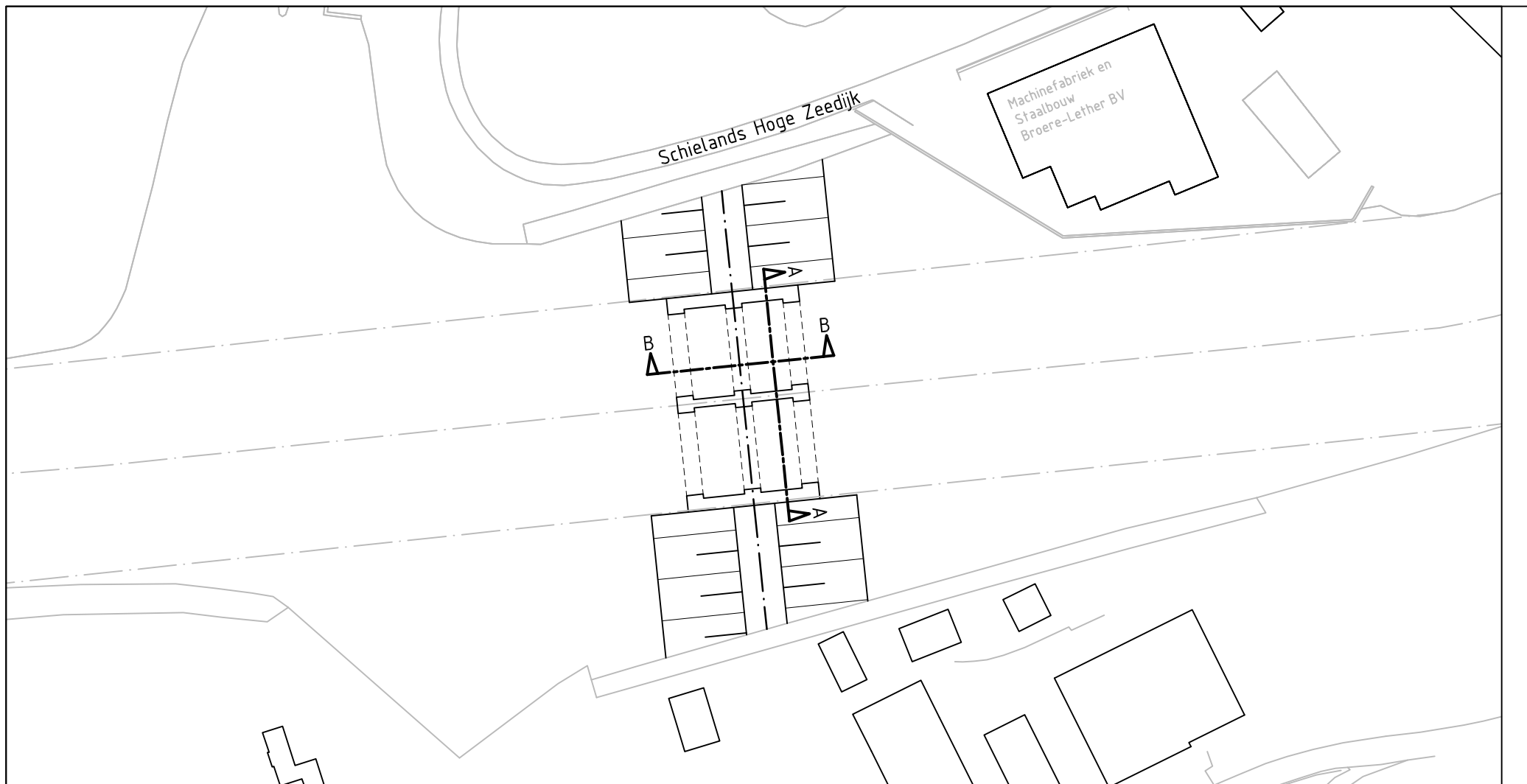
Schaal

0 37,5 75 150 225 300 Meter



Bijlage 2

Raming hoogwaterkering Gouda



Opdrachtgever

HOOGHEEMRAADSCHAP VAN RIJNLAND

Project

Onderzoek hoogwaterkering bij Gouda

Onderdeel

Situatie
Noodkering: Keersluis

Grontmij Nederland bv
Infrastructuur & Milieu

De Halle Blit 22, 3730 AE De Blit
Postbus 203, 3730 AE De Blit
Telefoon (030) 22 07 911
Telefax (030) 22 05 084

Bestand

NoodkeringGoudaKeersluisC1.dwg

Projectnummer
232568

Besteknummer
nvt

Formaat
A3

Schaal
1:200

Bladnummer
1

Aantal bladen
1

Tekeningnummer
nvt

© Grontmij Alle rechten voorbehouden

GrontmijGroep

Plotdatum : 19-4-2010 12:08:09

P:\232568\Fase 3 Ontwerp\varianten\Hoogwaterkering\NoodkeringGoudaKeersluisC1.dwg

Opdrachtgever	Gemeente Gouda	Datum:	4-feb-10
Project	Noodkering	Print datum:	4-feb-10
Onderdeel	Ramingsamenvatting	Status:	Concept V1
		Dossier nr.	232568
		Niveau raming:	Schetsontwerp

		samenvatting, specificatie per kostensoorten								
post	omschrijving	Voorziene kosten (VK)						Onvoorzien ...object ... project	TOTAAL	
		directe kosten (DK)			indirecte kosten (IK)					totaal VK
		bekend DK	ntd DK	totaal DK	bekend IK	ntd IK	totaal IK			

Bouwkosten

1 Tijdelijke- en sloopwerken	2.808.519	561.704	3.370.223	905.916	-	905.916	4.276.138	855.228	5.131.366
2 Ruwbouw noodkering	7.579.846	1.515.969	9.095.815	2.444.955	-	2.444.955	11.540.770	2.308.154	13.848.924
3 Remming- en geleidewerken	2.880.000	288.000	3.168.000	851.558	-	851.558	4.019.558	803.912	4.823.470
4 W&E en Bedieningsgebouw	5.100.000	1.020.000	6.120.000	1.645.056	-	1.645.056	7.765.056	1.553.011	9.318.067

