



Frans Klijn, Deltares

Frank Alberts, Rijkswaterstaat Waterdienst

Nathalie Asselman, Deltares

# Compartimentering van dijkringen: kansrijk, maar lang niet overal

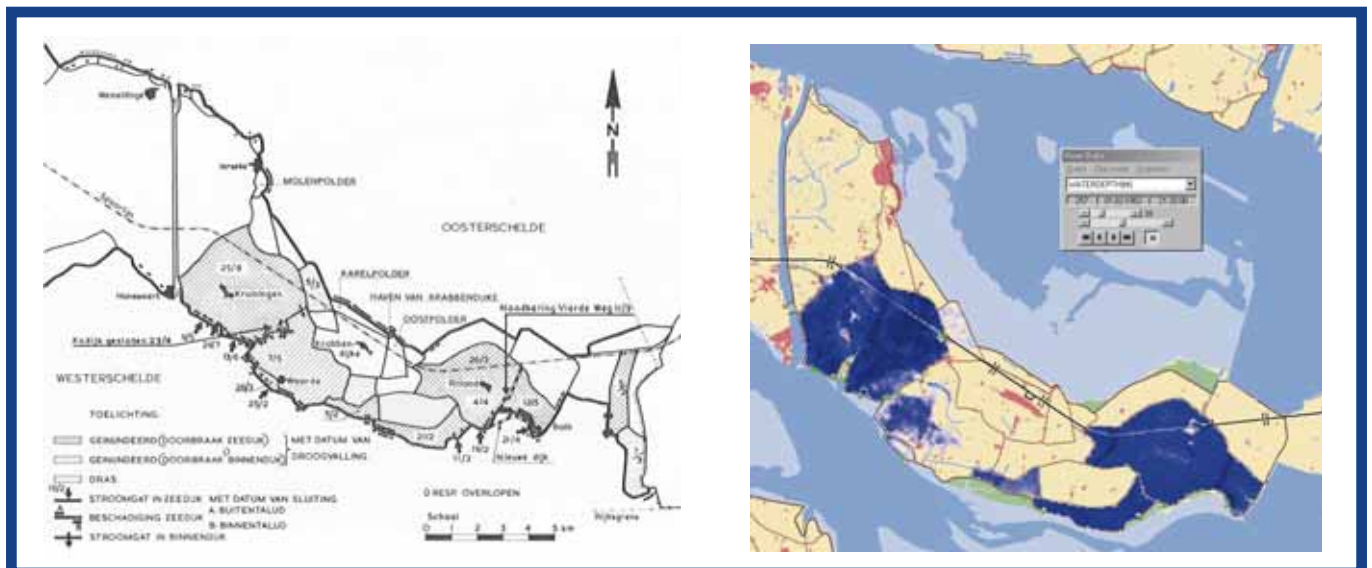
**Na de ramp van 1953 pleitte de Deltacommissie voor compartimentering van Centraal-Holland. Het geadviseerde beschermingsniveau van 1:10.000 ging daar zelfs van uit. Van de compartimentering is echter niets terecht gekomen en het principe is enigszins in de vergetelheid geraakt. Rond deze tijd komen de resultaten van een recente studie beschikbaar rond de vraag óf, waar en onder welke voorwaarden compartimentering zinvol is. Het blijkt mogelijk de gevolgen van overstromingen fors te beperken, maar nieuwe compartimenteringsdijken zijn slechts zelden rendabel vanuit economisch oogpunt. Om maatschappelijke ontwrichting te voorkomen, zijn ze wel zinvol.**

**N**a de ramp van 1953 heeft de Deltacommissie geadviseerd over de beheersing van overstromingsrisico's. In het advies stonden - zoals bekend - de kustverkorting in het zuidwesten van Nederland en de versterking van de hoofdwaterkeringen voorop. Maar de commissie wees er tevens op dat het bezwijken van waterkeringen nooit geheel valt uit te sluiten en pleitte voor "de aanleg en instandhouding van tweede waterkeringen ter beperking van de inundatie"<sup>1)</sup>. Dit pleidooi voor compartimentering berustte op de ervaringen in 1953, waarbij sterk gecompartmenteerde dijkringen significant minder gevolgen kenden. De commissie uitte specifiek de wens het Hollands-Utrechtse laagveengebied "zo mogelijk te verdelen". Deze compartimentering is nooit tot stand gebracht en het advies is haast vergeten.

