



Experiment / pilot / Implementatie / in gebruik

> Compartimentering in het boezemsysteem

IDEE/VERKENNING



PROOF OF CONCEPT



EXPERIMENT/PILOT



IMPLEMENTATIE/IN GEBRUIK

INHOUD

INLEIDING
GERELATEERDE ONDERWERPEN EN DELTAFACTS
STRATEGIE MEERLAAGSVEILIGHEID
SCHEMATISCHE WEERGAVE
TECHNISCHE WERKING
POSITIONERING
GOVERNANCE
KOSTEN EN BATEN
PRAKTIJKERVARING EN LOPEND ONDERZOEK
KENNISLEEMTES
LITERATUUR EN LINKS
DISCLAIMER

INLEIDING

Onder compartimentering verstaan we het opdelen van een gebied in kleinere eenheden of compartimenten (Asselman et al., 2008, p. b). In de meeste gevallen spreekt men van compartimentering van dijkringen die worden opgedeeld in kleinere dijkringen. Er hoeft echter niet altijd sprake te zijn van compartimentering van land. In deze Deltafact wordt gekeken naar compartimentering van het boezemsysteem, met andere woorden 'in het water'. De Deltafact: **Gevolgenbeperking door compartimentering van dijkringen gaat over compartimenteren op het land.**

Compartimentering kan in het boezemsysteem de volgende doelen hebben:

- beperken van het overstromingsrisico; gevolgenbeperking van een dijkdoorbraak door de omvang van het overstromingsgebied te beperken of ter preventie door de belasting op de dijk te verlagen/verminderen.
- waterkwaliteit; isoleren van de verontreiniging en/of afschermen van kwetsbare gebieden.

Er zijn verschillende soorten kunstwerken waarmee men kan compartimenteren in de boezem. Te denken valt aan balgkeringen, klepstuwen, en keersluizen. Compartimentering van de boezem is niets nieuws. In het boezemstelsel van laag Nederland (beheersgebied van bijvoorbeeld Rijnland en Delfland) bevinden zich zogenaamde BWO-keringen (Bescherming van de Waterstaatswerken in Oorlogstijd). Deze kering zijn gebouwd rond 1952 en zijn geplaatst en ontworpen ter bescherming van waterstaatswerken in oorlogstijd. De wet BWO is in 1991 komen te vervallen.

GERELATEERDE ONDERWERPEN EN DELTAFACTS

Trefwoorden: BWO, boezemsysteem, noodwaterkering

Deltafacts: **Gevolgenbeperking door compartimentering van dijkringen**, **Consequentie snelle daling waterpeil op waterkering**

STRATEGIE MEERLAAGSVEILIGHEID

(1 Preventie, 2 Ruimtelijke ordening, 3 Crisisbeheersing)

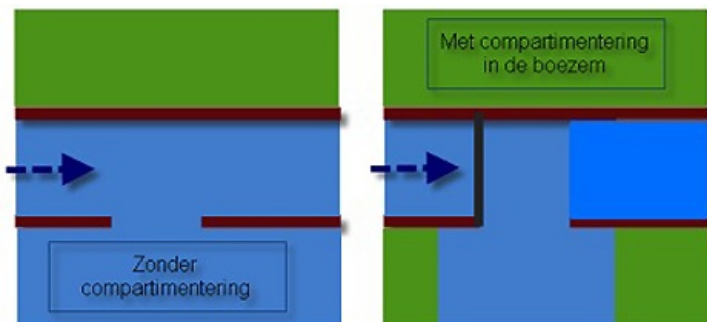
Er kan een onderscheid gemaakt worden tussen het inzetten van compartimentering als structurele maatregel (preventie) of als noodmaatregel (crisisbeheersing). In geval van compartimentering als structurele maatregel, is de kering geïntegreerd in het systeem. Op dit niveau kan de compartimentering ter preventie en risicoreductie (ondersteunend om

aan de norm te voldoen) dienen. Door compartimentering van het boezemsysteem wordt de kans op extreme peilen en hiermee op doorbraak verlaagd. Compartimenteren kan daarnaast de belasting op de dijk verlagen, waardoor de kans op dijkdoorbraak afneemt.