Totaal bouwkosten	18.368.365	3.385.673	21.754.038	5.847.485	-	5.847.485	27.601.523	5.520.305	33.121.828
--------------------------	-------------------	------------------	-------------------	------------------	----------	------------------	-------------------	------------------	-------------------

Vastgoedkosten

Vastgoed	-	-	-	-	-	-	-	-	-
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Totaal vastgoedkosten	-	-	-	-	-	-	-	-	-
------------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Engineering

Engineering, Administratie en Toezicht	5.796.320	-	5.796.320	-	-	-	5.796.320	-	5.796.320
--	-----------	---	-----------	---	---	---	-----------	---	-----------

Totaal engineering	5.796.320	-	5.796.320	-	-	-	5.796.320	-	5.796.320
---------------------------	------------------	----------	------------------	----------	----------	----------	------------------	----------	------------------

Bijkomende kosten

Overige bijkomende kosten	-	-	-	-	-	-	-	-	-
---------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Totaal overige bijkomende kosten	-	-	-	-	-	-	-	-	-
---	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

TOTAAL BASIS RAMING	24.164.685	3.385.673	27.550.358	5.847.485	-	5.847.485	33.397.843	5.520.305	38.918.147
----------------------------	-------------------	------------------	-------------------	------------------	----------	------------------	-------------------	------------------	-------------------

Projectonvoorzien

Bijzondere gebeurtenissen en project onvoorzien								9.729.537	9.729.537
---	--	--	--	--	--	--	--	-----------	-----------

Totaal projectonvoorzien	-	-	-	-	-	-	-	9.729.537	9.729.537
---------------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	------------------	------------------

TOTALE INVESTERINGSKOSTEN									48.647.684
----------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	-------------------

BTW	19%								9.243.060
-----	-----	--	--	--	--	--	--	--	-----------

TOTALE INVESTERINGSKOSTEN INCLUSIEF BTW									57.890.744
--	--	--	--	--	--	--	--	--	-------------------

geschatte bandbreedte 30%

Onzekerheidsreserve									PM
reserve extern onvoorzien									PM

Opdrachtgever Gemeente Gouda	Datum: 4-feb-10
Project Noodkering	Print datum: 4-feb-10
Onderdeel Tijdelijke- en sloopwerken	Status: Concept V1
	Dossier nr. 232568
	Niveau raming: Schetsontwerp

onderbouwing van de raming van kosten per categorie

post	omschrijving	eenheid	hoeveelheid	prijs	totaal

1 Tijdelijke- en sloopwerken

11 Bouwkuipen

110010	Tijdelijke bouwkuip AZ-37-700 lang 25m	m1	235	€ 5.973,8	€ 1.403.831,3
110020	Stempelingen bouwkuip	ton	260	€ 2.000,0	€ 519.937,5
110030	Verwijderen bouwkuip	m1	235	€ 1.550,0	€ 364.250,0
110040	Grond ontgraven	m3	7700	€ 15,0	€ 115.500,0
110050	Bemalingen	EUR	45000	€ 1,0	€ 45.000,0
					€ -

12 Verkeersmaatregelen

120010	Tijdelijke remmingwerken	EUR	360000	€ 1,0	€ 360.000,0
120020		EUR		€ 1,0	€ -

totaal Tijdelijke- en sloopwerken € 2.808.518,8

subtotaal dir.kosten € 2.808.518,8

nader te detailleren pct 20% € 2.808.518,8 € 561.703,8
totaal directe kosten € 3.370.222,5

eenmalige kosten	post		€ -
bouwplaatskosten	wkn		€ -
uitvoeringskosten	wkn		€ -
(OF) eenm/bouwpla/uitv	pct	4,0%	€ 3.370.222,5 € 134.808,9
	<i>subtotaal (1) indirecte kosten</i>		€ 134.808,9
	<i>subtotaal incl. directe kosten</i>		€ 3.505.031,4

AK	pct		€ 3.505.031,4	€ -
WR	pct		€ 3.505.031,4	€ -
bijdragen (o.a. RAW/FCO)	pct		€ 3.505.031,4	€ -
<i>ntd indirecte kosten</i>	pct		€ 134.808,9	€ -
(OF) AK/WR/bijdrage/ntd-ik	pct	22%	€ 3.505.031,4	€ 771.106,9
	<i>subtotaal (2) indirecte kosten</i>			€ 771.106,9

totaal indirecte kosten 26,88% € 905.915,8

Bijzondere gebeurtenissen en object onvoorzien

	kxg		€ -
	kxg		€ -
	kxg		€ -
object onvoorzien	pct	20%	€ 4.276.138,3 € 855.227,7
	<i>subtotaal objectonvoorzien</i>		€ 855.227,7

Tijdelijke- en sloopwerken € 5.131.366,0

Opdrachtgever Gemeente Gouda	Datum: 4-feb-10
Project Noodkering	Print datum: 4-feb-10
Onderdeel Ruwbouw noodkering	Status: Concept V1
	Dossier nr. 232568
	Niveau raming: Schetsontwerp

onderbouwing van de raming van kosten per categorie

post	omschrijving	eenheid	hoeveelheid	prijs	totaal

2 Ruwbouw noodkering

200010	Ankerpalen ø280, lang 15m	st	481	€ 2.500,0	€ 1.203.125,0
200020	Onderwaterbeton	m3	2887,5	€ 300,0	€ 866.250,0
200030	Gewapend beton vloeren	m3	2976	€ 550,0	€ 1.636.800,0
200040	Gewapend beton wanden	m3	3192	€ 700,0	€ 2.234.400,0
200050	Sluisdeuren	st	4	€ 338.800,0	€ 1.355.200,0
200060	Vleugelwanden AZ-12	m2	180	€ 104,0	€ 18.711,0
200070	Grondwerk aansluitende dam op NAP +5,0m	m3	11400	€ 15,0	€ 171.000,0
200080	Bodembescherming stortsteen 650kg/m2 op kfd met wiepen	m2	1520	€ 50,0	€ 76.000,0
200090	Aansluitingen op bestaande constructie	st	2	€ 5.000,0	€ 10.000,0
200100	Grasbetontegels op dam	m2	380	€ 22,0	€ 8.360,0

totaal € **7.579.846,0**

subtotaal dir.kosten € 7.579.846,0

nader te detailleren pct 20% € 7.579.846,0 € 1.515.969,2
totaal directe kosten € 9.095.815,2

eenmalige kosten	post		€	-
bouwplaatskosten	wkn		€	-
uitvoeringskosten	wkn		€	-
(OF) eenm/bouwpla/uitv	pct	4,0%	€ 9.095.815,2	€ 363.832,6
			<i>subtotaal (1) indirecte kosten</i>	€ 363.832,6
			<i>subtotaal incl. directe kosten</i>	€ 9.459.647,8