Inmiddels is er veel aandacht voor de mogelijk ontwrichtende gevolgen van overstromingen. En het ministerie van

Verkeer en Waterstaat heroverweegt de strategie voor overstromingsrisicobeheersing in het project Waterveiligheid 21e eeuw door het voorkomen van overstromingen, maar ook door het beperken van gevolgen. In dat kader moeten alle mogelijke maatregelen op hun merites worden beoordeeld, afzonderlijk en in samenhang met elkaar. Eén van de maatregelen, waarover nog weinig bekend was, is compartimentering. Daarom is in opdracht van de staatssecretaris een nadere verkenning uitgevoerd voor heel Nederland.

**Afb. 1: Overstroomde gebieden in het oosten van Zuid-Beveland tijdens de watersnoodramp van 1953: (links) waargenomen, (rechts) gesimuleerd.**





Afb. 2: Resultaat van de evaluatie van nut en kansrijkdom van compartimentering in verschillende dijkringen.



Afb. 3: Regionale waterkeringen in Centraal Holland (boezemkaden, landscheidingen, secundaire keringen, etc.).

### Het nut van compartimenteren

Compartimenteren betekent letterlijk onderverdelen. In strikte zin is compartimentering van een dijkkring dan ook het opdelen van een grote dijkkring in (een aantal) kleinere dijkringen. Het hoofddoel van compartimentering is het verkleinen van het oppervlak dat overstromd raakt, primair vanuit de gedachte dat het overstromde oppervlak zeer bepalend is voor de schade van overstroming en voor de mate van maatschappelijke ontwrichting. Doel is dus overstromingsrisico's te verkleinen door het beperken van de gevolgen.

Compartimentering vindt ook op andere terreinen toepassing. In schepen worden dubbele wanden en waterdichte compartimenten gemaakt om zinken na een aanvaring te voorkomen of het leeglopen van een hele olietanker. Gebouwen worden in compartimenten verdeeld om de uitbreiding van een brand in het gebouw te beperken of te vertragen. De compartimenten worden onderling gescheiden door brandbestendige wanden, vloeren en deuren. In de bosbouw worden percelen gescheiden door brandgangen om de uitbreiding van een bosbrand te vertragen en het bos beter toegankelijk te maken voor de brandweer.

### De compartimenteringstudie

De compartimenteringstudie had tot doel antwoord te geven op de vraag óf, waar en onder welke voorwaarden compartimentering een zinvolle maatregel is voor het beperken van het overstromingsrisico door het beperken van de gevolgen van een overstroming.

De studie is getrokken door Rijkswaterstaat Waterdienst en grotendeels uitgevoerd door Deltares, maar met medewerking van vele anderen. Zo maakten een geschiedschrijving onderdeel uit van het onderzoek<sup>2)</sup>, een inventarisatie van alle bestaande dijklichamen en andere mogelijk waterkerende lijnvormige landschapselementen, een landsdekkende evaluatie, en zijn in casestudies enkele dijkringen diepgaand geanalyseerd. Bij dat laatste waren vele overheden betrokken.

Regionale overheden trokken de studies meestal.

### Geschiedenis

Uit het uitgevoerde geschiedkundig onderzoek komt naar voren dat het idee van compartimentering bepaald niet nieuw is; er wordt al over gedacht zolang er dijken worden gebouwd. In het verleden zijn soms doelbewust compartimenteringsdijken aangelegd, zoals de Diefdijk tussen Alblasterwaard en Tieler- & Culemborgwaard, de Meidijk en Brakelse dwarsdijk in de Bommelerwaard, dwarsdijken in de Beerse Maas, een dwarsdijk in de Betuwe en de Querdamm op de grens met Duitsland tussen de Ooij en de Duffelt. Maar misschien belangrijker: er zijn vele malen meer dijken en lijnvormige elementen aanwezig die niet als compartimenteringsdijk zijn aangelegd maar die onbedoeld wel zo functioneren. Het duidelijkst natuurlijk door de vele inpolderingen en aandijkingen in het zuidwesten en noorden van het land. In de loop van een bijna duizendjarige ontstaansgeschiedenis is zo een gecompartmenteerdheid ontstaan die veel ouder is dan de dijkringen zelf.