Bij compartimentering als noodmaatregel, in geval van calamiteiten zoals kadebreuk, staan flexibiliteit en snel handelen voorop om de schade zo veel mogelijk te beperken. Hierdoor wordt er in eerste instantie gekeken naar mobiele oplossingen, omdat deze snel op de juiste plek kunnen worden toegepast. Compartimenteringwerken dienen de gevolgen na een doorbraak te beperken door de beschikbare hoeveelheid water die door de bres naar een achtergelegen polder kan stromen te beperken (STOWA, 2011). Een voorbeeld is Wilnis. Om verdere waterhuishoudkundige schade (na de doorbraak) te voorkomen is de Ringvaart gecompartmenteerd met behulp van damwandschermen in combinatie met kleidammen. Hierdoor kon de rest van het gebied kort na ontdekking van de afschuiving weer op peil gebracht worden.

SCHEMATISCHE WEERGAVE

Compartimenteren in de boezem wordt toegepast om de gevolgen bij een dreigende doorbraak te beperken. Dit is weergegeven in onderstaande figuur. Links is een afbeelding met een doorbraak in de boezemkade (bruine lijn). Het water stroomt uit de boezem de naast gelegen polder in. Dit leidt tot waterstanddaling op een groot deel van de boezem en veel schade in de polder. Rechts is de boezem gecompartmenteerd. Als gevolg hiervan blijft een groot deel van de boezem op peil en is ook de schade in de polder minder groot, doordat er minder water in stroomt.

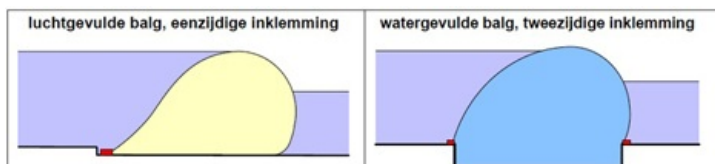


Er bestaan verschillende type vaste compartimenteringkunstwerken. Het Hoogheemraadschap van Rijnland heeft bijvoorbeeld de volgende soorten in gebruik: balgstuwen, klepstuwen, schotbalken, schuifconstructie, hefdeuren, keersluizen en afsluitbare duikers (Nelen & Schuurmans Consultants, 2004).

Mobiele (tijdelijke) compartimenteringkunstwerken worden ingezet in geval van calamiteiten (een dreigende doorbraak), wanneer men zo flexibel mogelijk wil zijn en direct ter plaatse een ingreep wil plegen. Zo kan men kiezen voor het inzetten van klei, stortsteen, damwanden, big bags, rijplaten of zandzakken om een tijdelijke afsluiting van de boezem te bewerkstelligen.

TECHNISCHE WERKING

Compartimentering van boezemstelsels is er op gericht om de hoeveelheid water dat de polder in zal stromen na een doorbraak van de boezemkade te beperken. Zoals hierboven aangegeven kunnen voor dit doel verschillende type keringen worden gebruikt. Eveneens bestaan er per type kering verschillende varianten. Onderstaande figuur toont als voorbeeld 2 varianten voor een balgstuw. De linker balg is gevuld met lucht, terwijl de rechter variant is gevuld met water. Ook kan de doorsnee variëren. (Jongeling, 2006)



Opgemerkt dient te worden dat elke type kering zijn voor- en nadelen kent. Om te komen tot een keuze moet er gekeken worden naar de volgende factoren:

- diepte en stroomsnelheid van de boezem (in relatie tot belasting(druk) die kan optreden bij het inwerkingzetten van het compartimenteringkunstwerk) en te keren waterhoogte (Keizer, 2008)
- toegang tot het kunstwerk om deze in werking te zetten, om beheer en onderhoud te plegen of om tijdelijke oplossingen (big bags) te plaatsen (Keizer, 2008). Compartimentering wordt niet regelmatig toegepast, maar het vraagt wel om onderhoud. Om compartimentering in te kunnen zetten moet het compartimenteringkunstwerk goed toegankelijk zijn.
- breedte (overspanning en spanningsconcentraties) en stabiliteit van de kade waar het compartimenteringkunstwerk in geïntegreerd moet worden (Keizer, 2008).
- materiaal (keuze materiaal heeft zowel een effect op de kosten als op het benodigde onderhoud. Dit verschilt in geval van materiaal boven of onderwater).