AK	pct		€ 9.459.647,8	€ -
WR	pct		€ 9.459.647,8	€ -
bijdragen (o.a. RAW/FCO)	pct		€ 9.459.647,8	€ -
<i>ntd indirecte kosten</i>	pct		€ 363.832,6	€ -
(OF) AK/WR/bijdrage/ntd-ik	pct	22%	€ 9.459.647,8	€ 2.081.122,5
			<i>subtotaal (2) indirecte kosten</i>	€ 2.081.122,5

totaal indirecte kosten 26,88% € 2.444.955,1

Bijzondere gebeurtenissen en object onvoorzien

	kxg		€	-
	kxg		€	-
	kxg		€	-
object onvoorzien	pct	20%	€ 11.540.770,3	€ 2.308.154,1
			<i>subtotaal objectonvoorzien</i>	€ 2.308.154,1

Ruwbouw noodkering € **13.848.924,4**

Opdrachtgever Gemeente Gouda	Datum: 4-feb-10
Project Noodkering	Print datum: 4-feb-10
Onderdeel Remming- en geleidewerken	Status: Concept V1
	Dossier nr. 232568
	Niveau raming: Schetsontwerp

onderbouwing van de raming van kosten per categorie

post	omschrijving	een heid	hoeveel heid	prijs	totaal

3 Remming- en geleidewerken

300010	Wachtplaatsen: dukdalven: stalen palen met HDPE wrijfstijlen	st	12	€ 65.000,0	€ 780.000,0
300020	Remmingwerken: stalen palen met HDPE wrijfstijlen	st	42	€ 50.000,0	€ 2.100.000,0
300030					

totaal € **2.880.000,0**

subtotaal dir.kosten € 2.880.000,0

nader te detailleren pct 10% € 2.880.000,0 € 288.000,0
totaal directe kosten € 3.168.000,0

eenmalige kosten	post		€	-
bouwplaatskosten	wkn		€	-
uitvoeringskosten	wkn		€	-
(OF) eenm/bouwpla/uitv	pct	4,0%	€ 3.168.000,0	€ 126.720,0
	<i>subtotaal (1) indirecte kosten</i>		€	126.720,0
	<i>subtotaal incl. directe kosten</i>		€	3.294.720,0

AK	pct		€ 3.294.720,0	€ -
WR	pct		€ 3.294.720,0	€ -
bijdragen (o.a. RAW/FCO)	pct		€ 3.294.720,0	€ -
<i>ntd indirecte kosten</i>	pct		€ 126.720,0	€ -
(OF) AK/WR/bijdrage/ntd-ik	pct	22%	€ 3.294.720,0	€ 724.838,4
	<i>subtotaal (2) indirecte kosten</i>		€	724.838,4

totaal indirecte kosten 26,88% € 851.558,4

Bijzondere gebeurtenissen en object onvoorzien

	kxg		€	-
	kxg		€	-
	kxg		€	-
object onvoorzien	pct	20%	€ 4.019.558,4	€ 803.911,7
	<i>subtotaal objectonvoorzien</i>		€	803.911,7

Remming- en geleidewerken € **4.823.470,1**

Opdrachtgever Gemeente Gouda	Datum: 4-feb-10
Project Noodkering	Print datum: 4-feb-10
Onderdeel W&E en Bedieningsgebouw	Status: Concept V1
	Dossier nr. 232568
	Niveau raming: Schetsontwerp

onderbouwing van de raming van kosten per categorie

post	omschrijving	een heid	hoeveel heid	prijs	totaal

4 W&E en Bedieningsgebouw

41

410010	Electrotechnische en werktuigbouwkundige installatie	EUR	4500000	€	1,0	€	4.500.000,0
410020	Noodaggregaat en -inrichting	EUR	100000	€	1,0	€	100.000,0
410030	Bedieningsgebouw	EUR	500000	€	1,0	€	500.000,0

totaal € **5.100.000,0**

subtotaal dir.kosten € 5.100.000,0

nader te detailleren pct 20% € 5.100.000,0 € 1.020.000,0
totaal directe kosten € 6.120.000,0

eenmalige kosten	post		€	-
bouwplaatskosten	wkn		€	-
uitvoeringskosten	wkn		€	-
(OF) eenm/bouwpla/uitv	pct	4,0%	€ 6.120.000,0	€ 244.800,0
<i>subtotaal (1) indirecte kosten</i>			€	244.800,0
<i>subtotaal incl. directe kosten</i>			€	6.364.800,0

AK	pct		€ 6.364.800,0	€ -
WR	pct		€ 6.364.800,0	€ -
bijdragen (o.a. RAW/FCO)	pct		€ 6.364.800,0	€ -
<i>ntd indirecte kosten</i>	pct		€ 244.800,0	€ -
(OF) AK/WR/bijdrage/ntd-ik	pct	22%	€ 6.364.800,0	€ 1.400.256,0
<i>subtotaal (2) indirecte kosten</i>			€	1.400.256,0

totaal indirecte kosten 26,88% € 1.645.056,0

Bijzondere gebeurtenissen en object onvoorzien

	kxg		€	-
	kxg		€	-
	kxg		€	-
object onvoorzien	pct	20%	€ 7.765.056,0	€ 1.553.011,2
<i>subtotaal objectonvoorzien</i>			€	1.553.011,2