### Waar verdient compartimentering overweging?

De Deltacommissie meende in 1961 dat van geval tot geval moest worden vastgesteld of een tweede waterkering of compartimentering wenselijk was. Daarom zijn ook casestudies uitgevoerd. Maar daaraan voorafgaand is een landsdekkende evaluatie uitgevoerd om vast te stellen in welke dijkringen compartimentering overweging verdient en welke dus goede casestudiegebieden zouden vormen. Daartoe is het nut van compartimentering vastgesteld en tevens de kansrijkdom.

Het nut van compartimenteren is vooral afhankelijk van de te verwachten maatschappelijke baat, in termen van vermeden economische schade, minder getroffen en minder slachtoffers. Dat zijn functies van het oppervlak van de dijkkring, het aantal

inwoners, de mogelijkheid tot evacuatie, de economische waarde, en van eigenschappen die bepalend zijn voor het overstromingsverloop.

De kansrijkdom is afhankelijk van de benodigde investeringskosten in vergelijking met dijkverzwaring rondom. Deze kosten hangen samen met de vorm van de dijkkring, de ligging ten opzichte van de gevaarbron, de ruimtelijke verdeling van kwetsbare functies én bestaande structuren. Zo kon per dijkkring worden bepaald waar compartimenteren serieuze overweging verdient en waar niet (zie afbeelding 2). De grote dijkringen springen eruit.

### Verkenning van tracés en beoordeling

Van de acht dijkringen waar compartimentering serieuze overweging verdient, zijn er vier uitgebreider onderzocht: Flevoland, Centraal Holland, Land van Heusden / De Maaskant en de Betuwe, Tieler- en Culemborgwaard. Samen met Duitse collega's wordt ook nog gekeken naar de grensoverschrijdende dijkringen Rijn & IJssel en Ooij & Millingen. Daarover wordt nog afzonderlijk gerapporteerd.

Allereerst zijn tijdens werkateliers alternatieve tracés geschetst. Aan die werkateliers is deelgenomen door vertegenwoordigers van provincies, waterschappen en gemeenten, ngo's en andere belanghebbenden. Bij het schetsen is kennis gebruikt over het overstromingsverloop en de gevolgen van overstromingen, alsook over huidig en toekomstig ruimtegebruik, ruimtelijk beleid en ander beleid met ruimtelijke implicaties. Bij het vaststellen van tracéalternatieven is eveneens rekening gehouden met hoe lang en zwaar een nieuwe dijk zou moeten worden en of bij bestaande - of geplande - structuren kan worden aangesloten. Vervolgens is berekend welke risicoreductie werd bereikt en zijn de kosten en overige maatschappelijke gevolgen van de tracés vastgesteld.

In alle casestudies blijkt de aanleg van een goed gepositioneerde compartimenteringsdijk te leiden tot minder economische schade, een vermindering van de aantallen



*De Diefdijk tussen Alblasserwaard en Tieler- en Culemborgerwaarden.*

getroffenen en een kleiner slachtofferrisico. Een reductie van 50 tot 80 procent aan economische schade en aantal getroffen bleek in de meeste gevallen haalbaar.

Omdat overstromingen zeldzame gebeurtenissen zijn, is ook de jaarlijkse baat bepaald, waarbij is uitgegaan van verschillende aannamen over de overstromingskans. De jaarlijkse baat is het grootst bij de aanleg van een compartimenteringsdijk in de Betuwe aan de westkant van het Amsterdam-Rijnkanaal (8 tot 13 miljoen euro per jaar). In Zuidelijk Flevoland en het Land van Heusden / de Maaskant is de jaarlijkse baat circa drie tot vijf miljoen euro per jaar. De laagste jaarlijkse baat is te verwachten in Centraal Holland, ten eerste omdat de overstromingskans in deze dijkkring zo klein is ( $< 1/10.000$ ), maar ook omdat deze dijkkring sowieso nooit helemaal vol loopt door de vele bestaande kades. De geraamde kosten van compartimentering variëren van 10 miljoen euro (ophogen westelijke deel van de Oude Maasdijk) tot bijna 400 miljoen euro (ophogen Prinsendijk en dijk langs de Oude Rijn). De meeste onderzochte tracés kosten tussen de 100 en 200 miljoen euro.