- operationele sluitingstijd

Type kering	Operationele sluitingstijd	Opmerkingen
Balgstuw	60 min.	Bij diepte van 3 meter
Klepstuw	15 min.	Indien hydraulisch aangedreven (diepte onafhankelijk)
Schotbalken	> 60 minuten	Lange mobilisatie tijd om mensen ter plekke te hebben; handeling handmatig
Schuifconstructie (horizontaal)/ Keersluis/ Hefdeur	10 min.	
Afsluitbare duikers	5 min.	Zeer snelle sluiting doordat er slechts een kleine opening voor afvoer gedicht moet worden

Bron: Interview T. Jongeling, (Deltares, 2012)

NB. Effectiviteit van de sluitingstijd is ook afhankelijk van de waarschuwingsfase en mobilisatietijd die eraan vooraf gaat.

POSITIONERING

Compartimenteren is een van de maatregelen die ingezet kan worden binnen de meerlaagsveiligheid. Er bestaan verschillende argumenten voor en tegen het toepassen van compartimentering. Een risico van een compartimenteringkunstwerk is dat in sommige gevallen een compartimenteringkunstwerk niet gesloten kan worden door hoge stroomsnelheden dichtbij de bres (Spijker et al., 2005).

Voordelen	Nadelen
<ul style="list-style-type: none"> - het instellen van een compartiment voorkomt vooral bij grote en diepe polders dat de gehele boezem leegloopt en schade veroorzaakt aan vele kilometers kade, woonboten en andere infrastructuur. Door het afsluiten van een compartiment wordt het uitstroomgebied naar de polder met 30 tot 90 procent gereduceerd t.o.v. 'geen actie ondernemen' (Sonneveldt & Broersma, 2005). - schade aan natuurwaarden wordt beperkt; hierbij kan worden gedacht aan het stromen van vissen door de bres of schade aan natuurvriendelijke oevers (Spijker et al., 2005) - er kan voorkomen worden dat de scheepvaart in een groot gebied na een kadedoorbraak wordt verstoord (Spijker et al., 2005) - compartimenten kan multifunctioneel ingezet worden. Behalve in geval van kadedoorbraak, ook bij een milieucalamiteit of bij het omkeren van een stroomrichting bij extreme droogte (Spijker et al., 2005) 	<ul style="list-style-type: none"> - het sluiten van een compartiment heeft tot gevolg dat de waterstand in het compartiment sneller daalt (optredende schade door droogvallen), waardoor schade aan de boezemkaden kan ontstaan, welke zelfs groter kan zijn dan de inundatieschade in de polder zelf (Sonneveldt & Broersma, 2005 / Spijker et al., 2005). Zie hierover ook Deltafact Consequentie snelle daling waterpeil op waterkering - het afvoeren van (overtollig) water wordt in een deel van het boezemstelsel gestremd. Inzet van het compartimenteringkunstwerk in een boezemsysteem kan tot gevolg hebben dat de primaire functie van het boezemsysteem (aan- en afvoer van water) ernstig wordt verstoord waardoor de maatregel – indien te vroeg ingezet – contraproductief kan werken. - Compartimenten kunnen een groot oppervlakte beslaan, waardoor aanvullende noodmaatregelen nodig kunnen zijn om overstromingsschade in de polder te beperken (Nelen & Schuurmans Consultants, 2004).