W&E en Bedieningsgebouw € **9.318.067,2**

Page 6 of 7

Opdrachtgever	Datum:	4-feb-10
Gemeente Gouda	Print datum:	4-feb-10
Project	Status:	Concept V1
Noodkering	Dossier nr.	232568
Onderdeel	Niveau raming:	Schetsontwerp
Project onvoorzien		

onderbouwing van de raming van kosten per categorie

post	omschrijving	eenheid	kans	gevolg	totaal
------	--------------	---------	------	--------	--------

Project onvoorzien

Afronding						
Overig project onvoorzien	pct	25%	€	38.918.147,5	€	9.729.536,9
	subtotaal objectonvoorzien				€	9.729.536,9

Project onvoorzien	€	9.729.536,9
--------------------	---	-------------

Bijlage 3

Beschouwing stabiliteitsfactoren met en zonder stormvloedkering

De mate waarin een dijk stabiel is wordt uitgedrukt in een stabiliteitsfactor. Dit is een berekende maat die de verhouding tussen de dijksterkte en de belasting van rivierwater tegen de dijk aan-geeft. Om een beeldvorming bij de toetsresultaten te verkrijgen worden van dijkvak 3, 4a, 6 en 7 de toetsresultaten toegelicht. Deze dijkvakken voldoen in de huidige situatie niet aan de stabiliteits-eisen. Een overzicht van de locatie van de dijkvakken is in bijlage 1 weergegeven.

De dijkvakken 3 en 7, waarvoor de binnenwaartse stabiliteit wordt beschouwd, betreffen een dijkvak van de Schielands Hoge Zeedijk (ter plaatse van Compaxo) en een dijkvak van de Goejanverwelledijk ten Oosten van de Haastrechtse brug. In beide gevallen is hier een steil binnentalud aanwezig (1:2).

De dijkvakken 4a en 6, waarvoor de buitenwaartse stabiliteit wordt beschouwd, betreffen de dijkvakken van de Goejanverwelledijk ten westen en oosten van de Haastrechtse brug. In beide gevallen is hier een steil buitentalud aanwezig (1:2).

Tabel B3.1. Stabiliteitsfactoren binnenwaarts

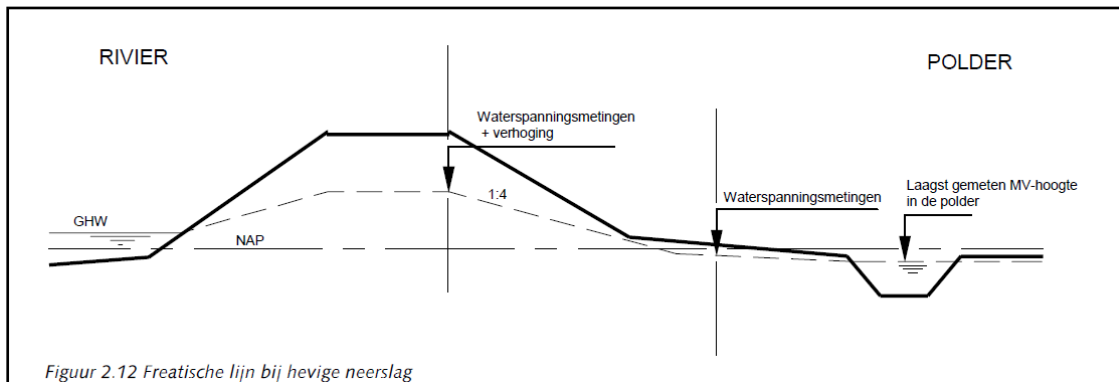
	Vereiste stabiliteits- factor binnenwaarts	Berekende stabiliteits- factor onder maatge- vende condities zonder stormvloedkering	Berekende stabiliteits- factor onder normale condities met storm- vloedkering
Dijkvak 3	1,18	0,59	0,75
Dijkvak 7	1,18	0,90	1,03

Tabel B3.2. Stabiliteitsfactoren buitenwaarts

	Vereiste stabiliteits- factor buitenwaarts	Berekende stabiliteits- factor onder maatge- vende condities zonder stormvloedkering	Berekende stabiliteits- factor onder normale condities met storm- vloedkering
Dijkvak 4b	1,11	0,83	0,89
Dijkvak 6	1,11	0,98	1,03

Bij extreem hoogwater (maatgevend) bedraagt de binnenwaartse stabiliteitsfactor voor de Schielands Hoge Zeedijk en de Goejanverwelledijk resp. 0,59 en 0,90. Dit betekent dat de dijk onder extreem hoogwater omstandigheden (MHW van NAP +3,23m resp. NAP+3,40m) niet aan de stabiliteitseisen voldoet. Ook wanneer de extra kering bij normaal hoogwater (Gemiddeld Hoogwater (GHW) van NAP+1,40m) gesloten wordt, blijkt dat de dijk niet voldoet aan de vereiste stabiliteit (stabiliteitsfactor resp. 0,75 en 1,03). Dit wordt mede veroorzaakt doordat bij een stabiliteitsberekening voor een dijk volgens de ontwerpleidraden een bepaalde mate van verza-diging door regenval meegenomen dient te worden.

Ook als het water in de IJssel laag staat, kan door langdurige regenval de dijkstabiliteit afnemen omdat de korrelspanningen afnemen bij een hogere waterspanning. Het freatisch peil in de dijk waarmee gerekend wordt is altijd hoger dan de normale waterstanden in de IJssel. Zie hiervoor Figuur B4-1 uit de Leidraad voor het ontwerpen van benedenrivieren. Voor een berekening met toetspeil ligt de freatische lijn op NAP + 3,0 m terwijl deze zich voor een neerslagberekening (dus in combinatie met een stormvloedkering) op circa NAP +2,2 m bevindt. De laatste wordt berekend in combinatie met een gemiddeld hoogwater van NAP +1,4 m.