Vanuit economisch oogpunt is - op basis van het eerstejaarsrendement - compartimentering in slechts één van de casestudiegebieden aantrekkelijk: de Betuwe.

Hier zijn de jaarlijkse baten hoger dan de jaarlijkse kosten. Dit komt door de relatief lage investeringskosten, maar meer nog door de grote jaarlijkse baat van een compartimenteringsdijk langs de westkant van het Amsterdam-Rijnkanaal. Voor het Land van Heusden / De Maaskant geldt dat het eerstejaarsrendement alleen positief is als de overstromingskans gelijk zou zijn aan de beschermingsnorm; in werkelijkheid is de overstromingskans al gauw een factor 2 tot 3 kleiner.

Uit de casestudies kunnen vele lessen worden getrokken. In dit bestek gaan we slechts op enkele daarvan in, namelijk:

- de grote betekenis van reeds aanwezige dijken op het overstromingsverloop en daarmee op de baat van compartimentering;
- de (mogelijke) rol van een uitlaatwerk en/of het slechten van dijken daarbij;
- de moeilijkheden van het traceren van compartimenteringsdijken langs of op bestaande infrastructuur (het zogeheten 'meekoppelen');
- landschappelijke inpassing en invloed op ruimtelijke kwaliteit;
- de gevoeligheid van de kosten-batenverhouding voor de schatting van de overstromingskans en de relatie met normdifferentiatie;
- dat er meer zaken een rol spelen dan kosten en economische baten.

### De rol van reeds aanwezige dijken en kades

Met name in Centraal Holland bleek het overstromingsverloop sterk te worden beïnvloed door het geheel aan oude dijken, droogmakerijen, kades en overige lijnvormige infrastructuur (zie afbeelding 3). Die maken dat het water zich op enige afstand van de bres slechts langzaam en vaak schoksgewijs verspreidt. De Haarlemmermeer wordt zelfs effectief droog gehouden door de kades langs de ringvaart. Dat wil zeggen: als die het niet begeven. En daar zit de grote onzekerheid. Het gedrag, en met name de standzekerheid, van al die regionale kades en oude dijken is een grote onbekende. Omdat ze het overstromingsverloop zeer sterk beïnvloeden, hebben ze grote gevolgen voor het berekende overstromingsrisico en dus voor de risicoreductie die met compartimentering kan worden bereikt. In de analyse leidden ze tot een relatief kleine baat van compartimentering in Centraal Holland.

### Suatie

Een mooi oud woord voor het lossen van water. En dat bleek juist in hellende dijkkringen langs de grote rivieren essentieel om het overlopen naar een naburige dijkkring (bijvoorbeeld de Alblasserwaard) of een rivier met kleinere capaciteit (bijvoorbeeld de Nederrijn-Lek of IJssel) te voorkomen. Dit domino-effect kan een extra risico vormen,

dat al is onderkend bij de aanleg van de Diefdijk. Daar zijn suatiewerken aangelegd in de vorm van de Lingewerken en Dalemse overlaten<sup>3)</sup>. Ook bij verdere compartimentering van de Betuwe blijkt waterlossing nodig, omdat anders de dijk langs de Nederrijn wordt overbelast. Bij een compartimenteringsdijk langs de westkant van het Amsterdam-Rijnkanaal is lozing mogelijk via de noordelijke keersluis, waar de top van de afvoergolf dan juist is gepasseerd. Ook bij een doorbraak van de noordelijke Lekdijk langs de Krimpenerwaard blijkt benedenstroomse lozing belangrijk, om Centraal Holland te vrijwaren. Lozing kan daar door het slechten van de dijk.

### **Meekoppelen met bestaande infrastructuur**

Aanvankelijk leek het aantrekkelijk bestaande lijnvormige infrastructuur of bestaande oudere dijken te versterken. In de praktijk blijkt dit echter tot grote inpassingsproblemen te leiden en fors hogere kosten. Vaak is sprake van een- of tweezijdige bebouwing, in andere gevallen gaat het om infrastructuur met veel coupures, tunnels en duikers. En bij een compartimenteringsdijk die in uiterste nood water moet keren, zijn gaten die moeten worden gedicht, zeer ongewenst. In de casestudies bleken geheel nieuwe tracés vaak stukken goedkoper en makkelijker in te passen.