GOVERNANCE

Bij de plaatsing van een compartimenteringkunstwerk dient er gekozen te worden tussen het plaatsen boven water (geïntegreerd met de kade) of onderwater. Deze keuze heeft een effect op de belangen van stakeholders in een gebied:

- Een voordeel van het onderwater plaatsen van een compartimenteringkunstwerk is dat er geen hinder voor de scheep- en recreatievaart ontstaat en dat het geen effect heeft op het landschapsbeeld. Echter, om beheer en onderhoud te plegen aan een compartimenteringkunstwerk moet een waterbeheerder een gedeelte van de boezem droogzetten.
- Een voordeel van het boven water plaatsen van een compartimenteringkunstwerk is dat men het werk kan zien, wat leidt tot een groter veiligheidsgevoel. Daarnaast is het makkelijker te onderhouden. Echter, het is esthetisch minder mooi omdat het een impact heeft op het landschapsbeeld. Afhankelijk van het type compartimenteringkunstwerk kan de doorvaart gestremd worden (bijvoorbeeld in geval van afsluitbare duiker).

Een compartimenteringkunstwerk wordt niet regelmatig ingezet, maar in geval van nood moet deze wel werken. Dit betekent dat een compartimenteringkunstwerk naast beheer en onderhoud ook vraagt om oefeningen en controle van inzet. Dit om te voorkomen dat het kunstwerk bij inzet faalt, doordat er bijvoorbeeld te veel baggerafzetting voor het kunstwerk ligt, waardoor deze niet kan sluiten.

KOSTEN EN BATEN

De baten van het beperken van de gevolgen van de kadebreuk worden gevormd door de verminderde schade die bij kadebreuk kan optreden (Nelen & Schuurmans Consultants; 2004). De verminderde schade bestaat uit (1) geringere schade in de polder en (2) geringere schade aan kades door waterstanddaling over een beperkt traject (Sonneveldt &

Broersma, 2005).

Bij reeds bestaande noodwaterkeringen worden de kosten met name gevormd door het beheer en onderhoud. In geval van aanleg van een nieuw of tijdelijk compartimenteringkunstwerk, bestaan de kosten uit investeringskosten voor de aanleg, onderhoudskosten en training.

Als de baat door de afgenomen schade groter is dan de kosten van de kering is aanleg een valide optie. Wanneer de boezemkaden (plaatselijk) zwakker blijken te zijn dan vooraf werd aangenomen, dan wordt de faalkans groter wat zich vertaalt in een frequentere baat (de achterliggende polder zal vaker overstromen) waardoor de noodwaterkeringen kosteneffectiever zijn. (Sonneveldt & Broersma, 2005).

PRAKTIJKERVARING EN LOPEND ONDERZOEK

Praktijkervaring verschillende waterschappen:

Het **Hoogheemraadschap van Rijnland** heeft een aantal studies laten uitvoeren naar de baten van de noodwaterkeringen, aangezien er 86 noodwaterkeringen zich in hun boezemstelsel bevinden. Er is gekeken in welke situaties het als keermiddel ingezet kan worden en of de keringen in stand moeten worden gehouden. Het blijkt dat de meeste werken nuttig zijn om te behouden, uitbreiding van het aantal vaste noodkeringen is gezien de kosten en de beperkte flexibiliteit niet aan de orde. Binnen het Hoogheemraadschap van Rijnland is er veel interesse in flexibele oplossingen.

Het **Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier** heeft gekeken naar verschillende scenario's om in geval van een overlast situatie het beheersgebied te isoleren;

1) Vereiste structurele maatregelen om de maatgevende belasting op keringen te verminderen door inzet van compartimenteringkunstwerken in combinatie met bemaling. Bij de vaststelling van de normering voor de regionale keringen is door de provincie ingestemd met een combinatie van versterken van waterkeringen en compartimenteringskunstwerken. De provincie heeft aangegeven bereid te zijn de normstelling van de regionale waterkeringen aan te passen als is aangetoond dat met compartimentering op een kosteneffectieve wijze een bijdrage kan worden geleverd aan het bereiken van de vastgestelde veiligheidsnormen (Hoevers en Evers, 2008; p. 9/10)