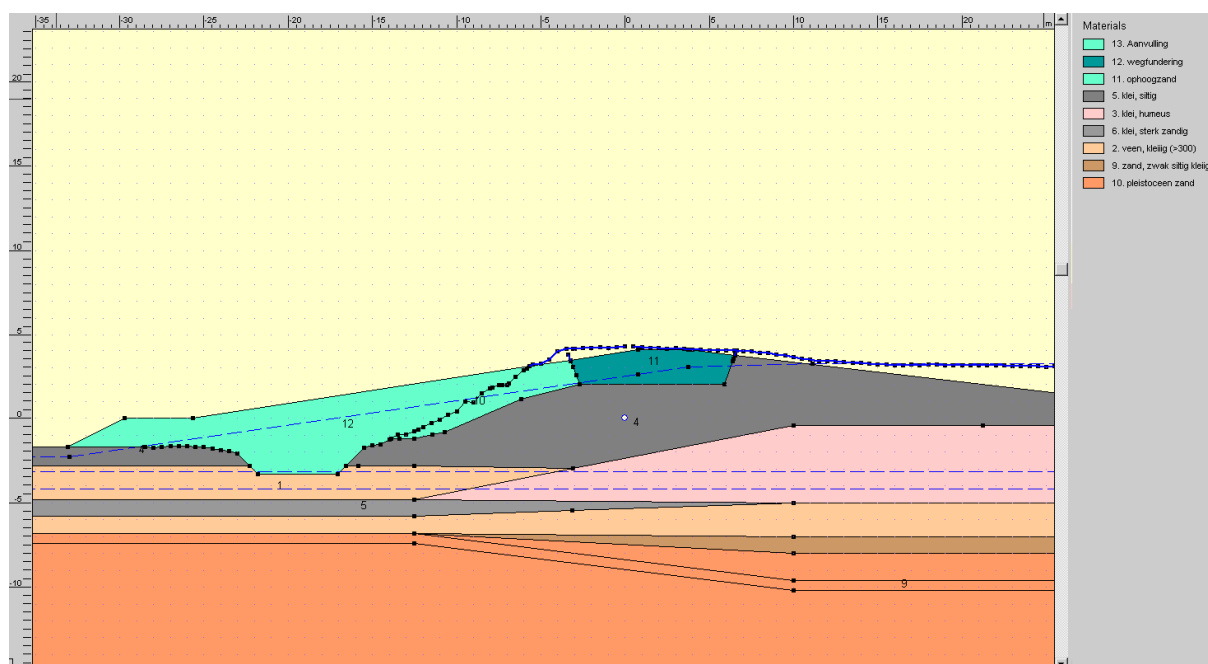
Figuur B4-1. Ontwerputgangspunt freatische lijn in dijk in geval er geen toetspeil optreedt

Ook de buitenwaartse stabiliteitsproblemen vragen om verbetering van de dijken, bijvoorbeeld door de taludhelling van de dijken te verflauwen. Zelfs met een stormvloedkering moeten er maatregelen worden getroffen om de dijk aan de vereiste veiligheid te laten voldoen. Daarnaast wordt de instabiliteit ook nog veroorzaakt door de watergang aan de binnenzijde van de Schie-lands Hoge Zeedijk en de watergang aan de binnenzijde van de Goejanverwelledijk. De dijk mist hierdoor grondmassief als tegendruk tegen afschuifinstabiliteit.

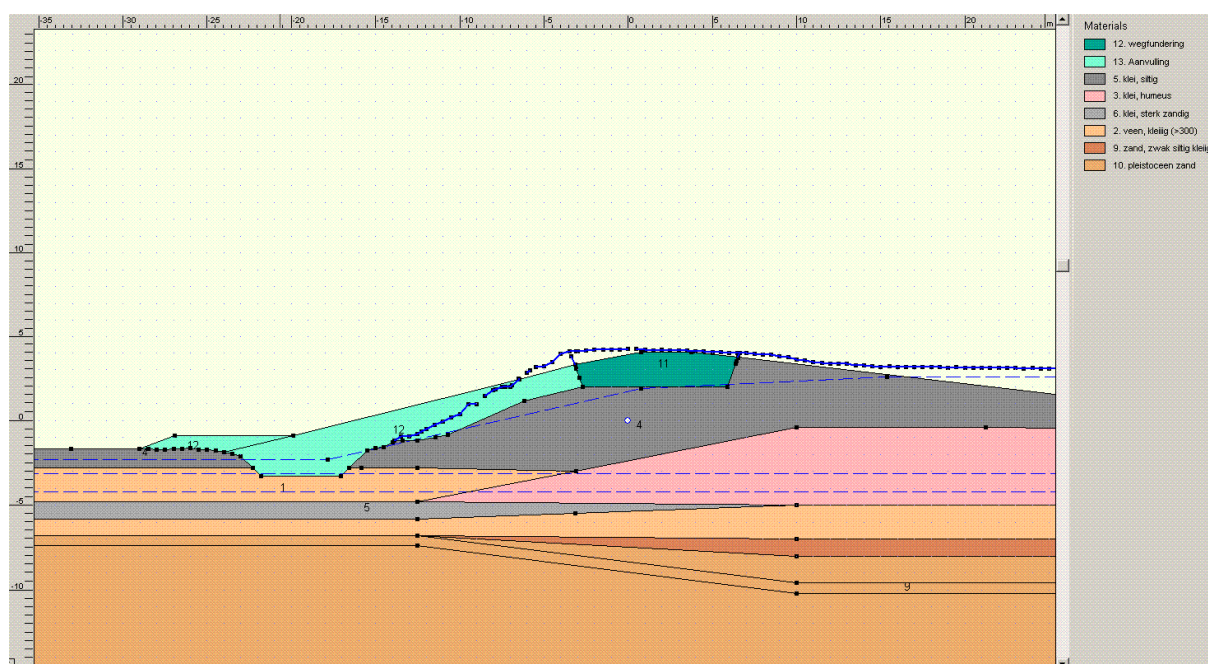
De stabiliteitsberekeningen wijzen uit dat wanneer voor een oplossing met extra kering gekozen wordt, nog steeds de nodige maatregelen voor stabiliteit genomen moeten worden.