### **Inpassing en ruimtelijke kwaliteit**

Nieuwe dijken kunnen heel ingrijpend zijn. Aantasting van landschapswaarden ligt dan ook op de loer. Daar staat tegenover dat bestaande dijken - mits goed ontworpen en met een duidelijk herkenbare functie - soms hoog worden gewaardeerd, niet het minst om het mooie uitzicht op het omringende landschap: men denke aan de fietsroutes over de rivierdijken, de Westfriese omringdijk of de waterlinies.

Door landschapsarchitecten bij de werkateliers te betrekken, is duidelijk geworden dat een goed ontwerp ook ruimtelijke kwaliteit kan opleveren. Zo is een zeer fraai ontwerp gemaakt voor een compartimenteringsdijk op de plaats van de oorspronkelijke Betuwelinie, waarmee weer structuur wordt

gegeven aan het landschap rond Kesteren dat nu sterk lijdt aan verrommeling door de A15, Betuwelinie en daarop reagerende dorpen met steeds rafeliger randen. Maar ook voor andere locaties zijn aansprekende ontwerpen gemaakt.

### **Overstromingskans allesbepalend?**

De jaarlijkse economische baten van compartimentering bestaan uit de jaarlijkse vermeden schade. Deze zijn direct gerelateerd aan de kans op een overstroming. De economische baat wordt twee keer zo groot als de overstromingskans  $1 : 2.000$  maar  $1 : 1.000$  is, een factor vier als deze  $1 : 500$  bedraagt, enz. Dit lijken grote verschillen, maar ze zitten ruim binnen de bandbreedte van wat erkende experts realistisch achten. De kostenschattingen lopen veel minder uiteen. Dat betekent dat de kosten-batenverhouding van compartimenteringsdijken vooral afhangt van de schatting van de overstromingskans. Dat geldt overigens ook voor andere maatregelen, zoals dijkverzwaring. Het betekent ook dat altijd de afweging moet worden gemaakt tussen gevolgscherming of nog betere bescherming door normverhoging. Voor enkele dijkkringen in het rivierengebied is daar in het RBSO-project<sup>4),5)</sup> al naar gekeken; compartimentering van de Betuwe bleek bijvoorbeeld rendabeler dan algehele dijkverzwaring, hetgeen logisch is want het gaat om circa tien kilometer compartimenteringsdijk versus zo'n 170 kilometer ringdijk.

### **Meer dan economische baten**

Het bovenstaande betekent ook dat goed beschermde dijkkringen vanuit economische kosten-batenoverwegingen minder snel in aanmerking komen voor compartimentering dan dijkkringen met een lager beschermingsniveau. Ofwel: 'hoe beter een dijkkring beschermd is, des te minder rendabel compartimentering'.

Maar een kosten-batenanalyse kan al te gemakkelijk voorbij gaan aan niet-economische baten (minder slachtoffers en getroffen) én het feit dat men kan beogen maatschappelijke ontwrichting door overstromingen te voorkomen. Om die reden

kan compartimentering toch aantrekkelijk zijn, ook als de maatregel niet kosteneffectief is. Dat zou kunnen betekenen dat bij beleidsvorming aan de kosten-batenverhouding minder gewicht wordt gegeven en meer principieel wordt gekozen. Ook rond brandpreventie wordt immers niet van geval tot geval een kosten-batenanalyse uitgevoerd, maar wordt gewerkt volgens een eenmaal vastgesteld principe: 'om de zoveel meter een branddeur'. Het is aan de beleidsmakers om daarover te beslissen.

### **LITERATUUR**

- 1) Deltacommissie (1961). Eindverslag en interimadviezen, deel 1. Staatsdrukkerij- en uitgeverijbedrijf.
- 2) Van Heezik A. (2008). Het voordeel van een dubbele defensie - de discussies rond het compartimenteren van dijkkringen in het verleden. Deltares. Rapport T2513.20.
- 3) Provincie Zuid-Holland (1990). De Lingewerken een waterstaatkundige 'noodzaak'. Hoofdrapport en kaartbijlage.
- 4) Kind J. (2005). Rampenbeheersingsstrategie Overstromingen Rijn en Maas. Achtergrondrapportage kosten-batenanalyse. RIZA. Rapport 2005.025.
- 5) Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2006). Synthesrapport onderzoeksprogramma Rampenbeheersingsstrategie Overstromingen Rijn en Maas.