2) Opzetten van een calamiteitenorganisatie met gebruik van flexibele compartimenteringkunstwerken
Het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) heeft besloten tot het aanleggen van een nieuw compartimenteringkunstwerk (schuif of klep) en drie bestaande kunstwerken (balg en toldeuren) te verbeteren. In het kader van de calamiteitenorganisatie wordt er gekeken naar de vraag: 'zet je in op preventie of gevolgbepanking?'. Er zijn verschillende alternatieven geschetst:

1. structurele maatregelen doorvoeren voor boezemkaden die niet aan de norm voldoen;
2. het beschermingsniveau van verschillende boezemkaden verlagen en aanvullen met compartimenteringkunstwerken;
3. calamiteitenorganisatie centraal stellen en inzetten op tijdelijk (flexibele) compartimenteringkunstwerken. Het HHNK voert testen uit door middel van het simuleren van een kadedoorbraak om te kijken welke oplossingen voor de calamiteitenorganisatie geschikt zijn.

Waternet werkt in opdracht van het hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV) aan de verbetering van de dijken langs het Gein en heeft in dit kader een compartimenteringstudie laten uitvoeren. De dijken in dit gebied worden gekenmerkt door de aanwezigheid van veel bomen, waaraan hoge landschappelijke waarden worden toegekend. Echter, bomen op dijken zijn niet wenselijk, omdat ze een risico vormen voor de dijkveiligheid. Met de studie is inzicht gekregen hoe het compartimenteren van het boezemgedeelte nabij het Gein, in geval van een calamiteit, de gevolgschade in de achtergelegen polder effectief reduceert. Om de gevolgen van een mogelijke doorbraak bij een calamiteit in te kunnen schatten is gebruik gemaakt van overstroomingssimulaties. Uit het onderzoek blijkt dat de gevolgschade bij het inzetten van compartimentering als noodmaatregel aanzienlijk is te reduceren (Bolt, 2010). Het afsluiten van het Gein bij een calamiteit heeft slechts een beperkt effect op de rest van de boezem.

In 2012 is door AGV een Ontwerp Dijkverbeteringsplan voor de dijken langs het Gein vastgesteld. Daarin is een compartimenteringsmaatregel opgenomen als risicoreducerende maatregel. Wanneer een boom omwaait en een gat in de dijk veroorzaakt neemt de kans op een dijkdoorbraak en/of overstroming toe. Het Gein wordt in dat geval tijdelijk afgesloten met een stuw of schotbalk in een afgezonderd compartiment. Het gat in de dijk kan dan onder beheerste omstandigheden goed worden gedicht, waarna de compartimentering weer wordt opgeheven (Heijn en Stolker, 2012).

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden heeft in totaal in het beheersgebied ca. 40 compartimenteringskunstwerken (schuiven, schotten, metalen buizen en stuwen). Deze worden echter zeer zelden ingezet. Een praktijkvoorbeeld: Aan de grens van het beheersgebied van De Stichtse Rijnlanden loopt de Meye welke via een aantal watergangen in open verbinding staat met de Nieuwkoopse plassen. Meerdere kunstwerken zijn nodig om te kunnen compartimenteren bij een mogelijke doorbraak van de Meyekade, waarbij de doorbraak locatie ook een grote rol speelt. Daarom zal bij een doorbraak mobiel worden gecompartmenteerd. In het calamiteiten bestrijdingsplan regionale en overige waterkeringen wordt aangegeven waar afdammings mogelijkheden van de Meye en verbindende watergangen liggen. Afhankelijk van de doorbraaklocatie wordt aangegeven voor welke brug er big-bags worden geplaatst. In 2009 is er onderzocht of door compartimentering het mogelijk zou zijn om de voorboezems af te sluiten en minder regionale waterkeringering te beheren (Compartimentering voorboezems Oude Rijn). Er is gekeken naar twee situaties, bij doorbraak en bij dreiging, waarbij de voorboezem afgesloten zou moeten worden door een vlotterput klepstuw of schot (compartimenteringkunstwerk). Daarnaast is onderzocht of de compartimenteringskunstwerken op de juiste plek in