Bijlage 4

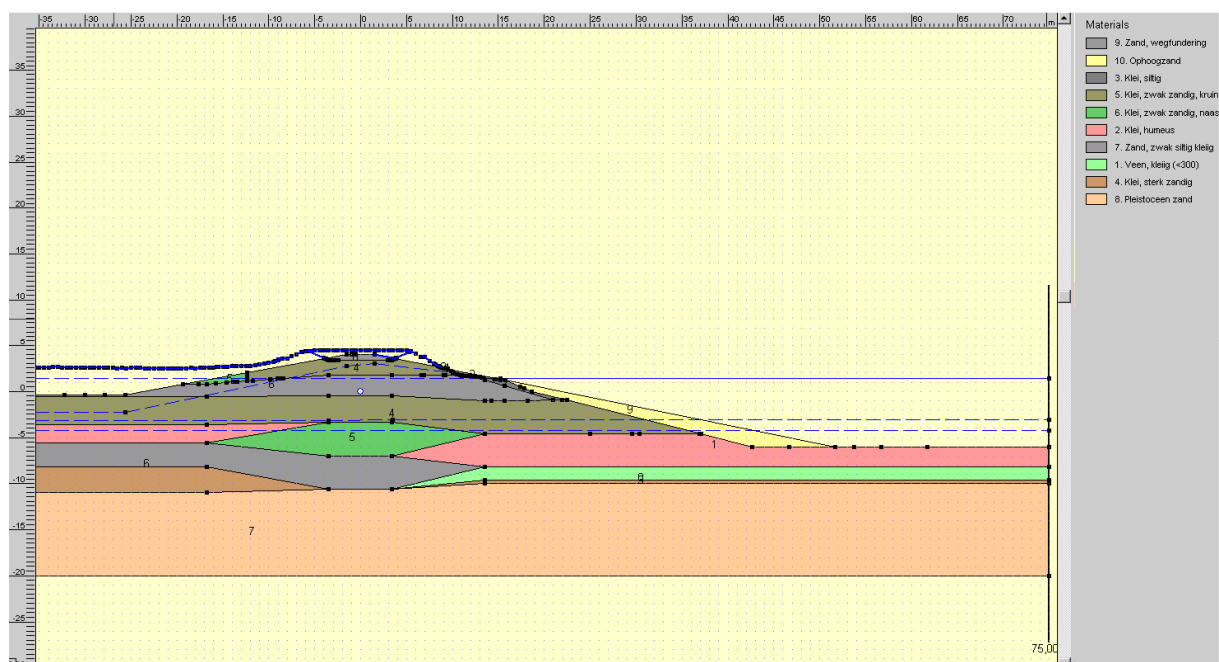
Indicatief ontwerp zonder en met stormvloedkering



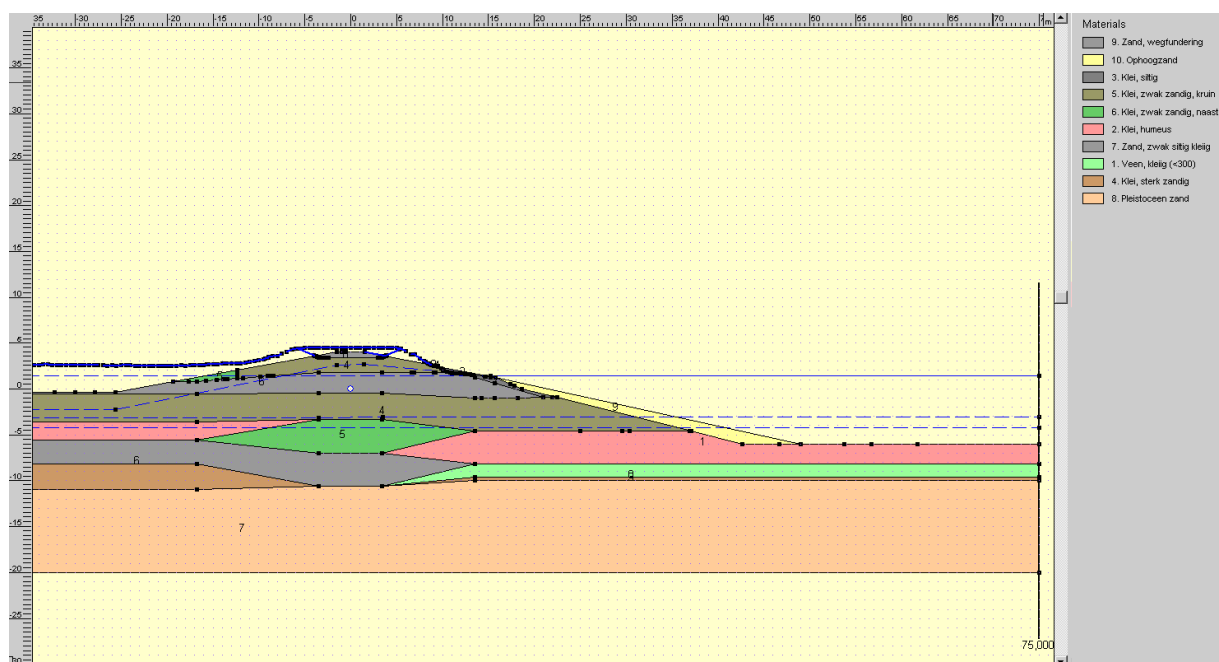
Schiels Hoge Zeedijk dijkvak OH.IJ-03 binnenwaarts met Toetspeil NAP +3,1 m



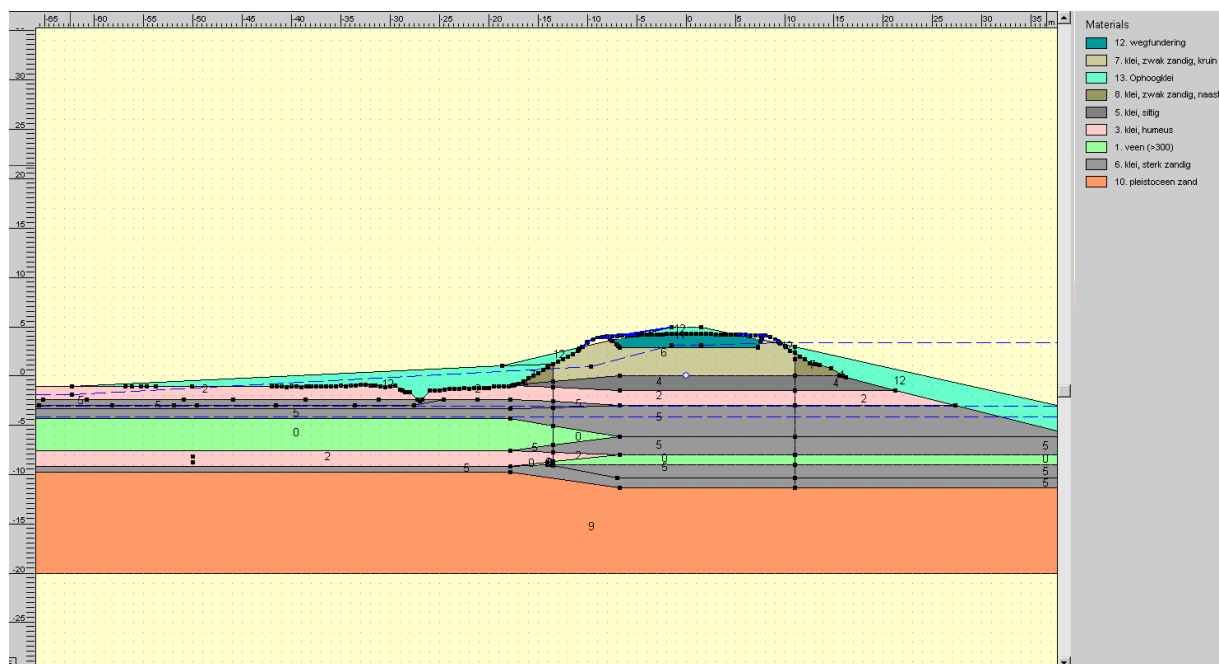
Schiels Hoge Zeedijk dijkvak OH.IJ-03 binnenwaarts met peil NAP +2,6 m



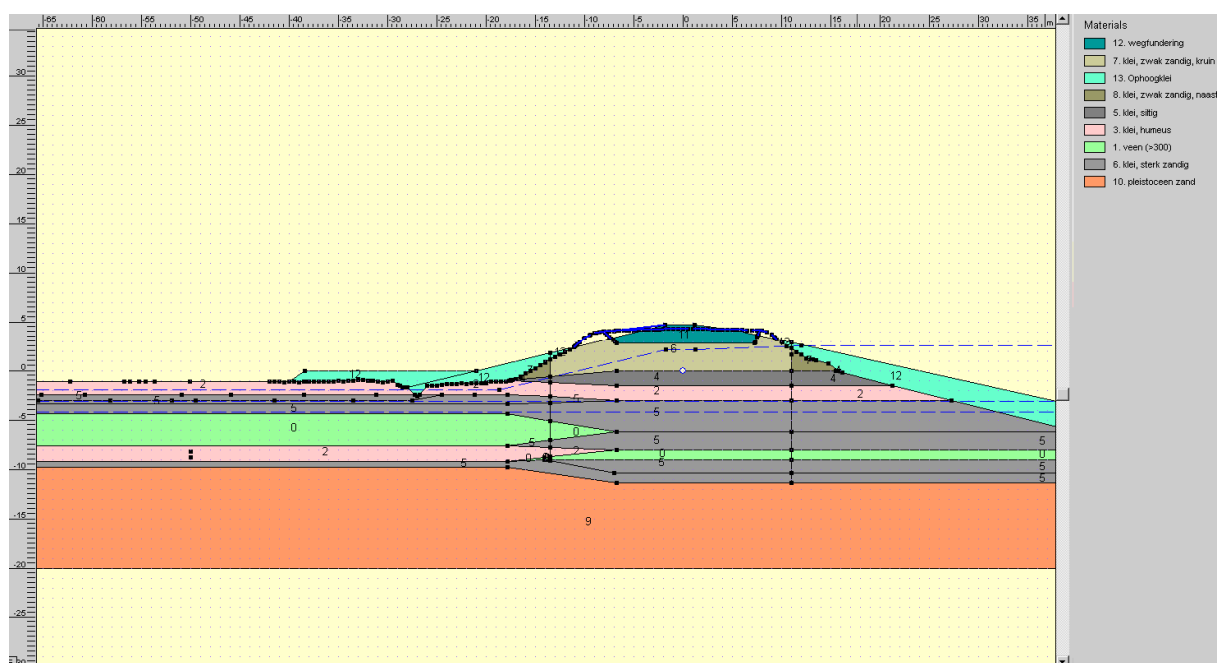
Goejanverwelledijk dijkvak OH.IJ-05 buitenwaarts met Toetspeil NAP +3,3 m