het boezemstelsel liggen en effectief zijn m.b.t. schadereductie. Er is een in SOBEM -overstromingsmodel een aantal doorbraken gesimuleerd langs de waterlichamen om te onderzoeken hoeveel water er in 72uur door de bres stroomt en hoeveel schade er beperkt kan worden met een compartimentering. Er is gebleken dat bestaande compartimenteringkunstwerken in het landelijk gebied de schade met 90-97% reduceren. In stedelijk gebied was er minder reductie (48%), omdat door de ("handmatige") reactietijd een vrij grote restpost aan schade overblijft. Het is gebleken dat er geen extra winst te behalen valt door het inzetten van extra compartimenteringwerken; het maakt niet uit of je na 4 uur of 6 uur gesloten hebt. De winst zou te behalen zijn als de dichting binnen een uur na de doorbraak gerealiseerd zou zijn. Dit vraagt om optimalisatie van het systeem, waarmee met een druk op de knop een compartimenteringkunstwerk gesloten kan worden. Dit is echter erg kosten-intensief. Voor dit onderdeel is nog geen verder voorstel uitgewerkt. Tevens zijn er een aantal plekken geïdentificeerd waar niet of nauwelijks gecompartmenteerd kan worden; hier zou een plan moeten komen voor flexibele compartimentering met bijvoorbeeld big bags.

Het **Hoogheemraadschap van Delfland** beheert 26 BWO keringen met een compartimenterende functie. Dit betreft keringen met hefschuiven of schotbalken. Enkele jaren geleden zijn al deze keringen opgeknapt en Arbo proof gemaakt. De keringen kunnen ten tijde van calamiteiten worden ingezet en zijn beschreven in het Handboek calamiteitenzorg dat door de calamiteitenorganisatie wordt aangehouden. Bij de bestrijding kan tevens gebruik worden gemaakt van de uitkomsten van een groot aantal Lizard Flooding sommen om de effectiviteit in te schatten.

Lopend onderzoek naar tijdelijke compartimenteringkunstwerken:

De **BoxBarrier** is een modulair waterkeringsysteem dat bestaat uit een plastic bakken welke met koppelstukken aan elkaar gekoppeld worden (zie foto). De bakken worden gevuld met water en met deksels afgesloten. De BoxBarrier kan op dit moment ingezet worden om in het water te compartimenteren tot een hoogte van 0,5m. In de toekomst wil men de BoxBarrier ook in kunnen zetten in dieper water. Binnen **Delft-Blue Technology** is men bezig met het realiseren van een test-site.



KENNISLEEMTES

Op het gebied van compartimenteringkeringen bestaan weinig kennisleemtes. Compartimenteren is beproefd; alle rekenregels en toetsingsmechanismen kunnen hierop worden losgelaten. De verschillende uitdagingen bij het plaatsen van een vaste constructie zijn door ervaringen bekend. Voor de tijdelijke (flexibele) noodkeringen met klei, stortsteen, big bags of andere systemen, zoals de BoxBarrier, zijn meer uitdagingen en onzekerheden, omdat hier niet op voorhand aan gerekend kan worden. De geïdentificeerde kennisleemtes/ onzekerheden uit de gehouden interviews zijn de volgende:

- Reële tijdsfactor; wat is een reële aanname om met een tijdelijke compartimenteringkunstwerk de boezem te dichten? In hoeveel tijd lukt dit? Wat ontbreekt is het gevoel over wat een reële tijdsfactor is (in welke orde/ categorie). Dit bepaalt in grote mate de gevolgschade in de polder.
- Protocollen en sluitingszekerheden; onzekerheden rondom sluitingszekerheden en protocollen; constructies kunnen afgekeurd worden omdat er onvoldoende sluitingszekerheid is of omdat er geen protocollen (sluiting/ verloop proces van sluiting/ besluitvorming; afwezigheid draaiboek) zijn. Het kan dus dat een kering sterk genoeg is, maar dat de protocollen niet goed geregeld zijn. Tegelijkertijd is er nog weinig inzicht in de samenhang van sluitingsprotocollen bij grensgebieden tussen verschillende waterschappen. Hoe kunnen deze het best op elkaar worden afgestemd en welke actie zijn daar voor nodig? ?- Toepasbaarheid big bags; zijn big bags een oplossing voor tijdelijke compartimentering in een veengebied, gezien de lagere stabiliteit van veenkade? Hoeveel heb je nodig om dit ook succesvol te laten zijn?
- Breekpunt sluisen tijdens sluiting; tot welke stroomsnelheid kan men de handmatige houten balken of metalen ronde buizen inzetten om te compartimenteren? Bij welke stroomsnelheid breken sluisdeuren tijdens het sluiten, waardoor kans op schade vergroot wordt?

LITERATUUR EN LINKS

- Asselman, N., Klijn, F. en Most, H. van der (2008) [Verkenning van nadere compartimentering van dijkringgebieden](#). Hoofdrapport compartimenteringstudie. Deltares, Delft.
- Bolt, R.H.R (2010), [Compartimenteringsstudie; Het Gein](#), Waternet 10.009157
- Heijn, K.M. en Stolker, C. (2012), Ontwerp dijkverbeteringsplan: Dijkverbetering het Gein, een veilige en mooie dijk, Waternet, in opdracht van Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht, 12.027239.
- Hoevers, R en Evers, J.W. (2008) Voortgangsrapportage regionale waterkeringen, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier 08.30701.

- Jongeling, T. (2006), Dynamisch gedrag van balgconstructies, Land + Water, nr. 5.
- Jongeling, T.H.G, Vrijburcht, A. (2005); 'Hydraulische aspecten van balgstuwen en balgkeringen'; uitgave: Bouwdienst-RWS en WL | Delft Hydraulics
- Keizer, A. J. (2008), Leidraad voor beperking overstromingsschade na doorbraak regionale waterkeringen, afstudeeronderzoek aan de TU Twente.
- Nelen & Schuurmans Consultants (2004), Onderzoek noodwaterkeringen Rijnland, in opdracht van hoogheemraadschap van Rijnland, dossier F0006
- Sonneveldt, S. en Broersma, L. (2005) Noodwaterkeringen zijn nuttig, maar niet voldoende, H2O (3), p. 15-17.
- Spijker M., Keulen M. van, Vendrik L., Graaf J. de (2005), Compartimentering boezem Amstel, Gooi en Vecht resulteert in aanzienlijke schadereductie, H2O (3), p. 33-36.
- STOWA (2011), Leidraad waterkerende kunstwerken in regionale waterkeringen, ISBN 978.90.5773.529.5

IPO richtlijn Boezemkaden 1999

Leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen, 2006

Deze Deltafact is opgesteld door Deltares, augustus 2012 en laatst herzien september 2017.

Auteurs: L. van Vliet, N. Asselman

De Deltafact is mede gebaseerd op externe interviews met en reviews van:

- Dhr. J.T.I.G. Tigchelaar (Hoogheemraadschap van Delfland)?Dhr. P. van den Berg (Hoogheemraadschap van Rijnland)
- Dhr. N. Minnen (Hoogheemraadschap van Rijnland)
- Dhr. E. de Groot (Hoogheemraadschap van Rijnland)
- Dhr. M. Poort (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier)
- Dhr. R. Weijs (Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden)
- Dhr. R.H.R. Bolt (Waternet)
- Dhr. K.M. Heijn (Waternet)

Foto: met dank aan <https://beeldbank.rws.nl>, Rijkswaterstaat / Rob van der Laag

DISCLAIMER

De in deze publicatie gepresenteerde kennis en diagnosemethoden zijn gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteur(s) en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit deze publicatie.