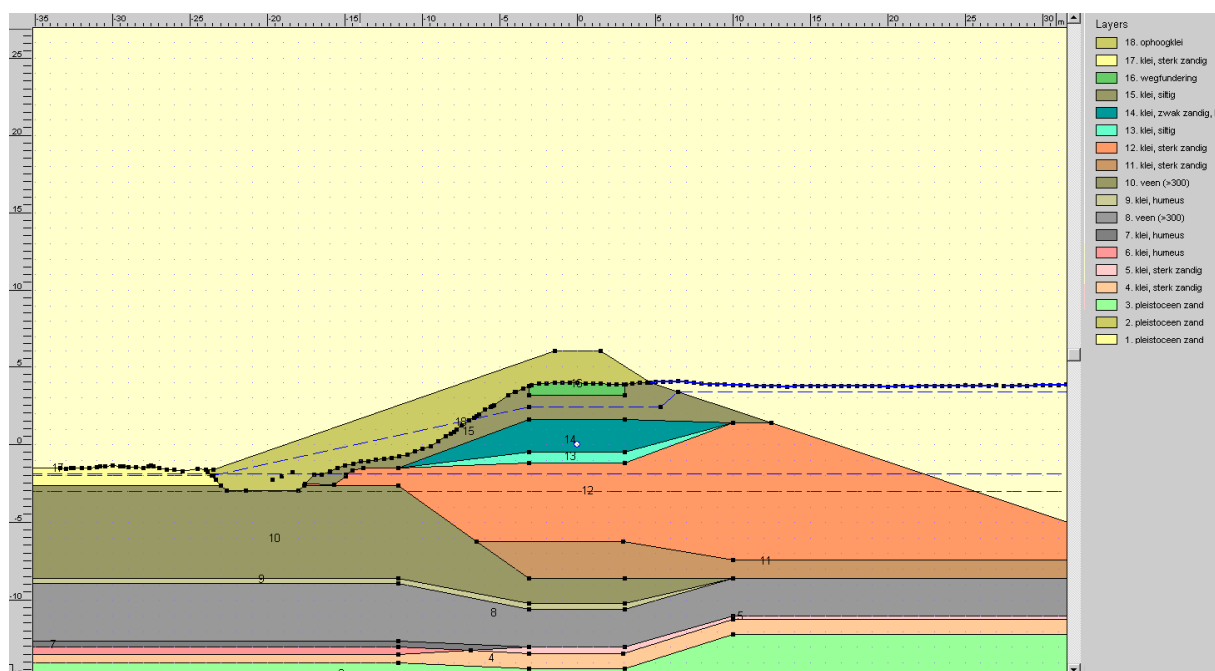
Goejanverwelledijk dijkvak OH.IJ-05 buitenwaarts met peil NAP +2,6 m



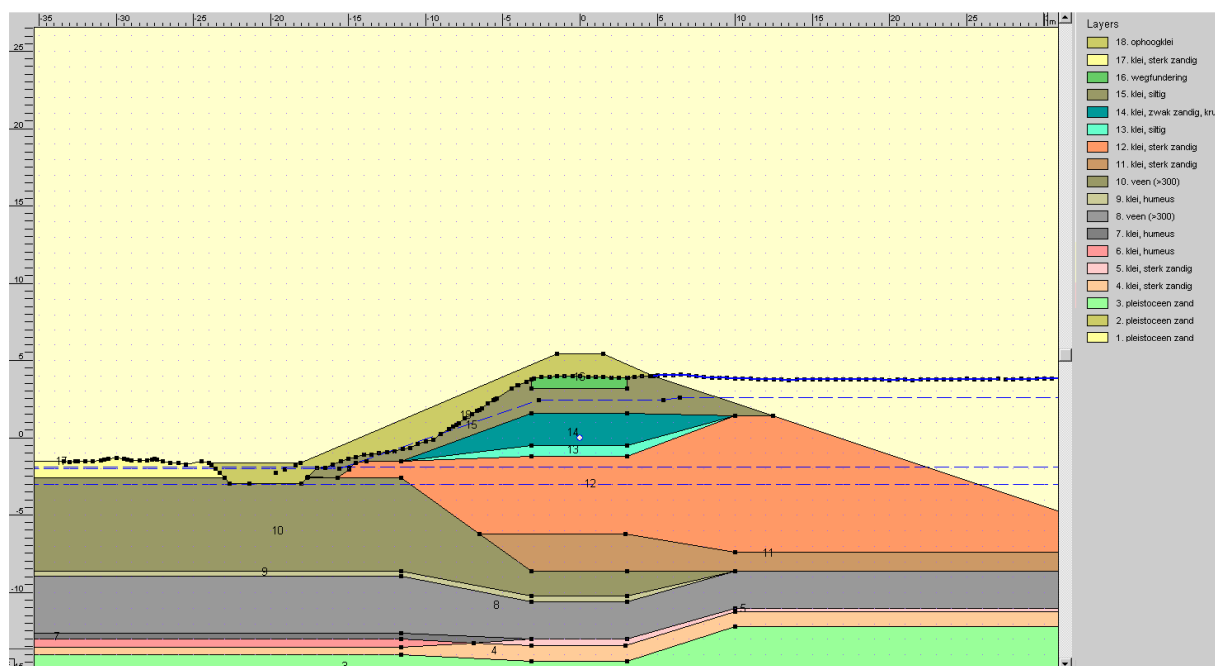
Goejanverwelledijk dijkvak OH.IJ-06 binnenwaarts met Toetspeil NAP +3,35 m



Goejanverwelledijk dijkvak OH.IJ-06 binnenwaarts met peil NAP +2,6 m



Goejanvervelledijk dijkvak OH.IJ-07 binnenwaarts met Toetspeil NAP +3,40 m



Goejanvervelledijk dijkvak OH.IJ-07 binnenwaarts met peil NAP +2,60 m

In tabel B4.1 zijn de berekende stabiliteitsfactoren voor de bovengenoemde dijkvakken in de huidige situatie gegeven met daarbij een mogelijke maatregel om aan de vereiste stabiliteitsfactor te voldoen. De maatregel is voor zowel de situatie zonder als met de stormvloedkering aangegeven.

Tabel B4.1 Samenvatting toetsresultaten en verbetermaatregelen

Dijkvak	Huidige stabiliteitsfactor buitenwaarts [-]	Huidige stabiliteitsfactor binnenwaarts [-]	Maatregel zonder stormvloedkering*	Maatregel met stormvloedkering*
OHIJ-03	2,35	0,44	taludverflauwing en berm en dempen teensloot	taludverflauwing en berm en dempen teensloot
OHIJ-05a	0,75	1,95	taludverflauwing	taludverflauwing
OHIJ-05b	0,98	0,62	taludverflauwing	taludverflauwing
OHIJ-06	1,13	0,64	Dijverhoging, taludverflauwing en berm	taludverflauwing en berm
OHIJ-07	0,42	0,40	Dijverhoging, taludverflauwing en dempen teensloot	Dijverhoging, taludverflauwing en dempen teensloot
Vereiste stab.factor	1,11	1,18		

*) Uitgegaan is van het principe 'Groene Dijk' zonder constructieve oplossingen.